



【拠点リーダー・事業推進担当者】

坂上 雅道 Masamichi Sakagami

所属 玉川大学脳科学研究所、脳情報研究科(脳情報専攻)・教授

研究テーマ：意思決定におけるモデルベースプロセスとモデルフリープロセスの神経科学的基礎の研究

キーワード：前頭前野、大脳基底核、報酬、ドーパミンニューロン、推論、情動、社会

グローバル COE 期間中の研究活動

意思決定とは、それが社会的判断であれ、個人の好みに基づく選択であれ、脳が複数の選択肢の中からより良い結果をもたらすものを選び出し、実行することである。近年、意思決定神経科学は飛躍的に進歩したが、その基礎はまだほとんど明らかになっていない。我々のグループは、意思決定には、大脳皮質前頭前野が深くかわるモデルベースプロセスと、大脳基底核が中心となって役割を果たすモデルフリープロセスがあり、それらは、あるときは独立して、またあるときは協力して、我々の判断を作り出していることを、サルを被験体とする単一ニューロン活動記録実験やヒトを被験者とする fMRI 実験によって調べてきた。その中で、モデルフリープロセスは、事象と報酬の経験的關係を客観的・確率的に結び付けて価値を計算し、モデルベースプロセスは、直接経験によって形成された連合を概念や推論によって結びつけ、直接経験していない価値の予測を可能にしていることを明らかにしてきた (Yamamoto et al., 2011; Pan & Sakagami, 2012)。基礎的な実験で明らかになった、このような脳における意思決定の仕組みが、より複雑な社会的状況でどのように働くのかを知るために、ヒト被験者に個人の利益と社会的利益について判断を行わせ、その時の脳活動を測定することによって、社会的判断を行う際にはモデルベースシステムの論理的計算や他者の立場の推論機能がより強く働くことを示した (北海道大学、東京大学との共同研究)。また、モデルベースプロセスにおける推論が、抽象化や概念形成とどのように関係するのか、論理哲学研究者と共同で研究を行った (慶応大学との共同研究)。さらに、これらの神経科学研究が、実際の社会の中でどのような意味を持つのかについて、科学哲学者と共同で研究し、論文を執筆すると同時に、その成果を授業に反映させる試みも行った (東京大学との共同研究)。これらの研究は、神経科学実験の結果に人文社会科学的解釈を与える、また人文社会科学的概念に自然科学的基礎を与えるという意味で、新しい文

理融合的研究のモデルケースとなった。

グローバル COE 終了後の研究予定

サルを使った意思決定の基礎研究については、新しい分子生物学的手法を導入し、これまで記録実験だけではできなかった回路単位の詳細な機能についての研究を行う。また、社会的判断の実験についても、様々な経済ゲームを使って、ヒトを被験者とする fMRI 実験を行っている。特に社会的判断における情動の役割を、より詳細に検討する。

哲学者との共同研究もより一層緊密に行い、これまで行ってきた自然科学的手法による研究の結果を哲学的観点から検討することにより、機能研究の新たな方向性を探っていきたい。

学位論文指導状況

<博士>

渡邊 言也 (工学研究科脳情報専攻)「情動が学習に影響を与えるメカニズムの解明」2013.3月取得 (工学)

野元 謙作 (東京大学大学院医学系研究科脳神経医学専攻より指導委託) "Temporally extended dopamine responses to perceptually demanding reward-predictive stimuli." 2009.3月取得 (医学)

竹村 浩昌 (東京大学大学院総合文化研究科 村上教授より指導委託) "Psychophysical properties and neurophysiological bases of contextual modulation in visual motion perception." (運動視知覚における文脈効果の心理物理学的諸相と神経生理学的基盤) 2012.3月取得 (学術)

<修士>

板垣 将太 (工学研究科電子情報工学専攻)「先天的聴覚障害者の音韻処理および視覚情報処理に関わる脳活動」2008.3月取得 (工学)

研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Watanabe N, Sakagami M, Haruno M., Reward prediction error signal enhanced by striatum-amygdala interaction explains the acceleration of probabilistic reward learning by emotion. *J Neurosci.* 2013 Mar 6;33(10):4487-93. doi: 10.1523/JNEUROSCI.3400-12. (2013)
2. 坂上 雅道, 山本 愛実「線条体と前頭前野における価値の表象」*Brain & Nerve. 医学書院* Aug;64(8):891-901. 総説 (2012)
3. Yotsumoto, Y., Seitz, AR., Shimojo, S., Sakagami, M., Watanabe, T., and Sasaki, Y. Performance Dip in Motor Response Induced by Task-Irrelevant Weaker Coherent Visual Motion Signals. *Cereb Cortex*2012 Aug;22(8):1887-93. (2012)
4. Pan, X., and Sakagami, M., Category representation and generalization in the prefrontal Cortex, *European Journal of Neuroscience*, pp. 1-9 2012 Apr;35(7):1083-91. doi: 10.1111/j.1460-9568.2011.07981.x. (2012)
5. Murai, C., Tanaka, M., Tomonaga, M., and Sakagami, M., Long-term Visual Recognition of Familiar Persons, Places, and Peers by Young Monkeys (*Macaca fuscata*) *Developmental Psychology*, 53:732-737(2011)
6. Murai, C., Tanaka, M., & Sakagami, M., Physical Intuitions about Support Relations in Monkeys (*Macaca fuscata*) and Apes (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology*, 125:216-226. (2011)
7. Takemura, H., Samejima, K., Vogels, R., Sakagami, M., and Okuda, J. Stimulus-dependent adjustment of reward prediction error in the midbrain. *PLoS ONE.* ;6(12):e28337. Epub. (2011)
8. Yamamoto M, Pan X, Nomoto K, Sakagami M: Multiple Neural Circuits in Value-based Decision-making. *Attention and Performance XXII*, (2011)
9. Nomoto Kensaku, Schultz Wolfram, Watanabe Takeo, Sakagami Masamichi, Temporally extended dopamine responses to perceptually demanding reward-predictive stimuli., *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 2010, 30(32), 10692 - 702
10. Kobayashi Shunsuke, Schultz Wolfram, Sakagami Masamichi, Operant conditioning of primateprefrontal neurons., *Journal of neurophysiology*, 2010, 103(4), 1843 - 55
11. 原 壘, 鈴木 貴之, 坂上 雅道, 横山 輝雄, 信原 幸弘「大学における教養教育を通じた脳神経科学リテラシーの向上～ポスト・ノーマル・サイエンスとしての脳神経科学とその科学リテラシー教育～」『科学技術コミュニケーション』7, pp.105-118, (2010)
12. 坂上 雅道, 山本 愛実: 意思決定の脳メカニズムー顕在的判断と潜在的判断ー. *科学哲学* 42-2, 29-40.(2009)
13. 坂上 雅道「意思決定に関わる2つの神経回路」*計測と制御*, 48, 4-10, (2009)
14. Pan X, Sawa K, Tsuda I, Tsukada M, Sakagami M: Reward prediction based on stimulus categorization in primate lateral prefrontal cortex. *Nat. Neurosci.*, 11, 703 - 712. (2008)
15. 山本 愛実, 奥田 次郎, 鮫島 和行, 坂上 雅道: 脳内報酬情報処理に及ぼす知覚的曖昧性の影響, *日本神経回路学会誌*, 15, 3-17, (2008)
16. Kawasaki M, Watanabe M, Okuda J, Sakagami, M, Aihara K: Human posterior parietal cortex maintains color, shape and motion in visual short-term memory, *Brain. Res.* 5; 1213, 91-7, (2008)

書籍 (著書)

1. 中山 剛史, 坂上 雅道:「脳科学と哲学の出会いー脳・生命・心」,

玉川大学出版部, (2008)

2. 坂上 雅道, 澤 幸輔, Pan X: 推論と前頭前野, 「脳科学と哲学の出会いー脳・生命・心」, 玉川大学出版部, (2008)

学会等発表<国際会議 (ポスター) >

1. Fan H, Tanaka S, Pan X, Sakagami M. Neurons in LPFC and striatum can predict reward based on different types of inference, Joint Tamagawa-Caltech Lecture course on Reward and Decision-making, Hawaii, 2013.3.5-6
2. Yokoyama O, Sakagami M, Neural activity in macaque prefrontal cortex during free choice based on reward preference, Joint Tamagawa-Caltech Lecture course on Reward and Decision-making, Hawaii, 2013.3.5-6
3. Fan H, Pan X, Sakagami M. Striatal neurons infer stimulus outcomes, Society for Neuroscience 2012, New Orleans 2012.10
4. K Takaura, N Tsuchiya, M Sakagami and N Fujii, Towards the system-level understanding of conscious visual perception: A study with electrocorticogram recording in monkeys under continuous flash suppression, Society for Neuroscience 2012, New Orleans, 2012.10
5. Pan X, Fan H, Sakagami M. Reward inference by primate prefrontal and striatal neurons, Society for Neuroscience 2011, Washington D.C. 2011.11
6. Osamu Yokoyama, Naotsugu Tsuchiya, Kensaku Nomoto, Atsushi Noritake, Masamichi Sakagami, Goal representation by macaque lateral prefrontal cortex are different between internally-determined and instructed choice. Joint Tamagawa University-Caltech Lecture Course (Social Neuroscience Satellite at the 15th annual meeting of the Association for the Scientific Study of Consciousness). Kyoto University, 2011.6.7-8
7. Fan H, Pan X, Sakagami M. Neurons activities of Japanese macaque's lateral prefrontal cortex and the striatum in reward inference task. Joint Tamagawa University-Caltech Lecture Course (Social Neuroscience Satellite at the 15th annual meeting of the Association for the Scientific Study of Consciousness). Kyoto University, 2011.6.7-8
8. Watanabe, N., and Haruno, M. Enhanced reward prediction error explains the accelerated cue-reward association learning by emotional facial expressions. *Computational and Systems Neuroscience* 2011, Salt Lake City, USA, 2011. 2
9. Watanabe, N., Haruno, M., and Sakagami, M., Emotional facial expression at the cue timing accelerates reinforcement learning. *Society for Neuroscience* 2010, San Diego, USA, 2010.11
10. Pan X, Fan H, Sakagami M. Interactive function between lateral prefrontal cortex and striatum. Joint Tamagawa-Keio-Caltech lecture course on Neuroeconomics. Keio University, Tokyo, 2010.9.8-10
11. Watanabe, N., Haruno, M., and Sakagami, M., Fearful faces enhance cue-reward association learning. Joint Tamagawa-Keio-Caltech Lecture Course on Neuroeconomics. Keio University, Tokyo, 2010.9.8-10
12. Yamamoto M, Matsuda T, Okuda J, Sakagami M: Brain activity for monetary gain and loss prediction based on salient and ambiguous perception, Joint Tamagawa & Caltech Lecture course on DECISION MAKING. Tamagawa University, Tokyo, 2010.3.3-5.
13. Watanabe N, Haruno M, Sakagami M: Emotional facial expressions accelerate reinforcement learning. Joint Tamagawa

- & Caltech Lecture course on DECISION MAKING. Tamagawa University, Tokyo, 2010.3.3-5.
14. Murai C, Tomonaga M, Sakagami M: Do monkeys recognize when others care about them? Joint Tamagawa & Caltech Lecture course on DECISION MAKING. Tamagawa University, Tokyo, 2010.3.3-5.
 15. Yokoyama O, Noritake A, Nomoto K, Sakagami M: Dynamic changes in reward preference represented by monkey lateral prefrontal neurons during a free choice task, Joint Tamagawa & Caltech Lecture course on DECISION MAKING. Tamagawa University, Tokyo, 2010.3.3-5.
 16. Matsumoto M, Matsumoto K, Hayamizu N, Sakagami M: Two separate decision systems affected by the value of subliminal and supraliminal stimulus in human brain, Joint Tamagawa & Caltech Lecture course on DECISION MAKING. Tamagawa University, Tokyo, 2010.3.3-5.
 17. Pan X, Sakagami M: Model-based and model-free learning by striatal neurons, Joint Tamagawa & Caltech Lecture course on DECISION MAKING. Tamagawa University, Tokyo, 2010.3.3-5.
 18. Pan X, Sakagami M: Category inference and prefrontal cortex, The 2nd International Conference on Cognitive Neurodynamics-2009 (Tamagawa-RIKEN Dynamic Brain Forum), China, 2009.11.16-19.
 19. Pan X, Sakagami M: Model-based and model-free learning by striatal neurons, Joint Tamagawa University-Hokkaido University Global COE Symposium. Tamagawa University. Tokyo, 2009.10.24
 20. Yokoyama O, Noritake A, Nomoto K, Sakagami M: Dynamic changes in reward preference represented by monkey lateral prefrontal neurons during a free choice task, Joint Tamagawa University-Hokkaido University Global COE Symposium. Tamagawa University. Tokyo, 2009.10.24
 21. Yamamoto M, Mastuda T, and Sakagami M: Brain activity for monetary gain and loss prediction on salient and ambiguous perception as revealed by random dot motion stimuli and fMRI, Joint Tamagawa University-Hokkaido University Global COE Symposium. Tamagawa University. Tokyo, 2009.10.24
 22. Nomoto K, Schultz W, Watanabe T, Sakagami M: Prolonged dopamine responses to perceptually demanding reward-indicative stimuli, Joint Tamagawa University - Hokkaido University Global COE Symposium. Tamagawa University. Tokyo, 2009.10.24
 23. Matsumoto M, Hayamizu N, Sakagami M: Two separate decision systems affected by the value of subliminal and supraliminal stimulus in human brain, Society for Neuroscience 2009. Chicago. 2009.10.16-21.
 24. Yamamoto M, Hayamizu N, Matsuda T, Okuda J, Sakagami M: Brain activity monetary gain and loss prediction based on salient and uncertain perception, Society for Neuroscience 2009, Chicago, USA, 2009.10.16-21.
 25. Yamamoto M, Matsumoto M, Matsuda T, Sakagami M: Brain activity for monetary loss prediction based on ambiguous perception, Joint Tamagawa University-Caltech Lecture-course on EMOTION, California, U.S.A., 2009.2.18
 26. Pan X, Sakagami M: Visual responsiveness of primate prefrontal neurons can be modulated by the biofeedback technique, Society for Neuroscience 2008, Washington DC. U.S.A., 2008.11.1.
- <国内会議（ポスター）>
1. 高浦 加奈, 土谷 尚嗣, 坂上 雅道, 藤井 直敬 Towards the system-level understanding of conscious visual perception: a study with electrocorticogram recording in monkeys under continuous flash suppression 第 35 回日本神経科学大会, 名古屋, 2012.9.8
 2. Fan H, Pan X, Sakagami M. Local inactivation of primate prefrontal cortex impairs reward prediction based on category inference, Neuro 2011, Yokohama 2011.9
 3. Osamu Yokoyama, Naotsugu Tsuchiya, Kensaku Nomoto, Atsushi Noritake, Masamichi Sakagami. Differential representation of goal in monkey lateral prefrontal cortex in free- and instructed-choice (サル外側前頭前野による目標の神経表現は自由選択と強制選択で異なる). Neuro 2011, Yokohama 2011.9.15-17.
 4. Osamu Yokoyama, Naotsugu Tsuchiya, Kensaku Nomoto, Atsushi Noritake, Masamichi Sakagami. Decoding of goal, independent of perception and action, from macaque prefrontal activity during a free choice task. 包括脳ネットワーク夏のワークショップ, 神戸国際会議場, 2011.8.21-24.
 5. Pan X, Fan H, Sakagami M. Comparison of spike activity and local field potential in lateral prefrontal cortex and striatum. 脳と心のメカニズム冬のワークショップ 留寿都, 2011.1.11-13
 6. Masahiko Haruno, Chris Frith, Masamichi Sakagami, Minoru Kimura Top-down signal from the frontal cortex regulates social value orientation, Neuro2010, Hyogo 2010.9.4
 7. Watanabe, N., Haruno, M., and Sakagami, M., Emotional facial expression accelerates cue-reward association learning. 情動を喚起する表情刺激は刺激-報酬連合学習を加速する, Neuro 2010 Hyogo 2010.9.3
 8. Pan X, Sakagami M. Causal interaction between lateral prefrontal cortex and striatum. Neuro 2010, Hyogo 2010.9.3
 9. Watanabe, N., Haruno, M., and Sakagami, M., Fearful faces at the cue timing accelerate reinforcement learning compared to neutral face. 包括脳夏のワークショップ, 札幌, 2010.7.27-30
 10. Pan X, Sakagami M: Model-based and model-free learning by striatal neurons, 第 32 回日本神経科学大会, 名古屋, 2009.9.16-18.
 11. 松元 まどか, 松元 健二, 速水 則之, 坂上 雅道, 「閾下および閾上の刺激の価値はヒト脳内において別々に行動選択する」, 第 32 回日本神経科学大会, 名古屋, 2009.9.16-18.
 12. 山本 愛実, 松田 哲也, 渡辺 言也, 坂上 雅道: 利得損失予測の脳内情報処理に及ぼす知覚的曖昧性の影響, 特定領域研究「統合脳」夏のワークショップ, 北海道, 2009.8.12.
 13. 潘 暁川, 坂上 雅道: 推移的推論の神経メカニズム, 特定領域研究「統合脳」夏のワークショップ, 北海道, 2009.8.10.
 14. Pan X, Sakagami M: Functional roles of prefrontal cortex and striatum in reward process., 特定領域研究「統合脳」夏のワークショップ, 北海道, 2008.8.7-10
 15. Pan X, Sakagami M: Dissociable roles of lateral prefrontal cortex and striatum for reward prediction, 第 31 回日本神経科学大会 2008, 東京, 2008.7.10.
- <国際会議（招聘講演）>
1. Masamichi Sakagami Reward inference by prefrontal and striatal neurons in primate, Grimshaw Seminar at Victoria University, Wellington, New Zealand, 2013.3.19
 2. Masamichi Sakagami The effect of cost on the reward prediction error signal in the midbrain dopamine neuron Reward and Decision-making on Risk and Aversion, Waikoloa Beach Marriott Resort and Spa, Hawaii, USA, 2013.3.6-8
 3. Masamichi Sakagami Reward inference by prefrontal and striatal neurons in primate 人間と動物の「意思決定・論理・認知」を探る-神経科学から哲学まで- 国際・学際シンポジウム Decision Making, Logic and Cognition 2013.2.26-27
 4. Masamichi Sakagami Reward inference by primate prefrontal and striatal neurons 3rd International Symposium on Prefrontal Cortex. Inamori Center, Kyoto University 2012. 11.29

5. Masamichi Sakagami Reward Inference by Primate Prefrontal and Striatal Neurons, Neuroeconomics 2012 Annual Conference : Decision Making and the Brain, Ritz-Carlton Key Biscayne in Miami, Florida, USA 2012.9.28-30
 6. Masamichi Sakagami Reward inference by primate prefrontal and striatal neurons, Tamagawa-RIKEN Dynamic Brain Forum, Spain 2012.9.3-6
 7. Masamichi Sakagami, Multiple neural circuits in value-based decision-making, International Workshop on Gaze Bias Learning II -Linking neuroscience, computational modeling, and cognitive development, Tamagawa University R&A Building Room.507 Tokyo, 2012.3.12
 8. Sakagami M: Multiple neural circuits in social decision-making Intergration of cognitive and motivational context information in the primate perfrontal cortex. Emory University, USA.2011.10.22-25
 9. Sakagami M: Multiple neural circuits in value-based decision-making, The 3rd International Conference on Cognitive Neurodynamics, Niseko, 2011.6.9-12
 10. Sakagami, M., Multiple neural circuits in value-based decision-making, Boston University, USA, 2010.10.12-15
 11. Sakagami, M., Reward inference by primate prefrontal neurons, 第15回国際比較心理学会, 兵庫, 2010.5.18-22
 12. Sakagami M: Reward inference by prefrontal and basal ganglia neurons, 前頭前野と大脳基底核ニューロンによる報酬の推測, Francis Crick Symposium on Neuroscience, Cold Spring Harbor Conferences Asia, China, 2010.4.15-18
 13. Sakagami M: Signal Interaction between Prefrontal Cortex and Striatum in Reward Prediction, Batsheva Seminar on Reward and Decision Making in the Brain. Hebrew University, Jerusalem, 2010.2.16-19.
 14. Sakagami M: Reward inference by monkey prefrontal neurons, JSPS-DFG Round Table on Cooperative Technology in future: Cognitive Technical Systems. JSPS, Tokyo, 2010.2.8-10
 15. Sakagami, M., Multiple brain circuits for reward prediction, Dublin University Trinity College, Ireland, 2010.7.19-25
 16. Sakagami, M., "Category inference and prefrontal cortex" the 2nd International Conference on Cognitive Neurodynamics -2009 (ICCN'09)
 17. Sakagami M, Pan X: Reward Inference by Prefrontal and Striatal Neurons, Tougounou International Symposium, New Perspectives on Neural Mechanisms of Cognition and Action. Tamagawa University, Tokyo, 2009.11.13.
 18. Sakagami M: Neural Basis for Decision-making, Joint Tamagawa University-Hokkaido University Global COE Symposium. Tamagawa University. 2009.10.24.
 19. Sakagami M : Multiple brain circuits for decision-making, Perspective of Decision Neuroscience: beyond the Biological Approach of Brain Science. IUPS 36th World Congress, 京都・国立京都国際会館. 2009.7.30
 20. Pan X, Sakagami M: Prefrontal neurons show reward predictive activity to groups of associated stimuli. 11th Tamagawa Dynamic Brain Forum, Shizuoka, 2009. 3.3
 21. Sakagami M: Influences of stimulus discriminability and choice bias on dopamine activity, International Workshop on Open Problems in the Neuroscience of Decision Making 沖縄科学技術研究基盤整備機構 (OIST) Okinawa, Japan, 2008.10.16-18
 22. Sakagami M: Multiple neural circuits for reward prediction, 高麗大学学際的国際シンポジウム "Brain and Society", Seoul, Korea, 2008.7.29- 8.1.
 23. Sakagami M: Corticostriatal Systems & Affective Learning, International Symposium on Attention and Performance XXII Vermont, U.S.A, 2008.7.14-17.
 24. Sakagami M: Reward Interface by Monkey and Caudate Neurons, 国際ワークショップ: 京都大学こころの未来研究センター 第6回 こころの未来フォーラム サテライト ワークショップ, "Gambling, Reward, Decision Making, and The Prefrontal Cortex", Kyoto, Japan, 2008.4.1
- <国内会議 (招聘講演) >
1. 坂上 雅道「意思決定、学習、合理性」日本科学哲学会, 宮崎大学, 宮崎 2012.11.10
 2. 坂上 雅道「予測と創造—モデルベースの意思決定プロセスの基礎—」第76回日本心理学会大会、専修大学生田キャンパス、神奈川、2012.9.11-13
 3. 坂上 雅道「意志決定の神経基盤の研究とその展開」北海道大学 GCOE —「心の社会性に関する教育研究拠点」総括シンポジウム: 心はなぜ、どのように社会的か? —フロンティアとアジェンダ 学術総合センター中会議場、東京、2012.3.17
 4. 坂上 雅道, 社会的判断におけるモデルベースプロセスとモデルフリープロセス, 平成23年度生理研研究会 社会神経科学研究会「今、社会神経科学研究に求められていること」, 岡崎コンファレンスセンター, 愛知、2011.10.6-7
 5. 坂上 雅道, 判断にかかわる2つの神経回路, 日本心理学会第75回大会シンポジウム「心の先端研究の現在と未来」, 日本大学文理学部, 東京, 2011.9.17
 6. Sakagami M「脳科学の現在と未来」東京大学科学技術インタープリター養成部門シンポジウム『脳科学とコミュニケーション』東京大学, 東京, 2011.3.6
 7. Sakagami M: 「動物の思考・ヒトの思考」麻布大学大学院特別講義、東京、2010.10.22
 8. Sakagami, M. Xiaochuan Pan, Signal Interaction between Prefrontal Cortex and Striatum in Reward Prediction, Symposium 「価値に基づく意思決定の神経機構—新たな展開 New perspectives on value-based decision making (S3-5-1)」Neuro2010, 兵庫, 2010.9.2-4
 9. 坂上 雅道, 「脳科学で消費者の行動を考える～あなたは自分をどこまで知っていますか～」東京都消費生活センター 2009.11.10
 10. 坂上 雅道, 「意思決定と人間の自発性」シンポジウム: 自発性の発現・物質 プロセス研究会主催 東京大学山上会館 東京, 2009.10.12
 11. Sakagami M, Pan X: Reward inference by prefrontal neurons, Symposium: The role of prefrontal cortex in context-dependent adjustment of executive control. 第32回日本神経科学大会, 名古屋, 2009.9.18.
 12. 坂上 雅道: 「脳科学教育研究に向けて—玉川大学の取り組み」第32回日本神経科学大会サテライトシンポジウム: 脳科学教育の現状と理想—バーチャル脳科学専攻設立を目指して—, 名古屋, 2009.9.16
 13. 坂上 雅道, 「ギャンブルする脳・しない脳」玉川大学グローバルCOE シンポジウム: ギャンブル, 経済, 脳科学, 人間はなぜリスクを伴う行動を選ぶのか? 日本科学未来館 東京, 2009.9.12
 14. 坂上 雅道, 「意思決定の神経メカニズム」実験社会科学サマースクール 2009, 大阪大学, 2009.8.29
 15. 坂上 雅道, 「玉川大学 GCOE について」第73回日本心理学会, シンポジウム: 心に関する全日本ネットワークの構築, 京都立命館大学, 2009.8.28
 16. 坂上 雅道, 「神経科学と生命観・社会観」シンポジウム: 神経科学リテラシー, 東京大学駒場キャンパス 2009.5.23

17. Sakagami M: Reward inference by monkey prefrontal and caudate neurons, 第6回心の未来フォーラムサテライトワークショップ "Gambling, Reward, Decision Making, and the Prefrontal Cortex" 京都大学 2009. 3.1
18. Sakagami M: Multiple decisions in the brain, 第1回ニューロソーシャルサイエンスワークショップ 大阪大学 2009. 2.27
19. 坂上雅道: 意思決定における2つの神経回路、つくばブレインサイエンス協会 (TBSA) 定例会 筑波大学、2009. 1.27.
20. 坂上 雅道、「意志決定と前頭前野」、前頭前野の基礎と臨床、千里バイオサイエンスセンター、大阪、2008.12.13
21. 坂上雅道: 意思決定に関わる2つの神経システム、特定領域研究「統合脳」冬の公開シンポジウム、学術総合センター、東京、2008. 12.12
22. 坂上雅道: 「意思決定の脳メカニズムー顕在的判断と潜在的判断ー」日本科学哲学学会第40回大会シンポジウム「脳科学と社会」、福岡大学、2008. 10.19
23. 坂上 雅道「ヒトにおける報酬関連脳活動と知覚的曖昧性」日本動物心理学会第68回大会、水戸、2008.9.13-15 (本件のみ一般演題)
24. 坂上雅道: 消費者行動の分析における脳科学的手法の可能性、内閣府主催「国際消費者政策シンポジウム: グローバル社会における消費者行政の未来」東京、2008. 9. 9
25. 坂上 雅道、「意思決定課題におけるドーパミン細胞による報酬予測の遷移」、第31回日本神経科学大会、東京、2008.7.9

活動実績 (各種委員等)

- ・ 脳と心のメカニズムワークショップ計画委員

新聞、雑誌、TV、ラジオ他、マスコミ関係掲載・出演等

- ・ 坂上 雅道「ちょっとクールな心の科学」、週刊金曜日連載、H23.4~6
- ・ 坂上 雅道「BMI研究について」、ラジオ放送局 J-Wave、H22.6.14
- ・ 坂上 雅道「行動の意図、事前検知」日経産業新聞、H21.11.6
- ・ 坂上 雅道「ロングランシリーズ<377>消費者問題はいまー提言2008」
- ・ ニッポン消費者新聞 H20.9.1
- ・ 坂上 雅道「推論する神経回路を解明」朝日新聞(朝刊) H20.6.6
- ・ 坂上 雅道「『推論』担う脳細胞、前頭部に」東京新聞(夕刊) H20.5.26
- ・ 坂上 雅道「編著者インタビュー『脳科学と哲学の出会い』」教育医事新聞、H20.4.25
- ・ 坂上 雅道「心をのぞく5 せめぎ合う倫理と論理」朝日新聞(夕刊) H20.4.11

外部資金獲得状況

- ・ 文部科学省科学研究費補助金 特定領域研究「脳の高次機能学」(計画研究) “直感的思考の神経メカニズム” 平成17年度~平成21年度、H20 ¥14,700,000 (平成20年度直接経費のみ)、¥1,323,828 (平成21年度直接経費のみ)
- ・ 社会技術研究開発事業 (R I S T E X) “文理横断的教科書を活用した神経科学リテラシー向上の試み” 平成19年度~平成21年度、H20 直接¥680,000 間接¥204,000(平成20年度)、直接¥450,000 間接¥135,000(平成21年度)
- ・ 文部科学省科学研究費補助金基盤研究(B) (一般) “作業記憶関連ニューロンのバイオフィードバックによる随意的制御に関する基礎研究” 平成20年度~22年度、直接¥6,000,000 間接¥1,800,000(平成20年度)、直接¥5,200,000 間接¥1,560,000(平成21年度)
- ・ 脳科学研究戦略推進プログラム “ブレイン・マシン・イン

ターフェース (BMI) の開発” 平成20年度~22年度、H20 直接¥17,297,693 間接¥5,189,307 (平成20年度) 直接¥17,297,693 間接¥5,189,307 (平成21年度)

- ・ 独立行政法人日本学術振興機構委託事業 (責任機関 北海道大学) “意思決定科学・法哲学・脳科学の連携による「正義」の行動的・神経の基盤の解明” 研究実施期間 平成21年度~平成23年度、直接¥1,500,000 (平成21年度)
- ・ 株式会社豊田中央研究所 “行動決定における判断・意思決定の脳メカニズムに関する研究” 平成19年度~20年度 ¥7,350,000 (平成20年度)
- ・ 文部科学省科学研究費補助金基盤研究(A) (一般) “熟慮的判断のための神経基盤の研究” 平成23年度~平成25年度、H23 ¥16,100,000 (平成23年度直接経費のみ)、¥13,260,000 (平成24年度直接経費のみ)、H25 ¥9,500,000 (平成25年度直接経費のみ)
- ・ 文部科学省科学研究費補助金新学術領域研究(研究領域提案型)、“モデルベース的意思決定を可能にする神経回路” 平成23年度~平成25年度、H23 ¥22,500,000 (平成23年度直接経費のみ)、¥18,980,000 (平成24年度直接経費のみ)、H25 ¥14,700,000 (平成25年度直接経費のみ)

共同研究実施状況

1. (株)豊田中央研究所
研究内容: 行動決定における判断・意思決定の脳メカニズムに関する研究
研究期間: 平成20年4月1日~平成21年3月31日
共同研究者名: 脳科学研究所 脳科学研究センター 教授 坂上 雅道
脳科学研究所 脳科学研究センター 准教授 松元 健二
脳科学研究所 脳科学研究センター 助教 松田 哲也
脳科学研究所 脳科学研究センター 嘱託研究員 松元 まどか
脳科学研究所 脳科学研究センター 嘱託研究員 山本 愛実
脳科学研究所 脳科学研究センター 嘱託研究員 奥田 次郎
脳科学研究所 脳科学研究センター 嘱託研究員 Hackjin Kim
(株)豊田中央研究所 先端研究センター連携研究部門 脳領域脳機能解析プログラム PM 速水 則行
2. 独立行政法人日本学術振興機構委託事業(責任機関:北海道大学)
研究課題: 異分野融合における方法的改革を目指した人文・社会科学研究推進事業
研究内容: 意思決定科学・法哲学・脳科学の連携による「正義」の行動的・神経の基盤の解明
研究期間: 平成21年度~平成23年度
共同研究者名: 北海道大学・文学研究科・教授 亀田 達也
北海道大学・文学研究科・教授 山岸 俊男
北海道大学・文学研究科・准教授 高橋 泰城
玉川大学脳科学研究所・教授 坂上 雅道
玉川大学脳科学研究所・助教 松田 哲也
玉川大学脳科学研究所・准教授 酒井 裕
北海道大学・法学研究科・教授 長谷川 晃
3. 独立行政法人日本学術振興機構委託事業(責任機関:東京大学)
研究課題: 異分野融合における方法的改革を目指した人文・社会科学研究推進事業
研究内容: ニューロポリティクス(政治学と神経科学の融合による社会行動の科学的理解)
研究期間: 平成24年度~平成25年度
共同研究者名: 東京大学大学院 法学政治学研究科・教授 加藤純子
玉川大学脳科学研究所・教授 坂上 雅道
玉川大学脳科学研究所・准教授 松田 哲也



【事業推進担当者】

塚田 稔 Minoru Tsukada

所属 玉川大学脳科学研究所・客員教授

研究テーマ：コミュニケーションと認知の神経回路モデル

キーワード：学習、記憶、学習則、海馬、聴覚、条件付け学習、機能分化、階層、構造、コミュニケーション、情報創成

グローバル COE 期間中の研究活動

認知・学習記憶の情報表現の研究を通してコミュニケーションによる情報創成の問題を研究した。脳内記憶情報表現は外界の複雑な世界とコミュニケーションすることにより外界の脳内モデルが構築される。神経回路網では機能分化が起きる。異機能神経回路間のコミュニケーションによる情報統合によって新たな情報創成がなされる。ここに、自己認識、科学の世界、経済世界、芸術の世界も創られ、人間の人格が構成されていく。まさに脳内の機能分化、機能階層化、コミュニケーションによる情報創成と自己組織化こそ社会に生きる心の創成の真髄である。

＜研究成果の要約＞

1. 情報創成の脳内メカニズムの基盤研究としての学習と記憶の神経回路の情報表現

1-1. 海馬記憶神経回路では2つの異なる学習ルールが協調的に働くことを明らかにした。また、トップダウンとボトムアップ情報の記憶形成メカニズムを細胞レベルで明らかにした（論文 16, 13, 12, 10, 6, 2）。

1-2. 記憶の書き込みのコーディングとしてコントロール・コード（自己相似形符号）の可能性を理論と実験によって確かめた（論文；22, 11, 7）。

1-3. 条件付けによる感覚情報の連合学習の脳内表現のメカニズムを明らかにした。特に、条件付け学習前後のダイナミックな情報表現を計測することに成功した。また、情動との関係において、多感覚情報の統合の機序を明らかにした（論文 9, 3, 1）。

2. 行動を決定する脳内記憶文脈のメカニズム

記憶システムを備えている生物は、ある状況に直面したとき、それを以前の経験と比較し、それらを統合して最も適切と考えられる行動をとろうとする。この行動決定の文脈依存のメカニズムをネズミの行動と海馬のマルチニューロン同時多重計測によって明らかにした（論文；18, 17, 5）。

3. 脳と芸術

脳の学習と記憶の基礎研究を通して人間の情報創成のメカニズムを考えることが、人間社会科学と脳科学の融合する重要な基礎となる。この視点から人間が創り出してきた芸術の世界に注目し、脳の情報創成と芸術の表現を統合的に解釈した（論文 23）。

＜具体的研究成果＞

1. 情報創成の脳内メカニズムの基盤研究としての学習と記憶の神経回路の情報表現

1-1. 海馬神経回路の学習則実験によって海馬 CA1 錐体細胞における STLR と HEBB 学習則の共存が明らかにされた。計算機シミュレーションによって両学習則の情報処理の違いが明らかになった（論文 16, Kaneki et al., 2008）。STLR では、シナプス結合強度は入力間の "同期" と "履歴" によって決定される (bottom-up)（論文 24, Yoneyama et al., 2010, 論文 13, Yoneyama et al., 2011, 論文 12, Tsukada and Fukushima, 2011）一方 Hebb 学習則においては、シナプスの結合強度は入力とアテンションや意思のような top-down 情報の両方に依存する（論文 12, Tsukada and Fukushima, 2011；論文 10, Sugisaki et al., 2011）

1-2. 海馬錐体細胞においてコントロールコーディングの可能性の検証

Tsuda と Kuroda (2001) は CA3-CA1 ネットワークがコントロールコーディング機能を有することを理論的に示した。塚田、福島、津田、山口は時空間刺激によって CA1 錐体細胞膜におけるコントロールコーディングの可能性を実験と理論が一致することによって同定した（論文 19, Kuroda et al., 2009; 論文 11, Yamaguti et al., 2011；論文 7, Fukushima et al., 2012）。

1-3. 条件付けによる連合学習

恐怖条件付け学習によりモルモット聴覚野に生じる可塑的変化の光計測

純音と両足電気刺激による連合学習を行う前後で、条件付けに用いた CS 音 (12 kHz) と条件付けに用いていない Non-CS 音 (8, 16 kHz) に対する聴覚野の応答変化

について調べた。その結果、CS音を提示した場合に限り、条件付け後に応答領域の増大が確認され、上述の先行研究と一致する結果が得られた。一方、音刺激ではなく、両足への電気刺激によっても、連合学習した音に関する情報が想起されるのではないかという観点から、音刺激を提示せず両足電気刺激だけを与えた場合の聴覚野応答を調べた。その結果、条件付け前には全く見られなかった両足電気刺激に対する聴覚野の応答が条件付け後に観測された。さらに、CS音と両足電気刺激に対する聴覚野応答領域には、相関が見られることが分かった。音と電気刺激による条件付け時に前脳基底部分から放出されるアセチルコリン (ACh) が大脳皮質聴覚野を誘導している可能性が多くの研究により指摘され、このAChはNMDA受容体に作用して大脳皮質聴覚野の可塑的变化を促進していると想定されている。NMDA受容体を介した興奮性活動が等周波数帯を越える形で存在することが報告されており、NMDA受容体依存性のLTPが応答領域増加の機序であることが示唆される。応答領域の相関については、まず条件付けによりCS音に対する聴覚野応答 (NMDA受容体による応答成分) にLTPが生じ、条件付け後、聴覚皮質II, III層に存在するNMDA受容体のうち、条件付けによりLTPの生じた箇所、両足電気刺激によるEPSPが生ずると考えられる。従って、聴覚野の応答領域に関して、CS音に対する応答領域と相関があり、この時、CS音に関する音情報が想起されている可能性が示唆される。(論文9, Ide et al., 2012; 論文1, Ide et al., 2012)

2. 行動を決定する脳内記憶文脈依存のメカニズム 文脈によって予期される情報と行動結果の一致性検出機構 (海馬) (論文17, Takahashi et al. 2009a)

もしも想起情報と感覚入力との比較が海馬CA1野を中心とする神経回路網で行われているとするならば、視覚手がかりの提示タイミングにタイムロックした神経活動がCA1野から計測されるはずである。17個のユニットはラットが報酬を獲得したタイミングにタイムロックした活動を示した。これらの活動もまたラットがポーキング行動の後に受ける感覚入力をあらかじめ想起し、実際の感覚入力との比較が一致したケースという枠組みで捕らえることができた (outcome-matching correlates unit: OMユニット)。

ラット海馬神経活動に見られる行動状態に依存したエピソード表現 (論文18, Takahashi et al., 2009b)

ラットの行動状態をそれぞれ異なる神経修飾メカニズムに支配されていると考えられている3つの期間に分類し、それぞれの期間における海馬ニューロンのエピソード依存性について議論した。記録された135個のCA1野錐体細胞のうち75個が主に探索行動時に活動し、42個が注意的静止、18個が完了行動期に活動を示した。それぞれのタイプの活動について51/75、22/42、15/18個がエピソード依存性、即ちオルタネーション課題における左→右と右→左のシーケンスで有意に異なる発火頻度を示した。これらの発見は従来知られていた海馬のエピソード表現への関与に関する知見をさらに拡張するものである。エピソード依存性は静止期間の海馬にも存在し、異なる機能的cell assembly (細胞集団) があるひとつのエピソード情報を行動状態ごとに分担する形で保持している可能性が示唆された。

3. 脳と芸術

脳の学習と記憶の基礎研究を通して人間の情報創成のメカニズムを考えることが、人間社会科学と脳科学の融合する重要な基礎となる。特にチンパンジーと人間の能力の差はブレインウェアと言われる創造性の情報処理実現に根本的に依存していると考えられる。この視点から人間が創り出してきた芸術の世界に注目し、脳の情報創成と芸術の表現、芸術の展開と脳の高次情報表現系の関連を統合的に解釈することが重要である。この研究視点を学会誌、日本神経回路学会の招待論文 [成果論文23] として掲載するとともに、NPO法人ニューロクリエイティブ研究会セミナー「創造する脳」基調講演タイトル「美の創造への脳科学的アプローチ」(2009年10月27日)を実施した。「脳に学ぶ絵画技術」上野東京都美術館改修記念市民講座2012年5月26日14時～16時を日府展と共催で開催した。「脳から考える美術の魅力と創造すること」サイエンス・ウインドウ(2013.4-6号)PP12-15に掲載

3. 脳と芸術

「脳から考える美術の魅力と創造すること」サイエンス・ウインドウ(2013.4-6号)PP12-15に掲載

「脳から考える美術の魅力と創造すること」サイエンス・ウインドウ(2013.4-6号)PP12-15に掲載

「脳から考える美術の魅力と創造すること」サイエンス・ウインドウ(2013.4-6号)PP12-15に掲載

グローバルCOE終了後の研究予定

Cross-modalな知覚情報の統合と情報処理メカニズム

光(視覚情報)と音(聴覚情報)といったCross-modalな知覚情報の統合プロセスやその想起→予測プロセスに関する情報処理メカニズムに関しては、心理学的研究を除き、神経生理学的な研究は殆どなされていない。我々はCross-modalな知覚情報として、数種類の光と音の組み合わせパターンに対し、reward/punishmentを与えるというGO/NOGO課題を用意し、知覚情報の統合・情報処理プロセスに対する、情動的な情報(reward/punishment)による処理系の修飾について検討を行う。脳と絵画の創造性の情報表現に関する研究

脳の学習と記憶の基礎研究を通して人間の情報創成の

メカニズムを考えることが、人間社会科学と脳科学の融合する重要な基礎となる。特にチンパンジーと人間の能力の差はブレインウェアと言われる創造性の情報処理実現に根本的に依存していると考えられる。この視点から人間が創り出してきた芸術の世界に注目し、脳の情報創成と芸術の表現、芸術の展開と脳の高次情報表現系の関連を究明する。

学位論文指導状況

<博士学位論文指導状況>

- 主査：塚田稔／氏名：高橋宗良／論文タイトル：記憶の文脈的処理に関する海馬の神経活動とその機能／年度：平成 21 年度
- 主査：塚田稔／氏名：米山誠／論文タイトル：ラット海馬 CA1 錐体細胞におけるシナプス応答の非線形的な時空間加重特性／年度：平成 21 年度

- 副査：塚田稔／氏名：山形朋子／論文タイトル：動作制御に向けた視覚情報処理における運動前夜の機能的役割／平成：22 年度
- 副査：塚田稔／氏名：岡崎俊太郎／論文タイトル：Neuronal Activity for Duration Discrimination in Guinea Pig Primary Auditory Cortex／年度：平成 22 年度
- 副査：塚田稔／氏名：杉崎えり子／論文タイトル：海馬 CA1 ネットワークにおけるトップダウン入力及ばずシナプス可塑性への効果／年度：平成 23 年

<修士学位論文指導状況>

- 副査：塚田稔／氏名：輿石健一／論文タイトル：海馬 CA1 ニューロンにおける入力タイミングによる情報処理への影響／年度：平成 21 年度

論文 (英文)

研究活動業績

- Yoshinori Ide, Muneyoshi Takahashi, Johan Lauwereyns, Minoru Tsukada and Takeshi Aihara "Integration of Hetero Inputs to Guinea Pig Auditory Cortex Established by Fear Conditioning" *Advances in Cognitive Neurodynamics III. The Netherlands: Springer*, pp.765-772. (2012)
- Takeshi Aihara, Eriko Sugisaki, Yasuhiro Fukushima and Minoru Tsukada "Influence of the Endogenous Acetylcholine on STDP Induction" *Advances in Cognitive Neurodynamics III. The Amsterdam, Netherlands: Springer*, pp.387-392 (2012)
- Ide, Y., Takahashi M, Lauwereyns Y, Sandner G, Tsukada M and Aihara T (2012) Fear Conditioning Induces Guinea Pig Auditory Cortex Activation by Foot Shock Alone *Cognitive Neurodynamics*, Vol.6, pp1-10, 2012 DOI 10.1007/s11571-011-9173-x
- Fujiwara H, Sawa K, Takahashi M, Lauwereyns J, Tsukada M, Aihara T (2012) Context and the renewal of conditioned taste aversion: The role of rat dorsal hippocampus examined by electrolytic lesion. *Cognitive Neurodynamics*. Vol 6, pp.399-407,
- Takahashi M, Isomura Y, Sakurai Y, Tsukada M, Lauwereyns J (2012) The theta cycle and spike timing during fixation in rat hippocampal CA1. In: Omori T, Tsuda I, Yamaguchi Y (Eds.), *Advances in Cognitive Neurodynamics III*. Amsterdam, The Netherlands: Springer.
- Tsukada M Memory information representation in the hippocampus. In: Omori T, Tsuda I, Yamaguchi Y (Eds.), *Advances in Cognitive Neurodynamics III*. Amsterdam, The Netherlands: Springer. (2012)
- Fukushima Y, Isomura Y, Yamaguti Y, Kuroda S, Tsuda I, Tsukada M, Inhibitory network dependency in Cantor coding. In: Omori T, Tsuda I, Yamaguchi Y (Eds.), *Advances in Cognitive Neurodynamics III*. Amsterdam, The Netherlands: Springer. (2012)
- Fujiwara H, Sawa K, Takahashi M, Lauwereyns J, Tsukada M, Aihara T, Context and the renewal of conditioned taste aversion: The role of rat dorsal hippocampus examined by electrolytic lesion. *Cognitive Neurodynamics*, 6:399-407. (2012)
- Ide Y, Miyazaki T, Lauwereyns J, Sandner G, Tsukada M, Aihara T, Optical imaging of plastic changes induced by fear conditioning in the auditory cortex. *Cognitive Neurodynamics*, 6:1-10. (2012)
- Sugisaki E, Fukushima Y, Tsukada M, Aihara T. Cholinergic modulation on spike timing-dependent plasticity in hippocampal CA1 network. *Neuroscience*. Vol 192 pp.91-101, 2011 DOI:10.1016/J.neuroscience.2011.06.064 (2011)
- Yamaguti Y, Kuroda S, Fukushima Y, Tsukada M, Tsuda I, A mathematical model for Cantor coding in the hippocampus. *Neural Networks*, 24:45-53. (2011)
- Tsukada M, Fukushima Y A context-sensitive mechanism in hippocampal CA1 networks. *Bulletin of Mathematical Biology*, 73:417-435. (2011)
- Yoneyama M, Fukushima Y, Tsukada M, Aihara T Spatio-temporal characteristics of synaptic EPSP summation on the dendritic trees of hippocampal CA1 pyramidal neurons as revealed by laser uncaging stimulation. *Cognitive Neurodynamics*, 5:333-342. (2011)
- Fujiwara-Tsukamoto Y, Isomura Y, Imanishi M, Ninomiya T, Tsukada M, Yanagawa Y, Fukai T, Takada M Prototype seizure activity driven by mature hippocampal fast-spiking interneurons. *J. of Neuroscience*, 30:13679-13689 (2010)
- Okazaki S, Kanoh S, Tsukada M, Oka Neural substrate of sound duration discrimination during
- an auditory sequence in the guinea pig primary auditory cortex. *Hearing Research*, 259, p.107-116, (2010)
- Kaneki K, Araki O, Tsukada M. (2009) Dual synaptic plasticity in the hippocampus: Hebbian and spatiotemporal learning dynamics. *Cognitive Neurodyn*. 3, 153-163.
- Takahashi M, Lauwereyns J, Sakurai Y, Tsukada M. (2009a) Behavioral state-dependent episodic representations in hippocampal CA1 neuronal activity during spatial alternation. *Cognitive Neurodynamics*. 3, 165-175
- Takahashi M, Lauwereyns J, Sakurai Y, Tsukada M. (2009b) A

- code for spatial alternation during fixation in rat hippocampal CA1 neurons. *J. Neurophysiol* 102, 556-567
20. Kuroda S, Fukushima Y, Yamaguti Y, Tsukada M, Tsuda I: Iterated Function Systems in the Hippocampal CA1. *Cogn Neurodyn* 3, 205-222, (2009)
 21. Pan X, Sawa K, Tsuda I, Tsukada M, Sakagami M. (2008) Reward prediction based on stimulus categorization in primate lateral prefrontal cortex. *Nature Neuroscience* 11(6): 703-712.
 22. Abe N, Okuda J, Suzuki M, Sasaki H, Matsuda T, Mori E, Tsukada M, Fujii T. (2008) Neural correlates of true memory, false memory, and deception. *Cerebral Cortex* 18(12): 2811-2819.
 23. Fukushima Y, Tsukada M, Tsuda I, Yamaguti Y, Kuroda S.(2008) Coding mechanisms in hippocampal networks for learning and memory. Lecture notes for INNS-NNN08 symposia.
- 論文 (和文)**
1. 塚田稔 (2009) 脳と芸術 日本神経回路学会誌 16(2), 64-76, (2009)
 2. 米山, 福島, 小島, 塚田 (2010) レーザーアンケーシング刺激による海馬 CA1 錐体細胞の樹状突起上の EPSP の時間・空間加重特性の解析 日本神経回路学会誌
- 書籍 (著書)**
1. 塚田稔 (2008) 自己組織化ハンドブック, 4.2.1 「脳の可塑性」 (株)エヌ・ティー・エス
 2. Tsukada M.(2008) Reinforcement Learning-Theory and Applications. The Chapter 6. Interaction between the Spatio-Temporal Learning Rule(non-Hebbian) and Hebbian in Single Cells, A cellular mechanism of reinforcement learning : I-TECH Education and Publishing, p.105-118,
 3. Tsukada M.(2008) Synaptic plasticity (essay). *Encyclopedia of Neuroscience*, Springer.
 4. 塚田稔, 塚田信, ヤン・ローレンス: 芸術と脳観 (2009) 玉川大学 DTP
- 学会等発表<国際会議>**
1. T Kamijo, I Tsuda, Y Yamaguti, Y Fukushima, M Tsukada, T Aihara. Cantor coding for a spatio-temporal input sequence in the CA1. The Society for Neuroscience, Neuroscience 2012, Oct. 13, 2012, New Orleans
 2. Y. Ide, M. Takahashi, J.M. Lauwereyns, M. Tsukada, and T. Aihara. Activation of Guinea Pig Auditory Cortex Induced by Foot Shock Alone after Fear Conditioning. The Society for Neuroscience, Neuroscience 2011, Nov. 15, 2011, Washington DC
 3. E. Sugisaki, Y. Fukushima, M. Tsukada, T. Aihara. Acetylcholine modulation on STDP in CA1 region of hippocampus. The Society for Neuroscience, Neuroscience 2011, Nov. 14, 2011, Washington DC
 4. M. Kondo, M. Tsukada, H. Sasaki, T. Aihara. Interaction of dendritic locations on STDP of hippocampal CA1 area using optical imaging. 8th IBRO World Congress of neuroscience, IBRO2011, July 18, 2011, Florence
 5. E. Sugisaki, Y. Fukushima, M. Tsukada, T. Aihara. Modulation by acetylcholine of STDP in rat hippocampal CA1 network. 8th IBRO World Congress of Neuroscience, IBRO2011, July 18, 2011, Florence
 6. Y. Ide, M. Takahashi, J. Lauwereyns, G. Sandner, M. Tsukada, and T. Aihara. The Influence of Fear Conditioning on Activation of Guinea Pig Auditory Cortex in the Absence of Sound. 8th IBRO World Congress of Neuroscience, IBRO2011, July 16, 2011, Florence
 7. Y. Ide, M. Takahashi, J. Lauwereyns, M. Tsukada, and T. Aihara. Integration of Hetero Inputs to Guinea Pig Auditory Cortex Established by Fear Conditioning. The 3rd International Conference on Cognitive Neurodynamics, ICCN2011, June 10, 2011, Niseko
 8. Tsukada M. (2011) : Memory Information Representation in the Hippocampus. ICCN2011, June 10, 2011, Niseko (招聘講演)
 9. Takeshi Aihara, Eriko Sugisaki, Yasuhiro Fukushima and Minoru Tsukada. Influence of the endogenous acetylcholine on STDP induction. The 3rd International Conference on Cognitive Neurodynamics, ICCN2011, June 10, 2011, Niseko
 10. Kuroda S, Fukushima Y, Yamaguchi Y, Tsukada M, Tsuda I: Emergence of Iterated Function Systems in the Hippocampal CA1. ICCN'09, Hangzhou, China, Nov. 2009
 11. Fukushima Y, Kiryu S, Tsukada M, Aihara T. (2008) The effect of the proximal dendritic input on the information processing at the distal dendrite by means of back-propagating action potential in the hippocampal CA1 neuron. Annual Meeting of the American Society for Neuroscience, Washington, DC, U.S.A.
 12. Fukushima Y, Tsukada M, Tsuda I, Yamaguti Y, Kuroda S. (2008) Possibility of Cantor coding by spatial input patterns. 15th International Conference on Neural Information Processing of the Asia-Pacific Neural Network Assembly (ICONIP-2008) November 25-28, Auckland, New Zealand
 13. Ide Y, Lauwereyns J, Tsukada M. Optical imaging of plastic changes induced by fear conditioning in the auditory cortex of guinea pig. 15th International Conference on Neural Information Processing of the Asia-Pacific Neural Network Assembly (ICONIP-2008) November 25-28, 2008, Auckland, New Zealand
 14. Miyamoto A, Toujoh S, Sakai K, Katsumata S, Kojima H. (2008) An analysis of synaptic transmission and its plasticity by glutamate receptor channel kinetics models and 2-photon laser photolysis. 1st International Symposium, INNS-NNN 2008, Auckland, New Zealand.
 15. Tsukada M, Fukushima Y, Tsuda I, Yamaguti Y, Kuroda S. (2008) Cantor coding mechanisms in hippocampal networks for learning and memory. 1st International Symposium, INNS-NNN 2008, Auckland, New Zealand.
 16. Tsukada M. (2008) Coding mechanisms in hippocampal networks for learning and memory. 1st International Symposium, INNS-NNN 2008, Auckland, New Zealand. (招聘講演)
- <国内会議>**
1. 東京都美術館改修記念市民講座(日府展主催)講演タイトル「脳に学ぶ絵画技術」2012年5月26日
 2. NPO 法人ニューロクリアティブ研究会セミナー「創造する脳」基調講演タイトル「美の創造への脳科学的アプローチ」2009年10月27日
- 活動実績 (各種委員委嘱など)**
- 戦略的創造研究推進事業、研究領域「脳の機能発達と学習メカニズムの解明」領域アドバイザー
 - 日本神経回路学会 顧問
 - ICCN 国際会議名誉議長 (2011)
 - 生体情報研究倫理委員長 (独立法人情報通信研究機構) (2010 - 2012)
- 受賞 (本人)**
- CCN 国際会議 : 功績賞 (2011)

新聞、雑誌、テレビ、ラジオ他マスコミ関係掲載・出演など

- 掲載媒体名：季刊「てら」／NTTコムウェア 掲載：39号、2009年6月／内容：「受け取る力」ヒトの感知メカニズム
- 出演媒体名：宇宙GメンTAKUYA／ニッポン放送 出演日時：2009年5月19日、6月23日／内容：「脳科学SP」
- 掲載媒体名：月刊「高1 My Vision」／ベネッセ 掲載：2009年9月号／内容：「受験勉強記憶術」
- 出演媒体名：すイエんサー／NHK教育TV 出演日時：2010年1月19日、1月23日／内容：「記憶力を今すぐUPした〜い」
- 掲載媒体名：サイエンス・ウインドウ 2013.4-6号／科学技術振興機構 2013.3発行／内容：「脳から考える美術の魅力と創造すること」

外部資金獲得状況（本人、PD、大学院生）

- 塚田稔
特定領域研究
2008.4.1～2009.3.31 135,400,000円（直接経費）
特定領域研究
2009.4.1～2010.3.31 131,900,000円（直接経費）
基盤研究（A）
2008.4.1～2009.3.31 13,800,000円（直接経費）
2008.4.1～2009.3.31 4,140,000円（間接経費）
盤研究（A）
2009.4.1～2010.3.31 9,500,000円（直接経費）
2009.4.1～2010.3.31 2,850,000円（間接経費）
研究成果公開促進費
2009.4.1～2010.3.31 2,100,000円（直接経費）
- 福島康弘
基盤研究（C）分担
2008.4.1～2012.3.31 600,000円（直接経費）

共同研究実施状況

下記はすべて平成20年度から平成25年3月までの共同研究である。

<学内>

- 研究内容：海馬CA1野および歯状回の記憶情報処理感覚系の連合学習
相原 威（工学部 教授）
指導担当ポストクおよび大学院生
上條 中庸（玉川大学脳情報研究科博士課程）
近藤 将史（玉川大学脳情報研究科博士課程）
米山 誠（玉川大学工学研究科博士課程および脳科学研究所ポストク）
- 研究内容：感覚情報の連合学習
相原 威（工学部 教授）
井出 吉紀（脳科学研究所 ポストク）

<学外>

- 研究内容：海馬CA1野および歯状回の記憶情報処理感覚系の連合学習
福島 康弘（川崎医科大学 講師 平成23年3月まで脳科学研究所ポストク）
- 研究内容：感覚系の連合学習
ギイ・サンドナー（仏 ルイバスツール大学医学部 教授）
ヤン・ローレンス（九州大学 教授）
藤原 浩樹（山形大学 医学部 助教 平成20年3月まで脳科学研究所ポストク）
高橋 宗良（九州大学 特任助教 平成22年11月まで脳科学研究所ポストク）
- 研究内容：条件付け学習に関わる海馬の役割
藤原 浩樹（山形大学 医学部 助教 平成20年3月まで脳科学研究所ポストク）



【事業推進担当者】

丹治 順 Jun Tanji

所属 玉川大学脳科学研究所・客員教授、東北大学包括的脳科学研究・
推進センター・顧問（平成22年3月末まで玉川大学脳科学研究所・所長）

研究テーマ：行動意図の決定に関する脳のメカニズム

キーワード：行動意図、意思決定、脳科学、霊長類、大脳生理学

グローバル COE 期間中の研究活動

＜平成20年度、21年度の研究活動について＞

個体が行動意図を決定するメカニズムを理解することは、人間を理解し、そして人間の営む社会の仕組みを理解するために重要である。その観点から、行動決定に中心的な役割を果たす脳のメカニズムを、脳生理学的に解明するための研究に従事した。

霊長類動物を対象として生理学的実験研究を行った。コンピュータ制御下で日本ザルを訓練し、認知的課題を学習させた。第一に、大脳前頭前野の細胞活動を、学習された行動のもとで解析した。複雑な行動のパターンを決定する際に、前頭前野の細胞活動は、まず行動の最終的な目標であるゴールを表現し、次いで第一のサブゴールを、その後に第二・第三のサブゴールを次々に表現することが見つかったが、それらの表現が入れ替わるときに、複数の細胞活動の同期性が高まることを見出した。

引き続き、大脳の内側の高次運動野について研究を実施した。行動開始に至る以前に、時間を自ら測り、タイミング良く開始するという条件を賦課したときに、吻側の前補足運動野の細胞活動は、特定の時間選択に関与するのみならず、秒単位の時間を生成する過程に関与することを、細胞活動の動態として明示することができた。

＜平成22年度～24年度（3年分）の研究活動について＞

平成22年度～24年度においては、特に大脳半球の内側に存在する高次運動野および前頭前野について研究を実施した。帯状皮質運動野は、行動の文脈に基づいて次に行うべき動作の随意的選択をしていることを、細胞活動の解析から明示した。次にそれより前方に位置する前頭前野内側においては、動作を選択する際の戦略が策定されている事を発見した。

＜COEプログラムへの貢献＞

心の創成を含めた脳と心のメカニズムの理解を目指し、脳科学の視点から研究を遂行して多くの研究成果を得た。大学院学生および若手ポスドク研究員を指導し、国際レベルの脳研究者として育成した。特に、大学院脳

情報研究科博士後期課程の大学院学生は世界水準の研究者として育ち、国内・国外の研究施設で研究に従事している。

他方、脳の障害学を専門とする医学研究者および理論脳科学者との共同研究を実現した。また、招待講演会や公開講演会において、社会科学系の研究者を含め、広汎な分野の研究者や教育者に脳科学の解説講演を行った。

グローバル COE 終了後の研究予定

今後は、人格の中核をなす行動の創成メカニズムについて、研究を続ける。行動の随意的な選択における帯状皮質運動野と内側前頭前野の機能を明らかにするために、脳高次機能障害学的研究および計算論的研究との共同研究を深化させて、行動発現をもたらす脳のメカニズムの脳科学的解明を果たしたい。

学位論文指導状況

【平成20年度】

主査、中山義久、「条件付き視覚運動変換における運動前野背側部と一次運動野の機能的差異」

【平成21年度】

主査、山形朋子、「動作制御に向けた視覚情報処理における運動前野の機能的役割」

副査、高橋宗良、「不動状態のラット海馬神経活動に見られる行動系列の表現」

修士学位論文指導状況

【平成20年度】

主査、佐賀洋介、「霊長類における前頭前野背外側（Area 46d）と背側運動前野吻側部（PMdr）に投射する前頭皮質領域」

【平成21年度】

主査、山口良哉、「複数の刺激属性に基づく選択行動の強化学習モデル」

研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

- Nariko Arimura, Yoshihisa Nakayama, Tomoko Yamagata, Jun Tanji, and Eiji Hoshi. (2013, in press) Involvement of the globus pallidus in behavioral goal determination and action Specification. *Journal of Neuroscience*.
- Iwata JI, Shima K, Tanji J, Mushiake H. Neurons in the cingulate motor area signal context-based and outcome-based volitional selection of action. *Exp Brain Res*. 2013 Mar 2. [Epub ahead of print] PMID: 23455722
- Okuyama S, Iwata JI, Tanji J, Mushiake H. Goal-oriented, flexible use of numerical operations by monkeys. *Anim Cogn*. 2013: 509-518
- Yamagata T, Nakayama Y, Tanji J, Hoshi E. Distinct information representation and processing for a goal-directed behavior in the dorsolateral and ventrolateral prefrontal cortex and the dorsal premotor cortex. *J Neurosci*. Sep 12;32(37):12934-12949, (2012)
- Matsuzaka Y, Akiyama T, Tanji J, Mushiake H. Neuronal activity in the primate dorsomedial prefrontal cortex contributes to strategic selection of response tactics. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 109(12):4633-8, (2012)
- Katori Y, Sakamoto K, Saito N, Tanji J, Mushiake H, Aihara K. Representational switching by dynamical reorganization of attractor structure in a network model of the prefrontal cortex. *PLoS Comput Biol*. 7(11):e1002266, Epub 2011 Nov 10. (2011)
- Saga Y, Iba M, Tanji J, Hoshi E. Development of multidimensional representations of task phases in the lateral prefrontal cortex. *J Neurosci*. 31(29):10648-10665, (2011)
- Shinomoto S, Omi T, Mita A, Mushiake H, Shima K, Matsuzaka Y, Tanji J. Deciphering elapsed time and predicting action timing from neuronal population signals. *Front Comput Neurosci*. 5:29 Epub 2011, Jun 21 (2011)
- Saga Y, Hirata Y, Takahara D, Inoue K, Miyachi S, Nambu A, Tanji J, Takada M, Hoshi E. Origins of multisynaptic projections from the basal ganglia to rostrocaudally distinct sectors of the dorsal premotor area in macaques. *Eur J Neurosci*. 33(2):285-297, (2011)
- Sawamura H, Shima K, Tanji J. Deficits in action selection based on numerical information after inactivation of the posterior parietal cortex in monkeys. *J Neurophysiol*. 104(2):902-910, (2010)
- Hashimoto M, Takahara D, Hirata Y, Inoue K, Miyachi S, Nambu A, Tanji J, Takada M, Hoshi E. Motor and non-motor projections from the cerebellum to rostrocaudally distinct sectors of the dorsal premotor cortex in macaques. *Eur J Neurosci*. 31(8):1402-1413, (2010)
- Tachibana K, Suzuki K, Mori E, Miura N, Kawashima R, Horie K, Sato S, Tanji J, Mushiake H. Neural activity in the human brain signals logical rule identification. *J Neurophysiol*. 102(3):1526-1537, (2009)
- Shinomoto S, Kim H, Shimokawa T, Matsuno N, Funahashi S, Shima K, Fujita I, Tamura H, Doi T, Kawano K, Inaba N, Fukushima K, Kurkin S, Kurata K, Taira M, Tsutsui K, Komatsu H, Ogawa T, Koida K, Tanji J, Toyama K. Relating neuronal firing patterns to functional differentiation of cerebral cortex. *PLoS Comput Biol*. 5:e1000433. (2009)
- Yamagata T, Nakayama Y, Tanji J, Hoshi E. Processing of visual signals for direct specification of motor targets and for conceptual representation of action targets in the dorsal and ventral premotor cortex. *J Neurophysiol*. 102:3280-3294, (2009)
- Mita A, Mushiake H, Shima K, Matsuzaka Y, Tanji J. Interval time coding by neurons in the presupplementary and supplementary motor areas. *Nat Neurosci*. 12:502-507, (2009)
- Nakajima T, Hosaka R, Mushiake H, Tanji J. Covert representation of second-next movement in the pre-supplementary motor area of monkeys. *J Neurophysiol*. 101:1883-1889 (2009)
- Nakayama Y, Yamagata T, Tanji J, Hoshi E. Transformation of a virtual action plan into a motor plan in the premotor cortex. *J Neurosci*. 28(41):10287-10297 (2008).
- Sakamoto, K., Mushiake, H., Saito, N., Aihara, K., Yano, M., Tanji, J. Discharge synchrony during the transition of behavioral goal representations encoded by discharge rates of prefrontal neurons. *Cereb Cortex* 18(9):2036-2045 (2008)
- Tanji, J. and Hoshi, E., Role of the lateral prefrontal cortex in executive behavioral control, *Physiol. Rev*, 2008, 88, 37 – 57

書籍 (著書)

- 「アクション (神経心理学コレクション)」丹治 順、山鳥 重、河村 満 著、医学書院、2011年
- “Premotor areas: medial.” *Encyclopedia of Neuroscience*. pp. 925-933, Tanji J. and Hoshi E., Elsevier, 2009
- 「脳と運動 第2版 —アクションを実行させる脳— (ブレインサイエンス・シリーズ 17)」共立出版、2009年

学会等発表

<ポスター発表 (国際会議) >

- Saga Y., Takahara D., Miyachi S., Samejima K., Takada M., Tanji J. and Hoshi E, The dorsal aspect of area 46 (area 46d) and dorsal premotor cortex (PMd) receive specific, as well as common, inputs from the frontal and parietal cortex, *Soc. Neurosci. Abstr.* 182.6, 2008
- Nakayama, Y, Yamagata, T, Tanji, J., and Hoshi, E, Differential involvement of the dorsal premotor cortex (PMd) and the primary motor cortex (MI) in indirect visuomotor behavior. *Soc. Neurosci. Abstr.*, *Soc. Neurosci. Abstr.* 182.3, 2008
- Yamagata, T., Nakayama, Y., Tanji, J., and Hoshi, E., Involvement of the dorsal and ventral premotor cortex (PMd and PMv) in direct vs. indirect visuomotor behavior, *Soc. Neurosci. Abstr.* 182.2, 2008

他 5 件

<ポスター発表 (国内会議) >

20 件

<口頭発表・シンポジウムでの講演など (海外) >

- Tanji J, A new look at the workings of premotor and prefrontal cortex, 16th International Conference on Biomagnetism, Sapporo, Japan, 2009/08/25-2009/08/29 (招待講演)

活動実績

- 文部科学省科学研究費審査委員
- 文部科学省科学研究費特定領域研究「統合脳」領域代表
- J S T (科学技術振興機構) 戦略的基礎研究領域アドバイザー
- 国際科学誌編集委員: *J. Neurophysiol.*, *Cerebral Cortex*,

Euro. J. Neurosci., Neurosci. Res.

新聞、雑誌、TV、ラジオ他、マスコミ関係掲載・出演等

- 朝日新聞、全国版、2009年3月16日朝刊

外部資金獲得状況

- 文部科学省科学研究費特定領域研究 平成17年—22年、1億8,000万円（直接経費）
- 文部科学省科学研究費基盤研究 平成20年—22年 1,970万円（直接経費）、650万円（間接経費）
- 文科省科学研究費 新学術領域研究（カッコ内は間接経費）
平成22年度 55,900,000（12,900,000）
平成23年度 58,500,000（13,500,000）
平成24年度 51,350,000（11,850,000）
平成25年度 40,560,000（9,360,000）

共同研究実施状況

- 沖縄科学技術大学院大学神経計算ユニット（銅谷 賢治 教授）「実験的脳科学と計算論的脳科学による脳の認知機構」
- 山形大学大学院医学研究科高次脳機能障害学（鈴木 匡子 教授）「神経生理学および神経心理学的脳科学による脳の行動制御系解明」「認知症と脳高次機能障害者における脳の情報処理」
- 京都大学大学院理学研究科（篠本 滋 准教授）「人工知能における脳情報処理機構」
- 東北大学大学院医学研究科（虫明 元 教授）「大脳前頭葉における情報の創生」
- 東京都神経科学総合研究所（星 英司 副参事研究員）「革新的技術による脳の高次機能研究」



【事業推進担当者】

佐々木正己 Masami Sasaki

所属 玉川大学脳科学研究所、農学研究科(資源生物学専攻)・教授、
学術研究所・所長

研究テーマ：ミツバチをモデルとした社会性と脳機能の発達

キーワード：脳の可塑的発達、連合学習、ダンス言語、ミツバチとヒト社会の比較

グローバル COE 期間中の研究活動

ミツバチは 100 万個の脳神経細胞しか持たないにもかかわらず、言語ともいえる情報伝達や概念認識まで可能な高度な脳機能を発達させている。この高等なサルにも匹敵する脳発達(佐々木 2009、2011)の要因を社会性の発達と考え、ヒトの場合とも比較しながら解析を進めてきた。ミツバチを材料とすることは一見奇異に感じられるかもしれないが、社会性の発達と脳の高次機能の発達双方でヒトと共通性が高いことに加え、細胞・分子レベルでの記憶の基本メカニズムでも共通性が高いことから、ミツバチを比較対象とすることはユニークかつ魅力的と考える。

(1) 2006 年に報告した固定蜂における視覚の連合学習アッセイ法(Hori et al. 2006 世界初)をさらに改良、LED の光(条件刺激)をファイバーを通して左右いずれかの眼に照射する方法を確立した。この方法を用い、既報の嗅覚連合学習とモダリティーを異にする視覚学習との間で特性を比較した。またミツバチの色覚を解析し、複眼-脳の学習機能が右側の方が有意に優れていることを確認した。ただしヒトのように脳の左右で機能分担があるか否かはまだ解明に至っていない。

(2) これまで学習能力の発達と維持に社会的な状態に置かれていることが欠かせない(Ichikawa and Sasaki 2003)との興味深い事実を明らかにしてきた。また社会的な状態に置かれて正常に発達した個体の脳と独房下で社会的な経験を欠いた個体の脳とで、記憶の座であり、異種感覚入力の統合機能も司るキノコ体ニューロピルの容積に違いが見いだされている(Ichikawa et al. 未発表)。このような学習能力の昂進している脳と機能の低い脳との間で、特定遺伝子の発現状態が異なっていることを期待し、ヒトの脳では実現が難しい分子生物学的解析を試みた。DNA マイクロアレイ法で選ばれた候補遺伝子のいくつかについて発現解析を行い、いくつかの興味深い結果は得られたものの(Hojo et al 2010, Kagami et al. 2010)、期待したような学習能力の昂進と直結す

る遺伝子を発見することは出来なかった。

(3) ミツバチのダンス言語では、距離と方角をコード化して仲間に伝えることが分かっているが、ガラス観察巣箱での行動解析から、これに加え、情報の受信者が情報内容に応じ、飛び立つ前に燃料用の積載蜜量を調節していることが明らかになり(Harano et al. 2013)、さらに採餌目的が蜜か花粉かの情報を伝えていることも示した。これらのことからミツバチも、採餌行動に出かけるに際し、情報に基づく近未来の行動展開に対する十分な認識を予め得ていることが明確となった。また一方では、情報だけに頼らざるをえない初回の採餌飛行に比べ、同じ場所への採餌を繰り返すにつれ、エネルギー効率を高めるように、経験が後の行動を調節することも明らかとなった(Harano et al. 2013)。

グローバル COE 終了後の研究予定

自身はこのグローバル COE の終了時に退職することから中心的に振る舞うことはできないが、ミツバチ科学、脳科学両研究センターの特別研究員の身分は継続するので、以下には関わりたい。

上記2)で学習能力を支配するような遺伝子は見つからなかったが、外科的に JH フリーの個体が作れる目処がついたので、合成ホルモンの投与と組み合わせてこのホルモンの血中濃度を制御し、見いだした学習能力の可塑的発達を早める JH の効果が、直接の薬理的効果なのか、行動に伴う刺激量が変わることによる間接効果なのかを確定したい。

3)との関わりでは、後継者の原野健一とモデルを専門とする学内研究者と協力、最適採餌モデルを構築することで、出巣時積載蜜量の調節が、適応的に機能していることを理論的にも実証できればと考えている。

学位論文指導状況

<博士>

主査：竹内 良範 「広翅目水生昆虫の生態学と細胞学 -

理科・環境教育への応用の試み -」(2012年度)

副査：久保 良平 「社会性ハナバチと植物間の相互作用における化学生態学および応用昆虫学的研究 - 特にポリネーターと植物の情報化学物質の類似性について」(2009年度)

<修士>

主査：白井 涼 「LED-光ファイバーによるミツバチ学習アッセイ系の開発とそれを応用した左右側性化および色覚の解析」(2010年度)

副査：加々美 貴弘 「セイヨウミツバチ (*Apis mellifera* L.) の学習能力に関する分子生物学的研究」(2008年度)

根本 耕路 「コガタズメバチの毒液から発散する警報フェロモン成分の研究」(2010年度)

仲田 諒 「ミツバチの貯蔵行動 - 特に貯蜜に対する酵素添加行動の調節について」(2011年度)

松山 日名子 「マルハナバチ属の社会寄生性に関する研究 - 特に巣の乗っ取りと引き継ぎの起こる要因について」(2012年度)

研究活動業績

論文

1. 山村 聖・佐々木正己 (2012) 北海道東部産マガリキンウワバにおける人工飼育を用いた幼虫生態に関する知見. 蛾類通信 263 : 326-331.
2. 山村 聖・佐々木正己 2011. 神奈川県横浜市の玉川学園構内でヒメハルゼミの新産地を発見. CICADA Vol.20.No.3
3. 佐々木正己・佐治量哉 2011. カイコ5 齢幼虫の解剖. 理科教室 54 : 35-41.
4. 山村 聖・國府祐美子・佐々木正己. 2011. 日本産タンポキンウワバにおける幼生期の生態・形態に関する知見 - 光周誘導される幼虫休眠および潜在的な年2 化性についての考察 - 蛾類通信 259:213-223.
5. 山下 雅道, 橋本 博文, 佐々木 正己 2010. クロマルハナバチは火星で飛べるか. 宇宙農業サロン. バイオエンジニアリング講演会講演論文集 23:425-426.
6. 水野宗衛・吉田忠晴・清川一真・佐々木正己 2010. マンゴー'アーウィン'における3 種ハナバチの訪花特性および受粉効果. ミツバチ科学 27 : 123-132.
7. 山村 聖・佐々木正己 2010. アルプスギンウワバの長日条件下で引き起こされる繁殖前期延長に伴う日周活動の低下. 蛾類通信 257:159-169.
8. 山村 聖・佐々木正己 2010. 北海道弟子屈町川湯におけるエゾチツゼミ交尾行動の観察. CICADA 19.
9. Ikeda T., Nakamura J., Furukawa S., Chantawannakul P., Sasaki M. and Sasaki T. (2010) Transduction of baculovirus vectors to queen honeybees, *Apis mellifera* L. *Apidologie* 42, 461-471.
10. Kagami T., Furukawa S., Ikeda T., Hojo M., Nakamura J., Sasaki M. and Sasaki T. (2010) Expression of slit homolog 1 and major royal jelly protein 7 genes in the brain of the European honeybee, *Apis mellifera* L. *Tamagawa University Research Review* 16, 11-18.
11. Ikeda T., Furukawa S., Nakamura J., Sasaki M. and Sasaki T. (2010) CpG methylation in the hexamerin 110 gene in the European honeybee *Apis mellifera* L. *J. Insect Science*, 11, Article 74
12. Hojo, M., T. Kagami, T. Sasaki, J. Nakamura and M. Sasaki 2010. Reduced expression of major royal jelly protein 1 gene in the mushroom bodies of worker honeybees with reduced learning ability. *Apidologie* 41:194-202.
13. 山村聖, 佐々木正己 (2009) キンウワバ亜科の生態学II . 亜高山性から山地性のキンウワバ6 種, キシタギンウワバ, ケイギンモンウワバ, ムラサキキンウワバ, タンポキンウワバ, オオヒサゴキンウワバ, オオキンウワバの日周活動とそこから示唆される寒地適応(夜間活動編) *Japan Heterocerists' J.* 254:79-95.
14. 山村聖・佐々木正己 (2009) アルプスギンウワバ成虫・幼虫の寄主選択に関する知見. 蛾類通信 252:42-47.
15. 宮本雅章, 久保良平, 小野正人, 佐々木正己, 剣持伊佐男 (2009) ミツバチを利用した半促成ナスの着果促進技術体系の開発III . ナス花香成分と餌の報酬による条件付けが訪花に及ぼす影響. *日本応用動物昆虫学会誌* 53:21-28.
16. Hojo,M., Kagami,T., Nomura,S., Kubo,Y., Nakamura,J., Sasaki,M. Sasaki,T. (2009) Influence of social deprivation on gene expression in brain of the honeybee, *Apis mellifera* L. *Tamagawa Univ. Res. Review* 15:31-38.
17. Nomura,S., Takahashi,J., Sasaki,T., Yochida,T., and Sasaki,M. (2009) Expression of the dopamine transporter in the brain of the honeybee, *Apis mellifera* L. *Appl. Entomol. Zool.* 44:403-411.
18. 山村聖・佐々木正己 (2008) キンウワバ亜科の生態学I . - アルプスギンウワバの日周活動とそこから示唆される高山適応の可能性 -. 蛾類通信 250 : 460-473.
19. 山村聖・佐々木正己 (2008) 日本産キシタギンウワバの人工飼育と野外における幼虫・蛹期の生態に関する知見. 蛾類通信 248 : 412-417.
20. 山村聖・五十嵐匡己・佐々木正己 (2008) オオキンウワバ幼虫における発育と休眠誘導の臨界日長に関する知見. 蛾類通信 249 : 434-437.
21. Yamamura S., Ikarashi M., Sasaki M. (2008) Food plant, larval bio-nomics and diagnosis of the Alpine silver-Y, *Syngrapha ottolenguii* (Lepidoptera: Plusiinae). *J. Asia-Pacific Entomol.* 11:111-116.
22. Yamamura S., Ikarashi M., Sasaki M. (2008) Dual photoperiodic regulation to enable univoltine life cycle in alpine silver-Y moth, *Syngrapha ottolenguii* (Noctuidae: Plusiinae) without obligatory diapause. *Appl. Entomol. Zool.* 43:105-112.
23. Takahashi, J., Y. Kato, M. Sasaki, M. Matsuka, I. Shimizu. 2008. Interplasmid transposition of the piggyBac element in embryos of the honey bee, *Apis mellifera*. *J. apicult. Res.* 47:304-309.
24. Takahashi, J., Y. Kato, M. Sasaki, M. Matsuka, I. Shimizu. 2008. Detection of promoter activity in honey bee (*Apis mellifera*) embryos by luciferase assay. *J. apicult. Res.* 47:166-167.
25. Hoshiba,H. and Sasaki,M. (2008) Perspectives of multi-modal contribution of honeybee resources to our life. *Entomol. Research* 38(S1):15-21.
26. Harano,K., Sasaki,K., Nagao,T. and Sasaki,M. (2008) Influence of age and juvenile hormone on brain dopamine level in male honeybee: Association with reproductive maturation. *J. Insect Physiol.*54:848-853.
27. Harano,K., Sasaki,M., Nagao,T. and Sasaki,K. (2008) Dopamine influences locomotor activity in honeybee queens: Implication for a

behavioral change after mating. *Physiol. Entomol.* 33:395-399.

28. Harano, K., Shibai, Y., Sonezaki, T. and M. Sasaki (2008) Behavioral strategies of virgin honeybee queens in sister elimination: Different responses to unemerged sisters depending on maturity. *Sociobiology* 52:31-46.

書籍 (著書)

1. 佐々木正己, 中村純 (2011) ミツバチの社会性とその基盤となる機構. 東正剛, 辻和希 (共編). 社会性昆虫の進化生物学. 海游舎. pp.141-198 (分担執筆)
2. 佐々木正己 (2011) ミツバチの脳が発達した要因、ヒトの場合との比較. (星元紀編「学習の生物学」p.40-46. 国際高等研究所 (分担執筆))
3. 佐々木正己 (2010) 「蜂からみた花の世界, 四季の蜜源植物とミツバチからの贈り物」海游社 pp.413. (単著)
4. 佐々木正己 (2009) 「動物は何を考えているのか? 学習と記憶の比較生物学」(曾我部正博編) 共立出版 p.197-213. (分担執筆)
5. 佐々木正己 (2008) 「昆虫はスーパー脳 ヒトと対極の進化で身に付けた「超脳力」」p.128-158. 技術評論社 (分担執筆)

学会等発表

<招聘講演>

1. Sasaki, M. (2011) Current status of Japanese bee keeping and bee flora. International Symposium 'Prospective strategy for the development of insect industry in Yecheon County, Korea' October, 14.
2. 佐々木正己 (2011) 「食料・健康・環境問題: ミツバチからの警鐘」昭和薬科大学 80 周年記念事業記念講演会. 昭和薬科大学: 10月9日
3. 佐々木正己 (2011) 「農業生態系の変化と最近のミツバチの異変について」日本技術士会農業部会講演. (8月6日. 日本技術士会会議室)
4. 佐々木正己 (2010) 「ミツバチ不足は環境危機への警鐘? - 新しい環境評価の可能性」ESD: 持続可能な社会の担い手を育てる教育の推進. 玉川大学: 12月18日. (文科省委託 日本/ユネスコパートナーシップ事業)
5. 佐々木正己 (2010) 「ポリネーター昆虫の利用 - 現状の問題点と将来」日本応用動物昆虫学会第 54 回大会シンポジウム特別講演 千葉大学: 3月27日
6. 佐々木正己 (2010) 「日本の蜜・花粉源植物の現状と将来」第 32 回ミツバチ科学研究会特別講演. (玉川大学: 1月10日)
7. 佐々木正己 (2010) ミツバチ・蜂蜜から考える 私たちの健康、自然とのつき合い方. 宇都宮市食育研究大会講演 (宇都宮市公会堂)
8. 佐々木正己 (2010) 再考: ミツバチとその貢献度 - ミツバチを通して日本の農地・花・森を考える -. 愛知県養蜂協会創立 60 周年記念特別講演 (名古屋)
9. 佐々木正己 (2008) 「世界の昆虫研究の動向と日本の役割」日本学術会議応用昆虫学分科会第 1 回公開シンポジウム. (日本応用動物昆虫学会誌 52:168-169)

<国際会議>

1. Sasaki, M., K. Hasegawa and M. Yamashita (2012) Flight Performance of Bumblebees under Mars' Micro Gravity (0.38G) 24th International Congress of Entomology. August 19-25, Daegu, Korea

<国内会議>

1. 宮本雅章・久保良平・佐々木正己・小野正人 (2012) ミツバチ不足に対応するための養蜂技術と花粉交配利用技術の高度化—その 3—人工花を用いた授粉昆虫の訪花促進システムの効果検証—, 第 56 回応用動物昆虫学会 (近畿大学).
2. 久保良平・宮本雅章・佐々木正己・小野正人 (2012) ミツバチ不足に対応するための養蜂技術と花粉交配利用技術の高度化—その 2—人工花の作製に有効な花香成分の選定とそれを用い

た授粉昆虫の訪花誘導. 第 56 回応用動物昆虫学会 (近畿大学).

3. 木原佑輔・黒澤美穂・佐々木正己・中村純 2011. ミツバチコロニーの採餌行動解析に基づく周辺資源環境の評価. 第 55 回日本応用動物昆虫学会大会 (九州大学: 3月29日)
4. 山村聖・佐々木正己. 2010. 高山性アルプスギンウワバと周極性ホクトギンウワバ 2 種の日周活動の特性. 第 54 回日本応用動物昆虫学会大会 (9月8-11日, 慶応義塾大学)
5. 原野健一・佐々木正己. 2011. ミツバチの出巣時積載蜜量は調節されているか?: 野外採餌の場合. 日本動物行動学会第 30 回大会 (9月8-11日, 慶応義塾大学)
6. 古川誠一・池田隆・佐々木正己・佐々木哲彦. 2010. セイヨウミツバチの AMPA 受容体サブユニット遺伝子の単離. 第 54 回日本応用動物昆虫学会大会. (千葉大学: 3月26日)
7. 宮本雅章・金井幸男・久保良平・佐々木正己・小野正人 2010. ミツバチを利用した半促成ナスの着果技術の開発 (第 4 報) 花香成分の学習と花の認識. 第 54 回日本応用動物昆虫学会大会. (千葉大学: 3月26日)
8. 光畑雅宏・神戸裕哉・吉澤正太郎・山本貴之・佐々木正己. 2009. ミツバチ不足を補うイチゴなどへの在来種クロマルハナバチの利用. 第 53 回日本応用動物昆虫学会大会. (北海道大学)
9. 加々美貴弘・北條優・佐々木哲彦・佐々木正己 2009. セイヨウミツバチ (*Apis mellifera* L.) の脳における主要ローヤルゼリータンパク質 7 の発現解析. 第 53 回日本応用動物昆虫学会大会. (北海道大学)
10. 山村聖・五十嵐匡己・佐々木正己 (2008) 内因的休眠性のないアルプスギンウワバの年 1 化調節機構日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 (52), 148 (宇都宮大学)
11. 原野健一・佐々木謙・長尾隆司・佐々木正己 (2008) ミツバチ雄蜂における脳内ドーパミン、幼若ホルモンと繁殖の関係. 日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 (52), 128, (宇都宮大学).
12. 加々美貴弘・北條優・佐々木哲彦・佐々木正己 (2008) セイヨウミツバチ (*Apis mellifera* L.) の学習能力に関与する遺伝子の探索. 日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 (52), 129 (宇都宮大学).

活動実績

- Council of International Congress of Entomology (2000-2008)
- 日本昆虫学会第 72 回大会 大会長 (2012 年 9 月 15-17 日, 東京)
- イノベーション創出基礎的研究 (生物系特定産業技術研究支援センター (生研センター)) の審査専門委員 (2010, 2012 年度)
- ミツバチ協議会: 園芸家向けマニュアル作成委員会委員長 (農水省のミツバチ安定確保支援事業) (2011, 2112)
- 国内学会評議員 (日本応用動物昆虫学会, 日本昆虫学会, 比較生理生化学会)

マスコミ関係

- 「火星でもハチ飛べる!」産経新聞社会面 (JAXA と玉川大学のジェット機を使つての無重力共同実験の結果) (2010 年 3 月 8 日)
- 「火星はつらいよ: 食料時給 滞在のカギ」読売新聞科学面 (同上が紹介される) (2010 年 6 月 10 日)
- 文化放送くまのアカデミーにゲスト出演: JAXA との共同実験について (2010 年 5 月 27 日)
- TBS ラジオ夢夢エンジンにゲスト出演: ミツバチを科学する (2012 年 10 月 13 日)

外部資金獲得状況

私学戦略的研究拠点形成支援「記憶・学習の可塑的発達機構に関する統合的解析 - 行動解析, 生理実験, 遺伝子発現, 神経回路モデルの融合 -」(2009 ~ 2013 年度: 代表 佐々木正己)

共同研究実施状況

マルハナバチ micro-G 飛翔実験（代表山下雅道：JAXA、共同実験者：佐々木正己）2010、2011

（2回にわたり太平洋上に専用ジェット機を飛ばしてパラボリックフライトを行い、マルハナバチが無重力下や火星の重力場環境において飛翔できるかを解析。0.38Gで姿勢制御を試みながら飛翔できることを明らかにした。結果は新聞、ラジオ等で大きく取り上げられた。）

その他

玉川大学脳科学研究センター主催のトレーニングコースに、ミツバチの行動と遺伝子解析のテーマを組み入れた。2012年6月。



【事業推進担当者】

佐藤久美子 Kumiko Sato

所属 玉川大学脳科学研究所、脳情報研究科(脳情報専攻)、
リベラルアーツ学部・教授

研究テーマ：子どもの言語獲得、英語教育

キーワード：子ども、言語獲得、母子インタラクション、未就学児の英語教育

グローバル COE 期間中の研究活動

子どもの言語獲得について研究しているが、母親の音声特徴、コミュニケーションのスタイルが子どもの言語獲得にどのような影響を与えるかをこの5年間で研究を行った。研究の結果、明らかにしたことは次の通りである。

1. 2歳児における語彙サイズ(語彙の量)は、未知語の反復力(例えば、「ぎもぎも」「てずてず」と反復できるかどうかを調査室で調べ数値化する)と比例する。また、自由な遊び場面において、子どもが母親の語彙や表現を模倣する率は、研究室における反復力と相関があり、さらに、子どもが母親の表現を反復する率は母親が子どもの表現を反復する率と正の相関を示す。つまり、日頃から親子でよくコミュニケーションを取っている子どもは、ワーキングメモリが発達し、単語を反復力が発達し、それは語彙サイズの成長へとつながることが明らかになった。

2. 2歳児を対象として、発話量が多い子どもと少ない子どもの、母親の発話特徴が与える影響について調査を行った。その結果、発話量の多いこどもの母親の発話特徴を数値化し、次のことを明らかにした。

- ① 子どもの発話に対する応答タイミングが速い
- ② 母親の発話時間が短く、子どもの話の聞き役に回っている
- ③ 子どもが話しかける時にゆっくりと話している

以上の発話特徴を持つ母親の子どもは、総じて発話量が多いことが明らかになった。こうした母親のコミュニケーションスタイルの違いが、子どもの発話量、語彙力の発達促すことを明らかにした。

3. 3歳～5歳までの子ども約200名を対象として、音源の差が英単語の獲得に影響を与えるかどうかを調査した。その結果、①英語の歌詞にメロディーをつけた歌を聞くグループ、②チャンツにして聞くグループ、③朗読にして聞くグループ、④統制群の4つに分けて、3週間CDを毎日聞かせ、その後英語の単語を反復させた時

の英語発音の発達調査を行った結果、生活年齢においては3歳～4歳は朗読のCDを聞いたグループの子どもの英語の発音がわずか3週間でも向上することが明らかになった。さらに、特に語彙力の低い子どもでも効果が上がるのが、同様に朗読タイプであることが明らかになった。

グローバル COE 終了後の研究予定

グローバル COE では、2歳児以降の子どもを対象として調査を行ったが、現在はその対象を0歳児にまで広げ、特に英語音の獲得について調査を行う予定である。

学位論文指導状況

<博士>

2名(副査として指導中) 瀧田愛/亀山千景(副査)(タイトルは未定)

以上玉川大学大学院脳情報研究科

<修士>

平成24年度3名(主査) 栗原郁夫(主査)渡辺恵利子(主査) 福田さゆり(主査)

平成23年度1名(主査) 小椋友美子(主査)

平成22年度1名(主査) 瀧田愛(主査)

平成21年度2名(主査) 井澤牧子(主査)山下文子(主査)

以上玉川大学大学院文学研究科

研究活動業績

論文（公刊論文・学術雑誌）

- 庭野賀津子, 梶川祥世, 佐藤久美子 母子相互作用における母親発話の特徴-12カ月児との遊び場面における発話の分析一. 東北福祉大学紀要. 2012年
- 庭野賀津子, 梶川祥世, 佐藤久美子 子の出生順位と月齢が母親の対乳児音声のプロソディに及ぼす影響. 玉川大学リベラルアーツ学部研究紀要, No.5. 2012年
- 佐藤久美子, 石川翔吾, 瀧田愛, 語彙・生活年齢の違いにおける英語音獲得過程の分析-聴取刺激と反復力の関係-, 玉川大学脳科学研究所紀要, 査読有, 第5号, 2012, 9-15
- 佐藤久美子, 瀧田愛, 教師と子どものインタラクションを促す英語絵本の読み語り, 玉川大学リベラルアーツ学部研究紀要, 査読無, 第5号, 2012, 23-28
- 庭野賀津子, 梶川祥世, 佐藤久美子, 母子相互作用における母親発話の特徴-12カ月児との遊び場面における発話の分析-, 東北福祉大学研究紀要査読無, 第36巻, 2012, 251-260
- 佐藤久美子, 梶川祥世, 瀧田愛, 4歳児における, 歌・チャンツ・朗読聴取の英語語彙獲得効果, 玉川大学リベラルアーツ学部研究紀要, 査読無, 第4号, 2011, 13-17
- 庭野賀津子, 梶川祥世, 佐藤久美子, 母親による対乳児音声のプロソディの特徴: 6カ月児及び9カ月児へ向けた発話の比較, 玉川大学脳科学研究所紀要, 査読有, 第4号, 2011, 19-26
- 佐藤久美子, 子どもの語彙獲得・発話を促す母親の発話スタイルとその要因-小学校英語教育への応用を視野に入れて-, ことばの事実を見つめて: 言語研究の理解と実証, 査読無, 2011, 393-403
- 佐藤久美子, 佐藤綾乃, L2小学生の英語絵本の理解過程と読解ストラテジー, 小学校英語教育学会紀要, 査読有, 第10号, 2010, 43-48
- 佐藤久美子, 桐山伸也, 梶川祥世, 母子相互作用における子どもの発話を促す要因: 模倣と発話タイミング, 玉川大学脳科学研究所紀要, 査読有, 第3号, 2010, 1-7
- 佐藤久美子, 梶川祥世, 英語学習年齢の違いによる単語音声の習得過程の検討, 玉川大学リベラルアーツ学部研究紀要, 査読無, 第3号, 2010, 7-13
- コミュニケーション・ツールの違いによる母親の発話への影響, 庭野賀津子・梶川祥世・佐藤久美子, 日本発達心理学会第21回大会論文集, 2010, 252
- 4歳児における, 歌・チャンツ・読み語りの言語習得効果, 佐藤久美子・梶川祥世・山下文香・瀧田愛, 日本発達心理学会第21回大会論文集, 2010, 537
- 単語反復は語彙力を伸ばすのか? 学習年齢の違いによる, 単語音声習得過程の違いと指導法のヒント, 佐藤久美子・梶川祥世, 日本児童英語教育学会 第30回全国大会資料集 査読有, 2009/06, 71-74
- 英語絵本の読み聞かせにおけるL2小学生の理解過程, 佐藤久美子・佐藤綾乃, リベラルアーツ学部研究紀要 査読有, 2009, 2, 31-39
- 児童の絵本読みの理解過程と教え方のヒント, 佐藤久美子・佐藤綾乃, 日本児童英語教育学会 第29回全国大会資料集 査読有, 2008/06, 58-61
- NHK ラジオ『基礎英語2』テキスト 2012年4月号~2013年3月号 全12冊
- NHK ラジオ『基礎英語3』テキスト 2013年4月号~現在(2013年3月号まで) 全12冊
- 『きょうから私も英語の先生!-小学校英語指導法ガイドブック』佐藤 久美子, 松香 洋子, 玉川大学出版部, 2008/02
- 『保育内容・言葉-乳幼児のことばを育む』2008年「国際理解と外国語」, 福沢周亮(監修)・敷中征代・星野美穂子(編) 佐藤久美子, 教育出版, 2008

学会等発表<口頭発表・シンポジウムでの講演など(国内)>

- 佐藤久美子「話したい!」と思う子どもの発話を促す母親の発話特徴, 日本赤ちゃん学会・シンポジウム. 2012年6月3日 東京.
- 庭野賀津子, 梶川祥世, 佐藤久美子 母親の対乳児音声の音響的特徴-6カ月及び9カ月乳児の月齢・性別・ツールによる比較-. 日本発達心理学会第23回大会. 2012年3月9日 名古屋.
- 佐藤久美子『話したい』と思う子どもを育てる英語教育を目指して. 平成22・23年度八王子市教育委員会研究指定校研究発表会(八王子市教育委員会・八王子市第六小学校主催)招待講演.
- 佐藤久美子 子供の言語発達研究の成果から得られる外国語教育へのヒント: 母語・非母語の単語反復能力と語彙・発話量の発達. 第1回玉川大学脳科学研究所リトリート, ランチョンレクチャー. 2012年2月22日 神奈川県足柄下郡・湯本富士屋ホテル
- 佐藤久美子 品川区立小中一貫校日野学園 校内研究会講師「学力の定着と工場のために9年間を見通した教科・市民科指導の工夫」2012年
- 佐藤久美子 三鷹の森学園研修会講師「自ら考え表現する力の育成~言語活動の充実を図った9年間の授業~」2012年
- 佐藤久美子 町田市授業力・教育課題研修会講師(町田市教育委員会主催)2012年
- 佐藤久美子 品川区教育会研究会招待講演「小中一貫教育における具体的な指導の在り方」2012年
- 佐藤久美子 大田区教育研究会招待講演「話したいと思う子供を育てる英語教育」2012年12月10日 大田区立中学校
- 佐藤久美子 伊勢原市教育センター主催小学校英語活動研修講座招待公演「小学校外国語活動の考え方から実践まで」2012年9月11日 伊勢原市教育センター
- 庭野賀津子, 梶川祥世, 佐藤久美子, 6カ月児へ向けた母親音声の音響的特徴-乳児の性別による比較-, 日本発達心理学会第22回大会, 2011年3月25日, 東京学芸大学
- 瀧田愛, 佐藤久美子, 2歳児の発話力を促す母親の発話特徴: 模倣時の音調, 第7回子ども学会学術集会, 2010年10月2日, 川越市市民会館
- 佐藤久美子, こうすれば教えられる小学校英語活動, 野田市英語教育小・中連携研修会招待講演, 2010年8月7日, キューマン本社
- 佐藤久美子, 桐山伸也, 石川翔吾, 梶川祥世, 子どもの発話量に影響を与える母親の発話態度, 日本赤ちゃん学会第10回学術集会, 2010年6月12日, 東京大学
- 梶川祥世, 庭野賀津子, 佐藤久美子, 絵本を使用した遊び場面における母親の対幼児発話の分析, 日本赤ちゃん学会第10回学術集会, 2010年6月12日, 東京大学
- 佐藤久美子, 桐山伸也, 石川翔吾, 母子インタラクション分

書籍(著書)

- 『こうすれば教えられる小学生の英語』(朝日出版)2010年5月
- 『NHK Eテレ えいごであそぼ キャラクターえほん』(監修) 旺文社 2012年12月

析に基づくコミュニケーション知の獲得、第24回人工知能学会全国大会、2010年6月11日、長崎ブリックホール

17. 佐藤久美子、梶川祥世、山下文香、瀧田愛、4歳児における、歌・チャンツ・読み語りの言語習得効果、日本発達心理学会第21回大会、2010年3月28日、神戸市国際会議場
18. 庭野賀津子、梶川祥世、佐藤久美子、コミュニケーション・ツールの違いによる母親の発話への影響 - 玩具と絵本を使用した母子相互作用場面の比較 -、日本発達心理学会第21回大会、2010年3月26日、神戸市国際会議場
19. 佐藤久美子、子どもの発話を促す模倣と発話タイミング、第6回赤ちゃんフォーラム、2010年2月20日、玉川大学(東京都)
20. 佐藤久美子、パネルディスカッション、「小学校でできるか? コミュニケーション英語」、読売新聞東京本社主催教育ルネサンスフォーラム 第5回「教育力シンポジウム」、2009/12/15
21. 佐藤久美子、子ども学と言語学習からみた母子インタラクション、日本子ども学会第6回子ども学会議、2009年9月13日、お茶の水女子大学
22. 佐藤久美子、外国語活動を通して育む力、第20回教育シンポジウム、2009/08
23. 佐藤久美子、梶川祥世、歌の学習は単語の発音力を伸ばすのか? : 学習年齢と音声習得効果、小学校英語学会(JES)第9回全国大会、2009年7月19日、東京学芸大学
24. 佐藤久美子、梶川祥世、単語反復は語彙力を伸ばすのか? : 学習年齢の違いによる、単語の音声習得過程の違いと指導法のヒント、第30回日本児童英語教育学会(JASTEC)、2009年6月21日、大阪商業大学
25. 佐藤久美子・梶川祥世、児童の母語・非母語単語反復能力と語彙発達、日本発達心理学会第20回大会、日本女子大学、東京、2009/03/25
26. 梶川祥世・佐藤久美子、幼児の非母語単語反復に対する歌聴取の効果、日本発達心理学会第20回大会、日本女子大学、東京、2009/03/23
27. 佐藤久美子・佐藤綾乃、英語絵本の読み聞かせにおける児童の理解・推測プロセス、人工知能学会・幼児のコモンセンス知識研究会第6回研究会、静岡大学、浜松、2008/09/17
28. 佐藤久美子、子供の育ちに生かす脳科学：子供の言葉の発達と親の関わり方、第19回教育シンポジウム、宝塚市、2008/08
29. 佐藤久美子・佐藤綾乃、英語絵本の読み聞かせにおける理解のプロセスと推測誤り分析、小学校英語教育学会(JES)第8回全国大会、ビッグパレットふくしま、郡山、2008/07/20
30. 佐藤久美子・佐藤綾乃、児童の絵本読みの理解過程と教え方のヒント、日本児童英語教育学会(JASTEC)第29回全大会、中部大学、名古屋、2008/06/22

活動実績(各種委員委嘱など)

1. 2007年-2011年：玉川大学リベラルアーツ学部長
2. 2006年-2013年：玉川大学言語情報研究センター主任
3. 2011年-現在：町田市教育委員会より国際交流プログラム策定及び小学校英語カリキュラム開発、研修の委託を受ける
4. 2012年-2013年 現在：NHKラジオ「基礎英語2」講師
5. 2012年-現在：NHK Eテレ「えいごであそぼ」総合指導
6. 2013年—：NHKラジオ「基礎英語3」講師
7. 2013年—：教職大学院教授

新聞、雑誌、テレビ、ラジオ他マスコミ関係掲載・出演など

1. 佐藤久美子 赤ちゃんに英語はわかるの? 子どもが「ことば」を獲得するまで、日本語ができれば、英語もできる AERA with Baby, 2012年12月号 pp.68-71.
2. 佐藤久美子 「話したい!」と思う気持ちを育てる外国語教育

全日中・機関誌『中学校』No.713 平成25年2月号

3. 平成24年度NHKラジオ『基礎英語2』講師
4. 平成25年度NHKラジオ『基礎英語3』講師、
5. 平成24年度、25年度、NHK Eテレ『英語であそぼ』総合指導
6. 新聞(朝日新聞1回)、テレビNHK(3回)
7. NHK教育テレビ「となりの子育て」平成22年11月13日
8. NHK7時及び9時のニュース 2回平成22年(小学校英語開始に関するコメント)
9. 読売新聞平成21年12月23日「言葉をかけて自立性を」教育ルネサンス
10. 読売新聞平成21年12月20日「小学校でできるか? コミュニケーション英語」5回「教育力シンポジウム」
11. 北海道新聞平成22年9月3日「英語で『夢の時間割』発表」
12. 朝日新聞平成21年6月29日「上手にLとR発音できるかも」幼児の英語

外部資金獲得状況(本人・指導担当ポスドクおよび大学院生)

- ・ 科研費基盤C2008年度より2013年現在に至るまで3回獲得
- ・ 平成19年度-平成20年度：子供の音声言語発達を促進する歌の特徴と学習効果(代表：佐藤久美子)
- ・ 平成21年度-平成23年度：小学校英語教育を視野に入れた、子供の絵本の読み聞かせにおける理過程の解明(代表：佐藤久美子)
- ・ 平成24年度-平成26年度：英語絵本における強訴方読み聞かせ指導過程の研究(代表：佐藤久美子)

共同研究実施状況

- ・ 2008年度から株式会社ビジョンより連続5年間

その他の特筆すべき成果

町田市教育委員会より2008年から小学校英語教育の委託を連続5年間受ける他、各市、各区からの教育委員会、小学校、中学校からの講演依頼は毎年10件以上を超える。



【事業推進担当者】

大森隆司 Takashi Omori

所属 玉川大学脳科学研究所、脳情報研究科(脳情報専攻)・教授、
工学研究科(システム科学専攻)・科長

研究テーマ：対人インタラクションの認知過程の計算モデル構築

キーワード：コミュニケーション, 他者モデル, 意図推定, ロボット, 計算モデル,

グローバル COE 期間中の研究活動

人間は環境との相互作用にもとづき意思決定を行う。対人コミュニケーションの難しさは、不偏の物理法則が支配する物理世界とは異なり、社会場面では他者もまた自己と同様に意思決定を行うことである。物理法則の場合は、我々は対象物の動きを予測して働きかけを計算し、その通りにモノは動く。しかし社会場面では、他者もまた環境に応じて意思決定するため、我々は自身の意図だけで行動を計画することができない。実際には、我々はまず他者の意図や内部状態を推定し、その意図と環境条件に基づき他者の行動を予測し、そのような他者に対する自己の働きかけの効果を予測して行動決定する。このような複雑な場面での意思決定は、これまで人間の直感に基づきどちらかという文系的な観察と分析によって行われてきた。しかし本研究で我々は、(1) 対人コミュニケーションの認知過程を脳の情報処理過程として計算モデル化し、検証のために(2) 対人遊びロボット(プレイメイト)、(3) 自動車運転の認知計算による視線予測、(4) すれ違い歩行場面での意思決定、といった多様な場面でのモデルを評価してきた。前半は行動観察に基づく文系的な方法であるが、その分析から計算モデルの構築は認知科学の方法であり、さらに検証のための工学的システムの構築は理系であり、その全体像は玉川大学GCOEが目指す文理融合の一つの姿である。以下、これらの研究を解説する。

GCOE 期間の研究活動は以下の4点にまとめることができる。

(1) 対人コミュニケーションの認知過程の脳の情報処理過程としての計算モデル化

モデル的には、人間は観測困難な内部状態を持つ行動決定主体であり、その内部状態が外界の観測から行動決定に至る内部過程で大きな役割を果たす。そのため、対人コミュニケーション場面では他者の意図/内部状態をまず推定することが重要になる。ところが意図や内部状

態は直接には観測できないため、我々は他者についての知識(他者モデル)を用いて、他者の行動から意図を推定する。そもそも他者についての知識は自己についての知識(自己モデル)の転用でその獲得自体が大きな課題であるが、我々は他者モデルの獲得よりは、その運用システムの特性に注目してきた。過去の実験や知識の柔軟な運用は人間の知能の重要な特性であり、本研究の焦点はそこにある。

その一つの方法が行動観察である。高橋・大森 2008 で我々は行動分析と神経科学の知見から人間が無意識に行う他者に対する構えの選択過程を明らかにし、2008 年度日本認知科学会論文賞を受賞した。一方で横山・大森 2008 は対人相互作用をコンピュータゲームにおける意思決定過程として再現し、意図推定に基づく行動決定プロセスの計算モデル化とその上位にあるはずのメタ戦略の存在を人間行動分析から導き出し、HAI-2008 優秀賞を受賞した。また佐藤他 2008 は人間の行動決定にあるゆらぎに注目し、その発生要因としての人間の適応的プランニング過程のモデル化を試みた。これもまた行動観察と認知モデル化の組合せによる文理融合的研究であり、2008 年 IEEE Computational Intelligent Society Young Research Award を受賞した。このように他者の意図や状態の推定に基づく意思決定の計算モデルはGCOE 期間の主要な成果と位置づけられ、単に研究成果が出版されただけでなく、研究コミュニティにインパクトを与えた。これらの研究を行った高橋は玉川大学ポストドク研究員、横山は玉川大学大学院生、佐藤は北海道大学大学院生であり、人材育成に大きく貢献することができた。

(2) モデルの検証 1: 対子供遊び相手ロボット(プレイメイト)

プレイメイトとは、対人意思決定の計算モデルを現実場面に適用するために開発した、対子供を想定した遊び相手ロボットの名称である。対象は幼稚園の年長(6歳)を想定した。その理由は、子供は思っていることがすぐ

に行動に出て内部状態の推定と検証が容易だからである。

プレイメイトの特徴は、子供との遊びの間、子供の顔、振る舞いを観察し、そこから子供の遊びに対する興味の度合い（興味度）を推定する。そしてその興味度に基づいて、子供に対する行動を変えていく。例えば、子供が集中して遊んでいるときはじゃまをせず、疲れてきたら会話をして気分を変える、あるいは子供のプレイを褒めたりしてわざと勝たせて集中を回復させ、それでも回復しない場合には他の遊びに切り替えるなど、子供の興味を回復・維持する行動をとる。このような、子供の心的状態を推定して、興味の度合いを最大化、あるいは維持するように行動を決定するという行動は、人間にとっては当たり前のことだが、対人コミュニケーションとして計算可能なアルゴリズムが定式化されたものは世界で初めてのことである。背後には、モノの動きを制御する制御理論のように、対象としての人間の心的状態を制御する心的状態制御の考え方がある。

この研究もまた、単にアルゴリズムの開発ではなく、子供と保母の遊びを観測・分析することから始まり、保母の意思決定過程の概念モデル化、さらにその計算モデルとしての実装と、文系的な方法から理系的な方法へと連続的に変化する文理融合的な研究方法が取られている。高橋他 2011 は子供とロボットの遊び行動に潜む二種類の子供のスタンスの違いを明らかにして HAI2011 優秀研究賞を受賞した。またその研究などで使用するロボットの構築に関しては、岡田を代表としてロボカップジャパンオープン 2010 日本ロボット学会賞を受賞した。

(3) モデルの検証 2：自動車運転の認知計算による視線予測

自動車の運転は、安全に目的地に移動するための行動決定の過程であり、その実現のために運転者は視線を移動して外界を観測する。そのあいだの外界観測の視線は、運転者の運転決定のための情報収集過程の表れでもある。逆に、人間の運転行動の意思決定モデルを構築した場合には、そのモデルは人間の視線移動を説明、あるいは予測できることが求められる。この研究で我々は、運転者の視線を観測し、安全のための環境予測に必要な情報取得として視線移動を定義し、計算機シミュレーションにより視線の移動の再現を試みた。その結果、外界を次々と観測する運転者の視線、さらには通常は動きの少ない熟練運転者の視線の理由を説明する、安全運転の行動決定モデルを構築し、現実場面での運転視線場面の再現に成功した。この研究により、大森他は自動車技術会

2009 年春季大会にて優秀講演発表賞を受賞した。

(4) モデルの検証 3：すれ違い歩行場面での意思決定

歩行は一見して単純な運動であるが、そもそも不安定な倒れ込み行動であり、環境を観測しての動的な行動決定という複雑な過程を含んでいる。我々はその解析モデルとしてすれ違い場面を想定し、他者が正面から近づいてきた場合の回避方向判断と回避開始タイミングの行動決定過程の解明を試みた。この研究では、行動実験で歩行者が対向者の回避方向を判断するのに使う情報を探索したところ、歩行者は対向者の足元をみていることが明らかになった。同様に、歩行者が回避行動を開始するのは、自身の歩行で足が浮き上がる遊脚の開始のタイミングであることを確認した。いずれも、人間の歩行行動決定のタイミングが足元の動きに依存する結果であった。

またこの研究では、周辺視野に左右に流れる光刺激を提示することで視覚誘導性自己運動知覚を発生させ、これで発生する身体動揺を利用した歩行者の誘導モデルの開発を試みた。歩行の行動決定と行動誘導から、人間の歩行に含まれる運動の分節化のメカニズムの一端が明らかになった。

グローバル COE 終了後の研究予定

ロボットは、工場から介護の現場など多様な職場に広がりつつあり、いずれより広い領域としての家庭に入っていくことが予想される。しかし家庭に入るには、ロボットには現在より高度な対人コミュニケーション機能が要求される。すなわち、工場や職場では人間が自動化装置としてのロボットに歩み寄って操作をすればよいが、家庭ではロボットはロボットのことをよく知らない人々に歩み寄って働かねばならない。そのため人間理解とその知識の打ロボット行動への実装が我々の課題である。この課題は、玉川大学 GCOE が目指した対人コミュニケーションの応用そのものであり、その内容の高度化を通じて GCOE の成果を社会に還元していくことを目指す。

学位論文指導状況

<博士>

主査：大森 隆司／副査：菅野 直敏，岡田 浩之／氏名・横山 絢美，「協調課題における意図推定に基づく行動決定過程のモデル的解析」平成 22 年度

<修士>

主査：大森 隆司，副査：菅野 直敏，岡田 浩之／氏名：三門 裕明「歩行誘導を目指した歩行者の歩行行動決定過程のモデル化」平成 23 年度

研究活動業績

論文（公刊論文・学術雑誌）

1. Tomoaki Nakamura, Komei Sugiura, Takayuki Nagai, Naoto Iwahashi, Tomoki Toda, Hiroyuki Okada, Takashi Omori : Learning Novel Objects for Extended Mobile Manipulation, Journal of Intelligent & Robotic Systems, Vol.66, No.1-2, pp 187-204, 2012
2. 中村 友昭, アッタミミ ムハンマド, 杉浦 孔明, 長井 隆行, 岩橋 直人, 戸田 智基, 岡田 浩之, 大森 隆司: 拡張モバイルマニピュレーションのための新規物体の学習, 日本ロボット学会誌, Vol.30, No.2, pp.213-224, 2012
3. 渡邊 紀文, 大森 隆司: 前庭感覚刺激を用いた歩行誘導効果とそれに影響を及ぼす行動決定過程のモデル化: 日本知能情報ファジィ学会誌: Vol.24, No.1, pp.501-512, 2012
4. Kenichi Minoya, Takaya Arita and Takashi Omori : Autonomous Acquisition of Cooperative Behavior based on a Theory of Mind using Parallel Genetic Network Programming, Artificial Life and Robotics, Vol. 16, No. 2, pp. 157-161, 2011
5. 高橋 英之, 大森 隆司: 社会認知における「社会的思い込み効果」の役割とその脳内メカニズム, 認知科学, Vol.18, No.1, pp138-157, 2011
6. YUKI Inoue, Masumi Inagaki, Atsuko Gunji, Wakana Furushima, Hiroyuki Okada, Hiroshi Sasaki, Takashi Omori, Hiroshige Takeichi, Makiko Kaga : Altered effect of preceding response execution on inhibitory processing in children with AD/HD: an ERP study, International Journal of Psychophysiology, Vol.77, pp.118-125, 2010
7. 石川 悟, 坂本 寛之, 大森 隆司: 鬼ごっこゲームを題材とした幼児の行動決定過程のモデルベース評価, 認知科学, Vol.17, No.3, pp.650-662, 2010
8. 長田 悠吾, 石川 悟, 大森 隆司, 森川 幸治: 意図推定に基づく行動決定戦略の動的選択による協調行動の計算モデル化, 認知科学, Vol.17, No.2, pp.270-286, 2010
9. 横山 絢美, 大森 隆司: 協調課題における意図推定に基づく行動決定過程のモデル的解析, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J92-A, No.11, pp.734-742, Nov.2009
10. 井上 康之・小川 昭利・荒井 宏太・松本 秀彦・松崎 直幸・小山 幸子・豊巻 敦人・大森隆司・諸富 隆・竹市 博臣・北崎 充晃: 聴覚事象関連電位への神経デコーディングの適用: 統計的識別手法の比較と脳波分析方法としての評価, 基礎心理学研究, 28(1), 44-58, 2009.
11. 高橋 英之, 大森 隆司: 円滑な対人インタラクションを実現する対象認識に応じた認知的構え調整機構のモデル化, 認知科学, Vol.15, No.1, p202-215, 2008 (2008 年度日本認知科学会論文賞受賞)
3. Hideyuki Takahashi, Michiko Miyazaki, Hiroyuki Okada, Takashi Omori, A new quantification of extended sense of agency using eye control task -Toward the understanding of development of the extended self-, Neuroscience 2010, SfN's 40th annual meeting, USA, 2010/11

<国内会議（ポスター発表）>

1. 高橋 英之, 土師 知己, 岡田 浩之, 大森 隆司, 寺田 和憲, 小嶋 秀樹, 吉川 雅博, 松本 吉央: 機械の向こうの二つの私 - ロボットコミュニケーションにおける心の知覚の fMRI 計測 -, 脳と心のメカニズム第 12 回冬のワークショップ, ルスツ, 2013
2. 奥谷 一陽, 大森 隆司: 他者の信念推定に基づく行動決定のモデル化に向けた追跡ゲームの開発, HAI2012, 2D-17, 2012
3. 岩崎 安希子, 下斗米 貴之, 阿部 香澄, 中村 友昭, 長井 隆行, 大森 隆司: 遊びロボットによる子供の性格推定に関する基礎的研究, 日本認知科学会第 29 回大会, p224-233, 2012
4. 大森 隆司: 対人相互作用のモデル化の位置づけについての考察, HAI2012, 3-A-3, 2012
5. 渡邊 紀文, 三門 裕明, 大森 隆司: 前庭感覚のズレを利用した歩行者の誘導, B-15, 脳と心のメカニズム第 11 回冬のワークショップ, 2011
6. 高橋 英之, 宮崎 美智子, 岡田 浩之, 大森 隆司: アイ・スクラッチ課題による乳児の運動主体感の検討 - 道具使用の萌芽プロセスの解明を目指して -, B-13, 脳と心のメカニズム第 11 回冬のワークショップ, 2011
7. 横山 絢美, 大森 隆司: 対人コミュニケーション場面における人の行動決定過程のモデル化とその評価, A-9, 脳と心のメカニズム第 11 回冬のワークショップ, 2011
8. 高橋 英之, 西村 望, 大森 隆司: 絵画鑑賞時の視線の動きから嗜好を読み取る, 日本認知科学会大会 201009
9. 西村 望, 高橋 英之, 大森 隆司: 視線からの絵画鑑賞者のオンライン嗜好推定の試み, 脳と心のメカニズム第 10 回冬のワークショップ, B-9, 2010.
10. 谷口 太泉, 高橋 英之, 大森 隆司: 表情認識能力の定量化と注視位置統制による成績向上の評価, 脳と心のメカニズム第 10 回冬のワークショップ, A-22, 2010.
11. 高橋 英之, 出馬 圭世, 松元 まどか, 松元 健二, 大森 隆司: 競合場面において心の理論と意思決定に共通する神経基盤 - 行動の数理解析と fMRI による検討 - 脳と心のメカニズム第 10 回冬のワークショップ, A-21, 2010.
12. 横山 絢美, 大森 隆司: 人のコミュニケーション分析に基づく他者の注意領域推定, 脳と心のメカニズム第 10 回冬のワークショップ, A-24, 2010.
13. Watanabe N., Omori T.: Modeling of Human Walking Direction Shift by Galvanic Vestibular Stimulation, Dynamic Brain Forum 2009, 2009
14. Yokoyama A., Omori T.: Model based analysis of human interaction behavior in cooperative game, Dynamic Brain Forum 2009, 2009
15. H.Takahashi T.Omori Y.Kamio : Social decision-making studies in autism spectrum disorder, Dynamic Brain Forum 2009, 2009
16. 高橋 英之, 岡田 浩之, 大森 隆司, 新在家 範子: コミュニケーションにおける曖昧な意図伝達の役割のモデル的検討, P-8, 第 9 回脳と心のメカニズム冬のシンポジウム, 2009
17. 横山 絢美, 大森 隆司: 他者とのインタラクション過程のモデル化とその適用範囲, P-7, 第 9 回脳と心のメカニズム冬のシンポジウム, 2009
18. 横山 絢美, 大森 隆司: 他者意図の推定に基づく行動決定過程

学会等発表<国際会議（ポスター発表）>

1. N. Watanabe, T. Omori: Unconscious Guidance of Pedestrians Using Vection and Body Sway: Annual International Conference on Biologically Inspired Cognitive Architecture(BICA2012) : (In press) 2012
2. Takahashi H., Miyakaza M., Okada H., Omori T.: Can young infants be aware of the self-conducted volitional movement on a computer display?, Poster7-38, ICIS, 2012

のモデル化とその評価, 京都大学霊長類研究所 共同利用研究会 - 第4回犬山比較社会認知シンポジウム -, 2008.

19. 高橋 英之、岡田 浩之、大森 隆司: コミュニケーションにおける曖昧な表情の利用戦略, 脳と心のメカニズム夏のシンポジウム 2008
20. Akira Toyomura, Sachiko Koyama, Tamaki Miyamoto, Atsushi Terao, Takashi Omori, Harumitsu Murohashi, Shinya Kuriki : Neural activation to one's own, friend's and stranger's voices: An fMRI study, CNS2008, July 19-24, (2008)
21. 高橋 英之、板垣 俊、岡田 浩之、大森 隆司: ギャンブル課題の勝敗が表情認知に及ぼす影響 - 主観評定と事象関連電位による検討 -, 生理心理学会, 7/5-6, 2008 <http://brain.edu.u-ryuky.ac.jp/jspp2008/html/gaiyo.html>
22. 岡田 浩之、高橋 英之、大森 隆司: 文脈によって変わる表情の読み取り - 親しみやすいロボットとは何か? -, 赤ちゃん学会大会, 2008

< 口頭発表・シンポジウムでの講演など (海外) >

1. Akiko Iwasaki, Takayuki Shimotomai, Kasumi Abe, Tomoaki Nakamura, Takayuki Nagai, Takashi Omori, "Using Robots to Estimate Children's Personalities", Proceedings of International Symposium of Affective Engineering(SAE2013), 1C-2, Mar.2013 in Kitakyushu.
2. Eimei Oyama, Takashi Omori, Naoji Shiroma, Itsuki Noda, Arvin Agah : Behavior Navigation Using Common Communication Devices for CPR, SII2012, 2012
3. Kasumi Abe, Iwasaki Akiko, Tomoaki Nakamura, Takayuki Nagai, Ayami Yokoyama, Takayuki Shimotomai, Hiroyuki Okada, Takashi Omori, "Playmate Robots That Can Act According to Child's Mental State", IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.4660-4667, Portugal, Oct.2012
4. Takayuki Shimotomai, Hideyuki Takahashi, Takashi Omori, Kansei model in viewing arts, Proceedings of the 6th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS-ISIS), KY-1,W1-44-2, 2012, Kobe.
5. Takayuki Shimotomai, Takashi Omori, Eriko Aiba, Takashi X. Fujisawa, Noriko Nagata, Mapping Model from Chord to Color, Proceedings of the 6th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS-ISIS), KY-1, W1-44-3, 2012 Kobe.
6. Takashi Omori : Computational modeling of mental state dynamics for interactive play with child. Dynamic Brain Forum, Spain, 2012
7. Takayuki Shimotomai, Kasumi Abe, Ayami, Yokoyama, Takayuki Nagai, and Takashi Omori (2011) Estimation of children's interest dynamics while communicating with robots, International Conference of Cognitive Neurodynamics, (in press)
8. Kenichi Minoya, Takaya Arita and Takashi Omori (2011) "An Artificial Life Approach for Investigating the Emergence of a Theory of Mind based on a Functional Model of the Brain", Proc. of 2011 IEEE Symposium on Artificial Life, pp. 108-115, 2011-4/13-15). Paris
9. N. Watanabe, H. Mikado, T. Omori: Modeling of Pedestrian's Unintentional Guide Using Vection and Body Sway: The 21th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT 2011): pp.94-97, 2011
10. N. Watanabe, H. Mikado, T. Omori: Construction of Collision Avoidance Behavior Model Induced by Visual Motion: 2011 IEEE International Conference on Fuzzy Systems(FUZZ-IEEE2011) : pp.2732-2736, 2011
11. Kazutaka Kouda, Takashi Omori, Koichiro Yamauchi, Satoru

- Ishikawa : Modeling of Car Driver Cognitive Process Based on Hazard Perception In Front of Car, ICONIP 2010, Volume 11, No. 3, pp.7-12, 2010
12. Hideyuki Takahashi, Keise Izuma, Madoka Matumoto, Kenji Matumoto, Takashi Omori, Neural correlates for strategic adjustment during interpersonal competitive game, 16th Annual Meeting of the Organization for Human Brain Mapping, Spain, 2010/06
13. N.Watanabe, T.Omori : Trigger Model for Guiding Arm Movement in Circle Drawing, Proc. IEEE&INNS/FUZZ'10(WCCI'10), pp.18-23, July 2010.
14. Ayami Yokoyama, Takashi Omori : Modeling of human intention estimation process in social interaction scene, Proc. FUZZ-IEEE 2010,2306-2311,2010
15. Norifumi Watanabe, Takashi Omori : Trigger Model for guiding arm movement in circle drawing, Proc. FUZZ-IEEE 2010,3149-3154,2010
16. Muhammad Attamimi, Akira Mizutani, Tomoaki Nakamura, Komei Sugiura, Takayuki Nagai, Naoto Iwahashi, Hiroyuki Okada, Takashi Omori: Learning Novel Objects Using Out-of-Vocabulary Word Segmentation and Object Extraction for Home Assistant Robots, ICRA 2010
17. Eimei Oyama, Norifumi Watanabe, Hiroaki Mikado, Hikaru Araoka, Jun Uchida, Takashi Omori, Kousuke Shinoda, Itsuki Noda, Naoji Shiroma, Arvin Agah, Kazutaka Hamada, Tomoko Yonemura, Hideyuki Ando, Daisuke Kondo and Taro Maeda: A Study on Wearable Behavior Navigation System - Development of Simple Parasitic Humanoid System -, ICRA 2010
18. Takashi Omori, Ayami Yokoyama, Yugo Nagata, Satoru Ishikawa : Computational Modeling of Action Decision Process including Other's Mind - A Theory toward Social Ability -, Key-note Talk, IEEE International Conference on Intelligent Human Computer Interaction (IHCI 2010), Allahabad, India, Jan. 16, 2010
19. Toshima, N.Watanabe, T.Omori: Possibility of guidance of arm movement in circle-writing experiment, Proc. of the 2009 IEEE International Conference on System, Man, and Cybernetics, pp. 448-453, 2009
20. Omori T., Sato M., Yamauchi K., Ishikawa S., Toshihiro Wakita : Computational Modeling of Risk-Dependent Eye Movements of Car Drivers, Proc. of the 2009 IEEE International Conference on System, Man, and Cybernetics, pp. 2531-2535, 2009
21. Masayoshi Sato, Yuki Togashi, Takashi Omori, Koichiro Yamauchi, Satoru Ishikawa, Toshihiro Wakita.: Computational Modeling of RiskRelated Eye Movement of Car Drivers, in International Conference on Neural Information Processing (ICONIP2008) , 2008,
22. Ayami Yokoyama, Takashi Omori, Satoru Ishikawa, Hiroyuki Okada : Modeling of action decision process based on intention estimation, SCIS&ISIS2008, TH-F3-1, 2008.
23. Takahashi H., Okada H., Saji R., Ando H., Omori T., Role of Ambiguity of Facial Expression in Emotion Estimation, ICON2008 9/1-5,2008 <http://www.iconxbodrum.org/>
24. Inoue, Y., Ogawa, A., Arai, K., Matsumoto, H., Toyomaki, A., Takeichi, H., Omori, T., Koyama, S., Morotomi, T., and Kitazaki, M. : Feature Analysis of Event-related Brain Potentials by Statistical Classification: Application of Naive Bayes Method and Principal Component Analysis to Predicting Auditory Stimuli, 14th Annual Meeting of the Organization for Human Brain Mapping, Melbourne, Australia, June 2008. NeuroIm-

- age, 41, Supplement 1, S53.(2008)
- <口頭発表・シンポジウムでの講演など (国内) >
1. 森 文彦, 渡邊 紀文, 大森 隆司: 周辺視と振動刺激による歩行誘導と感覚統合, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.112, No.480, NC2012-138, pp.25-30 (2013-3).
 2. 下斗米 貴之, 岩崎 安希子, 阿部 香澄, 中村 友昭, 長井 隆行, 大森 隆司: 性格を読み取るロボットシステム, 感性ロボティクスシンポジウム, Vol.2013-ICS-171, No.16, pp.1-3, 2013.03.19 名古屋
 3. 関根 陸, 前田 彬, 福田 靖, 大森 隆司: 移動障害物を回避する自律移動ロボットの経路計画, 第13回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会論文集, pp.2125-2126, 2012.
 4. 宮崎 美智子, 高橋 英之, 岡田 浩之, 大森 隆司: Gaze-contingency パラダイムを用いた乳児における行為の意図性の評価, 日本認知科学会第29回大会, p.142-145, 2012
 5. 渡邊 紀文, 大森 隆司: 周辺視へのオプティカルフロー刺激呈示による歩行者の誘導, 第28回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, 512-515, 2012
 6. 岩崎 安希子, 下斗米 貴之, 阿部 香澄, 中村 友昭, 長井 隆行, 大森 隆司: 遊びロボットによる子供の性格傾向の推定に関する研究, 日本感性工学会第14回大会, D1-02, 2012
 7. 渡邊 紀文, 三門 裕明, 大森 隆司: 視覚誘導性自己運動知覚と身体動揺を利用した歩行者の誘導モデル, 日本知能情報ファジィ学会ファジィシステムシンポジウム講演論文集, Vol. 27, 291-294, 2011.
 8. 阿部 香澄, 岩崎 安希子, 中村 友昭, 長井 隆行, 横山 絢美, 下斗米 貴之, 岡田 浩之, 大森 隆司: 子供と遊ぶロボット: 他者の状態推定に基づく行動決定モデルの適用, HAI2011, 1-2B-4, 2011
 9. 高橋 英之, 宮崎 美智子, 岡田 浩之, 大森 隆司: 「新奇性」と「親近性」の軸から子どもとロボットの関係性を捉える, HAI2011, 1-2B-3, 2011 (HAI2011 Outstanding Research Award)
 10. 下斗米 貴之, 阿部 香澄, 岩崎 安希子, 長井 隆行, 大森 隆司: ロボットによる子供の興味度の推定, 第13回日本感性工学会大会予稿集, F24, 2011
 11. 宮崎 美智子, 高橋 英之, 岡田 浩之, 大森 隆司: 乳児は自己受容感覚を伴わない対象を道具化できるか? NC研究会3月
 12. 三門 裕明, 渡邊 紀文, 大森 隆司: 人の行動誘導を目指した1対1のすれ違い行動のモデル化, 社会におけるAI, エボリューション・コンピューテーション合同研究会, 2010年12月4日, 愛知工業大学
 13. Atsuko GUNJI, Hiroshige TAKEUCHI, Yuki INOUE, Hiroyuki OKADA, Takashi OMORI, Masumi INAGAKI, and Makiko KAGA Single one-minute trial assessment of speech processing in school age children 日本音響学会聴覚研究会, Vol.40, No.10, H2010-155, p.857-861, 2010
 14. 大森 隆司, 岡田 浩之, 中村 友昭, 長井 隆行, 杉浦 孔明, 岩橋 直人: RoboCup@home: 生活支援ベンチマークとしてのロボット競技, 日本ロボット学会第28回学術講演会, 3B3-1, 20100924
 15. 渡邊 紀文, 三門 裕明, 大森 隆司: 視覚入力に対するすれ違い時の行動決定のモデル化, 日本知能情報ファジィ学会ファジィシステムシンポジウム講演論文集, Vol. 26, pp. 276-279, 2010
 16. 山本 涼平, 石川 悟, 大森 隆司, 山内 康一郎, 幸田 一隆, 脇田 敏裕: 自動車運転における危険状況を模した電動車椅子運転時の視線分布の解析-危険予測に基づく運転者モデルの評価に向けて-, 電子情報通信学会技術研究報告 PRMU2009-241, p49-54, 2010
 17. 大森 隆司: [招待講演] ヒトの心のプロセスの計算論的理解に向けて, 電子情報通信学会技術研究報告, vol.109, No.461, NC2009-141, pp.315-320, 2010
 18. 横山 絢美, 大森 隆司: 人の注意領域の推定に基づくロボットの対人相互作用場のモデル化, HAI2009, 2A-4, 2009.
 19. 渡邊 紀文, 三門 裕明, 大森 隆司: 前庭感覚刺激を利用した安定姿勢における手先誘導の評価", 日本知能情報ファジィ学会第6回脳と知覚研究部会ワークショップ, 愛知県, 2009年12月14日
 20. 渡邊 紀文, 戸嶋 巖樹, 大森 隆司, 前田 太郎: 前庭感覚刺激を用いた動作誘導のモデル化, 日本知能情報ファジィ学会ファジィシステムシンポジウム講演論文集, Vol. 25, pp. 26-29, 2009
 21. 大森 隆司, 佐藤 正義, 山内 康一郎, 石川 悟, 脇田 敏裕: 危険予測に基づくドライバーの視線移動モデル, 自動車技術会2009年春季大会学術講演会, 4-20095057, 2009 (優秀講演発表賞受賞)
 22. 高橋 英之, 速水 則行, 内山 祐司, 石川 悟, 大森 隆司: 自動車運転場面における危険知覚の脳過程, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.108, No.480, NC2008-133, pp.177-182, 2009
 23. 横山 絢美, 大森 隆司: 人間の行動決定過程におけるメタ戦略の存在とその処理程, HAI2008 (Human Agent Interaction), 2A-1, 2008. (HAI-2008 Outstanding Research Award 優秀賞受賞)
 24. 戸田 航平, 渡邊 紀文, 戸嶋 巖樹, 大森 隆司, 岡田 浩之: 前庭感覚刺激を用いた歩行誘導のモデル化, 日本知能情報ファジィ学会第5回脳と知覚研究部会ワークショップ, pp.5-1 - 5-4, 2008
 25. 佐藤 正義, 富樫 裕基, 大森 隆司, 山内 康一郎, 石川 悟, 脇田 敏裕: 自動車運転者の認知過程の計算モデル化, 日本神経回路学会第18回全国大会講演論文集, pp.28-29, 2008
 26. 杉浦 孔明, 水谷 了, 中村 友昭, 長井 隆行, 岩橋 直人, 岡田 浩之, 大森 隆司: 音声からの未登録語切り出しと画像からの物体抽出の統合による新規物体の学習, 日本ロボット学会大会予稿集, RSJ2008AC1N1-05, 2008
 27. 佐藤 敦史, 石川 悟, 大森 隆司, 山内 康一郎, 栗原 正仁: 人の適応的プランニング過程のモデルベース解析 ~人は動的環境にいかに対応しているのか~, 日本認知科学会第25回大会発表論文集, p.44-47, 2008
 28. Koyama Sachiko, Inoue Yasuyuki, Toyomaki Atsuhito, Toyosawa yuko, Ogawa Akitoshi, Takeuchi Fumiya, Takeichi Hiroshige, Omori Takashi, Kitazaki Michiteru, Kuriki Shinya: Evoked magnetic responses to short temporal gaps between sounds, International Conference on Biomagnetism 2008 (Biomag 2008)
 29. 横山 絢美, 大森 隆司, 岡田 浩之: 意図推定に基づく行動決定過程のモデル化とその評価, 電子情報通信学会技術研究報告, NC2008-18, 35-40, 2008
 30. 岡田 浩之, 大森 隆司, 岩橋 直人, 長井 隆行, 杉浦 孔明: ロボカップ@ホームにおける音声対話技術, 人工知能学会全国大会, 2008
 31. 佐藤 敦史, 石川 悟, 大森 隆司, 山内 康一郎, 栗原 正仁: 人間の適応的プランニング過程の計算モデル化とその評価, 人工知能学会全国大会, 2008
 32. 長村 菜紀, 新在家 範子, 高橋 英之, 岡田 浩之, 大森 隆司: 表情に応じた感情理解に文脈が与える影響II, 人工知能学会全国大会, 2008
 33. 新在家 範子, 長村 菜紀, 高橋 英之, 岡田 浩之, 大森 隆司: 表情に応じた感情理解に文脈が与える影響I, 人工知能学会全国大会, 2008
 34. 佐藤 敦史, 石川 悟, 大森 隆司, 山内 康一郎: 動的環境下における人の適応的プランニングの計算モデル化, 電子情報通信学会技術研究報告 NC2007-162, pp.295-300, 2008
 35. 渡邊 創, 阪口 豊, 大森 隆司: 連続運動制御課題における間

欠運動プランニング, 電子通信学会, IS シンポジウム, 2008

活動実績

- 日本認知科学会 副会長, 2011 ~ 2013 年 (現在)

受賞

- IEEE Computational Intelligent Society Young Research Award
佐藤 敦史, 石川 悟, 大森 隆司, 山内 康一郎: 動的環境下における人の適応的プランニングの計算モデル化, 電子情報通信学会技術研究報告 NC2007-162, pp295-300, 2008
- HAI-2008 Outstanding Research Award 優秀賞 横山 絢美, 大森 隆司: 人間の行動決定過程におけるメタ戦略の存在とその処理過程, HAI2008 (Human Agent Interaction), 2A-1, 2008.
- 日本認知科学会論文賞 高橋 英之, 大森 隆司: 円滑な対人インタラクションを実現する対象認識に応じた認知的構え調整機構のモデル化, 認知科学, Vol.15, No.1, p202-215, 2008
- 2009 年度電子情報通信学会フェロー称号の授与 大森 隆司, ヒトの認識・学習メカニズムに関する工学モデル構築
- 2009 年自動車技術会春季大会学術講演会 優秀講演発表賞 大森 隆司, 佐藤 正義, 山内 康一郎, 石川 悟, 脇田 敏裕: 危険予測に基づくドライバーの視線移動モデル, 4-20095057, 2009
- ロボカップジャパンオープン 2010 日本ロボット学会賞 岡田浩之, 長井隆行, 杉浦孔明, 岩橋直人, 大森隆司: 「ロボカップジャパンオープン 2010 大阪 ロボカップ@ホームリーグにおいて家庭内での作業に適した移動機構と多様なセンサーを持つロボットを実現したことにより」
- HAI2011 Outstanding Research Award 優秀研究賞 高橋 英之, 宮崎 美智子, 岡田 浩之, 大森 隆司: 「新奇性」と「親近性」の軸から子どもとロボットの関係性を捉える, HAI2011, 1-2B-3, 2011

外部資金獲得状況

- 2011-2013, 科研費基盤研究 (C), 代表 大森 隆司, 「タスクゆらぎに自律的に追従する知覚駆動プログラミング—家庭用ロボットを題材として—」, 総額 3,600 千円+間接
- 2009-2013, 科研費新学術領域「ヘテロ複雑システムによるコミュニケーション理解のための神経機構の解明」代表 津田一郎 (北大), 総括班分担者 大森 隆司, 総額 1,500 千円+間接
- 2009-2013, 科研費新学術領域「ヘテロ複雑システムによるコミュニケーション理解のための神経機構の解明」代表 津田一郎 (北大), 計画班代表者 大森 隆司, 「社会場面での人の役割分担の自律的発生メカニズムの解明」, 総額 53,500 千円+間接
- 2008-2012, 受託研究, 科学技術振興機構 CREST 代表 前田 太郎 パラサイトヒューマンネットによる五感情報通信と環境センシング・行動誘導 全体総額 477140 千円, 分担者, 5 年で分担額 58,292 千円+間接

共同研究実施状況

- 共同研究 (豊田中研), 代表 大森 隆司, 運転の認知過程の計算モデル構築, 120 万円, 2008
- 共同研究 (豊田中研), 代表 大森 隆司, 運転に関わる脳内過程の認知計算モデル化, 650 万円, 2008

その他の特筆すべき成果

ロボカップ世界大会 @ホーム部門

2008 優勝

2009 準優勝

2010 優勝

2012 準優勝



【事業推進担当者】

相原 威 Takeshi Aihara

所属 玉川大学脳科学研究所・脳情報研究科(脳情報専攻)・教授

研究テーマ：海馬神経細胞の記憶情報の統合メカニズム

キーワード：海馬 可塑性 情報統合 学習則

グローバル COE 期間中の研究活動

人間の社会的心の基礎をなす要因に知(思考)とコミュニケーションがあり、情、意との統合的理解が望まれる分野である。そして思考による行動決定には、様々な記憶を有機的に結びつける脳の働きが必須となる。そこで本研究は、思考とコミュニケーションにかかわる記憶情報処理の解明を目指し生理実験による研究を行った。また本研究により、5人の大学院生が大きく成長し博士論文完成まで到達できた。

1. 海馬 C A 1 野局所ネットワークの情報統合

海馬 CA1 野の神経細胞における記憶にかかわる入力の情報統合を調べた。PD (樹状突起細胞体近位部) と DD (樹状突起細胞体遠位部) の相互作用に着目し、PD への入力が BPAP (逆伝播活動電位) を 1 つのキャリアとして DD の記憶情報処理に影響を与えるだろうことを仮定し、光計測法を用いて計測・解析を行った。結果として、PD 入力のタイミングに依存して、BPAP が DD における STDP (スパイクタイミング依存性可塑性) を増加/減少させることがわかった。これらの結果は、PD の入力タイミングが DD におけるコーディングを制御・調整することを示し、新しい学習則の基盤となりうると考えられる。さらに、平成 23 年以降はそのメカニズムに踏み込み、抑制性細胞による興奮性応答のシャンティング効果が、重量な役割を担うことを明らかにした。

また、上記のボトムアップ情報によるコーディングが、内因性アセチルコリンなどによるトップダウン情報によりいかに影響を受けるかを調べた。結果として、長期増強は促進が起り、長期抑圧は起らなくなることを明らかとした。本研究結果は、コミュニケーションにより広範囲に伝搬される内因性アセチルコリンの記憶への役割を明らかにしてことになる。以上2つの研究の論文は、それぞれ BrainResearch (採択) および Neuroscience (出版) に採択され研究を行った 2 人の大学院生(近藤・杉崎)の博士論文となった。

2. 海歯状回における 2 入力による相互作用

海馬歯状回においてはモダリティーの異なる入力情報(非空間情報と空間情報)の組み合わせが、組織化された回路構造を形成していることが近年報告されている。そこで嗅内野からの入力である「匂いなどの非空間情報」の伝達経路である外側間通路と「場所に関する空間情報」の伝達経路である内側貫通に、それぞれ時間(入力のタイミング)と空間(刺激位置)の異なる入力を与え、刺激中のダイナミクスを計測・解析することによりその相互作用を調べた。

また、2光子レーザー顕微鏡と紫外レーザー uncaging 装置を用いて dendrite に沿った方向の入力の線形加算が、また dendrite の近距離ブランチへの刺激に対して非線形加算が行われていることを明らかにした。以上の研究の論文は、1 つは博士論文として Cognitive Neurodynamics に出版された(米山)、また国際学会により発表はなされ、それぞれ 2 名の大学院生(上條・早川)の博士論文として投稿中である。

グローバル COE 終了後の研究予定

本プロジェクトにおいては、海馬への刺激として、電気刺激およびグルタメイトアンケーシング刺激を用いて研究を行ってきた。近年、遺伝子改変技術の進歩とともにチャンネルロドプシンなどの光に応答するタンパクを脳の特定の部位に発現できるようになってきた。そこで今後の予定としては、遺伝子改変ラットを用いることにより、光による刺激を試みる。このことにより、刺激箇所を非常に局所に限定して刺激ができるようになるため、さらなるローカルネットワークの役割解明に向けて研究をすすめていきたい。現在、本研究を推進予定の博士課程を目指す大学院生が 2 名で推進している。今後、博士課程に進学予定であり、グローバル COE で構築された研究基盤は、さらに研究者を育てる教育的な貢献をしていくと思われる。

学位論文指導状況

<博士>

副査 高橋 宗良、不動状態のラット海馬神経活動に見られる行動系列の表現 平成 20 年度

副査 米山 誠、ラット海馬 CA1 錐体細胞におけるシナプス応答の非線形的な時空間加重特性 平成 21 年度副査

査 西村 基志 (九州工業大学)、ラット海馬スライスにおいて見られる、シナプスのリズムバースト位相による変化、平成 22 年度

主査 杉崎 えり子、海馬 CA1 ネットワークにおけるトップダウン入力及ぼすシナプス可塑性への効果、平成 23 年度

<修士>

主査 池田 良輔：海馬 CA1 におけるデンドライトの入力間相互作用、平成 20 年度

副査 東條 諭：中枢神経系シナプス伝達のレーザーアンケーシング刺激による電気生理学的研究、平成 20 年度

主査 興石 健一：海馬 CA1 ニューロンにおける入力タイミングによる情報処理への影響、平成 21 年度

主査 上條 中庸：海馬歯状回における異なる入力情報の相互作用、平成 22 年度

主査 近藤 将史：海馬 CA1 樹状突起の入力間相互作用による情報統合機能、平成 22 年度

主査 坂田 幸介：マルチ電極を用いたアクティブデンドライトの情報伝播機能の解析、平成 22 年度

主査 江俣 直之：睡眠前後の再任成績を用いた記憶記銘関連脳電位の解析、平成 22 年度

副査 荒木 尚二郎：シナプスにおける強化メタ学習則の機能に関する研究、平成 22 年度

主査 早川 博章：海馬顆粒細胞の樹状突起における情報処理、平成 23 年度

主査 左氏 歩：情動が事象関連脳電位に与える影響、平成 23 年度

主査 武石 歴名：光計測法による海馬 CA1 野の抑制応答における非線形性の解析、平成 24 年度

研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Toshikazu Samura, Yasuomi D. Sato, Yuji Ikegaya, Hatsuo Hayashi and Takeshi Aihara "Power-Law Scaling of Synchronization Robustly Reproduced in the Hippocampal CA3 Slice Culture Model with Small-World Topology" Lecture Notes in Computer Science 7664, 2012.
2. Yoshinori Ide, Muneyoshi Takahashi, Johan Lauwereyns, Minoru Tsukada and Takeshi Aihara "Integration of Hetero Inputs to Guinea Pig Auditory Cortex Established by Fear Conditioning" Advances in Cognitive Neurodynamics III. The Netherlands: Springer, pp.765-772 2012.
3. Takeshi Aihara, Eriko Sugisaki, Yasuhiro Fukushima and Minoru Tsukada "Influence of the Endogenous Acetylcholine on STDP Induction" Advances in Cognitive Neurodynamics III. The Amsterdam, Netherlands: Springer, pp.387-392, 2012.
4. Ide Y, Takahashi M, Lauwereyns Y, Sandner G, Tsukada M and Aihara T Fear Conditioning Induces Guinea Pig Auditory Cortex Activation by Foot Shock Alone Cognitive Neurodynamics, Vol.6, pp1-10, 2012 DOI 10.1007/s11571-011-9173-x
5. Fujiwara H, Sawa K, Takahashi M, Lauwereyns J, Tsukada M, Aihara T Context and the renewal of conditioned taste aversion: The role of rat dorsal hippocampus examined by electrolytic lesion. Cognitive Neurodynamics. Vol 6, pp.399-407, 2012
6. Yamazaki Y, Fujii S, Goto J, Sugihara T, Sugita M, Fujiwara H, Kaneko K, Aihara T, Mikoshiba K. Suppressive effect of preconditioning low-frequency stimulation on subsequent induction of long-term potentiation by high frequency stimulation in hippocampal CA3 neurons. Brain Research. Vol.1449, pp15-23, 2012 DOI:10.1016/j.brainres.2012.02.025
7. Yamazaki Y, Fujii S, Aihara T, Mikoshiba K. Activation of Inositol 1, 4, 5-trisphosphate receptors during preconditioning

- low-frequency stimulation leads to reversal of long-term potentiation in hippocampal CA1 neurons. Neuroscience 207, pp.1-11, 2012 DOI:10.1016/j.neuroscience.2012.01.045
8. Ide Y, Miyazaki T, Lauwereyns J, Sandner G, Tsukada M, Aihara T. Optical imaging of plastic changes induced by fear conditioning in the auditory cortex. Cognitive Neurodynamics. Vol 6, Number 1, pp.1-10, 2012 DOI:10.1007/s11571-011-9173-x
 9. Sugisaki E, Fukushima Y, Tsukada M, Aihara T. Cholinergic modulation on spike timing-dependent plasticity in hippocampal CA1 network. Neuroscience. Vol 192 pp.91-101, 2011 DOI:10.1016/j.neuroscience.2011.06.064
 10. Yoneyama M, Fukushima Y, Tsukada M, Aihara T. Spatio-temporal characteristics of synaptic EPSP summation on the dendritic trees of hippocampal CA1 pyramidal neurons as revealed by laser uncaging stimulation. Cognitive Neurodynamics Vol. 5, Number 4, pp.333-342, 2011 DOI: 10.1007/s11571-011-9158-9
 11. Nishiyama M, Togashi K, Aihara T, and Hong K, GABAergic activities control spike timing- and frequency-dependent long-term depression at hippocampal excitatory synapses. Frontiers in Synaptic Neuroscience, Volume 2 (22), pp1-15, 2010 DOI: 10.3389/fnsyn.2010.00022

学会等発表

<国際会議・ポスター発表>

1. M. Kondo, T. Kitajima, S. Fujii, M. Nishiyama, T. Aihara. Location-dependent influence of feed-forward and feed-back inhibitions in hippocampal CA1 neurons: Analysis using optical imaging method with voltage-sensitive dyes. Neuroscience 2012 Society for Neuroscience 42th annual meeting, Oct.16, 2012, New Orleans

2. Hayakawa, T. Kamijou, Y. Fukushima, H. Hayashi, E. Hida, T. Aihara. Spatio-temporal interaction between lateral and medial dendritic inputs in hippocampal granule cell. The Society for Neuroscience, Neuroscience2012, Oct. 14, 2012, New Orleans
3. T Kamijo, I Tsuda, Y Yamaguti, Y Fukushima, M Tsukada, T Aihara. Cantor coding for a spatio-temporal input sequence in the CA1. The Society for Neuroscience, Neuroscience2012, Oct. 13, 2012, New Orleans
4. T. Samura, Y.D. Sato, Y. Ikegaya, H. Hayashi, T. Aihara. Diverse background activities hidden in power-law spontaneous activity of hippocampal CA3 slice culture. The 6th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and the 13th International Symposium on Advanced Intelligent Systems, Nov. 21, 2012, Kobe
5. T. Samura, Y.D. Sato, Y. Ikegaya, H. Hayashi, T. Aihara. Power-Law Scaling of Synchronization Robustly Reproduced in the Hippocampal CA3 Slice Culture Model with Small-World Topology. The 19th International Conference on Neural Information Processing, Nov. 14, 2012, Doha
6. T. Kamijo, H. Hayakawa, A. Sashi, Y. Fukushima, E. Hida, T. Aihara. Nonlinearity of the input integration of in the dentate Granule cell. The Society for Neuroscience, Neuroscience2011, Nov. 15, 2011, Washington DC
7. H. Hayakawa, T. Kamijou, Y. Fukushima, T. Kitajima, T. Aihara. Different information processing depending on the dendritic locations in hippocampal granule cell. The Society for Neuroscience, Neuroscience2011, Nov. 15, 2011, Washington DC
8. Y. Ide, M. Takahashi, J.M. Lauwereyns, M. Tsukada, and T. Aihara. Activation of Guinea Pig Auditory Cortex Induced by Foot Shock Alone after Fear Conditioning. The Society for Neuroscience, Neuroscience2011, Nov. 15, 2011, Washington DC
9. Y. Segawa, T. Aihara, Z. Feng, S. Kang, T. Kitajima. Inductive property of the voltage-dependent Ca²⁺-channels to sub-threshold resonance. The Society for Neuroscience, Neuroscience2011, Nov. 14, 2011, Washington DC
10. E. Sugisaki, Y. Fukushima, M. Tsukada, T. Aihara. Acetylcholine modulation on STDP in CA1 region of hippocampus. The Society for Neuroscience, Neuroscience2011, Nov. 14, 2011, Washington DC
11. M. Kondo, M. Tsukada, H. Sasaki, T. Aihara. Interaction of dendritic locations on STDP of hippocampal CA1 area using optical imaging. 8th IBRO World Congress of neuroscience, IBRO2011, July 18, 2011, Florence
12. E. Sugisaki, Y. Fukushima, M. Tsukada, T. Aihara. Modulation by acetylcholine of STDP in rat hippocampal CA1 network. 8th IBRO World Congress of Neuroscience, IBRO2011, July 18, 2011, Florence
13. H. Hayakawa, T. Kamijou, Y. Fukushima, T. Aihara. Location dependency of information processing in the dendrite of hippocampal granule cells. 8th IBRO World Congress of Neuroscience, IBRO2011, July 15, 2011, Florence
14. T. Kamijo, H. Hayakawa, Y. Fukushima, T. Aihara. Integration of different inputs in the rat hippocampal dentate gyrus. 8th IBRO World Congress of Neuroscience, IBRO2011, July 15, 2011, Florence
15. Y. Ide, M. Takahashi, J. Lauwereyns, G. Sandner, M. Tsukada, and T. Aihara. The Influence of Fear Conditioning on Activation of Guinea Pig Auditory Cortex in the Absence of Sound. 8th IBRO World Congress of Neuroscience, IBRO2011, July 16, 2011, Florence
16. Y. Ide, M. Takahashi, J. Lauwereyns, M. Tsukada, and T. Aihara. Integration of Hetero Inputs to Guinea Pig Auditory Cortex Established by Fear Conditioning. The 3rd International Conference on Cognitive Neurodynamics, ICCN2011, June 10, 2011, Niseko
17. M. Kondo, T. Kitajima, T. Aihara. Backpropagating action potentials mediate other sites of STDP among hippocampal CA1 neuronal dendrites. The 15th annual meeting of the ASSC satellite A joint Tamagawa University-Caltech Lecture Course, June 7, 2011, Kyoto
18. T. Kamijo, H. Hayakawa, Y. Fukushima, T. Aihara. Information processing on the dendrite in hippocampal granule cells. The 15th annual meeting of the ASSC satellite A joint Tamagawa University-Caltech Lecture Course, June 7-8, 2011, Kyoto
19. M.Yoneyama, Y.Fukushima, H.Kojima, T.Aihara, M.Tsukada. Characteristics of spatial-temporal summation of local EPSP in hippocampal CA1 pyramidal neurons using laser uncaging stimulation. The Society for Neuroscience, Neuroscience2010, Nov. 17, 2010, San Diego
20. E. Sugisaki, Y. Fukushima, H. Hayakawa, M. Tsukada, T. Aihara. The effect of cholinergic inputs on STDP in hippocampal CA1 network. The Society for Neuroscience, Neuroscience2010 Nov. 14, 2010, San Diego
21. Y.Ide, M.Tsukada, T.Aihara. Optical imaging of plastic changes induced by fear conditioning in the auditory cortex. The Society for Neuroscience, Neuroscience2010, Nov. 14, 2010, San Diego
22. M.Kondo, T. Kitajima, M. Tsukada, T. Aihara. Interaction between temporal information of dendritic inputs in hippocampal CA1 neurons. The Society for Neuroscience, Neuroscience 2010, Nov. 14, 2010, San Diego
23. Eriko Sugisaki, Yasuhiro Fukushima, Hirofumi Hayakawa, Minoru Tsukada, Takeshi Aihara. The effect of cholinergic input for STDP in hippocampal CA1 pyramidal neuron. Joint Tamagawa-Keio-Caltech Lecture Course on Neuroeconomics, Sep. 10, 2010, Tokyo
24. Yoshinori Ide, Minoru Tsukada, Takeshi Aihara. Optical imaging of plastic changes induced by fear conditioning in the auditory cortex. Joint Tamagawa-Keio-Caltech Lecture Course on Neuroeconomics, Sep. 10, 2010, Tokyo
25. Makoto Yoneyama, Yasuhiro Fukushima, Takeshi Aihara, Minoru Tsukada. The spatial-temporal characteristics of synaptic EPSP summation on the dendritic trees of hippocampal CA1 pyramidal neurons as revealed by laser uncaging stimulation. Joint Tamagawa-Keio-Caltech Lecture Course on Neuroeconomics, Sep. 10, 2010, Tokyo
26. Masashi Kondo, Yasuhiro Fukushima, Minoru Tsukada, Takeshi Aihara. The interaction of dendritic inputs in hippocampal CA1 neurons. Joint Tamagawa-Caltech Lecture Course on DECISION MAKING, Mar. 3-5 2010, Tokyo
27. Eriko Sugisaki, Yasuhiro Fukushima, Hirofumi Hayakawa, Minoru Tsukada, Takeshi Aihara. The effect of colinergic inputs for STDP induction in hippocampal CA1 pyramidal cells. Joint Tamagawa-Caltech Lecture Course on DECISION MAKING, Mar. 3-5 2010, Tokyo
28. M.Kondo, Y.Fukushima, T.Kitajima M.Tsukada, T.Aihara. The analysis of interaction among dendritic inputs in Hippocampal CA1 neurons. Society for neuroscience, Neuroscience2009, Oct. 19, 2009, Chicago

29. M.Kondo, Y.Fukushima, M.Tukada, T.Aihara. The influence of modulating the Back-Propagating Action-Potential on STDP in hippocampal CA1 area. IUPS2009 39th International Congress of Physiological Sciences, July. 29, 2009, Nagoya
30. R.Ikeda, M.Kondo, Y.Fukushima, M.Tsukada, T.Aihara. The role of information processing along processing along a dendrite of hippocampal CA1 neurons on the binding problem. The Society for Neuroscience, Neuroscience2008, Nov. 15, 2008, Washington
31. Y.Fukushima, S.Kiryu, M.Tsukada, T.Aihara. The effect of the proximal dendritic input on the information processing at the distal dendrite by means of back-propagating action potential in the hippocampal CA1 neuron. Society for Neuroscience, Neuroscience2008, Nov. 17, 2008, Washington
- <国内会議・ポスター発表>
1. 早川博章、上條中庸、佐村俊和、相原威、海馬顆粒細胞の樹状突起部位に依存した情報処理、日本神経回路学会 JNS2012、9.14、2012、名古屋（査読あり）
 2. 近藤 将史、相原 威。海馬 CA1 野ニューロンにおける feed-forward/feed-back shunting 効果の時空間的解析、第 35 回日本神経科学大会 9.20、2012、名古屋（査読有り）
 3. 近藤 将史、相原 威、海馬 CA1 神経細胞における抑制入力の動的膜電位抑制：光計測法を用いた解析、日本神経回路学会第 22 回全国大会、9.13、2012、名古屋（査読有り）
 4. 近藤 将史、相原 威、膜電位イメージング法を用いた海馬 CA1 野フィードフォワード・フィードバック抑制入力の時空間ダイナミクス解析、2012 年 包括脳夏のワークショップ、7.26、2012、仙台（査読有り）
 5. 早川 博章、上條 中庸、佐村 俊和、相原 威、海馬歯状回における空間・非空間情報の処理様式の解析、包括型脳科学研究推進支援ネットワーク 夏のワークショップ、7.26、2012、仙台
 6. 佐村 俊和、杉崎 えり子、酒井 裕、林 初男、相原 威、長期抑圧の調節によるリカレントネットワークに生じる距離に依存する結合強度分布と指向性興奮伝播への影響、ニューロコンピューティング研究会 NC2012-10、10.5、2012、北九州
 7. 佐村 俊和、酒井 裕、林 初男、相原 威、興奮伝播を生ずるリカレントネットワークに生じる距離依存結合強度分布、日本神経回路学会 第 22 回全国大会、9.14、2012、名古屋 査読有
 8. 佐村 俊和、杉崎 えり子、酒井 裕、林 初男、相原 威、興奮伝播を生ずるリカレントネットワークが獲得する方向・距離に依存した結合強度分布と LTD の影響、包括型脳科学研究推進支援ネットワーク 夏のワークショップ、7.26、2012、仙台
 9. T. Kamijo, H Hayakawa, Y Fukushima, Y Kubota, N Isomura, T. Aihara. Supralinearity of input integration at dendritic branches in dentate granule cells. The 22nd Annual Conference of the Japanese Neural Network Society, Sep. 13, 2012, Nagoya.
 10. 上條 中庸、海江田 岳、早川 博章、福島 康弘、相原 威、海馬歯状回顆粒細胞における非線形性、第 89 回日本生理学会大会、3.29、2012、松本
 11. 上條 中庸、早川 博章、福島 康弘、相原 威、海馬歯状回における非線形情報処理の解析、ニューロコンピューティング研究会、3.14、2012、東京
 12. T. Kamijo, H Hayakawa, Y Fukushima, Y Kubota, N Isomura, T. Aihara. Nonlinear information processing of the hippocampal dentate gyrus. The 21st Annual Conference of the Japanese Neural Network Society, Dec. 15, 2011, Okinawa
 13. M. Kondo, H. Sasaki, T. Aihara Spatial dependency of inhibitory components in hippocampal CA1 area: analysis using optical imaging method with voltage-sensitive dye The 21st Annual Conference of the Japanese Neural Network Society, Dec. 15-17, 2011
 14. E. Sugisaki, Y. Fukushima, H. Hayakawa, M. Tsukada, T. Aihara Influence of acetylcholine on spike timing-dependent plasticity in CA1 network of rat hippocampal slices Neuro2011, 2011
 15. 杉崎 えり子、福島 康弘、早川 博章、塚田 稔、相原 威 ラット海馬スライスの CA1 ネットワークにおけるスパイクタイミング依存可塑性へのアセチルコリン効果 Neuro 2011 (横浜) 9月 14-17 日, 2011(ポスター, P2-a18, 9月 15 日)
 16. 早川 博章、上條 中庸、福島 康弘、相原 威 海馬歯状回の樹状突起における周波数依存的な情報処理 Neuro 2011 (横浜) 9月 14-17 日, 2011(ポスター, P2-b08, 9月 15 日)
 17. (H. Hayakawa, T. Kamijou, Fukushima Y., Aihara T. Frequency-dependent information processing in the dendrite of hippocampal granule cells Neuro2011, 2011)
 18. 上條 中庸、早川 博章、福島 康弘、相原 威 ラット海馬歯状回における異なる入力の相互作用 Neuro 2011 (横浜) 9月 14-17 日, 2011(ポスター, P2-b17, 9月 15 日)
 19. (T. Kamijo, H. Hayakawa, Y. Fukushima, T. Aihara Interaction of different inputs in the rat hippocampal dentate gyrus Neuro2011, 2011)
 20. 井出 吉紀、高橋 宗良、J. Lauwereyns、塚田 稔、相原 威 恐怖条件づけにより聴覚野に生じる異なる感覚モダリティの統合 Neuro 2011 (横浜) 9月 14-17 日, 2011(ポスター, P4-i17, 9月 17 日)
 21. (Y. Ide, M. Takahashi, J. Lauwereyns, M. Tsukada, and T. Aihara Integration of Different Sensory Modalities in the Auditory Cortex Established by Fear Conditioning Neuro2011, 2011)
 22. 早川 博章、上條 中庸、福島 康弘、相原 威 海馬歯状回顆粒細胞の樹状突起における情報処理の解析 FIT2011 第 10 回情報科学技術フォーラム 函館大学 (北海道) 9月 7-9 日 RG-002
 23. 早川 博章、上條 中庸、福島 康弘、相原 威 海馬歯状回顆粒細胞の樹状突起における 2 点間の情報処理の違い ニューロコンピューティング研究会 NC2011-3 pp. 9-13 琉球大学(沖縄) 6月 23 日 2011
 24. 早川 博章、上條 中庸、米山 誠、福島 康弘、相原 威 海馬顆粒細胞の樹状突起における情報処理 電子情報通信学会 第 16 回東京支部 学生会研究発表会 3月 12 日 2011 p27
 25. 上條 中庸、早川 博章、福島 康弘、相原 威 海馬歯状回における異なる入力情報の相互作用 電子情報通信学会 第 16 回東京支部 学生会研究発表会 3月 12 日 2011 p29
 26. 近藤 将史、武石 歴名、佐々木 寛、相原 威 光計測を用いた海馬 CA1 野樹状突起の入力統合機能 電子情報通信学会 第 16 回東京支部 学生会研究発表会 3月 12 日 2011 p31
 27. 武石 歴名、近藤 将史、佐々木 寛、相原 威 海馬 CA1 樹状突起の時空間入力加算；光計測法を用いた解析 電子情報通信学会 第 16 回東京支部 学生会研究発表会 3月 12 日 2011 p32
 28. 瀬川 友作 (山形大)・相原 威 (玉川大)・北嶋龍雄 (山形大) 閾値下共鳴振動現象へのカルシウム依存性 K+ チャネルの関わり 電子情報通信学会技術報告 NC2010-141 pp.83-87 玉川大学 (東京) 3月 7 日 2011
 29. 近藤 将史、塚田 稔、相原 威 海馬 CA1 領域のネットワーク構造に拠った逆伝搬活動電位の変調 - A Network-structure dependent modulation of Back-propagating Action Potential in Hippocampal CA1 area 『脳と心のメカニズム』第 11 回 冬のワークショップ 1月 11-13 日 2011
 30. 早川 博章、上條 中庸、米山 誠、福島 康弘、相原 威 海馬歯状回の樹状突起における情報処理『脳と心のメカニズム』第 11 回 冬のワークショップ 1月 11-13 日 2011
 31. 早川 博章、上條 中庸、米山 誠、福島 康弘、相原 威 海馬顆

- 粒細胞の樹状突起における情報処理 Neuro 2010 (神戸)9月2-4日, 2010(ポスター, P1-a08, 9月2日) (H. Hayakawa, T. Kamijo, M. Yoneyama, Y. Fukushima, T. Aihara Information processing on the dendrite in hippocampal granule cells Neuro 2010, 2010)
32. 米山 誠、福島康弘、小島 比呂志、磯村宜和、相原威、塚田 稔 レーザーアンケーシング刺激による海馬 CA1 錐体細胞の樹状突起上の EPSP の時空間加重特性 Neuro 2010 (神戸)9月2-4日, 2010(ポスター, P1-a21, 9月2日) (M. Yoneyama, Y. Fukushima, H. Kojima, Y. Isomura, T. Aihara, M. Tsukada The spatial-temporal characteristics of synaptic EPSP summation on the dendritic trees of hippocampal CA1 pyramidal neurons using laser uncaging stimulation Neuro 2010, 2010)
33. 左氏歩、江俣直之、藤井聡、相原威、佐々木寛 睡眠前後の再認成績による記憶記録課題遂行中の事象関連電位の解析 Neuro 2010 (神戸)9月2-4日, 2010(ポスター, P1-m08, 9月2日) (Sashi, N. Emata, S. Fujii, T. Aihara, H. Sasaki Event-related potential during memory encoding of words analyzed by pre/post-sleep recognition performance Neuro 2010, 2010)
34. 井出吉紀、塚田 稔、相原威 恐怖条件付けにより聴覚野に生じる可塑的変化の光計測 Neuro 2010 (神戸)9月2-4日, 2010(ポスター, P2-i04, 9月3日) (Y. Ide, M. Tsukada, T. Aihara Optical Imaging of Plastic Changes Induced by Fear Conditioning in The Auditory Cortex Neuro 2010, 2010)
35. 近藤将史、福島康弘、塚田 稔、相原威 海馬 CA1 ニューロンのデンドライト入力間の相互作用: 光計測法を用いた解析 Neuro 2010 (神戸)9月2-4日, 2010(ポスター, P3-a30, 9月4日) (M. Kondo, Y. Fukushima, M. Tsukada, T. Aihara, Interaction between dendritic inputs in Hippocampal CA1 neurons: the analysis using optical imaging method Neuro 2010, 2010)
36. 杉崎えり子、福島康弘、塚田 稔、相原威 海馬 CA1 ネットワークにおけるアセチルコリンによる STDP への影響 Neuro 2010 (神戸)9月2-4日, 2010(ポスター, P3-a31, 9月4日) (E. Sugisaki, Y. Fukushima, M. Tsukada, T. Aihara Cholinergic modulation on STDP in hippocampal CA1 network Neuro 2010, 2010)
37. 相原威、藤井聡、酒井裕 内因性コリン作動性入力のボトムアップ情報統合への影響 包括脳ネットワーク夏のワークショップ「ヘテロ複雑システムによるコミュニケーション理解のための神経機構の解明」、7月27-28日, 2010
38. 井出 吉紀、塚田 稔、相原 威、モルモット聴覚野におけるボトムアップ・トップダウン情報の相互作用 包括脳ネットワーク夏のワークショップ (札幌) 7月27-30日, 2010(ポスター, 新学術津田-05, 7月27-28日)
39. 相原 威、近藤 将史、福島 康弘、佐々木 寛、塚田 稔、海馬 CA1 野ニューロンの入力間相互作用 第 87 回日本生理学会大会 (盛岡) 5月21日, 2010 (相原威 座長・オーガナイザー、シンポジウム 46 C 会場 5月21日 脳のリズムとシナプス可塑性)
40. (T. Aihara, M. Kondo, Y. Fukushima, H. Sasaki, M. Tsukada, The interaction between distal and proximal dendritic inputs in hippocampal CA1 neurons, The 87th Annual Meeting of the Physiological Society of Japan, 2010)
41. 吉田 典弘、興石 健一、早川 博章、北嶋 龍雄、相原 威、海馬 CA1 ニューロンの樹状突起における逆伝播活動電位の伝送特性 第 29 回日本シミュレーション学会大会 (山形大学) 6月20日, 2010 (相原威 座長: Sess. 11 神経系の解析と応用)
42. 杉崎 えり子、福島 康弘、早川 博章、塚田 稔、相原 威、海馬 CA1 ネットワークにおけるアセチルコリンの STDP への効果 第 25 回生体・生理工学シンポジウム、9月24日, 岡山、2010 (相原威 座長: セッション神経工学)
43. 杉崎 えり子、福島 康弘、早川 博章、塚田 稔、相原 威、海馬 CA1 野におけるトップダウン入力による情報統合メカニズム、電子通信学会 総合大会 (仙台) 3月16日, 2010
44. 早川 博章、上條 中庸、坂田 幸介、相原 威、海馬歯状回における入力情報の統合 電子通信学会 総合大会 (仙台) 3月16日, 2010
45. 上條 中庸、高橋 英之、相原 威、不安感は写真鑑賞時の視線の動きに反映される 『脳と心のメカニズム』第 10 回 冬のワークショップ 1月12日, 2010
46. 近藤 将史、福島 康弘、塚田 稔、相原 威、海馬 CA1 樹状突起の入力情報統合機能 『脳と心のメカニズム』第 10 回 冬のワークショップ 1月12日, 2010
47. 興石 健一、杉崎 えり子、相原 威、海馬 CA1 ニューロンにおける入力タイミングによる情報処理への影響 FIT2009 9月, 2009
48. 池田 良輔、近藤 将史、福島 康弘、北嶋 龍雄、塚田 稔、相原 威、海馬 CA1 におけるデンドライトの入力間相互作用 電子情報通信学会技術報告 Vol.108 No.480 p37-42, 2009
49. 近藤 将史、内久根 優輝、塚田 稔、相原 威、光計測法を用いた海馬樹上突起における情報処理の解析 電子情報通信学会技術研究報告 106 巻 591 号 2008
50. 池田 良輔、近藤 将史、福島 康弘、塚田 稔、相原 威、情報統合のための単一細胞樹状突起の情報処理の役割 第 31 回日本神経科学会 (neuroscience 2008), 2008
51. 北嶋 龍雄、相原 威、西山 誠、ニューロングリア回路網を介する異シナプス可塑性のモデリング 電子情報通信学会技術報告 (NC 研究会 2008 - 1) P37-42, 2008
52. 近藤 将史、池田 良輔、福島 康弘、塚田 稔、相原 威、海馬 CA1 デンドライトに沿った情報処理のメカニズム 電子情報通信学会情報科学技術 FIT2008 G-015
53. 興石 健一、吉田 典弘、塚田 稔、相原 威、海馬 CA1 ニューロンにおけるシナプス入力による逆伝播活動電位への影響 電子情報通信学会情報科学技術 FIT2008 G-016

基調・招聘講演

<国際会議>

1. Takeshi Aihara, Eriko Sugisaki, Yasuhiro Fukushima and Minoru Tsukada. Influence of the endogenous acetylcholine on STDP induction. The 3rd International Conference on Cognitive Neurodynamics, ICCN2011, June 10, 2011, Niseko
2. T. Aihara, Y. Fukushima, M. Tsukada. Interaction among dendritic inputs in Hippocampal CA1 network. Dynamic Brain Forum'09, July. 29, 2009, Kyoto

<国内会議>

1. T. Aihara, T. Kamijo, H. Hayakawa Nonlinear information processing of the dentate granule cell in hippocampus The 26th Symposium on Biological and Physiological Engineering Neurorobotics I, 3B1-2 Ritumeikan University Biwako, 2011

活動実績 (各種委員委嘱など)

- 日本神経回路学会 総務理事、監事、プログラム委員
- 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会 幹事
- 日本学術振興会審査委員
- Cognitive Neurodynamics 査読委員
- ICONIP 査読委員

外部資金獲得状況 (本人・指導担当ポスドクおよび大学院生)

相原威

- 特定領域研究 平成 19 年度～平成 20 年度／研究課題名：海馬神経回路網の情報統合メカニズム／研究経費 (直接経費)：1,900,000 円
- 基盤研究 (C) 平成 20 年度～平成 23 年度／研究課題名：海馬神経回路網の情報表現とモデルの構築／研究経費 (直接経費)：3,500,000 円
- 新学術領域研究 平成 21 年度～平成 25 年度／研究課題名：異なる入力情報の相互作用による自己組織化メカニズムの解明／研究経費 (直接経費)：41,300,000 円

福島康弘 (川崎医療福祉大学)

- 基盤研究 (C) 分担 平成 23 年度～平成 26 年度／研究課題名：学習・記憶における部分と全体の情報表現／研究経費 (直接経費)：760,000 円

共同研究実施状況

期間：下記はすべて平成 20 年度から平成 25 年 3 月までの共同研究である。

<学内>

研究内容：海馬 CA1 野および歯状回の記憶情報処理感覚系の連合学習

塚田 稔 (脳科学研究所 客員教授), 酒井 裕 (脳科学研究所 准教授)

・指導担当ポスドクおよび大学院生

上條 中庸 (玉川大学脳情報研究科博士課程)

近藤 将史 (玉川大学脳情報研究科博士課程)

米山 誠 (玉川大学工学研究科博士課程および脳科学研究所ポスドク)

研究内容：感覚情報の連合学習

塚田 稔 (脳科学研究所 客員教授), 井出 吉紀 (脳科学研究所ポスドク)

研究内容：海馬 CA3 野の記憶情報処理

佐村 俊和 (脳科学研究所 ポスドク)

研究内容：海馬 CA1 におけるアセチルコリンの記憶情報処理に関わる効果

杉崎 えり子 (玉川大学工学研究科博士課程 現職：脳科学研究所ポスドク)

<学外>

研究内容：感覚系の連合学習

ゴイ・サンドナー (仏 ルイパスツール大学 医学部 教授)

ヤン・ローレンス (九州大学 教授)

高橋 宗良 (九州大学 特任助教 平成 22 年 11 月まで脳科学研究所ポスドク)

研究内容：条件付け学習に関わる海馬の役割

藤原 浩樹 (山形大学 医学部 助教 平成 20 年 3 月まで脳科学研究所ポスドク)

研究内容：海馬 CA1 における抑制性細胞の記憶情報処理への関与

西山 誠 (ニューヨーク大学 医学部 准教授)

北嶋 龍雄 (山形大学 工学部 教授 平成 24 年 4 月よりマレーシア大学教授)

藤井 聡 (山形大学 医学部 教授)

研究内容：海馬 CA1 野および歯状回の記憶情報処理感覚系の連合学習

窪田 芳之 (国立生理学研究所 准教授)

福島 康弘 (川崎医科大学 講師 平成 23 年 3 月まで脳科学研究所ポスドク)



【事業推進担当者】

岡田浩之 Hiroyuki Okada

所属 玉川大学脳科学研究所・脳情報研究科(脳情報専攻)・工学研究科
(システム科学専攻)・教授

研究テーマ：コミュニケーションと認知の発達のモデル

キーワード：認知発達、ロボティクス、コミュニケーション

グローバル COE 期間中の研究活動

友愛感グループの一員として、「社会に生きる心」を支える脳機能、特に協調的社会性に焦点をあて、その認知発達科学・脳科学的解明を目的に研究を行ってきた。特に、乳幼児の発達研究を中心にロボティクスなどの諸領域と学際的研究協力体制を構築し、互いの方法論や知見を共有することで、コミュニケーションを実現する心的機能の解明を目指してきた。

主な成果としては、乳幼児を対象にした調査により明らかになった、母子間コミュニケーションの発達の変化を自律ロボットの知能に応用した研究が挙げられる。生後のごく初期の歩行動作の獲得や語意獲得に関する環境の役割を発達心理学的な手法で明らかにし、それらのモデルを家庭用のサービスロボットに実装した。

研究成果の評価のため、家庭用サービスロボットの競技会であるロボカップ@ホームリーグに挑戦したところ、2008年度から2012年度の5年間で世界大会での優勝が2度、準優勝が2度という好成績を得ることができ、我々の研究のレベルの高さを示すことができた。

さらに、社会心理学のグループと共同で、乳幼児を対象にした向社会性の発達の融合研究を立ち上げた。これまでの乳幼児発達研究では対象は個の乳児であり、彼らが所属する社会における発達とう視点に欠けていた。乳幼児発達研究に社会という場を導入することで従来とは異なる発達研究の拠点を形成することができた。

グローバル COE 終了後の研究予定

本GCOEで運営している「玉川大学赤ちゃんラボ」は常時1000名を越す被験者プールを有する、国内有数の発達研究の拠点になった。今後は、その資産を有効に活用するため、玉川大学脳科学研究所における脳研究と一体で研究を進め、ほかの研究拠点ではできない、乳幼児の脳研究の拠点にしていきたい。

また、玉川学園は幼稚園から大学までを同一キャンパスで運営する一貫学園であり、その特徴を活かした縦断

的な発達研究を行っていく。

学位論文指導状況

<博士>

副査、渡邊言也「Enhanced Reward Prediction Error Signal in the Ventral Striatum Acceleration of Cue-reward Association Learning by Emotional Stimulus」2012年度

副査、森文彦「対象物抽出のためのエッジ検出法及び領域分割法の研究」2011年度

副査、横山絢美「社会的インタラクション場面における行動決定過程のモデル化とその評価」2010年度

<修士>

主査、齋藤千夏「意識的・無意識的同調がロボットへの親和性に与える影響」2012年度

副査、鈴木春香「魅力度判定における中心視に及ぼす周辺視への影響に関する国際間比較」2012年度

主査、大部恵子「家庭環境におけるロバストな人物追跡法の検討」2010年度

主査、大貫泰「商品選択課題を用いたリスクと知識獲得の関係についての研究」2010年度

主査、荒岡皓「脳波を利用するBrain-Machine InterfaceのためのASSRを用いた注意推定」2010年度

副査、幸田一隆「自動車運転者の危険知覚の計算モデル化」2010年度

副査、井手貴大「移動障害物との衝突回避を考慮した車輪型移動ロボットのナビゲーション」2010年度

副査、後藤大輔「GPU Powered DT-CNNによる画像の高解像度化」2010年度

副査、鈴木陽一朗「移動型ロボットにおける距離画像による移動物体の追跡」2010年度

副査、矢作拓也「ロボカップサッカー・シミュレーションリーグにおけるチームワークの研究 一人間行動の視野データ分析及びシミュレータへの実装」(慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士論文) 2009年度

副査 江俣直之「睡眠前後の再認成績を用いた記憶記録
関連脳電位の解析」(玉川大学大学院工学研究科電子情
報工学専攻修士論文) 2009 年度

主査 小山潤「物理シミュレーションによるロボット歩
行パターンの最適化」(玉川大学大学院工学研究科電子
情報工学専攻修士論文) 2008 年度

主査 戸田航平「身体感覚偏向デバイスを用いた行動誘
導のモデル化」(玉川大学大学院工学研究科電子情報工

学専攻修士論文) 2008 年度

副査 板垣将太「カテゴリー推論における前頭前皮質と
大脳基底核の機能的役割の比較研究」(玉川大学大学院
工学研究科電子情報工学専攻修士論文) 2008 年度

副査 森 文彦「逐次走査型処理による移動物の抽出と
認識」(玉川大学大学院工学研究科電子情報工学専攻修
士論文) 2008 年度

研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Takahashi, H., Saito, C., Okada, H., Omori T., An investigation of social factors related to online mentalizing in a human-robot competitive game., Japanese Psychological Research, 55(2), 2013
2. 幼児はいかに他者という記号をロボットに見いだすか?, 高橋英之, 岡田浩之, 人工知能学会誌, 2012/11, 27(6), pp.612-618
3. エージェントの擬人化の背景にある並列的な認知処理, 高橋英之・岡田浩之・大森隆司・金岡利知・渡辺一郎, 人工知能学会誌, 2013/03, 28(2), pp.264-271
4. 中村友昭, アッタミミ ムハンマド, 杉浦孔明, 長井隆行, 岩橋直人, 戸田智基, 岡田浩之, 大森隆司, 拡張モバイルマニピュレーションのための新規物体の学習, 日本ロボット学会誌, Vol.30 (2012), No. 2, 213 - 224
5. Saji, N., Imai, M., Saalbach, H., Zhang, Y., Shu, H., & Okada, H., Word learning does not end at fast-mapping: Evolution of verb meanings through reorganization of an entire semantic domain, Cognition, 2011, 118(1), pp.45-61
6. Gökşun, T., Hirsh-Pasek, K., Golinkoff, R. M., Imai, M., Konishi, H. and Okada, H. (2011), Who is crossing where? Infants' discrimination of figures and grounds in events., Cognition, 121(2), 176-95.
7. Nakamura, T., Sugiura, K., Nagai, T., Iwahashi, N., Toda, T., Okada, H. and Omori, T. (2011), Learning Novel Objects for Extended Mobile Manipulation, JOURNAL OF INTELLIGENT & ROBOTIC SYSTEMS, DOI: 10.1007/s10846-011-9605-1, pp.1-18.
8. Maguire, M., Hirsh-Pasek, K., Golinkoff, R., Imai, M., Haryu, E., Vanegas, S., Okada, H., Pulverman, R., Sanchez-Davis, B. A developmental shift from similar to language specific strategies in verb acquisition: A comparison of English, Spanish, and Japanese, Cognition, 2011, 114(3), pp.299-319.
9. Haryu, E., Imai, M., & Okada, H., Object Similarity Bootstraps Young Children to Action-Based Verb Extensions. Child Development 2011, 82-2, pp.674-686.
10. 宮崎美智子, 高橋英之, 岡田浩之, 開一夫, 自己認識における運動主体感の役割と発達メカニズム日本認知科学会誌, 2011-03-01, 18(1),
11. 宮崎美智子, 岡田浩之, 針生悦子, 今井むつみ. 動詞語意獲得における養育者の語りかけの影響. 脳科学研究所紀要. 2010, (3), pp.17-23
12. 高橋英之, 岡田浩之, コミュニケーションにおける曖昧さとその機能, 日本知能情報ファジィ学会誌, 2010-08-15, 22(4), pp.450-463
13. 岡田浩之・大森隆司, ロボカップ@ホーム人とロボットの共存を目指して, 人工知能学会論文誌, 2010-03-01, 25(2), pp.229-236

14. Mutsumi Imai, Sotaro Kita, Miho Nagumo, Hiroyuki Okada: Sound symbolism facilitates early verb learning, Cognition, Vol.109, No.1, pp.54-65. 2008

15. 今井むつみ・岡田浩之, 言語の成立にとって, 対称性はたまごかにわとりか, 認知科学, Vol.15, No.3, pp.470-481. 2008

16. Imai, M., Li, L., Haryu, E., Okada, H., Hirsh-Pasek, K., Golinkoff, R. & Shigematsu, J. . Novel noun and verb learning in Chinese-, English-, and Japanese-speaking children. Child Development, 79, 979-1000. 2008

書籍 (著書)

1. 「なるほど! 赤ちゃん学: ここまでわかった赤ちゃんの不思議」, 岡田浩之, 他7名, 新潮社 (2012/6/29)
2. 「新・人が学ぶということー認知学習論からの視点ー」, 今井むつみ, 岡田浩之, 野島久雄, 北樹出版 (2012/04)

学会等発表

<国際会議 (ポスター)>

1. Keiichi Kitajo, Michiko Asano, Guillaume Thierry, Sotaro Kita, Hiroyuki Okada, Mutsumi Imai; Large-scale phase synchrony of brain activity in preverbal infants detecting sound symbolism" for the 2012 CNS Annual meeting in Chicago Poster B36, Sunday, April 1
2. Schug, J., Takagishi, H., Okada, H., Miyazaki, M., Yamagishi, T. (2011). The impact of cognitive perspective taking on fairness and reciprocity in preschool children. Poster presented at the 12th annual meeting of Society for personality and Social Psychology in San Antonio, Texas, U.S.
3. Hiroyuki Okada et.al :Team eR@sers 2009 in the @Home League Team Description Paper ,Proc.of RoboCup2009 Graz Austria, 2009.
4. Saji, N., Imai, M., Saalbach, H., Zhang, Y., Shu, H. & Okada, H., From object-based category to manner-based category: Developmental trajectory of children's verb learning. Poster presented at the Biennial Meeting of Society for Research in Child Development, Denver, Colorado, USA. (2009, April)
5. Hiroyuki Okada et.al :Team eR@sers 2008 in the @Home League Team Description Paper ,Proc.of RoboCup2008 Shuzo China, 2008. (Paper)
6. Takahashi H., Okada H., Saji R., Ando H., Omori T. "Role of ambiguity of facial expression in emotion estimation". Proc. of X. International Conference on Cognitive Neuroscience, p.407(2008)
7. Haryu, E., Imai, M., Okada, H., & Kajikawa, S. 2008 Fast-mapping a proper name in 26- and 30-month-old Japanese chil-

dren. Paper presented at the XVIth Biennial International Conference on Infant Studies. Vancouver, CA. 2008

<国内会議（ポスター）>

1. 佐治量哉、安藤ハル、梶川祥世、岡田浩之、乳児の動的な表情認知の発達—光トポグラフィを用いた検討—、日本赤ちゃん学会第10回学術集会、東京都文京区、P74、2010-6-12
2. 宮崎美智子、岡田浩之、開一夫. 幼児における自己身体表象の発達と自己認識.「脳と心のメカニズム」ワークショップ（2010）
3. 高橋英之・岡田浩之・大森隆司・新在家範子、コミュニケーションにおける曖昧な意図伝達の役割のモデル的検討、「脳と心のメカニズム」冬のワークショップ（2009・1月）
4. 高橋英之、岡田浩之、大森隆司：コミュニケーションにおける曖昧な表情の利用戦略、脳と心のメカニズム夏のシンポジウム、2008
5. 高橋英之・板垣 俊・岡田浩之・大森隆司、ギャンブル課題の勝敗が表情認知に及ぼす影響 - 主観評定と事象関連電位による検討 - 『第26回日本生理心理学会大会予稿集』, p.11.2008
6. 岡田浩之・大森隆司・岩橋直人・長井隆行・杉浦孔明、ロボカップ@ホームにおける音声対話技術. 『第22回人工知能学会全国大会講演論文集』, 3E3-02,(2008).
7. 新在家範子・長村茉紀・高橋英之・岡田浩之・大森隆司. 感情理解における表情の不確実性と文脈効果の関係性. 『第22回人工知能学会全国大会講演論文集』, 2i1-03. (2008)
8. 長村茉紀・新在家範子・高橋英之・岡田浩之・大森隆司. 不確実な表情が他者の意思決定に与える影響. 『第22回人工知能学会全国大会講演論文集』, 2H2-01. (2008)
9. 岡田浩之・高橋英之・大森隆司. 文脈によって変わる表情の読み取り - 親しみやすいロボットとは何か? -. 『日本赤ちゃん学会第8回学術集会論文集』, 10-11.(2008.4)

<口頭発表・シンポジウムでの講演など（海外）>

1. Michiko Miyazaki, Hideyuki Takahashi, Hiroiyuki Okada and Takashi Omori, Using interactive eye-tracking to investigate infants' sense of agency, EyeTracKids2012, June 10, 2012
2. Takahashi, H., Miyazaki, M., Okada, H., & Omori, T., Can young infants be aware of the self-conducted volitional movement on a computer display?, the 2012 International Conference on Infant Studies, Minneapolis, Minnesota, 2012/06/07-2012/06/09
3. Miyazaki, M., Imai, M., Kita, S., Yeung, H., & Okada, H., , Sound symbolism scaffolds word-objects mapping in 14-month-olds, the 2012 International Conference on Infant Studies, Minneapolis, Minnesota, 2012/06/07-2012/06/09
4. Michiko Asano; Mutsumi Imai; Sotaro Kita; Hiroiyuki Okada; Keiichi Kitajo; Guillaume Thierry, Preverbal infants are sensitive to sound symbolism: Evidence from an ERP study Proceedings of International Conference on Infant Studies, Minneapolis, Minnesota, June 7-9, 2012
5. Choosing unknown goods: An fMRI study of product choice, Ikuya Nomura, Kazuyuki Samejima, Kazuhiro Ueda, Yuichi Washida, Hiroiyuki Okada, Takashi Omori, THE ANNUAL MEETING OF THE COGNITIVE SCIENCE SOCIETY, 2012.8
6. Miyazaki, M., Okada, H., Haryu E, & Imai, I. Japanese toddlers live in rich sound-symbolic worlds: a picture book reading study. The XVIIth Biennial International Conference on Infant Studies, 2010.
7. Muhammad Attamimi, Akira Mizutani, Tomoaki Nakamura, Komei Sugiura, Takayuki Nagai, Naoto Iwahashi, Hiroiyuki Okada, Takashi Omori, Learning Novel Objects Using Out-Of-Vocabulary Word Segmentation and Object Extraction for Home Assistant Robots, 2010 IEEE International Conference

on Robotics and Automation,

8. Haryu, E., Imai, M., & Okada, H. Object similarity foster novel verb generalization in young children. Paper presented at the Biennial Meeting of Society for Research in Child Development, Denver, Colorado, USA. (April, 2009)
9. Ayami Yokoyama, Takashi Omori, Satoru Ishikawa, Hiroiyuki Okada, "Modeling of action decision process based on intention estimation", SCIS&ISIS2008, TH-F3-1, 2008.
10. Saji, N., Saalbach, H., Imai, M, Zhang, Y., Shu, H., & Okada, H.. Fast-mapping and Reorganization: Development of Verb Meanings as a System. Proceedings of the 30th Annual Conference of the Cognitive Science Society(pp. 703-708). Mahwah, NJ: Erlbaum. (2008)

<口頭発表・シンポジウムでの講演など（国内）>

一般演題

1. コミュニケーションロボットの擬人化は単一の軸で捉えられるか? - 擬人化における志向要因と情動要因の分離 -、高橋英之、齋藤千夏、古市光俊、岡田浩之、金岡利知、渡辺一郎、HAIシンポジウム2012、2012年12月7日
2. 機械の向こうの私～ヒューマン-ロボットコミュニケーションにおけるfMRI研究～、齋藤千夏、高橋英之、寺田和憲、小嶋秀樹、土師知己、吉川雅博、松本吉央、大森隆司、岡田浩之、HAIシンポジウム2012、2012年12月8日
3. Gaze-contingencyパラダイムを用いた乳児における行為の意図性の評価、宮崎美智子・高橋英之・岡田浩之・大森隆司、日本認知科学会第29回大会論文集、142-145、2012/12/14-2012/12/14
4. 言語経験による音象徴処理の変化、浅野 倫子、北城 圭一、Guillaume Thierry, 喜多 壮太郎, 岡田 浩之, 今井 むつみ、日本認知科学会第29回大会論文集、149-152、2012/12/14-2012/12/14
5. 宮崎美智子・高橋英之・岡田浩之・大森隆司、招待講演、道具使用の発達の起源を「アイ・スクラッチ課題で測れるか?」、日本動物心理学会第156例会・玉川大学グローバルCOE特別ワークショップ「知能設計における普遍性と局所性」、2011/10/13
6. 阿部香澄、岩崎安希子、中村友昭、長井隆行、横山絢美、下斗米貴之、岡田浩之、大森隆司、"推定した子供の状態に基づいて行動を選択する遊び相手ロボット" 日本ロボット学会学術講演会、3N2-3, 2011.09
7. 谷口忠大、岩橋直人、新田恒雄、岡田浩之、長井隆行、"記号創発ロボティクスとマルチモーダルセマンティックインタラクション～実世界認知・運動・言語を統べる知能構成への挑戦～", 人工知能学会全国大会、2B2-OS22a-1, 2011.06
8. 阿部香澄、中村友昭、長井隆行、横山絢美、下斗米貴之、岡田浩之、大森隆司、"子供や高齢者と遊ぶロボット実現のための基礎的検討", 電子情報通信学会総合大会、D-12-46, 2011.03
9. 阿部香澄、中村友昭、長井隆行、横山絢美、下斗米貴之、岡田浩之、大森隆司、"子供や高齢者の遊び相手をする Playmate robot の実現と課題", 電気学会計測研究会、IM-10-081, 2010.12
10. 岡田浩之、大森隆司、中村友昭、長井隆行、杉浦孔明、岩橋直人、ロボカップ@ホーム：人間とロボットの共存を目指すためのロボット競技、計測自動制御学会(SI2010)、宮城県仙台市、2E1-1、2010-12-24
11. 齋藤千夏、高橋英之、岡田浩之、コミュニケーションロボットに対する認識の多次元性 HAI, HAIシンポジウム2010、慶應義塾大学、2010-12
12. 大森隆司、岡田浩之、中村友昭、長井隆行、杉浦孔明、岩橋

- 直人、RoboCup@home: 生活支援ベンチマークとしてのロボット競技、第 28 回 日本ロボット学会学術講演会、名古屋大学、3B-3-1, 2010-9-22
13. 宮崎美智子, 高橋英之, 岡田浩之, ボディ・マッピングにおけるヒト身体の特異性, 日本認知科学会第 27 回大会, 神戸大学, 2010-09
 14. 齋藤千夏, 高橋英之, 岡田浩之, ロボットを人として思うようになるプロセスの経時的追跡, 日本認知科学会第 27 回大会, 神戸大学, 2010-09
 15. 荒田真実子, 今井むつみ, Kantartzis Katerina, 喜多壮太郎, 岡田浩之, 触覚の音象徴が与える幼児の物認識への影響, 日本認知科学会第 27 回大会, 神戸大学, 2010-09
 16. 石井敬子, 高岸治人, Joanna Schug, 岡田浩之, 瀧本彩加, 公平性の基盤: 社会・発達心理、比較認知科学によるアプローチ、日本認知科学会第 27 回大会, 神戸大学, 2010-09
 17. 加根魯絢子, 今井むつみ, 岡田浩之, 助数詞による可算・不可算区別は文法処理か、電子情報通信学会 (思考と言語)、東京都港区、110(163), pp.25-30, 2010-08-5
 18. 宮崎美智子, 岡田浩之, 針生悦子, 今井むつみ, 対成人・対幼児発話におけるオノマトペ表出の違い: 母子絵本読み調査における検討から (発達と知識獲得) 電子情報通信学会 (思考と言語)、東京都港区、110(63), pp.27-31, 2010-05-28
 19. 内田 淳・岡田浩之、時系列の逐次処理によって対称性 (刺激等価性) の学習を行うニューラルネットワークモデル、ニューロコンピューティング研究会 (NC)、2010.3 東京都町田市、109(461), pp.473-478, 2010-03-02
 20. 岡田浩之、「乳児に親しみやすいキャラクターの検討 - アンパンマンがなぜ乳幼児に好まれるのか? -」、第 6 回赤ちゃんフォーラム、2010 年 2 月
 21. 荒田真実子, 今井むつみ, 生田目美紀, 奥田次郎, 岡田浩之, 松田哲也. シンボル接地のない擬態語の意味処理 - fMRI による検討 - 認知科学会第 26 回大会 慶應義塾大学藤沢キャンパス (2009 年 9 月 11 日)
 22. 高橋英之・岡田浩之「マルチエージェント系における個体間距離に応じた相互情報交換方式」、人工知能学会大会, 2009 年 6 月
 23. 荒田真実子・今井むつみ・奥田次郎・岡田浩之・松田哲也 擬態語は前言語 (プロト・ランゲージ) か? : 脳機能イメージング研究からの示唆、『日本認知言語学会第 9 回全国大会』(2008)
 24. 荒田真実子・松田哲也・奥田次郎・岡田浩之・今井むつみ . 擬態語の意味処理に関わる神経基盤 - fMRI による検討 - 『日本認知科学会第 25 回大会発表論文集』,01-4. (2008)
 25. 高橋英之・岡田浩之、コミュニケーションで生じるストレスを抑制するための二つの認知的基盤の仮説、第 4 回犬山比較社会認知シンポジウム (2008 年 12 月)
 26. 岡田浩之・高橋英之・長村菜紀・新在家範子・永井育子、顔ロボットの表情の曖昧さがコミュニケーションに与える影響、『HAI シンポジウム 2008』,2008.11
 27. 高橋英之・板垣俊・岡田浩之・大森隆司. 内省と事象関連電位による表情認知における文脈効果の検討. 『第 13 回日本顔学会大会 (フォーラム顔学 2008)』,05-01.,2008
 28. 長村菜紀・高橋英之・岡田浩之. 相手の表情に応じた囚人のジレンマにおける戦略の変化. 『第 13 回日本顔学会大会 (フォーラム顔学 2008)』,04-01. (2008)
 29. 永井育子・高橋英之・岡田浩之. ロボットの表情のあいまいさと信頼感. 『第 13 回日本顔学会大会 (フォーラム顔学 2008)』,04-02. (2008)
 30. 新在家範子・高橋英之・岡田浩之・大森隆司. コミュニケーションロボットの表情から受けるストレス量の評価. 『第 13 回日本顔学会大会 (フォーラム顔学 2008)』,04-03. (2008)
 31. 杉浦孔明・水谷了・中村友昭・長井隆行・岩橋直人・岡田浩之・大森隆司, 音声からの未登録語切り出しと画像からの物体抽出の統合による新規物体の学習, 『第 26 回日本ロボット学会学術講演会論文集』,1N1-05. (2008)
 32. 大部恵子・柴一樹・岡田浩之・長井隆行, 自律移動ロボットによるロボカップ@ホームへの参加, 『第 26 回日本ロボット学会学術講演会論文集』,3A1-07. (2008)
 33. 戸田航平, 渡邊紀文, 戸嶋 巖樹, 大森隆司, 岡田浩之: 前庭感覚刺激を用いた歩行誘導のモデル化, 日本知能情報ファジィ学会第 5 回脳と知覚研究部会ワークショップ, pp.5-1 - 5-4, 2008
 34. 横山純美, 岡田浩之, 大森隆司, 石川 悟, " 意図推定に基づく行動決定過程のモデル化とその評価", 電子情報通信学会技術研究報告ニューロコンピューティング研究会, NC2008-18, pp.35-40, 2008.
- #### 招聘講演
1. 「ロボカップ@ホーム 一人間とロボットの共存を目指すためのロボット競技」第 2 回知能工学部会賢さの先端研究会、2012 年 11 月
 2. 「知覚と学習」、日本認知科学会サマースクール 2012、2012 年 9 月
 3. 「赤ちゃんのおもちゃを発達脳科学から考える～基礎研究からプロダクトへのダイレクトアプローチ～」、日本赤ちゃん学会第 12 回学術集会公開シンポジウム、2012 年 6 月
 4. 「ロボカップ@ホームから@シティへ」、JSPS 第 8 回研究会 2012.3.5 大阪
 5. 「ロボカップ@ホームの現状と将来」、2010 年度ロボカップ@ホームキャンプ、2010 年 12 月
 6. 「世界大会におけるロボカップ@ホーム」、2011 年度ロボカップ@ホームキャンプ、2011 年 12 月
 7. 「ロボカップ@ホームシミュレーションの構想」、2012 年度ロボカップ@ホームキャンプ、2012 年 11 月
 8. 「ロボカップ@ホームにおける RT ミドルウェアの利用」、RT ミドルウェアサマーキャンプ、2012 年 8 月
- #### 活動実績 (各種委員委嘱など)
- 日本赤ちゃん学会常任理事 (2010 ～)
 - 日本認知科学会常任運営委員 (2009 ～)
 - 日本認知科学会編集委員 (2009 ～)
 - NPO 法人日本ロボカップ委員会常務理事 (2011 ～)
 - ロボカップジャパンオープン実行委員 (2008 ～)
- #### 受賞 (本人・指導担当ポスドクおよび大学院生)
- 2012 年ロボカップ世界大会 (メキシコシティ、メキシコ) @ホームリーグ準優勝
 - 2010 年ロボカップ世界大会 (シンガポール) @ホームリーグ優勝
 - 2010 年ロボカップジャパンオープン (大阪) @ホームリーグ優勝
 - 2010 年度ロボカップ研究賞 (ロボカップ日本委員会)
 - 2009 年ロボカップジャパンオープン (大阪) ロボット学会賞
 - 2009 年ロボカップ世界大会 (グラーツ、オーストリア) @ホームリーグ準優勝
 - 2009 年ロボカップジャパンオープン (大阪) @ホームリーグ優勝
 - 2009 年ロボカップジャパンオープン (大阪) 人工知能学会賞
 - 2008 年ロボカップ世界大会 (蘇州、中国) @ホームリーグ優勝
 - 2008 年ロボカップジャパンオープン (沼津) @ホームリーグ優勝

新聞、雑誌、テレビ、ラジオ他マスコミ関係掲載・出演など

<テレビ>

- 2012/12/27 札幌テレビ「パパ&ママ必見！教えて！子育て知恵袋」
- 2011/6/23 日本テレビ「スッキリ！！」笑う赤ちゃん特集
- 2010/12/14 テレビ朝日「スーパーモーニング」赤ちゃんを泣きやませる泣きピタ
- 2010/2/21「世の中進歩堂」、BS ジャパン、「赤ちゃんの発達がロボットを生む!?赤ちゃん研究から生まれた開発、その可能性に迫る！」
- 2010/1/30「NHK 週刊こどもニュース」、NHK テレビ、赤ちゃんの発達と知能ロボット
- 2009/10/11「奇跡の地球物語～近未来創造サイエンス～」、テレビ朝日、赤ちゃんの奇跡
- 2009/5/11「ニューステラス関西」、NHK 大阪放送局、家庭用ロボットの未来を語る
- 2008/10/18「こんにちはいっと6けん」、NHK 東京放送局、世界大会優勝ロボットのデモンストレーションを実施

<新聞・雑誌等>

- 2010/6/29 読売新聞、毎日新聞「玉川大学 eR@sers ロボカップ世界大会で優勝
- 2009/9/1, ロボコンマガジン (2009 年 9 月号) (オーム社)「玉川大学ロボカップ世界大会惜しくも準優勝」
- 2009/8/31, 産経新聞、「玉川大学 e R @ s e r s ロボ競技世界一奪還目指す」
- 2009/8/20, タウンニュース、「アトムを越える!?共生ロボット」
- 2009/5/27, RobotWatch (インプレス社)、「家庭の中で、人とロボットの協働をシミュレーションする@HOMEリーグ編」
- 2009/4/1, AcademicSolution(東京エレクトロン)、「ロボカップ世界大会で優勝とその技術」
- 2008/10/21, 学研サイエンスキッズ、「中国の蘇州で行われたロボカップ世界大会で日本のチームが優勝！」
- 2008/10/1, ロボコンマガジン No.60(2008 年秋号) (オーム社)「玉川大学ロボカップ世界大会で優勝」
- 2008/08/07, 読売新聞、「玉川大のロボ 世界大会 V」
- 2008/08/01, 朝日新聞、「ロボカップ世界大会 玉川大合同チーム V 家庭用部門で」
- 10.2008/05/28, 読売新聞、「玉川大 ロボカップ V」
- 11.2008/05/19, RobotWatch (インプレス社)、「ロボカップジャパンオープン 2008 沼津」レポート～@ホームリーグ編」

外部資金獲得状況 (本人・指導担当ポスドクおよび大学院生)

- 科学研究費補助金 (新学術領域研究)、研究分担者、2011.8.1-2015.3.31,
「ヒト乳児の言語学習を可能にするモデルフリー・モデルベースの学習機構」
H22 年度 14,400,000 円 (直接経費)、4,320,000 円 (間接経費)
H23 年度 14,400,000 円 (直接経費)、4,320,000 円 (間接経費)
H24 年度 9,000,000 円 (直接経費)、2,700,000 円 (間接経費)
- 科学研究費補助金 (基盤研究 (A))、研究分担者、2010.4.1～2014 年 3.31,
「人はどのようにヘレン・ケラーの問題を解決するのか: 身体と言語を繋ぐ音象徴性の役割」
H22 年度 4,500,000 円 (直接経費)、1,350,000 円 (間接経費)
H23 年度 5,630,000 円 (直接経費)、1,689,000 円 (間接経費)
H24 年度 7,000,000 円 (直接経費)、2,100,000 円 (間接経費)
- 科学研究費補助金 (挑戦的萌芽研究)、研究分担者、2010.4.1-

2013.3.31,

「対称性推論は言語学習のタマゴかニワトリか: ヒト乳児とチンパンジーの直接比較」

H22 年度 400,000 円 (直接経費)、120,000 円 (間接経費)

H23 年度 400,000 円 (直接経費)、120,000 円 (間接経費)

H24 年度 100,000 円 (直接経費)、30,000 円 (間接経費)

- 科学研究費補助金 (基盤研究 (C))、研究分担者、2011.4.1～2014 年 3.31,

「タスクゆらぎに自律的に追従する知覚駆動プログラミング-家庭用ロボットを題材として-」

H23 年度 200,000 円 (直接経費)、60,000 円 (間接経費)

H24 年度 150,000 円 (直接経費)、45,000 円 (間接経費)

- 学術研究振興資金, 研究代表者、2009.4.1 - 2011.3.31

「生活支援ロボットのユーザ適応化技術 (ロボカップ@ホームを題材にした実証的研究)」

H21 年度 11,572,000 円 (直接経費のみ)

H22 年度 10,000,000 円 (直接経費のみ)

- 科学研究費補助金 (基盤研究 (C))、研究代表者、2008.4.1～2011 年 3.31,

「語意獲得における推論の対称性に関する研究」

H20 年度 1,300,000 円 (直接経費)、390,000 円 (間接経費)

H21 年度 1,100,000 円 (直接経費)、330,000 円 (間接経費)

H22 年度 1,000,000 円 (直接経費)、300,000 円 (間接経費)

- 科学研究費補助金 (研究成果の社会還元・普及事業), 研究代表者、2009.4.1-2009.8.2,

「ロボットと暮らす生活を体験しよう」、530,000 円 (直接経費のみ)

- 科学研究費補助金 (新学術領域研究)、研究分担者、2009.8.1-2014.3.31,

「社会場面での人の役割分担の自律的発生メカニズムの解明」

H21 年度 7,000,000 円 (直接経費)、2,100,000 円 (間接経費)

- 科学研究費補助金 (基盤研究 (C))、研究分担者、2008.4.1～2011 年 3.31,

「生活支援ロボットの対話と行動のユーザ適応化技術の研究」

H20 年度 280,000 円 (直接経費)、84,000 円 (間接経費)

H21 年度 280,000 円 (直接経費)、84,000 円 (間接経費)

H22 年度 200,000 円 (直接経費)、60,000 円 (間接経費)

共同研究実施状況 (本人・指導担当ポスドクおよび大学院生)

< 2012 年度 >

- (株) 富士通研究所、麻布大学「親和的インタラクション技術の定量的評価」(42 万円)

- 今井むつみ (慶應義塾大学環境情報学部)「対称性推論のメカニズムの解明」

- 岩橋直人、杉浦孔明 (NICT), 長井隆行 (電気通信大学)「ロボカップ@ホームにおける家庭用ロボットの開発」

< 2011 年度 >

- (株) 富士通研究所「親和的インタラクション技術の定量的評価」(52.5 万円)

- 今井むつみ (慶應義塾大学環境情報学部)「対称性推論のメカニズムの解明」

- 岩橋直人、杉浦孔明 (NICT), 長井隆行 (電気通信大学)「家庭用ロボットのコミュニケーションの研究」
< 2010 年度 >
 - 博報堂 (鷲田 祐一)、東京大学 (植田一博)「ニューロマーケティングの研究 (創造的組織コンサルの商品化: 知のフラット化)」
(50 万円)
 - 今井むつみ (慶應義塾大学環境情報学部)「動詞学習における語意獲得バイアスのメカニズムの解明」
 - 岩橋直人、杉浦孔明 (NICT), 長井隆行 (電気通信大学)「生活環境ロボットの適応化技術の研究」
 - 喜多壮太郎 (イギリス・バーミンガム大)、Guillaume Thierry(Univ. of Walls)「音象徴性と言語獲得の関係」
< 2009 年度 >
 - (株) 日立製作所、安藤はる・日立製作所・研究員「玩具向け乳幼児行動プロセス/脳活動の抽出・解析技術の研究」(135 万円)
 - 博報堂 (鷲田 祐一)、東京大学 (植田一博)「ニューロマーケティングの研究 (創造的組織コンサルの商品化: 知のフラット化)」
(50 万円)
 - 今井むつみ (慶應義塾大学環境情報学部)「動詞学習における語意獲得バイアスのメカニズムの解明」
 - 岩橋直人、杉浦孔明 (NICT), 長井隆行 (電気通信大学)「生活環境ロボットの適応化技術の研究」
 - 喜多壮太郎 (イギリス・バーミンガム大)、Guillaume Thierry(Univ. of Walls)「音象徴性と言語獲得の関係」
 - 高岸治人、Joanna Schu (北海道大学大学院)「不公平感の発達に関する研究」
- < 2008 年度 >
- (株) 日立製作所、安藤はる・日立製作所・研究員「玩具向け乳幼児行動プロセス/脳活動の抽出・解析技術の研究」(30 万円)
 - (株) ZEP(竹内崇)、「電子ペンの応用に関する研究」(10 万円)
 - 今井むつみ (慶應義塾大学環境情報学部)、針生悦子 (東京大学大学院教育学研究科)「名詞・動詞学習における語意獲得バイアスのメカニズムの解明」
 - 岩橋直人、杉浦孔明 (NICT), 長井隆行 (電気通信大学)「生活環境ロボットの適応化技術の研究」
 - 喜多壮太郎 (イギリス・バーミンガム大)、Guillaume Thierry(Univ. of Walls)「音象徴性と言語獲得の関係」

その他の特筆すべき成果

- 脳科学をモノづくりに活用する取り組みの一環としてバンダイの乳児玩具「BabyLabo(ベビラボ)®」の開発に協力。(株) 日立製作所、(株) バンダイと共同開発した乳児向け玩具が 2010 年 1 月 30 日 (土) 発売になった。
- ロボカップ世界大会の @home(家庭用ロボット) 部門に大学院生・学部学生のチームが参加した。2008、2009 年、2010 年と 3 年連続でジャパンオープンを制し、日本代表として世界大会に出場した。2008 年、2010 年は世界大会でも優勝し、2009 年、2012 年世界大会は惜しくも準優勝であったが、我々の研究のレベルの高さを示すことができた。



【事業推進担当者】

河野哲也 Tetsuya Kono

所属 玉川大学脳科学研究所・特別研究員、立教大学・教授

研究テーマ：脳科学と倫理観・社会観の関係性

キーワード：脳神経倫理、心の哲学、拡張した心、道徳の脳科学、現象学

グローバル COE 期間中の研究活動

(1) 心の哲学：心の哲学とは、心身関係・心脳関係についての理論的考察、心の定義、心理学など心の科学の方法論に関する原理的な考察をする哲学の分野である。近年は、とくに生態学的心理学と「拡張した心」概念をめぐる理論的な考察を行っており、この拡張した心の概念において脳と身体の働きを位置づける「脳のエコロジー」と呼ぶべき研究を行った。

(2) 脳神経倫理学：脳神経倫理は、脳科学をめぐる道徳的諸問題に関する哲学的・倫理的考察と、道徳判断や倫理観についての脳科学的研究という二つの側面を持つが、報告者は後者の研究に焦点を当てた。とくに、拡張した心の観点に立ち、心脳同一説の倫理的含意の批判的検討、現在の日本社会における「脳ブーム」の分析とそこに見られる神経神話についての批判的考察、脳科学リテラシー向上のための啓蒙的文書の発表を行った。

(3) 道徳教育の理論と方法論：道徳に関する実在論的個別主義、さらにケイパビリティ・アプローチの立場に立ちながら、初等・中等教育における道徳教育の在り方の検討と、道徳教育と民主教育・シチズンシップ教育との関係、成人における倫理性向上のためのプログラムの開発に取り組んだ。そこにおいて、脳科学がどのように寄与できるのかを検討し、性急な脳科学の導入に関して、(2)の脳神経倫理学の観点と絡めながら、批判的に考察した。

グローバル COE 終了後の研究予定

今後も、(1)～(3)のそれぞれの分野で現在の研究テーマを掘り下げていくつもりである。特に、(1)に関しては、生態学的現象学を理論的中核として、それを人間環境についての総合科学へと発展させていく。ここでは、人間環境における物(自然/人工物)、人、社会制度の相互作用を生態学的現象学の観点から分析し、人間と自然に対する関係性が最適となるような人間環境をデザインするための基礎理論を形成する研究を開始している。最終的に、科学技術社会論、認知科学、発達心理学、建築学、都市論、障害学、ロボティクス、看護学、教育学、運動学、コミュニケーション論、人類学、政治学などの分野を哲学によってトランスレートし、人間環境についての総合科学の理論的基盤を創出する。(2)に関しては、とくに発達障害と精神医学における脳研究の倫理性に注目し、科学史・医療人類学研究者、精神神経科学・臨床精神医学者と連携しながら、当事者、家族、支援者の視点からの脳神経倫理学を展開していく。(3)に関しては、本研究は、道徳教育をひとつの「哲学実践(Philosophical Practice)」として位置づけ、哲学の知識や思考のスキル、その対話的方法を、初等・中等教育における道徳教育、さらに市民社会における諸問題の解決、社会交流、教育として役立てる実践活動を展開している。

研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

- 河野哲也「共に食えることと食べられることの哲学」『看護文化』5(1)号(2013/3), pp.39-43. (依頼)
- 河野哲也「時間と主観性」『哲学』(三田哲学会編) No.130(2013/3), pp.87-103. (依頼)
- 河野哲也 The Disastrous Lifeworld: A Phenomenological Consideration of Safety, Resilience, and Vulnerability." Philosophical Study, Vol. 3, No. 17, Jan. 2012, pp.52-63.(査読有り)
- 河野哲也 "Culture, Wilderness, and Homelessness: Eco-Phenomenology 2", Phenomenology and Human Experience. Eds.Chung-chi Yu and Kwok-ying Lau, Nordhausen: Verlag Traugott Bauts GmbH, 2012, pp.33-43. (査読有り)
- 河野哲也「教育の平等とは何か：ワークフェア、政治参加、ケイパビリティ、日本的平等」『立教社会福祉研究』立教社会福祉研究所発行, 31号(2012/3), pp.15-28. (依頼)
- 河野哲也「心理学のテーマとしての身体」『質的心理学』第3号, (2011/12), pp.20-28.
- 河野哲也「ところと脳の哲学：脳を調べてところの状態が読

- めるか』『学際研究』第67号, (2011), pp.2296-2306. (依頼)
8. 河野哲也「シモンドンの知覚論」, 『フランス哲学・思想研究』第16号, (2011/9), pp.25-33. (査読なし)
 9. 河野哲也「ウィルダネスとホームレスネス: 荒野・大海原と家のないこと」, 『Heidegger-Forum』第五号, (2011/9), pp.110-123. (依頼)
 10. 河野哲也「拡張した心」のなかの脳: 哲学的な心身論の視点, 『環境と健康』第24号 (特集/ ガイア・メディスン—自然と人のつながりの医療をめざして), (2011/8), pp.315-324. (依頼)
 11. 河野哲也「自閉症の知覚から分かること: 障害とは何か、何が障害であることを命じるのか」, 『哲学の探求』第38号, 哲学若手研究者フォーラム発行, (2011/5), pp.7-25. (依頼)
 12. 河野哲也「道徳的な普遍化要請の起源: 共感の拡張について」, 『立教社会福祉研究』立教社会福祉研究所発行, 30号, (2011/3), pp.11-19. (査読なし)
 13. 河野哲也 "Personality and Irrationality in Merleau-Ponty's Philosophy" Chiasmi international, 12 (Dec. 2010), pp.261-272. (査読有り)
 14. 河野哲也 "Culture, Wilderness, and Homelessness: Eco-Phenomenology 2", Proceedings of the 4th PEACE (Phenomenology for East Asian Circle) Conference, December 12th, 2010. (査読有り)
 15. 河野哲也「脳画像研究の教育への応用についての心の哲学からの検討」『教育哲学研究』第102号, 2010年11月, pp.99-119. (査読有り)
 16. 河野哲也 "The 'extended mind' approach for a new paradigm of psychology", Integrative Psychology and Behavioral Science, 44(2010), pp.329-339. (査読有り)
 17. 河野哲也「生態学的記号論の試み」FAN2010 (第20回インターネット・システム・シンポジウム) 論文集 (電子媒体), Paper no.14. (査読有り)
 18. 河野哲也「個別主義の倫理学に向けて: 福祉と教育のために、ケイパビリティ・アプローチを超えて」『立教社会福祉研究』立教社会福祉研究所発行, 29号 (2010/3), pp.15-27. (査読なし)
 19. 河野哲也 "Qu'y-a-t-il dans le cerveau?: philosophie du mental écologique." Ebisu, Études japonaises, 40/41 (2008-2009), numéro spécial, maison Franco-Japonaise, 175-187. (依頼)
 20. 河野哲也 "Eco-Phenomenology: Body and Environment", The Applied Phenomenology, Proceedings of the 3rd International Conference of Phenomenology for East-Asian Circle, September 2009, pp.73-85. (査読有り)
 21. 河野哲也 "Social Affordances and the Possibility of Ecological Linguistics", Integrative Psychology and Behavioral Science, 43(2009), pp.356-373. (査読有り)
 22. 河野哲也「民主主義と教育の目的 (1)」『立教大学教育学科研究年報』第52号 (2009/3), pp.31-46. (査読なし)
 23. 河野哲也「拡張した心と脳科学」『大航海』(脳・意識・文明) No.70 (2008/12), pp.84-91. (依頼)
 24. 河野哲也「知覚と生態学的環境の誕生: メルロ = ポンティの存在論が示唆するもの」『思想』No.1015, 2008年11月号, pp.165-182. (依頼)
- 立と福祉』現代書館, 2013年3月.
3. 河野哲也「当事者研究の優位性: 発達と教育のための知のあり方」, pp.73-111, 石原孝二編『当事者研究の研究』医学書院, 2013年2月.
 4. 河野哲也「応用哲学は勝利すべきである」pp.55-62, 戸田山和久・美濃正・出口康夫編『これが応用哲学だ』大隅書店, 2012年4月.
 5. 河野哲也『意識は実在しない: 心・知覚・自由』講談社メチエ, 2011年7月.
 6. 河野哲也『エコロジカル・セルフ: 身体とアフォーダンス』ナカニシヤ書店, 2011年4月.
 7. 河野哲也『道徳を問いなおす: リベラリズムと教育のゆくえ』ちくま新書, 2011年3月.
 8. 河野哲也「メルロ = ポンティの拡がり: 科学、フェミニズム、介護、政治」pp.96-105, 『メルロ = ポンティ --- 哲学のはじまり / はじまりの哲学 (KAWADE 道の手帖)』河出書房新社, 2010年2月.
 9. 河野哲也「科学の論理と倫理」pp.31-48, 石原孝二・河野哲也編『科学技術倫理学の展開: 先端技術と先端研究の倫理』玉川大学出版部, 2009年12月.
 10. 河野哲也「フランス心理学の誕生: なぜフランスでは「実験心理学」が成立しなかったのか」pp.237-288, 金森修編『エビステモロジーの現在』慶応義塾大学出版会, 2008年11月.
 11. 河野哲也『暴走する脳科学: 哲学・倫理学からの批判的検討』光文社新書, 2008年11月.
 12. 河野哲也「アフォーダンス・創発性・下方因果」pp.239-266, 河野哲也・染谷昌義・齋藤暢人編『環境のオントロジー』春秋社, 2008年7月.
 13. 河野哲也「脳から身体・環境へ」pp.85-105, 『岩波講座 哲学』第5巻 (心 / 脳の哲学), 村田純一編, 岩波書店, 2008年5月.

学会等発表

<国際会議>

1. Tetsuya KONO, "Phenomenology of "Being Stated at" and of Vulnerability", Intersubjectivity Workshop: Embodiment and Intersubjectivity. October 7th, 2012, at Tokai University, Yoyogi Campus, Room 4413.
2. Tetsuya KONO, "Philosophical Education: Practice at Primary and Secondary Schools in Japan", September 21st, 2012, at Chulalongkorn University, Thailand.
3. Tetsuya KONO, "Affordances and Extended Mind: An Ecological Theory of Extended Mind", The First Conference on Contemporary Philosophy in East Asia, September 8, 2012, at Academia Sinica, Taipei.
4. Tetsuya KONO, "Philosophy Education in Japanese Primary and Secondary School after Tsunami and Fukushima", the 11th International Conference on Philosophical Practice and the 4th International Conference on Humanities Therapy. Date: July 17 (Tue), 2012, Location: Kangwon National University, Chuncheon, Korea.
5. Tetsuya KONO, "Phenomenology of Pain", The Tenth Annual Conference of the Nordic Society for Phenomenology, Saturday June 9, 2012, at the University of Oslo, Norway.
6. Tetsuya KONO, "The disastrous lifeworld: A phenomenological consideration on security, vulnerability, and resilience", OPO IV World Conference on Phenomenology: Reason and Life. The Responsibility of Philosophy, September 21st, 2011, IE University, Campus de Santa Cruz la Real, Segovia, Spain.
7. Tetsuya KONO, "The Problems of Extended Mind and Ecological Psychology", 16th International Conference on Perception

書籍 (著書)

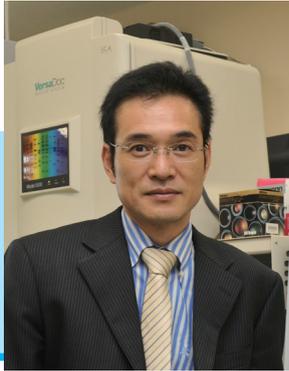
1. 河野哲也「発達障害と脳科学: 教育にとって何ができるのか」, pp.190-208, 中山剛史編『精神医学と哲学の出会い』玉川大学出版部, 2013年4月.
2. 河野哲也「第I部第1章 自立概念の再検討: 自立をめぐる哲学的考察」, pp.12-35, 及び、「第V部 考察とまとめ」, pp.370-378, 庄司洋子・菅沼隆・河東田博・河野哲也編著『自

- and Action, Saturday, July 9th, 2011, the Estalagem das Minas Gerais hotel, Ouro Preto, Brazil.
8. Alaric Kohler (University of Neuchâtel) & Tetsuya Kono. "Think beyond the machine paradigm: organic feature and extended mind", 14th Biennial Conference of the International Society for Theoretical Psychology, Tuesday, July 1st, 2011, 12:30-13:00, at the Faculty of Education of Aristotle University of Thessaloniki, Greece.
 9. Tetsuya KONO, "Biosemiotics as a New Ontology for Psychology", 14th Biennial Conference of the International Society for Theoretical Psychology, Tuesday, June 28th, 2011, 12:30-13:00, at the Faculty of Education of Aristotle University of Thessaloniki, Greece.
 10. Tetsuya KONO, Brain in the "Extended Mind", The Kadota Fund International Forum 2011 "Gaia Medicine: Aiming at the reconnection between nature and human beings", Organized by Japan Council for Scientific Development (JCSJ), Supported by Japan Health Foundation Kadota Fund, Feb. 12 (Saturday) 2011, at Kyoto International Conference Center (ICC Kyoto).
 11. Tetsuya KONO, "Culture, Wilderness, and Homelessness: Eco-Phenomenology 2", The 4th PEACE (Phenomenology for East Asian Circle) Conference, December 12th, 2010, at National Sun Yat-Sen University in Kaohsiung (Taiwan).
 12. Tetsuya KONO, Religion, Morality, and Brain", The 5th International Conference on Applied Ethics, November 6th, 2010, the University of Hokkaido.
 13. Tetsuya KONO, L'Université catholique de Louvain, l'atelier Europeプロジェクトでの招聘講演会 "L'approche écologique, l'environnement humain, et le particularisme éthique." 2010年3月23日, Professeur Nathalie Frogneuxによる招待講演.
 14. Tetsuya KONO, 連続講演: フランス社会科学高等研究所 (L'École des Hautes Études en Sciences Sociales)での招聘連続講演会, 2010年3月. Conférence 1 (le jeudi 18 mars 17-19h, amphithéâtre du 105 bd Raspail): La conception de l'esprit étendu (1): La psychologie de James J. Gibson et le développement récent de la philosophie de l'esprit au Japon. Conférence 2 (vendredi 19 mars 17-19h, salle 7): La conception de l'esprit étendu (2): La sémiologie écologique. Conférence 3 (jeudi 25 mars 19-21h, salle 8): La neuroéthique: Les implications du concept «l'esprit étendu» pour l'éthique de la neuroscience. Conférence 4 (vendredi 26 mars 17-19h, salle 7): L'esprit étendu pour l'éthique de la technologie: Le dessin universel ou le dessin de l'environnement pour tout le monde.
 15. Tetsuya KONO, L'Université de Montpellier 1での講演会 "The Neuroethics and the Psychologisation of Japanese Society" 2010年3月11日, 09:30-12:00. Professeur Ludovic Marin et Benoit Bardyによる招聘講演.
 16. Tetsuya KONO "How we can conceptualize social affordances?", 15th International Conference on Perception and Action, July 13th, 2009 in University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota, US.
 17. Tetsuya KONO "Eco-Phenomenology: Body and Environment", The 3rd PEACE (Phenomenology for East Asian Circle) Conference, September 18th, 2009, at Seoul National University, Seoul, South Korea.
 18. Tetsuya KONO "Personality and Morality in Merleau-Ponty's philosophy", Merleau-Ponty's Phenomenology and the Future of Phenomenology to celebrate the 30th anniversary of the establishment of Korean Society for Phenomenology (KSP) and the centennial of Merleau-Ponty's birth, 2008/11/29, at Seoul National University in Seoul, South Korea.
 19. Tetsuya KONO "Depth perception and Embodied Memory: A Perspective from Merleau-Ponty and Ecological Psychology", Lecture at Seoul National University in Seoul, South Korea, 2008/11/28.
 20. Tetsuya KONO Hyoui (possession) and morality", Ver une nouvelle philosophie du corps: Centenaire de la naissance de Maurice Merleau-Ponty, 2008/11/23, Ikebukuro campus, Rikkyo University.
 21. Tetsuya KONO «La neuroéthique et la psychologisation de la société japonaise », Autour du Corps Humain: Bioéthique comparée France-Japon, 2008/9/4, à Centre George Canguilhem, Université Paris-Diderot, Paris, France.
 22. Tetsuya KONO "Qu'y a-t-il dans le cerveau? Philosophie du mental écologique", Être vers la vie (生への存在), Colloque à Cerisy-la-Salle, 2008/8/26, Cerisy-la-Salle, France.
- <国内会議>
1. 河野哲也, シンポジウム話題提供: "Ecological Realism and Biosemiotics", 「記号の心理学×アフォーダンスの心理学」『T E M理論座談会&ポスター発表会』, 企画: サトウタツヤ (立命館大学文学部)・安田裕子 (立命館大学衣笠総合研究機構), 話題提供者: 河野哲也 (立教大学), 指定討論者: ヤーン・ヴァルシナー (クラーク大学), 森直久 (札幌学院大学), 渡邊芳之 (帯広畜産大学), 尾見康博 (山梨大学), サトウタツヤ (立命館大学), 2012年12月23日 (日) 14:00 ~ 16:00, 於: 立命館大学衣笠キャンパス創思館.
 2. 河野哲也, 講演会: 「ケアと現象学的身体論」, 文化看護学会第4回研究会, 2012年12月16日 (日) 14:00 ~ 17:30, 於: 東京医科歯科大学湯島キャンパス3号館.
 3. 河野哲也, 「発達障害と脳科学—脳科学と当事者中心主義」相模女子大学人間心理学科講演会, 2012年12月11日 (火) 14:40 ~ 16:10, 於: 相模女子大学7号館.
 4. 河野哲也, 公開シンポジウム講演: 「思索と対話をこえて」『逸脱する図書館』, 立教大学司書課程主催, オーガナイザー: 中村百合子 (立教大学司書課程主任, 文学部准教授), 提題者: 港千尋 (多摩美術大学教授), 河野哲也 (立教大学文学部教授), 2012年11月25日 (日) 13:30 ~ 16:30, 於: 立教大学池袋キャンパス14号館.
 5. 河野哲也, ワークショップ提題: 「猿の現象学」『日本現象学会ワークショップ2: 環境問題への現象学の貢献可能性と限界』, オーガナイザー: 提題者: 紀平知樹 (兵庫医療大学), 提題者: 河野哲也 (立教大学), 吉永明弘 (江戸川大学), 日本現象学会第34回大会, 2012年11月18日, 於: 東北大学 (川内北キャンパス).
 6. 河野哲也, ワークショップ個人発表・体験授業: 「子ども哲学と哲学対話の意義: 相互問答法の体験」『ワークショップ 哲学をすべての人に』, 東京大学大学院総合文化研究科・教養学部附属 共生のための国際哲学研究センター (UTCP) 主催, オーガナイザー: 梶谷真司 (東京大学), 発表者: 土屋陽介 (茨城大学・子供のための哲学教育研究所), 豊田光世 (兵庫県立大学), 綿内真由美 (長野県望月高校), 2012年11月3日 (土), 於: 東京大学駒場キャンパス 21KOMCEE 303.
 7. 河野哲也, ラウンドテーブル企画・提案: 「実践としての哲学と子ども」『子どもと哲学対話: 初等中等教育における対話型哲学教育の実践とその意義』, 教育哲学会第55回大会ラウンドテーブル, 企画者: 河野哲也 (立教大学), 提案者: 森田伸子 (日本女子大学), 土屋陽介 (茨城大学), 村瀬智之 (中央学院大学), 2012年9月17日, 於: 早稲田大学国際会議場.

8. 河野哲也, ラウンドテーブル指定討論: 『「時間知覚」再考—「時間」とはいかなる事柄か—』日本心理学会第76回ラウンドテーブル、企画代表者: 境 敦史(明星大学), 企画者: 増田直衛(慶應義塾大学), 司会者: 境敦史(明星大学), 話題提供者: 曾我重司(埼玉工業大学), 話題提供者: 境 敦史(明星大学, 指定討論者: 河野哲也(立教大学), 2012年9月13日, 於: 専修大学生田キャンパス。
9. 河野哲也, シンポジウム指定討論: 「利他性の進化はなぜ問題なのか」日本心理学会第76回大会シンポジウム、企画者: 大久保衛平・平石界、司会者: 平石界, 話題提供者: 竹澤正哲(上智大学総合人間科学部), 鈴木敦命(名古屋大学大学院環境学研究科), 山本真也(京都大学霊長類研究所), 指定討論: 河野哲也(立教大学文学部), 2012年9月13日, 於: 専修大学生田キャンパス。
10. 河野哲也, ラウンドテーブル企画・司会: 「建築と居住空間の生態心理学」日本心理学会第76回ラウンドテーブル, 企画者: 三嶋博之(早稲田大学), 森直久(札幌学院大学), 河野哲也(立教大学), 話題提供者: 大野隆造(東京工業大学), 鈴木毅(大阪大学), 指定討論者: 三嶋博之(早稲田大学), 関博紀(東京大学), 2012年9月11日(火), 於: 専修大学生田キャンパス。
11. 河野哲也, 講演: 「組織の倫理について」, 三田市民病院看護部倫理研修, 2012年6月22日(金), 於: 三田市民病院。
12. 河野哲也, 講演: 講演「現代倫理と道德教育」平成24年度東京都高等学校公民科「倫理」・「現代社会」研究会(都倫研)第一回研究例会, 2012年6月4日(月), 於: 東京都立三田高等学校
13. 河野哲也, ワークショップ提題: 河野哲也(立教大学)・土屋陽介(茨城大学)・村瀬智之(千葉大学), 「小中学校での哲学対話教育の成果」『哲学教育ワークショップ』, 日本哲学会第71回大会, 2012年5月11日, 於: 大阪大学豊中キャンパス。
14. 河野哲也, ワークショップ企画・提題: ワークショップ「対話型哲学教育の効果測定と評価」, オーガナイザー: 河野哲也(立教大学), 提題者: 齋藤瞳(日本大学大学院), 宮原優(いわき明星大学), 池田喬(東京大学グローバルCOE「共生のための国際哲学教育研究センター」), 2012年応用哲学会臨時大会, 2012年4月21日, 於: 千葉大学文学部。
15. 河野哲也, ワークショップ企画: ワークショップ「初中等教育における対話による科学教育の可能性」, オーガナイザー: 河野哲也(立教大学), 提題者: 吉岡有文(立教大学・元中学校、高等学校教諭), 横山草介(青山学院大学大学院社会情報学研究所・小学校教諭), 間々田和彦(筑波大学特別支援教育研究センター・筑波大学附属視覚特別支援学校教諭・王立ブノンペン大学客員教授), 福田恵(横浜国立大学教育人間科学部・理工学部非常勤講師・元高等学校教諭), 2012年応用哲学会臨時大会, 2012年4月22日, 於: 千葉大学文学部。
16. 河野哲也, 講演と対談: 「正しく食べること: 哲学者と食事」, 文化看護学会第4回学術集会メインテーマ『生きること・食べること』, 対談者: 豊川裕之氏(前東邦大学医学部公衆衛生学講座・教授), 2012年3月20日10:10~12:00, 於: 千葉大学看護学部。(急病にて欠席、発表原稿を代読)
17. 河野哲也, フォーラム提題: 「自力と他力のあいだ: 生態心理学の立場から」第107回公共哲学京都フォーラム」テーマ「自力と他力のあらい」, 2011年12月5日(月), 於: リーガロイヤルホテル大阪NCB。
18. 河野哲也, シンポジウム話題提供: 「心理学のテーマとしての身体」, 委員会企画シンポジウム1『実践としての身体』, 企画: 『質の心理学フォーラム』編集委員会, 司会: 五十嵐靖博(山の美術短期大学), 話題提供: 河野哲也(立教大学), 重村明子(日本医科大学), 上淵寿(東京学芸大学), 指定討論: サトウタツヤ(立命館大学), 砂上史子(千葉大学), 日本質的心理学会第8回大会, 2011年11月26日13:15~15:15, 於: 安田女子大学。
19. 河野哲也, ワークショップ・オーガナイザー, 提題, 及び司会: 提題「心理学における記憶と人格の概念」, ワークショップ『記憶とは何か: 記憶概念の再検討』, 提題者: 河野哲也(立教大学), 中澤栄輔(東京大学), 森直久(札幌学院大学), オーガナイザー・司会: 河野哲也, 日本科学哲学会第44回大会, 2011年11月20日(日), 於: 日本大学文理学部。
20. 河野哲也, 公開研究会発表: 発表「日本の哲学教育の現在と将来」, 公開研究会『現代日本で哲学する』, オーガナイザー・司会: 黒田昭信, 近現代日本における哲学研究グループ(フランス国立東洋語・東洋文化研究院日本研究センター), 発表者: イヴォン・プレス(パリ第7大学名誉教授), 河本英夫(東洋大学), 斎藤慶典(慶應義塾大学), 河野哲也(立教大学), 日時: 2011年10月29日(土) 14:30-18:30, 於: 東京日仏会館。
21. 河野哲也, ワークショップ企画: ワークショップ「フェミニスト現象学の現状と展開」, オーガナイザー: 河野哲也(立教大学), 提題者: 齋藤瞳(日本大学大学院), 稲原美苗(英国国立ハル大学名誉研究員), 宮澤由歌(大阪大学), 2011年応用哲学会臨時大会, 2011年9月25日, 於: 京都大学文学部。
22. 河野哲也, ワークショップ企画: ワークショップ「拡張した心と人工物の存在論」, オーガナイザー: 河野哲也(立教大学), 提題者: 染谷昌義(高千穂大学), 植原亮(日本学術振興会【日本大学】), 宮原克典(東京大学), 2011年応用哲学会臨時大会, 2011年9月24日, 於: 京都大学文学部。
23. 河野哲也, ワークショップ指定討論: ワークショップ『音がコトバになるとき—言語の個体発生過程の記述と分析—』企画者: 石黒広昭(立教大学), 司会者: 鈴木健太郎(札幌学院大学), 話題提供者: 丸山慎(東京大学), 青山慶(東京大学), 指定討論者: 針生悦子(東京大学), 荻野佐子(上智大学), 河野哲也(立教大学), 第75回日本心理学会大会, ワークショップ, 2011年9月17日, 於: 日本大学文理学部。
24. 河野哲也, ワークショップ指定討論: ワークショップ『鏡の向こうのあなたはわたし?—自他分離の発達と臨床への計算論的接近—』企画者: 宮崎美智子(玉川大学), 高橋英之(玉川大学), 司会者: 宮崎美智子, 話題提供者: 宮崎美智子, 浅井智久(千葉大学), 柳生一自(北海道大学), 高橋英之, Pitti Alexandre(東京大学), 指定討論者: 今水寛(ATR認知機構研究所), 河野哲也(立教大学), 第75回日本心理学会大会, ワークショップ, 2011年9月16日, 於: 日本大学文理学部。
25. 河野哲也, ワークショップ提題: 「葛藤の言語発達論へ」, ワークショップ『言葉は環境とともにある—言語への生態学的アプローチの展開』企画者: 三嶋博之(早稲田大学), 森直久(札幌学院大学), 河野哲也(立教大学), 司会者: 三嶋博之, 森直久, 話題提供者: 河野哲也, 本多啓(神戸市外国語大学), 染谷昌義(高千穂大学), 指定討論者: 仲本 康一郎(山梨大学), 第75回日本心理学会大会, ワークショップ, 2011年9月15日, 於: 日本大学文理学部。
26. 河野哲也, 講演会: 「まちは幸福をアフォードするか?」『まちづくりの哲学: 場所・幸福・関係性 第2回』, 代官山ステキなまちづくり協議会主催, 2011/9/13, 於: ヒルサイドバンケット(東京都渋谷区猿樂町30-2)。
27. 河野哲也, 講演会: 「身体性と社会関係をめぐって: 特別支援教育のための身体論」, 新宿けやき園平成23年度第1回学習会サロン, 2011年4月10日, 13:00-15:30, 特別養護老人ホーム/障害者支援施設「新宿けやき園」。
28. 河野哲也, シンポジウム提題: 「「表象」概念の解釈と生態学的記号論」第22回日本発達心理学会大会, 自主シンポジウム『心の発生』, 企画・話題提供者: 月本洋(東京電機大学), 司会: 杉村伸一郎(広島大学), 話題提供者: 加藤義信(愛知県立大学),

- 話題提供者：河野哲也（立教大学），指定討論者：麻生武（奈良女子大学），2011年3月25日，10:00-12:00，於：東京学芸大学小金井キャンパス。（東日本大震災のために参集はせず）
29. 河野哲也，「こころと脳の哲学：脳を調べてこころの状態が読めるか」第32回日本学際研究会議：科学の多面的視点，主催：日本学際会議（日本学術会議協力学術研究団体）講演会，2011年3月5日（土），14：00～16：00，於：星陵会館4F会議室。
 30. 河野哲也，講演会：「心と脳は同じ？：哲学的な心身論の視点」，第19回いのちの科学フォーラム・市民公開講—菅原努先生追悼フォーラム—「ガイア・メディスン：からだ・こころ・自然とのつながりを目指す医療」，主催：科学進歩日本委員会（JCS），（公財）体質研究会，（財）慢性疾患・リハビリテーション研究振興財団，2011年2月11日，於：京都大学医学部構内芝蘭会館。
 31. 河野哲也，研究会講演：「多言語社会のアイデンティティに関する哲学的考察—チャールズ・テイラーの多文化主義」，シリーズ公開研究会「言語教育とアイデンティティ形成—ことばの学びの連携と再編」第5回，科学研究補助金による共同研究「アイデンティティ形成にかかわる言語教育とその教師養成・研修プログラムのための実践的研究」（基盤研究（C）課題番号：22520540 研究代表者：細川英雄）主催，2011年2月4日（金）17：00～19：00，於：早稲田大学大学院日本語教育研究科、早稲田キャンパス22号館。
 32. 河野哲也，個人発表：「感情と倫理」，第7回モラル・サイクロジー研究集会，2010年12月19日（日），於：立教大学池袋キャンパス。
 33. 河野哲也，個人発表：「心は脳のなかだけにあるのではない：脳科学と心理主義の危険」，生理研・総研大シンポジウム『神経科学神話を越えて』，提題者：池内了，定藤規弘，藤田一郎，米本昌平，2010年12月18日（土），於：生理学研究所（岡崎）。
 34. 河野哲也，シンポジウム提題：「身体知について」立教SFRミニシンポジウム『幻想の身体：自分の身体は本当に自分のものか？—ラバーハンド・イリュージョン、幻肢痛、解離症をつなぐ—』，企画・司会：長田佳久（立教大学現代心理学部），鍋田恭孝（立教大学現代心理学部），パネリスト：本間元康（国立精神・神経医療研究センター）「触知覚から見た身体」，小山慎一（千葉大学大学院工学研究科）「神経疾患から見た身体」，栗山健一（国立精神・神経医療研究センター）「記憶から見た身体」，2010年12月5日（日），於：立教大学池袋キャンパス。
 35. 河野哲也，講演：「自然と野生—生態学的哲学の視点から」立教大学異文化コミュニケーション研究科主催公開講演会『環境と文学のあいだ8：交感論』，企画・司会：野田研一（立教大学），発表：北條勝貴（上智大学），2010年10月23日（土），於：立教大学池袋キャンパス。
 36. 河野哲也，ラウンドテーブル提題：「教育における力の概念の生態学的理解」，ラウンドテーブル『心の哲学と「力」の概念』，企画者・司会：今井康雄（東京大学），発表者：河野哲也（立教大学），松丸啓子（高千穂大学），指定討論者：小玉重夫（東京大学），針生悦子（東京大学），教育哲学会第53回大会，2010年10月17日，於：中央大学多摩キャンパス。
 37. 河野哲也，共同発表：「医療事故削減教育プログラムの作成とその効果：所属組織の倫理性の認知が医療事故被害者への態度に及ぼす効果」共同発表者：河野哲也（立教大学），山内 桂子（東京海上日動メディカルサービス株式会社），中原るり子（東邦大学），蘭千壽（千葉大学），遠山孝司（新潟医療福祉大学），松野良一（中央大学），高橋知己（滝沢村立篠木小学校），日本経営倫理学会第18回研究発表大会，2010/10/16，於：上智大学。
 38. 河野哲也，個人発表：「生態学的記号論の試み」，企画セクショ
 - ン「発達／進化への生態心理学的アプローチ」，FAN2010（第20回インテリジェント・システム・シンポジウム），2010年9月26日，於：首都大学東京（南大沢キャンパス）。
 39. 河野哲也，ワークショップ指定討論：「身体の哲学の観点から」，ワークショップ『Embodied Psychology に向けて』，企画・司会：菅村玄二（関西大学），高瀬弘樹（信州大学），話題提供者：春木豊（早稲田大学），指定討論者：大河内浩人（大阪教育大学），平石界（京都大学），河野哲也（立教大学），第74回日本心理学会大会，2010年9月22日，於：大阪大学豊中キャンパス。
 40. 河野哲也，ワークショップ企画・司会：ワークショップ『脳は記憶現象にどのようにかかわっているのだろうか：生態学的記憶論と記憶の脳科学』企画者：森直久（札幌学院大学），三嶋博之（早稲田大学），河野哲也（立教大学），司会者：三嶋博之，河野哲也，話題提供者：森直久，北野安寿子（法政大学），指定討論者：梅田聡（慶応義塾大学），第74回日本心理学会大会，ワークショップ，2010年9月20日，於：大阪大学豊中キャンパス。
 41. 河野哲也，個人発表：「ウィルダネスとホームレスネス：荒野・大海原と家のないこと」，2010年度ハイデガーフォーラム，2010年9月19日，於：早稲田大学本部キャンパス3号館。
 42. 河野哲也，シンポジウム提題：「シモンソンの知覚論」，シンポジウム『シモンソン哲学の諸相——個体化・技術・知覚』，司会：金森修（東京大学），米虫正巳（関西学院），河野哲也（立教大学），中村大介（パリ第10大学），日仏哲学会，2010年9月11日，於：東京大学法文二館（本郷）。
 43. 河野哲也，シンポジウム講演：「アフォーダンスと環境」，司会：野田研一（立教大学），講演者：河野哲也（立教大学），豊里真弓（札幌大学），中川僚子（聖心女子大学），山田悠介（立教大学／院），ASLE-Japan 文学環境学全国大会，2010年8月28日，於：まつだいふるさと会館（新潟県十日町）。
 44. 河野哲也，個人発表：「疑似科学を作るまじめな脳科学」，科学史サマースクール2010『大学変革期における「科学の教養」：「科学の〇〇」科目をどう教えるか』，2010年8月6日（金）11：15～12：15，於：立教大学池袋キャンパス12号館第1・2会議室。
 45. 河野哲也，テーマレクチャー提題：「自閉症の知覚から分かること：障害とは何か＝何が障害であることを命じるのか」，テーマレクチャー『知覚の哲学』，提題者：河野哲也，篠原成彦，村田純一，2010年度哲学若手研究者フォーラム，2010年7月17日，15:00-18:00，於：国立オリンピック記念青少年総合センター。
 46. 河野哲也，公開セミナー：森健著「脳にいい本だけを読みなさい！」刊行記念トークショー，出演：林成之，香山リカ，河野哲也，森健，第69回紀伊國屋サザンセミナー，2010年6月29日（火），19:00～21:00，於：紀伊國屋南新宿店。
 47. 河野哲也，ワークショップ提題：「哲学の何を、なぜ、どのように学ぶのか：初等・中等教育における哲学教育の提言」，ワークショップ『高等学校の「哲学・倫理」教育で何をどのように教えるか—大学での哲学教育・教養教育と高校教育との連携に向けて』，提題者：木坂貴行，河野哲也，塩川千夏，司会：直江清隆，日本哲学会第69回大会，2010年5月15日，10:00-12:00，於：大分大学。
 48. 河野哲也，トーク・セッション：「脳科学は我々を幸せにするか？」，2010年2月21日（日），16：00～18：00，於：紀伊國屋書店新宿本店9階特設会場。
 49. 河野哲也，講演会：「**「拡張した心」** 概念の教育への応用」，報告者：安藤寿康（慶応義塾大学），河野哲也（立教大学），「教育における「力」の概念に関する学際的研究」会，2010年2月13日（土），13：30～18：30，於：東京大学赤門総合研究棟200番教室。
 50. 河野哲也，講演会：「脳科学の倫理と教育への応用」，「応用倫

- 理研究会」北海道大学大学院文学研究科・応用倫理研究教育センター、及び科研基盤 (B) H21 ~ 24「専門職倫理の統合的把握と再構築」(代表: 新田孝彦・北海道大学大学院文学研究科教授), 2010年2月5日於: 北海道大学人文・社会科学総合教育研究棟 (W棟) 3階W308室.
51. 河野哲也, ワークショップ提題: 「ノーマライゼーションの理念と特別支援教育における教師の役割」, ワークショップ「発達障害者支援における専門職の役割と倫理」, 主催: 北海道大学大学院文学研究科・応用倫理研究教育センター科学研究費補助金基盤 (B) H21 ~ 24「専門職倫理の統合的把握と再構築」(代表: 新田孝彦・北海道大学大学院文学研究科教授), 2010年2月4日於: 北海道大学人文・社会科学総合教育研究棟 (W棟) 4階W409室.
 52. 河野哲也, ワークショップ・オーガナイザー及び司会: ワークショップ「プラグマティズムから生態心理学へ: 意識と環境の実在論」, 提題者: 伊藤邦武 (京都大学)、三嶋博之 (早稲田大学)、齋藤暢人 (早稲田大学), オーガナイザー・司会: 河野哲也, 日本科学哲学会第42回大会, 2009年11月22日 (日) 於: 高千穂大学.
 53. 河野哲也, 個人発表: 「道徳実在論と倫理的個別主義」2009年三田哲学会 哲学・倫理学部門例会, 2009年10月31日 (土), 17:00-18:00, 於: 慶應義塾大学三田キャンパス.
 54. 河野哲也, 個人発表: 「脳科学と教育: その可能性と問題点の心の哲学からの検討」教育哲学会第52回大会, 2009年10月17日, 於: 名古屋大学.
 55. 河野哲也, 講演会: 「善悪と法」, 第33回「現代と親鸞の研究」, 2009年10月9日, 於: メトロポリタンプラザ第三会議室.
 56. 河野哲也, 個人発表: 「感情についての現代哲学の理論」平成21年度生理学研究所研究会 テーマ「感覚刺激・薬物による快・不快情動生成機構とその破綻」, 2009 (平成21)年10月2日 (金) 11:20 ~ 12:00, 於: 自然科学研究機構 生理学研究所 (愛知県岡崎市).
 57. 河野哲也, ワークショップ企画: ワークショップ「進化と発達についての生態学的アプローチと発達システム論: Thelen, Gottlieb, Ghiselin からの展開」提題者: 丸山慎 (国立情報学研究所), 青山慶 (東京大学), 佐古仁志 (大阪大学), 企画者: 三嶋博之 (早稲田大学), 河野哲也 (立教大学), 司会者: 三嶋博之, 日本心理学会第73回大会, 2009年8月28日 (金) 15:00 ~ 17:00, 於: 立命館大学 (衣笠キャンパス).
 58. 河野哲也, フォーラム提題: 「脳と脳のあいだのコミュニケーション」第90回公共哲学京都フォーラム」テーマ「脳と人間 (自己と他者) と社会 (世界)」, 2009年6月23日 (月), 於: リーガロイヤルホテル京都.
 59. 河野哲也, ワークショップ指定討論: 「提題への指定討論、哲学より」, ワークショップ「遊びの中で生まれるロボットの心」, コーディネータ・司会: 渡辺恒夫 (東邦大学)、話題提供: 藤崎亜由子 (大阪経済法科大学)、麻生武 (奈良女子大), 指定討論者: 「心理学より」丸山慎 (国立情報学研究所)、「哲学より」河野哲也 (立教大学文学部教育学科), 2009年度科学基礎論学会総会と講演会, 2009/6/14, 於: 大阪市立大学.
 60. 河野哲也, 自主シンポジウム指定討論: 「石田・三嶋提題への指定討論: 自閉症スペクトラムの障害本質とその教育法に関する生態学的立場からの解釈」, 自主シンポジウム「認知科学への生態学的アプローチから発達障害自閉症の知覚情報処理認知システムを問い直す——環境との相補性欠如 増え続ける触れないこどもたち——」, 企画話題提供者: 石田暁 (早稲田大学人間科学部), 司会指定討論者: 三嶋博之 (早稲田大学人間科学部人間情報科学科), 指定討論者: 河野哲也 (立教大学文学部教育学科), 第20回日本発達心理学会, 2009年3月23日, 於: 日本女子大学, 百206教室.
 61. 河野哲也, ワークショップ提題: 「An Ontology for Perception」, Philosophy of Perception: Being in the World, 東京大学グローバルCOE「共生のための国際哲学教育研究センター」(UTCP) 主催ワークショップ, 2009年3月7日於: 東京大学駒場キャンパス18号館4階コラボレーションルーム3.
 62. 河野哲也, フォーラム提題: 「哲学から脳科学への問いかけ」第88回公共哲学京都フォーラム」テーマ「脳といのち (生命) とこころ (心) とわたくし (私)」, 2009年2月13日 (金), 於: リーガロイヤルホテル京都.
 63. 河野哲也, シンポジウム提題: 「環境・文学・変身: ギブソン心理学とロートレアモン伯爵」, シンポジウム「〈環境〉のなかの表象と心」, 提題者: 「環境と言葉: 日米比較環境文学研究の立場から」結城正美 (金沢大学), 「風景と所有権と文学」藤森清 (金城大学), 「認知環境とアフォーダンス」西田谷洋 (愛知教育大学), 司会: 高橋龍夫・井上優, 日本近代文学会2008年度春季大会, 2008年5月25日, 於: 東洋大学井上円了ホール.
- <ポスター発表>
1. Kono, Tetsuya, and Kitano, Yasuko (Hosei University). "Re-thinking Consciousness and Communication" ASSC 15, The 15th annual meeting of the ASSC, The University of Kyoto, Kyoto, Japan, Saturday, June 11, 2011.
- 新聞、雑誌、テレビ、ラジオ他マスコミ関係掲載・出演など
- ・ ラジオ・インタビュー: TBSラジオ「Science Xitalk (サイエンス サイトーク)」, パーソナリティ: 日垣隆 (ジャーナリスト), 有村美香 (TBSアナウンサー), 2010年2月14日, 9:00-9:30.
- 外部資金獲得状況 (本人・指導担当ポスドクおよび大学院生)
- ・ 平成23-25年度 科学研究費補助金基盤研究 (B)「初等・中等教育における哲学教育推進のための理論的・実践的研究 (課題番号: 23320006)」(研究代表者: 上智大学 寺田俊郎) の研究分担者
 - ・ 平成24-26年度 科学研究費補助金基盤研究 (B)「精神医学の科学哲学—精神疾患概念の再検討 (課題番号 24300293)」(研究代表者: 東京大学 石原孝二) の研究分担者
 - ・ 平成24-28年度 科学研究費補助金基盤研究 (A)「知のエコロジカル・ターン—人間の環境回復のための生態学的現象学 (課題番号 24242001)」の研究代表者
 - ・ 平成24-26年度 科学研究費補助金基盤研究 (C)「平和構築のための哲学実践 (課題番号 24520015)」(研究代表者: 大阪大学 望月太郎) の連携研究者
 - ・ 平成25-27年度 科学研究費助成事業 (学術研究助成基金助成金) 挑戦的萌芽研究「「哲学実践」という分野の確立に向けて (課題番号 25580006)」の研究代表者
 - ・ 平成25-27年度 科学研究費補助金基盤研究 (B)「「新しい」専門職の職業倫理: 理論と実践の架橋を目指す領域横断型研究 (課題番号)」(研究代表者: 眞嶋俊造) の研究分担者



【事業推進担当者】

佐々木哲彦 Tetsuhiko Sasaki

所属 玉川大学脳科学研究所・脳情報研究科(脳情報専攻)・農学研究科
(資源生物学専攻)・教授

研究テーマ：ミツバチの社会行動の分子生物学的研究

キーワード：ミツバチ、ドーパミン、遺伝子発現、エピジェネティクス

グローバル COE 期間中の研究活動

ミツバチは一匹の女王バチを中心に、無数の働きバチが様々な社会的行動をとることにより高度に調和のとれた社会を形成している。哺乳類と昆虫は数億年前に分岐したと推定されているが、分子レベルでの脳の基本的な仕組みには共通している部分も多い。私のグループはミツバチの社会行動に関わる脳の機能を分子レベルで明らかにすることを目指し、①脳における遺伝子発現、②ミツバチへの遺伝子導入法の開発、③ゲノムのメチル化の解析に取り組む、以下の成果を得た。

①脳における遺伝子発現解析

学習能力に違いのある二つの実験区の働きバチを用いて、マイクロアレイ法による脳内遺伝子発現の比較を行い、学習能力の発達に関与する候補遺伝子として、slit homolog 1, Major Royal Jelly Protein 1 遺伝子 (mrjp1), Major Royal Jelly Protein 7 遺伝子 (mrjp7) などを同定した (Hojo et al. 2009)。次いで、逆転写定量 PCR 法により、これらの遺伝子発現がミツバチの学習能力の発達のパターンとよく一致することを示した (Kagami et al. 2010; Hojo et al. 2010)。また、ドーパミントランスポーターの発現解析から、ミツバチでも哺乳類と同様にドーパミンニューロンの活性が個体レベルでの行動活性に大きく影響することを示した (Nomura et al., 2009)。

②ミツバチへの遺伝子導入法の開発

2006年にミツバチのゲノムが解読されて以降、ミツバチの分子生物学的な研究は加速的に発展しつつあるが、遺伝子機能解析の有効な手法である遺伝子導入技術は十分には開発されていない。そこで、多くの昆虫細胞への遺伝子導入ベクターとして利用されているバキュロウイルスベクターをミツバチへの遺伝子導入に応用できるかを検討し、脂肪体などの幾つかの組織に利用できることを示した (Ikeda et al. 2011)。

③ミツバチのエピジェネティクス

近年、哺乳類では記憶形成に DNA のメチル化やヒストンの修飾などのエピジェネティックな遺伝子転写調節

が関与していることが明らかにされつつある。一方、無脊椎動物の DNA メチル化の生物学的意義については、ほとんど知られていない。我々はミツバチのゲノムが昆虫としては例外的にメチル化の修飾を受けることに注目し、まず、貯蔵タンパク質の1つである Hex110 をコードする遺伝子のメチル化パターンを解析し、メチル化される CG サイトは遺伝子の内部、特にエクソンに存在することを示した (Ikeda et al., 2011)。この成果は、ミツバチの特定の遺伝子に着目してメチル化を詳細に解析した最初の例である。次いで、ミツバチにおける DNA メチル化をゲノムワイドに解析するため、次世代シーケンスを応用した実験に着手した。ミツバチのゲノムサイズは約 260 Mbp で約 900 万の CG サイトを含む。これまでの解析から、これらの CG サイトのうち、メチル化修飾を受けるのは約 10 万サイトであることを明らかにした。

グローバル COE 終了後の研究予定

昆虫の DNA メチル化は、代表的なモデル生物であるショウジョウバエのゲノムがメチル化されないため、これまでほとんど研究されておらず、ミツバチはエピジェネティクスの新しい研究対象として注目される。次世代シーケンス技術を応用したゲノムワイドなメチル化の解析をさらに発展させ、ミツバチの記憶形成のエピジェネティック調節機構を明らかにしたい。

学位論文指導状況

<修士>

副査 加々美貴弘 セイヨウミツバチ (*Apis mellifera* L.) の学習能力に関する分子生物学的研究 2008 年度
主査 石井進之輔 セイヨウミツバチ *Apis mellifera* における DNA メチル化の解析 2011 年度

研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Furukawa S., Tanaka K., Ikeda T., Fukatsu T. and Sasaki T. (2012, Nov.) Quantitative analysis of the lytic cycle of WO phages infecting Wolbachia. *Applied Entomol. Zool.* 47, 449-456
2. Ikeda T., Furukawa S., Nakamura J., Sasaki M. and Sasaki T. (2011, Aug) CpG methylation in the hexamerin 110 gene in the European honeybee *Apis mellifera* L. *J. Insect Science* 11, Article 74
3. Ikeda T., Nakamura J., Furukawa S., Chantawannakul P., Sasaki M. and Sasaki T. (2011 Aug) Transduction of baculovirus vectors to queen honeybees, *Apis mellifera* L. *Apidologie* 42, 461-471.
4. Kagami T., Furukawa S., Ikeda T., Hojo M., Nakamura J., Sasaki M and Sasaki T. (2011 Feb.) Expression of slit homolog 1 and major royal jelly protein 7 genes in the brain of the European honeybee, *Apis mellifera* L. *Tamagawa University Research Review* 16, 11-18.
5. Hojo M., Kagami T., Nomura S., Kubo Y., Nakamura J., Sasaki M. and Sasaki T. (2010 Feb) Influence of social stimuli deprivation on gene expression in brain of the honeybee, *Apis mellifera* L. *Tamagawa University Research Review* 15, 31-38
6. Hojo M., Kagami T., Sasaki T., Nakamura J. and Sasaki M. (2010 Jan) Reduced expression of major royal jelly protein 1 gene in the mushroom bodies of worker honeybees with reduced learning ability. *Apidologie*, 41, 194-202.
7. Hasegawa M., Asanuma S., Fujiyuki T., Kiya T., Sasaki T., Endo D., Morioka M. and Kubo T. (2009 Oct) Differential gene expression in the mandibular glands of queen and worker honeybees, *Apis mellifera* L., Implication for caste-selective aldehyde and fatty acid metabolism. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 39, 661-667
8. Tanaka K., Furukawa S., Nikoh N., Sasaki T. and Fukatsu T. (2009 Sep) Complete WO phage sequence revealed putative functional elements required for integration into Wolbachia genome. *Appl. Environmental. Microbiology.* 75 5676-86.
9. Nomura S., Takahashi J., Sasaki T, Yoshida T. and Sasaki M. (2009 Aug) Expression of the dopamine transporter in the brain of the honeybee, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae). *Appl. Entomol. Zool.* 44, 403-411
10. Furukawa S., Tanaka K., Fukatsu T. and Sasaki T. (2008 Nov) In vitro infection of Wolbachia in insect cell lines. *Appl. Entomol. Zool.* 43(4), 519-525.

学会等発表

<国際会議>

1. Sakamoto H., Suzuki M. and Sasaki T. (2012) DNA methylation during the caste determination in the European honeybees, *Apis mellifera*. The 24th International Congress of Entomology (Aug. 19-25, Daegu, Korea)
2. Miyamoto A., Nakazato Y., Kawaguchi A., Toyoshima C., Sasaki T. and Kojima H. (2009) Analysis of synaptic transmission mediated by AMPAR channel with TARP(γ7). 36th International Congress of Physiological Sciences (Jul. 27 - Aug. 1, Kyoto International Conference Center, Kyoto).
3. Nakazato Y., Toujoh S., Miyamoto A., Sasaki T. and Kojima H. (2009) A physiological and Molecular Biological Study of Rat

Cerebellar Long-term Depression. Biophysical Society 53rd Annual Meeting of USA (Feb. 28 - Mar. 4, Boston Convention and Exhibition Center, Boston)

4. Kohjiro Tanaka¹, Seiichi Furukawa², Tetsuhiko Sasaki², and Takema Fukatsu¹ (2008) Complete bacteriophage WO sequences revealed putative functional elements required for integration into Wolbachia genome. 5th International Wolbachia conference, June 9-14, Crete, Greece

<国内会議>

1. 坂本洋典、鈴木美穂、佐々木哲彦 (2013) 「セイヨウミツバチのカースト間におけるゲノムメチル化の比較」日本応用動物昆虫学会第57回大会 (3月27日～29日 (発表29日), 日本大学, 藤沢市)
2. 石井進之輔、佐々木哲彦、鈴木美穂 (2012) 「セイヨウミツバチのカースト決定期におけるDNAメチル化の解析」日本応用動物昆虫学会第56回大会 (3月27日～29日 (発表28日)、近畿大学、奈良市)
3. 古川誠一、田中康次郎、深津武馬、佐々木哲彦 (2011) ボルバキアWOファージの溶菌活性の動態計測」日本応用動物昆虫学会第55回大会 (3月27-29日、九州大学、福岡市)
4. 石井進之輔、及川洋平、川上知泰、池田隆、佐々木哲彦 (2011) セイヨウミツバチ *Apis mellifera* におけるDNAメチル化の解析. 日本応用動物昆虫学会第55回大会 (3月27～29日、九州大学、福岡市)
5. 池田隆、古川誠一、中村純、佐々木哲彦 (2010) セイヨウミツバチ Hex110 遺伝子のメチル化の解析. 日本応用動物昆虫学会第54回大会 (3月26～28日、千葉大学、千葉市)
6. 古川誠一、池田隆、佐々木正己、佐々木哲彦 (2010) セイヨウミツバチのAMPA受容体サブユニット遺伝子の単離. 日本応用動物昆虫学会第54回大会 (3月26～28日、千葉大学、千葉市)
7. 田中康次郎、古川誠一、二河成男、佐々木哲彦、深津武馬 (2009) ボルバキアに感染するバクテリオファージのゲノム解析. 日本応用動物昆虫学会第53回大会 (3月28日～30日、北海道大学、札幌)
8. 古川誠一、田中康次郎、加藤秀之、深津武馬、佐々木哲彦 (2009) ボルバキア WO ファージ粒子の解析. 日本応用動物昆虫学会第53回大会 (3月28日～30日、北海道大学、札幌)
9. 加々美貴弘、北條優、佐々木哲彦、佐々木正己 (2009) セイヨウミツバチ (*Apis mellifera* L.) の学習能力に関する遺伝子の探索. 日本応用動物昆虫学会第53回大会 (3月28日～30日、北海道大学、札幌)

<口頭発表・シンポジウムでの講演など (国内) >

1. 佐々木哲彦 (2009) 昆虫細胞内における微生物共生系 早稲田大学総合研究機構ケミカルバイオリジー研究所シンポジウム「動的平衡としての微生物共生系と天然物化学」(12月25日、早稲田大学、東京)
2. 佐々木哲彦 (2009) 昆虫の生殖を操作する細胞内共生細菌. 日本農芸化学関東支部2009年度大会 (10月31日、玉川大学、町田)
3. Sasaki Tetsuhiko and Sasaki Masami (2008) How does the learning capability develop in social system of the honeybee? Tamagawa Caltech Joint workshop "Neural Mechanisms of Social Mind". Tamagawa University, Machida, Tokyo, Japan Dec. 6 - 8.

外部資金獲得状況

- 2006 (4月) - 2009 (3月) 「Modifying Mosquito Population Age Structure to Eliminate Dengue Transmission」FNIH (米国)

Grand Challenges in Global Health (代表者・Scott O'Neill) 分担金 (2006- \$85,375; 2007-\$87,670; 2008-\$90,058)

- 平成 23 年 4 月～平成 26 年 3 月「昆虫類における多型発現のエピジェネティクス」科研費基盤研究 C 一般／代表者佐々木哲彦／計 5,330 千円 (直接 4,100 千円, 間接 1230 千円) / 23 年度: 直接 1,900 千円 ・ 間接 570 千円 / 24 年度直接 1,500 千円・間接 450 千円 / 25 年度: 直接 700 千円・間接 210 千円

共同研究実施状況

- 2011(4月)～現在 自然科学研究機構基礎生物学研究所個別共同研究「アブラムシ多型発現のエピジェネティックな調節機構の解析」共同研究者: 基礎生物学研究所・准教授・重信秀治 / 基礎生物学研究所・研究員・鈴木美穂
- 2012(8月)～現在「任意生物種ゲノムを用いた新規遺伝子機能評価系の確立」共同研究者: 京都大学 iPS 細胞研究所・特定研究員・池田隆 / 基礎生物学研究所・准教授・重信秀治 / 基礎生物学研究所・助教・内山郁夫



【事業推進担当者】

星 英司 Eiji Hoshi

所属 玉川大学脳情報研究科・非常勤講師、東京都医学総合研究所・
副参事研究員（平成 23 年 4 月 1 日付）

研究テーマ：認知と運動の統合過程を支える神経メカニズムの統合的研究

キーワード：前頭前野、運動前野、一次運動野、到達運動、ニューロン、小脳、
大脳基底核

グローバル COE 期間中の研究活動

コミュニケーションの神経基盤を解明するために一連の研究を行った。認知と動作の橋渡しをする重要な要素として「動作概念」があるのではないかという作業仮説を設定した。コミュニケーションの場で伝えられる情報は、概念レベルの動作情報であることが多いので、動作概念はコミュニケーションでも重要な要素の一つとみなされると考えた。動作概念の要素が詳細に検討できる行動課題を設定し、ニホンザルにこれを学習させた。視覚認知－動作概念－動作の準備実行という一連の情報変換過程を細胞活動レベルで解析することにより、幾つかの知見を得ることができた。

まず、前頭葉の高次運動野では、視覚認知情報は殆ど反映されていない一方で、動作概念や動作の準備・実行の過程が大変強く反映されていることが明らかとなった。加えて、動作概念や動作自体を反映する細胞活動は数 100ms という短潜時で始まること、細胞活動全体で動作概念から動作自体への情報変換過程が反映されていること、更に、単一細胞レベルでもこの過程が反映されていることが明らかとなった。以上の結果は、視覚認知情報に基づいて生成された動作概念情報を高次運動野が受け取り、これを実際の動作に変換していることを示唆している。一方で、一次運動野から細胞活動を記録したところ、動作概念の表現が非常に弱いこと、動作概念を動作へ変換する過程が殆ど反映されていないこと、その一方で、実際の動作遂行時には動作の表現が非常に強いことが明らかとなった。こうした高次運動野と一次運動野の間における機能的相違は、認知から動作に至る一連の情報過程において、これらの2つの領野が異なったレベルにあることを示唆している。

続いて、前頭前野から細胞活動を記録したところ、高次運動野に見出された過程に加えて、前頭前野は視覚情報にもとづいて動作概念を決定する過程に関与すること、さらに、前頭前野は動作の準備・実行中にも動作概念を強く表現することが明らかとなった。最後に、大脳

基底核から細胞活動を記録したところ、動作概念の決定は高次運動野と前頭前野とほぼ同時であるのに対して、動作自体の決定はこれらの皮質領野に遅れることが明らかとなった。

こうした一連の結果は、前頭前野、高次運動野、大脳基底核をつなぐネットワークが、動作概念の脳内表現において重要な役割を果たすこと、さらに、動作概念のモニタリングにおいては前頭前野が中心的な役割を果たすことを明らかとし、このネットワークのコミュニケーションにおける役割に関して新たな実験的証拠を示すことに成功した。

グローバル COE 終了後の研究予定

今後も、前頭葉と大脳基底核をつなぐネットワークの機能的役割について理解を深めるために、生理学的手法に加えて様々な先端的手法を組み合わせる研究活動を展開していく予定である。

学位論文指導状況

<博士>

【平成 20 年度】副査、中山義久、「条件付き視覚運動変換における運動前野背側部と一次運動野の機能的差異」

【平成 21 年度】副査、山形朋子、「動作制御に向けた視覚情報処理における運動前野の機能的役割」

【平成 22 年度】主査、橋本雅史、「小脳と運動前野をつなぐ神経ネットワーク」

【平成 23 年度】副査、佐賀洋介、「マカクザルにおける大脳基底核から背側運動前野 (F2) への多シナプス性入力」

<修士>

【平成 20 年度】副査、佐賀洋介、「霊長類における前頭前野背外側 (Area 46d) と背側運動前野吻側部 (PMdr) に投射する前頭皮質領域」

研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Arimura, N., Nakayama, Y., Yamagata, T., Tanji, J., Hoshi, E. (in press) Involvement of the globus pallidus in behavioral goal determination and action specification. *J. Neurosci.*
2. 星 英司, 中山義久, 山形朋子 (in press) 概念に基づく動作の基礎生理学 *Clinical Neuroscience*
3. Hirata, Y., Miyachi, S., Inoue, K.I., Ninomiya, T., Takahara, D., Hoshi, E., Takada, M. (in press) Dorsal area 46 is a major target of disynaptic projections from the medial temporal lobe. *Cereb. Cortex*
4. 星 英司 (2013) 脳のシステムと高次脳機能障害 理学療法ジャーナル 47: 7-12
5. 星 英司, 橋本雅史 (2013) 小脳 *Clinical Neuroscience* 13: 80-82
6. Yamagata, T., Nakayama, Y., Tanji, J., Hoshi, E. (2012) Distinct information representation and processing for goal-directed behavior in the dorsolateral and ventrolateral prefrontal cortex and the dorsal premotor cortex. *J. Neurosci.* 32:12934-12949
7. Takahara, D., Inoue, K.I., Hirata, Y., Miyachi, S., Nambu, A., Takada, M., and Hoshi, E. (2012) Multisynaptic projections from the ventrolateral prefrontal cortex to the dorsal premotor cortex in macaques - anatomical substrate for conditional visuomotor behavior. *Eur. J. Neurosci.* 36:3365-3375
8. 星 英司, 中山義久, 山形朋子, 佐賀洋介, 橋本雅史, 有村奈利子, 丹治 順 (2011) 認知と運動の統合過程を支える神経基盤 *Brain and Nerve* 63: 59-68
9. Saga, Y., Iba, M., Tanji, J., and Hoshi, E. (2011) Development of multidimensional representations of task phases in the lateral prefrontal cortex. *J. Neurosci.* 31:10648-10665
10. Saga, Y., Hirata, Y., Takahara, D., Inoue, K., Miyachi, S., Nambu, A., Tanji, J., Takada, M., and Hoshi, E. (2011) Origins of multisynaptic projections from the basal ganglia to rostrocaudally distinct sectors of the dorsal premotor area in macaques. *Eur. J. Neurosci.* 33: 285-297
11. 丹治 順, 中山義久, 山形朋子, 佐賀洋介, 橋本雅史, 有村奈利子, 星 英司 (2010) 補足運動野と前補足運動野 *Clinical Neuroscience* 28: 1121-1124
12. 星 英司 (2010) 視覚情報に基づいた運動制御を支えるネットワーク 医学のあゆみ 234: 1216-1217
13. Hashimoto, M., Takahara, D., Hirata, Y., Inoue, K., Miyachi, S., Nambu, A., Tanji, J., Takada, M., and Hoshi, E. (2010) Motor and nonmotor projections from the cerebellum to rostrocaudally distinct sectors of the dorsal premotor cortex in macaques. *Eur. J. Neurosci.* 33: 285-297
14. 丹治 順, 中山 義久, 山形 朋子, 星 英司 (2009) 運動野の somatotopy を考える - 行動制御の生理学的検討から *Brain and Nerve* 61: 1363-1371
15. Yamagata, T., Nakayama, Y., Tanji, J., and Hoshi, E. (2009) Processing of visual signals for direct specification of motor targets and for conceptual representation of action targets in the dorsal and ventral premotor cortex. *J. Neurophysiol.* 102: 3280-3294
16. Nakayama, Y., Yamagata, T., Tanji, J., and Hoshi, E. (2008) Transformation of a virtual action plan into a motor plan in the premotor cortex. *J. Neurosci.* 28: 10287-10297

書籍 (著書)

1. Tanji, J., Hoshi, E. (2009) Premotor Areas: Medial. *Encyclopedia of Neuroscience.* page 925-933. Elsevier.
2. 星 英司 (2008) 思考とアクションを支える神経細胞活動『脳・生命・心—脳科学と哲学の出会い—』(坂上 雅道, 中山 剛史 編) page 28-41 玉川大学出版部.

学会等発表

<国際会議>

1. Y. SAGA, M. HASHIMOTO, L. TREMBLAY, J. TANJI, E. HOSHI (2012) Action-related neuronal activity in the globus pallidus of macaques reflects multiple aspects of goal-directed behavior. *Soc. Neurosci. Abstr.* 380.10. Neuroscience 2012, New Orleans, LA, Oct 13-17, 2012
2. M. HASHIMOTO, Y. SAGA, L. TREMBLAY, J. TANJI, E. HOSHI (2012) Involvement of the lateral prefrontal cortex (LPFC) and the dorsal premotor cortex (PMd) of macaques in action selection based on self-determined abstract behavioral goals. *Soc. Neurosci. Abstr.* 187.21. Neuroscience 2012, New Orleans, LA, Oct 13-17, 2012
3. Y. NAKAYAMA, T. YAMAGATA, N. ARIMURA, J. TANJI, E. HOSHI (2012) Differential involvement of the frontal motor areas of macaques in planning and execution of action based on an abstract behavioral goal. *Soc. Neurosci. Abstr.* 187.15. Neuroscience 2012, New Orleans, LA, Oct 13-17, 2012
4. T. YAMAGATA, Y. NAKAYAMA, J. TANJI, E. HOSHI (2012) Distinct representations of a behavioral goal and an action in the dorsolateral and ventrolateral prefrontal cortex and the dorsal premotor cortex of macaques. *Soc. Neurosci. Abstr.* 187.06. Neuroscience 2012, New Orleans, LA, Oct 13-17, 2012
5. M. M. MORROW, E. HOSHI, J. FÉGER, L. TREMBLAY, P. L. STRICK (2011) Topography of cortical inputs from the medial wall of the hemisphere to GPe: An anatomy of basal ganglia dysfunction. *Soc. Neurosci. Abstr.* 811.08. Neuroscience 2011, Washington, DC, Nov 12-16, 2011
6. Y. SAGA, M. IBA, J. TANJI, E. HOSHI (2011) Development and maintenance of multidimensional representations of task phases in the lateral prefrontal cortex of macaques. *Soc. Neurosci. Abstr.* 406.06. Neuroscience 2011, Washington, DC, Nov 12-16, 2011
7. D. TAKAHARA, K.-I. INOUE, Y. HIRATA, S. MIYACHI, A. NAMBU, M. TAKADA, E. HOSHI (2010) Multisynaptic inputs from the temporal cortex to the dorsal premotor cortex in macaques. *Soc. Neurosci. Abstr.* 893.14. Neuroscience 2010, San Diego, CA, Oct 13-17, 2010
8. N. ARIMURA, Y. NAKAYAMA, T. YAMAGATA, Y. SAGA, J. TANJI, E. HOSHI (2010) Role of the globus pallidus in action planning as mediated by the abstract representation of action. *Soc. Neurosci. Abstr.* 805.19. Neuroscience 2010, San Diego, CA, Oct 13-17, 2010
9. M. HASHIMOTO, Y. SAGA, L. TREMBLAY, J. TANJI, E. HOSHI (2010) Neuronal activity of the dorsal premotor area (PMd) and the primary motor area (MI) of macaques in the process of motor selection based on the virtual action plan made in a voluntary fashion. *Soc. Neurosci. Abstr.* 382.3. Neuroscience 2010, San Diego, CA, Oct 13-17, 2010
10. T. YAMAGATA, Y. NAKAYAMA, J. TANJI, E. HOSHI (2010) Mo-

- tor specification processes in the dorsal and ventral premotor cortex (PMd and PMv) through distinct paths of information processing. Soc. Neurosci. Abstr. 373.8. Neuroscience 2010, San Diego, CA, Oct 13-17, 2010
11. Y. SAGA, M. IBA, E. HOSHI, J. TANJI (2010) Involvement of the lateral prefrontal cortex in monitoring the phase of behavior based on sensory signals of three sensory modalities. Soc. Neurosci. Abstr. 201.18. Neuroscience 2010, San Diego, CA, Oct 13-17, 2010
 12. Y. HIRATA, K.-I. INOUE, D. TAKAHARA, M. TAKADA, E. HOSHI (2010) Frontal lobe inputs to the shoulder region of the dorsal premotor area in macaque monkeys. Soc. Neurosci. Abstr. 184.11. Neuroscience 2010, San Diego, CA, Oct 13-17, 2010
 13. Y. SAGA, M. IBA, J. TANJI, E. HOSHI (2009) Visual, auditory, and tactile sensory responses of neurons in the lateral prefrontal cortex (LPFC) in macaques. Soc. Neurosci. Abstr. 677.18. Neuroscience 2009, Chicago, IL, Nov 12-16, 2009
 14. T. YAMAGATA, Y. NAKAYAMA, J. TANJI, E. HOSHI (2009) Involvement of dorsal and ventral sectors of the lateral prefrontal cortex in a concept-based action planning. Soc. Neurosci. Abstr. 677.13. Neuroscience 2009, Chicago, IL, Nov 12-16, 2009
 15. Y. NAKAYAMA, N. ARIMURA, T. YAMAGATA, J. TANJI, E. HOSHI (2009) Comparison of neuronal activity in three subareas of the dorsal premotor cortex. Soc. Neurosci. Abstr. 463.3. Neuroscience 2009, Chicago, IL, Nov 12-16, 2009
 16. Saga, Y., Namba, K., Takahara, D., Miyachi, S., Takada, M., Tanji, J., Hoshi, E. (2009) The distribution of projection neurons from the claustrum to the frontal cortex is widespread with separate patches of high-density areas. IUPS 2009, 36th International Congress of Physiological Sciences, Kyoto, Japan, Jul 27-Aug1, 2009
 17. Yoshihisa NAKAYAMA, Tomoko YAMAGATA, Jun TANJI, Eiji HOSHI. (2009) Virtual and physical representation of action planning in primate dorsal and ventral premotor cortex and primary motor cortex. IUPS 2009, 36th International Congress of Physiological Sciences, Kyoto, Japan, Jul 27-Aug1, 2009
 18. Tomoko YAMAGATA, Yoshihisa NAKAYAMA, Jun TANJI, Eiji HOSHI. (2009) Response properties of neurons in the premotor and prefrontal cortices to the appearance of visuospatial and instruction signals. IUPS 2009, 36th International Congress of Physiological Sciences, Kyoto, Japan, Jul 27-Aug1, 2009
 19. Morrow, M. M., Hoshi, E., Carras, P. L., Feger, J., Tremblay, L., and Strick, P. L. (2008) Cortical input to behaviorally characterized sites in GPe. Soc. Neurosci. Abstr. 472.2. Neuroscience 2008, Washington, DC, Oct 13-17, 2008
 20. Saga, Y., Takahara, D., Miyachi, S., Samejima, K., Takada, M., Tanji, J., and Hoshi, E. (2008) The dorsal aspect of area 46 (area 46d) and dorsal premotor cortex (PMd) receive specific, as well as common, inputs from the frontal and parietal cortex. Soc. Neurosci. Abstr. 182.6. Neuroscience 2008, Washington, DC, Oct 13-17, 2008
 21. Nakayama, Y., Yamagata, T., Tanji, J., and Hoshi, E. (2008) Differential involvement of the dorsal premotor cortex (PMd) and the primary motor cortex (MI) in indirect visuomotor behavior. Soc. Neurosci. Abstr. 182.3. Neuroscience 2008, Washington, DC, Oct 13-17, 2008
 22. Yamagata, T., Nakayama, Y., Tanji, J., and Hoshi, E. (2008) Involvement of the dorsal and ventral premotor cortex (PMd and PMv) in direct vs. indirect visuomotor behavior. Soc. Neurosci. Abstr. 182.2. Neuroscience 2008, Washington, DC, Oct 13-17, 2008
- <国内会議>
1. Saga, Y., Iba, M., Tanji, J., & Hoshi, E. Multidimensional Representations of Task Phases in the Lateral Prefrontal Cortex. Neuro2011, 横浜, 2011. 9 月
 2. Yamagata, T., Nakayama, Y., Tanji, J., & Hoshi, E. Comparing the involvement of the lateral prefrontal cortex (LPFC) and dorsal premotor cortex (PMd) in representing the virtual action plan and motor plan. Neuro2011, 横浜, 2011.9 月
 3. Nakayama, Y., Yamagata, T., Arimura, N., Tanji, J., & Hoshi, E. Differential distribution of activities reflecting planning, preparation, and execution of action in six motor areas of the frontal lobe. Neuro2011, 横浜, 2011.9 月
 4. Arimura, N., Nakayama, Y., Yamagata, T., Tanji, J., & Hoshi, E. A comparison of neuronal activity of globus pallidus and premotor cortex in retrieving a virtual action plan instructed by a visual object and in developing a physical motor plan. Neuro2011, 横浜, 2011.9 月
 5. Hashimoto, M., Saga, Y., Tremblay, L., Tanji, J., & Hoshi, E. Involvement of the lateral prefrontal cortex (LPFC), dorsal premotor cortex (PMd), and primary motor cortex (MI) of macaques in action selection based on self-determined virtual action plan. Neuro2011, 横浜, 2011.9 月
 6. 佐賀 洋介, 射場 美智代, 丹治 順, 星 英司 (2010) 「マカクザル前頭前野における3つの様式の感覚信号に基づいた行動段階の表現」 第33回日本神経科学大会、神戸コンベンションセンター、神戸、2010年9月
 7. 高原 大輔, 平田 快洋, 井上 謙一, 宮地 重弘, 南部 篤, 高田 昌彦, 星 英司 (2010) 「腹側前頭前野から背側運動前野への多シナプス性入力」 第33回日本神経科学大会、神戸コンベンションセンター、神戸、2010年9月
 8. 平田 快洋, 高田 昌彦, 星 英司 (2010) 「マカクザル運動前野への皮質入力により明らかにされた前肢遠位部と近位部運動統合の為の神経基盤」 第33回日本神経科学大会、神戸コンベンションセンター、神戸、2010年9月
 9. 有村 奈利子, 中山 義久, 山形 朋子, 丹治 順, 星 英司 (2010) 「行動の抽象表現に基づく運動計画における大脳基底核と前頭前野の関与」 第33回日本神経科学大会、神戸コンベンションセンター、神戸、2010年9月
 10. 中山 義久, 山形 朋子, 丹治 順, 星 英司 (2010) 「運動実行に関わる神経細胞活動の前頭葉6領域間の比較」 第33回日本神経科学大会、神戸コンベンションセンター、神戸、2010年9月
 11. 星 英司, 佐賀 洋介, 高原 大輔, 平田 快洋, 井上 謙一, 宮地 重弘, 南部 篤, 丹治 順, 高田 昌彦 「マカクザルにおける大脳基底核から背側運動前野への多シナプス性入力」 第33回日本神経科学大会、神戸コンベンションセンター、神戸、2010年9月
 12. 橋本 雅史, 佐賀 洋介, トレンブリイ レオン, 丹治 順, 星 英司 「随意的に形成された仮想的アクションプランに基づく動作選択におけるマカクザル運動前野背側部と一次運動野の機能的関与」 第33回日本神経科学大会、神戸コンベンションセンター、神戸、2010年9月
 13. 山形 朋子, 中山 義久, 丹治 順, 星 英司 (2010) 「異なる視覚情報に基づく上肢動作における運動前野背側部と腹側部の運動プラン形成」 第33回日本神経科学大会、神戸コンベンションセンター、神戸、2010年9月
 14. 佐賀 洋介, 射場 美智代, 丹治 順, 星 英司 (2010) 「感覚様式特異的な応答を示すマカクザル前頭前野の細胞活動」、第

- 87 回日本生理学会大会、いわて県民情報交流センター、盛岡、2010年5月20日
15. 平田 快洋、井上 謙一、高原 大輔、二宮 太平、宮地 重弘、丹治 順、高田 昌彦、星 英司「背側運動前野肩領域への前頭葉入力様式」、第32回日本神経科学大会、名古屋国際会議場、名古屋、2009年9月
 16. 中山 義久、山形 朋子、丹治 順、星 英司(2009)「動作概念を利用した視覚運動変換課題における背側運動前野内の機能分化」、第32回日本神経科学大会、名古屋国際会議場、名古屋、2009年9月
 17. 星 英司、佐賀 洋介、高原 大輔、平田 快洋、井上 謙一、宮地 重弘、丹治 順、高田 昌彦(2009)「淡蒼球内節から大脳皮質背側運動前野への入力様式」、第32回日本神経科学大会、名古屋国際会議場、名古屋、2009年9月
 18. 橋本 雅史、高原 大輔、平田 快洋、井上 謙一、宮地 重弘、丹治 順、高田 昌彦、星 英司(2009)「小脳から大脳皮質背側運動前野への入力様式」、第32回日本神経科学大会、名古屋国際会議場、名古屋、2009年9月
 19. 佐賀 洋介、射場 美智代、丹治 順、星 英司(2009)「感覚様式を越えて刺激の提示回数を反映するマカクザル前頭前野の細胞活動」、第32回日本神経科学大会、名古屋国際会議場、名古屋、2009年9月
 20. 山形 朋子、中山義久、丹治 順、星 英司(2009)「動作概念に基づいた動作プラン形成における外側前頭前野の機能的関与」、第32回日本神経科学大会、名古屋国際会議場、名古屋、2009年9月
 21. 平田 快洋、星 英司、高田 昌彦(2008)「マカクザルにおける腹側運動前野指領域の皮質内結合」、第31回日本神経科学大会、東京国際フォーラム、東京、2008年7月
 22. 佐賀 洋介、難波 克己、高原 大輔、射場 美智代、鮫島 和行、高田 昌彦、丹治 順、星 英司(2008)「マカクザルにおける後部頭頂皮質から前頭前野背外側部と背側運動前野への投射様式」、第31回日本神経科学大会、東京国際フォーラム、東京、2008年7月
 23. 高原 大輔、星 英司、宮地 重弘、井上 謙一、南部 篤、高田 昌彦(2008)「前頭前野腹側部から運動前野背側部への経シナプス投射」、第31回日本神経科学大会、東京国際フォーラム、東京、2008年7月
 24. 中山 義久、山形 朋子、星 英司、丹治 順(2008)「動作概念形成課題における背側運動前野および一次運動野の細胞活動」、第31回日本神経科学大会、東京国際フォーラム、東京、2008年7月
 25. 山形 朋子、中山 義久、星 英司、丹治 順(2008)「運動前野背側部と腹側部は視覚情報に基づいた上肢動作に異なった関与をする」、第31回日本神経科学大会、東京国際フォーラム、東京、2008年7月
 26. 佐賀 洋介、難波 克己、星 英司、射場 美智代、高原 大輔、平田 快洋、井上 謙一、宮地 重弘、高田 昌彦、丹治 順(2008)「マカクザルにおける前頭前野背外側部と運動前野背側部に投射する前頭皮質領域」、第85回日本生理学会大会、京王プラザホテル東京、東京、2008年3月
 27. 山形 朋子、中山 義久、星 英司、丹治 順(2008)「運動前野背側部と腹側部の視覚刺激に対する異なる応答特性」、第85回日本生理学会大会、京王プラザホテル東京、東京、2008年3月
 28. 中山 義久、山形 朋子、星 英司、丹治 順(2008)「条件付視覚運動変換における背側運動前野と一次運動野の機能的差異」、第85回日本生理学会大会、京王プラザホテル東京、東京、2008年3月

<口頭発表・シンポジウムでの講演など(海外)>

1. Hoshi, E. "Five networks in the frontal cortex for planning

- and executing voluntary movements." Center for Integrative Neuroscience and Neuroengineering Research Seminar, the University of Chicago, Chicago, U.S.A., 2008/10
2. Hoshi, E. "Five networks in the frontal cortex for planning and executing voluntary movements." Physiology Department Seminar, Northwestern University, Chicago, U.S.A., 2008/10
 3. Hoshi, E. "Neural Basis of target selection for reaching movements." Annual Meeting of Society for the Neural Control of Movement, Hawaii, U.S.A., 2009/04

<口頭発表・シンポジウムでの講演など(国内)>

1. 星 英司、「前頭連合野と目的指向的行動」京都大学霊長類研究所研究会「行動特性を支配するゲノム基盤と脳機能の解明」、京都大学霊長類研究所、犬山市、2013/3/16
2. 星 英司、「運動指令を作り出す脳神経回路の仕組み」CREST公開シンポジウム「脳神経回路の形成と機能—脳はどのように作られ、どのように働いているのか—」、東京、2013/3/2
3. Hoshi, E. "Cortical motor areas" 講義、生理学研究所、岡崎、2012/2/8
4. 星 英司、「前頭葉と随意運動」脳神経科学コアセンターセミナー、東北大学医学部、仙台、2012/12/21
5. 星 英司、「行動制御と前頭葉の広域ネットワーク」システム神経科学セミナーシリーズ、国立精神・神経医療研究センター、小平市、2012/10/30
6. 星 英司「前頭連合野と目的指向的行動：構造と機能」シンポジウム：サル前頭前野における認知機能研究の展開、第35回日本神経科学大会、名古屋国際会議場 2012/9/18
7. 星 英司、「大脳-小脳-大脳基底核ネットワークにおける運動情報処理の分散と統合」、CREST・さきがけ合同シンポジウム「運動情報処理に関わる脳神経回路の研究—動作原理の解明と臨床応用への展開—」、仙台国際センター、2012/07/24
8. 星 英司、「脳情報処理における前頭葉と基底核の連関」第47回日本理学療法学会「神経教育講演」、神戸ポートピアホテル、2012/5/25
9. 星 英司、「感覚情報に基づく行動制御における前頭連合野の役割」。霊長研共同利用研究会「行動特性を支配するゲノム基盤と脳機能の解明」、京都大学霊長類研究所、犬山市、2012/3/3
10. 星 英司、前頭連合野ニューロンに教えを乞う。第8回公開シンポジウム「ニホンザルバイオリソースプロジェクト—第2期の成果と将来展望—」、東京医科歯科大学、2011/12/9
11. 星 英司、「小脳を中心とした神経ネットワーク構築の新展開」大学院特別講義 歯学先端研究特論、東京医科歯科大学、2011/11/29
12. 星 英司、「随意的行動制御の神経基盤」大学院特別講義、京都大学霊長類研究所、2011/10/13-14
13. 星 英司、「大脳皮質を中心とした運動のための神経ネットワーク」特別講義、岩手医科大学医学部、2011/10/31
14. 星 英司、「前頭葉と随意運動」教職大学院 特別講義、玉川大学、2011/8/19
15. 星 英司、「運動」特別講義、新潟大学医学部、2011/7/5
16. Hoshi, E. "Neural mechanisms underlying the integration of perception and action." Tohoku International Symposium on Multidisciplinary Neuroscience, Sendai, 2011/01/22
17. 星 英司、「行動のプログラミングにおける前頭葉ネットワークの機能的役割」研究会、生理学研究所、岡崎、2011/01/08
18. 星 英司、「Motor system」理研 BSI チュートリアルシリーズ 2010、理化学研究所、2010/10/26
19. 星 英司、「運動」学部生講義、岩手医科大学、2010/10/04
20. 星 英司、「運動」学部生講義、新潟大学医学部、2010/07/06
21. 星 英司、「随意運動を支える神経ネットワーク：運動前野を

中心に」 Seminar, 東京都神経科学総合研究所、府中、東京、2010/04/09

22. 星 英司, "Sensorimotor Integration in Cortical Motor Areas." 講義, 生理学研究所、岡崎、2010/02
23. 星 英司, 「大脳基底核と運動前野をつなぐネットワーク」 研究会、生理学研究所、岡崎、2009/11
24. 星 英司, 「動物の大脳皮質から見た大脳基底核と小脳」 シンポジウム、第 39 回日本臨床神経生理学会学術大会、北九州市、2009/11
25. 星 英司, 「大脳基底核と運動前野をつなぐネットワーク」 セミナー、岩手医科大学、盛岡、2009/10
26. 星 英司, 「大脳基底核と運動前野」 講義、岩手医科大学、盛岡、2009/10
27. Hoshi, E. "Networks linking the basal ganglia to the dorsal premotor area for controlling voluntary motor act." The Basal Ganglia in Health & Disease, Satellite Symposium of the 32nd Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, Okazaki, Japan, 2009/09
28. 星 英司, 「認知と運動のインターフェースとしての高次運動野」 講義、東京大学医学部医学系研究科、東京、2009/06
29. Hoshi, E. "Five networks in the frontal cortex for planning and executing the voluntary movement." RIKEN-Tamagawa Workshop, Tokyo, Japan, 2008/08
30. 星 英司, 「前頭葉と随意運動」 講義、日本生理学会サマースクール、東京、2008/08

活動実績 (各種委員委嘱など)

Editorial Boards

OA Neurosciences London, 2013-
BioMed Research International, 2013-

受賞

星 英司

- 平成 22 年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞 (2010)「随意的に制御された行動発現を支える神経基盤の研究」
- 平成 24 年度 公益財団法人 東京都医学総合研究所 理事長表彰 (2013)「行動制御における前頭葉ネットワークの役割に関する研究」

新聞、雑誌、テレビ、ラジオ他マスコミ関係掲載・出演など

1. 平成 24 年 9 月 12 日、NHK TV ニュース (NHK NEWS WEB 24)「脳の部分ごとの機能を詳しく解明」
2. 平成 24 年 9 月 19 日、日経産業新聞「行為と目的は別系統—脳の指令、実験で解明」
3. 平成 23 年 8 月 5 日、科学新聞「行動の段取りを支える神経機構、前頭前野に発見」

外部資金獲得状況

星 英司

- 2007-2010: Career Development Award (The International Human Frontier Science Program Organization)
- 2007-2012: 随意運動の発現における前頭葉、大脳基底核、小脳の機能分散と機能連関の解明 (代表) 若手研究 (S)
- 2008-2010: 認知と運動の統合過程における前頭葉内ネットワークの解明 (代表) 特定領域研究
- 2011-2017: 霊長類の大脳—小脳—基底核ネットワークにおける運動情報処理の分散と統合 (代表) 戦略的創造研究推進事業 (CREST)

共同研究実施状況

- 生理学研究所共同利用研究・一般共同研究 (南部篤教授)
- 京都大学霊長類研究所・共同利用研究 (高田昌彦教授)



【事業推進担当者】

酒井 裕 Yutaka Sakai

所属 玉川大学脳科学研究所・脳情報研究科(脳情報専攻)・准教授

研究テーマ：学習行動とシナプス学習則

キーワード：学習行動、シナプス可塑性、強化学習、自己組織化

グローバル COE 期間中の研究活動

社会で生きていくためには、自らの行動の結果がより良いものになるように行動選択の仕方を学習していく必要がある。行動を選択する際、脳にとっては知覚情報や自らの行動の履歴という膨大な情報を利用可能である。このような高次元の状態空間の中で標準的な学習アルゴリズムを用い、得られる結果を最良にしようとすると、膨大な試行回数が必要であることが知られている。しかし、実際の動物はいとも簡単に適切な行動選択を取れるように学習できる。特にヒトが社会的場面で利用可能な情報は極めて膨大で、その中からほんの一部の情報だけを抜き出し、その上でより良い結果をもたらす行動を学習しているとしか考えられない。これはどのような機構で実現しているのだろうか。ここでは、逆に動物が報酬最大化に失敗する例、つまり非合理的な選択行動に注目し、その行動特性から動物の脳で行われている学習原理を探り、この問題の解決の糸口にしている。

本プログラムの期間に、我々が注目して研究成果につながった動物の非合理的な選択行動は、次の2種類である。1つ目は報酬が確率的に与えられる場合によく観測される「マッチング則」と呼ばれる行動上の法則であり、2つ目は報酬が与えられるまでの遅延が異なるような行動選択をさせた場合の選好性に関する法則である。我々は、この2種類の非合理的な行動の法則が、同一の報酬最大化メカニズムから顕れることを示した。報酬最大化に Temporal Difference(TD) 学習と呼ばれる手法を用いており、課された選択課題に適した情報に注目できていない場合に、これら2種類の行動法則が再現される。TD 学習は、ドーパミン投射細胞の振舞いから、神経系に実装されている可能性が示唆されている。また膨大な知覚情報の中から与えられた環境に適した情報に注目することは、一般に難しく、人工的な環境を設定した選択課題では、動物にとってもやはり困難であったことを示唆している。

TD 学習や報酬最大化の枠組は強化学習理論として確立しているが、その中の「割引価値問題」と呼ばれる枠

組は神経科学や行動科学で広く適用されている。一連の研究の中で我々は、この「割引価値問題」の枠組を動物行動に適用しようとすると、ほとんどの場合、理論の適用範囲外であり、問題設定の枠組に欠陥が生じ、動物行動の理解の枠組として不適切であることを示した。さらに動物行動に適用可能な新たな「割引価値問題」を提唱した。

遅延報酬に対する選好性は、社会行動を営む上で重要な要素であり、行動経済学や社会心理学でもよく議論される点である。マッチング則はあまり社会行動の観点からは注目されていないが、行動の結果が確率的である状況は多く、根底ではつながっていると考えられる。これらの背後にある学習メカニズムについて議論した我々の成果は、社会行動の理解につながる。また、従来の強化学習理論が近年、行動経済学や社会心理学でも使われだしているが、不用意な適用がもたらす欠陥を指摘し、警鐘を鳴らしている我々の成果は、今後の社会行動の正しい理解に向けた貢献と言える。

グローバル COE 終了後の研究予定

人工的な環境を設定した選択課題で適した情報に注目することは、動物にとってもやはり困難であることを示唆した。このような例を積み重ね、動物にとって困難である条件を探索することで、動物が自然環境で如何にして適切な情報に注目しているのか、ということを解明する糸口にしていく。また、計算論的立場から、行動経済学や社会心理学への貢献を継続していく。

学位論文指導状況

<博士>

山口良哉「遅延報酬に基づく学習行動に関する計算論的研究」2012年度

主査：木村實 副査：松元健二、鮫島和行、深井朋樹(理化学研究所)

<修士>

荒木尚二郎「シナプスにおける強化メタ学習則の機能に関する研究」2009年度

主査：酒井裕 副査：相原威，鮫島和行

研究活動業績

論文（公刊論文・学術雑誌）

1. Yamaguchi Y, Sakai Y. Reinforcement learning for discounted values often loses the goal in the application to animal learning. *Neural networks* 35C: 88-91, 2012.
2. Kimura R, Saiki A, Fujiwara-Tsukamoto Y, Ohkubo F, Kitamura K, Matsuzaki M, Sakai Y, Isomura Y. Reinforcing operandum: rapid and reliable learning of skilled forelimb movements by head-fixed rodents. *Journal of neurophysiology* 108: 1781-1792, 2012
3. 佐村俊和, 杉崎えり子, 酒井裕, 林初男, 相原威. 長期抑圧の調節によるリカレントネットワークに生じる距離に依存する結合強度分布と指向性興奮伝播への影響. *電子情報通信学会技術研究報告* 112(227): 73-78, 2012.
4. 酒井裕. シナプス可塑性と学習—新たな学習原理の発見へ. *未来材料* 10(8): 67-72, 2010.
5. 荒木尚二郎, 酒井裕. 強化メタ学習則による遅延報酬問題の解決. *電子情報通信学会技術研究報告* 108(383): 79-83, 2009.
6. Sakai Y, Wada K. Multiple topological representation self-organized by spike-timing-dependent synaptic learning rule. *Cognitive Neurodynamics* 3(1): 33-38, 2009
7. Sakai Y, Fukai T. When does reward maximization lead to matching law? *PLoS One* 3(11): e3795, 2008

学会等発表

<国際会議>

1. Yamaguchi Y, Sakai Y. A theoretical approach to animal's impulsive preference - Impulsive choice behavior is interpreted as a result of reward-maximization failure. SCIS-ISIS2012, Kobe, Japan, Nov. 20-24, 2012.
2. Yamaguchi Y, Sakai Y. Discounted value problem becomes ill-posed by subject's strategy. 8th IBRO, Florence, Italy, July 14-18, 2011.
3. Kimura R, Saiki A, Fujiwara-Tsukamoto Y, Sakai Y, Isomura Y. Coordinated multineuron activities related to externally- and internally-initiated movements in rat motor cortex. Society for Neuroscience 41st annual meeting, Washington, DC, Nov 14, 2011.

<国内会議>

1. Yamaguchi Y, Sakai Y. Impulsive preference emerges as a result from reward-maximization failure, *Neuroscience* 2012, Nagoya, Japan, September 18-21, 2012.
2. Saiki A, Kimura R, Fujiwara-Tsukamoto Y, Sakai Y, Isomura Y. Ensemble spiking activity in rat primary and secondary motor cortices during execution/non-execution of voluntary movement. *Neuroscience* 2012, Nagoya, Japan, September 18-21, 2012
3. Fujiwara-Tsukamoto Y, Kimura R, Saiki A, Sakai Y, Isomura Y. Spout-lever manipulation: efficient learning of forelimb movements by head-fixed rats. *Neuroscience* 2012, Nagoya, Japan, September 18-21, 2012

4. Kimura R, Saiki A, Fujiwara-Tsukamoto Y, Sakai Y, Isomura Y. Coordinated multineuronal spiking activities related to externally- and internally-initiated movements in rat primary and secondary motor cortices. *Neuroscience* 2012, Nagoya, Japan, September 18-21, 2012
5. 佐村俊和, 酒井裕, 林初男, 相原威. 興奮伝播を生ずるリカレントネットワークに生じる距離依存結合強度分布. *日本神経回路学会第22回全国大会* 名古屋工業大学, 9/12-14, 2012.
6. Yamaguchi Y, Sakai Y. Discounted value problem becomes ill-posed by subject's strategy. JNNS2011, Okinawa, Japan, December 14-17, 2011.
7. 山口良哉, 酒井裕. 強化学習における時間割引の再考. *日本物理学会 第66回年次大会* 新潟大学, 3/25-28, 2011.
8. Kimura R, Sakai Y, Saiki A, Fujiwara-Tsukamoto Y, Isomura Y. Ensemble spiking activities in rat motor cortex during externally- and internally- initiated movements. *Neuroscience* 2011, Yokohama, Japan, September 14-17, 2011
9. Yamaguchi Y, Sakai Y. Purpose or Strategy? Reconsideration of temporal discount in non-Markov situation. *Neuro2010*, Kobe, Japan, September 2-4, 2010.
10. 荒木尚二郎, 酒井裕, STDPの初期強度依存性問題—強化メタ学習則による解決, *日本神経回路学会 第18回全国大会*, 筑波大学, (2008)

<口頭発表・シンポジウムでの講演など（国内）>

1. 酒井裕, 非合理行動の背後にある合理的学習戦略, *日本基礎心理学会第30回大会*, 慶應義塾大学 日吉キャンパス, 12/3-4, 2011
2. Sakai Y. A hypothesis of efficient learning rule: dopamine-dependent metaplasticity. 33rd annual meeting of the Japan neuroscience society (Neuro2010), Kobe, Japan, Sep. 2-4, 2010.

活動実績（各種委員委嘱など）

- 日本神経回路学会 第18回全国大会 プログラム委員
- 日本神経科学学会 Neuro2010 プログラム委員
- 電子情報通信学会 ニューロコンピューティング研究専門委員会 幹事補佐 (2009.4-2011.3)
- 日本神経回路学会オータムスクール ASCONE 運営
- 外部資金獲得状況（本人・指導担当ポストドクおよび大学院生）
- 特定領域研究「脳の高次機能学」平成20-21年度 200万円（直接経費）
- 若手研究（B）平成21-24年度 2500万円（直接経費）750万円（間接経費）
- 新学術領域研究「伝達創成機構」（分担）平成21-24年度 170万円（直接経費）51万円（間接経費）

共同研究実施状況

- 理化学研究所脳科学総合研究センター, 深井朋樹・チームリーダー, 学習行動のメカニズム



【事業推進担当者】

鮫島 和行 Kazuyuki Samejima

所属 玉川大学脳科学研究所・脳情報研究科 (脳情報専攻)・准教授

研究テーマ：報酬に基づく意思決定の神経機構

キーワード：強化学習、意思決定理論、神経生理、大脳基底核

グローバルCOE 期間中の研究活動

脳を情報処理機械としてモデル化する計算論的神経科学の手法と、霊長類を用いた神経生理学的手法を組み合わせ、報酬に基づく意思決定の神経機構の研究を行っている。また、ヒトの日常の経済行動における個人差と、心理・行動実験と計算モデルによる行動傾向や脳活動との関わりを明らかにすることで、購買行動をはじめとする経済行動と神経科学的知見とを結びつける研究をすすめて来た。主な研究対象は大脳基底核と大脳皮質を結ぶネットワークにおいて、報酬に基づく意思決定とその学習がどのように行われるのかを調べるために、霊長類に環境からの刺激や行動と報酬の関係性を学習させる強化学習課題を行わせ、大脳基底核からの単一神経細胞活動記録を行っている。

最終的に運動の選択によりより大きな報酬を得るが、タスクの途中では「複数の刺激から1つを選択するが、運動を特定できない期間」を特に設けて、運動とは乖離した認知的な意思決定の神経機構を調べる課題を用いた。意思決定の神経機構、特に大脳皮質ばかりでなく皮質下の大脳基底核がどのように意思決定に関わるのかを明らかにすることは、ヒトを含む霊長類の意思決定の特性を明らかにし、ヒトの経済行動や購買行動などの選択の特性、疾患、理論化による理解に貢献する。

一方、ヒトを被験者としfMRIなどの非侵襲計測手法を用いて、購買行動を測定する行動実験と強化学習モデルにおける探索パラメータとの関係性を研究している。4つの選択肢から1つを選択する事によって確率的に報酬（この場合、幾ばくかのお金）が与えられる課題において、報酬確率の変化を敏感に感じ取るために積極的に最大報酬が期待される選択肢以外を選択する「冒険的な」被験者と、過去に最大報酬が得られた選択肢を選択し続ける「固執的な」被験者とを分類し、その脳活動記録と、日常生活で購買するミネラルウォーターを題材として購買課題を遂行中の脳活動を比較した。その結果、強化学習課題において「冒険的な」被験者は、被験者自身が未

知であるブランドのミネラルウォーターを選択する傾向が強いことが示され、全頭極の一部が特に活動を高めている事が明らかになった。このことは、新しいブランドや新商品を積極的に購買する消費者特徴を生物学的・生理学的に同定することを可能にし、その「新しもの好き」行動の学習や強化からの視点や、生態学的意味を明らかにするうえで重要な知見である。

GCOEのテーマである「社会に生きる心の創成」に関連し、社会の中での意思決定を、生理学的・計算論的・心理学的に明らかにするためには、動物を用いた神経生理学的研究と、ヒトを用いた脳活動研究、また、アンケートなどを用いた心理学的研究を橋渡しし、その関連性を明らかにする必要がある。4年間の研究で、すくなくとも『不確実な環境における報酬に基づく意思決定』の神経機構を多面的に研究を推進することができたと考えている。

また、平成21年度には、玉川大学およびカリフォルニア工科大学の大学院生とポスドクを主な対象としたレクチャーコースを2010年3月3日から3月5日にかけて行い、その担当企画と実行をおこなった。レクチャーの主なテーマを意思決定とし、国内外からの著名な研究者、特に意思決定の数理モデル化と脳活動計測を有機的に組み合わせた研究を遂行している講師をお迎えし、3日間にわたってレクチャーをしてもらった。特に最新の研究を紹介してもらうだけでなく、研究につながる基本的な考え方を1時間行ってもらった後に、最新の研究について講演してもらう形式をとり、経済学を専攻する学生にたいしても理解しやすい講義になるよう構成した。

講師は John O'Doherty, 銅谷賢治, Frank Hsu, Ben Seymour, 吉田和子, Mark Backley, 南本敬史, Zach Mainen とヒトのfMRI、ラット神経生理、サルの神経生理にいたるまでの多様な手法で研究を進め、意思決定学習理論、強化学習、ベイズ推定、信号検出理論、知覚決定、知覚学習、ニューロインフォマティクスなど理論的枠組みを多様に組み合わせた講義集となった。

グローバル COE 終了後の研究予定

GCOE によって得られた成果を発展させ、大脳基底核線条体と大脳皮質の神経活動記録、特に内側前頭前野と報酬の比較・選択過程との関係を明らかにするために、複数電極を用いた同時活動記録実験を行う予定である。また、大脳皮質の神経活動記録と同時に線条体の薬理的な操作をおこない、行動または大脳皮質の脳活動の変化を観測する研究を続け、多領域間の神経連絡による報酬に基づく意思決定の仕組みを明らかにしてゆく予定である。より具体的には、muscimoll による一時的な活性の抑制ばかりではなく、報酬の情報を受け取るドーパミン受容体の拮抗薬などの投与による、学習や意思決定への影響、または大脳皮質上に現れる脳波や単一神経活動への影響を研究する。一方ヒトの購買行動の研究では、実験室における「想定された」購買行動ばかりではなく、日常のマーケティングデータを取得し、マーケティングデータを提供した被験者の行動特性や脳活動特徴を分類

することで、マーケティングに用いられているデータの精緻化に応用できるかどうかの検討をおこなうなど、より日常に近い条件での研究に発展させる予定である。

学位論文指導状況

<博士>

副査 山口良哉、遅延報酬に基づく学習行動に関する計算論的研究、平成 24 年度

副査 藤原浩樹、背側海馬破壊による条件づけ味覚嫌悪反応における復元効果への影響、平成 24 年度

<修士>

主査 野々村聡 認知的意思決定における背側線条体の神経活動 平成 22 年度

主査 山口良哉 複数刺激属性に基づく選択行動の強化学習モデル 平成 21 年度

副査 左氏歩 情動が事象関連電位に与える影響 平成 23 年

副査 近藤将史 海馬 CA1 樹状突起の入力間相互作用による情報統合機能 平成 22 年度

研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

- Izuma K., Matsumoto, M., Murayama, K., Samejima, K., Sadato, N., Matsumoto, K., Neural correlates of cognitive dissonance and decision conflict, *Advances in Cognitive Neurodynamics*(III), 623-628, 2013
- Kunisato Y., Okamoto Y, Ueda Y., Onoda K., Okada G., Yoshimura S., Suzuki S., Samejima K., Yamawaki S., Effects of depression on reward-based decision making and variability of action in probabilistic learning, *J. Beha. Ther. & Exp. Psychi.*, 43(4) 1088-1094, 2012
- Hoshino T, Saito I, Takano H, Samejima K., Mabuchi K, Kato YX, Neurite outgrowth of PC12 cells on diX (parylene) family materials., *Biotechnology progress*, 28, 587-590, 2012
- Hoshino T, Saito I, Kometani R, Samejima K., Matsui S, Suzuki T, Mabuchi K, Kato YX, Improvement of neuronal cell adhesiveness on parylene with oxygen plasma treatment., *J Biosci & Bioeng*, 113 395-398
- Kato, Y.X., Furukawa, S., Samejima, K., Hironaka, N., Kashino, M., Photosensitive- polyimide based method for fabricating various neural electrode architectures, *Front Neuroeng*. 5: 11. doi: 10.3389/fneng.2012.00011, 2012
- Pammi, V.S., Miyapuram, K.P., Samejima, K., Bapi, R.S., Doya, K., Changing the structure of complex visuo-motor sequences selectively activates the fronto-parietal network, *NeuroImage* 59(2), 1180-1189, 2012.
- Takemura, H., Samejima, K., Vogels, R., Sakagami, M., Okuda, J., Stimulus- Dependent Adjustment of Reward Prediction Error in the Midbrain, *PLoS one* 6 (12), e28337, 2011
- Izuma, K., Matsumoto, M., Murayama, K., Samejima, K., Sadato, N., Matsumoto, K., Neural correlates of cognitive dissonance and choice-induced preference change, *Proc. Nat. Acad. of Sci.* 107 (51), 22014, 2010

- Samejima, K. and Doya, K., Estimating internal variables of decision maker's brain: a model-based approach for neuroscience, *LNCS*, 4984, 569-603, 2008

書籍 (著書)

- 鮫島和行 計算論的アプローチ, 意思決定の計算論とモデルによる実験検証 村上郁也編 イラストレクチャー認知神経科学、オーム社 2010 (14 章分担)
- 鮫島和行, (分担: 第 2 部生命の数理 神経脳科学), 広中平祐編 数理学事典, 丸善 2010,
- Doya, K., Ito, M., Samejima, K., Ch9, Model-based analysis of decision variables, In *Decision making, Affect, and Learning: Attention and Performance XXIII*, pp.189-204, Oxford University Press, 2011.

学会等発表

<国際会議>

- Nonomura, S., Kato, YX., Samejima, K., Doya, K., Tanji, J., The anterior caudate nucleus contribute to comparison of reward values before motor choice in macaque monkey, *Annual meeting of society for neuroeconomics*, 2012/09
- Nomura, I, Samejima K., Washida, Y., Ueda, K., The effect of risk attitude on product choices, *The annual meeting of cognitive science society (Cogsci 2011)*, 2011./07
- Izuma, K., Matsumoto, M., Murayama, K., Samejima, k., Sadato, N, Matsumoto, K., Neural Correlates of Cognitive Dissonance and Decision Conflict, *International conference on cognitive neurodynamics (ICCN 2011)*, 2011/07
- Izuma, Neural correlates of preference change and cognitive dissonance, *Annual meeting of society for neuroscience 2010*, 2010/11
- Ueda Y, Samejima K, Yamanaka K, Doya K. & Kimura M, Adap-

tation of reward-based free-choices is impaired by D1 but not D2 dopamine receptor antagonist in the striatum, The 38th annual meeting of Society for Neuroscience, Washington DC, USA, 2008/11/17, 2009/09

<国内会議>

1. 鮫島和行, 野々村聡, 銅谷賢治, 丹治順, 多数属性刺激間の選択行動のモデルと線条体における色・形価値コーディング, 脳と心のメカニズム 第12回冬のワークショップ, 2012/01
2. Nonomura, S, Kato, YX, Samejima, K., Doya, K., Tanji, J., Neural activity in the anterior striatum during comparison of reward values, JNNS2011 第21回日本神経回路学会大会, 2011/12
3. 山田 歩, 福田 玄明, 鮫島 和行, 清河 幸子, 南條 貴紀, 植田一博, 野場 重都, 鰐川 彰, テイスティング方法がコーラの嗜好に与える影響, 第5回行動経済学会, 行動経済学, 4, 129-132, 2011.
4. 野々村聡, 鮫島和行, 銅谷賢治, 丹治順, 認知的意思決定中の背側線条体の神経活動, 東北大学脳科学国際シンポジウム, 2011/01
5. 野村郁也, 大貫泰, 鮫島和行, 鷲田祐一, 植田一博, 岡田浩之, 大森隆司, The effect of brand awareness and risk attitude on product choices, 脳と心のメカニズム第11回冬のワークショップ, 2011/01
6. 鮫島和行, 野々村聡 複数属性情報に基づく意思決定における線条体神経活動, 脳と心のメカニズム第11回冬のワークショップ, 2011/01
7. Nonomura, S, Samejima, K, Doya, K., Tanji, J., Neural activity in the dorsal striatum during cognitive decision making, Neuro 2010 (第33回日本神経科学学会大会, 第20回日本神経回路学会大会, 第53回日本神経化学学会大会) 2010/09
8. 鮫島和行, 野々村聡, 認知的意思決定における背側線条体の神経活動, 「脳と心のメカニズム」第10回冬のワークショップ, 2010/01
9. Yoshida, T., Ito, M., Morimura, T., Samejima K., Okuda, J., Yoshimoto, J., Doya, K., Brain mechanisms for evaluating probabilistic and delayed rewards, Neuroscience 2009 (第32回日本神経科学学会大会), 2009/09
10. 山本 愛実, 速水 則行, 鮫島 和行, 坂上 雅道, 奥田次郎, ヒトにおける報酬関連脳活動と知覚的曖昧性 (日本動物心理学会第68回大会発表) 2008/09.
11. 佐賀洋介, 難波克己, 高原大輔, 射場美智代, 鮫島和行, 高田昌彦, 丹治順, 星英司, 「マカクザルにおける後部頭頂皮質から前頭前野背外側部と背側運動前野への投射様式」, 第31回日本神経科学大会, 東京国際フォーラム, 東京, 2008/07
12. 吉田岳彦, 伊藤真, 森村 哲郎, 鮫島和行, 奥田次郎, 吉本潤一郎, 銅谷賢治, 遅延を伴う確率的報酬獲得課題におけるヒトの意思決定に関する研究, 情報処理学会研究報告・BIO, バイオ情報学 2008(58), 67-70, 2008-06-19

<口頭発表・シンポジウムでの講演など (国内) >

1. 鮫島和行, 価値の比較に基づく意思決定における線条体の神経活動, 京都大学霊長類研究所共同利用研究会「行動特性を支配するゲノム基盤と脳機能の解明」, 2013/03
2. Samejima, K., Neural basis of conditioning and reinforcement learning: A mechanistic perspective on learning and decision, 専修大学国際シンポジウム Expansion of associative learning theory, 2012/11
3. 鮫島和行, 意思決定の階層性と多重皮質—線条体ループ神経回路, 生理学研究所研究会 認知神経科学の先端「推論の脳内メカニズム」, 2012/10/26
4. 鮫島和行, 意思決定と価値学習の神経機構 — 理論と実験の統合アプローチ —, 東北大学電気通信研究所 共同プロジェクト

研究会「視覚科学の学際的アプローチ」, 2011/12

5. 鮫島和行, 対象の選択と運動の選択時における線条体の価値表現, 生理研研究会「大脳皮質 - 大脳基底核連関と前頭葉機能 (第3回)」, 2009/11
6. 鮫島和行, 報酬に基づく意思決定と大脳基底核の計算モデル, 筑波ブレインサイエンス・セミナー, 2009/09
7. 鮫島和行, 計算論的神経科学入門, 日本における脳科学研究および教育の現状と将来に関する検討会: 多次元共同脳科学推進センター キックオフシンポジウム, 2009/04
8. Samejima K, Reinforcement learning hypothesis of cortico-basal ganglia loops and action value coding in the striatum., Satellite Symposium of the 32nd Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, The Basal Ganglia in Health & Disease 2009/09

活動実績 (各種委員委嘱など)

- 電子情報通信学会 ニューロコンピューティング研究会 幹事補佐 (H19-20)
- 電子情報通信学会 ニューロコンピューティング研究会 研究専門委員会 (H21-現在)
- 電子情報通信学会 和文論文誌D-II 編集委員 (H24年度-現在)

外部資金獲得状況

- 科学研究費補助金 若手研究 A / 注意と階層的意決定の神経機構 / H20年度 (直接 9,200千円・間接 2,760千円) / H21年度 (直接 4,900千円・間接 1470千円)
- 科学研究費補助金 特定領域研究 / 大脳皮質—大脳基底核ループの認知的機能と意思決 / H20年度 (1900千円)・H21年度 (1900千円)

共同研究実施状況

- 博報堂 - 東大 - 玉川 共同プロジェクト、購買行動の研究



【事業推進担当者】

松田 哲也 Tetsuya Matsuda

所属 脳科学研究所・脳情報研究科(脳情報専攻)・准教授

研究テーマ：情動意思決定

キーワード：意思決定・精神神経科学・脳機能画像・潜在意識

グローバル COE 期間中の研究活動

カリフォルニア工科大学とのヒトの社会性に関する機能についての共同研究を通じて、大学院生、ならびにポスドクの教育を行った。

・顔選好の心変わりメカニズムの解明(下條信輔教授との共同研究)

選好対象の価値が絶対的なものと定義し、脳がその価値を正確に判断できていれば、心変わりは起こらないと考えられる。しかし、選好は文脈と記憶に依存するため、時として変化する。そのメカニズムをfMRIで明らかにした。尾状核の活動により心変わりする／しないの予想がつくことが明らかになった。さらに眼窩前頭皮質と海馬の活動の相関が高い時には、心変わりがおこりにくいということもわかった。本研究はポスドクの伊藤岳人研究員が行った研究成果である。(論文投稿中)

・達人の脳システム(下條信輔教授との共同研究)

しゃべっていることを、正確に書き取る方法として速記が古くから用いられている。速記は、しゃべっている内容を速記記号に瞬時に変換し、紙に書き取る。通常は、人間の話すスピードで紙に記載していくことは無理であるが、一流の速記者はかなり早いスピードでしゃべっている内容も正確に文字に置き換えることができる。そこで、日本語の一流プロ速記者(国会所属)が速記を行っている時に脳をどのように使っているか、fMRIにて調べた。その結果、プロの速記者は線条体が強く活動し、さらにその活動は小脳の活動と非常に相関が高いということが明らかになった。後天的なトレーニングにより、高いパフォーマンスを出すためのトレーニングにより脳の可塑的变化がどのように起こるかを示した研究成果である。本研究はポスドクの伊藤岳人研究員が行った研究である。

・情状酌量に関連する脳活動(コリン キャメラ教授との共同研究)

私たちは、人の不遇な境遇や事情を知ることで、その人を哀れみ、同情することがある。その際に、同情と犯

罪者への責任追及との関係性が問題となるが、その時にどのようなメカニズムが働いているかについて我々はfMRIで脳活動を計測することで明らかにした。罪を犯してしまった人に対して、あるときは同情し、罪の重さを軽くしてあげたいという感情がわいてくる。fMRIで脳活動を計測すると、同情するほど活動が高まる領域と罪の重さを軽くするほど活動が高まる領域は共通していることが明らかになった。つまり罪を軽くしてあげたいという感情は、同情であることが示された。さらに、情け深い人は同情するほど、罪を軽くする傾向があることも明らかになった。

・魅力度判断における周辺刺激の潜在的影響(下條信輔教授との共同研究)

ある対象の魅力度判断課題を行う際に、その判断に課題と関係のなく呈示される周囲のオブジェクトの魅力度が影響を与えることが知られている。特にこのような影響が潜在的な場合、周囲のオブジェクトの魅力が単純に線形に加算されるのではなく、それらのオブジェクトの親近性や新規性といった属性が影響に加味されることが報告されているが、その具体的な処理過程については未知な点が多い。そこで本研究では幾何学図形の魅力度を評価する課題において、周辺の課題とは関係ない顔刺激の親近性が図形の魅力度の評価に与える影響を検討した。

その結果、親近性の強いアジア人顔を呈示した群の方が、親近性の弱い西洋人顔を呈示した群よりも、図形の魅力度評価に周囲の顔の魅力度の影響が強く働くことが明らかになった。さらに、fMRIにより、周辺刺激を含めた幾何学図形の魅力度を評価している際の脳活動(全体課題：顕在的な周辺刺激の影響を評価)と、周辺刺激を無視して図形を評価する際の脳活動(周辺無視課題：潜在的な周辺刺激の影響を評価)を比較したところ、全体課題遂行時には顕在的に価値判断を行っている場合に活動する前頭眼窩皮質(OFC)の活動が、周辺無視課題遂行時には潜在的に価値判断を行っている際に活動する尾状核頭(caudate head)の活動がそれぞれ認められた。

この研究は大学院生の鈴木春香氏が行った研究である。
・リアルタイム fMRI によるニューロフィードバックを用いた精神科治療法の開発(下條信輔教授との共同研究)

脳の深部までも数ミリ単位で活動を計測できる fMRI を用い、さらにそれをリアルタイムで解析し、被験者本人にフィードバックをかけることができれば、効率的に対象とした脳領域の活動を制御できるようになる可能性がある。そこで、我々はリアルタイム fMRI によるニューロフィードバック法を開発し、それを社会性の障害があるうつ病や自閉症などを対象に社会認知機能の改善に結び付けるプログラムの開発研究をおこなった。その結果、ニューロフィードバックを行うことで、被験者が感情に関わる脳部位である扁桃体の活動をコントロールすることが可能であることが明らかになった。さらにアスペルガーの患者を対象に扁桃体の活動を制御するトレーニングを行うと、扁桃体の活動が活性化させることに成功した。この研究により、社会性に関連する脳活動を制御することで、社会性の障害の改善に繋げることができる可能性が見いだされた。

その他人文社会系分野との学際共同研究を通じ、大学院生・ポスドクの教育を行った。

・言語の脳科学(音韻処理メカニズム)(慶應義塾大学今井むつみ教授との共同研究)

形式言語学においてはことばと意味の関係は恣意的であると一般的には考えられているが、世界のさまざまな言語の話者において、語の音とその意味の間に明らかな対応関係が認められる語が存在することが報告されている。そこで、擬態語がどのように脳内で表象され、どのようなネットワークで処理されているのか、特に擬態語の脳内表象と、音象徴性のない通常の語の脳内表象がどのように異なるのかということについて検討した。その結果、擬態語の賦活領域は動詞、副詞よりも範囲が広く、そして、より異なる感覚モダリティを統合する領域が左だけでなく右半球でも賦活していることが明らかになった。擬態語が、動詞や副詞などの音象徴性のない語に比べ、複数の感覚モダリティの共感覚性を伴い、感情とも深く結びついた、世界との直接経験により設置した、抽

象度の低い言語形態であるという仮説を指示するものであった。本研究は慶應義塾大学大学院生が玉川大学脳科学研究所で行った研究である。

グローバル COE 終了後の研究予定

これらの研究を行った伊藤岳人研究員は放射線医学総合研究所の研究員として異動し、鈴木春香研究員はシーメンスジャパンのメディカル部門の専門職として就職した。これは、これまでの研究教育活動の成果である。平成 25 年度からは新しいポストクが来て、これまで行ってきた研究を進展させると同時に、新しい研究プロジェクトも開始する予定である。カリフォルニア工科大学との共同研究については、これまで通り継続することになっている。その他、人文・社会科学系の加藤淳子教授(東京大学大学院法学・政治学研究科)、亀田達也教授(北海道大学文学部社会心理学)との共同研究も開始している。さらには、教育系の生田目美紀教授(筑波技術大学)とは聴覚障害者の社会認知機能に関する研究も開始している。これらの研究は、すべて外部研究資金の調達に成功しており、これはこれまでの GCOE 期間の研究活動が基盤となっている。

学位論文指導状況

<博士>

論文作成指導

研究指導委託(東京医科歯科大学)

平成 19 年 4 月～平成 21 年 3 月

本下真衣(Hyperfrontality in patients with schizophrenia during saccade and antisaccade tasks: a study with fMRI) 2010 年 3 月(博士(医学))

研究指導委託(東京医科歯科大学)

平成 18 年 4 月～平成 22 年 3 月

丸谷俊之(Single administration of paroxetine attenuates reward anticipation: A pharmacological fMRI study) 2012 年 3 月(博士(医学))

<修士>

主査 鈴木春香 魅力度判定における中心視に及ぼす周辺視の影響に関する研究 2012 年度(修士(工学))

研究活動業績

論文(公刊論文・学術雑誌)

1. Yamada M, Camerer CF, Fujie S, Kato M, Matsuda T, Takano H, Ito H, Sahara T, Takahashi H. Neural circuits in the brain that are activated when mitigating criminal sentences. Nature Communications. 2012, 3, 759.

2. Hsu DF, Ito T, Schweikert C, Matsuda T, Shimojo S. Combinatorial Fusion Analysis in Brain Informatics: Gender Variation in Facial Attractiveness Judgment. Brain Informatics Lecture Note in Computer Science. 2011, 6889, 2-20.

3. Watanabe K, Matsuda T, Nishioka T, Namatame M. Eye gaze

- during observation of static faces in deaf people. PloS ONE. 2011, 6(2), 216919.
- Marutani T, Yahata N, Ikeda Y, Ito T, Yamamoto M, Matsuura M, Matsushima E, Okubo Y, Suzuki H, Matsuda T*. Functional magnetic resonance imaging study on the effects of acute single administration of paroxetine on motivation-related brain activity. *Psychiatry and Clin. Neurosci.* 2011, 65(2), 191-198.
 - Motoshita M, Matsuura M, Ohkubo T, Ohkubo H, Kanaka N, Matsushima E, Taira M, Kojima T, Matsuda T*. Hyperfrontality in patients with schizophrenia during saccade and antisaccade tasks: a study with fMRI. *Psychiatry and Clin. Neurosci.* 2009, 63(2), 209-217.
 - Abe N, Okuda J, Suzuki M, Sasaki H, Matsuda T, Mori E, Tsukada M, Fujii T. Neural correlates of true memory, false memory, and deception. *Cerebral Cortex*, 2008, 18(12), 2811-2819.
 - Kanaka N, Matsuda T*, Tomimoto Y, Noda Y, Matsushima E, Matsuura M, Kojima T. Measurement of development of cognitive and attention functions in children using continuous performance test. *Psychiatry and Clin. Neurosci.* 2008, 62, 135-141.
 - 松田哲也. fMRI でみる心の世界—基礎と応用. *臨床精神医学* 37(6): 745-749, 2008.
 - 富安もよこ, 松田哲也, 小島隆行, 高橋英彦. *Functional MRI と MRS*. *精神科* 14(4): 316-323, 2009.
 - 松田哲也, 伊藤岳人, 鈴木春香, 丸谷俊之, 松島英介, 小島卓也. 統合失調症の意思決定障害. *日本生物学的精神医学雑誌* 22(4): 257-261, 2011.
 - 土師知己, 松田哲也. リアルタイム fMRI によるニューロフィードバックの基礎とその応用. *精神科* 22(4): 375-381. 2013.
 - 丸谷俊之, 日本認知言語学会第 9 回全国大会. 名古屋 2008 年 9 月.
 - 丸谷俊之, 本下真衣, 松浦雅人, 松島英介, 松田哲也. 注意の分配・持続・転導に関わる神経回路. 第 38 回臨床神経生理学学会学術大会. 神戸 2008 年 11 月.
 - 山本愛実, 速水則行, 松元まどか, 松田哲也, 坂上雅道. “金銭的損失予測脳活動に対する知覚的曖昧性の影響”. 『平成 20 年度特定領域研究「統合脳」夏のワークショップ』. 2008 年 8 月
 - 丸谷俊之, 本下真衣, 松浦雅人, 松島英介, 松田哲也: fMRI による注意の分配・持続・転導に関わる脳活動. 第 38 回日本臨床神経生理学学会学術大会. 神戸, 2008 年 11 月
 - 伊藤岳人, 丸谷俊之, 山本愛実, 下條信輔, 鈴木秀典, 松田哲也. 顔の選好意思決定へ及ぼす影響の検討. 第 3 9 回日本臨床神経生理学学会学術大会. 北九州 2009 年 11 月.
 - Manami Yamamoto, Tetsuya Matsuda, Masamichi Sakagami: “Brain activity for monetary gain and loss prediction on salient and ambiguous perception as revealed by random dot motion stimuli and fMRI”. GCOE Joint symposium: Hokkaido University/Tamagawa University. Tokyo. 2009.10.24.
 - Takehito Ito, Toshiyuki Marutani, Manami Yamamoto, Shinsuke Shimojo, Hidenori Suzuki, Tetsuya Matsuda: “Examination of the mechanism underlying face preference decisions”. GCOE Joint symposium: Hokkaido University/Tamagawa University. Tokyo. 2009.10.24.
 - Manami Yamamoto, Noriyuki Hayamizu, Tetsuya Matsuda, Jiro Okuda, Masamichi Sakagami: Brain activity for monetary gain and loss prediction based on salient and uncertain perception. Society for Neuroscience 2009, Chicago, USA. 2009.10.17-10.21.
 - 山本愛実, 松元まどか, 松田哲也, 奥田次郎, 坂上雅道: “Brain activity for monetary loss prediction based on ambiguous perception”. 第 32 回日本神経科学大会. Neuro2009 名古屋, 2009.9.16-9.18
 - 山本愛実, 松田哲也, 渡辺言也, 坂上雅道. “利得損失予測の脳内情報処理に及ぼす知覚的曖昧性の影響”. 『平成 21 年度 特定領域研究「統合脳」夏のワークショップ』. 2009 年 8 月 9 日
 - Manami Yamamoto, Madoka Matsumoto, Tetsuya Matsuda, Masamichi Sakagami. “Brain activity for monetary loss prediction based on ambiguous perception”. Joint Tamagawa University/Caltech Lecture-course on Emotion. 2009 年 2 月 19 日
 - 丸谷俊之, 八幡憲明, 池田裕美子, 山本愛実, 伊藤岳人, 松浦雅人, 松島英介, 鈴木秀典, 松田哲也: SSRI、プラセボが報酬予測に与える影響. 第 39 回日本臨床神経生理学学会学術大会. 北九州, 2009 年 11 月.
 - T. Ito, T. Matsuda, S. Shimojo, 「The Shorthanded Brain -Functional connectivity across Anterior Putamen in Top-notch Expertise of Stenography-」, 『35th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, Poster P1-i03, 9/18, (September 18-21), Nagoya
 - 伊藤岳人, 丸谷俊之, 山本愛実, 下條信輔, 鈴木秀典, 松田哲也, 「心変わりはどうのように起こるか? —顔選好時における視線操作による検討—」, 『2011 年度包括型脳科学研究推進支援ネットワーク 夏のワークショップ』, 2011 年 8 月 21, 22 日, ポスター 111, 神戸国際会議場
 - 伊藤岳人, 丸谷俊之, 山本愛実, 下條信輔, 鈴木秀典, 松田哲也, 「顔の選好意思決定へ及ぼす影響の検討 (Changing the mind by implicit face preference decision making)」, 『第 3 9 回日本臨床神経生理学学会学術大会』, ポスター, 2009 年 11 月, 小倉

書籍 (著書)

- 松田哲也, 山本愛実, 伊藤岳人. 認知機能をどう捉え、評価するのか「注意の評価」. 山内俊雄 編集統括 *精神疾患と認知機能*, 2009, 新興医学出版社 138-142.

学会等発表

<国際会議>

- T. Ito, T. Matsuda, S. Shimojo, 「The Shorthanded Brain -Functional connectivity across Anterior Putamen in Top-notch Expertise of Stenography-」, 『Neuroscience 2012, SfN's 42nd Annual Meeting』, Poster 883, 10/17, New Orleans, America, (October 13-17)
- Takehito Ito, Toshiyuki Marutani, Manami Yamamoto, Hidenori Suzuki, Shinsuke Shimojo, Tetsuya Matsuda, 「Neural Basis of Changing Face Preference Decision by Gaze Manipulation」, 『Neuroscience 2011, SfN's 41st Annual Meeting』, Poster 299 11/13, Washington D.C., America, (November 12-16)
- Takehito Ito, Toshiyuki Marutani, Manami Yamamoto, Hidenori Suzuki, Shinsuke Shimojo, Tetsuya Matsuda, 「Neural Basis of Changing Face Preference Decision by Gaze Manipulation」, 『HBM 2011, 17th Annual Meeting of the Organization on Human Brain Mapping』, Poster 526, Quebec City, Canada, (June 26-30, 2011)

<国内会議>

- 荒田真実子, 松田哲也, 奥田次郎, 岡田浩之, 今井むつみ. 擬態語の意味処理に関わる神経基盤—fMRI による検討—. 日本認知科学会第 25 回大会, 京都 2008 年 9 月.
- 荒田真実子, 今井むつみ, 奥田次郎, 岡田浩之, 松田哲也. 擬態語は前言語 (プロト・ランゲージ) か? : 脳機能イメージン

- Matsuda T. Eye movement and attention in patients of schizo

phrenia. Neurotalk2010 Singapore. (2010)

<口頭発表・シンポジウムでの講演など (国内) >

1. 松田哲也. 統合失調症のセルフリフレクション障害. 第33回日本生物学的精神医学会 シンポジウム「神経経済学と生物学的精神医学の融合」(東京).2011年5月.
2. 松田哲也. 社会神経科学研究の今後の方向性. 第2回社会神経科学研究会.(岡崎).2013年1月.
3. 松田哲也. 科学技術の将来ビジョンについて. 第90回日本生理学会大会学術・研究委員会企画フォーラム.(東京).2013年3月.

活動実績 (各種委員委嘱など)

- 文部科学省研究振興局 学術調査官 (2011-)
- 生理学若手サマースクール (日本生理学会) 事務局長 (2003-2012)
- 日本生理学会 常任幹事 (2006-2010)
- 日本生理学会 将来計画委員 (2006-2010)
- 国際生理科学連合 (IUPS2009) トラベルグラント委員 (2008-2009)
- 国際生理科学連合 (IUPS) 教育ワークショップ組織委員 (2008-2009)
- 日本生理学会 教育委員 (2010-)
- 日本生理学会 男女共同参画委員 (2011-)

受賞

- 伊藤岳人 2011年度包括型脳科学研究推進支援ネットワーク夏のワークショップ 2011年度若手優秀発表賞

新聞、雑誌、テレビ、ラジオ他マスコミ関係掲載・出演など

1. NHK「クローズアップ現代」で松田准教授がオノマトペの脳情報処理について解説。2013年6月11日
2. NHK テレ「ここが知りたい 名医にQ (うつ病あなたの疑問に答えます)」カラハシ未来研究所「脳科学で感情をトレーニング」で松田准教授がリアルタイム fMRI を用いたニューロフィードバック法について解説。2012年10月13日 午後8時~午後8時45分
3. NHK総合テレビ「ミラクルセンスを磨け あなたの知らない脳力」サッカー中村俊輔選手のサッカー試合時における戦略決定時の脳について松田准教授が解説。2011年12月24日 午後9時~午後10時15分 (近畿地方の一部地域を除く)
4. 日本テレビ系「所さんの目がテン!」松田准教授が報酬と記憶の関係について解説。2011年12月3日午後5時~午後5時30分
5. 日経産業新聞 2010年12月2日号松田准教授の紹介記事が掲載された。
6. NHK BS Hi ハイビジョン特集「記憶 脳と人の物語」松田准教授が記憶について解説。2010年3月7日(日) NHK BS Hi 午後10時00分~午後11時30分
7. NHK「ワnder×ワnder」松田准教授が記憶の達人の脳について解説。2010年2月6日(土) NHK総合テレビ 午後8時~
8. NHK「週間こどもニュース」松田准教授が記憶について解説。2010年1月30日(土) NHK総合テレビ 午後6時10分~

外部資金獲得状況 (本人・指導担当ポスドクおよび大学院生)

- 2012年度-現在 厚生労働省科学研究費補助金障害者対策総合研究事業(精神障害分野) 研究代表者
- 「リアルタイム fMRI によるバイオフィードバック法を用いた統合失調症の認知リハビリテーション」
- 2012年度-現在 文部科学省科学研究費補助金基盤研究挑戦

的萌芽研究 研究代表者「リアルタイム fMRI を用いたバイオフィードバックによる社会認知機能改善プログラム」

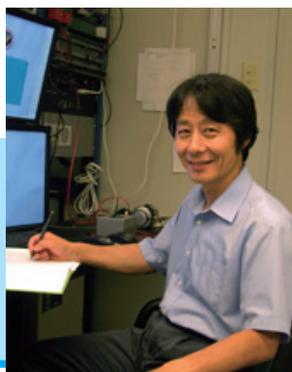
- 2012年度-現在 文部科学省科学研究費補助金基盤研究挑戦的萌芽研究 研究分担者「痛みと共感—痛みの社会性の認知・生理・神経的基盤に関する萌芽的研究」
- 2012年度-現在 文部科学省科学研究費補助金基盤研究B 研究分担者「認知科学的に基づく聴覚障害者の社会的コミュニケーション能力育成プログラムの開発」
- 2011年度-現在 文部科学省科学研究費補助金特定領域研究「実験社会科学」公募研究 研究代表者
- 「神経科学的アプローチによる倫理的行動モデルの研究」
- 2011年度-現在 文部科学省科学研究費補助金基盤研究A 研究分担者「熟慮的判断のための神経基盤の研究」
- 2010-2011年度 文部科学省科学研究費補助金若手研究B 研究代表者「fMRI を用いた統合失調症の思考メカニズムの障害に関する研究」
- 2009-2011年度 厚生労働省科学研究費補助金障害福祉研究事業 研究代表者「リアルタイム fMRI を用いたバイオフィードバック法による精神科ニューロリハビリテーションへの応用」
- 2009-2011年度 文部科学省科学研究費補助金基盤研究B 研究分担者「認知科学的アプローチによる聴覚障害者教育プログラムの開発と効果測定の基礎研究」
- 2007-2008年度 文部科学省科学研究費補助金若手研究B 研究代表者「機能的 MRI を用いた統合失調症の注意に関わるネットワーク障害に関する研究」
- 2006-2008年度 文部科学省科学研究費補助金基盤研究B 研究分担者「言語処理過程に配慮した聴覚障害者教育の基盤整備」

共同研究実施状況

- 顔選好のメカニズムの解明 (カリフォルニア工科大学・Fordham 大学)
- 倫理の神経倫理学的研究 (カリフォルニア工科大学・放射線医学総合研究所・京都大学)
- 抗精神病薬が認知機能に及ぼす影響について (日本医科大学・東京医科歯科大学)
- 音韻処理と言語獲得の脳内メカニズム (慶應義塾大学)
- リアルタイム fMRI を用いた精神科ニューロリハビリテーションへの応用 (日本医科大学、放射線医学総合研究所、東京医科歯科大学、国立成育医療研究センター、東京大学)
- 認知科学的アプローチによる聴覚障害者教育プログラムの開発と効果測定の基礎研究 (筑波技術大学・東京大学・慶應義塾大学)

その他の特筆すべき成果

私の研究室は、認知科学、心理学、社会科学、経済学、臨床医学などの学外の専門家との共同研究を積極的に行うことで、大学院生・ポスドクが複数の専門家からの研究助言をもらえる環境を作り上げた。そこに神経科学とその周辺領域の学問と融合研究を成功させてきた。



【事業推進担当者】

彦坂興秀 Okihide Hikosaka

AFFILIATION: 玉川大学脳科学研究所・客員教授、NIH主任研究員

RESEARCH THEME: Neural mechanisms of decision making and emotion

RESEARCH KEYWORDS: basal ganglia, eye movement, value, dopamine, habenula

PROJECT REPORT RELATED TO GLOBAL COE PROGRAM

The goal of our research is to understand the neuronal mechanisms of voluntary behavior. Our research project related to Global COE is focused on the functions of the basal ganglia which are thought to be involved in the control of voluntary behavior. Indeed, dysfunctions of the basal ganglia lead to various kinds of behavioral disorders which affect body movements, motivation, emotion, cognitive functions, goal-directed behavior, skill, and/or habit. We also study other brain areas that are connected with the basal ganglia: the cerebral cortical areas which provide the basal ganglia with sensorimotor-emotional signals, neuromodulatory systems (e.g., dopamine, serotonin) which may modulate the sensorimotor-emotional signals in the basal ganglia, limbic systems (e.g., habenula) which may guide the neuromodulatory systems. We addressed these questions using behavioral, electrophysiological, and pharmacological methods. Specifically, we have shown that neural circuits in the basal ganglia play important roles in the control of saccadic eye movements based on short-term and long-term value-based learning and that these functions are supported by the inputs to the basal ganglia from the medial frontal cortex, the lateral habenula, dorsal raphe, ventral pallidum, septum, and other subcortical structures.

ACHIEVEMENTS RELATED TO GLOBAL COE PROGRAM

Articles (peer reviewed)

1. Daye PM, Monosov I, Hikosaka O, Leopold DA, Optican LM (2013) pyElectrode: An open-source tool using structural MRI for electrode positioning and neuron mapping. *J Neurosci Methods* 213: 123-131.
2. Tachibana Y, Hikosaka O (2012) The primate ventral pallidum encodes expected reward value and regulates motor action. *Neuron* 76: 826-837.

CONTRIBUTION TO THE GCOE AND TAMAGAWA UNIVERSITY COLLABORATION

Our project is indirectly but fundamentally related to the goal of the GCOE program which is “Origin of the Social Mind.” A key to understanding the human mind is to know how we value things (e.g., objects, events, other individuals) and know how the brain works for the valuation. Our studies have been aimed at this goal. The strength of our research is that we can monitor electrical signals of single neurons while the subject (macaque monkey) is performing a variety of behavioral tasks while judging the values of objects and events. We found that neurons in different brain areas encode values in different manners and guide behavior in different contexts, strongly suggesting the parallel control of value-based behavior.

FUTURE WORK OF RESEARCH COLLABORATION AFTER THE TERMINATION OF GCOE

We are willing to continue the existing collaborations and possibly new collaborations with researchers who participated in the GCOE program. Our research so far has been limited to macaque monkeys and is short of reaching the goal of understanding the human brain function. We should emphasize, however, that our behavioral tasks described above are directly applicable to human subjects. This means that the precise neural mechanisms we have discovered in macaque monkeys can be tested for human subjects by utilizing human-oriented experimental methods.

3. Yasuda M, Yamamoto S, Hikosaka O (2012) Robust representation of stable object values in the oculomotor basal ganglia. *J Neurosci* 32: 16917-16932.
4. Yamamoto S, Monosov IE, Yasuda M, Hikosaka O (2012) What and where information in the caudate tail guides saccades to visual objects. *J Neurosci* 32: 11005-11016
5. Monosov IE, Hikosaka O (2012) Regionally distinct processing of rewards and punishments by the primate ventromedial prefrontal cortex. *J Neurosci* 32: 10318-10330.
6. Nakahara H, Hikosaka O (2012) Learning to represent reward structure: a key to adapting to complex environments. *Neurosci Res* 74: 177-183.
7. Matsumoto M, Hikosaka O (2011) Electrical Stimulation of the Primate Lateral Habenula Suppresses Saccadic Eye Movement through a Learning Mechanism. *PLoS One* 6:e26701.
8. Bromberg-Martin ES, Hikosaka O (2011) Lateral habenula neurons signal errors in the prediction of reward information. *Nat Neurosci* 14:1209-1216.
9. Hong S, Zhou TC, Smith M, Saleem KS, Hikosaka O (2011) Negative reward signals from the lateral habenula to dopamine neurons are mediated by rostromedial tegmental nucleus in primates. *J Neurosci* 31:11457-11471.
10. Hong S, Hikosaka O (2011) Dopamine-mediated learning and switching in cortico-striatal circuit explain behavioral changes in reinforcement learning. *Front Behav Neurosci* 5:15.
11. Terao Y, Fukuda H, Yugeta A, Hikosaka O, Nomura Y, Segawa M, Hanajima R, Tsuji S, Ugawa Y (2011) Initiation and inhibitory control of saccades with the progression of Parkinson's disease - Changes in three major drives converging on the superior colliculus. *Neuropsychologia* 49:1794-1806.
12. Bromberg-Martin ES, Matsumoto M, Nakahara H, Hikosaka O (2010) Multiple timescales of memory in lateral habenula and dopamine neurons. *Neuron* 67:499-510.
13. Bromberg-Martin ES, Matsumoto M, Hikosaka O (2010) Distinct tonic and phasic anticipatory activity in lateral habenula and dopamine neurons. *Neuron* 67:144-155.
14. Bromberg-Martin ES, Matsumoto M, Hong S, Hikosaka O (2010) A pallidus-habenula-dopamine pathway signals inferred stimulus values. *J Neurophysiol* 104:1068-1076.
15. Bromberg-Martin ES, Hikosaka O, Nakamura K (2010) Coding of task reward value in the dorsal raphe nucleus. *J Neurosci* 30:6262-6272.
16. Yugeta A, Terao Y, Fukuda H, Hikosaka O, Yokochi F, Okiyama R, Taniguchi M, Takahashi H, Hamada I, Hanajima R, Ugawa Y (2010) Effects of STN stimulation on the initiation and inhibition of saccade in Parkinson disease. *Neurology* 74:743-748.
17. Matsumoto M, Hikosaka O (2009) Representation of negative motivational value in the primate lateral habenula. *Nat Neurosci* 12:77-84.
18. Matsumoto M, Hikosaka O (2009) Two types of dopamine neuron distinctly convey positive and negative motivational signals. *Nature* 459:837-841.
19. Bromberg-Martin ES, Hikosaka O (2009) Midbrain dopamine neurons signal preference for advance information about upcoming rewards. *Neuron* 63:119-126. Hong S, Hikosaka O (2008) The globus pallidus sends reward-related signals to the lateral habenula, *Neuron* 60: 720 - 729
20. Bissmarck F, Nakahara H, Doya K, Hikosaka O (2008) Combining Modalities with Different Latencies for Optimal Motor Control, *J Cogn Neurosci* 20: 1966 - 1979
21. Isoda M, Hikosaka O (2008) A neural correlate of motivational conflict in the superior colliculus of the macaque, *J Neurophysiol* 100: 1332 - 1342
22. Hikosaka O, Isoda M (2008) Brain mechanisms for switching from automatic to controlled eye movements, *Prog Brain Res* 171: 375 - 382
23. Matsumoto M, Hikosaka O (2008) Negative motivational control of saccadic eye movement by the lateral habenula, *Prog Brain Res* 171: 399 - 402
24. Isoda M, Hikosaka O (2008) Role for subthalamic nucleus neurons in switching from automatic to controlled eye movement, *J Neurosci* 28: 7209 - 7218
25. Nakamura K, Matsumoto M, Hikosaka O (2008) Reward-dependent modulation of neuronal activity in the primate dorsal raphe nucleus, *J Neurosci* 28: 5331 - 5343

Reviews

26. Isoda M, Hikosaka O (2011) Cortico-basal ganglia mechanisms for overcoming innate, habitual and motivational behaviors. *Eur J Neurosci* 33:2058-2069.
27. Bromberg-Martin ES, Matsumoto M, Hikosaka O (2010) Dopamine in motivational control: rewarding, aversive, and alerting. *Neuron* 68:815-834.
28. Hikosaka O (2010) The habenula: from stress evasion to value-based decision-making. *Nat Rev Neurosci* 11:503-513.
29. Hikosaka O, Isoda M (2010) Switching from automatic to controlled behavior: cortico-basal ganglia mechanisms. *Trends Cogn Sci* 14: 154-161.
30. Hikosaka O, Sesack SR, Lecourtier L, Shepard PD, Habenula: crossroad between the basal ganglia and the limbic system, *J Neurosci* , 2008, 28, 11825 - 1182
31. Hikosaka O, Bromberg-Martin E, Hong S, Matsumoto M, New insights on the subcortical representation of reward, *Curr Opin Neurobiol* 2008, 18, 203 - 208

Invited lectures

1. Parallel control of volition and skill by the basal ganglia (Keynote Lecture) , 2013
2. IBAGS-XI (11th Triennial meeting of the International Basal Ganglia Society) Eilat, Israel, March 3-7, 2013
3. Role of basal ganglia in valuation, memory, and skill, University of California, San Diego, San Diego, CA, Feb. 12, 2013
4. Choosing valuable objects automatically - a basal ganglia mechanism Workshop 2: Cognitive Neuroscience Mathematical Biosciences Institute (MBI) Columbus, Ohio Dec. 11, 2012
5. Basal ganglia mechanisms for choosing valuable objects automatically, University of Parma Parma, Italy, Nov. 16, 2012
6. Automatic valuation by the basal ganglia, ESF-FENS Conferences on The Dynamic Brain, The Neurobiology of Emotion, Stresa, Italy, Nov. 13, 2012
7. Basal ganglia mechanisms for choosing valuable objects automatically, Champalimaud Neuroscience Programme (CNP), Lisbon, Portugal, Nov. 8, 2012
8. Long-term reward experiences bias eye movements: a role of the basal ganglia, David Robinson Lecture, Johns Hopkins University, School of Medicine, Apr. 5, 2012
9. Choosing good objects - a basal ganglia mechanism, Inaugural Phillip A. Sharp Lecture in Neural Circuits McGovern Institute, MIT, Mar. 1, 2012
10. Some issues in decision-making research, University of Texas,

- Austin, TX, Dec. 13, 2011
11. Long-term reward experiences bias eye movements: a role of the basal ganglia, University of Texas, Austin, TX, Dec. 12, 2011
 12. Long-term object-reward memories in the basal ganglia underlying visuomotor habit, University of Minnesota, MN, Oct. 14, 2011
 13. How long-term reward experience influences behavior: a possible role of the posterior ganglia Keynote Lecture, Janelia Farm Conference: Neural Circuits of Decision-Making, Janelia Farm Research Campus, VA, Mar. 6-9, 2011
 14. Subcortical mechanisms of motivational behavior, Carnegie Institution, Baltimore, MD, Jan. 17, 2011
 15. Motivational Neuronal Circuits for Value, Salience, and Information, Presidential Special Lecture, Society for Neuroscience, 40th Annual Meeting, San Diego, CA, Nov. 14, 2010
 16. Decision-making by cortico-basal ganglia networks, NIH Research Festival Symposia Session III: The Brain and the Construction of Complex Behaviors, Oct. 6, 2010
 17. Lateral habenula sends motivational information to the basal ganglia, The International Basal Ganglia Society, 10th Triennial Meeting, Long Branch, NJ, Jun. 20 - 24, 2010
 18. Role of the lateral habenula in value-based decision-making, Symposium: The Lateral Habenula: Its Role in Behavior and Psychiatric Disorders, Cold Spring Harbor, NY, Feb. 28 - Mar. 3, 2010
 19. Subcortical control of motivational behavior, RIKEN, BSI, Jan. 26, 2010
 20. Subcortical mechanisms of motivational behavior, New York University, Dec. 7, 2009
 21. Subcortical mechanisms of motivational behavior - Beyond dopamine neurons, University of Pennsylvania, Nov. 23, 2009
 22. Subcortical neurons representing motivational value and salience, Yale University, Sep. 17, 2009
 23. Rethinking dopamine neurons, Tamagawa University, August 4, 2009
 24. Biasing, switching, and learning of behavior by the basal ganglia, Symposium: Multidisciplinary Approaches to Basal Ganglia Functions, International Union of Physiological Sciences 2009, Kyoto, Japan, July 29, 2009
 25. New concepts of dopamine neurons, Hokkaido University, July 21, 2009
 26. Subcortical mechanisms of reward-based learning, Gordon Research Conferences: Neural Circuits & Plasticity, Salve Regina University, Newport, RI, June 7-12, 2009
 27. Motor skill learning and decision-making: cortico-basal ganglia mechanisms, Georgetown University, May 12, 2009
 28. How the brain encodes reward, McGovern Institute (MIT) Symposium on "The Basal Ganglia in Health and Disease", MIT, Boston, May 7, 2009
 29. Subcortical networks for motivational decision making, Eye Movements and Vision: A Symposium in Honor of Fred Miles, Oxford University, Apr. 1-3, 2009
 30. Neural mechanisms of motor skill learning, execution, and switching, NINDS, Mar. 3, 2009
 31. Role of the subcortical reward system in decision-making, Baylor College of Medicine, Houston, Texas, Feb. 6, 2009
 32. Multiple neural mechanisms of motor learning, automaticity, and switching, Netherlands Institute for Neuroscience (NIN) conference, Amsterdam, Netherlands, Dec. 9-12, 2008
 33. Role of the Primate Lateral Habenula in Negative Motivational Control of Oculomotor Behavior, Symposium: "Habenula - Crossroad between the Basal Ganglia and the Limbic System", Society for Neuroscience Annual Meeting, Washington DC, USA, Nov. 19, 2008.
 34. Basal ganglia mechanisms of reward-based and instruction-based decision-making, University of Texas, Austin, Oct. 6, 2008
 35. Reward-based control of eye movements by the basal ganglia and surrounding structures, National Institute on Drug Abuse (NIDA), Sep. 23, 2008
 36. Motivational and cognitive control of behavior by the basal ganglia, Workshop on Mechanism of Brain and Mind, Sapporo, Japan, Aug. 10, 2008
 37. Neural mechanisms of reward-based and instruction-based decision-making, Columbia University, Jun. 19, 2008
 38. Integration of cognition and motivation in the basal ganglia and surrounding structures, Albert Einstein College of Medicine of Yeshiva University, Apr. 23, 2008
 39. Neural mechanisms of reward-oriented behavior: Beyond dopamine neurons, Harvard University, Feb. 5, 2008

Awards

Member, American Academy of Arts & Sciences, 2011



【事業推進担当者】

Wolfram Schultz

AFFILIATION: 玉川大学脳科学研究所・客員教授、
ケンブリッジ大学チャーチルカレッジ・教授

RESEARCH THEME: Systems and Computational Neuroscience, Cognitive and Behavioral Neuroscience

RESEARCH KEYWORDS: reward, value, uncertainty, action, neural circuit, dopamine, frontal cortex, human, monkey, striatum

PROJECT REPORT RELATED TO GLOBAL COE PROGRAM

1. Adaptation of reward sensitivity in orbitofrontal neurons

Shunsuke Kobayashi, Ofelia Pinto de Carvalho, Wolfram Schultz, *J Neurosci* 30: 534-544, 2010.

Animals depend on a large variety of rewards but their brains have a limited dynamic coding range. When rewards are uncertain, neuronal coding needs to cover a wide range of possible rewards. However, when reward is likely to occur within a specific range, focusing the sensitivity on the predicted range would optimize the discrimination of small reward differences. One way to overcome the trade-off between wide coverage and optimal discrimination is to adapt reward sensitivity dynamically to the available rewards. We investigated how changes in reward distribution influenced the coding of reward in the orbitofrontal cortex. Animals performed an oculomotor task in which a fixation cue predicted the statistical distribution of possible juice volumes, while keeping the expected mean volume constant. A subsequent cue specified the exact juice volume obtained for a correct saccade response. Population responses of orbitofrontal neurons that reflected the predicted juice volume showed adaptation to the reward distribution. Statistical tests on individual responses revealed that a quarter of value-coding neurons shifted the reward sensitivity slope significantly between two reward distributions, whereas the remaining neurons showed insignificant change or lack of adaptation. Adaptations became more prominent when reward distributions changed less frequently, indicating time constraints for assessing reward distributions and adjusting neuronal sensitivity. The observed neuronal adaptation would optimize discrimination and contribute to the efficient coding of a large variety of potential rewards by neurons with lim-

ited dynamic range.

2. Responses of amygdala neurons to positive reward predicting stimuli depend on background reward (contingency) rather than stimulus-reward pairing (contiguity)

Maria A. Bermudez and Wolfram Schultz, *J Neurophysiol*: 103: 3: 1158-1170: MAR 2010

Prediction about outcomes constitutes a basic mechanism underlying informed economic decision making. A stimulus constitutes a reward predictor when it provides more information about the reward than the environmental background. Reward prediction can be manipulated in two ways, by varying the reward paired with the stimulus, as done traditionally in neurophysiological studies, and by varying the background reward while holding stimulus-reward pairing constant. Neuronal mechanisms involved in reward prediction should also be sensitive to changes in background reward independently of stimulus-reward pairing. We tested this assumption on a major brain structure involved in reward processing, the central and basolateral amygdala. In a 2x2 design we examined the influence of rewarded and unrewarded backgrounds on neuronal responses to rewarded and unrewarded visual stimuli. Indeed, responses to the unchanged rewarded stimulus depended crucially on background reward in a population of amygdala neurons. Elevating background reward to the level of the rewarded stimulus extinguished these responses, and lowering background reward again reinstated the responses, without changes in stimulus-reward pairing. None of these neurons responded specifically to an inhibitory stimulus predicting less reward compared to background (negative contingency). A smaller group of amygdala neurons maintained

stimulus responses irrespective of background reward, possibly reflecting stimulus-reward pairing or visual sensory processes without reward prediction. Thus, in being sensitive to background reward, the responses of a population of amygdala neurons to phasic stimuli appeared to follow the full criteria for excitatory reward prediction (positive contingency) rather than reflecting simple stimulus-reward pairing (contiguity).

3. Coding of reward risk and value by distinct neurons in the orbitofrontal cortex

Martin O'Neill, Wolfram Schultz, *NEURON*: 68: 4: 789-800 NOV 18 2010

Risky decision-making is altered in humans and animals with damage to the orbitofrontal cortex. However, the function of the intact orbitofrontal cortex in processing information relevant for risky decisions is unknown. We recorded responses of single orbitofrontal neurons while monkeys were presented with cues representing the key decision parameters, reward risk and value. Risk was defined as variance of binary symmetric probability distributions. Monkeys displayed graded behavioral preferences for risky outcomes. Reward-related responses in orbitofrontal neurons to the task events predominantly covaried with either variance or expected value, but not both. Moreover, a sub-population of neurons responded after the risky outcome was revealed, some of them signaling the unsigned discrepancy between experienced and predicted risk (absolute risk prediction error). These results show that neurons in the orbitofrontal cortex carry a risk signal that is distinct from value coding. These neurons appear to encode the first two moments of reward probability distributions, expected value and variance.

4. Dopamine signals for reward value and risk: basic and recent data

Wolfram Schultz, review *Behavioral and Brain Functions* 2010, 6:24

Background: Previous lesion, electrical self-stimulation and drug addiction studies suggest that the midbrain dopamine systems are parts of the reward system of the brain. This review provides an updated overview about the basic signals of dopamine neurons to environmental stimuli.

Methods: The described experiments used standard behavioral and neurophysiological methods to record the activity of single dopamine neurons in awake monkeys during specific behavioral tasks.

Results: Dopamine neurons show phasic activations to external stimuli. The signal reflects reward, physical salience, risk and punishment, in descending order of fractions of responding neurons. Expected reward value is a key decision variable for economic choices. The reward response codes reward value, probability and their summed product, expected value. The neurons code reward value as it differs from prediction, thus fulfilling the basic requirement for a bidirectional prediction error teaching signal postulated by learning theory. This response is scaled in units of standard deviation. By contrast, relatively few dopamine neurons show the phasic activation following punishers and conditioned aversive stimuli, suggesting a lack of relationship of the reward response to general attention and arousal. Large proportions of dopamine neurons are also activated by intense, physically salient stimuli. This response is enhanced when the stimuli are novel; it appears to be distinct from the reward value signal. Dopamine neurons show also unspecific activations to non-rewarding stimuli that are possibly due to generalization by similar stimuli and pseudoconditioning by primary rewards. These activations are shorter than reward responses and are often followed by depression of activity. A separate, slower dopamine signal informs about risk, another important decision variable. The prediction error response occurs only with reward; it is scaled by the risk of predicted reward.

Conclusions: Neurophysiological studies reveal phasic dopamine signals that transmit information related predominantly but not exclusively to reward. Although not being entirely homogeneous, the dopamine signal is more restricted and stereotyped than neuronal activity in most other brain structures involved in goal directed behavior.

5. Neural mechanisms of observational learning

Christopher J. Burke, Philippe N. Tobler, Michelle Baddeley and Wolfram Schultz,

PNAS, August 10, 2010, vol. 107, no. 32, 14431-14436

Individuals can learn by interacting with the environment and experiencing a difference between predicted and obtained outcomes (prediction error). However, many species also learn by observing the actions and outcomes of others. In contrast to individual learning, observational learning cannot be based on directly experienced outcome prediction errors. Accordingly, the behavioral and neural mechanisms of learning through observation remain elusive. Here we propose that human observational learning can be explained by two previously uncharacterized forms of prediction error, observational action prediction errors (the actual minus the predicted choice of others) and observational outcome prediction errors (the actual minus predicted outcome received by others). In a functional MRI experiment, we found that brain activity in the dorsolateral prefrontal cortex and the ventromedial prefrontal cortex respectively corresponded to these two distinct observational learning signals.

6. Subjective neuronal coding of reward: temporal value discounting and risk

Wolfram Schultz, *European Journal of Neuroscience*, Vol. 31, pp. 2124–2135, 2010

A key question in the neurobiology of reward relates to the nature of coding. Rewards are objects that are advantageous or necessary for the survival of individuals in a variety of environmental situations. Thus reward appears to depend on the individual and its environment. The question arises whether neuronal systems in humans and monkeys code reward in subjective terms, objective terms or both. The present review addresses this issue by dealing with two important reward processes, namely the individual discounting of reward value across temporal delays, and the processing of information about risky rewards that depends on individual risk attitudes. The subjective value of rewards decreases with the temporal distance to the reward. In experiments using neurophysiology and brain imaging, dopamine neurons and striatal systems discount reward value across temporal delays of a few seconds, despite unchanged objective reward value, suggesting subjective value coding. The subjective values of risky outcomes depend on the risk attitude of individual decision makers; these values decrease for risk-avoiders and

increase for risk-seekers. The signal for risk and the signal for the value of risky reward covary with individual risk attitudes in regions of the human prefrontal cortex, suggesting subjective rather than objective coding of risk and risky value. These data demonstrate that important parameters of reward are coded in a subjective manner in key reward structures of the brain. However, these data do not rule out that other neurons or brain structures may code reward according to its objective value and risk.

7. Reward Magnitude Coding in Primate Amygdala Neurons

Maria A. Bermudez and Wolfram Schultz, *JN Physiol* December 1, 2010 vol. 104 no. 6 3424-3432

Animals assess the values of rewards to learn and choose the best possible outcomes. We studied how single neurons in the primate amygdala coded reward magnitude, an important variable determining the value of rewards. A single, Pavlovian-conditioned visual stimulus predicted fruit juice to be delivered with one of three equiprobable volumes ($P = 1/3$). A population of amygdala neurons showed increased activity after reward delivery, and almost one half of these responses covaried with reward magnitude in a monotonically increasing or decreasing fashion. A subset of the reward responding neurons were tested with two different probability distributions of reward magnitude; the reward responses in almost one half of them adapted to the predicted distribution and thus showed reference-dependent coding. These data suggest parametric reward value coding in the amygdala as a characteristic component of its function in reinforcement learning and economic decision making.

ACHIEVEMENTS RELATED TO GLOBAL COE PROGRAM

Articles (peer reviewed)

1. Schultz W. Updating of dopamine reward signals. *Curr Op Neurobiol* 23: 229-238, 2013
2. Grabenhorst F, Hernadi I, Schultz W. Prediction of economic choice by primate amygdala neurons. *Proc Natl Acad Sci (USA)* 109: 18950-18955, 2012
3. Bermudez M, Schultz W. Sensitivity to temporal reward structure in amygdala neurons. *Curr Biol* 22: 1839-1844, 2012
4. Ariansen JL, Heien MLAV, Hermans A, Phillips PEM, Hernadi I, Bermudez MA, Schultz W, Wightman RM. Monitoring extracellular pH, oxygen, and dopamine during reward delivery in the striatum of primates. *Front Behav Neurosci* 6: 36, 1-10, 2012
5. Schultz W. Potential vulnerabilities of neuronal reward, risk, and decision mechanisms to addictive drugs. *Neuron* 69: 603-617, 2011. (highlighted in Featured Topic on Decision Making in *Neuron*, September 2011) w/o referee
6. Miyapuram KP, Tobler PN, Gregorios-Pippas, L, Schultz W. BOLD responses in reward regions to hypothetical and imaginary monetary rewards. *NeuroImage* 59: 1692-1699, 2011. w/referee
7. Hare TA, Schultz W, Camerer CF, O'Doherty JP, Rangel A. Transformation of stimulus value signals into motor commands during simple choice. *Proc Natl Acad Sci (USA)* 108: 18120-18125, 2011. w/referee
8. Schultz W, O'Neill M, Tobler PN, Kobayashi S. Neuronal signals for reward risk in frontal cortex. *NY Acad Sci* 1239: 109-117, 2011. w/o referee
9. Schultz Wolfram Dopamine signals for reward value and risk: basic and recent data, *Behavioural and brain functions : BBF*, 2010, 6, 24
10. Burke Christopher J, Tobler Philippe N, Schultz Wolfram, Badoley Michelle, Striatal BOLD Response Reflects the Impact of Herd Information on Financial Decisions., *Frontiers in human neuroscience*, 2010, 4, 48
11. Schultz Wolfram, Subjective neuronal coding of reward: temporal value discounting and risk., *The European journal of neuroscience*, 2010, 31(12), 2124 - 35
12. Nomoto Kensaku, Schultz Wolfram, Watanabe Takeo, Sakagami Masamichi, Temporally extended dopamine responses to perceptually demanding reward-predictive stimuli., *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 2010, 30(32), 10692 - 702
13. Kobayashi Shunsuke, Schultz Wolfram, Sakagami Masamichi, Operant conditioning of primate prefrontal neurons., *Journal of neurophysiology*, 2010, 103(4), 1843 - 55
14. Bermudez Maria A, Schultz Wolfram, Reward magnitude coding in primate amygdala neurons., *Journal of neurophysiology*, 2010, 104(6), 3424 - 32
15. Schultz W. Multiple functions of dopamine neurons. *F1000 Biology Reports* 2010, 2:2 (doi:10.3410/B2-2) (<http://F1000.com/Reports/B/2/2>)
16. Bermudez MA, Schultz W (2010) Responses of amygdala neurons to positive reward predicting stimuli depend on background reward (contingency) rather than stimulus-reward pairing (contiguity). *J Neurophysiol Epub ahead of print* (doi:10.1152/jn.00933.2009).
17. Kobayashi S, Pinto de Carvalho O, Schultz W. Adaptation of reward sensitivity in orbitofrontal neurons. *J Neurosci* 30: 534-544, 2010.
18. Christopoulos GI, Tobler PN, Bossaerts P, Dolan RJ, Schultz W. Neural correlates of value, risk, and risk aversion contributing to decision making under risk. *J Neurosci*. 29: 12574-12583, 2009.
19. Tobler, P.N., Christopoulos, G.I., O'Doherty, J.P., Dolan, R.J. and Schultz, W.: Risk-dependent reward value signal in human prefrontal cortex. *Proc. Natl. Acad. Sci. (USA)* 106: 7185-7190, 2009.
20. Gregorios-Pippas L, Tobler PN, Schultz W. Short term temporal discounting of reward value in human ventral striatum. *J Neurophysiol* 101: 1507-1523, 2009.
21. Tobler PN, Christopoulos GI, O'Doherty JO, Dolan RJ, Schultz W. Neuronal distortions of reward probability without choice. *J Neurosci* 28: 11703-11711, 2008.
22. Schultz W, Preusschoff K, Camerer C, Hsu M, Fiorillo CD, Tobler PN, Bossaerts P. Explicit neural signals reflecting reward uncertainty. *Phil Trans RoySoc B* 363: 3801-3811, 2008.
23. Fiorillo CD, Newsome WT, Schultz W. The temporal precision of reward prediction in dopamine neurons. *Nat Neurosci* 11: 966-973, 2008.
24. Kobayashi S & Schultz W, Influence of reward delays on responses of dopamine neurons, *J Neurosci*, 2008, 28, 7837 - 7846
25. Hare T, O'Doherty J., Camerer C., Schultz W., and Rangel A., Dissociating the role of the orbitofrontal cortex and the striatum in the computation of goal values and prediction errors, *Journal of Neuroscience*, 2008, 28(22), 5623 - 5630

Books and other publications

1. Schultz W. Dopamine neurons, reward and uncertainty. *Encyclopedia of Neuroscience* (LR Squire, Editor). Oxford: Academic Press, 2009.

Invited lectures

2013

- Mar : Joint Tamagawa-Caltech Lecture course on reward and decision, Kona, Hawaii
- Feb : Otsuka Dopamine Partial Agonist Meeting Tokyo (keynote)
- Feb : Department of Experimental Psychology, Bristol
- Feb : London School of Economics
- Jan : MSc course lecture, University College London
- Jan : Cognitive Neuropsychology Symposium, Bressanone, Italy (key note)

2012 Nov : Principal Investigator Meeting, Wellcome Trust, London

- Nov : Dept Neuroscience, University of Geneva
- Nov : Dept Neuroscience, Kings College London
- Oct : Cambridge University Behavioral Economics Society
- Oct : Dept Economics, Univ. Zurich
- Oct : Fourth Meeting, Mediterranean Neuroscience Society, Istanbul (plenary)
- Sep : Annual Neuroscience Meeting, University of Southampton, UK (plenary)
- Sep : Annual Meeting, German Natural Science Association (Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte), Göttingen (plenary)

Sep : Xth International Catecholamine Symposium, Asilomar, CA (plenary)
 Sep : Workshop on Huntington's Disease, New York
 Sep : Symposium on Habits, Columbia University, New York
 Aug : Methods in Computational Neuroscience course, Woods Hole, MA
 Aug : Neuroscience School of Advanced Studies, San Quirico d' Orcia, Siena, Italy
 Jun : Annual Meeting, International Neuropsychology Symposium, Bonifacio, France
 Jun : Annual Meeting, Research Society on Alcoholism, San Francisco (plenary)
 May : Neuroscience Program, University of Wisconsin-Madison (Woolsey Lecture 2012)
 Apr : Andersen Laboratory, Division of Neuroscience, Caltech, Pasadena
 Mar : Dept Neuroscience, Princeton University
 Mar : Dept Neuroscience, Jülich Research Center, Germany
 Feb : Dept Neurology, Univ. Bonn, Germany
2011
 Nov : Eli Lilly Conference, Université de Montreal
 Nov : Workshop on Learning and Plasticity, Marseille, France
 Nov : Annual Meeting, Society for Neuroscience, Washington, DC
 Oct : International Meeting, Hertie Institute, Tübingen, Germany
 Oct : Annual European Network for Hyperkinetic Disorders (Eunethydis) Meeting, Budapest
 Aug : Methods in Computational Neuroscience course, Woods Hole, MA
 Aug : EMBO Science and Society summer school, Heidelberg
 Jul : Mars Lecture, Annual Meeting, Society for the Study of Ingestive Behavior, Clearwater, FL
 Jun : Symposium on Impulsive and Compulsive Disorders, Behavioural and Clinical Neuroscience Institute (BCNI), Cambridge
 Apr : McDonnell Network Meeting, Caltech, Pasadena, CA
 Apr : Critical Contributions of the Orbitofrontal Cortex to Behavior, New York Academy of Sciences, New York
 Mar : NSERM Liliane Bettancourt School MD-PhD symposium, Paris
 Feb : MSc course lecture, University College London
2010
 Nov : School of Biological and Chemical Sciences, Queen Mary's University, London
 Nov : Brain Mind Institute, Federal Polytechnic University Lausanne, Switzerland
 Nov : Conference on Lifelong Imaging, University of Tübingen, Germany
 Oct : Society for Neuroeconomics, Annual Meeting, Evanston, IL, USA (Kavli Presidential Lecture)
 Oct : Department of Neuroscience, Columbia University, New York
 Oct : Meeting on Role of Dopamine in Long Term Potentiation and Learning, Brandeis University, Boston
 Sep : Japan Science Council, Tokyo
 Sep : Tamagawa-Keio-Caltech Lecture Course on Neuroeconomics, Tokyo
 Sep : Department of Psychiatry, University of Kyoto, Japan
 Jul : Federation of European Neuroscience Societies (FENS) Forum 2010, Amsterdam
 Jun : 16th Annual Human Brain Mapping Conference, Barcelona, Spain
 Jun : Conference on Security and Human Behaviour, Cambridge, UK
 May : Lester Laboratory, Division of Neuroscience, Caltech, Pasadena

Apr : Mexican Neuroscience Symposium, Mexico DF
 Mar : Institute of Neuroscience, University of Newcastle, UK
 Feb : Symposium on Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD), Oslo, Norway
2009
 Dec : Christmas Meeting of the British Neuroscience Association (BNA), London
 Nov : Department of Psychology, University of Hertfordshire, Hatfield, UK
 Nov : 1st von Behring-Roentgen Symposium on Neurotransmission, Marburg, Germany
 Oct : Workshop on Emotion, Ellison Medical Foundation, New York City
 Oct : Dept Psychology & Program in Neuroscience, Ohio State Univ, Bowling Green, OH
 Oct : Department of Psychology, University of Michigan, Ann Arbor, MI
 Sep : Irish Neuroscience Meeting, Dublin (plenary lecture)
 Jun : Symposium on Reinforcement Learning, McGill University, Montreal
 Jun : International Neuropsychology Symposium, Dubrovnik, Croatia
 May : Conference on Cognitive and Neural Systems (plenary lecture), Boston University
 May : UC Berkeley Graduate Program
 May : Roger Brown Louks Lecture, Dept Psychology, University of Washington, Seattle
 May : Center for Integrative Neuroscience, University of Washington, Seattle
 May : Distinguished Neuroscientist Seminar, Institute for Neuroscience, Univ Texas Austin
 Mar : Functional Imaging Laboratory, University College London
 Jan : Postprandial Talk, Churchill College, Cambridge
 Jan : Department of Neurobiology, University of Bremen, Germany
2008
 Oct : Neurocolloquium Tübingen, Germany
 Oct : Neuron-Ipsen Conference on Cognitive Functions, Mont Royal, France
 Sep : Barcelona Cognition, Brain and Technology Summer School
 May : Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences: Annual Cognition Lecture, Amsterdam
 Mar : Moore Retreat of California Institute of Technology, Huntington Beach, CA

Awards

- 2010 European Journal of Neuroscience Award of the Federation of European Neuroscience Societies (EJN FENS Award)



【事業推進担当者】

河村 満 Mitsuru Kawamura

所属 玉川大学脳科学研究所・客員教授、昭和大学医学部・教授

研究テーマ：情動とコミュニケーションの病態的研究

キーワード：情動、脳病変、パーキンソン病、筋強直性ジストロフィー、社会的認知

グローバル COE 期間中の研究活動

本研究テーマでは、グローバル COE 友愛感グループの目的を達成するため、ヒトのもつコミュニケーション機能を脳病変例において検討した。これによって、脳内のコミュニケーションに関わるネットワークを明らかにするとともに、脳病変例が社会のなかでいきいきと暮らすためにどのような工夫が必要かを稽える手がかりをもたらしことを目指した。

具体的には、パーキンソン病や筋強直性ジストロフィーなどの神経変性疾患を対象に、感情認知機能および社会的認知機能を評価する課題を施行し、社会的認知機能を支える神経メカニズムについて検討を行った。

パーキンソン病患者を対象とした研究では、ギャンブル課題を用いて意思決定機能に関する検討を行った。パーキンソン病患者の一部では行動異常がみられることが知られており、これは患者の日常生活や治療の妨げとなっていた。ギャンブル課題およびその改変版を用いた検討では、パーキンソン病患者が報酬と損失のバランスをとることが困難であることが示唆された。さらに脳構造解析を加える事により、こうした行動様式の背景に眼窩前頭皮質の体積低下が関連していることを明らかにした。

筋強直性ジストロフィーを対象とした研究では、表情認知を検討した。DM1 患者は独特な性格を持つことや、自閉症スペクトラム障害などの特有のコミュニケーション様式を有することが知られていた。しかし、その認知基盤および神経基盤は明らかでなかった。DM1 患者に対して表情感度測定課題 (Suzuki et al. 2006) を実

施したところ、DM1 症例は健常者に比べ、怒り、嫌悪表情の感度に低下がみられた。また、側頭葉前部・島・前頭葉底部の白質に病変がみられた。これらの結果は、DM1 患者特有の行動に対する神経基盤を示唆するものである。DM1 における検討は表情のみでなく心の理論課題についても行われ、この検討では DM1 患者が言語および非言語の両面について他者心理の読み取りに問題があることを明らかにした。

グローバル COE 終了後の研究予定

グローバル COE 終了後も継続して脳疾患例における行動様式をフォローしており、その予後や治療効果などについて観察を続けていく次第である。COE ではパーキンソン病と筋強直性ジストロフィーを中心とした検討となったが、他疾患においてもコミュニケーションの問題があることが示唆されており、今後も COE で開発した検査やノウハウをいかして類似の検討を続けていく予定である。プロジェクト中に行った検討のうち公表されていない結果については鋭意公表準備中であるとともに、随時講演会や一般向けのレクチャーなどで社会還元していく。

学位論文指導状況

<博士>

主査：本間生夫／副査：岩波明／氏名：水谷徹／論文タイトル「Picture agnosia as a characteristic of posterior cortical atrophy」2012 年度

研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Koyama S, Midorikawa A, Suzuki A, Hibino H, Sugimoto A, Futamura A, Kawamura M. Selective impairment of race perception following bilateral damage in the fusiform and parahippocampal gyri. *Neurology and Clinical Neuroscience* 1:

96-102, 2013.

2. Murakami H, Fujita K, Futamura A, Sugimoto A, Kobayakawa M, Kezuka M, Midorikawa A, Kawamura M. The Montreal Cognitive Assessment (MoCA) and Neurobehavioral Cognitive Status Examination (COGNISTAT) are useful for screening mild

- cognitive impairment in Japanese patients with Parkinson's disease. *Neurology and Clinical Neuroscience* 1: 103-8, 2013.
3. 丸木雄一, 河村満, 木村透, 鈴木則宏, 平田幸一, 山崎峰雄. アセチルコリンエステラーゼ阻害薬に関する最近の臨床的話題. *Cognition and Dementia* 12: 76-83, 2013.
 4. Sugimoto A, Futamura A, Ishigaki S, Hieda S, Miller M, Kawamura M. Successful use of anti-epileptic drugs in three cases of epilepsy with higher brain dysfunction. *Neurology and Clinical Neuroscience* 1: 18-23, 2013.
 5. Ishihara K, Araki S, Ihori N, Suzuki Y, Shiota J, Arai N, Nakano I, Kawamura M. Pseudobulbar Dysarthria in the Initial Stage of Motor Neuron Disease with Dementia - a Clinicopathological Rreport of two Autopsied Cases. *European Neurology* 69: 270-4, 2013.
 6. 二村明徳, 杉本あずさ, 村上秀友, 河村満. 症状から画像を推測する. *Journal of clinical rehabilitation* 21: 924-8, 2012.
 7. 二村明徳, 杉本あずさ, 河村満. 鏡像動作と連合運動. *Clinical Neuroscience* 30: 501-2, 2012.
 8. 村上秀友, 河村満. Parkinson および関連疾患の治療の進歩. *神経治療* 29: 391-4, 2012.
 9. 杉本あずさ, 二村明徳, 河村満. てんかんと認知症. *BRAIN and NERVE* 64: 1399-404, 2012.
 10. 河村満, 木村透, 鈴木則宏, 平田幸一, 丸木雄一, 山崎峰雄. アセチルコリンエステラーゼ阻害薬の薬理作用と最新知見. *Cognition and Dementia* 11: 88-95, 2012;.
 11. 河村満, 中野今治, 水野美邦. 100年目のレヴィ小体研究. *BRAIN and NERVE* 64: 474-85, 2012.
 12. Ichikawa H, Shimizu Y, Kuriki A, Murakami H, Mukai M, Kawamura M. The brainstem is at high risk for recurrent non-cardioembolic cerebral infarction in association with diabetes mellitus: a hospital-based study. *Eur Neurol* 67: 26-32, 2012.
 13. Ichikawa H, Mukai M, Ohno H, Shimizu Y, Itaya K, Kawamura M. Deep white matter hyperintensities, decreased serum low-density lipoprotein, and dilative large arteriopathy. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 21: 225-30, 2012.
 14. Tsuruya N, Kobayakawa M, Futamura A, Sugimoto A, Kawamura M. Does a lesion in Broca's area cause apraxia? . *Neurology and clinical neuroscience* 1: 55-62, 2012.
 15. Kawai Y, Midorikawa A, Sugimoto A, Futamura A, Sobue G, Kawamura M. A new disorder of praxis in neurodegenerative disease that may be part of Alzheimer's disease. *Neurocase*. in press.
 16. Ichikawa H, Ohno H, Murakami H, Ishigaki S, Ohnaka Y, Kawamura M. Self-rated Anosognosia Score may be a Sensitive and Predictive Indicator for Progressive Brain Atrophy in Amyotrophic Lateral Sclerosis: an X-ray Computed Tomographic Study. *European Neurology* 69: 158-65, 2013.
 17. Sugimoto A, Midorikawa A, Koyama S, Futamura A, Hieda S, Kawamura M. Picture Agnosia as a Characteristic of Posterior Cortical Atrophy. *European Neurology* 68: 34-41, 2012.
 18. Sugimoto A, Koyama S, Midorikawa A, Futamura A, Ishiwata K, Ishii K, Miller M, Kawamura M. Is this a new type of primary prosopagnosia, both progressive and apperceptive? . *Neuropsychiatr Dis Treat* 8: 169-73, 2012.
 19. Midorikawa A, Kawamura M. The relationship between sub-clinical Asperger syndrome and frontotemporal lobar degeneration. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders Extra* 2: 180-6, 2012.
 20. Koyama S, Kobayakawa M, Tachibana N, Masaoka Y, Homma I, Ishii K, Kawamura M. Neuropsychological and radiological assessments of two cases with apparent idiopathic rapid eye movement sleep behaviour disorder. *Eur Neurol* 67: 18-25, 2012.
 21. Kobayakawa M, Tsuruya N, Kawamura M. Theory of mind impairment in adult-onset myotonic dystrophy type 1. *Neurosci Res* 72: 341-6, 2012.
 22. Sugimoto A, Miller MW, Kawai Y, Shiota J, Kawamura M. Another piece in the jigsaw: A case report of prosopagnosia with symptomatological, imaging and post mortem anatomical evidence. *Cortex* 48: 641-3, 2012.
 23. 小早川睦貴, 河村満. 社会的認知の機能分化と機能局在. *Brain and Nerve* 63: 1352-60, 2011.
 24. 河村満, 小早川睦貴. 神経疾患における社会的認知障害. *老年期認知症研究会誌* 18: 11-4, 2011.
 25. 河村満. パーキンソン病における認知障害の研究: とくに社会的認知機能障害と扁桃体機能障害との関連について. *臨床神経* 51: 1-5, 2011.
 26. Yamano M, Akamatsu N, Tsuji S, Kobayakawa M, Kawamura M. Decision-making in temporal lobe epilepsy examined with the Iowa gambling task. *Epilepsy Res* 93: 33-8, 2011.
 27. Tsuruya N, Kobayakawa M, Kawamura M. Is "reading mind in the eyes" impaired in Parkinson's disease? *Parkinsonism Relat Disord* 17: 246-8, 2011.
 28. Takeda A, Nakajima M, Kobayakawa M, Tsuruya N, Koyama S, Miki T, Kawamura M. Attention deficits in Japanese multiple sclerosis patients with minor brain lesion loads. *Neuropsychiatric Disease and Treatment* 7: 745-51, 2011.
 29. Masaoka Y, Kawamura M, Takeda A, Kobayakawa M, Kuroda T, Kasai H, Tsuruya N, Futamura A, Homma I. Impairment of odor recognition and odor-induced emotions in type 1 myotonic dystrophy. *Neurosci Lett* 503: 163-6, 2011.
 30. Kawamura M, Miller MW, Ichikawa H, Ishihara K, Sugimoto A. Brodmann area 12: an historical puzzle relevant to FTLD. *Neurology* 76: 1596-9, 2011.
 31. Ichikawa H, Ohno H, Murakami H, Ohnaka Y, Kawamura M. Writing error may be a predictive sign for impending brain atrophy progression in amyotrophic lateral sclerosis: a preliminary study using X-ray computed tomography. *Eur Neurol* 65: 346-51, 2011.
 32. Ichikawa H, Mukai M, Katoh H, Hieda S, Murakami H, Kawamura M. Cerebral microbleeds and dilative remodeling of the basilar artery: a magnetic resonance imaging study. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 20: 429-35, 2011.
 33. Ichikawa H, Michael MW, Kawamura M. Amyotrophic Lateral Sclerosis and Language Dysfunction: Kana, Kanji and a Prescient Report in Japanese by Watanabe(1893). *European Neurology* 65: 144-9, 2011.
 34. 小早川睦貴, 河村満. パーキンソン病における認知・情動機能. *実験医学* 28: 656-60, 2010.
 35. Mochizuki-Kawai H, Mochizuki S, Kawamura M. A flexible sequential learning deficit in patients with Parkinson's disease: A2 × 8 button-press task. *Experimental Brain Research* 202: 147-53, 2010.
 36. Midorikawa A, Kawamura M, Nakamura K. Discrepancy between Imitating Finger Configuration and Finger Action: A Single Case Report. *European Neurology* 64: 80-2, 2010.
 37. Midorikawa A, Kawamura M. Does the brain prefer geometrical homogeneity? *Behav Neurol* 23: 101-5, 2010.
 38. Kobayakawa M, Tsuruya N, Takeda A, Suzuki A, Kawamura M. Facial emotion recognition and cerebral white matter lesions in myotonic dystrophy type 1. *Journal of the Neurological Sci-*

- ences 290: 48-51, 2010.
39. Kobayakawa M, Tsuruya N, Kawamura M. Sensitivity to reward and punishment in Parkinson's disease: An analysis of behavioral patterns using a modified version of the Iowa Gambling Task. *Parkinsonism & Related Disorders* 16: 453-7, 2010.
 40. Kato H, Nakajima M, Ohnaka Y, Ishihara K, Kawamura M. Recurrent abducens nerve palsy associated with neurovascular compression. *Journal of the Neurological Sciences* 295: 135-6, 2010.
 41. Ishihara K, Ichikawa H, Suzuki Y, Shiota J, Nakano I, Kawamura M. Is lesion of Exner's area linked to progressive agraphia in amyotrophic lateral sclerosis with dementia? An autopsy case report. *Behavioural Neurology* 23: 153-8, 2010.
 42. Ichikawa H, Mukai M, Hieda S, Kamiya Y, Akizawa T, Kawamura M. Involvement of the basilar artery in diabetes mellitus: An MRI study of brainstem infarctions. *European Neurology* 64: 230-5, 2010.
 43. Ichikawa H, Hieda S, Ohno H, Ohnaka Y, Shimizu Y, Nakajima M, Kawamura M. Kana versus Kanji in Amyotrophic Lateral Sclerosis: a Clinicoradiological Study of Writing Errors. *European Neurology* 64: 148-55, 2010.
 44. Hayakawa Y, Mimura M, Hidetomo M, Kawamura M. Emotion recognition from stimuli in different sensory modalities in post-encephalitic patients. *Neuropsychiatric Disease and Treatment* 6: 99-105, 2010.
 45. 緑川晶, 河村満. 特集 記憶の科学 作話一つながりが断たれるということ. 月刊 言語 38: 34-41, 2009.
 46. 小早川睦貴, 河村満. パーキンソン病患者さんはギャンプリングを生じやすいか?. *Frontiers in Parkinson disease* 2: 13-6, 2009.
 47. 河村満, 小早川睦貴. 特集・情動 社会性と脳. *BRAIN MEDICAL* 21: 71-6, 2009.
 48. 河村満, 小早川睦貴. 社会性と脳. *Brain Medical* 21: 71-6, 2009.
 49. Takeda A, Kobayakawa M, Suzuki A, Tsuruya N, Kawamura M. Lowered sensitivity to facial emotions in myotonic dystrophy type 1. *J Neurol Sci* 280: 35-9, 2009.
 50. Kinno R, Muragaki Y, Hori T, Maruyama T, Kawamura M, Sakai KL. Agrammatic comprehension caused by a glioma in the left frontal cortex. *Brain Lang* 110: 71-80, 2009.
 51. Kawamura M, Kobayakawa M. Emotional impairment in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* 15(Suppl 1): S47-S52, 2009.
 52. 緑川晶, 河村満. 記憶保持のメカニズム: てんかん性健忘の検討から. *Brain and Nerve* 60: 855-60, 2008.
 53. 緑川晶, 河村満. 脳損傷による芸術活動の障害と発見—神経心理学の視点から. *脳科学と芸術* 3: 223-34, 2008.
 54. 鶴谷奈津子, 河村満. 身振り・手振りを解釈する脳. *言語* 37: 36 - 43, 2008.
 55. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 河村満. パーキンソン病における認知機能障害. *Progress in medicine* 28: 2375-9, 2008.
 56. 小早川睦貴, 河村満. 表情を読み解く脳. *言語* 37: 44-51, 2008.
 57. Mochizuki-Kawai H, Tanaka M, Suzuki T, Yamakawa Y, Mochizuki S, Arai M, Kawamura M. Elderly adults improve verbal fluency by videophone conversations: a pilot study. *J Telemed Telecare* 14: 215-8, 2008.
 58. Midorikawa A, Nakamura K, Nagao T, Kawamura M. Residual perception of moving objects: dissociation of moving and static objects in a case of PCA. *European Neurology* 59: 152-8, 2008.
 59. Midorikawa A, Fukutake T, Kawamura M. Dementia and painting in patients from different cultural backgrounds. *European Neurology* 60: 224-9, 2008.
 60. Masaoka Y, Satoh H, Kawamura M, Homma I. Respiratory responses to olfactory stimuli in Parkinson's disease. *Respir Physiol Neurobiol* 161: 136-41, 2008.
 61. Kobayakawa M, Koyama S, Mimura M, Kawamura M. Decision making in Parkinson's disease: Analysis of behavioral and physiological patterns in the Iowa gambling task. *Mov Disord* 23: 547-52, 2008.
 62. Kinno R, Kawamura M, Shioda S, Sakai KL. Neural correlates of noncanonical syntactic processing revealed by a picture-sentence matching task. *Hum Brain Mapp* 29: 1015-27, 2008.
- 書籍 (著書)**
1. 河村満, 岩田誠. 「脳とソーシャル 全4巻」東京: 医学書院; 2012.
 2. 河村満. 「音楽する脳—楽譜を扱う脳」. In: 岩田誠, 河村満, editors. 「脳とアート—感覚と表現の脳科学」. 東京: 医学書院; 2012. p. 167-81.
 3. Kawamura M, Ichikawa H. "Amyotrophic lateral sclerosis with dementia-neuropsychological aspects." In: Strong MJ, editor. *Amyotrophic Lateral Sclerosis and the Frontotemporal Dementias*. New York: Oxford University Press; 2012. p. 107-21.
 4. 河村満, 武田景敏, 鶴谷奈津子, 小早川睦貴. 「Neurological Autism—神経疾患におけるコミュニケーションの変化」. In: 河村満, 岩田誠, editors. 「発達と脳—コミュニケーション・スキルの獲得過程」. 東京: 医学書院; 2010. p. 57-78.
 5. 河村満. 「脳を繙く歴史でみる認知神経科学」. *神経心理学コレクション*. 東京: 医学書院; 2010. p. 387.
 6. 河村満 (訳). 「神経心理学コレクション 脳を繙く 歴史で見る認知神経科学」. 東京: 医学書院; 2010.
 7. 河村満 (監訳). 「バナナ・レディ 前頭側頭型認知症をめぐる19のエピソード (Kertesz, A 著)」. 東京: 医学書院; 2010.
 8. Kawamura M, Takeda A, Kobayakawa M, Suzuki A, Tsuruya N. "Decreased sensitivity to facial emotions and limbic lesions in myotonic dystrophy type 1." In: Shioda S, Homma I, Kato N, editors. "New Frontiers in Neuroscience: Transmitters and Modulators in Health and Disease." Tokyo: Springer; 2009. p. 161-73.
 9. 河村満. 「神経心理学コレクション 失行」. 東京: 医学書院; 2008.
 10. 岩田誠, 河村満. 「社会活動と脳 行動の原点を探る」. 東京: 医学書院; 2008.
 11. 小早川睦貴, 河村満. 「ギャンブルする脳」. In: 河村満, 岩田誠, editors. 「社会活動と脳 - 行動の原点を探る」. 東京: 医学書院; 2008.
- 学会等発表**
<国際会議>
1. Murakami H, Futamura A, Sugimoto A, Kobayakawa M, Kozuka M, Midorikawa A, Kawamura M. The montreal cognitive assessment (MoCA) is a useful means of identifying mild cognitive impairment in Japanese patients with parkinson's disease.: The 11th International Conference On Alzheimer's & Parkinson's Disease. Florence; 2013.
 2. Sugimoto A, Midorikawa A, Koyama S, Futamura A, Hieda S, Ishiwata K, Kawamura M. Picture agnosia characterizes pathological heterogeneous posterior cortical atrophy.: *Neuroscience* 2012. New Orleans; 2012.
 3. Sugimoto A, Futamura A, Kawamura M. Picture agnosia characterizes pathological heterogeneous posterior cortical

- atrophy.: World Federation of Neurology Research Group on Aphasia & Cognitive Disorders. Hyderabad; 2012.
4. Kawamura M, Tsuruya N, Kobayakawa M. Inferring mental state from eye gaze in Parkinson's disease.: 43rd NIPS zinter-national Symposium. Aichi; 2012.
 5. Midorikawa A, Kawamura M. Maladaptive social behaviors in older people: frontotemporal dementia or autistic spectrum disorders?.: The 8th International Conference on Frontotem-poral Dementias. Manchester; 2012.
 6. Tsuruya N, Kobayakawa M, Kawamura M. Mind reading im-pairment in Parkinson's disease.: International Neuropsycholo-gical Society Mid-year Meeting. Krakow; 2010.
 7. Kobayakawa M, Tsuruya N, Murakami H, Kawamura M. Infer-ing mental state from eye gaze in Parkinson's disease.: World Federation of Neurology Aphasia and Cognitive Disorders Re-search Group. Istanbul; 2010.
 8. Yokochi F, Taniguchi M, Yoshimura N, Kawamura M. Effect of subthalamic deep brain stimulation on emotional cognition in patients with Parkinson's disease.: 39th annual meeting of the Society for Neuroscience. Chicago; 2009.
 9. Tsuruya N, Kobayakawa M, Takeda A, Kawamura M. Inferring mental state from eye gaze in myotonic dystrophy type 1.: Neuroscience 2009. Chicago; 2009.
 10. Tsuruya N, Kobayakawa M, Takeda A, Kawamura M. Reading the mind from eye gaze in Myotonic Dystrophy Type 1.: Joint Tamagawa/Caltech Lecture-course on EMOTION. Pasadena; 2009.
 11. Tsuruya N, Kobayakawa M, Takeda A, Kawamura M. Reading the mind from eye gaze in Myotonic Dystrophy Type 1.: 39th annual meeting of the Society for Neuroscience. Chicago; 2009.
 12. Mochizuki-Kawai H, Tsukiura T, Mochizuki S, Kawamura M. Functional dissociation in the striatum regions between flexible and fixed learning of motor sequences.: 15th Annual Meeting of the Organization for Human Brain Mapping. San Francisco; 2009.
 13. Kobayakawa M, Tsuruya N, Takeda A, Suzuki A, Kawamura M. Facial emotion recognition and limbic lesions in myotonic dystrophy type 1.: 39th annual meeting of the Society for Neuroscience. Chicago; 2009.
 14. Kobayakawa M, Tsuruya N, Kawamura M, editors. Decision-making and Emotional Responses in Parkinson's Disease.: Joint Tamagawa/Caltech Lecture-course on EMOTION. Pasa-dena; 2009.
 15. Kawamura M, Koyama S, Kobayakawa M, Tsuruya N. Cogni-tive, emotional, and autonomic signs in patients with RBD.: The 9th international conference of Alzheimer's and Parkin-son's disease. Prague; 2009.
 16. Inoue M, Nagao T, Yoshizawa H, Kawamura M, Ida M, Yokochi M, Takubo H. SWI sequence might be a diagnostic marker for PD and DLB.: XVIII WFN World Congress on Parkinson's Dis-ease and Related Disorders. Miami; 2009.
- <国内会議>
1. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 河村満. Broca 野周辺の病変による行為障害.: 第 19 回 脳機能とリハビリテーション研究会. 東京; 2012.
 2. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 河村満. パーキンソン病における意思決定: 罰の効果の検討.: 第 36 回日本神経心理学学会総会. 東京; 2012.
 3. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 河村満. Broca 野周辺の病変による失行: 誤反応パターンと病巣の対応.: 第 36 回日本高次脳機能障害学会. 宇都宮; 2012.
 4. 鶴谷奈津子, 小早川睦貴, 河村満. パーキンソン病における共同注意機能の検討.: 第 35 回日本神経心理学学会. 宇都宮; 2011.
 5. 杉本あずさ, 河村満, 塩田純一, 川合圭成, 二村明徳. 相貌失認の歴史パズルを埋める一つのピース: 右一側病変の剖検例.: 第 35 回日本神経心理学学会. 宇都宮; 2011.
 6. 鶴谷奈津子, 小早川睦貴, 河村満. パーキンソン病における失言の理解.: 第 35 回日本高次脳機能障害学会. 鹿児島; 2011.
 7. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 河村満. 筋強直性ジストロフィー 1 型における失言の認知.: 第 35 回日本高次脳機能障害学会. 鹿児島; 2011.
 8. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 河村満. パーキンソン病における意思決定とその神経基盤.: 第 35 回日本神経心理学学会総会. 宇都宮; 2011.
 9. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 河村満. パーキンソン病における報酬と罰の学習~報酬・罰の大きさの影響について.: 第 34 回日本神経心理学学会. 京都; 2010.
 10. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 河村満. 上側頭溝領域病変例における心理推測機能.: 第 74 回日本心理学学会. 豊中; 2010.
 11. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 河村満. 両側上側頭溝領域病変の 1 例における視線の認知.: 第 34 回日本高次脳機能障害学会. 大宮; 2010.
 12. Kinno R, Muragaki Y, Hori T, Maruyama T, Kawamura M, Sakai K. The effect of a glioma in the left frontal regions as-sociated with syntactic processing: Two distinct networks revealed by fMRI.: 第 33 回日本神経科学大会. 神戸; 2010.
 13. 武田景敏, 緑川晶, 河村満. 自閉症的な視知覚能力を示すようになった前頭側頭型認知症例.: 第 15 回臨床神経学ビデオフォーラム. 品川; 2009.
 14. 武田景敏, 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 小山慎一, 河村満. 多発性硬化症 (MS) における注意障害と脳萎縮との関連.: 第 50 回日本神経学会総会. 仙台; 2009.
 15. 武田景敏, 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 河村満. 脳幹病変によりレム睡眠行動異常症 (RBD) を呈した 80 歳男性例.: 第 17 回カテコールアミンと神経疾患研究会. 東京; 2009.
 16. 鶴谷奈津子, 小早川睦貴, 武田景, 河村満. 筋強直性ジストロフィーにおける社会的認知障害~まなざし課題を用いた検討.: 第 33 回高次脳機能障害学会. 札幌; 2009.
 17. 鶴谷奈津子, 小早川睦貴, 河村満. パーキンソン病における心の理論~まなざし課題を用いた検討.: 第 3 回パーキンソン病・運動障害疾患コンgres. 品川; 2009.
 18. 鶴谷奈津子, 小早川睦貴, 河村満. パーキンソン病における他者心理の推測~まなざし課題を用いた検討.: 第 33 回日本神経心理学学会総会. 東京; 2009.
 19. 鶴谷奈津子, 小早川睦貴, 河村満. 観念運動性失行を呈した前頭葉下部病変例.: 第 13 回旗の台臨床神経カンファランス. 東京; 2009.
 20. 鶴谷奈津子. 筋強直性ジストロフィーにおける社会的認知障害.: 第 33 回日本神経心理学学会総会. 東京; 2009.
 21. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 武田景敏, 鈴木敦命, 石原健司, 河村満. 筋強直性ジストロフィー 1 型における嫌悪・怒り表情の感度低下.: 第 33 回高次脳機能障害学会. 札幌; 2009.
 22. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 河村満. パーキンソン病における意思決定~逆転ギャンブル課題を用いた検討.: 第 33 回日本神経心理学学会総会. 東京; 2009.
 23. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 河村満. 両側 STS 病変例におけるまなざしの認知.: 第 30 回関東臨床神経心理研究会. 東京; 2009.
 24. 小山慎一, 河村満. 輪郭に対する過敏性と視覚性前兆.: 第 37 回日本頭痛学会総会. 宇都宮; 2009.
 25. 市川博雄, 石原健司, 大野英樹, 稗田宗太郎, 加藤大貴, 中島雅士, 中野今治, 河村満. 球麻痺型筋萎縮性側索硬化症 (ALS)

における書字障害と孤立性失書について：第 29 回関東臨床神経心理研究会。東京；2009。

26. 山野光彦, 赤松直樹, 由比友顕, 辻貞俊, 小早川睦貴, 河村満. 内側側頭葉てんかん患者の意志決定機能—アイオワ・ギャンプリング課題による検討—: 第 50 回 日本神経学会総会. 仙台; 2009.
27. 佐藤博紀, 政岡ゆり, 本間生夫, 河村満. 快・不快画像刺激による情動変化および脳内活動部位.: 第 56 回昭和医学会総会. 品川; 2009.
28. 緑川晶, 河村満. 自閉症的な視知覚能力を示すようになった前頭側頭型認知症例.: 第 32 回日本高次脳機能障害学会. 松山; 2008.
29. 武田景敏, 小早川睦貴, 鈴木敦命, 近藤正樹, 河村満. 筋緊張性ジストロフィー 1 型 (DM-1) における表情認知症外と扁桃体との関連.: 第 49 回日本神経学会総会. 横浜; 2008.
30. 鶴谷奈津子, 小早川睦貴, 河村満. Broca 野病変例における物品使用パントマイム障害.: 第 32 回日本高次脳機能障害学会. 松山; 2008.
31. 鶴谷奈津子, 小早川睦貴, 河村満. 左右差を呈した Broca 野病変による観念運動性失行の 1 例.: 第 32 回日本神経心理学会総会. 品川; 2008.
32. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 武田景敏, 河村満. 逆転ギャンブル課題を用いたパーキンソン病における意思決定能力の評価.: 第 2 回 Movement Disorders Society Japan. 京都; 2008.
33. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 朝比奈正人, 河村満. 両側扁桃体限局病変例における情動感度の「上昇」.: 第 32 回日本高次脳機能障害学会. 松山; 2008.
34. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 河村満. 両側扁桃体限局病変における情動認知.: 第 23 回日本大脳基底核研究会. 山梨; 2008.
35. 小早川睦貴, 河村満. 神経疾患における社会的コミュニケーション機能.: 第 30 回 昭和大学神経研究会. 東京; 2008.
36. 小山慎一, 本間元康, 長田佳久, 日比野治雄, 河村満. 鏡を用いた幻肢痛緩和法の繰り返し効果: 第 2 報.: 第 32 回日本神経心理学会総会. 品川; 2008.
37. 山野光彦, 赤松直樹, 由比友顕, 辻貞俊, 小早川睦貴, 河村満. 内側側頭葉てんかん患者における意思決定機能 - アイオワ・ギャンプリング課題による検討.: 第 32 回日本神経心理学会総会. 品川; 2008.
38. 山野光彦, 赤松直樹, 由比友顕, 辻貞俊, 小早川睦貴, 河村満. 内側側頭葉てんかん患者における Iowa gambling task の検討.: 第 23 回日本大脳基底核研究会. 山梨; 2008.
39. 金野竜太, 村垣善浩, 智勝 堀, 丸山隆志, 河村満, 酒井邦嘉. 左頭頂葉に局在した神経膠腫による統語処理障害.: 第 32 回日本神経心理学会総会. 品川; 2008.

< 口頭発表・シンポジウムでの講演など (海外) >

1. Kawamura M, Ichikawa H. Amyotrophic lateral sclerosis with dementia: neuropsychological aspects.: Third International Research Workshop in ALS. London Ontario Canada; 2009.

< 口頭発表・シンポジウムでの講演など (国内) >

1. 河村満, 小早川睦貴, 小山慎一. RBD と PD とを結ぶもの: 認知機能および自律神経機能を中心に.: 4th Sleep Symposium in Kansai-Kumamoto. Kumamoto; 2008.
2. 河村満. 大脳病変による高次運動障害.: 第 6 回パーキンソン病・運動生涯疾患コンgres. 京都; 2012.
3. 河村満, 石原健司, 望月聡. 進行性発語失行.: 第 35 回高次脳機能障害学会. 鹿児島; 2011.
4. 河村満, 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 杉本あずさ, 二村明德. 顔認知コミュニケーションの神経基盤の臨床神経心理学的検討.: 包括型脳科学研究推進支援ネットワーク 夏のワークショップ. 神戸; 2011.
5. 河村満. パーキンソン病の認知機能障害の診方.: 第 52 回日本

神経学会教育講演. 名古屋; 2011.

6. 河村満. パーキンソン病における認知機能障害の研究: とくに社会的認知機能障害と扁桃体機能障害との関連について.: 第 52 回日本神経学会 橋林賞受賞者招待講演. 名古屋; 2011.
7. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子. 行為・意志決定・社会性~身体を介したコミュニケーション~.: 第 11 回日本脳機能マッピング学会. 新潟; 2009.
8. 河村満, 小早川睦貴. 扁桃体は何をしているか?—臨床から—.: 第 23 回日本大脳基底核研究会. 山梨; 2008.

受賞 (本人・指導担当ポスドクおよび大学院生)

- 橋林賞 日本神経学会 パーキンソン病における認知障害の研究: 特に社会的認知機能障害と扁桃体機能障害との関連について 2010
- 創造性研究奨励賞 ニューロクリアティブ研究会 変性性認知症の残存能力から「創造性」の仕組みを探る: 「おしくらまんじゅう」仮説の検証と応用 2009

新聞、雑誌、テレビ、ラジオ他マスコミ関係掲載・出演など

河村満, 小早川睦貴

- 脳の社会的活動について考える. 週刊医学界新聞 2008.10.27.
- PD,RBD,MD の社会的認知機能の変容 - 情報処理系の機能不全と関連. Medical Tribune 2008.2.14.

外部資金獲得状況 (本人・指導担当ポスドクおよび大学院生)

- 科研費補助金 特定領域 (新学術領域) H23-H24 520 万円 (直接経費)
- 科研費補助金 特定領域 (基盤 C) H23-H25 390 万円 (直接経費)
- 科研費補助金 特定領域 (統合脳) H17-H22 1570 万円 (直接経費)
- 科研費補助金 基盤 C H20 ~ H23 325 万円 (直接経費)、75 万円 (間接経費)
- 科研費補助金 新学術領域 H21 ~ H22 280 万円 (直接経費)、84 万円 (間接経費)
- CREST H17-H21 880 万円 (直接経費)、180 万円 (間接経費)
- 昭和大学共同研究 H20 ~ H22 300 万円 (直接経費)

共同研究実施状況

- 東京都健康長寿医療センター研究所 石井賢二 (診療所・所長) PET による疾患研究
- 中央大学 緑川晶 (文学部・准教授) 神経疾患患者における心理学的研究
- 千葉大学 小山慎一 (工学部・助教) 神経疾患患者における心理物理学的研究



【事業推進担当者】

下條 信輔 Shinsuke Shimojo

所属 玉川大学脳科学研究所・客員教授、カリフォルニア工科大学・教授

研究テーマ：情動意思決定、とりわけ視覚対象の選好／魅力度判断の行動・神経対応、ヒト報酬系、情動系への非侵襲的刺激・制御法の確立。

キーワード：情動意思決定、潜在過程、選好判断、視線、tDCS、非侵襲刺激、非侵襲制御

グローバル COE 期間中の研究活動

*玉川大学（特に松田哲也研究室）所属のポスドク、大学院生を研究指導、研究協力者らとも共同研究し、修論や、学会発表、投稿中の複数論文として結実した。具体的な研究内容は以下の通り。

1) 日本語の超一流プロ速記者（国会所属）の速記作業中の脳活動を fMRI で記録することに初めて成功し、大学生制御群と比較した。その結果、プロ速記者では線条体（とりわけ被殻、尾状核）に可塑的变化があり、他の領域（小脳など）との間に新たな機能的ネットワークを形成していることが示唆された。成人期に入ってからからの集中的トレーニングによって顕著でグローバルな神経経路可塑性を示した稀なケースと考えられる (Ito, et al., 学会発表済、論文投稿中)。

2) 選好判断は文脈と記憶に依存的で、人は時として「心変わり」する（しない）。その神経対応を同定しメカニズムを理解するために、先行研究「顔選好の神経対応」(Kim, et al., 2006)「視線の操作による選好バイアス」(Shimojo et al., 2003) のパラダイムを組み合わせることで、fMRI スキャナー内で「心変わり」を頻発させ、BOLD 信号を記録できた。その結果、尾状核の活動が心変わりしやすい選択／しにくい選択をある程度予測することを見いだした。さらに、眼窩前頭皮質と海馬の活動の相関が高いとその選好は固定し「心変わり」しにくいこともわかった(Ito, et al., 学会発表済、論文投稿中)。3) 視覚対象（特に顔）の魅力度判断における周辺刺激の潜在的な影響を示した "AIL (Attractiveness Is Leaky)" パラダイム (Shimojo et al., 2009, 2010) を日本人被験者向けに改良して再現、修論にまとめた (鈴木春香修士論文、2013)。

4) 前頭（眼窩前頭皮質、背外側前頭前野）への電気刺激 (tDCS) 後には、皮質下ドーパミン投射の最上流にある VTA（腹側被蓋野）の活動が上昇し、また顔の魅力度判断が上昇することを示した (Chib, et al., 2013)。皮質下報酬系の非侵襲的制御という点で画期的成果で、応

用が期待される。

*潜在情動・認知過程の理解と、非侵襲的刺激・計測法の両面でインパクトの大きい論文を複数公刊、分野の方向性に影響を与えた。fMRI ニューラルフィードバック (Bray, et al., 2008)、選好判断の新奇性と親近性 (Park, et al., 2010)、プレッシャーで運動遂行が低下する「窒息」現象 (Chib, et al., 2012)、EEG 対人間同時計測と潜在社会性 (Yun, 2012) など。

グローバル COE 終了後の研究予定

情動意思決定の潜在過程と、非侵襲的方法の両面で、研究の「種」と共同研究の体制を得ており、事実上共同研究は継続される。特に大学院生、ポスドクらとの共同研究を予定している。

学位論文指導状況

<博士>（期間中に修了は 1 件。）

- Neil Halelamien “Visual replay effect triggered by dual-pulse TMS” 主査：S. Shimojo、副査（論文審査委員）：? (200? 年? 月)
- Noelle Stiles “Sensory substitution, and multimodal plasticity” (2014 年 6 月予定) 主査：S. Shimojo、副査（論文審査委員）：未定。
- Alma Gharib “Gaze and preference in Autism” (2014 年 6 月予定) 主査：S. Shimojo、副査（論文審査委員）：R.Adolphs.
- Yong-Jun Lin “Time perception and its neural correlates revealed by frequency tagging.” (2015 年 6 月予定)
- 主査：S. Shimojo、副査（論文審査委員）：未定。

<修士>

- Charlotte Yang, “Rate perception adapts across the senses, even at a subconscious level” (2013 年 5 月) 主査：S. Shimojo、副査（論文審査委員）：P. Patterson, H. Lester.

研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Chib, V. S., Yun, K., Takahashi, H., Shimojo, S. Noninvasive Remote Activation of the Ventral Midbrain by Transcranial Direct Current Stimulation of Prefrontal Cortex. *Translational Psychiatry*, in press.
2. Yun, K., Watanabe, K., & Shimojo, S. Interpersonal body and neural synchronization as a marker of implicit social interaction. *Sci. Reports*, 2, 959, doi:10.1038/srep009592012.
3. Liao, H-I, Shimojo, S. & Yeh, S-L. Happy faces are preferred regardless of familiarity - sad faces are preferred only when familiar. *Emotion*, in press.
4. Genschow, O., Florak, A., Chib, Vikram, Shimojo, S., Scrabis, M. & Waenke, M., Reaching for the (Product) stars: measuring recognition and approach speed to get insights into consumer choice. *Basic & Applied Soc. Psychol.*, in press.
5. Wu, D-A., Shimojo, S., Wang, S. W. & Camerer, C. F. Shared visual attention reduces hindsight bias, *Psychol. Sci.*, DOI: 10.1177/0956797612447817, 2012.
6. Bhushan, V., Saha, G., Lindsen, J., Shimojo, S. & Bhattacharya, J. How we choose one over another: Predicting trial-by-trial preference decision. *PLoS ONE* 7(8): e43351. doi:10.1371/journal.pone, 2012.
7. Chib, V., De Martino, B., Shimojo, S. & O'Doherty, J. Neural Mechanisms Underlying Paradoxical Performance for Monetary Incentives are Driven by Loss Aversion, *Neuron*, 74, 582-594, 2012. DOI 10.1016/j.neuron.2012.02.038, 2012.
8. Watanabe, M., Shinohara S. & Shimojo, S. Mirror adaptation in sensory-motor simultaneity, *PLoS One*, 6(12): e28080. Doi:10.1371/journal.pone.0028080, 2011. <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0028080>
9. Hsu, F. D. F., Ito, T., Schweikert, C., Matsuda, T. & Shimojo, S. Combinatorial Fusion in Brain Informatics: Gender Variation in Facial Attractiveness Judgment. *IEEE Brain Informatics*, Lanzhou, China, September 7-9, 2011.
10. Yotsumoto, Y., Seitz, A. R., Shimojo, S., Sakagami, M., Watanabe, T. & Sasaki, Y. Performance Dip in Motor Response Induced by Task-Irrelevant Weaker Coherent Visual Motion Signals. *Cerebral Cortex* doi:10.1093/cercor/bhr270, 2011.
11. Liao, H., Yeh, S. & Shimojo, S. Novelty vs. familiarity principles in preference decisions: task-context of past experience matters. *Frontiers in Psychology*, 2, 43, 1-8, 2011.
12. Lindsen, J., Moonga, G., Shimojo, S. & Bhattacharya J. Swayed by the music: sampling bias towards musical preference distinguishes like from dislike decisions. *Consciousness and Cognition*, doi:10.1016/j.concog.2011.01.008, 2011.
13. Campos, M., Koppitch, Andersen, R. & Shimojo, S. Orbitofrontal cortical activity during repeated free choice. *Journal of Neurophysiology*, 107:3246-3255, 2012; doi: 10.1152/jn.00690.2010.
14. chlicht, E., Shimojo, S., Camerer, C. F., Battaglia, P. & Nakayama K. Human wagering behavior depends on opponents' faces. *PLoS ONE*, 5(7), e11663. doi:10.1371/journal.pone.0011663, 2010.
15. Lindsen JP, Jones R, Shimojo S. & Bhattacharya J. Neural components underlying subjective preferential decision making. *NeuroImage*, 50, 1626-1632, 2010.
16. Park, J., Shimojo, E. & Shimojo, S. Roles of familiarity and novelty in visual preference judgments are segregated across object categories. *Proceedings of National Academy of Science*, doi: 10.1073/pnas.1004374107, 2010.
17. Bray S, Shimojo S. & O'Doherty JP. Human medial orbitofrontal cortex is recruited during experience of imagined and real rewards. *J Neurophysiol*, 103: 2506-2512, 2010.
18. Timashev, S. F., Polyakov, Yu. S., Yulmetyev, R. M., Demin, S. A., Panishev, O. Yu., Shimojo, S. & Bhattacharya, J. Frequency and phase synchronization in neuromagnetic cortical responses to flickering color stimuli. *Laser Physics*, 20-3, 1-14, 2010.
19. Timashev, S.F., Polyakov, Yu. S., Yulmetyev, R.M., Demin, S.A., Panishev, O. Yu., Shimojo, S., Bhattacharya, J. Analysis of Bio-medical Signals by Flicker-Noise Spectroscopy: Identification of Photosensitive Epilepsy Using Magnetoencephalograms. *Laser Physics*, 19-4, 836-854, 2009.
20. Fukui, T., Kimura, T., Kadota, K., Shimojo, S. & Gomi, H. Odd sensation induced by Moving-phantom which triggered subconscious motor program. *PLoS ONE*, 4(6), e5782, 2009.
21. Bhagat, M., Bhushan, C., Saha, G., Shimojo, S., Watanabe, K. & Bhattacharya, J. Investigating Neuromagnetic Brain Responses against Chromatic Flickering Stimuli by Wavelet Entropies. *PLoS ONE*, 4(9): e7173, 2009.
22. Chib, V., Rangel, A., Shimojo, S. & O'Doherty, J. Evidence for a common representation of decision values for dissimilar goods in human ventromedial prefrontal cortex. *Journal of Neuroscience*, September 30, 2009, 29(39):12315-12320; doi:10.1523/JNEUROSCI.2575-09.2009.
23. Yotsumoto, Y., Sasaki, Y., Chan, P., Vacios, C. E., Bonmassar, G., Ito, N., Nanez, J.E., Shimojo, S. & Watanabe, T. Location-specific cortical activation changes during sleep after training for perceptual learning. *Current Biology*, 19, 1-5, 2009.
24. Camus, M., Halelamien, N., Plassmann, H., Shimojo, S., O'Doherty, J. P., Camerer, C. and Rangel, A. Repetitive transcranial magnetic stimulation over the right dorsolateral prefrontal cortex decreases valuations during food choices. *European Journal of Neuroscience*, 1-9, 2009.
25. Rosenthal, O., Shimojo, S. & Shams, L. Sound-Induced Flash Illusion is Resistant to Feedback Training, *Brain Topography*, 2009. <http://dx.doi.org/10.1007/s10548-009-0090-9>.
26. Yulmetyev RM, Khusaenova EV, Yulmetyeva DG, Hanggi P, Shimojo S, Watanabe K, Bhattacharya J. Dynamic effects and information quantifiers of statistical memory of MEG's signals at photosensitive epilepsy. *Math Biosci Eng. Jan*;6(1):189-206, 2009.
27. Changizi M. A. & Shimojo S. "X-ray vision" and the evolution of forward-facing eyes. *Journal of Theoretical Biology* 254: 756-767, 2008.
28. Changizi M. A. & Shimojo S. A functional explanation for the effects of visual exposure on preference. *Perception*, 37(10) 1510 - 1519, 2008.
29. Bray, S., Rangel, A., Shimojo, S., Balleine, B., & O'Doherty, J.P. The neural mechanisms underlying the influence of Pavlovian cues on human decision-making. *The Journal of Neuroscience*, May 28, 28(22):5861-5866; doi:10.1523/JNEUROSCI.0897-08, 2008.

30. Shimojo, S. Self and world: large scale installations at science museums. *Spatial Vision*, 21, 3–5, 337–346, 2008.
31. Hoefl F, Wu D-A, Hernandez A, Glover GH, Shimojo S (2008) Electronically Switchable Sham Transcranial Magnetic Stimulation (TMS) System. *PLoS ONE* 3(4): e1923. doi:10.1371/journal.pone.0001923.
32. Changizi, M., Hsieh, A., Nijhawan, R., Kanai, R., & Shimojo, S. Perceiving the Present and a Systematization of Illusions. *Cognitive Science: A Multidisciplinary Journal*, 32 (3), 459-503, 2008.
33. van Wassenhove, V., Buonomano, D. V., Shimojo, S., Shams, L. Distortions of Subjective Time Perception Within and Across Senses. *PLoS ONE* 3(1): e1437. doi:10.1371/journal.pone.0001437, 2008.

書籍 (著書)

1. Stiles, N. R. B. and Shimojo, S. Sensory Substitution and a Third Kind of “Qualia.” In Johan Wagemans (ed.), *The Oxford Handbook of Perceptual Organization*, Chap. 43, Oxford University Press, in press.
2. Hsu, D. F., Ito, T., Schweikert, C., Matsuda, T. and Shimojo, S. Combinatorial Fusion Analysis in Brain Informatics: Gender Variation in Facial Attractiveness Judgment. *Brain Informatics 2011, Lecture Notes in Computer Science*, Bin Hu, Jiming Liu, Lin Chen, Ning Zhong (Eds.), 6889, 2-20, Springer, 2011.
3. Liao, H-I. & Shimojo, S. In Sharot, T. & Dolan, R. (eds.), *Neuroscience of Preference and Choice*, 277-292. Elsevier (Academic Press, ISBN: 978-0-12-381431-9), Oxford, UK, 2011.
4. Changizi, M. and Shimojo, S. Social color vision. In Adams, Jr., R. B., Ambady, N., Nakayama, K. & Shimojo, S.(eds.) *Social Vision*, 278-294. Oxford Univ. Press, 2011.
5. Shimojo, S., Simion, C., and Changizi, M. Gaze and preference – orienting behavior as a somatic precursor of preference decision. In Adams, Jr., R. B., Ambady, N., Nakayama, K. & Shimojo, S.(eds.) *Social Vision*, 151-163. Oxford Univ. Press, 2011.
6. Shimojo, S. Perceptual organization in the visual cortex. In Albertazzi, L., van Tonder, G. J. & Vishwanath D.(eds.) *Perception beyond inference – The information content of visual processes*, 137-156. MIT Press, Cambridge, MA, 2010.
7. Changizi, M. A., Hsieh, A., Nijhawan, R., Kanai, R., and Shimojo, S. Perceiving-the-present and a unified theory of illusions. In Nijhawan R. and Khurana, B.(eds.) *Space and Time in Perception and Action*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 441-476, 2010.
8. Shimojo, S. Subliminal Impact – Contemporary world, emotional and implicitly cognitive. *Chikuma Shinsho*, 2008 (in Japanese).
- behavior in subjects with high Autism Quotient scores. Annual Meeting of the Vision Science Society, Naples, Florida, 2012. (doi:10.1167/12.9.493 *J Vis* August 13, 2012 12, 9, 493)
4. Stiles, N. R., Chib, V. and Shimojo, S. Behavioral and fMRI Measures of “Visual” Processing with a Sensory Substitution Device. Annual Meeting of the Vision Sciences Society, Naples, Florida, 2012. (doi: 10.1167/12.9.703, *Journal of Vision* August 13, 2012, 12, 9, 703)
5. Levitan, C. A., Ban, Y-H. A., Stiles, N. R. B. and Shinsuke Shimojo, Cross-Modal Transfer Without Concurrent Stimulation: A Challenge to a Hidden Assumption. Annual Meeting of the Vision Sciences Society, Naples, Florida, 2012. (doi: 10.1167/12.9.1024, *Journal of Vision* August 13, 2012, 12, 9, 1024)
6. Yang, C. L., Stiles, N. R. B., Levitan, C. A. and Shimojo, S. Temporal rate adaptation transfers cross-modally at a subconscious level. 13th International Multisensory Research Forum, Oxford, England, June 19-22, 2012.
7. Gomi H, Chib VS, Aso T, Shimojo S. Manual following response induced by visual motion during reaching movement is mediated by extrastriate cortex. Society for Neuroscience, 41th Annual Meeting Abstract 852.10. November 11-16, Washington D. C., 2011.
8. Chib VS, Shimojo S, O’Doherty JP. The influence of monetary gains and losses on behavioral Performance. Society for Neuroscience, 41th Annual Meeting Abstract 733.01/ZZ83. November 11-16, Washington D. C., 2011.
9. Lin, Y.-J., Schweers, N., Shimojo, S., Tsao, D. Y. Representation of faces defined by moving dots in the macaque monkey. Society for Neuroscience, 41th Annual Meeting (Poster # 487.03), November 11 - 16, Washington D.C., 2011.
10. Ito, T., Maruya, T., Yamamoto, M., Suzuki, H., Shimojo, S., Matsuda, T. Neural Basis of Changing Face Preference Decision by Gaze Manipulation. Society for Neuroscience, 41th Annual Meeting (Poster # 299), November 11 - 16, Washington D.C.
11. Levitan, C., Ban, Y-H. A., Shimojo, S. What you see is what you just heard: The effect of temporal rate adaptation on human intersensory perception. IMRF (International Multisensory Research Foundation) annual meeting (oral presentation), ACROS Fukuoka, Fukuoka, Japan, October 17, 2011.
12. Liao, H-I., Yeh, S-L., Shimojo, S. Preference and familiarity for emotional face: Familiar sad faces are preferred than unfamiliar ones, but happy faces are preferred than neural ones regardless of familiarity. Asian Pacific Conference of Visual perception, University of Hong Kong, Hong Kong (Poster # 22.9), July 15-18, 2011.
13. Hsu, D.F., Ito, T., Schweikert, C., Matsuda, T., Shimojo, S. Combinatorial Fusion in Brain Informatics: Gender Variation in Facial Attractiveness Judgement. Keynote at IEEE Brain Informatics, Lanzhou, China, September 7-9, 2011.
14. Ito, T., Marutani, T., Yamamoto, M., Suzuki, H., Shimojo, S., Matsuda, T. Neural basis of changing face preference decision by gaze manipulation, Annual Meeting of the Organization on Human Brain Mapping, Centre des Congrès de Québec (Poster #526), June 26-30, 2011.
15. Gharib, A., Mier, D., Adolphs, R., Shimojo, S. Gaze and preference decision making in autism. Vision Science Society Annual Meeting Abstract 56.510, 2011.
16. Saegusa, C., Intoy, J., Shimojo, S., Visual attractiveness is leaky (5): Perceptual organization matters., Vision Science Society

学会等発表

<国際会議>

1. Lee, S., Shimojo, S., O’Doherty, J.P. Neural correlates of arbitration between model-based and model-free reinforcement learning systems. Abst. #277, COSYNE, Feb. 28 - March 3, 2013.
2. Chib VS, Clegg L, Shimojo S, Sakagami M, O’Doherty JP. Increased preference for rewards following greater effort is related to retrospective evaluation of sunk costs. Society for Neuroscience Abstract 2012. 101.13/BBB18.
3. Shimojo, E., Wu, D-A. and Shimojo, S. Don’t look at the mouth, but then where? – Orthogonal task reveals latent eye avoidance

- Annual Meeting Abstract 56.313, 2011.
17. Mier, D., Shimojo, E., Shimojo, S., Visual attractiveness is leaky (4): Effects of non-social stimuli and the relationship to distance and timing. Vision Science Society Annual Meeting Abstract 56.312, 2011.
 18. Shimojo, E., Mier, D., Shimojo, S. Visual attractiveness is leaky (3): Effects of emotion, distance and timing. Vision Science Society Annual Meeting Abstract 56.311, 2011.
 19. Wu, Daw-An, Shimojo, S., Camerer, C. "They must have seen it all along" Hindsight bias in interpersonal cognition via visual priming. Vision Science Society Annual Meeting Abstract 53.530, 2011.
 20. Nadasdy, Z. & Shimojo, S. Perception of apparent motion relies on postdictive interpolation. Vision Science Society Annual Meeting Abstract 56.326, 2010.
 21. Saegusa, C., Shimojo, E., Park, J. and Shimojo S. Visual attractiveness is leaky (2): hair and face. Vision Science Society Annual Meeting Abstract 36.527, 2010.
 22. Schlicht, E., Shimojo, S., Camerer, C. F., Battaglia, P. & Nakayama, K. Properties of a good poker face. Vision Science Society Annual Meeting, Abstract 33.512, 2010.
 23. Shimojo, E., Saegusa, C., Park, J., Souverneva, A. and Shimojo, S. Attractiveness is leaky (1): center and surround. Vision Science Society Annual Meeting, Abstract 23.444, 2010.
 24. Kadota, K., Okumura, M., Shimojo, S. Postdictive mental revision of expectation of success in sports. Japanese Society of Sport Psychology Annual Meeting, Tokyo Metropolitan University, Minami Osawa, Tokyo, Nov. 20, 2009.
 25. Chib, V., De Martino, B., Shimojo, S., O'Doherty, J. P. Neural mechanisms underlying the effects of monetary incentives on Performance. Society for Neuroscience Annual Meeting Abstract, 194.10/FF19, 2009.
 26. Shimojo, E., Park, J., Shimojo, S. Integration of attractiveness across object categories and figure/ground. Vision Science Society Annual Meeting, Naples, FL., May 8 – 13, 2009.
 27. Vasudevan, H., Halelamien, N., Shimojo, S. Visual Replay Effect: Objective Evidence from a Masking Paradigm. Vision Science Society Annual Meeting, Naples, FL., May 8 – 13, 2009.
 28. Liao, H.I., Park, J., Shimojo, E., Ishizaki, J., Yeh, S.L., Shimojo, S. Gaze orienting, and novelty vs. familiarity preference. Vision Science Society Annual Meeting, Naples, FL., May 8 – 13, 2009.
 29. Campos M., K. Koppitch, R.A. Andersen, S. Shimojo. Changing your mind - contributions of primate OFC to self-initiated free-choice behavior. Neuroscience 2008, Washington, D.C., November 15 – 19, 2008.
 30. Bray, S., Shimojo, S., O'Doherty, J. Neurofeedback dependent increases in medial orbitofrontal cortex can modulate subjective judgments of stimulus reward value. Society for Neuroscience 2008, Washington, D.C., November 15 – 19, 2008.
 31. Noguchi, Y., Shimojo, S. Temporal blind spot in the human visual system. Society for Neuroscience 2008, Washington, D.C., November 15 – 19, 2008.
 32. Park, J., Kim, H., Shimojo, S. Linking memory to preference: an fMRI study of familiarity and novelty principles. Society for Neuroscience Annual Meeting, Washington, D.C., November 15-19, 2008.
 33. Camus, M., Halelamien, N., Shimojo, S., O'Doherty, J., Camerer, C., and Rangel, A. rTMS over the right dorsal prefrontal cortex down-modulates the competition of values in decision making. 6th Annual Conference of the Society for Neuroeconomics, Park City, UT, Sept. 25-28, 2008.
 34. Liao, H. I., & Shimojo, S. Retrieval of visual percept by paired association of a visual stimulus and transcranial magnetic stimulation (TMS): Effect of TMS delay. Poster presented at Asia-Pacific Conference on Vision. Brisbane, Australia, 2008.
 35. Liao, H. I., Wu, D. A., Yeh, H. Y., & Shimojo, S. Transcranial magnetic stimulation (TMS) consolidates and retrieves a percept from short term memory. Poster presented at ASSC (Association for the Scientific Study of Consciousness), 12th Annual Meeting. Taipei, Taiwan, 2008.
 36. Schlicht, E., Shimojo, S., & Nakayama, K. Learning probability and reward through experience: Impact of value structure on reach planning [Abstract]. Journal of Vision, 8(6):543, 543a, <http://journalofvision.org/8/6/543/>, doi:10.1167/8.6.543, 2008.
 37. Campos, M., Koppitch, K., Andersen, R. A., & Shimojo, S. Overlapping representation of juice and video rewards in primate OFC [Abstract]. Journal of Vision, 8(6):546, 546a, <http://journalofvision.org/8/6/546/>, doi:10.1167/8.6.546, 2008.
 38. Shimojo, E., Park, J., Kashino, M., & Shimojo, S. Familiarity for faces and novelty for natural scenes in preference: Does similarity matter? [Abstract]. Journal of Vision, 8(6):1137, 1137a, <http://journalofvision.org/8/6/1137/>, doi:10.1167/8.6.1137, 2008.
 39. Liao, H.-I., & Shimojo, S. Novelty vs. familiarity principles in preference decision: Task-context of memory matters [Abstract]. Journal of Vision, 8(6):522, 522a, <http://journalofvision.org/8/6/522/>, doi:10.1167/8.6.522, 2008.
- <口頭発表・シンポジウムでの講演など（海外）>
1. Sensory substitution and crossmodal integration - around the brain plasticity. Symposium (with the same title), Japanese Association of Psychology, 76th Annual Meeting, Senshu University Ikuta Campus, September 12, 2012.
 2. "Nuclear plants, and implicit cognition" Special lecture series, Kyoto University Kokoro Center, Kyoto, Japan, September 5-7, 2012.
 3. Subjective experience of consciousness and behavior. Japanese Association for Software Sciences, "Emergence of Intelligence from network" Study Group Workshop, Rissyo University Osaka Campus, Tokyo, Japan, August 30, 2012.
 4. Sensory substitution, crossmodal plasticity, and the third kind of "qualia." Tokyo Medical & Dental University, Summer intensive lecture course for foreign students, TMDU, Tokyo, Japan, August 29, 2012.
 5. Crossmodal Interactions - Attention and synchrony. Tokyo Medical & Dental University, Summer intensive lecture course for foreign students, TMDU, Tokyo, Japan, August 28, 2012.
 6. Food and neuromarketing - a new merging area between social and natural sciences. Miyagi University special seminar, Miyagi University Taihaku Campus, Sendai, Miyagi, Japan, July 2, 2012.
 7. Adventure of vision - concerning plasticity and possibility of visual functions. Japanese Association for Strabismus and Amblyopia 68th Annual Meeting / Japanese Association for Developmental Ophthalmology 37th Annual Meeting, Nagoya International Conference Center, Nagoya, Japan, June 30, 2012.
 8. Crossmodal interactions - shooting "hidden assumptions -." In-

- ternational Multisensory Research Forum, 13th Annual meeting Keynote, Oxford University, June 19, 2012.
9. Crossmodal interactions - shooting "hidden assumptions -." Psychology Departmental Seminar, Goldsmith College, University of London, June 18, 2012.
 10. Intelligence and environment – concerning the shared reality of sensation and perception. National Institute of Natural Sciences, 12th symposium on "Possibility of Extraterrestrial Intelligence III," Tokyo International Forum, Marunouchi, Tokyo, Japan, March 20, 2012.
 11. Interpersonal bodily and neural synchrony as a marker of social connectivity. Hokkaido University GCOE "Sociality of Mind" Final Symposium, Gakujyutsu Sogo Center, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan, March 17, 2012.
 12. Gaze and Visual Preference/Attractiveness .Tamagawa GCOE Workshop on Gaze and Preference, Tamagawa University Brain Science Institute, Tamagawa Gakuen, Tokyo, Japan, March 12, 2012.
 13. Sensory substitution, and the third kind of "qualia." Workshop on science of experimental and qualitative spaces (SEQS) 2, University of Trento, Rovereto, Italy, February 21, 2012.
 14. Consumer psychology and marketing – subconscious neural mechanisms and purchasing decision. NTT data Kitakyushu Innovatin seminar, Nishitetsu Grand Hotel, Fukuoka, Japan, October 28, 2011.
 15. Face, gaze and preference – Attractiveness is leaky and implicit. Brown University Department of Neuroscience invited seminar, Providence, RI, September 20, 2011. 内
 16. Steps towards my dream come true. Science Communicator Development Program, Lecture & Workshop, Shizuoka Science Museum Ru-Ku-Ru, Shizuoka, Japan, March 6, 2011.
 17. Neural and behavioral correlates of visual preference decision. "Shitsukan" brain informatics, Houkatsu nou joint symposium, Portopia, Kobe, Japan, August 24, 2011.
 18. Perception and evolution. "Kokoro no Hiroba" a joint symposium between Kyoto prefecture and "Kokoro no Mirai" Center, Inamori Hall, Kyoto, August 21, 2011.
 19. Implicit mechanisms underlying preference decision making. Kyoto University Medical School, Department of Psychiatry invited seminar, Kyoto, Japan, August 19, 2011.
 20. Implicit mechanisms towards liking and preference – positive feedback and creativity. Chuo University Faculty of Letters, Midorikawa Seminar, Hino, Tokyo, June 18, 2011.
 21. Human decision making and behavior, from implicit cognitive processes – preference decision and motivation. Applied Neuroscience Consortiam, Keidanren Hall, Tokyo, June 17, 2011.
 22. Pleasure of sensing, reward with exploration - Possibilities of sciences, museums and arts. Shizuoka Science Museum Ru-Ku-Ru, Shizuoka, Japan, March 6, 2011.
 23. Illusion workshop for kids and parents. Shizuoka Science Museum Ru-Ku-Ru, Shizuoka, Japan, March 6, 2011.
 24. Mechanisms of decision making – implicit vs. explicit, passive vs. active. The KOKORO no Mirai Center, Kyoto University, Kyoto, Japan, March 3, 2011.
 25. The subjectivity of mental experiences, and the objectivity of behavior – concerning "qualia." The KOKORO no Mirai Center, Kyoto University, Kyoto, Japan, March 3, 2011.
 26. Self and others – From the cognitive neuroscience viewpoint. The Waseda University Special Invited Lecture, Ono Memorial Hall, Waseda, Tokyo, Japan, Nov. 9, 2010.
 27. Qualia? - the subjectivity of mind, and the objectivity of behavior/neural correlates. The Japanese Neural Network Society, Autumn School ASCONE Special Lecture, The Tohoku University, Sendai, Miyagi, Japan, Nov. 2, 2010.
 28. Behavioral and neural correlates of preference decision making - "another person" in self ? Grant-in-Aid for Scientific Research on Priority Areas (Behavioral Economics) Summer School, Shinshu University, Matsumoto, Nagano, Japan, Sept. 13, 2010.
 29. Implicit mechanisms underlying decision making - from perception to preference. Tamagawa-Keio-Caltech GCOE Lecture course, Keio University, Mita, Tokyo, Japan, Sept. 9, 2010.
 30. Implicit mechanisms underlying decision making - from perception to preference. The Japanese Society of Physiological Sciences, Summer School for Young Physiologists, The Tokyo Medical and Dental University, Ochanomizu, Tokyo, Japan, Sept. 7, 2010.
 31. Decision making - from perception to preference. California Institute of Technology Alumni College, Pasadena, CA, August 27, 2010.
 32. Free will, as a valid illusion. VCASI (Virtual Center for Advanced Studies in Institution) random seminar, Nihon Zaidan Bldg, Tokyo, Japan, July 15, 2010.
 33. Decision making, being active, and freedom - what defines "self"? Osaka University Interdisciplinary Symposium, Osaka, Japan, June 10, 2010.
 34. Time paradox in perceptual decision making. In Symposium on "conscious and subconscious decision making." The Japanese Society of Physiological Sciences Annual Meeting, Morioka, Iwate, Japan, May 19, 2010.
 35. Qualia? - the subjectivity of mind, and the objectivity of behavior/neural correlates. Shinteki jyuku Seminar, Senri Life Science Center, Senri, Osaka, Japan, May 18, 2010.
 36. Behavioral and neural correlates of preference decision making. The National Institute for Physiological Sciences, Okazaki, Aichi, Japan, April 2, 2010.
 37. Decision making and reward: concerning implicit brain functions. "Mechanisms of Brain and Mind" workshop, Rusutsu Resort, Hokkaido, Japan, Jan. 12, 2010.
 38. TMS applied to the visual cortex – approaching the Brain-Mind problem. Asian Pacific Computing and Philosophy Annual Meeting, Keynote Speech, International Association for Computing & Philosophy, Tokyo University, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan, Oct. 2, 2009.
 39. Implicit aspects of human nature – from cognitive & neurobiological perspectives. Symposium on "human nature," Ars Electronica Art Festival, Lintz, Austria, Sept. 6, 2009.
 40. Behavioral and neural correlates of visual preference decision making. Kao Symposium on "Mechanism of liking and addiction – understanding in psychological, physiological and behavioral aspects," Kao Corporation, Sumida, Tokyo, Japan, August 7, 2009.
 41. Genesis of mind via gaze – development of body, mind and brain. Workshop for parents, Special invited lecture, Kids Power, Kobe Industrial Development Center, Kobe, Hyogo, Japan, July 25, 2009.
 42. Implicit and explicit processes in decision making. The Japanese Association for Research on Disturbance of Consciousness, 18th Annual Meeting, Special Educational Lecture, Kawagoe Prince Hotel, Kawagoe, Saitama, Japan, July 24, 2009.

43. Mind is not alone – towards inverse translational sciences. Kyoto University Kokoro Research Center, Special Lecture. Kyoto University Kokoro Center, Kyoto, Japan, June 10, 2009.
 44. Intentionality and body – across perception, decision making and movement. Symposium on “body schema,” Kyoto University, Kyoto, Japan, June 8, 2009.
 45. Postdiction – brain, mind and time. National Taiwan University, Department of Psychology Special Seminar, May 26, 2009.
 46. Crossmodal interactions – attention, timing and synchrony. National Taiwan University, Department of Psychology Special Lecture, May 25, 2009.
 47. Postdiction – brain, mind and time. China Medical University, Department of Psychology Seminar, Taichung, Taiwan, May 25, 2009.
 48. Behavioral and neural correlates of preference decision making. Kawato CREST Project on Decoding and Control of Brain Information, Annual meeting, Ibusuki, Kagoshima, Japan, April 18, 2009.
 49. Behavioral and neural correlates of visual preference decision: towards the extension of neural computation and neural informatics. Fordham University, Department of Computer Sciences/Theatre & Visual Arts Special Seminar, Fordham University, NY city, NY, April 3, 2009
 50. Perceptual illusions – where science meets art. Fordham University, Department of Computer Sciences/Theatre & Visual Arts Special Seminar, Fordham University, NY city, NY, April 2, 2009.
 51. Behavioral and neural correlates of visual preference decision making. North Eastern University, Department of Psychology Seminar, North Eastern University, Boston, MA, March 26, 2009.
 52. Preference, creativity, and postdiction. Sport Psychology Workshop (supported by Grant-in-Aid for Scientific Research, Kiban A), NTT Communication Science Laboratories, Atsugi, Kanagawa, Japan, March 16, 2009.
 53. Time, consciousness and “free will”. International Institute for Advanced Studies 6th workshop on “mathematical brain science of autonomy in cognition and movements. International Institute for Advanced Studies, Kizugawa, Kyoto, Japan, March 11, 2009.
 54. Dynamics of <mind-body-brain> - concerning preference decision making. Tamagawa University gCOE Lecture Series, Tamagawa University, Tamagawa Gakuen, Machida, Tokyo, Japan, March 9, 2009.
 55. Behavioral and neural correlates of visual preference decision. IS&T/SPIE HVEIC(Human Visual and Electronic Imaging Conference) XIV, San Jose Conference Center, San Jose, CA, January 19, 2009.
 56. Dynamical loop of learning, and its role in creativity. Kyoto University Kokoro Research Center, Special Lecture. Kyoto University Kokoro Center, Kyoto, Japan, Dec. 4, 2008.
 57. Dynamics of the visual cortical process and consciousness, assessed with TMS. Japanese Association for Electric Information Processing and Communication, HIP(Human Information Processing) Workshop, Kanazawa Institute of Technology, Kanazawa, Ishikawa, Japan, Nov. 7, 2008.
 58. Human Being? Professor Hiroshi Harashima’s final lecture series, University of Tokyo, Faculty of Engineering, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan, Oct. 31, 2008.
 59. Neural correlates of preference and choice behavior – neuroeconomics, and cognitive neuroscience of decision making. TOSHIBA Corporation, Shibaura, Tokyo, Japan, Oct. 30, 2008.
 60. Learning and education, from the perspectives of implicit brain functions. JST Social Technology Development Center, Interdisciplinary Symposium “Brain science and Society- How to enhance motivation to learn,” University of Tokyo, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan, Oct. 4, 2008.
 61. What TMS can(not) prove – lessons from its applications to the visual cortex. Society for Neuroeconomics, annual meeting, workshop, Canyons, Park City, UT, Sept. 26, 2008.
 62. Behavioral and neural correlates of visual preference. Japanese Association for Neuropsychology, annual meeting, Key-note lecture, Tokyo, Japan, Sept. 18, 2008.
 63. Behavioral and neural correlates of visual preference decision-making. Asian Pacific Conference of Visual perception, annual meeting, keynote lecture, Brisbane, Australia, July 20, 2008.
 64. Emotion – that drives body and mind. University of Tokyo Komaba campus, special lecture in the “broader academic perspectives” series, Komaba, Meguro-ku, Tokyo, Japan, June 17, 2008.
 65. Frontiers of visual science. Aichi Prefecture Ophthalmologist Association, special seminar, Nagoya, Aichi, Japan, June 12, 2008.
 66. Implicit and dynamic aspects of choice decision. BVM-Congress, keynote lecture, Hamburg, Germany, June 5, 2008.
 67. Behavioral and neural correlates of visual preference decision making. University of Rochester Center for Visual Sciences, biannual symposium, “Blurring the borders between vision, cognition and action,” University of Rochester, Rochester, NY, May 30, 2008.
 68. Gaze, preference, and other aspects of the social brain. University of Michigan, Department of Psychology seminar, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, April 14, 2008. 内
 69. Implicit mind, social brain. Symposium “From genome to mind – a prospective towards advanced psychological studies”. Kyoto University, Kyoto, Japan, Feb. 2, 2008.
- 活動実績 (各種委員委嘱など)**
- AFTERIMAGE. Art exhibition in collaboration with Elizabeth Tobias and Shana Mabari. L2K Gallery, China Town, Los Angeles, October 17- November 14, 2009.
- 受賞 (本人・指導担当ポスドクおよび大学院生)**
1. Japanese Society of Cognitive Science, The “most creative study” award, June 2008.
 2. Nakayama Grand Prix (for “significant contributions to science of emotion”; sponsored by Nakayama Press, Japan), August 2008.
- 新聞、雑誌、テレビ、ラジオ他マスコミ関係掲載・出演など**
- 朝日新聞 論座
 - NHK テレビ「サイエンスゼロ」
 - 毎日新聞
- 外部資金獲得状況 (本人・指導担当ポスドクおよび大学院生)**
- CREST (2010 – 2014)
 - NIH Fellowship (大学院生 Noelle Stiles)
- 共同研究実施状況**
- Prof. Levitan, Carmel (Occidental College) との共同研究
 - Prof. Reed, Cathy (Claremont Pomona College) との共同研究
 - 吉川 左紀子 教授 (京都大学心の未来センター) との共同研究



【事業推進担当者】

Peter Bossaerts

Affiliation: 脳科学研究所・客員教授、カリフォルニア工科大学・教授

Research theme: Neuroeconomics / Decision Neuroscience

Keywords: Uncertainty, Risk, Anterior Insula, Anterior

Cingulate Cortex, Amygdala, Parietal Cortex, Default Mode

System, Inferior Frontal Gyrus, Norepinephrine, Locus Coeruleus

PROJECT REPORT RELATED TO GLOBAL COE PROGRAM

The goal of our lab is to study human decision making under uncertainty. We focus on financial risks, but are interested also in other types of risk, which may be more ecologically relevant, because we want to understand where deficiencies come from.

Our approach is experimental, combining decision theory with cognitive psychology and neuroscience. We generate financial risks ourselves – in purposely controlled financial markets (which we also set up to understand the feedback of human behavior onto prices).

We distinguish two types of risk: non-intentional risk, as if created by “nature,”

and intentional risk, when one is facing opponents who may be better informed, both small-scale (e.g., auctions), or large-scale (organized financial markets with an anonymous, electronic interface).

Within the context of the global COE program we have been focusing on the neurobiological foundations of learning in stochastic environments with outliers/extreme events.

So far, the evidence supports the idea that the human brain is best adapted to learning in a Gaussian environment. While this encompasses many realistic situations (including non-stationary ones),

Gaussian learning processes are maladapted for stochastic environments characterized by heavy-tailed distributions, such as financial markets. Outliers could be mis-interpreted as signaling shifts in distributions.

This would have huge mis-pricing effects for financial securities, and lead to the emergence of bubbles and crashes.

Highlights of findings reported in the publications below are as follows.

- Risk and risk prediction error (outlier; extreme event) signals can be found in anterior insula and inferior frontal gyrus.
- These signals form part of a sophisticated Bayesian approach to learning about uncertainty, which means that the human brain forms a causal model of the environment and learns its parameters (and changes) through sophisticated inversion of frequencies of observed events.
- We reported how amygdala plays a crucial role in tracking the uncertainty regarding the model (parameters), further extending the role of this important brain structure, beyond crude functionality (such as fear).
- Because of parallel work on pupil dilation and risk prediction errors (outliers/extreme events), among others by a former student, attention shifted to locus coeruleus. We thus were the first to report conclusive evidence of the crucial role of the norepinephrine system in tracking outlier/extreme event risk.
- We also worked on algorithmic details reflected in computational signals in the human brain. Specifically, we contrasted pure frequency-based assessment of uncertainty against the more sophisticated, Bayesian “probability inversion” approach.
- The default mode network was found to play a crucial role in learning of outcome probabilities in situations where the valence of those outcomes is not (yet) known.
- The inferior frontal gyrus was found to play a crucial role in merging of subjective or “internal” prior beliefs with factual frequencies. To our surprise, factual frequencies are tracked alongside (updated) subjective beliefs (in the default mode network) rather than discarded once used to update subjective beliefs.

ACHIEVEMENTS RELATED TO GLOBAL COE PROGRAM

Publication related to global COE program

Journal papers

1. "The Human Brain Encodes Event Frequencies While Forming Subjective Beliefs," with Mathieu d'Acromont and Wolfram Schultz, *Journal of Neuroscience*, in press.
2. "In the Mind of the Market: Theory of Mind Biases Value Computation During Financial Bubbles," with Benedetto de Martino, John O'Doherty, Deb Ray and Colin Camerer, *Neuron*, in press.
3. "The Neural Representation of Unexpected Uncertainty During Value-Based Decision Making," with Elise Payzan, Simon Dunne and John O'Doherty, *Neuron*, in press.
4. "Testing Theories Of Investor Behavior Using Neural Data," with Cary Frydman, Nick Barberis, Colin Camerer and Antonio Rangel, *Journal of Finance*, in press.
5. "Risk and Reward Preferences Under Time Pressure," with A. Nursimulu, *Review of Finance*, in press.
6. "Evidence for model-based computations in the human amygdala during Pavlovian conditioning," with Charlotte Prévost, Dan McNamee, Ryan Jessup and John O'Doherty, *PLoS Computational Biology* 2013 (9).
7. "Activity in inferior parietal and medial prefrontal cortex signals the accumulation of evidence in a probability learning task," with M. d'Acromont and E. Fornari, *PLoS Computational Biology* 2013 (9).
8. "Decision Making: How The Brain Weighs The Evidence," with M. d'Acromont, *Current Biology* 2012 (22), 1641-48 (Dispatch).
9. "Risk, Unexpected Uncertainty, and Estimation Uncertainty: Bayesian Learning in Unstable Settings," *PLoS Computational Biology* 7 (1), e1001048. doi:10.1371/journal.pcbi.1001048. (2011)
10. "Hedging your bets by learning about reward correlations in the human brain," with Klaus Wunderlich, Mkael Symmonds and Ray Dolan, *Neuron* 2011 (71), 1141-52.
11. "Separate Encoding of Intuition-Based and Reason-Based Subjective Valuations In The Human Brain," with Ulrik Beierholm, Cedric Anen and Steven Quartz, *NeuroImage* 2011 (58), 955-62.
12. "The human prefrontal cortex mediates integration of potential causes behind observed outcomes," with Klaus Wunderlich, Ulrik Beierholm and John O'Doherty, *Journal of Neurophysiology* 2011 (online pre-print).
13. "Differentiable Contributions of Human Amygdalar Subregions in the Computations Underlying Reward and Avoidance Learning," with C. Prévost, J.A. McCabe, R.K. Jessup and J. O'Doherty, *European Journal of Neuroscience* 2011 (34), 1-12 (featured article).
14. "The Affective Impact of Financial Skewness on Neural Activity and Choice," with C. Wu and B. Knutson, *PLoS One* 2011 (6) doi:10.1371/journal.pone.0016838.
15. "Risk, Unexpected Uncertainty, and Estimation Uncertainty: Bayesian Learning in Unstable Settings," with Elise Payzan, *PLoS Computational Biology*, 2011 (7) doi:10.1371/journal.pcbi.1001048.
16. "MAOA-L carriers are better at making optimal financial decisions under risk," with Cary Frydman, Antonio Rangel and Colin Camerer, *Proceedings of The Royal Society B: Biological Sciences* 2010 doi:10.1098/rspb.2010.2304.
17. "A Behavioral and Neural Evaluation of Prospective Decision-Making under Risk," with Mkael Symmonds and Ray Dolan, *Journal of Neuroscience* 2010 (30), 14380-9.
18. "Risk and Risk Prediction Error Signals in Anterior Insula," *Brain Structure and Function* 214 (2010) 645-653.
19. "Exploring the Nature of Trading Intuition," with Antoine Bruguier and Steve Quartz, *Journal of Finance*, 65 (2010), 1703-23.
20. "What Decision Neuroscience Teaches Us About Financial Decision Making," *Annual Review of Financial Economics* 2009 (1), 383-404.
21. "Neural Correlates of Value, Risk and Risk Aversion Contributing to Decision Making under Risk," with G. Christopoulos, P. Tobler, R. Dolan and W. Schultz, *Journal of Neuroscience* 29 (2009), 12574-83.
22. "Decision Making in Financial Markets," in: *Encyclopedia of Neuroscience*, Eds. L. Squire, T. Albright, F. Bloom, F. Gage and N. Spitzer, Elsevier, 2009, 339-346.
23. "Explicit Neural Signals Reflecting Reward Uncertainty," with W. Schultz, K. Preuschoff, C. Camerer, M. Hsu, C.D. Fiorillo, and P. Tobler, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2008 (363), 3801-3811.
24. "Neurobiological Studies of Risk Assessment: A Comparison of Expected Utility and Mean-Variance Approaches," with M. d'Acromont, *Journal of Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience* 8 (2008), 363-374.
25. "The Neurobiological Foundations of Valuation in Human Decision Making under Uncertainty," with Ming Hsu and K. Preuschoff, in: *Neuroeconomics: Decision Making and the Brain*, Ed. P.W. Glimcher, C.F. Camerer, E.Fehr, R.A. Poldrack, New York: Academic Press (2008).
26. "Neural Correlates of Mentalizing-Related Computations During Strategic Interactions in Humans," with A. Hampton and J. O'Doherty, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105 (2008), 6741-6746.
27. "Investigating Signal Integration with Canonical Correlation Analysis of fMRI Brain Activation Data," with A. Bruguier, K. Preuschoff and S. Quartz, *NeuroImage*, 41 (2008), 35-44.
28. "Markowitz in the Brain?" with Kerstin Preuschoff and Steve Quartz, *Revue d' Economie Politique*, 2008, 75-96.
29. "Human Insula Activation Reflects Risk Predictions Errors As Well As Risk," with Kerstin Preuschoff and Steve Quartz, *Journal of Neuroscience*, 28 (2008), 2745-2752.
30. "Towards a Mechanistic Understanding of Human Decision Making: Contributions of Functional Neuroimaging," with J. O'Doherty, *Current Directions in Psychological Science (Special Issue on The Interface Between Neuroscience and Psychological Science)*, 17 (2008).

Book chapters

1. "Predicting Risk in a Multiple Stimulus - Multiple Reward Environment," with Mathieu d'Acromont and Manfred Gilli, in: *Reward And Decision Making*, ed. J.C. Dreher and L. Tremblay, Academic Press (2009).

Keynote lectures

1. "The Neurobiology Behind Human Decision Making" 2013 Finance Down Under Conference, Melbourne (Australia), March 2013.
2. "The Human Brain Behind Financial Skill" Second Miami Behavioral Finance Conference, December 2012.
3. "The Human Brain Behind Financial Skill" Joint Symposium, National Taiwan University, National Chengchi University, National Yang-Ming University, Taipei (Taiwan), March 2012.
4. "The Human Brain Behind Financial Skill" Swiss Finance Institute Annual Meeting, November 2011.
5. "Neurobiological Foundations of Decision Making under Uncertainty" Finance Down Under: Building on the Best from the Cellars of Finance, University of Melbourne, Australia, March 2011.
6. "What Decision Neuroscience Teaches Us about Financial Decision Making," Marian Miner Cook Athenaeum Lecture, Claremont McKenna College, March 2010
7. "Neuroscience and Decision Making," at: A Birdseye View of Finance: Past, Present, and Future Frontiers, Conference organized in honor of Haim Levy, Jerusalem, August 2009
8. "Strategic Uncertainty In Games and Markets: A Neuroeconomic Perspective" at: 5th International Meeting On Experimental And Behavioral Economics, Granada (Spain), April 2009
9. "Potential Policy Implications of Neuroeconomics," at: The Social Brain, symposium organized by the Royal Academy of Arts, Manufacture and Commerce (RSA) and the Wellcome Trust, London, January 2009
10. "Decision Making under Uncertainty: Risk and Risk Learning," Building Bridges in Medical Sciences, Cambridge University Medical School, November 2008.
11. "The Neuroeconomics of Decision Making," World Economic Forum, Geneva, September 2008.



【事業推進担当者】

Colin F. Camerer

Affiliation: 玉川大学脳科学研究所・客員教授、カリフォルニア工科大学・教授

Research theme: Neuroscientific basis of risky and social decisions

KEYWORDS: Prospect theory, reward, computational neuroscience, game theory, neuroeconomics

PROJECT REPORT RELATED TO GLOBAL COE PROGRAM

My research group is interested in incorporating theories and evidence about the biological limits on computation, willpower and self interest into economics. This approach is often called “behavioral economics”, but we go further by establishing the mechanistic detail of how psychological values are computed neurally. Our group has done many pioneering studies in experimental economics using biological methods including eyetracking (beginning in 1988), lesions (with Ralph Adolphs beginning 2003), and economic fMRI (beginning 2003). Besides using many neuroscientific methods—lesion patients, EEG, fMRI, psychophysiology, pharmacology—we also conduct typical economic studies with field data.

Before the GCOE (beginning 2008), the focus of my scientific research was how to incorporate psychologically and neurally plausible inputs into human decision making into economic models (sometimes called “neuroeconomics”). The GCOE accelerated the pace of progress in this approach in three ways:

(1) The deepest contribution was learning from Masamichi Sakagami, Kenji Doya, and others about multiple systems which create value and guide choice. Their ideas were known in the scientific literature, but for an ‘outsider’ like myself coming from economic social science, it was very useful to meet the people who are producing the best data, have a chance to ask them detailed questions, and then figure out the impact of their discoveries for economics. Their understanding of computational bases of valuation has influenced my thinking and I am communicating that understanding to economics.

(2) I was lucky to meet Hidehiko Takahashi, who had several projects on economic decision making. Prof. Takahashi’s projects were well underway but he asked for some guidance on carefully checking the proce-

dures, interpreting what they found, and ensuring that interesting results were presented in a scientifically authentic and engaging way that could aid publication in leading scientific journals. My assistance to Prof. Takahashi’s group resulted in three interesting papers [see publication list below]. At Caltech we were also lucky that Keise Izuma joined us as a Postdoctoral Fellow in 2010. Dr. Izuma was supervised by Ralph Adolphs and one joint paper (PNAS) resulted on reduction in social image concern in autistic adults during charitable contribution. (3) The long-lasting impact of the GCOE is an intellectual network of connections between Caltech, Tamagawa, and other places in Japan (such as Kyoto and Keio, where we had joint meetings, and the Kyoto Primate Research Institute outside Nagoya, where I began a collaboration in 2011).

CONTRIBUTION TO THE GCOE AND TAMAGAWA UNIVERSITY COLLABORATION

Attended all the joint meetings of the GCOE Tamagawa-Caltech partnership (in Japan and USA).

Coauthored papers with different GCOE collaborators (see publications below).

Gave a public talk at Keio University 10 September 2010 (after the GCOE talk) on decision neuroscience.

Helped Hidehiko Takahashi co-organize the Kyoto-Tamagawa-Caltech meeting in June 2011.

Helped Caltech regularly host visiting students and faculty affiliated with the GCOE grant in December, 2010 and April 2012.

I gave a keynote address at the Asian Economic Association meetings in Tokyo 16-18 February 2013.

Our paper “Game theory describes highly experienced chimpanzees play better than humans” is a collaboration with Kyoto PRI that resulted from contact through

GCOE. (It is in revision for Scientific Reports, a Nature group open access journal.) We use a dual touch-screen display in which two subjects choose left and right display boxes, and earn a reward depend on both choices. The game is competitive because when one subject wins (earning a food reward) the other gets nothing. We find that chimpanzees choose display box choice frequencies which are very closely matched by predictions of game theory. Their choices match theory much more closely than two human groups in similar experimental protocols. The result lends support to the cognitive tradeoff hypothesis of Matsuzawa, which is that human development and practice of language, planning,

social interaction and other modules which are more important for humans than for chimpanzees, may have crowded out a capacity for highly strategic response tracking and behavior in competitive games, which is retained in chimpanzees.

FUTURE WORK OF RESEARCH COLLABORATION AFTER THE TERMINATION OF GCOE

I have had active discussions with Prof. Takahashi's collaborators who are interested in schizophrenia and anorexia nervosa, and hope to create some exciting projects combining economic ideas of measurable reward deficit to learn more about these disorders.

ACHIEVEMENTS RELATED TO GLOBAL COE PROGRAM

Articles (peer reviewed)

These are the articles most directly related to GCOE Japan-US participant collaboration, or funded by GCOE funds:

1. Aoki, Ryuta, Madoka Matsumoto, Yukihito Yomogida, Keise Izuma, Kou Murayama, Ayaka Sugiura, Colin F. Camerer, Ralph Adolphs, and Kenji Matsumoto. "Social equity in the number of choice options is represented in the ventromedial prefrontal cortex." (submitted 1 March 2013).
2. Takahashi, Hidehiko (+ 15 coauthors). "Norepinephrine in the brain is associated with aversion to financial loss." *Molecular Psychiatry*, 18: 3-4, 2013.
3. Yamada, M., Takahashi, H., Camerer, C. F., Kato, M., Fujie, S., Ito H., Suhara, T. "Neural circuits in the brain that are activated when mitigating criminal sentences." *Nature Communications* 27 Mar 2012, 1-6.
4. Wu, Daw-An, Stephanie Wang, Shin Shimojo, and Colin F. Camerer. "Shared attention reduces visual hindsight bias" *Psychological Science*, 23(12): 1524-33, 2012.
5. Izuma, Keise, Kenji Matsumoto, Colin F. Camerer, Ralph Adolphs. "Insensitivity to social reputation in autism" *PNAS* 2011, 108 (42) 17302-17307.
6. Takahashi, Hidehiko (+ 13 coauthors including C. Camerer), Tetsuya Suhara. "Dopamine D1 receptor density correlates with nonlinear probability weighting in risky choice." *J Neuroscience* December 2010, 30(49): 16567-16572.
7. Schlicht, Erik J., Shinsuke Shimojo, Colin F. Camerer, Peter Battaglia and Ken Nakayama. "Human wagering behavior depends on opponents' faces" *2010 PLoS ONE* 5(7): e11663.
8. Martin Chris, Rahul Bhui, Peter Bossaerts, Tetsuro Matsuzawa, Colin F. Camerer "Chimpanzees behave as game-theoretically as humans in simple competitive interactions" (submitted 1 Feb 2013) [this collaboration was facilitated by GCOE contact with Prof. Matsuzawa during trips to Japan]

These are articles that arose from collaboration between Caltech GCOE members (which were catalyzed by our discussion of scientific ideas during GCOE):

1. Alison Harris, Colin F. Camerer, Ralph Adolphs, Antonio Rangel. "Dynamic construction of stimulus values in the ventromedial prefrontal cortex." *PLoS One* 2011, 6(6): e21074.
2. DeMartino, Benedetto, Colin F. Camerer and Ralph Adolphs. "Amygdala damage abolishes loss-aversion" *PNAS* February 2010, 107(8): 3788-3792.

3. Krajbich, Ian, Ralph Adolphs, Daniel Tranel, Natalie Denburg, Colin F. Camerer. "Economic games quantify diminished sense of guilt in patients with damage to the prefrontal cortex" *Journal of Neuroscience* Feb 2009, 29(7): 2188-2192.

Books and other publications

1. Camerer, Colin and Alec Smith. "The cognitive hierarchy approach to strategic thinking in games" In Holyoak and Morrison (Eds.), *Oxford Handbook of Thinking and Reasoning*, Oxford University Press, May 2013.
2. Bhatt, Meghana and Camerer, Colin. "The cognitive neuroscience of strategic thinking" in J. Decety and J. Cacioppo (Eds.), *Handbook of Social Neuroscience*, 2011.
3. Camerer, "The case for mindful economics", in A. Caplin and A. Schotter (Eds.), *The Foundation of Positive and Normative Economics: A Handbook*, Oxford University Press, 2010.
4. Camerer, "Neuroeconomics: Measuring cognition and brain activity during economic decision making" in E. Michel-Kerjan and P. Slovic (Eds.), *The Irrational Economist: Making Decisions in a Dangerous World*, Public Affairs, 2009.

Invited lectures

2010 Berkeley Marketing Conference on Behavioral economics, April 2010.

Plenary lectures to academic groups :

- Feb. 2013 Asian-Pacific ESA, Tokyo
- Sep. 2012 Game theory tutorial for neuroscientists, Society for Neuroeconomics, Key Biscayne FL
- Aug. 2012 Game Theory Society, Istanbul
- Jul.-Aug. 2012 Singapore Behavioral Economics Camp
- Jun. 2012 Plenary talk ; Keynote Lecture, AAMAS Valencia Spain
- MIT Collective Intelligence
- Nov. 2011 Panel on Experimental Economics, LACEA Chile
- Mar. 2011 Sumerlin Lecture, Johns Hopkins
- Sep. 2010 Neuroscience (Tokyo)
- Apr. 2010 Distinguished Decision Processes Seminar, Penn Marketing
- Dec. 2009 Stanford Neuroscience
- May 2009 College de France symposium
- May 2009 Neuroeconomics" (Johns Hopkins)

Conference presentations

See Plenary lectures above



【事業推進担当者】

Ralph Adolphs

Affiliation: 玉川大学脳科学研究所・客員教授カリフォルニア工科大学・教授

RESEARCH TITLE: SOCIAL COGNITION AND THE AMYGDALA

KEYWORDS: social cognition, emotion, amygdala, fMRI, lesions, intelligence, autism

SUMMARY OF RESEARCH

Overview

My laboratory investigates the social brain in humans. We have been studying social cognition using lesion patients, fMRI, and intracranial recordings in surgical patients. For the past 7 years we have also been studying disorders of social cognition in two clinical populations: people with autism, and patients with agenesis of the corpus callosum. The main research questions are:

(1) what are the mechanisms (processes) for social cognition? How do we go from the information in, e.g., a facial expression we see on another person, to making inferences about their feelings and regulating our social behavior? To answer this question, we must dissect the components of this complex process. We do this in experiments that try to isolate specific processes and measure them in fMRI, or that disrupt specific processes through focal brain lesions.

(2) what does the amygdala do? This question is important for understanding social cognition, because the amygdala is one of the critical structures for social perception, social attention, and reward learning. We have been investigating this question primarily by testing rare patients with lesions of the amygdala.

(3) how does decision-making in economic and political behavior depend on the social brain? We are approaching this question through collaboration with neuroeconomists, using fMRI as well as testing lesion patients.

(4) what is impaired in autism? We are investigating this question by testing patients who have a psychiatric

diagnosis of autism.

CONTRIBUTION TO THE GCOE AND TAMAGAWA UNIVERSITY COLLABORATION

In the past five years, funding from the GCOE grant and intellectual exchange with faculty and students from Tamagawa University has been highly helpful in our studies of the social brain. We have visited Japan several times, and researchers and students from Tamagawa University have visited Caltech. We have discussed collaborative research on the social brain with several people, and new ideas and new research projects have arisen from the collaboration. Specifically, we have had the following collaborations:

(1) research collaboration with Professor Masamichi Sakagami. Together with a Japanese post-doctoral fellow at Caltech, Dr. Naotsugu Tsuchiya (now faculty at Monash University in Australia), we have been in collaboration with Dr. Sakagami's laboratory to investigate aspects of consciousness through recording from the brain of monkeys. This project began in 2009.

(2) research collaboration with Professor Kenji Matsumoto. We have interacted with Dr. Matsumoto, as well as with his wife, Professor Madoka Matsumoto, on several visits, and they have spent extended time also at Caltech (hosted by Prof. John O'Doherty). Prof. Adolphs and Matsumoto co-organized a joint Caltech-Tamagawa symposium on the social brain in Japan. As part of this collaboration, we now have a paper under submission also (Aoki et al., submitted).

(3) research collaboration with Dr. Keise Izuma. Dr. Izuma was a student at Tamagawa University. He then

visited my laboratory at Caltech from April, 2010, until March, 2012 under his own independent fellowship from Japan and in 2012 obtained a prestigious fellowship from the Japan Society for the Promotion of Science Fellows.

(4) research collaboration with Dr. Ryuta Aoki. Dr. Aoki is a student of Professor Matsumoto who collaborated with Ralph Adolphs and Colin Camerer at Caltech on a study that we have recently submitted. The study was an fMRI study, conducted at Tamagawa University, that investigates social equality. Dr. Aoki is now visiting Caltech for a year, hosted jointly by Professors Camerer and Adolphs.

(5) several additional collaboration possibilities with students from Tamagawa University. During their several visits to Caltech, we have discussed possibilities for research collaboration, exchanged many ideas and experimental designs, and several students from Tamagawa University have been in email contact with myself and with students in my laboratory at Caltech. There is great continued interest in collaborations between Caltech and Tamagawa University.

(6) long-term and world-wide research interactions. Catalyzed by this GCOE grant, it is now easy to interact whenever we meet at conferences anywhere in the world. For instance, I recently again met Professors Sakagami and Matsumoto, as well as students from Tamagawa University, at the 2012 annual meeting of the Japan Psychological Association, and participated with them in joint symposia there. I together with other Caltech faculty have also been introduced, through Tamagawa-Caltech symposia and visits, to many other researchers in Japan.

FUTURE WORK OF RESEARCH COLLABORATION AFTER THE TERMINATION OF GCOE

The future work of research will continue collaborations with Tamagawa University, and through them, also other laboratories in Japan. Some main future projects over the next 2 years will include:

(1) studies using intracranial recordings from surgical

patients. We are currently conducting this research with 3 hospitals in California, and my former post-doc, Naotsugu Tsuchiya, has begun collaborations with neurosurgeons in Japan as well as Australia.

(2) high-resolution MRI imaging. We are developing new methods at Caltech, that can also be shared with researchers at Tamagawa University (they have the same brand of MRI machine as we do). Some of the methods are for examining the connectivity of the brain, a very important research question. This uses a method called diffusion imaging, which can trace white matter connections in the living brain. Our MR physicist, Dr. Mike Tyszka, has visited Tamagawa University to help implement new imaging there.

(3) interdisciplinary collaborations. One of the main topics for all future science will be collaborations that cut across disciplines. We are doing this now by collaborating with neuroeconomists. The collaboration with Tamagawa University also will enhance interdisciplinary research studies. To understand the social brain, we will need researchers to come together from backgrounds including computer science, neurobiology, economics, psychology, and other sciences. Of great interest to us also has been the introduction, through gCOE interactions, to Professor Tetsuro Matsuzawa and the opportunity to conduct work across not only monkeys and humans, but even chimpanzees. Professors Ralph Adolphs and Colin Camerer from Caltech have both visited the Primate Research Institute that Prof. Matsuzawa directs.

ACHIEVEMENTS RELATED TO GLOBAL COE PROGRAM

Articles:

1. J. Tyszka, D. Kennedy, L. Paul, R. Adolphs (in press). "Largely typical patterns of resting-state functional connectivity in high functioning adults with autism." *Cerebral Cortex* (in press).
2. R. Adolphs (2013). "The Biology of Fear." *Current Biology* 23: R79-R93.
3. D. Kennedy, R. Adolphs (2012). "Perception of emotions from facial expressions in high-functioning adults with autism." *Neuropsychologia* 50: 3313-3319.
4. D. Kennedy, R. Adolphs (2012). "The social brain in psychiatric and neurological disease." *Trends in Cognitive Sciences* 16: 559-572.
5. A. Lin, A. Rangel, R. Adolphs (2012). "Impaired learning of social compared to monetary rewards in autism." *Frontiers in Human Neuroscience* 6:143.
6. R. Bryan, P. Perona, R. Adolphs (2012). "Perspective distortion from interpersonal distance is an implicit visual cue for social judgments of faces." *PLoS One* 7: e45301.
7. J. Glaescher, R. Adolphs, H. Damasio, A. Bechara, D. Rudrauf, M. Calamia, L.K. Paul, D. Tranel (2012). "Lesion mapping of cognitive control and value-based decision-making in the prefrontal cortex." *PNAS* 109: 14681-14686. PMID: 22908286
8. L. Vijayaraghavan, R. Adolphs, D. Kennedy, M. Cassell, D. Tranel, S. Paradiso (2012). "A selective role for right insula-basal ganglia circuits in appetitive stimulus processing." *Social Cognitive and Affective Neuroscience* doi:10.1093/scan/nss077. PMID: 22798397.
9. H. Kawasaki, N. Tsuchiya, C. Kovach, K. Nourski, H. Oya, M.A. Howard, R. Adolphs (2012). "Processing of facial emotion in the human fusiform gyrus." *Journal of Cognitive Neuroscience* 24: 1358-1370.
10. V. Gazzola, M. Spezio, F. Castelli, J. Etzel, R. Adolphs, C. Keysers (2012). "Primary Somatosensory Cortex Discriminates Affective Significance in Social Touch". *PNAS* 109:E1657-66.
11. C. Kovach, N. Daw, D. Rudrauf, D. Tranel, J. O'Doherty, R. Adolphs (2012). "Anterior prefrontal cortex contributes to action selection through tracking of recent reward trends." *The Journal of Neuroscience* 32: 8434-8442. PMID:22723683
12. R. Adolphs and M. Spezio (2012). "Social Behavior" In: *Neuroscience in the 21st Century*, Chapter 78. Springer Verlag (online encyclopedia).
13. S. Wang, I. Krajbich, R. Adolphs, N. Tsuchiya (2012). "The role of risk aversion in non-conscious decision making." *Frontiers in Psychology* 3: article50.
14. Lin, K. Tsai, A. Rangel, R. Adolphs (2012). "Reduced social preferences in autism: evidence from charitable donations". *Journal of Neurodevelopmental disorders* 4:8
15. R. Adolphs, V. Janowski (2011). "Emotion Recognition." Chapter 16 in *Oxford Handbook of Social Neuroscience*. J. Decety & J.T. Cacioppo, eds. New York: Oxford University Press, pp. 252-264.
16. C.K. Kovach, N. Tsuchiya, H. Kawasaki, H. Oya, M.A. Howard, R. Adolphs (2011). "Manifestation of ocular-muscle EMG contamination in human intracranial recordings." *Neuroimage* 54:213-233.
17. R. Adolphs (2010), "Emotion". *Current Biology* 20: R549-552. (Primer)
18. L. Pessoa, R. Adolphs (2010). "Emotion processing and the amygdala: from a "low road" to "many roads" of evaluating biological significance." *Nature Reviews Neuroscience* 11:773-782. NIHMSID 263204.
19. D. P. Kennedy, R. Adolphs (2010). "Impaired fixation to eyes following amygdala damage arises from abnormal bottom-up attention." *Neuropsychologia* 48: 3392-3398.
20. L.K. Paul, C. Corsello, D. Tranel, R. Adolphs (2010). "Does bilateral damage to the human amygdala produce autistic symptoms?" *Journal of Neurodevelopmental Disorders* 2: 165-173. NIHMSID 263203.
21. R. Adolphs (2010). "What does the amygdala contribute to social cognition?" *Annals of the New York Academy of Sciences: The year in Cognitive Neuroscience 2010*. *Ann NY Acad Sci*. 1191: 42-61.
22. R. Adolphs (2010). "Conceptual challenges and directions for social neuroscience." *Neuron* 65: 752 - 767. PMC2887730.
23. K. Mattes, M. Spezio, H. Kim, A. Todorov, R. Adolphs, R.M. Alvarez (2010). "Predicting election outcomes from positive and negative trait assessments of candidate images." *Political Psychology* 31: 41-58.
24. J. Glaescher, D. Rudrauf, R. Colom, L.K. Paul, D. Tranel, H. Damasio, R. Adolphs (2010). "The distributed neural system for general intelligence revealed by lesion mapping." *PNAS* 107: 4705-4709.
25. B. de Martino, C.F. Camerer, R. Adolphs (2010). "Eliminated loss aversion following amygdala damage." *PNAS* 107: 3788-3792.
26. K. Knutson, F. Krueger, M. Koenigs, A. Hawley, J. Escobedo, V. Vasudeva, R. Adolphs, J. Grafman (2010). "Behavioral norms for condensed moral vignettes." *Social Cognitive and Affective Neuroscience* 5: 78-384.
27. J. Escobedo, R. Adolphs (2010). "Becoming a better person: temporal remoteness biases autobiographical memories for moral events." *Emotion* 10:511-518.
28. C. Philippi, S. Mehta, T. Grabowski, R. Adolphs, D. Rudrauf (2009). "Damage to association fiber tracts impairs recognition of the facial expression of emotion." *The Journal of Neuroscience* 29: 15089-15099.
29. R. Adolphs, M. Spezio (2009). "Social Cognition." In: *Handbook of Neuroscience for the Behavioral Sciences*, Volume 2. G.G. Berntson & J.T. Cacioppo, eds. (New York: Wiley and Sons). pp. 923-939.
30. Buchanan, T.W., Tranel, D., & Adolphs, R. "The human amygdala and social function" (2009) In: P. Whalen and L. Phelps (Eds.), *The human amygdala*, New York: Oxford University Press (2009). pp. 289-320.
31. M. Spezio and R. Adolphs (2009). "Emotion, Cognition and Belief: Findings from Cognitive Neuroscience." In: *Macquarie Monographs in Cognitive Science, Delusion and Self-Deception*, pp. 87-106. Tim Bayne and Jordi Fernandez, eds. New York: Psychology Press 2009.
32. L. Young, F. Cushman, R. Adolphs, D. Tranel, M. Hauser. "Does emotion mediate the relationship between an action's moral status and its intentional status? Neuropsychological evidence." *Journal of Cognition and Culture* (in press).
33. M. Koenigs, R. Adolphs (2009). "Emotion and Consciousness." In: *The Cognitive Neurosciences*, 4th Edition. M.S.

- Gazzaniga, ed. MIT Press. pp. 1181-1190.
34. E.L. Johnsen, D. Tranel, S. Lutgendorf, R. Adolphs (2009). "A neuroanatomical dissociation for emotion induced by music." *International Journal of Psychophysiology* 72: 24-33.
 35. N. Tsuchiya, F. Moradi, C. Felsen, M. Yamazaki, R. Adolphs (2009). "Intact rapid detection of fearful faces in the absence of the amygdala." *Nature Neuroscience* 12: 1224-1225.
 36. D. Kennedy, J. Glaescher, J.M. Tyszka, R. Adolphs (2009). "Personal space regulation by the human amygdala." *Nature Neuroscience* 12: 1226-1227.
 37. S. Couture, D.L. Penn, M. Losch, R. Adolphs, R. Hurley, J. Piven (2009). "Comparison of social cognitive functioning in schizophrenia and high-functioning autism: more convergence than divergence." *Psychological Medicine* Aug 12: 1-11 (epub ahead of print).
 38. J. Glaescher, D. Tranel, L.K. Paul, D. Rudrauf, C. Rorden, A. Hornaday, T. Grabowski, H. Damasio, R. Adolphs (2009). "Lesion mapping of cognitive abilities linked to intelligence." *Neuron* 61: 681-691.
 39. Krajbich, R. Adolphs, D. Tranel, N. Denburg, C. Camerer (2009). "Economic games quantify diminished sense of guilt in patients with damage to the prefrontal cortex." *The Journal of Neuroscience* 29:2188-2192.
 40. R. Adolphs, E. Birmingham (in press). "The cognitive neuroscience of social perception." To appear in: A. Calder & G. Rhodes, eds., "Handbook of Face Perception", Oxford University Press.
 41. M. Losh, R. Adolphs, M. Poe, S. Couture, D. Penn, G. Baranek, J. Piven (2009). "Neuropsychological profile of autism and the broad autism phenotype." *Archives of General Psychiatry* 66: 518-526.
 42. R. Adolphs (2009). "The social brain: neural basis of social knowledge." *Annual Review of Psychology*, 60: 693-716.
 43. N. Tsuchiya, H. Kawasaki, H. Oya, M.H. Howard, R. Adolphs (2008). "Decoding face information in time, frequency and space from direct intracranial recordings of the human brain." *PLoS One* 3: e3892.
 44. R. Adolphs, M.L. Spezio, M. Parlier, J. Piven (2008). "Distinct face processing strategies in parents of people with autism." *Current Biology* 18: 1090-1093.
 45. M.L. Spezio, A. Rangel, R.M. Alvarez, J.P. O'Doherty, K. Mattes, A. Todorov, H. Kim, R. Adolphs (2008). "A neural basis for the effect of candidate appearance on election outcomes." *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, doi 10.1093/scan/nsn040.
 46. R. Adolphs (2008). "Fear, faces and the human amygdala." *Current Opinion in Neurobiology* 18: 1-7.
 4. Keynote, Japan Psychological Association. Tokyo, Japan. Sept. 12, 2012.
 5. Invited lecture, University of Maryland summer course (Nathan Fox, organizer). June 26, 2012.
 6. The Brain Salon, Seattle. (Pat Kuhl, organizer). April 19, 2012.
 7. Psychology Colloquium, UCLA, April 5, 2012.
 8. Social Affective Neuroscience meeting, Buenos Aires, Argentina, Dec. 19, 2011.
 9. South American Social Neuroscience meeting, Santiago, Chile, Dec. 16, 2011.
 10. Human Brain Recordings meeting, New York, NY, November 11, 2011.
 11. Invited speaker, Brain, Evolution and Culture seminars. UCLA. September, 2011.
 12. Invited speaker, summer course in social cognition. Cambridge, UK. August, 2011.
 13. Presidential lecture, ASSC annual meeting. Kyoto, Japan. June, 2011.
 14. Speaker, Symposium on social reward. IMFAR annual meeting, San Diego. May, 2011.
 15. Invited Lecture, Society for Social Neuroscience, Utrecht, Netherlands. March, 2011.
 16. Cognitive Neuroscience Seminar, UC Irvine. March, 2011.
 17. Social Neuroscience Society, Keynote. (Utrecht, NL). March 21, 2011.
 18. Southern California Cognitive Neuroscience Society, Keynote. March 11, 2011.
 19. University of Southern California, Annual Neuroscience Day. January 14, 2011.
 20. American Psychological Association, Invited Symposium. August 14, 2010.
 21. Purdue University, Dept. of Psychology lecture. April 22, 2010.
 22. Yale University, Dept. of Psychology endowed lecture. April 7, 2010.
 23. Waisman Center Lecture, Madison, Wisconsin, October 2009.
 24. Japan Neuroscience Meeting, Nagoya, Invited Lecture, September 2009.
 25. Invited Lecture, RIKEN Summer Course, Tokyo, Japan, July 2009.
 26. Gordon Research Conference, Bangor, Maine, July 2009.
 27. Invited Lecture, American Psychological Society Annual Meeting, San Francisco, May, 2009.
 28. Psychology colloquium, Dept. of Psychology, Princeton University. January 2009.
 29. Neuroscience Program Lecture, Claremont Colleges. November 2008.
 30. Watson Lecture, Caltech. October 2008.
 31. National Awareness Lecture, NARSAD (USC Health Sciences Campus). September 2008.
 32. Invited Lecture, Stanford University Psychology Dept. April 2008.
 33. Colloquium, NIH, Bethesda MD. April 2008.
 34. Invited Lecture, BIAL Foundation, Porto, Portugal. March 2008.

Awards and Service:

- 2013 Distinguished Investigator Award, Society for Affective and Social Neuroscience
- 2011 Presidency, Association for the Scientific Study of Consciousness
- 2009- Associate Editor, Psychological Science
- 2006-10 NIH Study Section for Cognitive Neuroscience (Regular Member)

Invited Lectures:

1. EFNS symposium lecture, Stresa, Italy. November 13, 2012
2. Grand Rounds, Neurology Dept., University of Iowa. Oct. 23, 2012.
3. Visiting lecture, Hong Kong University of Science and Technology. Sept. 21, 2012.

Conference presentations:

1. R. Nair, J.M. Tyszka, R. Adolphs, L.K. Paul (2013). Lateralized brain function without a corpus callosum. International Neuropsychological Society annual meeting.
2. L.K. Paul, C. Corsello, D.P. Kennedy, R. Adolphs (2013). Autism spectrum in agenesis of the corpus callosum. International

- Neuropsychological Society annual meeting.
3. D. Stanley, C.A. Hutcherson, R. Adolphs (2012). A novel paradigm for investigating the neural and computational mechanisms of theory of mind. Society for Neuroscience Annual Meeting presentation 695.22
 4. R. Aoki, M. Matsumoto, Y. Yomogida, K. Izuma, K. Murayama, A. Sugiura, C.F. Camerer, R. Adolphs, K. Matsumoto (2012). Neural correlates of the reward value for number of choice options. Society for Neuroscience Annual Meeting presentation 629.04.
 5. S. Wang, O. Tudusciuc, A. Mamelak, I. Ross, R. Adolphs, U. Rutishauser (2012). Neurons in the human amygdala selective for perceived emotion. Society for Neuroscience Annual Meeting presentation 391.04.
 6. K. Izuma, R. Adolphs (2012). Social manipulation of preference in the human brain. Society for Neuroscience Annual Meeting presentation 129.03.
 7. J.M. Kaplan, W.S. Brown, R. Adolphs, L.K. Paul (2012). Psychological profile in agenesis of the corpus callosum. Society for Neuroscience Annual Meeting presentation 98.19.
 8. S. Takahashi, R. Adolphs (2012). Characterization of viewing experience from 2D and 3D stereoscopic images. Society for Neuroscience Annual Meeting presentation 264.02.
 9. R. Nair, J.M. Tyszka, R. Adolphs, L.K. Paul (2012). Lateralized brain function without a corpus callosum. Annual meeting of the International Neuropsychological Society.
 10. A. Gharib, D. Mier, R. Adolphs, S. Shimojo (2011). Gaze and preference decision-making in autism. ASSC 2011 (Kyoto).
 11. R. Adolphs, A. Lin, A. Rangel (2011). Testing deficits in processing social rewards in high functioning people with autism. IMFAR 2011 (invited seminar).
 12. O. Tudusciuc, R. Adolphs (2011). Context-dependent emotion recognition in autism. IMFAR 2011.
 13. D. Neumann, L.K. Paul, J.M. Tyszka, R. Adolphs, D.P. Kennedy (2011). Functional connectivity across cerebral hemispheres is decreased in autism. IMFAR 2011.
 14. L.K. Paul, C. Corsello, D. Kennedy, D. Childress, R. Adolphs (2011). Autism symptomatology in primary agenesis of the corpus callosum. IMFAR 2011.
 15. U. Rutishauser, O. Tudusciuc, D. Neumann, A. Mamelak, A.C. Heller, I.B. Ross, R. Adolphs (2011). Single-neuron correlates of abnormal face processing by the amygdala in autism. IMFAR 2011.
 16. D. Kennedy, B. Cheng, C. Holcomb, R. Adolphs (2011). Perception of emotions from facial expressions in high-functioning adults with autism. IMFAR 2011.
 17. A. Gharib, D. Mier, R. Adolphs, S. Shimojo (2011). Preference choices and gaze to faces in high-functioning autism. IMFAR 2011.
 18. G. Yucel, M. Parlier, R. Adolphs, A. Belger, J. Piven (2011). A distinct face-processing style in the broad autism phenotype revealed with fMRI. IMFAR 2011.
 19. L. Montaser-Kouhsari, R. Adolphs, C. Koch, A. Rangel (2011). The vmPFC computes values at the time of decision-making even without conscious awareness of the stimuli. Annual meeting of the Cognitive Neuroscience Society (San Francisco).
 20. A. Gharib, D. Mier, R. Adolphs, S. Shimojo (2011). Gaze and preference decision making in autism. VSS 2011.
 21. J.C. Krczek, M.C. Duff, U. Jensen, R. Adolphs, N.J. Cohen, D. Tranel (2010). Hippocampal amnesia impairs the generation of mental representations across all time periods. Soc Neurosci Abstr 600.8.
 22. O. Tudusciuc, R. Adolphs (2010). Context-dependent emotion recognition in autism. Soc Neurosci Abstr 307.17
 23. A.M. Harris, R. Adolphs, C.F. Camerer, A. Rangel (2010). The time course of value computations at the time of decision-making. Soc Neurosci Abstr 96.8
 24. J.P. Glaescher, M. Calamia, L.K. Paul, D. Rudrauf, A. Bechara, D. Tranel, H. Damasio, R. Adolphs (2010). Delineating prefrontal cortex with lesion analyses of tests of executive functions. Soc Neurosci Abstr 96.1
 25. N. Tsuchiya, J. Chung, D. Eilashiv, R. Adolphs, A. Mamelak (2010). Visual consciousness tracked with direct intracranial recording from primary visual cortex in humans. COSYNE 2011.
 26. J.M. Tyszka, L.K. Paul, R. Adolphs (2011). BOLD resting state networks in adults with complete callosal agenesis. ISMRM abstract 6145.
 27. G. Yucel, M. Parlier, R. Adolphs, A. Belger, J. Piven (2010). Face processing in the broad autism phenotype: an fMRI study. Biological Psychiatry 67: 43S.
 28. L.K. Paul, M.W. Bridgman, W.S. Brown, M.L. Spezio, R. Adolphs (2010). Facial emotion recognition in primary agenesis of the corpus callosum. International meeting for autism research.
 29. D. P. Kennedy, J. N. Constantino, R. Adolphs (2010). Personal space and interpersonal distance in autism: insights from the SRS. International meeting for autism research.
 30. S.R. Paziienza, W.S. Brown, R. Adolphs, L.K. Paul (2010). Social Responsiveness in agenesis of the corpus callosum and high-functioning autism. Annual Meeting of the International Neuropsychological Society.
 31. E. Birmingham, M. Cerf, R. Adolphs (2010). Eyetracking to social scenes: comparisons between amygdala lesions and autism. Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society.
 32. Lin A, Adolphs R, Rangel A. (2009). Common neural substrates for the value computations associated with social and non-social reward. Poster presented at: Society for Neuroeconomics; 2009 Sept 25-27; Evanston, IL.
 33. Lin, R. Adolphs, A. Rangel (2009). "Shared neural substrates for social and nonsocial reward processing." Society for Neuroscience Abstracts 892.23
 34. H. Kawasaki, N. Tsuchiya, C. Kovach, H. Oya, M.A. Howard, R. Adolphs (2009). "Emotion representation in the fusiform gyrus measured by high-gamma band response to emotional face motion." Society for Neuroscience Abstracts 785.20
 35. K.E. Croft, M.C. Duff, S.W. Anderson, R. Adolphs, D. Tranel (2009). "Bilateral amygdala damage is associated with reduced updating of character judgments." Society for Neuroscience Abstracts 475.14
 36. L.K. Paul, M. Bridgman, W.S. Brown, M.L. Spezio, R. Adolphs (2009). "Identifying facial emotions in agenesis of the corpus callosum." Society for Neuroscience Abstracts 209.8
 37. J. Tyszka, R. Adolphs, J.S. Minamora, L.K. Paul (2009). "Characterizing and compensating for structural variability in callosal agenesis." Society for Neuroscience Abstracts 209.7
 38. B. de Martino, C. Camerer, R. Adolphs (2009). "No fear of losing: abolished monetary loss aversion following bilateral amygdala lesions." Society for Neuroscience Abstracts 194.9
 39. M. L. Spezio, F. Gosselin, R. Adolphs (2009). "Using 'bubbles' to map responses to facial features: implications for autism." Human Brain Mapping 2009.
 40. H. Kawasaki, N. Tsuchiya, H. Oya, M.A. Howard, R. Adolphs

- (2009). "Decoding of face information in time, frequency and space from direct intracranial recordings of the human brain." 8th Neural Coding workshop.
41. F. Moradi, N. Tsuchiya, R. Adolphs (2009). "Early rapid processing of fearful facial expression in a patient with bilateral amygdala lesions." VSS 2009.
 42. E. Birmingham, M. Cerf, R. Adolphs (2009). "The role of the amygdala in orienting attention to eyes within complex social scenes." VSS 2009.
 43. S. Wang, N. Tsuchiya, I. Krajbich, R. Adolphs (2009). "Does post-decision wagering reflect an onset of conscious awareness or risk aversion?" Annual meeting of the Cognitive Neuroscience Society (San Francisco).
 44. J. Glascher, D. Tranel, L.K. Paul, D. Rudrauf, C. Rorden, A. Hornaday, T. Grabowski, H. Damasio, R. Adolphs (2009). "Lesion mapping of cognitive abilities contributing to domain-specific intelligence." Human Brain Mapping 2009.
 45. I. Krajbich, R. Adolphs, D. Tranel, N. Denburg, C. Camerer (2009). "Economic games quantify diminished sense of guilt in patients with damage to the prefrontal cortex." Annual meeting of the Cognitive Neuroscience Society (San Francisco).
 46. D.P. Kennedy, J. Glaescher, M.L. Spezio, L.K. Paul, R. Adolphs (2009). "The influence of task requirements on scan patterns to faces in autism." International Meeting for Autism Research (IMFAR) 2009.
 47. L. Loesch, M.L. Spezio, D. Kahn, P-Y Huang, Y. Ben-Assa, R. Adolphs (2009). "Spatial analysis of gaze behavior during real conversations in high-functioning autism." American Psychological Society 2009 meeting.
 48. C. Kovach, H. Kawasaki, N. Tsuchiya, M. Howard, R. Adolphs (2009). "Saccade-related phase resetting of theta and delta rhythms modulates cortical high gamma activity." COSYNE 09 meeting.
 49. K.E. Croft, M.C. Duff, S.W. Anderson, R. Adolphs, D. Tranel (2008). "Moral learning is blunted following ventromedial prefrontal cortex damage, but exaggerated following medial temporal lobe damage." Soc. Neurosci. Abstr. 789.11
 50. J. Dubois, N. Tsuchiya, R. Adolphs, C. Koch (2008). "fMRI activation to visible and invisible faces and houses using continuous flash suppression with a confidence rating task." Soc. Neurosci. Abstr. 189.4
 51. D. Neumann, J.M. Tyszka, J. Parvizi, R. Adolphs (2008). "A connectivity map of the macaque cortex from diffusion imaging." Soc. Neurosci. Abstr. 78.11
 52. Z. Hammal, N. Tsuchiya, R. Adolphs, M. Arguin, P. G. schyns and F. Gosselin (2008). "What does the activity in the Amygdala and the Insula correlate with in fearful and disgusted faces". Proc. Vision Science Society (VSS 2008). 9-14 May 2008, Naples Grand Hotel, Florida
 53. U. Jensen, M.C. Duff, R. Adolphs, D. Tranel (2008). "Imagined past, present and future episodic event construction by patients with hippocampal amnesia." Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society 2008 abstract.
 54. A.D. Boes, S. Mehta, D. Rudrauf, R. Adolphs, P. Nopoulos, D. Langbehn, T. Grabowski (2008). "Brain morphology following bilateral amygdala lesions." Second Annual Social Cognitive Neuroscience Conference.
 55. Bridgman, M., Spezio, M., Brown, W., Leonard, M., Adolphs, R., and Paul, L.K. (2008). "Eye-tracking During Facial Emotion Recognition in Primary Agenesis of the Corpus Callosum" . International Neuropsychological Society Annual Meeting, Hawaii.
 56. C. Philippi, S. Mehta, T. Grabowski, R. Adolphs, D. Rudrauf (2008). "The inferior fronto-occipital fasciculus mediates recognition of the facial expression of emotions." Human Brain Mapping 2008 conference poster.
 57. N. Tsuchiya, H. Kawasaki, M. Howard, R. Adolphs (2008). "Decoding frequency and timing of emotion perception from direct intracranial recordings in the human brain". COSYNE 2008 meeting poster.
 58. C. Felsen, N. Tsuchiya, F. Moradi, R. Adolphs (2008). "Bilateral damage in amygdala does not impair performance in rapid detection of fearful faces." Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society 2008 abstract.
 59. J. Glaescher, L.K. Paul, D. Tranel, R. Adolphs (2008). "Large-scale lesion mapping of cognitive abilities derived from the Wechsler Adult Intelligence Scale." Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society 2008 abstract.
 60. V. Gazzola, F. Castelli, M. Spezio, C. Keysers, R. Adolphs (2008). "Social modulation of touch representation." Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society 2008 abstract.



【事業推進担当者】

John P. O'Doherty

Affiliation: 玉川大学脳科学研究所・客員教授、カリフォルニア工科大学・教授

Research theme: FMRI OF HUMAN DECISION-MAKING AND LEARNING IN SOCIAL AND NON-SOCIAL CONTEXTS

Keywords: FMRI, ORBITOFRONTAL CORTEX, REWARD-LEARNING, REINFORCEMENT-LEARNING, DECISION-MAKING, STRIATUM, PREDICTION ERROR

PROJECT REPORT RELATED TO GLOBAL COE PROGRAM

During the course of the grant we have made major progress in pushing our understanding of the functions of different components of the reward system in reward-related learning and decision-making and in social-learning and decision-making.

In particular, we have made major progress in the following areas.

(1) Determining the functions of the ventromedial prefrontal cortex in value computations (2) Determining the role of the anterior cingulate cortex in value-based decision-making (3) Further characterizing the computational role of reward prediction errors and other prediction errors in reward-learning. (4) Determining the computational role of the superior temporal sulcus, medial prefrontal cortex and ventromedial prefrontal cortex in social cognition. (5) Determining the role of the ventral striatum and amygdala in mediating the effects of Pavlovian predictions on instrumental performance.

(1) Determining the functions of ventromedial prefrontal cortex in value computations

Perhaps one of the major contributions to the literature we have been able to make in the course of the GCOE funding has been in establishing the role of the ventromedial prefrontal cortex and ventral striatum in encoding value computations. In particular, in a number of studies funded by the grant, we have been able to show that the ventromedial prefrontal cortex is involved in computing values using knowledge of the structure of the decision task, or a model of the state-space and transition probabilities in computational reinforcement-learning parlance. In work done in collaboration with Antonio Rangel (much of which will be

described in more detail under his section), we have established that the vmPFC is specifically involved in encoding goal-values at the time of decision-making – essentially encoding how good or bad a particular outcome is likely to be at the time of decision-making. Such a signal is likely a critical input into the decision-making apparatus. We further showed that this signal appears to encode a common currency, in that the same region of vmPFC is found to correlate with goal-values even if those goals correspond to very different types of goods such as a monetary gamble, a food reward or a non-consumable consumer item such as a DVD.

In addition to encoding goal-values we have also found a key role for the vmPFC in encoding post-decision signals called “chosen values”. Such signals reflect the value of the action or goal outcome ultimately selected by the participants and are hence are not inputs into the decision-process but rather consequences thereof. One possible function of such a signal is as an input needed to generate prediction error signals that are in turn used to incrementally update value signals carried by dopamine neurons projecting to the striatum (Wunderlich et al., 2009).

We further showed that value signals in the vmPFC are not contingent on motor responses being available at the point of decision-making but rather emerge even if no specific motor response is made available to the participant (Wunderlich et al., 2010). This finding suggests that the value code in vmPFC is in the space of goals and outcomes and not in the space of motor codes.

In further work, we have examined the function of

vmPFC in encoding values in a hierarchical decision-making problem where there are multiple dimensions or attributes to a stimulus that provide information about whether choice of that stimulus is likely to lead to a rewarding outcome. For example, a stimulus might have both shape and color properties, both of which need to be evaluated in order to determine whether that stimulus is rewarded. In order to solve such a problem it is necessary to have a computational algorithm that is able to separately learn about the reward probabilities assigned to each separate stimulus dimension. Somehow these different probabilities then need to be combined in order to guide choice. Here we investigate two possible ways the brain might do this. Firstly, a sequential strategy would be to make a decision about each dimension separately; that is decide which color (out of several options) should be selected, and then focusing on only those stimuli with the relevant color, subsequently decide which shape should be selected. This sequential strategy is however, not optimal, because once the subject decides on a particular exemplar within a dimension they are discarding other information about the rewards available for other categories within that dimension. Another way to solve this problem is to use a “Bayesian” integration strategy, where information about reward from every dimension is integrated in order to make a single decision. In other words probabilities are assigned to the likelihood of every possible component of the problem being the “rewarded option”, and these probabilities are used to estimate a choice strategy on each trial. Here we apply computational models corresponding to each of these possible strategies to neuroimaging data acquired while subjects solve such a task, and we test which of these strategies are being implemented in the brain. Our findings indicate that human prefrontal cortex appears to use the more optimal Bayesian strategy as opposed to the simpler (and less computationally demanding) sequential strategy.

(2) Determining the role of the anterior cingulate cortex and adjacent dorsomedial prefrontal cortex in value-based decision-making

In a paper published in PNAS in 2007, we used for the first time a new technique called multivariate pattern analysis in the context of decision-making. This tech-

nique can discover the presence of information across distributed voxel activity in the brain related to performance of a particular task or cognitive process. Such tools can be used to test whether signals in particular parts of the brain are predictive of the ultimate behavioral choice generated by a human subject whose brain is being scanned. Taking this approach, we found evidence to suggest that the dorsomedial prefrontal cortex incorporating the anterior cingulate cortex contains signals that are predictive of the ultimate decision made by participants on a value-based decision-making task. Out of all the regions that were correlated with the subsequent decision, the anterior cingulate cortex contained the highest predictive accuracy for the subsequent decision, suggesting it likely plays a key role in the decision process itself. Following up this finding in 2009, Wunderlich et al., found that this region appears to play a specific role in the decision process by comparing the expected values of different available options, which is the main computation needed in order to establish which option is better and should therefore be chosen.

In subsequent work by Todd Hare in collaboration with Antonio Rangel also published in PNAS we showed that activity in this region in fact corresponds to the computations generated by a class of computational models called drift diffusion processes which provide a precise quantitative account of how neural systems might compare options in order to generate decisions.

More recently, we have taken our findings on the role of the dmPFC in decision making into a social context, and examined the role of this region in rendering rapid evaluations about other people who are being evaluated for their potential as romantic partners. We found that activity in dmPFC in response to pictures of potential dates was ultimately significantly predictive of whether or not the individual being scanned wanted to subsequently date the individual after meeting them for a 5 minute speed date. Note, that the activity in the scanner was measured only in response to pictures of the individuals but before they the same individuals for a date (which happened up to 2 weeks later). Nevertheless, activity in dmPFC was significantly predictive of the outcome of the subsequent date. This data provides

evidence that dmPFC may play a very general role in helping us make evaluations about the world about us, including in social contexts.

(3) Further characterizing the computational role of reward prediction errors and other prediction errors in reward-learning

As the recent economic downturn has shown, the attitude we adopt to risk while making decisions can have major consequences. Sensitivity to risk (defined here as the variance associated with an outcome), is a well-established phenomenon central to models of decision-making in economics, ethology and neuroscience. However, the mechanisms by which risk comes to influence the decision process are as yet unknown. We must normally learn about outcomes from experience, through trial and error using reinforcement learning. Traditional models of such reinforcement learning focus on learning about the mean value of payoffs, and ignore variance. We used fMRI to test whether the neural correlates of human reinforcement learning are sensitive to experienced risk. Our analysis focused on anatomically delineated regions of a-priori interest in the nucleus accumbens, where BOLD signals have been suggested as correlating with reinforcement-learning derived reward prediction errors. We first provided unbiased evidence that the raw BOLD signal in these regions corresponds closely to a prediction error signal. We then derived from the accumbal prediction error signal the learned values of cues that predict rewards of equal mean but different variance. Our results show that these values are indeed modulated by experienced risk, and that a close neurometric-psychometric coupling exists between the fluctuations of the experience-based evaluations of risky options that we measured neurally, and the fluctuations in behavioral risk aversion. This suggests that risk sensitivity is integral to human learning, illuminating economic models of choice, neuroscientific models of affective learning, and the workings of the underlying neural mechanisms.

However, in spite of the appeal of simple reinforcement-learning models such as those described above, there is also accumulating evidence to suggest that the human brain in addition uses a more sophisticated

type of learning process called model-based RL. In model-based RL, an agent uses experience with the sequential occurrence of situations (“states”) of the world to build a model of the environment and then evaluates actions by searching the model. This latter model-based approach also requires a prediction error, which is used not to learn about expected future reward, but instead to learn predictions about the transitions between different states in the world. Using fMRI while human subjects performed a sequential, probabilistic Markov decision task we found evidence for the existence of a state-prediction error in the brain, in addition to the previously well characterized reward prediction error signal. The state prediction error was present in intraparietal sulcus and inferior frontal gyrus, and was clearly dissociable from the reward prediction error located predominantly in ventral striatum. These findings provide evidence for the existence of two unique forms of learning signal in humans, which may form the basis of distinct computational strategies for guiding behavior.

(4) Determining the computational role of the superior temporal sulcus, medial prefrontal cortex and ventromedial prefrontal cortex in social cognition

Neuroscientists and psychologists have long invoked concepts such as ‘mentalizing’ or ‘theory of mind’ to describe the capacity to represent the intentions of others. However, the core computational processes underlying this capacity have remained vague and ill-defined. Moreover, while a number of specific brain regions have been implicated in this ability such as medial prefrontal cortex, the literature to date has succeeded only in defining ‘what’ areas are activated during tasks likely to depend on mentalizing, but have yet to characterize ‘how’ these areas actually implement these computations. In this project funded by the GCOE foundation we have taken two major steps. First, we extended a simple computational models of learning into the strategic domain, and built a novel computational algorithm called ‘the influence model’ which describes how people learn to make predictions about the actions and intentions of their opponent, arguably a core feature of mentalizing. Secondly, we applied this model to fMRI data from subjects’ participating in such a two player competitive

game. We were able to show that different components of the network of brain regions previously identified as being involved in mentalizing or theory of mind have specific computational functions during this inference process. In our view, this is a major development in neuroeconomics and social neuroscience, because it brings for the first time a precise computational characterization of the functions of brain areas thought to play a role in 'mentalizing' and higher order strategizing.

In a further experiment we explored whether subjects' neural responses to receiving money and giving money to others can be modulated by social context. More specifically we created a discrepancy in the wealth of two subjects by paying one subject a large lump sum (\$100), and paying the other subject nothing. We then tested for neural responses in each subject using fMRI while they evaluated monetary payoffs to either themselves alone, the other person alone or to a combination of both. The hypothesis is that subjects who are 'poor' will evaluate transfers to the opponent negatively (inequity aversion), whereas subjects who are 'rich' may evaluate transfers to their opponent positively (due to altruism). We showed for the first time that neural responses in ventromedial prefrontal cortex and ventral striatum to the value of the potential outcomes received by the self and other reflect strong modulation as a function of the wealth discrepancy: value signals to other were enhanced in the "rich" subjects, while value signals to self were somewhat reduced relative to "poor" subjects, while the opposite was the case in the "poor" subjects: value signals to self were greater, and the value of transfers to the other were ranked negatively.

(5) Determining the role of the ventral striatum and amygdala in mediating the effects of Pavlovian predictions on instrumental performance.

In another body of work we explore the role of a circuit involving the amygdala and the ventral striatum in mediating the effects of Pavlovian cues that predict reward on instrumental action selection for reward. Broadly this phenomenon is described as "Pavlovian to instrumental transfer" in the literature. We were the first to show that a phenomenon called "specific" pavlovian to instrumental transfer in which a pavlovian cue that

predicts a specific outcome (such as e.g. chocolate chip cookies) selectively modulates or invigorates choice of the instrumental action associated with the same outcome depends on a region of the human ventrolateral striatum (Bray et al., 2008). In subsequent work, we used a high-resolution scanning protocol to delineate the functions of distinct parts of the human amygdala. In doing so we were the first to demonstrate that a part of the amygdala called the human basolateral amygdala complex is also involved in the same form of specific PIT described above while a different amygdala complex called the centromedial complex is involved in a different type of PIT in which Pavlovian cues energize instrumental actions independently of the type of outcome involved, called general-PIT. This double-dissociation is the first report of its kind in the human and indeed primate brains and confirms previous findings established in the rodent literature.

In the above examples, a Pavlovian cue serves to facilitate or improve responding on an instrumental action. However in some cases, Pavlovian predictions might also exert adverse effects on instrumental behavior. One example where we think this might happen is a phenomenon described in the psychology literature as "choking". In "choking" when a particular task must be performed under high pressure or high stakes circumstances performance sometimes inexplicably drops. For example, why is it that highly experienced sports-people such as golfers sometimes miss very easy shots in a high-stakes competition that they would ordinarily be able to succeed at in their sleep, or why is that superstar soccer players miss penalty kicks in a competition finale, even though they can routinely hit these shots on target while practicing? To address this question we used fMRI, in conjunction with a novel incentivized skill-task, to examine the neural processes underlying behavioral responses to large compared to smaller incentives. Consistent with previous behavioral findings, in our study very relatively in our case high incentive levels did not lead to increasingly better behavioral performance but instead the paradoxical consequence of worse performance. At the neural level when participants were initially presented with the amount of incentive available they were to work for,

ventral striatal activation increased with increasing incentives, consistent with previous research implicating this area in processing expected future rewards; however when they performed the work itself, the striatum deactivated in proportion to the magnitude of increasing incentives. Critically, participants' degree of striatal deactivation during motor performance was also significantly correlated with the degree to which behavioral performance decrements occurred. At a computational level this pattern of neural activity led us to hypothesize that moving from an anticipatory phase to the motor performance phase involved a switch in reference point from a gain frame to a loss frame such that during motor performance participants focused on the potential loss arising from failing to perform the task successfully. The degree to which an individual is averse to the prospect of such losses would according to this hypothesis be predictive of behavioral performance decrements. Confirming our hypothesis, significant correlations were observed between the degree of activity decrease in ventral striatum during performance and a participants' independently measured behavioral loss aversion. Moreover, the extent to which participants' exhibited performance decrements as a function of increasing incentives was strongly correlated with behavioral loss aversion. These findings suggest that performance decrements in response to increasing incentives is driven in part by affective responses engendered by the prospect of losing the incentive through failure. We consider that the engagement of "aversive affective responses" arises from the elicitation of Pavlovian processes, similar to that described in the studies above, but where in this case the Pavlovian mechanisms

ACHIEVEMENTS RELATED TO GLOBAL COE PROGRAM

iology in areas such as the orbitofrontal cortex, as well as bridging findings from monkey fMRI to human fMRI.

Articles (peer reviewed)

1. Seung-Lim, L., O'Doherty J.P. and Rangel. AR. (2013). Stimulus value signals in vmPFC reflect the integration of attribute value signals computed in fusiform gyrus and posterior superior temporal gyrus, *Journal of Neuroscience*, in press.
2. Payzan-De Nestour, E., Dunne, S., Bossaerts, P. and O'Doherty, JP (2013). The Neural Representation of Unexpected Uncertainty During Value-Based Decision Making, *Neuron*, in press.
3. Cooper JC, Dunne S, Furey T, O'Doherty JP (2013). The Role

interfere with the production of the correct behavior as opposed to facilitating the behavior.

CONTRIBUTION TO THE GCOE AND TAMAGAWA UNIVERSITY COLLABORATION

The collaboration funded by this grant has enabled us to pursue cutting edge and high-risk science that would not have been fundable through traditional non-collaborative mechanisms. The success of this work is manifested in the high number of high quality publications that have arisen. Much of this work has emerged through collaborations with other GCOE members at both Caltech and Tamagawa—e.g. Shimojo, Adolphs, Sakagami and Matsumoto. With regard to the Tamagawa side, we have collaborated with Kenji Matsumoto, providing our expertise in the analysis of neuroimaging experiments being conducted at Tamagawa. In addition, we have on-going collaborations with Masamichi Sakagami. in which we are trying to combine monkey neurophysiology data with human neuroimaging data to establish the relationship between fMRI signals and single-unit activity in dopaminergic brain areas, and to gain insight into the mechanism by which animals and humans can learn to prefer situations in which they have had to exert effort and expend costs in the past.

FUTURE WORK OF RESEARCH COLLABORATION AFTER THE TERMINATION OF GCOE

In future we hope to be able to continue the collaboration started by the GCOE mechanism with Tamagawa – focusing in particular on trying to bridge the findings from functional neuroimaging in humans with monkey neurophysiology. Of particular interest is bridging results from monkey fMRI with results from monkey neurophys-

of the Posterior Temporal and Medial Prefrontal Cortices in Mediating Learning from Romantic Interest and Rejection. *Cerebral Cortex*, in press.

4. Dunne S. and O'Doherty, JP. in press. Insights from the application of computational neuroimaging to social neuroscience. *Current Opinion in Neurobiology*, in press.
5. Prévost C, McNamee D, Jessup RK, Bossaerts P, O'Doherty JP (2013). Evidence for Model-based Computations in the Human Amygdala during Pavlovian Conditioning. *PLoS Comput Biol* 9(2): e1002918.
6. McNamee D, Rangel A, O'Doherty JP. (2013). Category-dependent and category-independent goal-value codes in human ventrome-

- dial prefrontal cortex. *Nature Neurosci.* Feb 17. doi: 10.1038
7. Cooper JC, Dunne S, Furey T, O'Doherty JP (2013). Dorsomedial prefrontal cortex mediates rapid evaluations predicting the outcome of romantic interactions. *J Neurosci.* 2012 Nov 7;32(45):15647-56.
 8. Liljeholm M, O'Doherty J.P. (2012). Contributions of the striatum to learning, motivation, and performance: an associative account. *Trends Cogn Sci.* 16(9):467-75.
 9. Kovach CK, Daw ND, Rudrauf D, Tranel D, O'Doherty JP, Adolphs R. (2012). Anterior prefrontal cortex contributes to action selection through tracking of recent reward trends. *J Neurosci.* 2012 Jun 20;32(25):8434-42
 10. Liljeholm M, Molloy CJ, O'Doherty J.P. (2012) Dissociable brain systems mediate vicarious learning of stimulus-response and action-outcome contingencies. *J Neurosci.* 32(29):987
 11. Prevost C, Liljeholm M, Tyszka M., O'Doherty, J.P. Neural correlates of specific and general Pavlovian to instrumental transfer within human amygdalar subregions: a high resolution fMRI study. *Journal of Neuroscience,* 13;32(24):8383-90.
 12. Chib VS, De Martino B, Shimojo S, O'Doherty JP (2012). Neural mechanisms underlying paradoxical performance for monetary incentives are driven by loss aversion. *Neuron,* 4(3):582-94.
 13. Niv Y, Edlund JA, Dayan P, O'Doherty JP (2012). Neural prediction errors reveal a risk-sensitive reinforcement-learning process in the human brain. *J Neurosci.* 11;32(2)
 14. Cooper JC, Dunne S, Furey T, O'Doherty JP (2012). Human dorsal striatum encodes prediction errors during observational learning of instrumental actions. *J Cogn Neurosci.* 24(1):106-18.
 15. O'Doherty JP (2011). Contributions of the ventromedial prefrontal cortex to goal-directed action selection. *Ann N Y Acad Sci.* 1239:118-29
 16. Wunderlich K, Beierholm UR, Bossaerts P, O'Doherty JP (2011). The human prefrontal cortex mediates integration of potential causes behind observed outcomes. *J Neurophysiol.* 106(3):1558-69
 17. Lim SL, O'Doherty JP, Rangel A. The decision value computations in the vmPFC and striatum use a relative value code that is guided by visual attention. *J Neurosci.* 2011 14;31(37):
 18. Hare TA, Schultz W, Camerer CF, O'Doherty JP, Rangel A. Transformation of stimulus value signals into motor commands during simple choice. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2011 Nov 1;108(44):18120-5
 19. Prevost, C., McCabe, J., Jessup, R, Bossaerts, P. and O'Doherty, J.P. (2011) Differential contributions of basolateral and centromedial amygdala complex in reward and avoidance learning in humans: evidence from high resolution fMRI. *European Journal of Neuroscience,* 34(1):134-45.
 20. Jessup R and O'Doherty J.P. (2011) Human dorsal striatal activity during choice discriminates reinforcement learning behavior from the gambler's fallacy. *Journal of Neuroscience,* 31(17), 6296-6304.
 21. Liljeholm M, Tricomi E, O'Doherty JP, Balleine BW. (2011). Neural correlates of instrumental contingency learning: differential effects of action-reward conjunction and disjunction. *Journal of Neuroscience* 16;31(7):2474-80
 22. Kim, H. Shimojo SS and O'Doherty JP (2011) Overlapping responses for the expectation of food and money rewards in human ventromedial prefrontal cortex. *Cerebral Cortex,* 21(4):769-76.
 23. Plassmann, H., O'Doherty J.P. and Rangel, A. (2010). Appetitive and aversive goal values are encoded in the medial orbitofrontal cortex at the time of decision-making. *Journal of Neuroscience.* 30(32):10799-808.
 24. Wunderlich K, Rangel A, O'Doherty JP. (2010). Economic choices can be made using only stimulus values. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2010 Aug 9, epub.
 25. Glaescher, J, Daw, N.D., Dayan P and O'Doherty, J.P. (2010). States versus Rewards: Dissociable neural prediction error signals underlying model-based and model-free reinforcement learning. *Neuron,* 66(4):585-95.
 26. Bray S., Shimojo S., and O'Doherty J.P. (2010) Human medial orbitofrontal cortex is recruited during experience of imagined as well as real rewards. *Journal of Neurophysiology,* 103(5):2506-12.
 27. Tricomi E, Rangel A, Camerer CF, O'Doherty J.P. (2010). Neural evidence for inequality-averse social preferences. *Nature,* 463(7284):1089-91.64
 28. Hare, T.A., Camerer C.F., Knoeppfle D., O'Doherty, J.P., Rangel A.R. (2010). Value computations in vmPFC during charitable decision-making incorporate input from regions involved in social cognition. *Journal of Neuroscience,* 13;30(2):583-90.
 29. Camus M., Halelamien N., Plassman H., Shimojo S., O'Doherty J.P., Camerer, C. and Rangel.A. (2009). rTMS over the right dorsolateral prefrontal cortex decreases goal values during decision-making. *European Journal of Neuroscience,* 30(10):1980-8.
 30. Valentin VV, and O'Doherty JP (2009). Overlapping neural representations of prediction error for juice and money reward in the human brain. *Journal of Neurophysiology,* 102(6):3384-91.
 31. Chib, V., Rangel A. and O'Doherty JP (2009). Neural Computations Underlying Goal Valuations for Dissimilar Goods. *Journal of Neuroscience,* 29(39):12315-20.
 32. Wunderlich, K., Rangel A and O'Doherty JP (2009). Neural computations underlying action based decision making in the human brain. *Proc Natl Acad Sci USA,* 106(40):17199-204.
 33. Balleine B.W. and O'Doherty, J.P. (2010) Human and rodent homologues in motor control: Cortico-striatal determinants of goal-directed and habitual action. *Neuropsychopharmacology,* 35(1):48-69.
 34. Tricomi, E, Balleine, BW and O'Doherty JP. (2009). A specific role for posterior dorsolateral striatum in human habit learning. *European Journal of Neuroscience,* 29(11):2225-32.
 35. Tobler, P.N., Christopoulos G.I, O'Doherty J.P., Dolan R.J, and Schultz W. (2009). Risk-dependent reward value signal in human prefrontal cortex. *Proc Natl Acad Sci USA,* 106(17):7185-90.
 36. Glaescher, J and O'Doherty, J.P. (2009) Determining a role for ventromedial prefrontal cortex in encoding action-based value signals during reward-related decision making. *Cerebral Cortex,* 19(2):483-95.
 37. Spezio ML, Rangel A, Alvarez RM, O'Doherty JP, Mattes K, Todorov A, Kim H, Adolphs R. A neural basis for the effect of candidate appearance on election outcomes. (2008). *Soc Cogn Affect Neurosci.* 3(4):344-52.
 38. Tobler PN, Christopoulos GI, O'Doherty JP, Dolan RJ, Schultz W (2008). Neuronal distortions of reward probability without choice. *Journal of Neuroscience* 28(45):11703-11.
 39. Tanaka, S., Balleine, B.W. and O'Doherty, J.P (2008). Calculating consequences: Brain systems that encode the causal effects of actions. *Journal of Neuroscience,* 28(26):6750-5.
 40. Bray S, Rangel A, Shimojo S, Balleine B, O'Doherty JP (2008). The neural mechanisms underlying the influence of pavlovian cues on human decision making. *Journal of Neuroscience,* 28(22):5861-6.

41. Hare TA, O'Doherty J, Camerer CF, Schultz W, Rangel A. (2008). Dissociating the role of the orbitofrontal cortex and the striatum in the computation of goal values and prediction errors. *Journal of Neuroscience* 28(22):5623-30.
42. Hampton AN, Bossaerts P, O'Doherty JP. (2008). Neural correlates of mentalizing-related computations during strategic interactions in humans. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 105(18):6741-6.
43. Plassmann H, O'Doherty J, Shiv B, Rangel A. (2008). Market-ing actions can modulate neural representations of experi-enced pleasantness. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 105(3):1050-4.
44. O'Doherty, J.P. and Bossaerts, P. (2008). Towards a mechanis-tic understanding of human decision-making: contributions of functional neuroimaging. *Current Directions in Psychological Science*, 17: 119-123.

Books and other publications

1. Dunne S, O'Doherty JP. Choosing for me or choosing for you: value in medial prefrontal cortex. *Neuron*. 2012 Sep 20;75(6):942-4.
2. Liljeholm M, O'Doherty JP. Anything you can do, you can do better: neural substrates of incentive-based performance en-hancement. *PLoS Biol*. 2012 Feb;10(2):e1001272.
3. O'Doherty JP. Beyond simple reinforcement learning: the com-putational neurobiology of reward- learning and valuation. *Eur J Neurosci*. 2012 Apr;35(7):987-90.
4. Jessup RK, O'Doherty JP. Decision neuroscience: choices of description and of experience. *Curr Biol*. 2010 Oct 26;20(20).
5. Jessup RK and O'Doherty JP. (2009). It was nice not seeing you: perceptual learning with rewards in the absence of awareness. *Neuron* 61(5): 649-50.
6. O'Doherty, J.P. (2009). Value-based learning. Invited contribu-tion to *Encyclopedia of Neuroscience*, Springer-Verlag.
7. Balleine B.W., Daw, N.D. and O'Doherty, J.P. (2008). Multiple Forms of Value Learning and the Function of Dopamine. In Glimcher P.W., Camerer, C. Poldrack, R and Fehr E (Eds.): *Neuroeconomics, decision making and the brain*. Academic Press: New York.

Invited lectures

<2012>

1. Dec. 23 Neural mechanisms of goal-directed and habitual control. Dept of Economics, University of Zurich.
2. Dec. 15 Goal-directed and habitual behavioral control in humans: behavioral and neural underpinnings. Center for Research in Experimental Economics and Decision-Making, University of Amsterdam.
3. Dec. 12 Neural correlates of learning, valuation and decision-making in social contexts. Cognitive Science Center Amsterdam.
4. Nov. 27 The role of uncertainty in learning and behavioural control. University of Rochester, Department of Brain and Cognitive Sciences.
5. Nov. 7 Neural mechanisms of valuation in social contexts. Workshop on Neuroethics of Caring. Brocher Foundation, Geneva, Switzerland.
6. Sept. 12 Neural substrates of goal-directed and habitual control. Workshop on Goals and Habits. Columbia University, New York, NY.
7. Aug. 14 Neuroeconomic Decision-Making. McDonnell meet-ing. UC San Francisco.
8. Aug. 3 Fractionating model-based reinforcement-learning into

- its component neural processes. Rumelhart Symposium. An-nual Meeting of the Cognitive Science Society, Sapporo, Japan.
9. Jul. 14 Valuation, learning and decisions in social contexts. 2012 Cold Spring Harbor workshop on biology of social cognition.
10. Jun. 15 Neural mechanisms underlying valuation and deci-sion-making in social contexts. Keynote lecture: Neuropsychoeconomics meeting, Rotterdam.
11. Jun. 1 Reinforcement learning and beyond: neural systems for valuation and learning in the human brain. BCCN center Hei-delberg-Mannheim.
12. Apr. 2 Neural mechanisms of goal-directed and habitual con-trol. Dept of Psychology, University of Southern California.
13. Apr. 10 Reinforcement Learning And Beyond: Neural Systems For Valuation And Learning In The Human Brain. Dept of Psy-chology. University of Michigan.

<2011>

1. Apr. 29 Reinforcement learning and beyond: neural systems for valuation and learning in the human brain. Dept of Psy-chology, UCSB, Santa Barbara, CA.
2. Apr. 18 Goal-directed and habitual control in the human brain. Invited speaker, University of Indiana, Bloomington.
3. Apr. 12-13 Computational models of the social brain. Invited speaker. The social brain. MRC-CBU Cambridge, UK.
4. Apr. 5 Reinforcement learning and beyond: neural systems for valuation and learning in the human brain. Dept of Psychol-ogy, UCSD, San Diego, CA.
5. Apr. 2 -3 The role of the human orbitofrontal cortex in action and stimulus-based choices. Critical contributions of the or-bitofrontal cortex to behavior. New York Academy of Sciences.
6. Feb. 20-25 Panel member of Ernst Strungmann Forum on Cognitive Search. Frankfurt, Germany.

<2010>

1. Jan. 29 Risk and the brain. Darwin college public lecture se-ries. Darwin College, University of Cambridge, UK.

<2009>

1. Dec. 8 Model-based fMRI and its application to re-ward-learning and decision making. Invited speaker, Univer-sity of Birmingham, UK
2. Sep. 7 Fractionating value-based decision making into its component processes: insights from fMRI. Stockholm brain institute retreat, invited international speaker.
3. Jul. 16 Model-based fMRI and its application to re-ward-learning and decision making. Berlin school of mind and brain, distinguished speaker series.
4. Jan The role of prefrontal cortex in hierarchical decision making, MRC CBU, University of Cambridge, UK

<2008>

1. Jul. Neural substrates of reward-based action-selection in hu-mans. Invited symposium speaker, FENS, Geneva, Switzerland.
2. Mar. Model-based fMRI and its application to reward-learning and decision making. Swammerdam lecture, invited plenary speaker. Graduate School of Neuroscience, University of Am-sterdam, Amsterdam, Netherlands

Awards

- February 2010 - Elected Faculty Member, Parmenides Foundation, Germany
- December 2009 Elected Fellow of Association for Psychological Science.
- October 2009 Fellow of Trinity College Dublin