



【グローバル COE 研究員 (P D)】

池田 隆 Takashi Ikeda

現所属：京都大学 iPS 細胞研究所 特定研究員

玉川大学在籍期間：2007 年 4 月～2010 年 3 月

(GCOE 研究員：2008 年 10 月～2009 年 3 月)

担当指導教員：佐々木 哲彦、佐々木 正己

研究テーマ：バキュロウイルスを用いたセイヨウミツバチへの遺伝子導入法の開発

キーワード：ミツバチ、バキュロウイルス、遺伝子導入、エピジェネティクス、カースト分化

■グローバル COE 期間中の研究活動

セイヨウミツバチは、優れた記憶・学習能力を持っている。また、高度な社会性(真社会性)をもち、カーストごとに全く異なる形態や行動をとっている(カースト内でも分業があり、それぞれのタスクが決まっている)。これらを可能にする体内(脳内)で DNA レベルで起きていること、行動をつなげる分子メカニズムに関してはほとんど明らかになっていない。セイヨウミツバチはゲノム DNA の全塩基配列が明らかにされており、ヒトと共通の遺伝子も数多く持っていることがわかっており、このモデル昆虫を用いて研究することで、人間の行動を司る分子基盤の理解にもつながる。しかし、遺伝子機能解析の方法が乏しいことなどがミツバチで遺伝子レベルの研究を進めるために大きな障壁となっており、理解はあまり進んでいない。

(1) そこで、バキュロウイルスを利用したセイヨウミツバチへの遺伝子導入法の開発を行なった。ポリヘドリン遺伝子の ORF 部分を EGFP 遺伝子に置き換えたウイルスを作製し、女王バチの蛹にインジェクションしたところ、インジェクション部位周辺で EGFP タンパク質の発現が確認された。また、インジェクションされた蛹は成虫にまで発生し、成虫脱皮後も外来遺伝子(EGFP)は発現し続けていた。ウイルスがミツバチの中で感染を拡大し続けられれば、その毒性が問題になると思われるが、実際感染はそれ以上拡大することはなかった。なお、このウイルスベクターは働きバチでも同様に働いた。女王バチへの遺伝子導入は、遺伝子組み換えミツバチの作製に必須であり、今回の結果はその第一歩である。また、感染の組織嗜好性があるためまだ改善が必要であるが、一過性の遺伝子導入であっても、今回開発したバキュロウイルスベクターをもちいた方法は、遺伝子機能解析に向けた大きなツールとなりうる。

(2) さらにもう一つの課題として、社会性を作るのに必須であるミツバチのカースト分化と遺伝子のメチル化に関する研究も行なった。

DNA のメチル化酵素がカースト分化に重要であることが示唆されているが、具体的にどのような遺伝子のどの部位がメチル化されているかに関する情報はほとんどない。そこで、カーストや発生段階特異的な発現パターンを示す Hexamerin110 遺伝子全体のメチル化状態を解析し、この遺伝子が発生段階、カーストによりそれぞれ特徴的なメチル化パターンを示していることを見いだした。

■グローバル COE 終了後の研究予定

細胞はそれぞれの性質(分化状態=種類)ごとにグローバルな遺伝子発現や、エピジェネティック状態が異なっている。“どのような最上流転写因子(群)が” “どのような仕組みで” その状態を作り出し、維持しているのかについて、現在研究を行っており、細胞が多様な性質を生み出す根本的な分子メカニズムの解明を目指している。

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. [Takashi Ikeda](#), Seiichi Furukawa, Jun Nakamura, Masami Sasaki, Tetsuhiko Sasaki CpG methylation in the hexamerin 110 gene in the European honeybee *Apis mellifera* L. (Journal of Insect Science, 2011 年 11, 74)
2. [Takashi Ikeda](#), Jun Nakamura, Seiichi Furukawa, Panuan Chantawannakul, Masami Sasaki, Tetsuhiko Sasaki Transduction of baculovirus vectors to queen honeybees, *Apis mellifera* L. (Apidologie, 2011 年 42 巻 461-471 頁)
3. Takahiro Kagami, Seiichi Furukawa, [Takashi Ikeda](#), Masaru Hojo, Jun Nakamura, Masami Sasaki, Tetsuhiko Sasaki 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, 2010 年 16 巻 11-18 頁)

学会等発表<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. 池田隆、古川誠一、中村純、佐々木哲彦 セイヨウミツバチ Hex 110 遺伝子のメチル化の解析 (第 54 回日本応用動物昆虫学会大会 千葉 2010 年 3 月)
2. 古川誠一、池田隆、佐々木正己、佐々木哲彦 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 2010 年 3 月)

活動実績

- 玉川大学 COE 若手の会談話会第 41 回において講演「バキュロウイルスを利用したミツバチへの遺伝子導入法の開発」(2008 年 12 月)

共同研究実施状況

- バキュロウイルスを利用したミツバチへの遺伝子導入法の開発に関して、Chiang Mai 大学の Chantawannakul 博士と共同研究を行った。



【グローバル COE 研究員 (P D)】

井出 吉紀

Yoshinori Ide

現所属：脳科学研究所・科研費研究員

玉川大学在籍期間：9年間

(GCOE 研究員：2008年10月～2010年3月)

指導担当教員：相原 威

研究テーマ：連合学習により聴覚野に生じる可塑的変化の光計測とその神経メカニズムの研究

キーワード：大脳皮質聴覚野、可塑性、古典的条件付け、光計測

■グローバル COE 期間中の研究活動

音と電気刺激による恐怖条件付けは情動記憶の研究でよく用いられている。恐怖条件付けにより聴覚野細胞の周波数受容野が変化し訓練周波数への同調が強くなり、また一次聴覚野の訓練周波数に対応する領域が拡大するなど、このパラダイムを用いた聴覚野可塑性の研究も多く行われている。しかしながら、上記の研究を含めたこれまでの国内外の研究は、条件付け後、音刺激の提示→電気刺激を想起→恐怖反応という一つのアプローチしか試みられていないのが現状である。一方、本研究では通常我々が A と B という 2 つの事柄を連合学習し、それらを想起する際、A から B を連想し想起することも、逆に B から A を連想し想起することも可能であることに着目し、音と電気刺激による連合学習において、両足電気刺激により音情報が想起され、聴覚野に応答が生じるのではないかという予測の下、両足電気刺激に対する聴覚応答を光計測法で調べた。その結果、まず一次聴覚野の訓練周波数に対応する領域が短期間の訓練で拡大することを光計測法により見出した (Ide et al. 2012)。また、音と両足電気刺激による学習を行っていない個体では両足電気刺激に対する聴覚野の応答が観測されなかったが、学習を行った個体では応答が観測され、その時の応答領域を調べると訓練周波数の音に対する応答領域と高い相関 (相関係数: 0.8) があり、以上の結果から訓練周波数の音に関する音情報が想起されている可能性が示唆された (Ide et al. 2013)。さらに、この聴覚野応答にアセチルコリンが関与していることを見出した。本学のグローバル COE プログラムは「社会に生きる心の創成」をテーマに掲げ人間の心に焦点を絞り、「知 (記憶・学習)」、「情 (感情)」、「意 (意思決定)」のメカニズムの解明に力を注いでいる。本学ではその実現のため、①経済②倫理観③友愛④神経科学基礎の 4 つのアプローチか

ら取り組んでいる。本研究は、④神経科学基礎の立場から知 (記憶・学習) と情 (感情) のメカニズム解明を目指すものであり、本研究の知見から情 (感情) により知 (記憶・学習) が強化され、情 (感情) により一度固定された記憶が脳内で想起されることが明らかとなり、本学のグローバル COE に貢献できたと考えている。

■グローバル COE 終了後の研究予定

現在、これまでの音と両足電気刺激による恐怖条件付けに光刺激を加えた 2 次条件付け課題に取り組み、計測領域もこれまでの聴覚野に加え、視覚野、体性感覚野の計 3 領域同時計測を試み、2 次条件付け時の視聴覚情報の統合について調べ、既にいくつかの新しい知見を得ている。今後は、大脳皮質のみならず、記憶の場として重要な海馬や扁桃体へ広げ、また計測技術も光計測だけでなく、ユニットレコーディングなど幅広くチャレンジしていく。本研究を通じて、記憶のメカニズムの解明ならびに、現代人の心の問題、特にトラウマなど心的外傷の治療に貢献できればと考えている。

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Yoshinori Ide, Muneyoshi Takahashi, Johan Lauwereyns, Guy Sandner, Minoru Tsukada and Takeshi Aihara "Fear Conditioning Induces Guinea Pig Auditory Cortex Activation by Foot Shock Alone" *Cogn Neurodyn* 7 (2013) 67-77.
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*. Amsterdam, The Netherlands: Springer (2012) 765-771.
3. Yoshinori Ide, Takashi Miyazaki, Johan Lauwereyns, Guy Sandner, Minoru Tsukada and Takeshi Aihara "Optical imaging of plastic changes induced by fear conditioning in the auditory cortex" *Cogn Neurodyn* 6 (2012) 1-10.
4. Yoshinori Ide, Johan Lauwereyns, and Minoru Tsukada "Optical Imaging of Plastic Changes Induced by Fear Conditioning in the Auditory Cortex of Guinea Pig" *Lecture Notes in Computer Science*, Springer, 5506 (2009) 416-422.

学会等発表

<国際会議>

1. Yoshinori IDE, Muneyoshi Takahashi, Johan M. Lauwereyns, Minoru Tsukada, and Takeshi Aihara "Activation of Guinea Pig Auditory Cortex Induced by Foot Shock Alone after Fear Conditioning" *The Society for Neuroscience, Neuroscience2011*, 693, Nov. 15, Washington DC, 2011
2. Yoshinori IDE, Muneyoshi Takahashi, Johan Lauwereyns, Guy Sandner, Minoru Tsukada, and Takeshi 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*, B279, July 15, Florence, 2011
3. Yoshinori IDE, Muneyoshi Takahashi, Johan Lauwereyns, Minoru Tsukada, and Takeshi Aihara "Integration of Hetero Inputs to Guinea Pig Auditory Cortex Established by Fear Conditioning" *The 3rd International Conference on Cognitive*

Neurodynamics, ICCN2011, P39, June 10, Niseko, 2011

4. Yoshinori IDE, Minoru Tsukada, and Takeshi Aihara "Optical imaging of plastic changes induced by fear conditioning in the auditory cortex" The Society for Neuroscience, Neuroscience2010, 169.9, Nov. 14, San Diego, 2010
5. Yoshinori IDE, Jan LAUWEREYNS, Guy SANDNER, and Minoru TSUKADA "Optical Imaging of Plastic Changes Induced by Fear Conditioning in The Auditory Cortex of Guinea Pig" Dynamic Brain Forum 2009 (DBF '09), March 2-4, Atami, 2009
6. Yoshinori IDE, Jan LAUWEREYNS, and Minoru TSUKADA "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

<国内会議>

1. 相原威、酒井裕、藤井聡、塚田稔、井出吉紀「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」新学術領域研究「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」平成24年度第2回全体会議、12月20日、東大・駒場、2012
2. Yoshinori IDE, Muneyoshi Takahashi, Johan Lauwereyns, Minoru Tsukada, and Takeshi Aihara "Integration of Different Sensory Modalities in the Auditory Cortex Established by Fear Conditioning" The 34st Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society (Neuro2011), September 14-17, Yokohama, 2011
3. 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, 40, September 8-10 (Keio University), 2010
4. Yoshinori Ide, Minoru Tsukada, Takeshi Aihara "Optical Imaging of Plastic Changes Induced by Fear Conditioning in The Auditory Cortex" The 33st Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society (Neuro2010), September 2-4, Kobe, 2010
5. 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月27-30日、札幌、2010
6. Yoshinori Ide, Jan LAUWEREYNS, Guy SANDNER, Minoru Tsukada "Optical imaging of plastic changes induced by fear conditioning in the auditory cortex of guinea pig" The 31st Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, July 9-11, Tokyo, 2008

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. 井出吉紀、塚田稔「恐怖条件付けによりモルモット聴覚野に生じる可塑的变化の光計測」、聴覚研究会、11月28日-29日、豊橋、2008

外部資金獲得状況

- 連合学習により聴覚野に生じる可塑的变化の光計測とその神経メカニズムの研究、平成21-22年度科学研究費補助金、若手研究(B)、日本学術振興会、3,120千円、2009-2011.

その他の特筆すべき成果

- 2009-2011年、SSH(スーパーサイエンスハイスクール)リ

サーチ脳科学にて講師担当

- 内容：心理学・電気生理学・動物行動学に関する講義と実験/研究の指導。学内外での研究発表の指導。
- 2010年8月、SSH生徒研究発表会(文科省/JST主催)にてポスター発表特別賞(全国118校中第3位)
- 2010年3月、第3回つくば生物研究コンテスト高校生の部ポスター発表 銀賞
- 2012年3月27日、高校生体験理科教室「コミュニケーションする脳!？」にて講師担当
- 内容：コース4。「脳に記憶を書きこもう<神経生理・海馬スライス>」を担当。
- (玉川大学脳科学研究所、文部科学省科学研究費補助金 新学術領域研究「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」、「予測と意思決定の脳内計算機構の解明による人間理解と応用」主催)



【グローバル COE 研究員 (P D)】

伊藤 岳人 Takehito Ito

現所属：放射線医学総合研究所 分子神経

イメージング研究プログラム博士研究員

玉川大学在籍期間：2010年5月～2013年3月

指導担当教員：下條 信輔、松田 哲也

研究テーマ：認知心理学実験と fMRI 実験による
高次脳機能の神経基盤の解明研究

■ グローバル COE 期間中の研究活動

1. 顔の選好意思決定過程における心变りの神経基盤の解明

我々は日常生活の様々な局面において多様な選択を迫られ、その都度意識的であれ無意識的であれ選択、つまり意思決定を行っている。認知心理学の進歩により、ヒトの意思決定の神経基盤はその大部分が明らかとされてきた。しかしながら、これまでの認知心理学研究においては、その意思決定がその場限りの一時的なものであるのか、あるいはある一定の永続性を持ったものであるのかの議論はほとんどなされていない。我々は日常的な経験から、一度ある選択をしたとしても、その後選択を他方へ変えることがしばしばあることを知っている。意思決定の神経メカニズムの大部分が解明された一方で、このような選択の変化、つまり心変わりが起こる神経メカニズムについてはほとんど議論されてこなかった。そこで本研究では、顔の好みを判断する二者択一の選択課題（選好判断課題）を遂行しているときの被験者の脳活動を撮像し、被験者の行動選択に基づき、選択の変化が起こるときと起こらないときの脳活動を比較検討すること

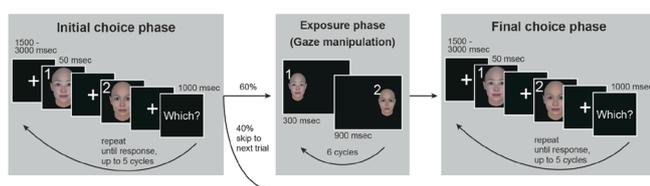


図1. 実験課題； 各トライアルは1回目の選好判断課題、視線操作、2回目の選好判断課題より成る。タスクをランダムにするため、1回目の選好判断課題の後、全トライアル中40%のトライアルで視線操作と2回目の選好判断課題をスキップするようにした。1回にのMRIスキャンで40トライアル行い、各被験者2スキャン行った。選好判断課題では、画面に二枚の顔が交互に提示され、被験者はボタンを押して、より好みの顔を選択する。それぞれの顔は最大で5回まで提示され、被験者は5回以内に選択をする。

で、心变りの神経メカニズムを解明することを目的とした。

実験課題の各トライアルは、1回目の選好判断課題、受動的な視線操作、2回目の選好判断課題より成る（図1）。選好判断課題では、画面に2つの顔が繰り返し提示され、被験者は5回の内に2つの顔からより好みの顔を選択する。また、選好判断における選択の変化（心変わり）は非常に起こりにくいため、2003年に下條らによって報告された視線操作法を用いた。この操作法では、1回目の被験者の選好判断と異なる顔を選択するようにバイアスをかける。具体的には、1回目の選好判断で選択しなかった顔の呈示時間を900ミリ秒、選択した顔の呈示時間を300ミリ秒とした。また、課題をランダムにするため、全トライアル中40%のトライアルでは、1回目の選好判断課題が終了した後、視線操作と2回目の選好判断課題をスキップし、次のトライアルへと進むようにした。

MRIデータの解析結果を、図2に示す。図2では、1回目の選好判断で選択した顔をface A、選択しなかった顔をface Bとし、各MRIデータは選択が変わらなかった場合は、Avs.Bコントラストを示し、選択が変わった場合はBvs.Aコントラストを示す。また、被験者がボタンを押して顔の選好判断をしたサイクルをlate cycleとし、その直前のサイクルをearly cycleとする。選択が変わらない場合、1回目、2回目の選好判断のearly cycleにおいては、被験者が選択する顔を見ているときに尾状核は顕著な活動を示し、これは被験者が選択した顔と尾状核が相対的により魅力的であると判断した顔が一致していることを意味する。一方で、選択が変わる場合では、1回目の選好判断において尾状核はBvs.Aコントラストで高い活動を示しており、これは1回目の選好判断では尾状核がより魅力的と判断した顔と被験者の選択が一致しないことを意味している。しかしながら、この尾状核の活動は2回目の選好判断のearly cycleまで持続し、その後被験者は尾状核が高い活動を示したほうの顔を選択した。これらの結果から、1回目の選好判断において、尾状核はどちらかの顔に対し顕著な活動を示し、被験者の選好判断が一致した場合には選択の変化は起こらない。しかしながら、1回目の選好判断で尾状核がより魅力的であると判断した顔と被験者の選択が一致しない場合があるが、そのような場合であっても、2回目の選好判断で尾状核が高い活動を示した顔と被験者の選択が一致することが分かった。

また、先行研究により、ヒトが魅力的な顔の判断するときには、眼窩前頭皮質と海馬に活動に強い相関が見られることが報告されており、本研究でも同様の解析を行

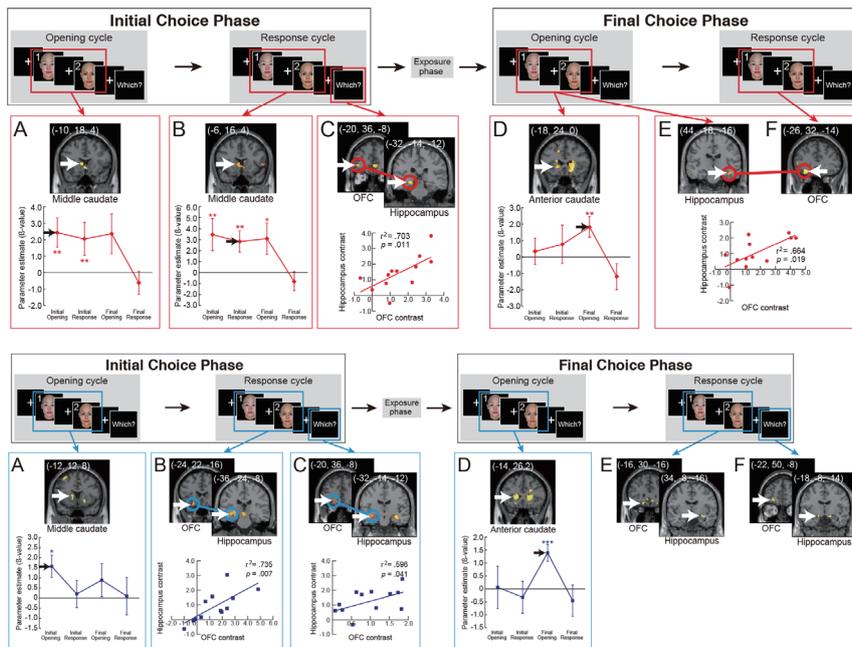


図2. 選択が変わらない場合(上)と変わった場合(下)の尾状核、海馬、および眼窩前頭皮質の活動の経時変化；1回目の選好判断で被験者が選んだ顔をface Aとし、選ばなかった顔をface Bと表記する。選択が変わらなかった場合の賦活画像はface A vs. face Bコントラストを、また変わった場合はface B vs. face Aコントラストを示す。矢印は、各領域のピークボクセルを示す。また、青および赤丸は、眼窩前頭皮質と海馬の活動に相関が見られた領域を示す。

った。その結果、選択が変わらない場合には、1回目の選好判断において、2つの部位に顕著な活動の相関が見られた(図2青丸、B、C)。一方で選択が変わる場合には、1回目の選好判断において2つの部位に活動の相関は見られないが、2回目の選好判断において強い相関が見られた(図2赤丸、E、F)。

これらのデータより、心変わりが起こる神経メカニズムは以下のように考えられる。2つの顔からより好みの顔を選ぶ際、初見で尾状核は一方の顔に対して顕著な活動を示し、より魅力的な顔を判断している。その後、眼窩前頭皮質と海馬の活動の強い相関を伴ったのち被験者が選好判断を行った場合、心変わりは起こらない。一方で、尾状核の活動と一致しない方の顔を選択してしまうことがあるが、このような場合でも、尾状核の活動に表象されるように潜在的レベルに留まっていた情報が、眼窩前頭皮質と海馬の活動に強い相関として顕在的レベルまで到達することで、被験者は尾状核がより魅力的であると判断した顔を選択するようになる。別の言い方をすれば、初見における尾状核の活動を見れば、将来的に被験者がどちらの顔を選択するかを予想することができる。また、心変わりが起こる場合においてのみ、前帯状皮質など decision conflict を表彰する部位において、広範囲に渡り強い活動が見られることから、心変わりは decoding error による可能性も考えられる。

2. 速記技能習熟者の神経メカニズム解明

速記とは速記符号とよばれる専用の符号を用いて、話者の言葉を即座に書き記していく、極めて高い技術を有する筆記術である(図4)。主に国会や法廷などで広く使われており、特に衆参両院では、文部科学省認定の速

記技能検定試験1級を有していなければ採用されない。

A) 発光ダイオードは、1962年にアメリカで発明された。LEDとも呼ばれ、現在、日本では家庭用照明としても普及し始めている。

B) 速記の原文と速記の比較

図4. 日本語の原文(A)と速記の比較(B)

速記1級者は1分間に540～600音節程度の文字の書き取りが可能であり、一般人が90～100音節程度に留まることと比較すると、その技術レベルの高さを窺い知ることが容易である。人が音声聞き文字に落としていく過程は複数のプロセスに分けられる；1. 音声を認識する、2. 頭の中で音声を文字へ変換する、3. 変換された文字イメージを筆記具で書記する。音声認識では聴覚野の関与が考えられるが、1分間に600音節という話速は話の内容を理解するだけでも極めて困難な速さであり、速記者では一般人よりも音声認識力が向上していることが推測される。また、同様に文字へと変換する過程においても同様のことが考えられる。つまり、一般人と比較して膨大な情報量に対して、正確に速記符号に変換していかなければならない。さらに、書記過程においても瞬時の判断は非常に重要であり、日本語では同音異義語が多数存在し、当然のことながら書記ミス訂正を行うだけの時間的余裕がないことを考慮すると、速記者は常にどの単語が最適であるかを話の流れの中から瞬時に判断できる能力を要求される。速記者のインタビューを参考すると、これらすべてのプロセスをほぼ潜在レベルで処理している点も非常に興味深い事実である。

以上を、まとめると、速記1級者においては、様々な運動制御ネットワーク、あるいは情報処理ネットワークが一般人よりも高度に精練、あるいは熟達化されており、それにより高度な速記術が支持されていると考えられる。速記者は長いライフスパンの大半を、速記術の習得、修練についやしており、速記者の神経ネットワークを解明することで、長期にわたる高度な技術の習得に伴う神経ネットワークの再構築、あるいは可塑性を解明することができると思われる。本研究では、速記術の技能習熟によって、運動制御、あるいは情報処理機構が、どのように神経ネットワークによって支持されているのかを明らかにすることを目的とした。

本実験パラダイムは、書記、空書、イメージ、聞き流す、逆再生の5つのブロックから構成されている(図5)。両群で反訳正答率に差が出ないようにするために、何れの条件においても聞き取る音声量は群毎に調整しており、プレ実験のデータを基にプロ160音節/20秒、一般30音節/20秒とした。MRI スキャン中はヘッドホンから音声は流れており、各ブロックの指示に従って被験者は作業を行う。“書記”条件では、被験者は流れてくる音声を、速記者は速記符号で、一般人は漢字平仮名等で、可能な限り紙に書いていく。“空書”条件では、被験者は書記条件と同様に音声を聞くが紙には一切文字を書かないようにしてもらい、手腕の動きは通常の書記と同じように行う。“イメージ”条件では、手腕は一切動かさず、紙に文字を書いている状態をイメージする。“聞き流す”条件では、被験者は単に流れてくる音声に耳を傾ける。“逆再生”条件では周波数帯は同じであるが逆に再生した音声は流れてくるため、言葉として認知できないのでただ聞き流す。

訳正答率はそれぞれ $95.0 \pm 0.86\%$ 、 $93.5 \pm 0.87\%$ という結果になった ($p=0.197$)。正答率が90%程度になるように設定した理由は、上で述べたような音声入力から文字としてのアウトプットまでの処理を両群ともに最大限にするためである。fMRI データの解析は、“書記 vs. 逆再生(以下、書記)”、“イメージ vs. 逆再生(イメージ)”、“聞き流す vs. 逆再生(聞き流す)”で示している。

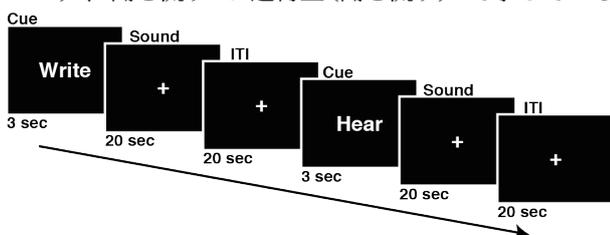


図5. 実験課題； MRI 課題は5つの条件、“書記”、“空書”、“イメージ”、“聞き流す”、“逆再生”より成る。各条件はランダムに提示され、被験者は各条件の支持に応じて課題をこなす。MRI スキャン中、音声はヘッドホンより流れる。

なお、“空書”条件のデータは解析上問題があったため、以下の結果から除外してある。

速記者の特異的な運動技術をサポートする神経基盤を解明するため、速記者と一般人のfMRI データの群間比較を行った。その結果、“書記”、“イメージ”、“聞き流す”のそれぞれの条件において、速記者は一般人より被殻の前部において顕著な活動が見られた(図6)。選好実験により、運動技術の習得には被殻が強く関与していることが報告されており、特に被殻前部は新しい技術の習得に、一方で被殻後部は取得された技術の遂行(自動運動処理)に重要であると考えられている。速記者では被殻前部に活動が見られたが、これは先行研究の結果とは異なる知見である。しかし、これまで報告された先行研究では、長期の運動学習とはいえ、数日、あるいは数週間程度に留まるのものあり、長期にわたり、人生の半分以上の時間を速記術の習得と修練に費やしてきたプロの運動技術を支える神経基盤とは異なる可能性は十分に理解できる。

速記者の運動技術をサポートする神経基盤をさらに詳細に調べるため、被殻前部、被殻後部の各領域をシード領域として、“書記”条件について Psychophysiological interaction (PPI) 解析を行った。結果を図7に示す。速記者は、被殻前部の活動に対して、小脳右側と中脳にお

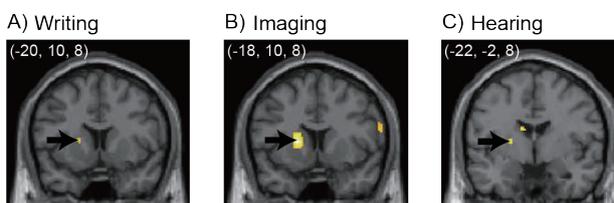


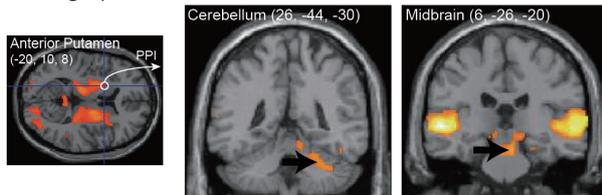
図6. 速記者と一般人の群間比較； 速記者は一般人に対して左側の被殻において、いずれの条件((A)書記、(B)イメージ、(C)聞き流す)でも顕著な活動を示した。矢印は、それぞれのピークボクセルを示す。

いて活動の共振動が見られた一方で、一般人では被殻後部に対して、小脳右側と中脳に同様の共振動が見られた。一般人でも、書記は彼ら自身の人生の中で長期にわたり使用しており、被殻後部がその運動制御の中核であることは十分に考えられる。速記者においては、運動制御の中核が被殻前部に存在することが示唆され、この結果はある特異的な技術を長期に渡り訓練し、熟達度が非常に高いレベルに達したとき、運動制御の中核は被殻後部ではなく被殻前部で担われることを示唆しており、技術の習熟に伴い神経ネットワークの可塑性な再構築が起こる可能性を示唆するものである。

3. 思春期の自我機能の成立とその神経基盤の解明研究概要

自我機能の成長段階にある思春期は、内的な衝動的行動(リスク選好傾向)が強く顕在化する時期である一方で、

A) Stenographer



B) Control

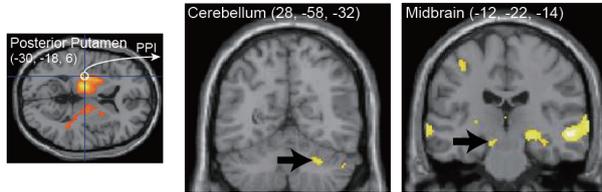


図7. PPI解析の結果；速記者は被殻前部の活動が小脳（A、中）と中脳（A、右）の活動と高い共振動を示す一方、一般人は被殻後部の活動が小脳（B、中）と中脳（B、右）の活動と高い共振動を示した。

社会規範を身につけ、自らの行動を顧みて抑制する自己制御機能が飛躍的に発達する時期でもある。特に思春期の衝動的行動は周辺（社会性）環境に大きく影響されることも知られている。本研究は、社会性環境の違いによる行動選択の変化を検討することで自我機能の成立を行動指標に基づき明らかにし、さらに思春期における自我機能の発達と成熟を脳機能の視点から解明することを目的とする。本年度は、周辺環境の違いが行動選択へ与える影響を検証することで自我機能の成立を行動指標に基づき解明するための実験を行った。まず、実験課題の妥当性の確認と社会性環境の整備を含めた研究体制の確立に努めた。次に、リスク選好傾向と社会規範の理解を客観的尺度で規定するため、不確かな条件下において主観的な判断を要求するギャンブル課題と、社会規範に基づいた行動選択性を検証するための寄付課題を作成した。

実験課題

<ギャンブル課題>

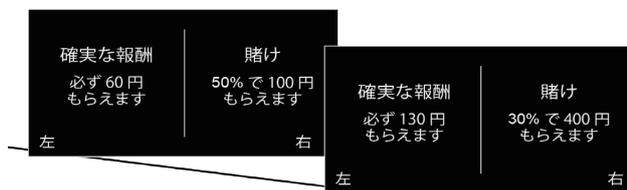


図1. ギャンブル課題

図1に示すように、被験者は金額と確率が異なる様々な条件のギャンブルを行い、各条件において「確実な報酬」か「賭け」を選択した。実験後、被験者の選択に基づき、確率加重関数 α を推定した。

<寄付課題>

被験者には震災以降の日本人の寄付に対する意識調査をするために実験に協力してもらおうと教示した。被験者



図2. 寄付課題

には予め持ち金として4,000円を手渡し、課題の結果によりその一部を実際に寄付すると伝えた。図2上に示すように、被験者は呈示されたそれぞれの寄付条件に対し「承諾」するか「拒否」するかを選択した。被験者の損失額と寄付金は5セル×5セルのマトリックス（図2下）になっており、各条件が2回ずつ呈示された。実験終了後、実際に被験者が寄付に承諾したセルをランダムに選択し、該当のセルの損失額を謝金から差し引き、その際の寄付金額を寄付した。

<社会性環境>

1人で課題を行う以外に、被験者の様子を見ている他者として「親しい友人」、「同年代の他人」、「異なる年代の他人」の3条件を設定した。本年度は前2条件で実験を行った。

本年度の成果、考察、今後の予定

両課題共に数名の被験者で実験を行い妥当性を確認することができたため、大学生数十名の被験者を対象に実験を行った。ギャンブル課題の結果より、「同年代の他人」が見ているときは1人で課題を行っているときよりも確率に対する主観的な判断が大きく歪められることが確認できた（図3左）。特に、1人で課題を行っているときに高い α 値を示す被験者ほどその傾向が大きいことが分かった（図3右）。不確かな条件下における確率に対する主観的な判断は知らない第三者の存在があるとき顕著に影響を受けることを意味しており、上記のリスク選好行動は周辺環境によって影響を受けた結果であることを示唆している。今後「親しい友人」条件においても実験を行い、さらに検証を行うと共に、異なる年齢層の被験者を対象に実験を行う。

一方、寄付課題においては、「承諾」を選択する確率にもまた他人が見ているときに影響を受ける傾向が確認で

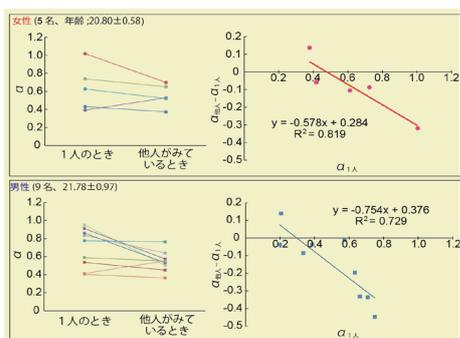


図3. ギャンブル課題の結果



図4. 奇付課題の結果

き、その影響の受け方は社会性環境の違い、被験者の性別により異なることも確認できた(図4)。この結果は、社会規範の獲得と理解に性差があり、自らを顧みたとでの行動選択性あるいは思春期の自我機能の成立には性差があることを示唆していると考えられる。今後はアンケート等で男女間に見られる社会性環境の影響の違いがどのような心理状態を反映しているかを検討していく。また、ギャンブル課題同様、他の年代層を対象に実験を行う。

■グローバルCOE終了後の研究予定

平成25年度より、放射線医学総合研究所へ異動し、「脳科学研究戦略推進プログラム 精神・神経疾患の克服を目指す脳科学研究」に従事する。本研究プログラムでは、うつ病で見られる悲観感情や意欲低下がもたらす悲観的自己評価にかかわる脳機能をfMRIを用いて健常者および患者を対象に評価し、疾患症状および認知バイアスに関連する脳領域・機能的連結脳領域を同定することを目的とする。

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. D.F. Hsu, T. Ito, C. Schweikert, T. Matsuda, S. Shinsuke, "Combinatorial Fusion Analysis in Brain Informatics: Gender Variation in Facial Attractiveness Judgment" Brain Informatics 2011, (2011) LANI6889, 2-20.
2. T. Marutani, N. Yahata, Y. Ikeda, T. Ito, M. Yamamoto, M. Matsuura, E. Matsushima, Y. Okubo, H. Suzuki, T. Matsuda, "Functional magnetic resonance imaging study on the effects of acute single administration of paroxetine on motivation-related brain activity" Psychiatry Clin. Neurosci. (2011) 65, 191-198.

学会等発表<国際会議>

1. 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)
2. Takehioto Ito, Toshiyuki Marutani, Manami Yamamoto, Hidenori Suzuki, Shinsuke Shimojo, Tetusya 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)
3. Takehioto Ito, Toshiyuki Marutani, Manami Yamamoto, Hidenori Suzuki, Shinsuke Shimojo, Tetusya 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>

1. 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
2. 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

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. 伊藤岳人, 丸谷俊之, 山本愛実, 鈴木秀典, 下條信輔, 松田哲也, 「視線操作による顔の選好判断過程の神経基盤の解析」, 『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」』, 2011年10月7日, 生理学研究所

受賞

- 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

外部資金獲得状況

- 若手研究B「fMRIと視線同時計測による視線が意思決定メカニズムに及ぼす影響に関する研究」
- 新学術領域研究「認知心理学実験とfMRI実験による思春期の自我機能の成立とその神経基盤の解明研究」
- 若手研究B「遺伝子多型とfMRIを用いた統合失調症における社会的報酬機能異常に関する研究」



【グローバル COE 研究員 (P D)】

小口 峰樹 Mineki Oguchi

現所属：玉川大学脳科学研究所・科研費研究員

玉川大学在籍期間：2010年4月～2013年3月

担当指導教員：坂上雅道

研究テーマ：知覚経験の概念性と非概念性に関する研究

キーワード：分析哲学・神経哲学・知覚・概念・意識

■グローバル COE 期間中の研究活動

報告者が行った研究は、現代分析哲学のなかでも、神経科学との対話を通じて哲学上の問題にアプローチする「神経哲学」という分野に属するものである。1990年代以降、知覚の哲学の問題圏においては、知覚経験がどのような種類の内容を有しているのかをめぐって、「概念主義」と「非概念主義」という二つの立場の間で活発な論争が展開されている。ここで焦点をなしている問いは、知覚経験が信念や思考と同じ概念的に構造化された内容をもつか否かである。この問いに対して肯定的に答える立場が概念主義であり、否定的に答える立場が非概念主義である。報告者はこれらのうち概念主義の側に立った上で、それに対して従来なされてきた論証の限界を確定し、認知科学や神経科学の知見を活用した自然主義的な観点から新たな論証の構築を目指してきた。

概念主義に対して従来行われてきた論証は、われわれが経験的な信念を有することを前提とした上で、その可能性の条件を探求するという「超越論的な論証」に基づくものであった。こうした論証に対しては、それが目的とする内容概念主義の擁護には不十分であるという批判がなされている。これに対して報告者は、知覚システムの初期感覚過程に関する諸理論 (Z. Pylyshyn の視覚的指標理論や M. Matthen の感覚的分類理論) を分析することで、内容概念主義に対する直接的な「自然主義的な論証」を構築した。さらに、選択的注意と現象的意識の関係性についての近年の論争を批判的に検討し、選択的注意の働きが初期知覚過程によって形成される概念的内容を意識化する上で十分なものであることを示した。また、神経科学における二重視覚システム説に対する批判を検討し、それを改訂しつつ擁護する議論を構築することで、われわれの身体的行為の形成過程において経験の概念的 content がどのように位置づけられるべきかを示した。

以上の研究成果は、本グローバル COE が目指してきた文理融合を具体的に遂行するものである。

■グローバル COE 終了後の研究予定

報告者は現在、引続き玉川大学脳科学研究所に所属し、人文科学的な研究手法から実験研究手法へと重点を移行した上で、知覚経験からどのように意思決定が生成してくるかを実験的に解明するという研究に従事している。具体的には、霊長類を実験動物として、二重感染ウイルスベクターシステムを利用した神経経路に対する選択的な薬理的制御を行うことにより、特に前頭葉-基底核系の投射経路が概念形成に基づいたモデルベースト型の意思決定においてどのような役割を演じているのかを明らかにすることを目指している。

■研究活動業績

論文 (公開論文・学術雑誌)

1. 小口峰樹「知覚の命題的構造—概念主義の経験的基盤の探究—」、『科学哲学』、44巻1号、pp. 1-16、2011.

書籍 (著書)

1. ゼノン・W・ピリシン著、小口峰樹訳、『ものと場所：心は世界とどう結びついているか』、勁草書房、2012.

学会等発表<国際会議>

1. Mineki Oguchi, "Attention and Visual Consciousness: How does the conceptual content of perception become conscious?" The 15th annual meeting of the Association for the Scientific Study of Consciousness (ASSC15), Kyoto University, June 10, 2011.

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

【国際会議での口頭発表】

1. Mineki Oguchi, "Does perception admit of contradiction?" Tokyo Forum for Analytic Philosophy (TFAP), The university of Tokyo, May 9, 2013.
2. Mineki Oguchi, "Two visual systems theory and the sensorimotor approach," Joint Workshop "Mind, Consciousness, and Body," Center for Subjectivity Research, University of Copenhagen, March 9, 2012.

【国内学会での口頭発表】

1. 小口峰樹、「二重視覚システム説と現前性」、科学基礎論学会 2013 年度総会と講演会、大阪大学、2013 年 6 月 16 日
2. 小口峰樹、「知覚は矛盾を許容するか?」、応用哲学会第 5 回大会、南山大学、2013 年 4 月 20 日
3. 小口峰樹、「感覚運動依存説と知覚の神経科学」、科学基礎論学会 2011 年度総会と講演会、愛媛大学、2011 年 6 月 5 日
4. 小口峰樹、「概念的な経験内容と理由付与—プレューワー『知覚と理由』を手がかりとして—」、日本哲学会第 70 回大会、東京大学、2011 年 5 月 14 日
5. 小口峰樹、「注意と視覚的意識」、ワークショップ「知覚の哲学—知覚の概念性と現象性」、日本科学哲学会第 43 回大会、大阪市立大学、2010 年 11 月 27 日
6. 小口峰樹、「ニューロマーケティングに関する倫理的考察—疑似科学化と消費者の自律性侵害の問題」、応用哲学会第 2 回大会、北海道大学、2010 年 4 月 24 日

【研究会・シンポジウムでの講演】

1. 小口峰樹、「内容概念主義と状態概念主義」、科研費基盤研究 (C) 「現代的な知覚研究のための哲学的基礎づけとその体系化」研究会、慶應義塾大学、2012 年 8 月 23 日
2. 小口峰樹、「脳科学と心の哲学—哲学と科学の『共生』を考える—」、グローバル COE・UTCP ファイナルシンポジウム 2012 「カタストロフィーと共生の哲学」、東京大学、2012 年 3 月 5 日



【グローバル COE 研究員 (PD)】

小早川 睦貴

Mutsutaka Kobayakawa

現所属：東京情報大学総合情報学部（助教）

玉川大学在籍期間：2008年10月～2013年3月

指導担当教員：河村満

研究テーマ：脳病変例における社会的認知機能

キーワード：パーキンソン病、筋強直性ジストロフィー、
情動、心の理論、意思決定

■グローバル COE 期間中の研究活動

本研究の目的は、グローバル COE プログラム「友愛感グループ」の目的を達成する一翼となるべく、パーキンソン病などの脳変性疾患や、局所脳損傷例などの脳病変例を対象として、ヒトの社会性を担う脳機能やその病理メカニズムを解明することであった。本研究では社会性について、共存する他者からのコミュニケーション情報の認知、自己の行動の適切な選択という、2つの側面から検討した。一連の検討内容の全ては関連学会にて発表を行い、大半について国際誌への投稿を行った。残りの内容についても投稿準備が既に進められている。

コミュニケーション情報の認知に関しては、表情認知や心の理論課題などを用い、他者心理や感情の推測能力を測定してきた。対象疾患として、パーキンソン病、筋強直性ジストロフィー、上側頭溝損傷例における検討を行ってきた。これらの症例に共通して、視線から他者の心理状態を読み取る機能（心の理論）の低下が見られることを示した。各症例においてみられる病巣は異なっており、パーキンソン病では辺縁系を中心とした病巣が想定され、筋強直性ジストロフィーでは前頭葉眼窩面、島皮質、側頭極などの病変が関連していることが示された。これに上側頭溝を加えたネットワークが、心の理論障害を説明可能な領域であることが判明した。

行動選択能力に関しては、ギャンブル課題や報酬学習課題を用いて検討を行ってきた。複数の検討から、パーキンソン病例はギャンブル課題において短期的に高報酬だが長期的には損となる行動を選択することを示し、このことは報酬による行動の促進は損失による行動の抑制を上回っていることが原因と考えられることを示した。また、この行動選択障害の背景に、皮膚電位によって測定される情動反応の低下があることや、眼窩前頭皮質などの構造上の変化が存在していることを示した。こうし

た結果は、PD例の一部でみられる衝動抑制障害と関連していると考えられる。

これらの検討から、脳に疾患を抱えた人々におけるコミュニケーションの様式について新たな知見が得られるとともに、神経基盤の検討から、脳神経科学の分野に理論的な貢献を行うことができたと考えられる。

■グローバル COE 終了後の研究予定

現所属の東京情報大学は医療機関ではないため、ここまでで継続してきた脳疾患例を対象とした検討はできない。しかし、グローバル COE で培ったコミュニケーション機能や行動選択を測るノウハウを活用し、大学生や地域高齢者の精神健康や学習・認知機能のアセスメントといった領域の検討に生かして行きたいと考えている。

■研究活動業績

原著論文

1. Tsuruya N, Kobayakawa M, Futamura A, Sugimoto A, Kawamura M. : Does a lesion in Broca's area cause apraxia? *Neurology and clinical neuroscience*, in press
2. Kobayakawa M, Tsuruya N, Kawamura M. : Theory of mind impairment in adult-onset myotonic dystrophy type 1 *Neurosci Res*, 72, 341-346, 2012
3. Koyama S, Kobayakawa M, Tachibana N, Masaoka Y, Homma I, Ishii K, Kawamura M : Neuropsychological and Radiological Assessments of Two Cases of Apparent Idiopathic Rapid Eye Movement Sleep Behaviour Disorder *European Neurology*, 67, 18-25, 2012
4. Masaoka Y, Kawamura M, Takeda A, Kobayakawa M, Homma I : Impairment of odor recognition and odor-induced emotions in type 1 myotonic dystrophy *Neuroscience Letters*, 503(3), 163-6, 2011
5. Yamano M, Akamatsu N, Tsuji S, Kobayakawa M, Kawamura M : Decision-making in temporal lobe epilepsy examined with the Iowa Gambling Task *Epilepsy Research*, 93(1), 33-8, 2011
6. 近藤正樹, 小早川睦貴, 井堀奈美, 荒木重夫, 河村満 : 意味記憶障害, 物品使用障害を呈した変性性認知症例の検討 *神経心理学*, 27, 233-243, 2011
7. Tsuruya N, Kobayakawa M, Kawamura M. Is "reading mind in the eyes" impaired in Parkinson's disease? *Parkinsonism & Related Disorders*, 17(4), 246-8, 2011
8. 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, 453-457, 2010
9. 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 Sciences*, 290(1-2), 48-51, 2010
10. Takeda A, Kobayakawa M, Suzuki A, Tsuruya N, Kawamura M. Lowered sensitivity to facial emotions in Myotonic Dystrophy Type 1. *Journal of the Neurological Sciences*, 280(1-2), 35-39, 2009
11. 近藤正樹, 望月聡, 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 河村満 : 側頭葉型 Pick 病 (意味性認知症) における行為表出・行為理解障害 高次脳機能研究, 29(2): 268-276, 2009.

12. 近藤正樹, 望月聡, 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 河村満: 失行における身体部位の物品化現象(BPO)と接近現象(Closing-in)の発生機序について Brain and Nerve, 61(2), 196-202, 2009
13. 近藤正樹, 望月聡, 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 河村満: 「伝導性失行」と姿勢模倣障害. 高次脳機能研究, 28(4), 352-360, 2008
14. 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 2008; 23(4):547-52.
15. 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(12), 1352-1360, 2011
16. 小早川睦貴. 意思決定における感情・情動の役割. 作業療法ジャーナル, 45(7), 710-716, 2011
17. 小早川睦貴, 河村満. アルツハイマー病の評価スケール. Brain and Nerve, 62(7), 737-741, 2010
18. 小早川睦貴臨床神経心理学入門 第2回 変性性疾患. 脳神経外科, 38(7), 675-81, 2010
19. 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(5), 656-660, 2010
20. 小早川睦貴. 神経科学が明らかにしたところと脳 “よろこび”のメカニズム. こころの科学, 150, 62-67, 2010
21. 河村満, 小早川睦貴. 社会性と脳. Brain Medical, 21(4), 71-76, 2009
22. 小早川睦貴, 河村満. 認知症にみられる失行症の特徴とその評価法; とくに肢節運動失行を中心に. 老年精神医学雑誌, 20(10), 1099-1102, 2009
23. 小早川睦貴. 神経疾患の新しいパースペクティブ; パーキンソン病の認知機能障害. 昭和医学会雑誌, 69(1), 24-30, 2009
24. 小早川睦貴. ギャンブルする脳: 神経疾患における社会的認知機構. 神経心理学, 25(1), 30-36, 2009
25. 小早川睦貴, 河村満. 視覚性運動失調 (ataxie optique) と Balint 症候群 Clinical Neuroscience, 27(4), 432-435, 2009
26. 小早川睦貴. 失行の新しい捉え方 Brain and Nerve, 61(3), 293-300, 2009
27. Kawamura, M., Kobayakawa M.: Emotional impairment in Parkinson's disease. Parkinsonism Relat Disord. 2009;15(Supplement 1):S47-S52
28. 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, 2375-2379, 2008.

書籍 (著書)

1. 小早川睦貴 メディカルスタッフのための神経内科学 (分担執筆), 河村満 編. 2章 13節 精神症候. pp.83-87 医歯薬出版, 東京, 2012
2. 小早川睦貴 認知症—神経心理学的アプローチ (アクチュアル脳・神経疾患の臨床) (分担執筆), 専門編集 河村満, 総編集 辻谷次. IV. 認知症で起こる神経心理学的症候 社会的認知障害. pp.339-42 中山書店, 東京, 2012
3. 小早川睦貴 ノンバーバルコミュニケーションと脳 —自己と他者をつなぐもの (分担執筆) 岩田誠, 河村満 編. 身体性コミュニケーションとその障害. pp.77-92 医学書院, 東京, 2010
4. 鶴谷奈津子, 小早川睦貴 発達と脳—コミュニケーション・スキルの獲得過程. (分担執筆) 岩田誠, 河村満 編ひとまねの重要性—自閉症スペクトラムにおける模倣障害. pp. 133-50, 医学書院, 東京, 2010
5. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 河村満 社会活動と脳—行動の原点を探る (分担執筆). 岩田誠, 河村満 編 ギャンブルする脳. pp. 113-132 医学書院, 東京, 2008

学会等発表<国際会議>

1. Tsuruya N, Kobayakawa M, Kawamura M, editors. Mind reading impairment in Parkinson's disease. International Neuropsychological Society Mid-year Meeting; 2010 June 30 - July 3; Krakow.
2. Kobayakawa M, Tsuruya N, Murakami H, Kawamura M, editors. Inferring mental state from eye gaze in Parkinson's disease. World Federation of Neurology Aphasia and Cognitive Disorders Research Group; 2010 5.15-18; Istanbul.
3. Tsuruya N, Kobayakawa M, Takeda A, Kawamura M, editors. Reading the mind from eye gaze in Myotonic Dystrophy Type 1. Joint Tamagawa/Caltech Lecture-course on EMOTION; 2009 2.17-22; Pasadena.
4. 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; Oct. 17-21; Chicago 2009.
5. Kobayakawa M, Tsuruya N, Kawamura M, editors. Decision-making and Emotional Responses in Parkinson's Disease. Joint Tamagawa/Caltech Lecture-course on EMOTION; 2009 2.17-22; Pasadena.

<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; Nov. 22-23; 宇都宮栃木県総合文化センター (国際医療福祉大学) 2012. p. 279.
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; 9.14-15; 東京都千代田区学術総合センター (国際医療福祉大学) 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行為障害 第19回 脳機能とリハビリテーション研究会 (優秀発表賞); 4.29; 東京 2012.
4. 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; Nov. 11-12; 鹿児島 2011.
5. 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; 9.15-16; 宇都宮 2011.
6. 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 (旧 日本失語症学会) 学術総会; 11.18-19; 大宮 2010.
7. 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 日本心理学会; 9.20-22; 豊中 2010.
8. 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回日本高次脳機能障害学会; 10.29-30; 札幌 2009.
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; 9.24; 東京 2009.
10. 武田景敏, 小早川睦貴. 治療抵抗性の振戦を主徴とし、一過性の精神症状も認めた経過14年の56歳男性パーキンソン病例について. 第1回品川・大田地区PD治療懇話会; 4月; 東京 2008.
11. 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 (旧 日本失語症学会) 学術総会; 11.20; 松山 2008. p. 186.
12. 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 日本神経心理学学会総会; 9.19; 東京 2008. p. 103.
13. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 武田景敏, 河村満, editors. 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; 2008 10.2-4; 京都.

14. 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 (旧 日本失語症学会) 学術総会; 11.19; 松山 2008. p. 110.
15. 小早川睦貴, 鶴谷奈津子, 河村満. 両側扁桃体限局病変例における表情認知. 第27回 関東臨床神経心理学研究会; 6.28; 東京 2008.
16. 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; 7月 5-6; 山梨 2008.
17. 山野光彦, 赤松直樹, 由比友顕, 辻貞俊, 小早川睦貴, 河村満, editors. 内側側頭葉てんかん患者における意思決定機能 - アイワ・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; 2008 9.18; 東京.
18. 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; 7.5; 山梨 2008.
19. 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; Aug.; Kumamoto 2008.
20. 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; 7月 5-6; 山梨 2008.

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. 小早川睦貴. パーキンソン病における社会的認知機能 ~行動選択に関する検討~. 第73回日本心理学会 ワークショップ「社会的認知の障害 —社会的認知に果たす皮質下の役割—」; 8.26-28; 京都 2009.
2. 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 (シンポジウム講演); 5.28-29; 新潟 2009.
3. 小早川睦貴. ギャンブルする脳: 神経疾患における社会的認知機構. 第32回日本神経心理学会 (シンポジウム講演); 9.18-19; 品川 2008.
4. 小早川睦貴. パーキンソン病における行動選択過程. 城南 PD 講演会; 11.7; 目黒 2008.

受賞

- 優秀発表賞. 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

新聞、雑誌、テレビ、ラジオ他マスコミ関係掲載・出演など

- プレス発表. - 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.
- プレス発表. 脳の社会的活動について考える. 週刊医学界新聞. 2008 10.27.



【グローバル COE 研究員 (P D)】

高橋 英之 Hideyuki Takahashi

現所属：大阪大学大学院 工学研究科 特任助教

玉川大学在籍期間：2008年4月～2013年3月
(グローバル COE 研究員 2009年4月～2013年3月)
担当指導教員：大森隆司
研究テーマ：社会的意思決定を制御する認知メカニズム
のロボットと fMRI を用いた研究
キーワード：社会的相互作用・ロボット・心の知覚

■グローバル COE 期間中の研究活動

我々の認知や意思決定は、相互作用を行う対象に心があると判断することにより様々な調整を受けることがこれまでの研究から示唆されている。このような調整が生じるのは実際に対象が心を持った人間である必要はなく、ロボットなどの人工物であっても一定の条件を満たすことで駆動されるのではないかと我々は考えている。このようなメカニズムをモデル化するために、まず硬貨合わせ課題という単純な対戦ゲームという限局された相互作用状況において、ゲームの相手が人間だと思う「思い込み」がどのように被験者の意思決定に影響を与えるのか、被験者が選ぶ行動の読みづらさをエントロピーという指標により定量化し検討した。その結果、ゲームの相手を人間だと思っただけでこのエントロピーが増大することを行動実験によりまず見出した。さらに fMRI を用いた実験により、エントロピーを増大させる意思決定の背景には扁桃体や前部島皮質といった辺縁系の働きが大きく寄与していることを示し、このようなエントロピーの増大が必ずしも認知的に制御されたものではなく、より情動的、無意識的な影響によるものなのではないかという仮説を立てた、この仮説を検証するために、ロボットと硬貨合わせ課題を行う実験システムを構築し、エントロピーの増大に影響を与える要因を探った所、ロボットに対する被験者の主観的人間らしさの評定はエントロピーには全く影響を与えないが、一方で被験者がロボットの視線に釣られる振る舞いをする場合にエントロピーが高くなることが分かった。これは相手に観察されているという無意識的な感覚がエントロピーを増加させることを示唆する。さらにアンドロイドや infanoid, キーポンといった複数のロボットと被験者が硬貨合わせ課題を行う際のロボットに対する多面的な印象と相関して活動する脳部位を fMRI で計測することにより、この

ような無意識的な観察されているという意識が側頭・頭頂接合部から側頭極に渡る皮質ネットワークで処理されていることを見出した。以上、玉川大学グローバル COE 時代には、ロボットを用いることで社会的相互作用において我々の意思決定を制御する要因とそれを処理する神経ネットワークについて明らかにしてきた。

■グローバル COE 終了後の研究予定

現在は大阪大学大学院 工学研究科 創発ロボティクス研究室において、プロジェクト雇用の特任助教として、より親和的な社会的相互作用(例：母子関係)を制御する脳内メカニズムについて研究している。テーマ的にもこれまでの研究と密接な連続性があり、国際的にも著名な素晴らしい研究環境において玉川大学で培った研究の種を大きく開花させていきたいと考えている。

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. An investigation of social factors related to online mentalizing in a human-robot competitive game., Takahashi, H., Saito, C., Okada, H. and Omori, T., Japanese Psychological Research, 2013/04, 55(2), 144 - 153
2. 高橋 英之、宮崎 美智子「乳児の主体性の萌芽を視線随伴課題で探る」 ベビーサイエンス、2013/03
3. 高橋 英之、岡田 浩之、大森 隆司、金岡 利知、渡辺 一郎「エージェントの擬人化の背景にある並列的な認知処理」 人工知能学会誌 2013/03, 28(2), 264 - 271
4. 高橋 英之、岡田 浩之「幼児はいかに他者という記号をロボットに見いだすか？」 人工知能学会誌 2012/11, 27(6)
5. 高橋 英之、宮崎 美智子「自己・他者・物理的対象に対して構えを変える脳内メカニズムと自閉症スペクトラム障害におけるその特異性」 心理学評論, 2011/08, 54(1), 6 - 24
6. 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」 認知科学 2011/03, 18(1), 9 - 28
7. 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 2011/03, 18(1), 138 - 157
8. 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」 知能と情報 2010, 22(4), 450 - 463

書籍 (著書)

1. 「エピソードでつかむ生涯発達心理学 (シリーズ生涯発達心理学)」 岡本祐子、深瀬 裕子 (編著), ミネルヴァ書房, 2013/04/20
2. 「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」 玉川大学赤ちゃんラボ (共著), 新潮社, 2012/06/29

学会等発表

<国際会議 (ポスター発表) >

1. 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
2. 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

- 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

<国内会議（ポスター発表）>

- 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年9月
- 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年9月
- 西村 望, 高橋 英之, 大森 隆司「視線による絵画鑑賞者の嗜好推定」第11回感性工学会大会, 2009年9月, 芝浦工業大学
- 新在家 範子 高橋 英之 岡田 浩之 大森 隆司「対人インタラクションにおけるロボット表情の曖昧性の効果の研究」日本認知科学会第26回大会, 慶応義塾大学, 2009年9月
- 長村 茉紀, 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」フォーラム顔学 2008, 東京大学, 2008年10月

口頭発表・シンポジウムでの講演など<国際会議>

- Miyazaki, M., Takahashi, H., Okada, H., & Omori, T., Using interactive eye-tracking to investigate infants' sense of agency, The 5th international developmental psychology eye tracking methods conference (EyeTracKids 2012), Minneapolis, USA, 2012/06/05-2012/06/05
- H. Takahashi & M. Miyazaki "The sense of agency estimation in infancy from eye movement", Gaze, Bias, Learning II: Linking Computation, Neuroscience, and Cognitive Development, 2012年3月 東京 (招待講演)

<国内会議>

- 高橋 英之「ロボットの擬人化の背後にある複数の認知処理とその脳基盤」HCG シンポジウム 2012年12月 熊本(招待講演)
- 高橋 英之・宮崎 美智子「インタラクティブ視線計測から心の世界に迫る」比較心身症研究会 2012年12月 東京(教育講演)
- 高橋 英之 海野 健「自閉症児はロボットを擬人化するか? - ヒト・モノ認識の行動・生理指標からの推定の試み -」認知科学会全国大会 2012年12月 仙台
- 高橋 英之, 齋藤 千夏, 古市 光俊, 岡田 浩之, 金岡 利知, 渡辺 一郎「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 -」HAI シンポジウム 2012, 京都, (2012)
- 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「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~」HAI シンポジウム 2012, 京都, (2012)
- 高橋 英之「自閉症児のロボットに対する認識の時間変化の推定」日本乳幼児医学・心理学会大会 2012年11月 東京
- 高橋 英之「ロボットの擬人化の背後にある複数の認知処理とその脳基盤」日本心理学会ワークショップ「社会的機能をはたす“相互作用”とは?」2012年9月 東京 (招待講演)
- 宮崎 美智子・高橋 英之「幼児のロボットに対する距離感と自閉症療育」日本心理学会ワークショップ「身体性発達科学と臨床現場の対話 題目: 定型発達幼児における自己身体表象の獲得」(企画および話題提供) 2012年9月
- 高橋 英之 日本赤ちゃん学会シンポジウム「視線から探る心の起源」企画・司会 2012年6月
- 長井 志江・高橋 英之 日本赤ちゃん学会ラウンドテーブル「乳

幼児の間主観的世界からの自己と他者の気づき~心理学者、ロボット工学者、臨床家の対話~」企画 2012年6月

- 高橋 英之「文脈情報の利用による不確実性対応の脳内メカニズム」日本生理心理学会シンポジウム 2012年5月 札幌(招待講演)
- 高橋 英之・宮崎 美智子「インタラクティブ視線計測から乳児の心の世界に迫る」日本生理心理学会シンポジウム 2012年5月 札幌 (教育講演)
- Takahashi, H. & Miyazaki, M., Can young infants manipulate a cursor in a display by their own eye movement?, The 34th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, パシフィコ横浜, 2011
- 高橋 英之「自他分離の発達過程を視線とロボットから探る」名古屋大学 心理学理論研究セミナー, 名古屋大学, 2011年7月
- 高橋 英之「社会における「他者」とは何か? - 神経科学・ロボット・発達心理学からのアプローチ -」脳科学と経済実験 - 人間社会の理解」研究集会, 筑波大学, 2011年6月
- 高橋 英之, 宮崎 美智子, 村井 千寿子:「遊びと心的帰属 - モノとヒトの境界を決める神経基盤と「おともだち」ロボットへの展望」第11回日本赤ちゃん学会「遊びの進化的, 発達の起源と未来像」(企画および話題提供) 中部学院大学, 2011年6月
- 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 シンポジウム 2010, 慶応義塾大学, 2010年12月
- 高橋 英之, 宮崎 美智子 「こっくりさん」の振る舞いの定量化 -self agency の有無に応じた視線軌道の差異 -」HAI シンポジウム 2010, 慶応義塾大学, 2010年12月 【Outstanding award 最優秀賞受賞】
- 宮崎 美智子, 高橋 英之:「視線により制御される動的インタフェース構築の試み - 美観の読み取りシステム, 注視による遠隔ロボット操作 -」日本心理学会第74回大会ワークショップ「視線計測の新展開-視線で心は測れるか」(企画および話題提供), 大阪大学, 2010年9月
- 片桐 正敏, 高橋 英之「社会性の機能要素の追求・知覚・注意・遂行機能」日本心理学会第74回大会ワークショップ題目: ヒトを扱う脳, モノを扱う脳 (企画および話題提供), 大阪大学, 2010年9月
- 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」日本認知科学会第27回大会, 神戸大学, 2010年9月
- 高橋 英之, 宮崎 美智子「自己主体感の発達過程の検討 - Tobii アイトラッカーによる視線で遊ぶスクラッチカード課題の開発 -」第10回日本赤ちゃん学会学術集会, 東京大学, 2010年6月
- 高橋 英之, 西村 望, 大森 隆司 視線を利用した絵画鑑賞者の即時的嗜好推定 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 玉川大学, 2010年3月
- 高橋 英之「競合場面において mentalizing 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 -」発達科学研究会, 京都大学, 2010年2月
- 高橋 英之「他者が存在することによる意思決定戦略の変容 - fMRI を用いたその神経基盤の検討 -」社会心理学会 WS 社会的意決定の神経経済学, 大阪大学, 2009年10月
- 高橋 英之「意思決定における認知バイアスと報酬学習の相互関係の検討」日本認知科学会第26回大会, 慶応義塾大学, 2009年9月
- 高橋 英之「社会性の背後にある二つの認知的基盤についての仮説 - 自閉症研究とロボット研究を通じたアプローチ -」第4回比較社会認知シンポジウム 京大霊長類研究所 2008年12月
- 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」フォーラム顔学 2008, 東京大学, 2008年10月
- 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」フォーラム顔学 2008, 東京大学, 2008年10月

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」フォーラム顔学2008, 東京大学, 2008年10月
31. 高橋 英之「社会性と認知過程の文脈依存性」日本心理学会第71回大会ワークショップ「社会性の定義を巡って」北海道大学2008年9月
32. 高橋 英之「文脈が意思決定や表情認知に与える影響とその効用」Catkat研究会 青山学院大学2008年5月

活動実績

- ・ 赤ちゃん学会学術集会プログラム委員
- ・ 赤ちゃん学会若手部会幹事

受賞

- ・ HAI2011 Outstanding Research Award 優秀賞, 高橋英之, 宮崎美智子, 岡田浩之, 大森隆司, 2012/12
- ・ HAI2010 Outstanding Research Award 最優秀賞, 高橋英之・宮崎美智子, 2011/12/04
- ・ 日本認知科学会論文賞, 高橋英之, 石川悟, 大森隆司, 2009

新聞、雑誌、テレビ、ラジオ他マスコミ関係掲載・出演など

- ・ 「子どものため」は何のため? ~楽しい子育てリビング虎の巻~, ロボット療育の可能性についてのインタビュー記事, 雑誌ホームシアター。ホワイエ (ステレオサウンド), 2013/03/11

外部資金獲得状況

- ・ 題目「親近性による子どものロボットへの興味喚起プロセスの時空間的モデル化」科研費 新学術領域 人ロボット共生学 (代表 三宅なほみ) 2012~13年度 総額 11,400,000円 (間接経費含む)
- ・ 題目「ロボットを利用した発達障害児療育の有効性の認知的科学的評価」科研費 (若手研究 B 代表) 2011~13年度 総額 4,420,000円 (間接経費含む)
- ・ 題目「コミュニケーションにおけるあいまいな感情表現の有用性のロボットを用いた検証」科研費 (研究活動スタート支援 代表) 2009~10年度 総額 2,639,000円 (間接経費含む)

共同研究実施状況

- ・ ロボットを用いた社会的意思決定の研究には, カリフォルニア工科大学の出馬圭世研究員, 玉川大学の松元健二教授, 松元まどか研究員, 土師知己さん, 岐阜大学の寺田和憲先生, 宮城大学の小嶋秀樹先生, 産業総合研究所の吉川雅博さん, 松本吉央先生, さらに大学院生 (現 NTT IT) の斎藤千夏さんなどが関わっている,
- ・ 同僚であった宮崎美智子研究員 (現: 大妻女子大学) と乳幼児の自己認識の発達に関する研究を行なっている。これに関係する外部資金も獲得している。題目「赤ちゃんの興味が「見える」ベビー・アイチャットゲームの開発と評価」中山隼雄科学技術文化財団 助成研究 A 宮崎美智子, 高橋英之 2011年度 1,950,000円 2012年度 1,680,000円
- ・ 富士通研究所・麻布大学と人とロボットの間での親和的コミュニケーションを神経内分泌系の観点から研究する共同研究を行なっている (2011~) 総額 1,500,000円
- ・ 青山学院大学の清成透子先生, 東京大学大学院生の井上裕香子さんなどと, 顔の信頼性判断に関する視線計測の研究を行なっている

その他の特筆すべき成果

これまで10人以上の工学部・工学研究科の学生の卒業研究・修士論文の指導を行った。指導した学生たちはほぼ全員が学会発表を経験し、自らの行ったことが第三者から評価される体験をしてもらった。

た。学生の一人は学会発表においてポスターアワードを受賞した。



【グローバル COE 研究員 (P D)】

横山 修

Osamu Yokoyama

現所属：東京都医学総合研究所・外部支援研究員

玉川大学在籍期間：2009年5月1日～2013年3月31日

(GCOE 研究員：2011年4月1日～2013年3月31日)

指導担当教員：坂上雅道

研究テーマ：報酬の自由選択におけるサル外側前頭前野の神経活動

キーワード：意思決定、自由選択、外側前頭前野、サル、単一神経細胞活動、局所場電位、多点電極

■グローバル COE 期間中の研究活動

「自由意思」は古くから哲学者を含む多くの人々が思索し、議論が続けられているトピックである。われわれ人間は「自由意思」を持っているように思われるが、その物質的・生物学的基盤は何か。「自由意思」の源泉は前頭葉にあると考えられている。特に、外側前頭前野は、外部環境・刺激に対する定型的な行動よりも、外部状況とルール・知識・自らの欲求などを勘案・統合して目標を決定し、その目標を得るために適した行動の選択および実行の制御に不可欠な役割を果たしていると考えられている。そこで、私は、外側前頭前野において「自由意思」が関わると考えられる自由選択の場面で特異な神経活動がみられるのではないかと考え、実験を行なった。すなわち、本研究では、報酬を自由に選択する「自由選択課題」および指示された報酬を選択しなくてはならない「強制選択課題」を遂行中のサルの外側前頭前野から神経活動を記録し、自由選択課題選択的に観察される報酬の神経表現を同定することを目的とした。それぞれの課題でサルは液晶モニタに呈示された3つの異なる色刺激（以降、「ターゲット刺激」）のいずれかに目を向けることで「選択」し、色に対応した異なる液体報酬（りんごジュース、乳酸菌飲料、塩水またはスポーツドリンク）を与えられた。強制選択課題では、各試行のはじめに呈示される注視点の色で予め指定した色を選択したときのみ報酬が与えられた。自由選択課題と強制選択課題を繰り返し行ない神経活動を記録した。本実験では主に、1本に16チャンネルの電位記録部位を持つ多点電極を用いることで、外側前頭前皮質の異なる深さから複数の単一神経細胞活動および局所場電位を同時に記録した。ターゲット刺激が呈示されてから実際に選択するまでの単一神経細胞活動のなかに、自由選択課題選択的に、選択するターゲット刺激の色や位置ではなく報酬の種類を表して

いるものが見つかった。同様に、局所場電位から、自由選択課題選択的に、選択するターゲット刺激の色や位置にかかわらず、選択する報酬の種類を読み取ることができた。つまり、これらは「自由意思」に関係する神経活動であると考えられる。また、その情報は局所場電位の約70ヘルツ以下の周波数帯に含まれていること、外側前頭前野内に散在していることがわかった。逆に、強制選択課題選択的に選択する報酬の種類を表現している単一神経細胞活動や局所場電位も外側前頭前野内に散在していた。強制選択課題選択的にみられたこれらの信号は、自らの欲求にかかわらず、外界からの指示に従って行動を律するうえで役立っていると考えられる。以上の結果から、外側前頭前野では、内因的な好みに基づいて行動を制御する「自由意思」に関係する回路と、外部環境からの指示に従って行動を制御する回路の両方が混在していると考えられた。本実験結果をまとめた論文を作成中である。

「自由意思」の問題は、玉川大学グローバル COE プログラムが対象としている「ヒトの豊かな心」の源にある問題であり、本研究はその神経基盤の一端に迫ったものであると考えている。

■グローバル COE 終了後の研究予定

平成25年度は東京都医学総合研究所前頭葉機能プロジェクトに移り、引き続き、目的指向的行動における前頭葉の機能に関する研究を継続する。

■研究活動業績

学会等発表

<国際会議>

1. 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. A 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.

<国内会議>

1. 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). 第34回日本神経科学大会, パシフィコ横浜, 2011.9.15-17.
2. 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.

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. 横山修, サル前頭前野のニューロン集団の活動から選択を読み取る. 大阪大学・玉川大学 GCOE 合同ワークショップ, ヒルトン名古屋, 2013.1.19-20.

活動実績

以下の研修、会議およびワークショップ等に参加させて頂いた。

- Tamagawa-Caltech Joint Lecture Course/Reward and Decision-making on Risk and Aversion, Hawaii (USA), 2013.3.5-8.
- 第2回玉川大学脳科学研究所リトリート、湯本富士屋ホテル、2013.2.18-20.
- 玉川大学グローバルCOEプログラム公開シンポジウム「新しい心の科学の構築をめざして」、学術総合センター、2012.12.16.
- 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」、岡崎コンファレンスセンター、2012.10.26-27.
- 包括脳ネットワーク夏のワークショップ、仙台国際センター、2012.7.25-27.
- 神経オシレーションカンファレンス、岡崎コンファレンスセンター、2012.7.12-13.
- 新学術領域「予測と意思決定」第3回領域会議、玉川大学、2012.6.16-18.
- 新学術領域「予測と意思決定」第2回領域会議、東京工業大学、2012.3.8-9.
- 第1回玉川大学脳科学研究所リトリート、湯本富士屋ホテル、2012.2.21-23.
- カリフォルニア工科大学短期研修、カリフォルニア工科大学（アメリカ）、2011.12.4-10.

外部資金獲得状況

- 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）若手研究(B)「内生的な好みに基づく意思決定における前頭前野と大脳基底核の働きの解明」（平成23～24年度）

共同研究実施状況

以下の研究者と神経活動データを共有し解析方法の検討および開発を行なっている。

- Naotsugu Tsuchiya (Monash University, Australia)
- Alessandro Villa (Universite de Lausanne, Switzerland)
- 中川正宣、地村弘二、寺井あすか（東京工業大学）



【グローバル COE 研究員 (P D)】

宮崎 美智子

Michiko Miyazaki

現所属：大妻女子大学・助教／玉川大学・特別研究員

玉川大学在籍期間：2009年1月～2013年3月

指導担当教員：岡田浩之

研究テーマ：コミュニケーション能力の基盤となる認知能力の発達過程の解明

キーワード：自己認知、行為主体感、音象徴性、オノマトペ、語意獲得、対称性推論、乳児、幼児

■グローバル COE 期間中の研究活動

【人材育成面】 GCOE に在籍させていただいた4年3カ月の間、研究に専念できる環境を整えていただいたため、以下の4種類の研究プロジェクトに携わり、積極的に研究を遂行することができた。具体的には、①アイ・スクラッチ課題を用いた乳児の運動主体感の発達メカニズムの研究、②対称性推論能力の獲得に関するヒト乳幼児・チンパンジーの種間比較、③語意学習における音象徴の役割に関する研究、④乳幼児における自己身体表象の獲得過程の研究である。いずれの研究も多くの共同研究者との共同研究であった。分野や専門の異なるメンバーとの議論は大変勉強になった。これらの研究の成果はそれぞれ①投稿中、②投稿準備中、③投稿中、④投稿準備中である。

また、平成22年度にはイギリス・カナダより招へいた若手研究者とのワークショップのオーガナイザーを担当させていただいた。平成23年度・24年度には脳科学研究所若手の会の幹事を担当させていただいた。これらの活動を通じて企画力を向上させることができたと考えている。国内外で活躍する研究者との交流は大変刺激的であり、自分の研究の発展に結びつく示唆的な講演も多数拝聴することができた。

【国際的な研究活動】 慶應義塾大学の今井むつみ先生との研究プロジェクトでは海外の研究者との積極的な交流があり、研究スキルの修練を積むことができた。実験手法を学ぶためにカナダのCBUに短期滞在させていただいた。今井先生のリーダーシップのもと、実験の着想から実施、論文執筆に至るまで外国人研究者とのメールやスカイプでのやりとりを通じて研究を進めていったため、海外での研究の進め方を身近に学ぶことができた。語意獲得における音象徴性の有用性を示した研究成果(研究③)は、現在国際誌に投稿中である。また、カリ

フォルニア工科大学での短期研修などで英語によるプレゼンテーションの技術を学び、これをきっかけとして、この4年の間に国際会議やシンポジウムで3件の口頭発表の実績をつくることができた。

【独創的なアプローチ】 GCOE 研究員の高橋英之氏との連携により、インタラクティブ・アイトラッキングの技術を用いて、乳児の運動主体感を計測するスクラッチ課題を開発した。この課題は乳児の運動主体感という主観世界を定量的に評価できる課題として注目され、2010年には共同研究者の高橋英之氏がHAIシンポジウムでHAI2010 Outstanding Research Awardを受賞した。また海外からの問い合わせもある。

■グローバル COE 終了後の研究予定

我々が独自の視点から開発した乳幼児向けスクラッチ課題は高評価を得て、今年度より新学術領域「構成論的発達科学」の公募班の研究代表者、ならびに特別推進研究「神経ダイナミクスから社会的相互作用に至る過程の理解と構築による構成的発達科学」の研究分担者として予算をいただけることとなった。今年度はこれらの研究活動を通じて、さらに研究をブラッシュアップし、国際的にインパクトのある研究成果を発信できるようにしたい。

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Imai, M., Miyazaki, M., Yeung, H.H., Kantartzis K., Okada, H., & Kita, S. (under review). Sound symbolism facilitates word learning in 14 month olds.
2. 高橋英之・宮崎美智子. (2013). 乳児の主体性の萌芽を視線随伴課題で探る. ベビーサイエンス, 12, 24-38. 2013. 3.
3. 宮崎美智子・高橋英之・岡田浩之・開一夫. (2011). 自己認知における運動主体感の役割と発達メカニズム. 認知科学, 18(1), 9-28. 2011. 3.
4. 高橋英之・宮崎美智子. (2011). 自己・他者・物理的対象に対して構えを変える脳内メカニズムと自閉症スペクトラム障害におけるその特異性. 心理学評論, 54(1), 6-24. 2011. 8.
5. 宮崎美智子・岡田浩之・針生悦子・今井むつみ. (2010). 動詞語意獲得における養育者の語りかけの影響. 玉川大学脳科学研究紀要, 3, 17-23. 2010. 3.

書籍 (著書)

1. 宮崎美智子. (2012). 「自分」を知る赤ちゃん. 10-49. 玉川大学赤ちゃんラボ (編), 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, 新潮社. 2012. 6.
2. 宮崎美智子・開一夫. (2009). 自己像認知の発達—「いま・ここ」にいる私. 39-55. 長谷川寿一・開一夫 (編), ソーシャルプレインズ, 東京大学出版会. 2009. 1.

学会等発表

<国際会議：ポスター>

1. Miyazaki, M., Hidaka, S., Imai, M., Yeung, H.H., Kantartzis K., Okada, H., & Kita, S. (2013, accepted). The facilitatory role of sound symbolism in infant word learning. Proceedings of the 35th Annual meeting of the Cognitive Science Society, Berlin,

- Germany. 2013. 7. Poster.
- Miyazaki M., Takahashi H., Okada H. & Omori T. (2013) Explicit intentionality of self-generated action in 8 month-olds: Toward empirical estimation of sense of agency in infancy. Joint Tamagawa-Caltech Lecture Course on Reward & Decision Making, Hawaii 2013. 3. Poster.
 - Miyazaki, M., Imai, M., Kita, S., Yeung, H.H., & Okada, H. (2012). Sound symbolism scaffolds word-objects mapping in 14-month-olds. Proceedings of the 19th international conference on infant studies. Minneapolis. 2012. 6. 8. Poster.
 - Takahashi, H., Miyazaki, M., Okada, H., & Omori, T. (2012). Can young infants be aware of the self-conducted volitional movement on a computer display? Proceedings of the 19th international conference on infant studies. Minneapolis. 2012. 6. 8. Poster.
 - Takahashi, H., Miyazaki, M., Okada, H., & Omori, T. (2011). Can young infants extend their own sense of agency outside the body? The 15th annual meeting of the ASSC, satellite. Kyoto University, Kyoto. 2011. 6. 8. Poster.
 - Miyazaki M., Okada H., Haryu E. & Imai M. (2010) Japanese Toddlers Live in Rich Sound-Symbolic Worlds: A picture Book Reading Study Joint Tamagawa-Caltech Lecture Course on Neuroeconomics. Keio University, Tokyo. 2010. 9. Poster.
 - Miyazaki, M., Okada, H., Haryu E. & Imai. (2010). Japanese toddlers live in rich sound-symbolic worlds: a picture book reading study. Proceedings of the 18th international conference on infant studies. Baltimore. 2010. 3. 13. Poster.
 - Miyazaki, M., Okada, H., & Hiraki, K. (2010) Does the front-back localization error in self-recognition indicate early body representation in young children? Joint Tamagawa-Caltech Lecture Course on Decision Making. Tamagawa University, Tokyo. 2010. 3. Poster.
 - Miyazaki, M., & Hiraki, K. (2009). Does the front-back localization error in self-recognition indicate early body representation in young children? Proceedings of the XIVth European Conference on Developmental Psychology. Lithuania. 2009. 8. Poster.
- <国内会議・ポスター>
- 宮崎美智子・高橋英之・岡田浩之・大森隆司. (2013). 8カ月児における行為の主体性：乳児期の行為主体感の定量的評価に向けて. 大阪大学・玉川大学 GCOE 合同ワークショップ. ヒルトン名古屋. 2013. 1. 19. ポスター
 - 高橋英之・宮崎美智子・岡田浩之・大森隆司. (2011). 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 -. 脳と心のメカニズム 冬のワークショップ. 北海道, 2011. 1. ポスター.
 - 宮崎美智子・高橋英之・岡田浩之. (2010). 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 回大会論文集, 731-734. 神戸大学, 兵庫県. 2010. 9. 19. ポスター.
 - 高橋英之・宮崎美智子. (2010). 自己主体感の発達過程の検討 Tobii アイトラッカーによる視線で遊ぶスクラッチカード課題の開発. 第 10 回日本赤ちゃん学会学術集会抄録集, 94. 東京大学, 東京都. 2010. 6. 12. ポスター.
 - 宮崎美智子・岡田浩之・開一夫. (2010). 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 冬のワークショップ. 北海道, 2010. 1. ポスター.
- 口頭発表・シンポジウムでの講演など<国際会議>
- Asano, M., Imai, M., Kanero, J., Miyazaki, M. & Okada, H. (2012). Sound symbolism: neural mechanisms and relation to word learning. Sound Symbolism Workshop, Keio Univ. Tokyo. 2012. 8. 6.-7. Oral.
 - Miyazaki, M., Takahashi, H., Okada, H., & Omori, T. (2012). Using interactive eye-tracking to investigate infants' sense of agency. The 5th international developmental psychology eye tracking methods conference (EyeTracKids 2012). Minneapolis. 2012. 6. 5. Oral.
 - Imai, M., Asano, M., Miyazaki, M., Okada, H., Yeung, H., Kitajo, K., Thierry, G., & Kita, S. (2012). Sound Symbolism Helps Infants' Word Learning. The 9th International Conference on the Evolution of Language, 456-457. キャンパスプラザ京都, 京都府. 2012. 3. 14. Oral.
 - Miyazaki, M., Takahashi, H., Okada, H., & Omori, T. (2011). Can young infants extend their own sense of agency outside the body? The 15th annual meeting of the ASSC. Kyoto University. 2011. 6. 10. Oral.
 - Takahashi, H., Miyazaki, M., Okada, H., & Omori, T. (2010). 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. San Diego. 2010. 11. 16. Oral.
 - Miyazaki, M. (2009). Symmetrical reasoning in infancy. Tamagawa University & Hokkaido University Global COE Joint Symposium. Toward a Neuroscience of Sociality of the Mind. Tamagawa Univ. Tokyo, 2009.10.24. invited.
- <国内会議>
- 宮崎美智子. (2013). 赤ちゃんはいつからどのようにして自分が意図的な行為者であることに気づくのか? -視線随伴課題による行為主体感の検討- 第 8 回犬山比較社会認知シンポジウム. 講演. 京都大学霊長類研究所, . 2013. 1. 13. 招聘.
 - 宮崎美智子. (2012). 視線から赤ちゃんの自己意識の芽生えを測る -アイ・スクラッチ課題による sense of agency の評価- 第 12 回日本赤ちゃん学会学術集会シンポジウム「視線から探る心の起源」講演. 玉川大学, 東京都. 2012. 6. 2. 招聘.
 - 宮崎美智子. (2012). 自己認識における行為主体感の役割とその発達. 公益社団法人日本心理学会第 3 回からだ発達研究会. 講演. 早稲田大学. 2012. 12. 8. 招聘.
 - 宮崎美智子・高橋英之・岡田浩之・大森隆司. (2011). 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」講演. 玉川大学. 2011. 10. 13. 招聘.
 - 宮崎美智子. (2010). 身体を通じて獲得する自己-自己認識発達研究への新アプローチ. 生理研研究会「認知神経科学の先端 身体性の脳内メカニズム」. 講演. 岡崎・生理学研究所. 2010. 10. 22. 招聘.
 - 宮崎美智子 (話題提供). (2010). 発達心理学の自己研究の視点から杉浦モデルに期待すること. 「自己」の心理学研究に脳マッピングは役立つか? -心理学諸領域からの懐疑と期待. 日本心理学会第 74 回大会ワークショップ. 講演. 大阪大学, 大阪府. 2010. 9. 20. 招聘.
 - 宮崎美智子. (2009). 異種感覚マッチングにもとづく自己像認識の発達. 玉川大学若手の会第 21 回談話会. 講演. 玉川大学. 2009. 3. 招聘.
- <一般演題>
- 宮崎美智子・高橋英之・岡田浩之・大森隆司. (2012). 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 回大会論文集, 142-145. 仙台国際センター, 宮城県. 2012. 12. 14. 口頭.
 - 宮崎美智子・高橋英之 (企画・話題提供). (2012). 身体性発

達科学と臨床現場の対話. 題目: 定型発達幼児における自己身体表象の獲得. 日本心理学会第76回大会ワークショップ. 専修大学, 神奈川県. 2012. 9. 11. 口頭.

3. 宮崎美智子・開一夫 (話題提供). (2012). 遅延自己映像に見る 幼児の自他分離 —鏡の自分は自分, それともおともだち? 乳幼児の間主観の世界からの自己と他者の気づき〜心理学者, ロボット工学者, 臨床家の対話〜. 第12回日本赤ちゃん学会自主ラウンドテーブル. 玉川大学, 東京都. 2012. 6. 2. 口頭.
4. Takahashi, H., Miyazaki, M., Okada, H., & Omori, T. (2011). Can young infants manipulate a cursor in a display by their own eye movement? Japanese neuroscience society. パシフィコ横浜, Kanagawa. 2011. 9. 17. Oral.
5. 宮崎美智子・高橋英之 (企画・話題提供). (2011). 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— 題目: 行為の知覚において, 自己と他者はどう分離されるか? 日本心理学会第75回大会ワークショップ. 日本大学, 東京都. 2011. 9. 16. 口頭.
6. 宮崎美智子 (話題提供). (2011). 赤ちゃんの興味が「見える」ベビー・アイチャットゲームの開発に向けて. 2011. 遊びの進化的, 発達の起源と未来像. 第11回日本赤ちゃん学会自主ラウンドテーブル. 中部学院大学, 岐阜県. 2011. 5. 7. 口頭.
7. 宮崎美智子・高橋英之・岡田浩之・大森隆司. (2011). 乳児は自己受容感覚を伴わない対象を道具化できるか? ニューロコンピューティング研究会, 信学技報, 110(461), 131-136. 玉川大学, 東京都. 2011. 3. 7. 口頭.
8. 高橋英之・宮崎美智子. (2010). 「こっくりさん」の振る舞いの定量化 —self agencyの有無に応じたアイ・スクラッチ課題における視線軌道の差異—. HAIシンポジウム2010, HAI2010 Outstanding Research Award 最優秀賞受賞. 慶應義塾大学日吉キャンパス, 2010. 12. 13. 口頭.
9. 宮崎美智子・高橋英之 (企画・話題提供). (2010). 視線計測の新展開—視線で心は測れるか. 題目: 乳児の視線をインタラクティブに利用するアイ・スクラッチ課題の開発と可能性. 日本心理学会第74回大会ワークショップ. 大阪大学, 大阪府. 2010. 9. 21. 口頭.
10. 宮崎美智子・岡田浩之・針生悦子・今井むつみ. (2010). 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—. 思考と言語研究会 (発達と知識獲得), 信学技法, 110(63), 27-31. 東京・機械振興会館, 2010. 5. 28. 口頭.

活動実績

- 日本認知科学会運営委員 (2期). 2009.1.1.- 2012.12.31.
- カリフォルニア工科大学短期研修参加. 2009. 2. 11. ~17.
- 玉川大学グローバルCOEプログラム ブランチ・ワークショップ Cutting-edge studies on infants' language development の企画・運営. 2010.2.13.
- 玉川大学脳科学研究所若手の会 幹事. 2011.4.1.~ 2013.3.31.
- 玉川大学脳科学トレーニングコース 2011. 講師補助
- 第12回日本赤ちゃん学会プログラム委員. 2012.6.2.-3.

受賞

- 高橋英之・宮崎美智子 (2010). HAIシンポジウム2010, HAI2010 Outstanding Research Award 最優秀賞受賞.

新聞、雑誌、テレビ、ラジオ他マスコミ関係掲載・出演など

- 宮崎美智子. (2009). 鏡の中の自己—遅れて映る自己は誰?. 京都大学博物館学術映像博 2009 展示連動トークイベント. 招待講演. 京都大学, 2009. 10. 10.
- 宮崎美智子. (2012). 放送大学「乳幼児心理学」第11回社会

性の発達 (2) インタビュー出演.

外部資金獲得状況

- 赤ちゃんの興味が「見える」ベビー・アイチャットゲームの開発と評価 / (公財) 中山隼雄科学技術文化財団: 助成研究 A (ゲームの分野の研究) / 研究期間: 2011年4月 - 2013年3月 / 代表者: 宮崎美智子
- 異種感覚統合としての自己身体表象の発達メカニズムの解明 / 文部科学省: 科学研究費補助金 (若手研究 (B)) / 研究期間: 2011年 - 2011年 / 代表者: 宮崎美智子
- 自己身体表象の発達に関する認知科学的研究 / 文部科学省: 科学研究費補助金 (若手研究 (スタートアップ)), 研究活動スタート支援 / 研究期間: 2009年 - 2010年 / 代表者: 宮崎美智子
- 語意獲得における推論の対称性に関する研究 / 文部科学省: 科学研究費補助金 (基盤研究 (C)) / 研究期間: 2008年 - 2010年 / 代表者: 岡田浩之 / 分担者: 宮崎美智子

共同研究実施状況

- アイ・スクラッチ課題を用いた乳児の運動主体感 (SoA) の発達メカニズムの研究 (共同研究者: 高橋英之・岡田浩之・山田康智 (東京大)・國吉康夫 (東京大)・浅田稔 (大阪大)) 2010年~現在
- 対称性推論能力の獲得に関するヒト乳幼児・チンパンジーの種間比較 (共同研究者: 岡田浩之・村井千寿子・今井むつみ (慶應大)・友永雅己 (霊長研)) 2009年~現在
- 語意学習における音象徴の役割に関する研究 (共同研究者: 岡田浩之・今井むつみ (慶應義塾大)・村井千寿子・喜多壮太郎 (Univ. of Birmingham)・Katerina Kantartzis (Univ. of Birmingham)・Henry Yeung (Université Paris)) 2009年~現在
- 乳幼児における自己身体表象の獲得過程の研究 (共同研究者: 岡田浩之・開一夫 (東京大)・高橋英之) 2009年~現在



【グローバル COE 研究員 (P D)】

村井 千寿子 Chizuko Murai

現所属：玉川大学 脳科学研究所 科研費 P D

玉川大学在籍期間：2008 年 10 月～現在
(GCOE 研究員：2012 年 4 月～2013 年 3 月)

担当指導教員：岡田浩之

研究テーマ：霊長類における因果認識：生物的对象とモノの区別

キーワード：比較認知、運動因果、生物-物体認識

■グローバル COE 期間中の研究活動

生物・物体の区別はあらゆる知識形成の基本となる概念である。ヒトは生後 1 年目の発達初期から生物と物体を見た目だけではなく、運動とその因果という抽象的な要因にもとづいて区別する。具体的には、ヒト乳児は、物体の運動には衝突などの他の物体からの外的作用を期待し、対して、動物には外的作用だけではなく自発的・自己推進的な運動を期待する。発達初期に見られるこのような対象知識はその後の概念形成などにおいて重要なだけでなく、他者の行為や内的状態の予測のような社会的知性の基盤ともなる重要なものといえる。しかし、その重要性にも関わらず、当該の問題については不明な点が多い。

そこで本研究では、この知識がヒトにおいてどのような種特異性をもつのか、またその進化的起源の解明を目的として、ヒト以外の霊長類(チンパンジー)がもつ生物・物体認識について実験的に検討した。また、社会的知性はヒト以外の霊長類においても発達しており、その研究も多いが、その基盤となる生物と物体の区別や生物・物体に特徴的な運動やその因果の理解にかんしては、十分な研究がおこなわれているとは言えない。よって本研究はその実験的証左の補強にも貢献する。

研究はチンパンジー(京都大学霊長類研究所)を対象におこなった。一連の実験の結果、チンパンジーが物体または生物に特徴的な運動の因果(外的作用のある・なし)を予想する可能性が示唆された。この結果から、チンパンジーが生物・物体を運動の因果という情報を手がかりに、両者を異なる存在として区別していると考えられる。これはヒト以外の霊長類がもつ生物・物体知識の一端を示すにすぎないが、ヒトそしてヒト以外の動物が形成する知識体系とその進化的変化という大きな研究への発展が望めると言える。その意味で、グローバル COE

Eにおける本研究活動は、今後国際レベルでの学術貢献を目指すための土壌になると考える。

■グローバル COE 終了後の研究予定

前述の研究テーマについては継続して研究を進める。そのための活動として、2013 年度科研費(若手研究 B)を獲得した。また、2013 年度からは科研費研究員として、ヒトの言語獲得の基盤となる認知能力に関する研究プロジェクトに従事し、玉川大学赤ちゃんラボでのヒト乳児研究および京大霊長類研究所などにおけるヒト以外の霊長類を対象とした研究をすすめていく。

■研究活動業績

書籍(著書)

1. 村井千寿子「第 4 章 赤ちゃんが見ているモノの世界」『なるほど! 赤ちゃん学 こまでわかった赤ちゃんの不思議』玉川大学赤ちゃんラボ(編) 新潮社 2012 年 6 月 総頁数 222p. Pp.116-146. (分担執筆)

学会等発表<国内会議>

1. 村井千寿子・友永雅己 チンパンジーにおける運動の因果性による生物・非生物の区別 日本認知科学会第 29 回大会 東北大学 2012 年 12 月 13 - 15 日
2. 村井千寿子・友永雅己 チンパンジーにおける生物・非生物の区別 日本動物行動学会第 31 回大会 奈良女子大学 2012 年 11 月 23 - 25 日
3. 村井千寿子・友永雅己 チンパンジーにおける物体運動の因果認識 日本心理学会第 76 回大会 専修大学 2012 年 9 月 11 - 13 日

共同研究実施状況

- 京都大学霊長類研究所において共同利用研究員として研究を行った。(2012 年度)



【グローバル COE 研究員 (P D)】

有村 奈利子

Nariko Arimura

現所属：国立精神・神経医療研究センター 病態生化学研究部 流動研究員

玉川大学在籍期間：2008年10月～2010年3月

指導担当教員：丹治 順、星 英司

研究テーマ：動作企図の成立機構とその分子基盤の解析

キーワード：動作企図 大脳基底核 運動前野 淡蒼球

■ グローバル COE 期間中の研究活動

これまでの臨床研究や霊長類を用いた実験によって、随意運動の企図と実行の過程に、前頭葉と大脳基底核が重要であることが知られている。また、これらの領域は多量の軸索を相互に投射することが示唆されてきた。しかし、両領域の神経活動を、同一行動時に記録し、直接比較検討した研究がこれまでなかったために、両領域の機能的連関は明らかにされてこなかった。本研究では、到達行動課題遂行中のサルは運動前野と淡蒼球から神経活動を記録し、両領域の機能的特長を明らかにすることを目的とした。本研究課題では、以下のような行動課題をサルに学習させた。まず、指示刺激として視覚物体が提示され、その内容に応じて右または左への到達を指示する。この時点ではサルは行動を計画できる("行動のゴール"を設定できる)が、どこに手を置くかという"アクション"の計画は作れない。次に、選択刺激(一対の四角)が提示され、指示刺激で指示された方(右または左)の四角に手を到達する。この選択刺激の指示によってサルは"アクション"(どこに手を置くか)を作ることができる。この行動課題には3つの過程がある。1) 認知情報に基づく"行動のゴール"を形成する過程、2)"行動のゴール"を"アクション"に変換する過程、3)"アクション"を表現する過程、である。それぞれの過程をどのような神経活動が表現するのかについて検討した。行動課題を遂行しているサルの運動前野と淡蒼球からニューロン活動を記録し、これらの間の機能連関を検討した。これまでに以下の結果を得た。1) 指示刺激としての視覚物体に選択的に反応する神経細胞が淡蒼球で見出された。2)"行動のゴール"や"アクション"に選択的に反応する神経活動は、運動前野と淡蒼球において共通に見出された。3)"行動のゴール"を"アクション"へ変換する過程は、運動前野で顕著であったが、淡蒼球

においては殆ど見出されなかった。4)"行動のゴール"に参与した神経活動の始まるタイミングは、運動前野と淡蒼球ではほぼ同時であった。5)"アクション"に選択的に反応する神経活動は、運動前野の方がより早く、淡蒼球は遅かった。6) 上記の神経活動は、運動前野では一秒以上持続する傾向があったが、淡蒼球では数百ミリ秒の一過性であった。以上の結果は、淡蒼球と運動前野が相互に軸索を投射し、認知から行動までの幅広い過程に参与しながらも、同一の機能のみを有してはいることを示している。現在上記内容の論文をリバイズ中であり、今年度中の受理を想定している。本研究は、グローバル COE のテーマである社会に生きる心の解明のサブテーマ④それらの脳機能を実現する遺伝子・分子から神経回路にいたる物質的基盤(神経科学基礎)の理解に貢献したと考えられる。

■ グローバル COE 終了後の研究予定

グローバル COE の期間に学んだ神経活動記録と行動の連関を軸に、光チャンネルロドプシンを使った動物の回路機能の解析を行う予定である。

■ 研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Involvement of the globus pallidus in behavioral goal determination and action Specification. Nariko Arimura, Yoshihisa Nakayama, Tomoko Yamagata, Jun Tanji, and Eiji Hoshi, *Journal of Neuroscience*, 2013, in press
2. Local application of neurotrophins specifies axons through inositol 1,4,5-trisphosphate, calcium, and Ca²⁺/calmodulin-dependent protein kinases. Nakamura S, Funahashi Y, Namba T, Arimura N, Picciotto MR, Tokumitsu H, Soderling TR, Sakakibara A, Miyata T, Kamiguchi H, Kaibuchi K. *Sci Signal*. 2011 Nov 15;4(199):ra76.
3. CRMP-2 directly binds to cytoplasmic dynein and interferes with its activity. Arimura N, Hattori A, Kimura T, Nakamura S, Funahashi Y, Hirotsune S, Furuta K, Urano T, Toyoshima YY, Kaibuchi K. *J Neurochem*. 2009 Oct;111(2):380-90.
4. TDP-43 depletion induces neuronal cell damage through dysregulation of Rho family GTPases. Iguchi Y, Katsuno M, Niwa J, Yamada S, Sone J, Waza M, Adachi H, Tanaka F, Nagata K, Arimura N, Watanabe T, Kaibuchi K, Sobue G. *J Biol Chem*. 2009 Aug 14;284(33):22059-66.
5. Anterograde transport of TrkB in axons is mediated by direct interaction with Slp1 and Rab27. Arimura N, Kimura T, Nakamura S, Taya S, Funahashi Y, Hattori A, Shimada A, Ménager C, Kawabata S, Fujii K, Iwamatsu A, Segal RA, Fukuda M, Kaibuchi K. *Dev Cell*. 2009 May;16(5):675-86.
6. Neurofibromatosis type 1 (NF1) tumor suppressor, neurofibromin, regulates the neuronal differentiation of PC12 cells via its associating protein, CRMP-2. Patrakitkomjorn S, Kobayashi D, Morikawa T, Wilson MM, Tsubota N, Irie A, Ozawa T, Aoki M, Arimura N, Kaibuchi K, Saya H, & Araki N. *Journal of Biological Chemistry* 283, 9399-413, 2008.

書籍 (著書)

1. 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：認知と運動の統合過程を支える神経基盤 Brain and Nerve., 2011 63(1): 59-68
2. 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：補足運動野と前補足運動野 Clinical Neuroscience., 2010 28(10): 1121-24

学会等発表

<国際会議>

1. Yoshihisa Nakayama, Tomoko Yamagata, Nariko Arimura, Jun Tanji, and Eiji Hoshi Differential involvement of the frontal motor areas of macaques in planning and execution of action based on an abstract behavioral goal. The 42th annual meeting of the Society for Neuroscience, New Orleans, Louisiana. October 13-17, 2012.
2. Arimura N, Nakayama Y, Yamagata T, Saga Y, Tanji J, Hoshi E: Role of the globus pallidus in action planning as mediated by the abstract representation of action. The 40 th annual meeting of the Society for Neuroscience, San Diego, November17, 2010.

<国内会議>

1. Arimura N, Nakayama Y, Yamagata T, Saga Y, Tanji J, Hoshi E: Role of the globus pallidus in action planning as mediated by the abstract representation of action. 第一回東北大学脳科学国際シンポジウム、仙台、宮城 2011.1.21-23
2. Arimura N, Nakayama Y, Yamagata T, Saga Y, Tanji J, Hoshi E: Role of the globus pallidus in action planning as mediated by the abstract representation of action. 41th NIPS International Symposium, 岡崎、愛知 2010.12.16
3. 有村奈利子、中山義久、山形朋子、佐賀洋介、丹治順、星英司：運動の表象表現を介した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、兵庫 2010.9.3
4. 有村奈利子、中牟田信一、船橋靖広、貝淵弘三：Rab27 and Slp1 regulate anterograde transport of TrkB receptors in axons. 第60回日本細胞生物学会大会、2008.6.29-7.1、神戸。

受賞

- 平成21年名古屋大学グローバルCOE ブレイクスルーリサーチアワード受賞

外部資金獲得状況

- 若手研究 (B) 平成22 - 23年度 大脳基底核の行動制御機構における分子基盤に関する研究
- 若手研究 (B) 平成20 - 21年度 神経軸索形成因子CRM P-2の機能解析

共同研究実施状況

- 名古屋大学、洪繁・医学部附属病院・助教 :CFTR-SLC26 輸送複合体のイオン輸送機能における低分子量G蛋白質の役割 (平成20年度、21年度)



【グローバル COE 研究員 (P D)】

中山 義久

Yoshihisa Nakayama

現所属：(公財) 東京都医学総合研究所

前頭葉機能プロジェクト 研究員

玉川大学在籍期間：2006年4月～2012年3月

(GCOE 研究員：2010年4月～2012年3月)

指導担当教員：丹治 順、星 英司

研究テーマ：動作の企画・準備・実行への一次運動野
および高次運動野の関与について

キーワード：運動前野、高次運動野、一次運動野、随意運動

■グローバル COE 期間中の研究活動

我々がある行動をおこなう際に、最初にどのような動作を行うのかを企画し、その動作を準備し、適切な時に実行するという過程を経る場合が多い。その中でも、「隣の部屋に入って青い本をとってくる」といった例のように、動作を企画する際に運動の対象が確定しない場合がある。このように、動作の企画には、具体的な運動が伴わない、行動の目的である「ゴール」と、具体的な運動である「アクション」の2つのレベルがあると考えられる。このことから、一連の行動を行う場合には、1) ゴールの企画、2) ゴールに基づいたアクションの決定、3) アクションの準備、4) アクションの実行の4つの段階があると考えられる。この点に注目し、大脳の一次運動野および高次運動野が、これらの過程の各段階にどのように関与するのかを調べた。

まず、ゴールとアクションを時間的に分離可能な行動課題を作成し、2頭のサルに学習させた。学習の完了後、電気生理学的手法を用いて、一次運動野および複数の高次運動野より単一細胞の活動を記録した。細胞活動を解析した結果、以下の結果が得られた。1) ゴールの企画およびアクションの決定は、主に高次運動野の運動前野背側部およびその前方領域が関与する、2) アクションの準備は運動前野背側部と、運動前野腹側部が主に関与する、3) アクションの実行は一次運動野と運動前野腹側部の関与が大きい、4) 帯状皮質運動野の尾側部は運動の実行時のみに活動するが、アクションの内容に関わらず運動の全般的な実行に関与する、5) ゴールの反映、アクションの企画、アクションの準備、アクションの実行は、基本的に別の細胞群が関与し、またそれらの細胞が存在する比率は脳の領域により大きく異なる。このように新たな行動課題を作成し、その課題について運動野の複数領域から細胞活動を記録することにより、それ

ぞれの領域が動作の企画・準備・実行に異なる関与を示すことが明らかとなった。このことは、複数の高次運動野や一次運動野が、動作を制御する過程において、それぞれ異なる役割を果たしていることを示唆するものである。また、多種多様な情報を効率よく処理し、行動の「ゴール」を適切に理解し、その行動を実現させる過程は、さまざまなコミュニケーションの基盤となりうる能力である。そのため、本研究は社会活動をいとなむ上で重要な能力の神経基盤の基礎を明らかにしたものであると位置づけることができる。

■グローバル COE 終了後の研究予定

現在は、グローバル COE のポスドクとして在籍中にを行った研究を進展させ、多点同時記録等の新しい技術を導入し、我々の行動を実現させている神経基盤を、より多面的に検討する研究に取り組んでいる。

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Involvement of the globus pallidus in behavioral goal determination and action Specification. Nariko Arimura, Yoshihisa Nakayama, Tomoko Yamagata, Jun Tanji, and Eiji Hoshi, *Journal of Neuroscience*, 2013, in press
2. Tomoko YAMAGATA, Yoshihisa NAKAYAMA, Jun TANJI, and Eiji HOSHI Distinct information representation and processing for goal-directed behavior in the dorsolateral and ventrolateral prefrontal cortex and the dorsal premotor cortex. *Journal of Neuroscience*, 32, 12934-12949, 2012.
3. 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 認知と運動の統合過程を支える神経基盤 *Brain and Nerve - 神経研究の進歩*, 63号, 59-68, 2011.
4. 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 補足運動野と前補足運動野, *Clinical Neuroscience*, 28号, 1121-1124, 2010.
5. 丹治順、中山義久、山形朋子、星英司、運動野の somatotopy を考える - 行動制御の生理学的検討から 2009, *Brain and Nerve - 神経科学の進歩*, 61号, 1263-1271.
6. Tomoko Yamagata, Yoshihisa Nakayama, Jun Tanji, and Eiji Hoshi, 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 Neurophysiology*, 2009, 102, 3280-3294).
7. Yoshihisa Nakayama, Tomoko Yamagata, Jun Tanji, and Eiji Hoshi, Transformation of a virtual action plan into a motor plan in the premotor cortex. (*J Neurosci*, 2008 Oct 8;28(41):10287-97)

学会等発表<国際会議>

1. Tomoko Yamagata, Yoshihisa Nakayama, Jun Tanji, and Eiji Hoshi Motor specification processes in the dorsal and ventral premotor cortex (PMd and PMv) through distinct paths of information processing. Poster presentation at the 40th annual meeting of the Society for Neuroscience, San Diego, California. November 13-17, 2010.
2. Nariko Arimura, Yoshihisa Nakayama, Tomoko Yamagata, Yosuke SAGA, Jun Tanji, and Eiji Hoshi Role of the globus

pallidus in action planning as mediated by the abstract representation of action. Poster presentation at the 40th annual meeting of the Society for Neuroscience, San Diego, California. November 13-17, 2010.

<国内会議>

1. Nariko Arimura, Yoshihisa Nakayama, Tomoko Yamagata, Jun Tanji, and Eiji Hoshi 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 日本神経科学学会第34回大会, 2011年9月14-17日, 於: パシフィコ横浜
2. Tomoko Yamagata, Yoshihisa Nakayama, Jun Tanji, and Eiji Hoshi Comparing the involvement of the lateral prefrontal cortex (LPFC) and dorsal premotor cortex (PMd) in representing the virtual action plan and motor plan 日本神経科学学会第34回大会, 2011年9月14-17日, 於: パシフィコ横浜
3. Yoshihisa Nakayama, Tomoko Yamagata, Nariko Arimura, Jun Tanji, and Eiji Hoshi Differential distribution of activities reflecting planning, preparation, and execution of action in six motor areas of the frontal lobe 日本神経科学学会第34回大会, 2011年9月14-17日, 於: パシフィコ横浜
4. Nariko Arimura, Yoshihisa Nakayama, Tomoko Yamagata, Yosuke Saga, and Jun Tanji, Eiji Hoshi Involvement of the basal ganglia and the frontal cortex in action planning as mediated by the abstract representation of action. 日本神経科学学会第33回大会, 2010年9月2-4日, 於: 神戸コンベンションセンター
5. Tomoko Yamagata, Yoshihisa Nakayama, Jun Tanji, and Eiji Hoshi Development and maintenance of neural representation of the motor plan in the dorsal and ventral premotor cortex (PMd and PMv) through distinct paths of information processing. 日本神経科学学会第33回大会, 2010年9月2-4日, 於: 神戸コンベンションセンター
6. Yoshihisa Nakayama, Tomoko Yamagata, Nariko Arimura, Jun Tanji, and Eiji Hoshi Comparison of movement-related neuronal activity recorded from six different areas in the frontal cortex of macaques. 日本神経科学学会第33回大会, 2010年9月2-4日, 於: 神戸コンベンションセンター

外部資金獲得状況

- 平成22年度～平成23年度 科学研究費補助金(研究活動スタート支援) / 抽象レベルでの行動の順序制御における前頭前野の役割



【グローバル COE 研究員 (P D)】

山形 朋子 Tomoko Yamagata

現所属：公益財団法人 東京都医学総合研究所
前頭葉機能プロジェクト・研究員

玉川大学在籍期間：2007年4月～2010年3月

(博士課程後期/特別研究員 DC2 / GCOE 研究員)

指導担当教員：丹治順、星英司

研究テーマ：大脳前頭連合野における仮想上の動作プラン
が認知と運動の統合過程に果たす役割

キーワード：前頭連合野、マカクザル、到達運動、認知

■グローバル COE 期間中の研究活動

玉川大学工学研究科脳情報専攻 博士課程後期在籍途中の平成 20 年 4 月からは、グローバル COE のサポートを受け、大脳前頭連合野が認知と運動の統合に果たす役割を明らかにするべく、大脳前頭連合野から神経活動の計測と解析を行った。平成 20 年 10 月からは、日本学術振興会特別研究員 (DC2) として活動し、その後の 2 年間はグローバル COE 研究員として、グローバル COE のサポートを元に研究活動を行った。その代表的成果として、目的にもとづく行動選択中に、前頭連合野内の各領野間で役割分担があることが世界で初めて実験的に実証され、米国神経科学学会誌 The Journal of Neuroscience に掲載された (論文 [1])。さらに、目的にもとづく運動を特定する過程で、高次運動野が果たす役割が明らかとなった (論文 [2],[4],[5]、総説 [7])。これらの結果は国内外の学会やシンポジウムで発表され、評価を得ている (学会等発表 [1]-[18])。以上の研究結果は、本 GCOE のテーマである「知情意」の「意」の側面について、神経科学的理解を進めたと考える。すなわち、高等動物で高度に進化した前頭連合野が、認知情報から「意」、つまり意思を構築し、さらに高次運動野が「意」にもとづく運動を特定し、実行を可能にするという一連の情報の流れを、神経細胞レベルで明らかにしたと言える。これらの成果は、グローバル COE のサポートを受け、多年度にわたり北米神経科学大会などの国際シンポジウムに参加したことで、国内外の第一線の研究者との議論の場が生まれ、重要なアドバイスを得ることができた結果、達成されたものである。

■グローバル COE 終了後の研究予定

平成 24 年度からは東京都医学総合研究所 前頭葉機能プロジェクトで CREST 研究員として研究活動を行い、現在は、同研究機関に、固有研究員として在籍している。

グローバル COE での研究で明らかとなった、大脳前頭連合野の行動選択への領野特異的な関与を受け、現在は、前頭連合野と結合関係のある大脳基底核や小脳までを含めた、行動導出のネットワーク的理解を進めるべく神経生理学的研究に取り組んでいる。

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Involvement of the globus pallidus in behavioral goal determination and action Specification. Nariko Arimura, Yoshihisa Nakayama, Tomoko Yamagata, Jun Tanji, and Eiji Hoshi, Journal of Neuroscience, 2013, in press
2. Tomoko YAMAGATA, Yoshihisa NAKAYAMA, Jun TANJI and Eiji HOSHI "Distinct Information Representation and Processing for Goal-Directed Behavior in the Dorsolateral and Ventrolateral Prefrontal Cortex and the Dorsal Premotor Cortex." J Neurosci 32(37): 12934-12949, 2012
3. 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：「認知と運動の統合過程を支える神経基盤」Brain and Nerve 63(1): 59-68, 2011
4. 丹治順、中山義久、山形朋子、星英司：「運動野の Somatopy を考える—行動制御の生理学的検討から」Brain and Nerve 61(12): 1363-1371, 2009
5. Tomoko YAMAGATA, Yoshihisa NAKAYAMA, Jun TANJI and Eiji HOSHI, "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(6): 3280-94, 2009
6. Yoshihisa NAKAYAMA, Tomoko YAMAGATA, Jun TANJI, Eiji HOSHI, "Transformation of a Virtual Action Plan into a Motor Plan in the Premotor Cortex." J Neurosci 28(41): 10287-10297, 2008
7. Tomoko YAMAGATA, Takeshi SAKURAI, Keiro UCHINO, Hideki SEZUTSU, Toshiki TAMURA, and Ryohei KANZAKI, "GFP Labeling of Neurosecretory Cells with the GAL4/UAS System in the Silkworm Brain Enables Selective Intracellular Staining of Neurons." Zool Sci 25(5): 509-516, 2008

書籍 (総説)

1. 星英司、中山義久、山形朋子：「概念に基づいた運動の基礎生理学」Clinical Neuroscience, in press (査読なし)
2. 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：「補足運動野と前補足運動野」Clinical Neuroscience 28: 1121-1124, 2010 (査読なし)

学会等発表

<国際会議>

1. Tomoko YAMAGATA, Yoshihisa NAKAYAMA, Jun TANJI, Eiji HOSHI. "Distinct representations of a behavioral goal and an action in the dorsolateral and ventrolateral prefrontal cortex and the dorsal premotor cortex of macaques." Neuroscience 2012, the Society's 42th annual meeting, New Orleans, LA, October 13-17, 2012
2. Yoshihisa NAKAYAMA, Tomoko YAMAGATA, Jun TANJI, Eiji HOSHI. "Differential involvement of the frontal motor areas of macaques in planning and execution of action based on an abstract behavioral goal." Neuroscience 2012, the Society's 42th annual meeting, New Orleans, LA, October 13-17, 2012
3. Tomoko YAMAGATA, Yoshihisa NAKAYAMA, Jun TANJI, Eiji

- HOSHI. "Motor specification processes in the dorsal and ventral premotor cortex (PMd and PMv) through distinct paths of information processing." Neuroscience 2010, the Society's 40th annual meeting, San Diego, CA, October 13-17, 2010
- Nariko ARIMURA, Yoshihisa NAKAYAMA, Tomoko YAMAGATA, Yosuke SAGA, Jun TANJI, Eiji HOSHI. "Role of the globus pallidus in action planning as mediated by the abstract representation of action." Neuroscience 2010, the Society's 40th annual meeting, San Diego, CA, October 13-17, 2010
 - Tomoko YAMAGATA, Yoshihisa NAKAYAMA, Jun TANJI, Eiji HOSHI. "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, July 27 - August 1, 2009
 - Yoshihisa NAKAYAMA, Tomoko YAMAGATA, Jun TANJI, Eiji HOSHI. "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, July 27 - August 1, 2009
 - Tomoko YAMAGATA, Yoshihisa NAKAYAMA, Jun TANJI, Eiji HOSHI. "Involvement of the dorsal and ventral premotor cortex (PMd and PMv) in direct vs. indirect visuomotor behavior." Neuroscience 2008, the Society's 38th annual meeting, Washington, DC, October 13-17, 2008
 - Yoshihisa NAKAYAMA, Tomoko YAMAGATA, Jun TANJI, Eiji HOSHI. "Differential involvement of the dorsal premotor cortex (PMd) and the primary motor cortex (MI) in indirect visuomotor behavior." Neuroscience 2008, the Society's 38th annual meeting, Washington, DC, October 13-17, 2008
- <国内会議>
- 山形朋子、中山義久、丹治順、星英司. 「外側前頭前野と背側運動前野における到達運動の企画・実行中にみられる動作概念と実際の動作の表現の違い」、日本神経科学学会第34回大会、パシフィコ横浜、神奈川、2011年9月14日—17日
 - 中山義久、山形朋子、有村 奈利子、丹治順、星英司. 「アクションの企画、準備、実行を反映する細胞活動の6つの運動領域内の特異的な分布」、日本神経科学学会第34回大会、パシフィコ横浜、神奈川、2011年9月14日—17日
 - 有村 奈利子、中山義久、山形朋子、佐賀洋介、丹治順、星英司. 「視覚刺激により誘導される抽象的行動計画と運動計画の発達における淡蒼球と運動前野の神経活動の比較」、日本神経科学学会第34回大会、パシフィコ横浜、神奈川、2011年9月14日—17日
 - 山形朋子、中山義久、丹治順、星英司「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16日—18日
 - 中山義久、有村奈利子、山形朋子、丹治順、星英司「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16日—18日
 - 山形朋子、中山義久、星英司、丹治順「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9日—11日
 - 中山義久、山形朋子、星英司、丹治順「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9日—11日

- 山形朋子、中山義久、星英司、丹治順. 「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25日—27日
- 中山義久、山形朋子、星英司、丹治順. 「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25日—27日

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

- 山形朋子、中山義久、丹治順、星英司. "Motor specification processes in the dorsal and ventral premotor cortex (PMd and PMv) through distinct paths of information processing." 第1回東北大学脳科学国際シンポジウム2011、東北大学、宮城、2011年1月21日—23日

活動実績

国内ワークショップへの参加：

- 平成23年度 生理学研究所研究会「グローバルネットワークによる脳情報処理」、生理学研究所、岡崎、2012年1月6日—7日
- 「第4回 生理学研究所 Motor control 研究会」に参加・発表。(演題:「抽象的動作」と「視覚空間」の情報運動前野へ入力する経路は異なる。山形朋子、中山義久、丹治順、星英司)、岡崎コンファレンスセンター、岡崎、2010年5月27日—29日
- 「玉川COE・統合脳ジョイント国際シンポジウム」玉川大学、町田、2009年11月13日—14日
- 特定領域研究「統合脳」平成19年度 夏のワークショップ・班会議「Neural Basis of Reward and Decision Making」、札幌市厚生年金会館、札幌、2008年8月21日—24日。参加報告として、第2領域の印象記を寄稿
- 平成20年度特定領域研究「統合脳」教育シンポジウム「Tamagawa-Riken mini-Workshop on Integrative Brain Research」、玉川大学、町田、2008年8月2日
- 「第2回 生理学研究所 Motor Control 研究会」。(演題:視覚運動変換における運動前野背側部と腹側部の機能的差異。星英司、中山義久、山形朋子)、岡崎コンファレンスセンター、岡崎、2008年5月29日—31日
- 日本生理学雑誌のコラム欄「Afternoon Tea」に寄稿(第74巻3号:p71、2012年5月刊)

新聞、雑誌、テレビ、ラジオ他マスコミ関係掲載・出演など

- 論文1の成果は、NHKニュースで「脳の部分ごとの機能を詳しく解明」として報道された(2012年9月12日放送、NHK首都圏ネットワーク)。他、日本経済新聞社より取材を受け、日経産業新聞に掲載された(2012年9月19日付)。

共同研究実施状況

- 平成22年度自然科学研究機構生理学研究所 一般共同研究「電気生理学的手法を用いた大脳皮質神経ネットワークの効率的な解析に向けた試験的研究」に共同利用研究者として参加(提案代表者:星英司)。平成23年度まで継続。

奨学金など獲得状況

- 大学院奨学生(玉川大学)、平成20年度、500,000円、返還義務なし
- 大学院奨学生(玉川大学)、平成21年度、500,000円、返還義務なし



【グローバル COE 研究員 (P D)】

高浦 加奈

Kana Takaura

現所属：理化学研究所・脳科学総合研究センター
適応知性研究チーム、基礎科学特別研究員

玉川大学在籍期間：2009年10月～2011年3月

指導担当教員：坂上 雅道

研究テーマ：視覚的気づきの神経基盤

キーワード：視覚的意識、前意識過程

■グローバル COE 期間中の研究活動

平成21年10月就業以降、平成23年3月に離職するまでの期間、カリフォルニア工科大学 Ralph Adolphs 研究室との共同研究に従事した。玉川大学 GCOE では多くの大学・研究期間との教育研究協力協定を締結していたが、中でもカリフォルニア工科大学との提携は極めて重要であった。玉川大学が動物実験、中でも覚醒下サルを用いた脳研究では日本有数の拠点であるのに対し、カリフォルニア工科大学は脳科学と人文社会科学との融合を目指しヒトを対象とした脳研究の世界的な権威であり、2校の連携は互いに補完的な関係を持っていたためである。

本共同研究では意識的な「見え」が生じる瞬間（「気づき」の瞬間）の脳のメカニズムを検討することを目的とした。「意識」のような複雑な現象のメカニズムを検討するには、言語での正確な意思疎通ができるヒト被験者での実験に重きが置かれているが、脳の活動を計測する手法に限られており詳細な脳活動を計測するのは難しい。一方で、サルでは様々な計測手法が可能のため脳活動は詳細に調べられるが、言語での意思疎通ができないため実験者の意図した通りにサルが課題に取り組んでいるのか必ずしも明らかではない。そこで本共同研究では、全く同一の行動課題遂行中の脳の活動を、玉川大学ではサルから、カリフォルニア工科大学ではヒト被験者から測定し、互いの欠点を補い合うことで「見え」を生じる脳のメカニズムについて新しい知見を得ようと試みた。

両校の担当者の異動や震災等の事情が重なり、平成23年3月をもってプロジェクトの体制は変更されたが、GCOE という枠組みがあったからこそスタート可能となった共同研究であり、玉川大学 GCOE の有用性・重要性を表象する重要な共同研究であったと考えている。また、本プロジェクトの遂行を通して得られた新たな知識・技

術を共有することで、他 GCOE 研究員・学生の活力向上に貢献したものと考えている。

■グローバル COE 終了後の研究予定

平成23年4月より理化学研究所・脳科学総合研究センター適応知性研究チームにて研究員として勤務しており（平成24年4月より基礎科学特別研究員）、グローバル COE 研究員として従事していた上述のプロジェクトを継続している。

■研究活動業績

論文（公刊論文・学術雑誌）

1. Takaura K, Yoshida M and Isa T (2011) Neural substrate of spatial memory in the superior colliculus after damage to the primary visual cortex. *Journal of Neuroscience* 31: 4233-4241

学会等発表

<国際会議>

Takaura K, Yoshida M and Isa T, "Spatial working memory after V1 lesion in monkeys", Society for Neuroscience, Chicago, Oct 21, 2009

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. 『『盲視（ブラインドサイト）』の示唆するもの：モデル動物からの知見』、玉川大学脳科学研究所脳科学リテラシー部門第8回研究会（Oct 16, 2010）【招待講演】

活動実績

- Neuroinformatics at Marine Biological Laboratory, Woods Hole, USA (Aug 11-26, 2010) (Woods Hole 海洋学研究所にて開催されるサマースクールへの参加、本サマースクールは厳しい選考過程があり競争率も高い、1コースあたり30人程度が選抜される)

共同研究実施状況

- カリフォルニア工科大学 Ralph Adolphs 研究室、および理化学研究所脳科学総合研究センター・適応知性研究チームとの共同研究を行った。（2009年10月～2011年3月）



【グローバル COE 研究員 (P D)】

高橋 宗良 Muneyoshi Takahashi

現所属：九州大学大学院システム生命科学府

特任助教・玉川大学脳科学研究所特別研究員

玉川大学在籍期間：2005年4月～2010年11月

(GCOE 研究員：2009年4月～2010年11月)

担当指導教員：塚田 稔

研究テーマ：行動準備状態のラット海馬神経活動に見られる行動系列の表現

キーワード：海馬、シータ波、ガンマ波、多ニューロン同時記録、ラット

■グローバル COE 期間中の研究活動

塚田稔教授のもと「コミュニケーションと認知の神経回路モデル」の構築に向けた、神経活動の基礎データ収集と解析を進めてきた。本研究ではコミュニケーションや意思決定の前過程として、対象や事象に注意を向ける状態に着目した。従来の自由行動下ラットを用いた研究では、ラットが行動を一時的に停止し、状況に注意を払い、次の行動の準備をする期間（行動準備状態）の神経活動解析は進んでおらず、不明な点が多かった。そこで我々は、ラットの行動を自発的に一定期間停止させる新しい実験課題とその訓練方法を開発し、行動準備状態の神経活動のダイナミクスを解析した。その結果、この期間の海馬活動に表現されている、後続の意思決定に必要な作業記憶情報（課題中の行動系列）を発見し、その情報を読み出すプロセスの情報処理モデルを構築した。

本成果は、齧歯類をモデル動物とした意思決定・コミュニケーションの研究展開にとって画期的なものである。近年、意思決定に至る過程にある熟慮のプロセスにおいて、海馬が過去の経験を読み出し、メンタル・シミュレーションを行なっている可能性が齧歯類研究から示唆されている。本研究で明らかにした行動準備状態の記憶読み出しモデルを今後、メンタル・シミュレーションを要するような2ラット間のコミュニケーションや意思決定課題に応用することで、玉川グローバル COE プログラムが目指す社会的場面における脳内情報処理の理解、特に自己と他者の脳内表現の理解、さらにはその医学的・工学的応用による社会への貢献へと将来結びつくものと考えている。

■グローバル COE 終了後の研究予定

本プログラムに参加することで、意思決定や社会性の神経基盤に対する興味がより強まり、また国際的視点に立ち、最先端の研究課題に引き続き取り組みたいと思

うようになった。そこで、平成22年12月からは九州大学の Johan Lauwereyns 教授のもとで、ラットを用いた熟慮型の意思決定の神経基盤解明を目指した国際共同研究プロジェクトに参加し（Human Frontier Science Program 採択課題。米国ミネソタ大、英国エジンバラ大、北海道大との共同研究）、並行してラットによる他者の認識プロセスの解明を目指した研究プロジェクトにも参加している。今後は、より実社会の事象をターゲットにした研究を通して社会への貢献に意欲的に取り組みたいため、人間の意思決定プロセスを対象とした研究プロジェクトに焦点を移し、これまで積み重ねてきた細胞レベルでの基礎科学的な成果と経験を活かした社会科学的テーマへの応用・発展的な研究を展開してゆきたい。

■研究活動業績

論文（公刊論文・学術雑誌）

1. Yoshinori Ide, [Muneyoshi Takahashi](#), Johan Lauwereyns, Guy Sandner, Minoru Tsukada, and Takeshi Aihara. (2013). Fear conditioning induces guinea pig auditory cortex activation by footshock alone. *Cognitive Neurodynamics*, 7, 67-77.
2. Hiroki Fujiwara, Kosuke Sawa, [Muneyoshi Takahashi](#), Johan Lauwereyns, Minoru Tsukada, and Takeshi Aihara. (2012). Context and the renewal of conditioned taste aversion: The role of rat dorsal hippocampus examined by electrolytic lesion. *Cognitive Neurodynamics*, 6, 399-407.
3. Hiroshi Nishida, [Muneyoshi Takahashi](#), Gary D. Bird, and Johan Lauwereyns. (2012). Neural mechanisms of bias and sensitivity in animal models of decision making. *ECTI-CIT Transactions*, 6, 1-10.
4. 磯村宜和, 木村梨絵, [高橋宗良](#). (2012) マルチニューロン記録実験の実用プロトコール. 玉川大学脳科学研究所紀要, 5, 35-42.
5. 磯村宜和, 木村梨絵, [高橋宗良](#). (2011) 解説：マルチニューロン記録実験の実用プロトコール. 日本神経回路学会誌, 18, 14-21.
6. [Muneyoshi Takahashi](#), Johan Lauwereyns, Yoshio Sakurai, and Minoru Tsukada. (2009). A code for spatial alternation during fixation in rat hippocampal CA1 neurons. *Journal of Neurophysiology*, 102, 556-567.
7. [Muneyoshi Takahashi](#), Johan Lauwereyns, Yoshio Sakurai, and Minoru Tsukada. (2009). Behavioral state-dependent episodic representations in rat CA1 neuronal activity during spatial alternation. *Cognitive Neurodynamics*, 3, 165-175.

学会等発表<国際会議>

1. Johan Lauwereyns, Hiroshi Nishida, Gary D. Bird, A. David Redish, and [Muneyoshi Takahashi](#). Differential gamma activity related to correct spatial alternation in rat hippocampal CA1. 42nd annual meeting of the Society for Neuroscience, New Orleans, LA, U.S.A., 2012/10/13-17.
2. [Muneyoshi Takahashi](#), Hiroshi Nishida, A. David Redish, and Johan Lauwereyns. Predicting the flow of information by gamma activity during spatial alternation in rat hippocampal CA1. Dynamic Brain Forum 2012, Carmona, Spain, 2012/09/03-06.
3. Hiroshi Nishida, [Muneyoshi Takahashi](#), Gary D. Bird, A. David Redish, and Johan Lauwereyns. Gamma activity that predicts error during spatial alternation in rat hippocampal CA1. Dynamic Brain Forum 2012, Carmona, Spain, 2012/09/03-06.
4. [Muneyoshi Takahashi](#), Yoshio Sakurai, Yoshikazu Isomura, Minoru Tsukada, and Johan Lauwereyns. Frequency shift of hippocampal gamma-band activity during alert immobility in rats. 41st annual meeting of the Society for Neuroscience, Washington D.C., U.S.A., 2011/11/12-16.

5. Johan Lauwereyns, Muneyoshi Takahashi, Yoshio Sakurai, Yoshikazu Isomura, and Minoru Tsukada. Enhancement of rat hippocampal gamma-band activity during memory-guided spatial alternation. 41st annual meeting of the Society for Neuroscience, Washington D.C., U.S.A., 2011/11/12-16.
 6. Yoshinori Ide, Muneyoshi Takahashi, Johan Lauwereyns, Minoru Tsukada, and Takeshi Aihara. Activation of guinea pig auditory cortex induced by foot shock alone after fear conditioning. 41st annual meeting of the Society for Neuroscience, Washington D.C., U.S.A., 2011/11/12-16.
 7. Muneyoshi Takahashi, Yoshio Sakurai, Yoshikazu Isomura, Minoru Tsukada, and Johan Lauwereyns. The theta cycle and spike timing during fixation in rat hippocampal CA1. The Third International Conference on Cognitive Neurodynamics, Niseko, Japan, 2011/06/09-13.
 8. Yoshinori Ide, Muneyoshi Takahashi, Johan Lauwereyns, Minoru Tsukada, and Takeshi Aihara. Integration of hetero inputs to guinea pig auditory cortex established by fear conditioning. The Third International Conference on Cognitive Neurodynamics, Niseko, Japan, 2011/06/09-13.
 9. Hiroshi Nishida, Muneyoshi Takahashi, Jin Kinoshita, and Johan Lauwereyns. Transition dynamics in spatial choice. The Third International Conference on Cognitive Neurodynamics, Niseko, Japan, 2011/06/09-13.
 10. Johan Lauwereyns, Muneyoshi Takahashi, and Minoru Tsukada. Effects of reinforcement schedule on exploratory behavior in rats. 40th annual meeting of the Society for Neuroscience, San Diego, CA, U.S.A., 2010/11/09-13.
 11. Muneyoshi Takahashi, Johan Lauwereyns, Yoshio Sakurai, and Minoru Tsukada. Theta phase precession-like activity during alert immobility in rat hippocampal CA1 neurons. 40th annual meeting of the Society for Neuroscience, San Diego, CA, U.S.A., 2010/11/09-13.
 12. Muneyoshi Takahashi, Johan Lauwereyns, Yoshio Sakurai, and Minoru Tsukada. Does hippocampus code for spatial sequence during alert immobility? The 11th Tamagawa Dynamic Brain Forum, Atami, Japan, 2009/03/02-04.
- <国内会議>
1. Hiroshi Nishida, Muneyoshi Takahashi, A. David Redish, and Johan Lauwereyns. Two types of high frequency oscillation in rat hippocampal CA1 during spatial alternation. 脳と心のメカニズム 第13回冬のワークショップ, 留寿都, 2013/01/09-11.
 2. 西田洋司, 高橋宗良, Gary D. Bird, A. David Redish, and Johan Lauwereyns. ラット海馬 CA1 におけるエラー試行時の局所脳波解析. 第35回日本神経科学大会, 名古屋, 2012/09/18-21.
 3. Hiroshi Nishida, Muneyoshi Takahashi, Gary D. Bird, A. David Redish, and Johan Lauwereyns. Gamma activity in rat hippocampal CA1 predicts performance in a spatial alternation task. 第22回日本神経回路学会大会, 名古屋, 2012/09/12-14.
 4. 高橋宗良, 西田洋司, A. David Redish, and Johan Lauwereyns. 行動準備状態の海馬における情報の流れをシータ・ガンマリズムから推測する. 包括型脳科学研究推進ネットワーク 2012年度夏のワークショップ, 仙台, 2012/07/24-27.
 5. 西田洋司, 高橋宗良, 伊良皆啓治, Johan Lauwereyns. 静止状態のラット海馬 CA1 領域におけるクロス周波数カップリング. 第51回日本生体医工学大会, 福岡, 2012/05/10-12.
 6. 西田洋司, 高橋宗良, 伊良皆啓治, Johan Lauwereyns. ラット海馬におけるガンマ波強度と移動速度の相関性解析. 電子情報通信学会総合大会, 岡山, 2012/03/20-23.
 7. 西田洋司, 高橋宗良, 伊良皆啓治, Johan Lauwereyns. 静止中のラット海馬にみられるガンマ帯域脳波の周波数変調. 電子情報通信学会, ME とバイオサイバネティクス研究会, 福岡, 2012/01/27-28.
 8. 西田洋司, 高橋宗良, 塚田稔, 伊良皆啓治, 櫻井芳雄, 磯村宜和, Johan Lauwereyns. 静止中のラット海馬 CA1 領域におけるガンマ帯域の局所脳波ダイナミクス. 電気関連学会九州支部第64回連合大会, 佐賀, 2011/09/26-27.
 9. 高橋宗良, 櫻井芳雄, 磯村宜和, 塚田稔, Johan Lauwereyns. 不動状態のラット海馬 CA1 領域にみられるガンマ帯域活動の周波数シフト. 第34回日本神経科学大会, 横浜, 2011/09/14-17.
 10. 井手吉紀, 高橋宗良, Johan Lauwereyns, 塚田稔, 相原威. 恐怖条件づけにより聴覚野に生じる感覚モダリティの統合. 第34回日本神経科学大会, 横浜, 2011/09/14-17.
 11. 高橋宗良, Johan Lauwereyns, 櫻井芳雄, 塚田稔. 不動状態のラット海馬 CA1 ニューロン活動に見られる位相シフト現象. 第33回日本神経科学大会, 神戸, 2010/09/02-04.
 12. Johan Lauwereyns, Muneyoshi Takahashi, Yoshio Sakurai, and Minoru Tsukada. Effect of reward and punishment on exploration in rats. 第33回日本神経科学大会, 神戸, 2010/09/02-04.
 13. 高橋宗良, Johan Lauwereyns, 櫻井芳雄, 塚田稔. 静止状態におけるラット海馬ニューロンのシーケンス依存的活動. 第31回日本神経科学大会, 東京, 2008/07/09-11.
- 活動実績**
- (海外研修) 包括型脳科学研究推進ネットワーク育成支援委員会「海外研究室での技術研修や海外での技術習得コース」採択 (250 千円) 研究課題名「行動下の大規模な多細胞同時記録を可能にする多電極マイクロドライブ設計法の習得」受入先: Prof. A. David Redish, Department of Neuroscience, University of Minnesota, MN, USA. 2013/1/25-2/11.
 - (ワークショップ参加) 包括型脳科学研究推進ネットワーク 2012 年度夏のワークショップ, 仙台, 2012/07/24-27.
- 受賞**
- 高橋宗良. (2012/07). 「行動準備状態の海馬における情報の流れをシータ・ガンマリズムから推測する」, 包括型脳科学研究推進支援ネットワーク 2012 年度夏のワークショップ, 若手優秀発表賞
 - 高橋宗良. (2011/07). 「海馬内の theta/gamma リズムによってラットの行動開始タイミングは予期できるか?」, 平成 23 年度公益信託成茂神経科学研究助成基金, 受賞
 - Muneyoshi Takahashi, Yoshio Sakurai, Yoshikazu Isomura, Minoru Tsukada, and Johan Lauwereyns. (2011/06). "The theta cycle and spike timing during fixation in rat hippocampal CA1", The 3rd International Conference on Cognitive Neurodynamics (ICCN), The Best Poster Award.
- 新聞、雑誌、テレビ、ラジオ他マスコミ関係掲載・出演など**
- 平成 21 年 11 月: 玉川学園月刊誌「全人」2009 年 11 月号「玉川学園のユニバーサルな教育 3, パブロフの犬にヒントを得た SSH と脳研のコラボ研究」(玉川大学出版部), 取材協力.
 - 平成 21 年 02 月: SKY PerfectTV! 216ch, 「Edge Special: 世界を自分の場所とするために・ヤン ローレンス」(制作: テレコムスタッフ), 取材協力.
- 外部資金獲得状況**
- 高橋宗良. (2012/11). 包括型脳科学研究推進ネットワーク育成支援委員会「海外研究室での技術研修や海外での技術習得コース」採択 (250 千円) 研究課題名「行動下の大規模な多細胞同時記録を可能にする多電極マイクロドライブ設計法の習得」
 - 高橋宗良. (2011/07). 平成 23 年度公益信託成茂神経科学研究助成基金 採択 (300 千円) 研究課題名「海馬内の theta/gamma リズムによってラットの行動開始タイミングは予期できるか?」
- その他の特筆すべき成果**
- 高橋宗良. 2010/03, 学位取得 (博士 (工学)) 玉川大学 第 114 号, 論文題目「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」(指導教官: 塚田稔教授)
 - 平成 20 年 4 月~平成 22 年 11 月: 玉川大学—玉川学園高等部・中学部連携授業 (文部科学省スーパーサイエンスハイスクール (SSH) 指定校・関連プログラム) 支援スタッフ.



【グローバル COE 研究員 (P D)】

春野 雅彦 Masahiko Haruno

現所属：(独) 情報通信研究機構

脳情報通信融合研究センター 主任研究員

玉川大学在籍期間：2009年4月～2011年3月
(グローバル COE 准教授)

指導担当教員：坂上 雅道

研究テーマ：社会性の個人差の脳内計算メカニズム

キーワード：学習 意思決定 社会性

■グローバル COE 期間中の研究活動

玉川大学在籍中(平成21～22年度)は、社会性の個人差が生じる脳内の計算メカニズムを対象に研究を行った。特に、匿名の他者と直感的にリソースの分配を行う際の個人差である social value orientation が、多くの社会行動の個人差と関連することに着目し、その神経機構を探る研究をロンドン大学と共同で行った。

<研究成果>

事前に立てた計画に従って、社会性の一次ヒューリスティクスとして social value orientation と認知機能の統合過程を調べる実験を行った。具体的には ultimatum game を用いた実験で、向社会的な人と個人的な人で時間と認知機能に余裕がある場合には、協力率が反対方向に変動することがわかった。また、その神経機序として扁桃体と側坐核の活動の変化が考えられることを発見した。その過程で、向社会的な人と個人的な人の脳構造に違いがある可能性もあることも見出した。

本研究テーマは、ヒトの社会性の神経メカニズム、およびその社会に与える影響を直接研究するもので、本グローバル COE プログラム「社会に生きる心の創成、知情意の科学の再構築」にとの関連も深かったと考えている。

またグローバル COE プログラムでは大学院生や若手研究者の育成が特に重要であることにも留意し、扁桃体の学習における基礎過程を調べる研究では、博士学生の渡邊君(平成21～23年度 工学研究科脳情報専攻に在籍)と議論を進めながら共同研究を行った。(平成24年度 博士(工学)取得済み。)

■グローバル COE 終了後の研究予定

平成23年度より、現職((独)情報通信研究機構 脳情報通信融合研究センター 主任研究員)に就いており、今後は更に学際的に、ヒトの社会性をターゲットとした研究を推進すると同時に、そのような独自の研究ス

タイトルの有効性や面白さを学生や広く社会一般に発信していく予定である。

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Enomoto K, Matsumoto N, Nakai S, Satoh T, Sato TK, Ueda Y, Inokawa H, Haruno M, Kimura M. (2011) Dopamine neurons learn to encode the long-term value of multiple future rewards. Proc Natl Acad Sci U S A. 108:15462-7.
2. Lemmin T, Ganesh G, Gassert R, Burdet E, Kawato M, Haruno M., Model-based attenuation of movement artifacts in fMRI. J Neurosci Methods. 2010 92(1):58-69.
3. Ganesh G, Haruno M, Kawato M, Burdet E., Motor memory and local minimization of error and effort, not global optimization, determine motor behavior. J Neurophysiol. 2010 Jul;104(1):382-90.
4. Haruno M. & Frith CD., Activity in the amygdala elicited by unfair divisions predicts social value orientation, Nat Neurosci. 2010, 13(2), 160 - 1
5. Political and economic decision making in reward neural systems, Haruno M. Tanaka S & Kawato M., Leviathan, 2009, 44, 7 - 21
6. Activity in the Superior Temporal Sulcus Highlights Learning Competence in an Interaction Game, Haruno M. & Kawato M., J Neurosci, 2009, 29(14), 4542 - 4547

書籍 (著書)

1. 春野雅彦『囚人のジレンマにおけるかけ引きと脳活動 ノンバーバルコミュニケーションにおける脳』医学書院 (2010) 学会等発表<ポスター発表 (国際会議) >

1. Annual meeting of Society for Neuroscience 2010

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. 実験社会学 夏の学校講師 (2010)
2. 経済行動学会全国大会招待講演 (2010)
3. 日本心理学会招待講演 (2010)
4. 応用脳科学アカデミー講義 (2010)
5. 脳と心のメカニズム冬のワークショップ 招待講演 (2010)
6. 日本神経科学学会大会 (2010)
7. 日本マーケティング協会 ニューロマーケティング研究会 最終パネル討論 (2010/1/13)
8. 日本行動経済学会 2009年度 全国大会 招待講演 (2009/12/06)
9. 日本マーケティング協会 ニューロマーケティング研究会 基調講演 (2009/11/13)
10. 生理学研究所 統合脳シンポジウム招待講演 (2009/9/13)

活動実績

- 日本神経回路学会理事 2008-2011

受賞

- ニューロクリアティブ研究会 研究奨励賞 (2010年度)
- 新聞、雑誌、テレビ、ラジオ他マスコミ関係掲載・出演など
- 「扁桃体は不平等が嫌い?」, 毎日新聞朝刊, 2009/12/22
- 「公平さの判断 扁桃体がカギ」, 読売新聞夕刊, 2009/12/22
- 「公平な人 脳でわかる」, 朝日新聞朝夕刊, 2009/12/21
- 「不公平嫌がる脳の部位発見」, 日本経済新聞朝刊, 2009/12/21
- 「脳に不公平嫌う部分」, 神戸新聞, 福井新聞, 愛媛新聞, 北日本新聞, 東京新聞, 岐阜新聞, 京都新聞 他多数 2009/12/21



【グローバル COE 研究員 (P D)】

福島 康弘

Yasuhiro Fukushima

現所属：川崎医療福祉大学 医療福祉学部

医療福祉学科 講師

玉川大学在籍期間：2004年4月～2011年3月

(GCOE 研究員：2008年10月～2011年3月)

指導担当教員：塚田稔、磯村宜和

研究テーマ：海馬神経回路における時空間情報処理

キーワード：時空間学習則、コントロールコーディング、
海馬 CA1 野、電気生理

■グローバル COE 期間中の研究活動

21 世紀 COE プログラムで行った研究を継続し、海馬において、時空間情報がどのように記憶として細胞に格納されていくかを明らかにするための研究をおこなった。その際、塚田の時空間学習則における【神経情報入力のための時間的・空間的なタイミング依存性】や津田のコントロールコーディングにおける【神経細胞応答のフラクタル性】に注目し、これらの数学的な理論が実際の海馬 CA1 野の錐体細胞においてどの程度の精度を持って実際に起こっているのかについて生理学的に研究した。実験手法としては、電気生理学的な方法、神経イメージングの方法を用いた。

その結果、海馬 CA1 野の神経細胞が、時空間配列情報を空間的に圧縮して記憶可能なこと、この記憶には NMDA 型のグルタミン酸受容体の関与があること、これらの記憶は、入力配列の時間特性（特に周波数）の影響を受け、抑制性のネットワークにより精度が向上することを明らかにした。複雑な時空間情報処理の計算理論を生理実験へ適応させた研究は世界的にもまだまだ少なく、まだまだ荒削りなところは残るものの、非常に意欲的な研究であったと考えている。

また、21 世紀 COE で購入したがなかなか活用できずにいた共焦点レーザー顕微鏡システムの環境整備に着手し、大学院生でも安定して記録がとれるようにシステム全体の安定化につとめた。その甲斐もあり、このシステムを使って、当時、大学院生であった米山 誠さんと共同で樹状突起上の膜電位加算の時空間依存性を詳細に検討し、論文にまとめることができた。

加えて、当時、相原研究室の大学院生であった杉崎えり子さんと共同で、海馬において「意欲」に関する情報を担うことが知られているアセチルコリンが海馬 CA1 野における学習の系にどのように関与するかを明らかに

する生理学的な研究をおこなった。

■グローバル COE 終了後の研究予定

2011.4 に【神経細胞応答のフラクタル性】の研究を進展させ、共焦点顕微鏡を用いて時空間的なタイミング特性についてより詳細に明らかにするための研究計画に対する科研費（基盤 C「学習・記憶における部分と全体の情報表現」）が採択され、現在も玉川大学の研究グループと共同でグローバル COE 時代の研究を継続している。

■研究活動業績

論文（公刊論文・学術雑誌）

1. Sugisaki E, Fukushima Y, Tsukada M, Aihara T. (2011) Cholinergic modulation on spike timing-dependent plasticity in hippocampal CA1 network. *Neuroscience* 192: 91-10
2. Yoneyama M, Fukushima Y, Tsukada M, Aihara T. (2011) Spatiotemporal characteristics of synaptic EPSP summation on the dendritic trees of hippocampal CA1 pyramidal neurons as revealed by laser uncaging stimulation. *Cogn. Neurodyn.* 5(4): 333-342
3. Y Yamaguti, S Kuroda, Y Fukushima, M Tsukada, I Tsuda. (2011) A Mathematical Model for Cantor Coding in the Hippocampus. *Neural Netw.*, 24(1):43-53.
4. M Tsukada, Y Fukushima (2011) A context sensitive mechanism in hippocampal CA1 networks. *Bull. Math. Biol.*, 73(2):417-35
5. 米山誠・福島康弘・小島比呂志・塚田稔. (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*, 17(1)2-11
6. S Kuroda, Y Fukushima, Y Yamaguti, M Tsukada, I Tsuda. (2009) Iterated function systems in hippocampal CA1. *Cogn. Neurodyn.* Vol. 3:205-222

書籍（著書）

1. Y Fukushima, M Tsukada, I Tsuda, Y Yamaguti, S Kuroda. Coding mechanisms in hippocampal networks for learning and memory. *Advances in Neuro-Information Processing*, LNCS 5506: 72-79 (2009)

学会等発表

<国際会議>

1. S Kuroda, Y Fukushima, Y Yamaguti, M Tsukada, I Tsuda. Emergence of Iterated Function Systems in the Hippocampal CA1. The 2nd International Conference on Cognitive Neurodynamics, Hangzhou, China, 2009/11
2. M Kondo, Y Fukushima, T Kitajima, H. Sasaki, M. Tsukada, T. Aihara The analysis of interaction among dendritic inputs in hippocampal CA1 neurons. 36nd Annual meeting of Society for Neuroscience, Chicago, USA, 2009/10
3. Y Fukushima, M Tsukada, I Tsuda, Y Yamaguti, S Kuroda. Possibility of Cantor coding by spatial input patterns. *Neural Information Processing of the Asia-Pacific Neural Network Assembly*, Auckland, New Zealand, 2008/11
4. 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. 35nd Annual meeting of

Society for Neuroscience, Washington D.C, 2008/11

<国内会議>

1. 福島康弘, 塚田稔, 津田一郎, 山口裕, 黒田茂抑制性神経回路が海馬 CA1 野におけるコントロールコーディング精度に与える効果, 第 33 回日本神経科学学会、神戸, 2010/9
2. 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, 第 33 回日本神経科学学会、神戸, 2010/9
3. 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, 第 33 回日本神経科学学会、神戸, 2010/9, 第 33 回日本神経科学学会、神戸, 2010/9
4. 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 野錐体細胞樹状突起上の EPSP の時空間加重特性, 第 33 回日本神経科学学会、神戸, 2010/9
5. 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, 第 33 回日本神経科学学会、神戸, 2010/9
6. 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, 電子情報通信学会 2010 年総合大会, 仙台, 2010/3
7. 福島康弘, 塚田稔, 津田一郎, 山口裕, 黒田茂. Cantor coding performance of hippocampal CA1 pyramidal neurons in relation to interval of input sequence. 第 32 回日本神経科学学会, 名古屋, 2009/9
8. 黒田茂, 福島康弘, 山口裕, 塚田稔, 津田一郎. 海馬 CA1 領域における縮小写像系. 第 32 回日本神経科学学会, 名古屋, 2009/9
9. 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上の情報処理の役割. 第 31 回日本神経科学学会, 東京, 2008/7
10. 福島康弘, 塚田稔, 津田一郎, 山口裕, 黒田茂. 海馬 CA1 錐体細胞の閾値上応答におけるコントロール性. 第 31 回日本神経科学学会, 東京, 2008/07

外部資金獲得状況

すべて研究分担者として以下の研究費を獲得

- 特定領域研究 公募研究 (H20-H21) 海馬神経回路網の情報統合のメカニズム (相原威) H20: 直接 300 千円 H21: 直接 100 千円
- 科学研究費補助金 基盤研究 (c) (一般) (H20-H23) 海馬神経回路網の情報表現とモデルの構築 (相原威) H20: 直接 300 千円 間接 90 千円 H21: 直接 100 千円 間接 30 千円

共同研究実施状況

- 北海道大学 電子科学研究所との共同研究
津田一郎 (電子情報処理部門 計算論的生命科学分野・教授): 時系列情報のカオス遍歴を用いた計算論的神経科学海馬モデルの作成
山口 裕 (北海道大学 電子科学研究所・助教): モデルニューロンでのシミュレーション
黒田 茂 (北海道大学 電子科学研究所・ポスドク研究員): 生理学的なデータのモデルへのフィットと多次元解析



【グローバル COE 研究員 (P D)】

XIAOCHUAN PAN

AFFILIATION: East China University of Science and Technology, Shanghai

ENROLLMENT IN TAMAGAWA GCOE: From April, 2010 to May, 2011 (as Pos Doc)

RESEARCH THEME: Neuronal mechanisms of reward inference in the prefrontal cortex and striatum

RESEARCH KEYWORDS: reward inference, prefrontal cortex, striatum, single-unit recording, monkey, causal interaction.

PROJECT REPORT RELATED TO

GLOBAL COE PROGRAM (April 2008 - March 2013)

My project in Global COE Program was to find neural circuits related to reward inference. We trained the monkeys to learn a reward inference task, in which the monkeys learned stimulus-stimulus associations and stimulus-reward associations. The behavioral results showed that the monkeys could integrate these acquired associations to predict reward information of new stimuli that had never been paired with reward directly. We recorded single-unit activity and local field potentials (LFPs) simultaneously from the lateral prefrontal cortex (LPFC) and striatum of the monkeys while performing the reward inference task. Neural response patterns were compared in the LPFC and striatum. LPFC neurons were able to infer reward information for new stimuli, while striatal neurons did not. We also analyzed functional connectivity between the LPFC and striatum on the basis of LFPs using several methods, such as coherence, Granger-causality, and transfer entropy. We mainly found the strength of functional connectivity from the LPFC to the striatum was stronger than that from the striatum to the LPFC, and the strength of functional connectivity was dependent of reward condition and behavioral stages.

CONTRIBUTION TO THE GCOE AND TAMAGAWA UNIVERSITY COLLABORATION

The ability of making inference is one of higher-order functions in the brain. Its neural mechanisms are fundamental problems in cognitive neuroscience.

Previously behavioral experiments and fMRI studies are main methods to investigate this issue, and no electrophysiological study has been able to show how single neurons are involved in making inferences. We designed and developed a new task that is appropriate for single unit recording to demonstrate the inference process. On the basis of that task, we published one paper in Nature Neuroscience in 2008 to show that LPFC neurons were involved in reward inference. Furthermore, we demonstrated LPFC neurons could infer the reward value of a stimulus using transitive inference, while striatal neurons did not show such ability. Instead, striatal neurons were able to infer the reward value of a stimulus in a pair once directly experiencing the alternative with reward. Our results suggest clearly dissociable reward inference functions in both of these areas. On the basis of analyzing LFPs, we found that the strength of function connectivity is stronger from the LPFC to the striatum than from the striatum to the LPFC, consisting with the anatomical structure between them. Moreover, the strength of functional connectivity from the LPFC to the striatum is stronger in small than in large reward conditions, in the stimulus presentation period than in the fixation period. These results suggested the important roles of interactions between the LPFC and the striatum in controlling behavior.

FUTURE WORK OF RESEARCH COLLABORATION AFTER THE TERMINATION OF GCOE

The prefrontal cortex and the striatum are two major structures in the brain. There are lots of studies related to the functions of each area. But the functions of prefrontal-striatal circuits remain elusive. How is neural information transferred from the prefrontal cortex to the striatum? How does the prefrontal cortex control functions of the striatum? What are the functional roles of interactions between the two areas in decision-making? I moved to East China University of Science and Technology, Shanghai from 2011. Now I am building a new animal laboratory in the University, continuing the research related to neural mechanisms of inference. It is a very good chance to collaborate with Tamagawa University in these issues.

ACHIEVEMENTS RELATED TO GLOBAL COE PROGRAM

Articles (peer reviewed)

1. Chaofei Ma, Xiaochuan Pan*, Rubin Wang, Masamichi Sakagami. Estimating causal interaction between prefrontal cortex and striatum by transfer entropy. *Cognitive Neurodynamics*, Vol.7, 253-261, 2013
2. Xiaochuan Pan, Masamichi Sakagami*. Category representation and generalization in the prefrontal cortex. *European Journal of Neuroscience*, 35, 1083-1091, 2012.
3. Xiaochuan Pan, Koseku Sawa, Ichiro Tsuda, Minoru Tsukada, Masamichi Sakagami*. Reward prediction based on stimulus categorization in primate lateral prefrontal cortex. *Nature Neuroscience*, 11, 703-712, 2008.

Books and other publications

1. Minami Yamamoto, Xiaochuan Pan, Koseku Nomoto, Masamichi Sakagami. Multiple Neural Circuits in Value-based Decision making. In "Decision Making, Affect and Learning" Attention and Performance vol. XXIII (Delgado, M et al., eds.). Oxford Press, 355-369, 2011.
2. Xiaochuan Pan*, Masamichi Sakagami. Category inference and prefrontal cortex. *Advances in Cognitive Neurodynamics (II)*. 1, Springer, New York. 117-122, 2012.

Invited lectures

1. Xiaochuan Pan, Masamichi Sakagami. Interactive function between prefrontal cortex and striatum revealed by local field potential. 2011 the conference of Chinese Society of Theoretical and Applied Mechanics, Haerbin, Aug. 22 - Aug. 24, 2011.
2. Xiaochuan Pan, Masamichi Sakagami. Reward inference by primate prefrontal cortex and striatum neurons. The first Conference of Neurodynamics, Shanghai, March 28 - March 31, 2012.

Conference presentations

1. Hongwei Fan*, Xiaochuan Pan, Masamichi Sakagami. Striatal neurons infer stimulus outcomes. SFN (Society for Neuroscience), New Orleans, October 13-17, 2012.
2. Hongwei Fan*, Xiaochuan Pan, Masamichi Sakagami. Local inactivation of primate prefrontal cortex impairs reward prediction based on category inference. The 34th Annual meeting of Japanese Neuroscience Society, Yokoyama, Sept. 14 - 17, 2011.
3. Xiaochuan Pan*, Hongwei Fan, Masamichi Sakagami. Reward inference by prefrontal and striatal neurons. SFN, Washington, DC, Nov. 12 - 16, 2011.
4. Xiaochuan Pan*, Masamichi Sakagami. Causal interaction between lateral prefrontal cortex and striatum. The 33rd Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, Kobe, Sept. 2 - 4, 2010.
5. Xiaochuan Pan*, Masamichi Sakagami. Category-based reward inference in prefrontal cortex. The Joint Tamagawa-Caltch Workshop on Decision Making, March 3 - 5, 2010.
6. Xiaochuan Pan*, Masamichi Sakagami. Category inference and prefrontal cortex. The 2nd international conference on cognitive neurodynamics, in Hangzhou, China, Nov. 15 - 19, 2009.
7. Xiaochuan Pan*, Masamichi Sakagami. Model-based and

model-free learning by striatal neurons. The 32nd Annual meeting of Japanese Neuroscience Society, Nagoya, Sept. 16 - 18, 2009.

8. Xiaochuan Pan*, Masamichi Sakagami. Reward prediction by prefrontal and striatal neurons. The 11th Tamagawa Dynamic Brain Forum, Atami, Japan, March 2 - 4, 2009.
9. Xiaochuan Pan*, Masamichi Sakagami. Influences of stimulus discriminability and choice bias on dopamine activity, Workshop on Open Problems in the Neuroscience of Decision Making in Okinawa., Okinawa, Japan, 2008.
10. Xiaochuan Pan*, Masamichi Sakagami. Dissociable roles of lateral prefrontal cortex and striatum for reward prediction, The 31st Annual meeting of Japanese Neuroscience Society, Tokyo, June 9 - 11, 2008.
11. Xiaochuan Pan*, Masamichi Sakagami. Functional roles of prefrontal cortex and striatum in reward process. Workshop of integrative brain, Hokkaido, Japan, August 7 - 10, 2008.



【グローバル COE 研究員 (P D)】

田中 慎吾

Shingo Tanaka

現所属：玉川大学脳科学研究所・科研費研究員玉川大学在籍期間：2010年4月から、現在在籍中
指導担当教員：坂上 雅道研究テーマ：コストによる中脳ドーパミン細胞の
活動変化の解明

キーワード：報酬、意思決定、ドーパミン

■グローバル COE 期間中の研究活動

平成23年4月より半年間、GCOEプログラムによる支援を受け、研究を行った。

私の行なっている研究は、脳内における報酬価値の計算メカニズムを解明することを目的としている。例えば「仕事のあとのビールは格別である」という言葉が示すように、報酬の価値は、そのために費やしたコストによる影響を受けると考えられる。しかし、この現象を説明できるような神経活動はこれまで報告されておらず、コストが報酬の価値を変化させるメカニズムも、いまだ不明である。選択肢や報酬の価値計算には、中脳ドーパミン細胞の活動が報酬予測誤差信号として利用され、価値がアップデートされていくと考えられている。これらのことから、私はドーパミン細胞の活動に対するコストの影響を調べることで、ドーパミン細胞における報酬価値計算メカニズムを明らかにできると考え、研究を行なっている。

GCOEプログラムによる支援を受けていた期間は、この研究の計画や準備を行っていた期間に相当する。この期間にGCOEプログラムにより開催されたレクチャーコースや特別講演、談話会に参加し、様々な分野の講演を伺ったことは、研究計画の立案に際し、大変有意義であった。特に、京都で開催された、玉川大学・カリフォルニア工科大学ジョイントレクチャーコースに参加し、世界に名だたる研究者の講演を聞き、議論を交わすことができたことは、非常に刺激的なものであった。

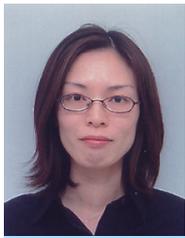
報酬は、生物が行動を選択する、つまり意思決定を行う際に非常に重要な働きを持つ。私の研究により、意思決定の神経基盤の解明というGCOEの目的の一つに、新たな知見を加えることができると考えている。

■グローバル COE 終了後の研究予定

現在進めている研究により、コストは負の報酬情報とし

てドーパミン細胞の表現する報酬予測誤差信号に統合されていること、先行するコストがドーパミン細胞によって表現される報酬予測誤差信号を増加させること、が明らかになってきた。必要な実験は完了間近であり、今後は日本神経科学会や北米神経科学会の年大会での発表を行い、論文の執筆・投稿を行う予定である。

また、共にGCOEポスドクとして支援を受けた研究者とともに、ドーパミン細胞の新規刺激に対する活動を調査する研究計画も立案中である。



【グローバル COE 研究員 (P D)】

隠岐 さや香 Sayaka Oki

現所属：国立大学法人広島大学総合科学研究科
准教授

玉川大学在籍期間：2009年5月～2010年3月

担当指導教員：坂上雅道

研究テーマ：科学的視点からの脳神経倫理研究

キーワード：脳神経倫理 骨相学 社会的影響

疑似科学 脳神経神話

■グローバル COE 期間中の研究活動

研究活動としては、歴史的事例にもとづく脳神経倫理研究の一環として、19世紀における骨相学の社会的影響と現代の「脳神経神話」問題との比較を行う計画であった。平成21年度は国内およびフランスでの文献調査による歴史研究をまず行い、いくつかの口頭発表にまとめた。同時に、現代へのアプローチが必要であることも認識していたため、現代日本における脳科学の政策動向なども審議会傍聴を通じて資料収集につとめた。

成果であるが、まず、現在では疑似科学として認知されている骨相学が、19世紀初頭の欧州においては厳密な科学研究かそうでないかの判別が極めて困難であったこと、それをめぐって複雑な賛否論争が起きていたことなどを検証することができた。また、骨相学の提唱者が、対象とする集団（専門的な研究者、知的な読書人層、それ以外）により自らの研究の「見せ方」を巧みに変えている様子も確認することも出来た。これらの点において、骨相学の歴史には、現代における「脳神経神話」問題の展開と類似する点があることを指摘することができた。

研究者としての業績の他、玉川グローバル COE のアウトリーチ活動にも関わり、脳科学研究所主催の第六回脳神経リテラシー研究会（テーマ「言語の脳科学」）を10月30日に、第七回研究会（テーマ「社会科学と脳科学」）を2010年3月12日に開催した。また、11月には渡仏し、フランスの日本教育研究者が開催した国際会議において玉川 GCOE の状況も含めた日本の大学改革動向について紹介した。

■グローバル COE 終了後の研究予定

平成22年4月にグローバル COE から広島大学に異動した後は科学史に軸足を移して「人間の科学」史研究を続けており、その中で脳神経科学の歴史と交わる問題も引き続き扱っている。そもそも、骨相学の問題は、

18世紀から19世紀の西洋において「人間の科学」を作ろうとの機運が高まっていたことを背景にしていた。すなわち、骨相学はただのニセ科学としてではなく、もともとは「人間」を理解したいという当時の知的情熱の一環として宣伝がなされ、大衆化、商業化の対象となったのであった。この視点は現代において「人間の科学」であろうとする脳神経科学が社会に与える影響を考える上でも興味深いものであると思われるので、引き続き追求していく予定である。

■研究活動業績

書籍（著書）

1. 隠岐さや香『科学アカデミーと「有用な科学」』名古屋大学出版会、2011年

[※玉川大学在籍中に脱稿、出版助成のため科学研究費（研究成果公開促進費）を申請]

学会等発表

<国内会議>

1. 隠岐さや香「歴史的事例に見る脳科学の議事科学的言説とその社会的影響のパターン——19世紀フランスの骨相学論争から考える」科学技術社会論学会第8回年次研究大会、早稲田大学、2009/11/14-15

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. 隠岐さや香、「脳神経科学史の可能性：19世紀フランスの骨相学論争を事例に」、生物学史月例会、東京大学駒場キャンパス、2009/05/16
2. 隠岐さや香、「歴史的事例に見る脳科学の疑似科学的言説とその社会的影響のパターン——19世紀フランスの骨相学論争とその反対者・賛同者達——」、熊大・東大合同セミナー：脳神経倫理学を中心とする生命倫理、熊本大学、2009/05/09

活動実績

- Sayaka Oki, "Scientific Policy and University Reform in Japan", Centre d'études japonaises 他主催国際ワークショップ La réforme des universités et de la recherche au Japon: des enseignements pour l'Europe?、パリ、フランス、2009/11/21 [国際ワークショップにおいて玉川大学 GCOE も含めた日本の大学改革の状況を紹介]

受賞

- サントリー財団 サントリー学芸賞 歴史・思想部門（2011年、『科学アカデミーと「有用な科学」』が受賞）
- 関科学技術振興財団 パピルス賞（2011年、『科学アカデミーと「有用な科学」』が受賞）

その他の特筆すべき成果

上記の<口頭発表・シンポジウムでの講演など>で紹介した諸研究は、玉川大学における脳神経リテラシーを扱った授業においてディスカッションの題材として使われるなどした。

- 第六回脳神経リテラシー研究会開催「言語の脳科学」講演者：今井むつみ氏（慶應義塾大学）、荻原裕子氏（首都大学東京）、信原幸弘氏（東京大学）
- 第七回脳神経リテラシー研究会開催「社会科学と脳科学」講演者：松元健二氏（玉川大学）、堂目卓生氏（大阪大学）、音喜多信博氏（相山女学園大学）



【グローバル COE 研究員 (P D)】

野元 謙作

Kensaku Nomoto

現所属：Champalimaud Neuroscience
Programme (Lisbon, Portugal)・ポスドク

玉川大学在籍期間：2009年4月～2009年12月

指導担当教員：坂上 雅道

研究テーマ：自由選択課題における前頭葉機能の解明

キーワード：意思決定、報酬、前頭葉

■グローバル COE 期間中の研究活動

平成 20、21 年度：自由選択課題における前頭葉機能を解明するため、ヒトに比較的近縁であるニホンザルを被験体とした。2 種類あるいは 3 種類の異なった味の飲み物（たとえばオレンジジュース、アップルジュース、お茶、塩水など）からサルが自由に報酬を選択できる課題を新規に開発した。この新規課題を遂行中のニホンザルを対象とし、神経生理実験を開始した。記録中のニューロン集団から動物の「意図」をデコードするため、新規にマルチコンタクト電極を用いた多チャンネル神経活動記録ができる測定装置を立ち上げた。横山修研究員と共同で、予備的な神経活動データを取得した。

グローバル COE 研究員として、担当プロジェクトの推進に関与した他、グローバル COE プログラム主催の講演会に参加し、担当プロジェクトに直接関わる分野から、現時点では全く関連がないと思われる分野まで、非常に多様な分野の研究成果を拝聴し、視野を広げられた。また講演会あるいは講演会后に、演者に積極的に質問をし、疑問点を解消するとともに、人的交流を持つことができた。さらにグローバル COE プログラム主催のワークショップ、シンポジウムにおいて、会場設営、会場運営などの業務に携わった。

■グローバル COE 終了後の研究予定

平成 21 年度中途にて、玉川大学より転出した。上記の実験については横山修研究員がデータ取得を完了し、グローバル COE 終了後、共同研究者とともに多チャンネルデータ解析、論文作成の予定である。

■研究活動業績

論文（公刊論文・学術雑誌）

1. [Nomoto K](#), Schultz W, Watanabe T, and Sakagami M. (2010) Temporally extended dopamine responses to perceptually demanding reward-predictive stimuli. *Journal of Neuroscience* 30: 10692-1070.

書籍（著書）

1. Yamamoto M, Pan XC, [Nomoto K](#), and Sakagami M. (2011) Multiple neural circuits in value-based decision making. In *Decision Making, Affect, and Learning: Attention and Performance XXIII* (edited by Delgado MR, Phelps EA, and Robbins TW), Oxford University Press.

学会等発表＜国際会議＞

1. Yokoyama O, Tsuchiya N, Noritake A, [Nomoto K](#), and Sakagami M. Decoding goal information revealed distinct involvement of macaque lateral prefrontal cortex in internally-determined and externally-instructed choice. The annual meeting, Society for Neuroscience, Washington, DC. November 12-16, 2011.

＜国内会議＞

1. Yokoyama O, Tsuchiya N, Noritake A, [Nomoto K](#), and Sakagami M. Differential representation of goal in monkey lateral prefrontal cortex in free- and instructed-choice. The annual meeting, Japan Neuroscience Society, Yokohama, Japan. September 14-17, 2011.
2. [Nomoto K](#), Schultz W, Watanabe T, and Sakagami M. Temporal evolution of reward prediction in dopamine neurons during decision-making. The annual meeting, Japan Neuroscience Society, Tokyo, Japan. July 9-11, 2008.

受賞

- 日本神経回路学会奨励賞，野元 謙作，2008

【グローバル COE 研究員 (R A)】

米山 誠

Makoto Yoneyama

現所属：アトムメディカル株式会社

玉川大学在籍期間：2006 年 4 月～2011 年 3 月

担当指導教員：塚田 稔

研究テーマ：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性

キーワード：海馬 CA1、樹状突起、連合 LTP、
アンケーシング、パッチクランプ、hippocampus
CA1, dendrite, associative LTP, uncaging

■グローバル COE 期間中の研究活動

学習と記憶の細胞レベルの基本メカニズムであるシナプス可塑性の長期増強 (LTP) と長期抑圧 (LTD) が知られている。この LTP/LTD の現象は細胞の樹状突起上のシナプスの幾何学的分布に密接に関係している。具体的な研究内容は、ラット海馬 CA1 野錐体の単一細胞を Whole-Cell PatchClamp 技術により細胞体から樹状突起までレーザー共焦点顕微鏡を用いて可視化および膜電位の計測を行い、高速アンケーシング装置による刺激を組み合わせて樹状突起上のシナプス間の相互作用を解析した。この結果シナプス間のシナプス後電位の非線形な加重特性が明らかになった。空間的には 2 点間刺激間隔 $\Delta d=10 \mu m$ 以下では非線形増強効果があり、時間的にはタイミング $\Delta t=-20ms \sim +20ms$ の間で非線形増強効果が顕著であることが明らかになった。この結果は Gasparini and Magee(2006) で不明であった Δd が極めて短い区間の距離依存性を定量的に評価することができた。また時間タイミング依存性においては Tsukada ら (2007) の LTP の実験結果と類似している。

従って LTP のタイミング依存性の時間ウィンドウを説明する基礎データを提供するとともに Tsukada の主張する non Hebb タイムの学習則の根拠となる。以上、記憶・学習の基本メカニズムである連合シナプス LTP の基礎メカニズムとして、連合シナプス後膜電位の時空間非線形加重特性を明らかにした。

グローバル COE 終了後の研究予定について

EPSP の非線形空間加重効果を作るための分子メカニズムの特定までには至っていないため、化学的イオンチャンネルがどのように関与しているか薬理学を行うことにより究明する。

■グローバル COE への取り組みや関わり

人間の社会的心の基礎となる思考 (知、情、意) の脳

機能がある。これらはコミュニケーションすることによってそれぞれの機能が相互に作用し働くことが必要である。このような脳の高次機能を発現させるシステムの情報処理システムの根幹として学習と記憶による並列情報処理がある。この学習と記憶がどの様に創り出されているか明らかにすることは重要である。学習と記憶の基礎メカニズムとしてシナプス可塑性があり、海馬で観測されているシナプス伝達効率の変化としてられている長期増強 (LTP) と長期抑圧 (LTD) は学習と記憶の基礎過程として並列情報処理の解明に密接に関係している。神経科学基礎グループにおいて、私の研究ではラット海馬 CA1 野の錐体細胞に焦点を当て、電気生理学実験を基礎としたホールセルパッチクランプ、2 photon/ 共焦点レーザー顕微鏡、高速アンケーシング装置などを相互に駆使して、シナプス間で起きる連合 LTP の特性やメカニズムとした学習記憶の機能や機構の解明をするため研究、実験に取り組んでいる。

また、グローバル COE で行われている若手の会、Joint Tamagawa University - Caltech Lecture-course などに参加し、多くの研究者から研究の先端情報について講義を受け、相互に議論や情報交換を行った。

■R A としての活動

1. Joint Tamagawa-Caltech Lecture Course on DECISION MAKING March 3-5, 2010, Tamagawa にポスター発表者として参加。
2. Joint Tamagawa University - Caltech Lecture-course on EMOTION February 18-20, 2009, Caltech

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Yoneyama M, Fukushima Y, Tsukada M, Aihara T. (2011) Spatiotemporal characteristics of synaptic EPSP summation on the dendritic trees of hippocampal CA1 pyramidal neurons as revealed by laser uncaging stimulation. Cogn. Neurodyn. 5(4): 333-342

学会等発表 (国際会議、国内会議、シンポジウム等)

1. Makoto Yoneyama, Yasuhiro Fukushima, Yoshiyuki Yamazaki², Minoru Tsukada "Local EPSP in relation to heterosynaptic associative LTP in CA1 pyramidal Neurons" Dynamic Brain Forum 09 (Poster) 2009.03.02-04

奨学金等獲得状況

- 2008 年度玉川大学大学院奨学金 (返還義務：無 / 50 万円)
- 2009 年度玉川大学大学院奨学金 (返還義務：無 / 50 万円)



【グローバル COE 研究員 (R A)】

横山 絢美

Ayami Yokoyama

現所属：玉川学園高学年数学科 教諭

玉川大学在籍期間：2006年4月～現在

(GCOE・RA 期間：2008年11月～2011年3月)

指導担当教員：大森 隆司

研究テーマ：意図推定に基づく行動決定過程のモデル化

キーワード：意図推定, 対人インタラクションロボット,
メタ戦略

■グローバル COE 期間中の研究活動

社会的場面で人間はどのように適切な行動を取っているのか、これまでに人間の心の働きを計算モデル化し、計算機シミュレーションと行動実験により人の行動決定過程には、状況に応じて臨機応変にその対応を変化するためのメタ戦略が存在することを明らかとし、人間の認知のしくみを情報処理のプロセスとしてモデル化してきた。

さらに、我々は実際に人とインタラクションするロボットの実現しようと、家庭用サービスロボットとしての遊びロボットシステムの構築を試み、人の顔向きと笑顔度という指標を用い、人とロボットとのチャット実験、カードゲーム実験を行い、プレイヤーの状態が推定できるか評価し、人が解析した興味度指標と近い値を示すことができた。

そこで、我々は興味度の測定手法をより確かなものにして、子供とのインタラクションのエキスパートである保育士が子供と遊ぶ様子を観察し、他者の状態推定の基準となる指標の検討を行った。その結果、保育士は事前に「こういう性格の子供」というような、多くの子供モデルを持っており、子供と遊ぶ際には、自己の子供モデルの中から、目の前の子供に適切なモデルを選択し、そのモデルと他者の現在状態に対応した振る舞いをメタ戦略群の中から選択するというように、我々の提案する対人インタラクションロボットのメタ戦略と非常によく似た、メタ戦略に基づく行動決定をしていると考えられる行動事例を観察することが出来た。

人の行動決定過程の裏側にあるメタ行動戦略システムの解析は、人と円滑なロボットの実現には欠かせない道具であり、今後この切り口でメタ戦略のモデル的理解を進める事は、対人行動を支援するためのインタラクション実現のために必要な手段であると考えられる。

そして、これらの研究成果を国内外の学会、シンポジウム、さらにはロボット関連の国際大会などで発表し、多くの賞を受賞するなどして得た高い評価は、本研究が玉川グローバル COE プログラムに大きく貢献したと言えるであろう。

■グローバル COE 終了後の研究予定

今後も引き続き、遊びの切り替え戦略を実装、子供との実験、新しい遊びの学習、機能性と安全性のバランス、ロボットの見た目が及ぼす影響、構成論的アプローチによる子供の認知発達への追求など、遊びロボットの課題はまだ多く残っている。これらの課題をひとつずつ解決し、子供や高齢者と安全に長く遊べる遊びロボットの実現を目指す。

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. 著者名：Ayami Yokoyama, Takashi Omori 論文タイトル：Modeling of Human intention estimation process in social interaction scene 受付日：2010年2月5日 受理日：2010年5月18日 掲載学会誌：WCCI2010 Fuzzy Decision/MMI #247 に掲載済み (2010年6月9日)
2. 著者名：横山絢美, 大森隆司 論文タイトル：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 受付日：2009年1月30日 受理日：2009年7月13日 掲載学会誌：電子情報通信学会論文誌 A, Vol.J92-A, No.11, pp.734-742 に掲載済み (2009年11月1日)
3. 著者名：Ayami Yokoyama, Takashi Omori, Satoru Ishikawa, Hiroyuki Okada 論文タイトル：Modeling of action decision process based on intention estimation 受付日：2008年5月21日 受理日：2008年7月17日 掲載学会誌：SCIS&ISIS2008 TH-F3-1 に掲載済み (2009年9月12日)

学会等発表

<国際会議>

1. Ayami Yokoyama, Takashi Omori, "Modeling of Human intention estimation process in social interaction scene", WCCI2010, Fuzzy Decision/MMI #247, 2010.
2. Ayami Yokoyama, Takashi Omori, Satoru Ishikawa, Hiroyuki Okada, "Modeling of action decision process based on intention estimation", SCIS&ISIS2008, TH-F3-1, 2008.

<国内会議>

1. 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.
2. 横山絢美, 大森隆司, "他者の戦略推定に基づく行動戦略変化のモデル化とその評価", RSJ2009, 2L1-03, 2009.
3. 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, 2A-1, 2008.
4. 横山絢美, "社会性の定義を巡って - 社会的なロボットとは何か? -", 日本心理学会, WS125, 2008.
5. 横山絢美, 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.

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. 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

クシヨップ, A-24, 2010.

2. Ayami Yokoyama, Takashi Omori, "The modeling of action strategy change based on intention estimation of others.", 玉川北海道大学シンポジウム '09
3. Ayami Yokoyama, Takashi Omori, "Model based analysis of human interaction behavior in cooperative task", Dynamic Brain Forum 09', p61, 2009.
4. 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場面", 脳と心のメカニズム第9回冬のワークシヨップ, P-7, 2009.
5. 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.

受賞

- 2010年 RoboCup2010 @Home league 世界大会優勝
- 2010年日本ロボット学会賞 ロボカップ@ HOME リーグ
- 2010年 RoboCup2010 @Home league 日本大会優勝
- 2009年 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, 2A-1, 2008..

奨学金など獲得状況

- 2010年度 玉川大学大学院奨学金
- 2009年度 玉川大学大学院奨学金
- 2008年度 玉川大学大学院奨学金



【グローバル COE 研究員 (R A)】

橋本 雅史

Masashi Hashimoto

現所属：公益財団法人 東京都医学総合研究所・
固有研究員

玉川大学在籍期間：2008 年 4 月～2011 年 3 月

指導担当教員：丹治 順、星 英司

研究テーマ：到達運動の企画実行過程における
高次運動野と小脳の機能連関

キーワード：大脳皮質高次運動野、小脳、マカクザル

■グローバル COE 期間中の研究活動

平成 20 年度から平成 22 年度まで玉川大学グローバル COE プログラムに在籍し研究活動に従事した。解剖学的実験と生理学的実験を組み合わせることによって、研究テーマの解明に努めた。

【実験 1】狂犬病ウイルスを神経トレーサーとして用い、解剖学的実験を行なった。狂犬病ウイルスは時間依存的にシナプスを超えて逆行性にニューロンを伝播する性質がある。この性質を利用することによって、脳のある部位へウイルスを注入することによって、その部位に投射するニューロンを、シナプスを超えて解析することができる。本実験では、ウイルスをサルの大脳皮質高次運動野 F2 領域の吻側部および尾側部へそれぞれ注入し、それら部位に投射する小脳ニューロンを調べることを計画した。F2 領域の吻側部と尾側部ではそれぞれ異なる解剖学的および生理学的特性があることが先行研究によって示唆されていた。しかし、当該部位と小脳との詳細な結合様式は不明であった。このことを調べることは、認知と運動に関わる脳機能の基礎的な理解を深めることとなる。実験の結果、F2 領域の吻側部および尾側部へはそれぞれ異なる様式で小脳からの投射があることが明らかとなった。そして、F2 領域の吻側部および尾側部は認知と運動に関わる、異なる機能的役割があることが推測された。この実験結果は、国際雑誌 (European Journal of Neuroscience. 31, 1402-1413, 2010) に掲載された。

【実験 2】実験 1 を基盤とし、F2 領域の吻側部および尾側部の認知と運動に関わる機能的差異に着目し、生理学的実験を行なった。サルに行動課題を行なわせ、単一ニューロン活動記録法を用いて F2 領域からニューロン活動を記録した。約 800 個の課題関連ニューロン活動を記録することに成功し、ニューロン活動特性を解析し

たところ、F2 領域の吻側部および尾側部の機能的差異を明らかとする結果が得られた。この結果は、国際学会 (第 41 回北米神経科学大会) で発表を行なった。その後、さらに解析を行ない、現在は、論文投稿の準備を進めている。実験 1 と実験 2 における研究結果は、グローバル COE プログラムにおける研究テーマの理解を深める為の基礎的な解剖学的および生理学的な情報を提供する結果となった。

■グローバル COE 終了後の研究予定

現在、グローバル COE 在籍時に行なった研究結果をまとめあげ論文投稿の準備を進めている。さらに、研究課題を遂行する上で培った手技 (電気生理学および解剖学的手技) を応用し、新たな研究課題に取り組んでいる。研究課題「到達運動における頭頂連合野—運動前野—小脳ネットワークの情報処理機構の解明」(平成 25 年度科学研究費, 若手研究 B, 課題番号 25830029)

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. 星英司, 橋本雅史 (2013) “小脳” Clinical Neuroscience 31:1:80-82
2. 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 —神経科学の進歩 63-1: 59-68
3. 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 28-10:1121-1124
4. Masashi Hashimoto, Daisuke Takahara, Yasuhiro Hirata, Kenji Inoue, Shigehiro Miyachi, Atushi Nambu, Jun Tanji, Masahiko Takada and Eiji Hoshi. Motor and non-motor projections from the cerebellum to rostrocaudally distinct sectors of the dorsal premotor cortex in macaques. European Journal of Neuroscience. 31, 1402-1413, 2010

学会等発表<国際会議>

1. Masashi Hashimoto, Yosuke Saga, Léon Tremblay, Jun Tanji, Eiji Hoshi “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” 第 43 回北米神経科学大会, 米国・ニューオーリンズ, 2012.10.13-17
2. Masashi Hashimoto, Yosuke Saga, Léon Tremblay, Jun Tanji, Eiji Hoshi “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” 第 41 回北米神経科学大会, 米国・サンディエゴ, 2010.10.13-17

<国内会議>

1. 橋本雅史, 佐賀洋介, レオン・トレンブリイ, 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と実行におけるマカクザル前頭前野、運動前野背側部、ならびに、一次運動野の機能的関与” 第 34 回日本神経科学大会, 横浜, 2011.9.14-17
2. 橋本雅史, 佐賀洋介, レオン・トレンブリイ, 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,2010.9-2-4

3. 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 “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, 2009.9.16-18

外部資金獲得状況

2010年度科学研究費補助金(特別研究員奨励費, 日本学術振興会, グローバルCOE特別研究員DC2, 課題番号22-56652)

奨学金など獲得状況

- 日本学生支援機構第一種奨学金, 2008年度-2009年度, ¥2,928,000(月額¥12,200×24ヶ月), 返還義務あり
- 玉川大学大学院奨学金, 2008年度~2009年度, ¥1,000,000(年額¥500,000×2年), 返還義務なし

その他の特筆すべき成果

グローバルCOEプログラム在籍時に行なった研究内容をより発展させ、「到達運動における頭頂連合野—運動前野—小脳ネットワークの情報処理機構の解明」を目指した研究課題において、平成25年度科学研究費, 若手研究Bに採択された(課題番号25830029)。



【グローバル COE 研究員 (R A)】

渡邊 言也

Noriya Watanabe

現所属：情報通信研究機構 脳情報通信融合
研究室 有期研究員

玉川大学在籍期間：2009年4月～2012年3月

(GCOE・RA 期間：2009年4月～2010年3月)

指導担当教員：坂上雅道

研究テーマ：情動が意思決定に影響を及ぼす

神経メカニズムの解明

キーワード：強化学習モデル、fMRI、線条体、扁桃体

■グローバル COE 期間中の研究活動

2009年～2013年にかけては主に情動反応が脳の学習システムに与える影響を心理学的手法と機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) を用いて研究した。

我々は日々生活の中で絶えず学習を行っているが、学習は報酬量や報酬確率という客観的な情報に左右されるだけでなく、学習中に引き起こされる情動や社会的要因にも影響される。しかしながら、どのように情動が学習を変化させているのか、またどのような神経基盤によって学習と情動の相互作用が実現されているのかについてはこれまで明らかにされていなかった。そこで、より現実社会で起こっている学習の脳内メカニズムを理解するために、情動と学習の関係に着目し、その相互作用を解明することを目的として以下の研究を行った。

本研究では確率的刺激報酬連合学習中に情動を喚起する表情 (fearful face) を報酬予期刺激 (Cue) の直前に提示することで、中立表情 (neutral face) を提示した場合と比べ、学習が促進 (または抑制) されるかを検証した。行動実験の結果、fearful face を提示した場合は neutral face を提示した場合に比べ、刺激報酬連合学習のスピードを増加させられることを発見した。さらに強化学習モデルを用いた解析により、この現象は報酬予測誤差を調節する学習率が増加することで引き起こされていることが明らかになった。この学習率は強化学習理論においては報酬予測誤差信号の大きさを変化させる要素である。そこで行動実験に対応した fMRI を用いた実験によって、情動を喚起させる表情刺激が腹側線条体の報酬予測誤差信号に相関する fMRI 信号強度を強めるかを検証した。結果、報酬予測誤差に相関する活動は neutral face を提示した時より fearful face を提示した際の方が大きくなることが明らかとなった。一方で、報酬予測 (Expected value) に相関する信号は変化しなかった。また、過去の

研究と一致して、顔が提示されたタイミングの扁桃体の活動は neutral face より fearful face で有意に強い活動が見られた。そこで、増加した報酬予測誤差信号に一致する線条体の活動と、表情刺激が提示された際の扁桃体の活動との間に相関関係があるかを psychophysiological interaction (PPI) analysis を用いて検証した。結果、扁桃体と線条体の間に機能的リンクが見出された。

本研究によって情動が刺激報酬連合学習を促進させることが明らかとなり、また情動による報酬予測誤差信号の増大が扁桃体 - 線条体の相互作用によって生み出されていることが明らかとなった。

■グローバル COE 終了後の研究予定

本研究によって情動が学習を促進させる脳メカニズムが明らかになった。しかしながら、情動はいつでも誰にでもサポート役に働くわけではない。情動は時に我々の意思決定や学習を邪魔する。今後は脳内ネットワークの観点から情動が我々の行動に与える、正の側面と負の側面を統一的に理解することを目指す。

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Noriya Watanabe, Masamichi Sakagami, and Masahiko Haruno, Reward Prediction Error Signal Enhanced by Striatum-Amygdala Interaction Explains the Acceleration of Probabilistic Reward Learning by Emotion. *The Journal of Neuroscience* 33(10) 4487-4493 2013年3月
2. Noriya Watanabe, Mari Wada, Yoko Irukayama-Tomobe, Yousuke Ogata, Natsuko Tsujino, Mika Suzuki, Naoki Furutani, Takeshi Sakurai, Miyuki Yamamoto, A Single Nucleotide Polymorphism of the Neuropeptide B/W receptor-1 Gene Influences. *PLoS one* 7(4) e35390 2012年4月

学会等発表

<国際会議>

1. Noriya Watanabe & Masahiko Haruno, Amygdala-striatum interaction contributes to the modulation of reward prediction error signal by emotion. The 42th Annual meeting of Society for Neuroscience, New Orleans, USA, Oct. 2012
2. Noriya Watanabe & Masahiko Haruno, Enhanced reward prediction error explains the accelerated cue-reward association learning by emotional facial expressions. *Computational and Systems Neuroscience* 2011, Salt Lake City, USA, Feb. 2011
3. Noriya Watanabe, Masahiko Haruno & Masamichi Sakagami, Emotional facial expression at the cue timing accelerates reinforcement learning. The 40th Annual meeting of Society for Neuroscience, San Diego, USA, Nov. 2010
4. Noriya Watanabe, Masahiko Haruno & Masamichi Sakagami, Emotional facial expression accelerates cue-reward association learning. The 33rd Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society (Neuro 2010), Hyogo, Japan, Sep. 2010
5. N. WATANABE, M. WADA, Y. OGATA, T. AIKAWA, T. SAKURAI, M. YAMAMOTO. Single Nucleotide Polymorphisms in GPR7 and 8 genes affect the evaluation of human facial expressions. The 39th Annual meeting of Society for Neuroscience,

Chicago, USA, Oct. 2009

6. Yousuke Ogata, Takahiro Horaguchi, Noriya Watanabe, Takeshi Aikawa, Miyuki Yamamoto. Choice effect suppressed distance effect in number comparison task in brain activity. The 32nd Annual Meeting of the Japan neuroscience society, Aichi, Japan, Sep. 2009
7. Noriya Watanabe, Mari Wada, Yousuke Ogata, Takeshi Sakurai, and Miyuki Yamamoto. Psychological study of the effect of a SNP in GPR7 gene in the evaluation of human facial expression. The 36th Congress of the International Union of Physiological Sciences 2009 (IUPS2009), Kyoto, Japan, Jul.-Aug. 2009

<国内会議>

1. Noriya Watanabe, Masamichi Sakagami, Masahiko Haruno.. Emotional stimulus enhances reward prediction error in the ventral striatum. 脳と心のメカニズム 第12回 冬のワークショップ, 北海道, 日本, Jan. 2012
2. Noriya Watanabe, Masahiko Haruno, Masamichi Sakagami. Fearful faces enhance cue-reward association learning. Joint Tamagawa-Keio-Caltech Lecture Course on Neuroeconomics. Tokyo, Japan, Sep. 2010
3. Noriya Watanabe, Masahiko Haruno, Masamichi Sakagami. Fearful faces at the cue timing accelerate reinforcement learning compared to neutral face. 包括脳 脳と心のメカニズム, 北海道, 日本, Jul. 2010
4. Noriya Watanabe, Masahiko Haruno, Masamichi Sakagami. Emotional facial expressions accelerate reinforcement learning. Joint Tamagawa-Caltech Lecture Course on Decision Making, Tokyo Japan, Mar. 2010
5. N. WATANABE, M. WADA, Y. OGATA, T. AIKAWA, T. SAKURAI, M. YAMAMOTO. Effects of SNPs of GPR7 and GPR8 gene on the evaluation and identification of human facial expressions. Tamagawa University Hokkaido University Global COE Joint Symposium, Tokyo Japan, Oct. 2009
6. Ruby Nagata-Kuroiwa*, Natsuko Tujino*, Noriya Watanabe*, Naoki Furutani, Tomomi Abe, Yoko Irukayama-Tomobe, Mari Hondo, Makoto Ishii, Michihiro Mieda, Mari Wada, Yuchio Yanagawa, Tomoyuki Kuwaki, Yousuke Ogata, Miyuki Yamamoto, Masashi Yanagisawa, & Takeshi Sakurai *These authors contributed equally to this work. Critical role of neuropeptides B/W in amygdala function and social behavior. H21 年度 特定領域研究「統合脳」夏のワークショップ合同班会議, 北海道, 日本, Aug. 2009
7. 山本愛実, 松田哲也, 渡邊言也, 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. 統合脳 脳と心のメカニズム, 北海道, 日本, Aug. 2009

活動実績

第2回 カリフォルニア工科大学短期研修

受賞

2012年3月 玉川大学 脳科学研究所 若手優秀研究発表賞

外部資金獲得状況

平成22年日本学術振興会特別研究員 (DC2) 科学研究費補助金

奨学金など獲得状況

- 平成22年日本学術振興会特別研究員
- 平成22年度玉川大学大学院奨学金
- 平成23年度玉川大学大学院奨学金



【グローバル COE 研究員 (R A)】

佐賀 洋介

Yosuke Saga

現所属：フランス国立科学研究所認知神経科学センター (CNRS・CNC UMR5229 Bron)・ポスドク
 玉川大学在籍期間：2008年4月～2012年3月
 (GCOE・RA期間：2009年5月～2011年3月)
 指導担当教員：丹治 順・星 英司
 研究テーマ：霊長類大脳基底核の行動発現と病態発現における役割
 キーワード：大脳基底核・淡蒼球・マカクザル

■グローバル COE 期間中の研究活動

在籍期間中にマカクザルを用いて前頭葉機能と基底核の淡蒼球の機能解明に向けて、電気生理学的な手法を用いて研究を行ってきた。前頭葉における研究では特に前頭前野背外側部に着目し、異なる感覚刺激(視覚・聴覚・体性感覚)を複数回与え、4回目の刺激時にアクションを行うという行動のモニタリングをサルに要求し、行動課題遂行中に細胞記録を行った。その結果、感覚刺激選択的に応答を示すもの、感覚刺激選択的に刺激回数選択的に応答するもの、そして、感覚刺激非選択的に刺激回数に応答する細胞が記録された。それだけではなく、各々のイベントの間、つまり遅延期間選択的に応答する細胞が記録された。

この実験により、前頭前野が行動のモニタリングに関与していることが明らかになり、これまで報告されてきた臨床症例や、動物における破壊実験の行動障害を説明する重要な知見を得ることになった。この結果は北米神経科学学会誌 Journal of Neuroscience に出版された。

前頭前野と大脳基底核は解剖学的に回路を構成していることが明らかになっている。しかし、この回路の機能は不明なことが多い。そこで、大脳基底核の出力核を含む、淡蒼球から細胞活動記録をおこなった。これまでにパーキンソン病を始め、運動障害が大脳基底核から誘発されることから、

大脳基底核は運動機能を主に担っていると考えられてきた。しかし、解剖学的に運動野だけではなく、前頭前野や高次運動関連領域とも連絡していることから、近年では運動だけではなく、より運動遂行に必要な機能も担っていることが示唆されている。そこで、サルに異なる課題で、特定の目標(ゴール)に向かって到達運動を行わせる課題を行わせ、淡蒼球から記録を行った。

細胞記録をおこなった結果、淡蒼球が運動そのもので

はなく、各々のゴールを表象していることがわかった。また、異なる細胞群で運動の方向といった運動そのもののパラメーターが表象されることが明らかになった。この結果はこれまでの淡蒼球の機能に加え、目標達成のために必要な役割が淡蒼球で行われていることを示唆しており、現在論文を執筆中である。

■グローバル COE 終了後の研究予定

細胞記録により、単一細胞レベルでの機能はわかったが、これらの細胞がどのように行動に影響を与えているかはよくわかっていない。そこで、今後は薬物実験を中心に神経細胞活動と行動との関係を明らかにする実験を行っていく予定である。

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Saga Y, Iba M, Tanji J, Hoshi E. (2011) Development of multidimensional representation of task phases in the lateral prefrontal cortex. The Journal of neuroscience (The Society for Neuroscience). 31: pp 10648-10665 (2011)
2. Saga Y, Hirata Y, Takahara D, Inoue KI, Miyachi S, Nambu A, Tanji J, Takada M, Hoshi E. (2011) Origins of multisynaptic projections from the basal ganglia to rostrocaudally distinct sectors of the dorsal premotor area in macaques. European Journal of Neuroscience (Federation of European Neuroscience Societies). 33: pp 285-297 (2011)
3. Hoshi, E., Nakayama, Y., Yamagata, T., Saga, Y., Hashimoto, M., Arimura, N. and Tanji, J. (2011) Neural mechanisms underlying the integration of perception and action. Brain and Nerve (Igaku-Shoin). 63: pp 59-68 (2011)
4. 佐賀 洋介 皮質—基底核ループの解剖と機能的意義を考える 脳科学とリハビリテーション第10巻(脳機能とリハビリテーション研究会) P1-8 (2010年)
5. 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 補足運動野と前補足運動野 Clinical Neuroscience Vol 28. 10 (2010年)

学会等発表

<国際会議>

1. Saga Y, Iba M, Tanji J, Hoshi E Development and maintenance of multidimensional representations of task phases in the lateral prefrontal cortex Society for neuroscience Annual meeting at Washington DC. 2011. Nov 12-16
2. Arimura N, Nakayama Y, Yamagata T, Saga Y, Tanji J, Hoshi E. Role of the globus pallidus in action planning as mediated by the abstract representation of action Society for neuroscience Annual meeting at San Diego. 2010. Nov 13-17
3. Hashimoto M, Saga Y, Tremblay L, Tanji J, Hoshi E. 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. Society for neuroscience Annual meeting at San Diego. 2010. Nov 13-17
4. Saga Y, Iba M, Hoshi E, Tanji J. Involvement of the lateral prefrontal cortex in monitoring the phase of behavior based on sensory signals of three sensory modalities. Society for neuroscience Annual meeting at San Diego. 2010. Nov 13-17
5. Saga Y, Iba M, Tanji J, Hoshi E Visual, auditory, and tactile sensory responses of neurons in the lateral prefrontal cortex

(IPFC) of macaques. Society for neuroscience Annual meeting at Chicago. 2009.Oct 17-21

6. Saga Y, Namba, K, Takahara, D, Miyachi, S, Takada, M, Tanji, J, Hoshi, E The distribution of projection neurons from the claustrum to the frontal cortex is widespread with separate patches of high-density areas. XXXVI International Congress of Physiological Sciences, Kyoto, Japan, July 27- Aug 1, 2009 at Kyoto Internal Conference Center)
7. Saga Y, Takahara D, Miyachi S, Samejima K., Takada M, Tanji J, 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. Society for neuroscience Annual meeting at Washington DC. 2008.Nov 15-19

<国内会議>

1. 佐賀洋介、射場美智代、丹治順、星英司 マカクザルの前頭前野の神経細胞活動は感覚様式に関係なく動作発現までの段階を反映する 第17回脳機能とリハビリテーション研究会学術集会, 2010年4月18日, 於: 星陵会館(東京)
2. 佐賀 洋介、高原 大輔、平田 快洋 井上 謙一、宮地 重弘、高田 昌彦、丹治 順、星 英司 前頭葉皮質と大脳基底核を繋ぐパラレルループの解剖学的検討 ~運動前野に着目して~ 第16回脳機能とリハビリテーション研究会学術集会, 2009年、5月3日 於: タワーホール船堀
3. 佐賀 洋介、高原 大輔、宮地 重弘、鮫島 和行、高田 昌彦、丹治 順、星 英司 前頭連合野に投射する後部頭頂皮質領域 第15回脳機能とリハビリテーション研究会学術集会, 2008年、10月5日 於: 豊橋創造大学

国内学会・シンポジウム等における発表(査読なし、ポスター発表)

1. 橋本 雅史、佐賀 洋介、トレンブリィレオン、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と実行におけるマカクザル前頭前野、運動前野背側部、ならびに、一次運動野の機能的関与 第34回日本神経科学大会, 2011年9月14日~17日, 於: パシフィコ横浜
2. 佐賀 洋介、射場 美智代、星 英司、丹治 順外側前頭前野における課題フェーズの多重表現 第34回日本神経科学大会, 2011年9月14日~17日, 於: パシフィコ横浜
3. 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、星 英司 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 第18回脳機能とリハビリテーション研究会学術集会, 2011年、4月29日 於: タワーホール船堀
4. 有村 奈利子、中山 義久、山形 朋子、佐賀 洋介、丹治 順、星 英司 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32回日本神経科学大会, 2010年9月2日-4日, 於: 神戸コンベンションセンター
5. 橋本 雅史、佐賀 洋介、トレンブリィレオン、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32回日本神経科学大会, 2010年9月2日-4日, 於: 神戸コンベンションセンター
6. 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32回日本神経科学大会, 2010年9月2日-4日, 於: 神戸コンベンションセンター
7. 佐賀 洋介、射場 美智代、星 英司、丹治 順 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32回日本神経科学大会, 2010年9月2日-4日, 於: 神戸コンベンションセンター
8. Saga Y, Iba M, Tanji J, Hoshi E. Modality-specific responses

of neurons in the lateral prefrontal cortex (IPFC) of macaque monkeys 第87回日本生理学会大会, 2010年5月19日-21日, 於: マリオス・アイーナ(岩手県盛岡市)

9. Hoshi E, Saga Y, Daisuke Takahara, Yoshihiro Hirata, Kenichi Inoue, Shigehiro Miyachi, Jun Tanji, Masahiko Takada Mutlisynaptic inputs from the internal segment of the globus pallidus (GPi) to the dorsal premotor area (PMdc) of macaques 第32回日本神経科学大会, 2009年9月16日-18日, 於: 名古屋国際会議場
10. Saga Y, Iba M, Tanji J, Hoshi E Neuronal activity in the macaque prefrontal cortex reflecting the numerosity of multimodal sensory signals 第32回日本神経科学大会, 2009年9月16日-18日, 於: 名古屋国際会議場
11. Saga Y, Namba K, Takahara D, Iba M, Samejima K, Takada M, Tanji J, Hoshi E. Projection from the posterior parietal cortex (PPC) to the dorsal aspect of area 46 (area 46d) and the premotor cortex (PMd) of macaque monkeys. 第31回日本神経科学大会, 2008年7月9日-11日, 於: 東京国際フォーラム
12. Takada M, Tanji J. Frontal cortical regions projecting to the dorsal aspect of area 46 (area 46d) and the dorsal premotor cortex (PMd) in macaques. 日本生理学会第85回大会, 2008年3月25-27日, 於: 京王プラザホテル東京

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. 2012年1月6日 「マカクザルの前頭前野におけるタスクフェーズの多重表現」グローバルネットワークによる脳情報処理 処: 自然科学研究機構生理学研究所 愛知
2. 2011年12月16日 「マカクザルの前頭前野におけるタスクフェーズの多重表現」茨城県立医療大学 理学療法学科セミナー
3. 2011年12月7日 「マカクザルの前頭前野におけるタスクフェーズの多重表現」玉川大学若手の会 処: 玉川大学
4. 佐賀洋介、射場美智代、丹治順、星英司 マカクザルの前頭前野の神経細胞活動は感覚様式に関係なく動作発現までの段階を反映する 第17回脳機能とリハビリテーション研究会学術集会, 2010年4月18日, 於: 星陵会館(東京)
5. 佐賀洋介、高原大輔、平田快洋、井上謙一、宮地重弘、高田昌彦、丹治順、星英司 前頭葉皮質と大脳基底核を繋ぐパラレルループの解剖学的検討 ~運動前野に着目して~ 第16回脳機能とリハビリテーション研究会学術集会, 2009年、5月3日 於: タワーホール船堀
6. 佐賀洋介、高原大輔、宮地重弘、鮫島和行、高田昌彦、丹治順、星英司 前頭連合野に投射する後部頭頂皮質領域 第15回脳機能とリハビリテーション研究会学術集会, 2008年、10月5日 於: 豊橋創造大学

新聞、雑誌、テレビ、ラジオ他マスコミ関係掲載・出演など

- ・「段取りの仕組み解明」日経産業新聞(平成23年7月26日)
- ・「行動の段取りを支える神経機構 前頭前野に発見」科学新聞(平成23年8月5日、1面)

外部資金獲得状況

平成23年度 日本学術振興会 特別研究員研究奨励費(70万円) 研究課題「霊長類大脳基底核の行動発現と病態発現における役割」
奨学金など獲得状況

海外留学助成 上原記念生命科学記念財団 平成23年度 海外留学助成ポスドクフェローシップ(400万円) 研究テーマ「大脳皮質-基底核ループの機能連関と病態機構」



【グローバル COE 研究員 (R A)】

杉崎 えり子

Eriko Sugisaki

現所属：玉川大学脳科学研究所嘱託研究員、
玉川大学非常勤実験・実習指導員

玉川大学在籍期間：2009年5月～2011年3月

指導担当教員：相原 威

研究テーマ：可塑性神経回路の情報統合メカニズム

キーワード：STDP、アセチルコリン、海馬

■グローバル COE 期間中の研究活動

「可塑性神経回路の情報統合メカニズム」の研究の一環として、記憶システムの礎をなす、情、意の統合的理解はまだ未解明な部分が多いことから、単一細胞のシナプス結合強度パターンとして表される記憶と情動の統合過程を研究テーマとして取り上げた。具体的には集中・注意によって放出されると言われているアセチルコリンが記憶の基礎現象である STDP (Spike-timing dependent plasticity) に及ぼす影響について、ラットの海馬スライスを使った生体実験により検証を行った。アセチルコリンの作用は、より生理条件に近い形とするためにコリン作動性ニューロンを電気刺激して誘導する方法と、アセチルコリンの分解を妨げて作用させる方法をとった。その結果、適度なアセチルコリンの効果があるとムスカリン受容体の活性化により STDP が増強の方向にシフトする結果を得た。このような結果となった要因のひとつとして、ムスカリン受容体の活性化による NMDA 受容体応答の増強が関与していることがわかった。また、過度なアセチルコリンの作用があると長期増強が妨げられた。これらの研究結果は論文としてまとめ、Neuroscience 誌に掲載された。

本研究を博士課程後期の3年間にわたって行ったことで、研究テーマの抽出、実験の実施、結果発表へ導くための研究計画及び追行力を身につけることができた。また、研究成果を適宜学会発表することで、取り組んできた研究をアピールすることができたと思われる。さらに、論文誌に発表したことは国内のみならず国際的にも情報発信することができ、グローバル COE プログラムに貢献することができたと考えている。

■グローバル COE 終了後の研究予定

博士課程後期修了後の1年間は、玉川大学非常勤実験・実習指導員として授業のアシスタントに従事したことが

ら、研究活動は行っていない。2年目においてはグローバル COE で行った研究を進展させ、抑制性細胞の作用を考慮したアセチルコリンによる STDP への影響を検証する予定である。これは、アセチルコリンによって活性化するムスカリン受容体のみならず、ニコチン受容体にも着目し STDP への効果を見るものである。

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Cholinergic modulation on spike timing-dependent plasticity in hippocampal CA1 network. Sugisaki E, Fukushima Y, Tsukada M, Aihara T. Neuroscience 2011 Sep 29;192:91-101

学会等発表<国際会議>

1. Eriko Sugisaki, Yasuhiro Fukushima, Minoru Tsukada, Takeshi Aihara, Acetylcholine modulation on STDP in CA1 region of hippocampus, Neuroscience2011, Washington D.C., 2011/11/14
2. 杉崎 えり子, 福島康弘, 早川博章, 塚田稔, 相原威, Modulation of acetylcholine on spike-timing-dependent plasticity in CA1 network of rat hippocampal slices, 第34回日本神経科学大会, 横浜, 2011/9/15
3. Eriko Sugisaki, Yasuhiro Fukushima, Minoru Tsukada, Takeshi Aihara, Modulation by acetylcholine of STDP in rat hippocampal CA1 network, 8th IBRO, Florence, 2011/7/18
4. Eriko Sugisaki, Yasuhiro Fukushima, Hirohumi Hayakawa, Minoru Tsukada, Takeshi Aihara, The effect of Cholinergic inputs on STDP in hippocampal CA1 network, Neuroscience2010, San Diego, 2010/11/14
5. 杉崎 えり子, 福島康弘, 塚田稔, 相原威, Cholinergic modulation on STDP in hippocampal CA1 network, Neuro2010, 神戸, 2010/9/4

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. 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, 岡山, 2010/9/24
2. 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, 電子情報通信学会全国大会, 仙台, 2010/3/16

活動実績

2009/12 CalTech 短期研修 (GCOE より)



【グローバル COE 研究員 (R A)】

森 文彦

Fumihiko Mori

現所属：玉川大学脳科学研究所・特別研究員

玉川大学在籍期間：2008年4月～2013年3月
(GCOE・RA 期間：2009年5月～2012年3月)

指導担当教員：菅野直敏

研究テーマ：ヒトの視覚機能に基づく動画像の認識機構

キーワード：領域分割, 目立ち度, カラー画像, 注視点, 対象物の分離抽出

■グローバル COE 期間中の研究活動

(1) 両眼速度対に応答する神経細胞の存在に触発されて、両眼速度対からの対象物の3次元移動と衝突予測の簡単な理論の実動画像によるシミュレーション実験を行った。現在までに見かけの画像上の速度から真の画像上の速度や衝突予測の詳細な理論式の導出に成功している(ICP2012)。

(2) 移動体抽出のための色情報の指数平滑化法を対象物の位置や時間の指数平滑化法に一般化し移動対象物の追跡をする手法を開発した。この時、位置に関する大域的統計値による2値化画像から対象物を切り出す手法を開発した(H20-21)(修士論文参照)。

(3) ここで、研究目標を1段と高いもの「画素単位の情報から大域的情報を抽出する手法の開発」に設定した。課題は、「大域的情報を具体的に設定することとそれを抽出する具体的な仕組みを開発すること」である。大域的情報や抽出アルゴリズムの満たすべき条件は、「対象物の形や大きさに依存しない簡単なものであること」であった。具体的目標は、視覚情報処理で最も困難ではあるが重要な課題の1つである「領域分割と目立つ対象物の抽出」とした。大域的位置と特徴による領域分割の概念は、21世紀になって初めて出てきたものであるが手法の限界上分割領域数(2,3,4,5個)や初期領域が固定されるという短所を持っていた。

(4) 上記短所を「2値化画像の領域分割法」を一般化することにより克服する手法を提案することができた。心理実験との比較も行った(博士論文の前半)。

(5) 領域分割の別の側面である領域境界線分に関連するものとして区画の統計値による分割に基づく仮想境界線分抽出法を開発した(博士論文後半)(~H23)。

(6) H24年度：博士論文における2つの手法を統合した「仮想境界線分に基づく領域分割法」の1つを開発し

た(国際会議 ACCV:採択率 25~50%)。

「無限に近い入力情報を少数の重要情報へ圧縮する処理」は、有限な要素群で無限の情報に溢れている外界を即座に認識・判断せねばならない脳にとって必須の機能であり、その仕組みの実態把握は、社会的動物であるヒトを知る1つの重要なカギである。社会生活は、まさに無限の情報から如何に少数の今必要な情報を選び出すことの連続である。本研究はこの課題を取り扱い、1つの解を提案している(統計的大域的特徴群と詳細画像の有機的融合)。

■グローバル COE 終了後の研究予定

これまでに、新しい仮想境界線分に基づく領域分割法(本来のもの)の1つを開発した。これが、既に発表したものに比べて著しい性能であることは予備実験で確かめられている。目立つ対象物の抽出や認識までの研究計画が作成されており、これに従って、実験及び成果の発表をしていく予定である。

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. 山田博三, 田口慶, 森文彦, 水野真「領域代表点列の分数量指数平滑化による複数移動物追跡」, 玉川大学脳研紀要 No.5, pp.1-8 (2012.3).
2. 森文彦, 山田博三, 水野真, 菅野直敏「統計的分離度に基づく仮想境界線分抽出法」, 電子情報通信学会論文誌, J94-95D, No.12, pp.2105-2114 (2011.12).
3. 森文彦, 山田博三, 水野真, 菅野直敏「位置の統計量と特徴の類似性によるカラー画像の領域分割法」電気学会論文誌 C, Vol. 131, No. 11, pp.2022-2029 (2011.11).

学会等発表

<国際会議>

1. Mori, F., and Mori, T. "Region Segmentation and Object Extraction Based on Virtual Edge and Global Features", Proc. ACCV2012 Workshop on Computational Photography and Low-Level Vision, WS-M2-3, pdf(2012.11 5~9, Daejeon).
2. Mori, T., Mori, F., Mizuno, M. and Sugano, N. "A Solution of Aperture Problem Based on Binocular Apparent Optical Flows", International Journal of Psychology(Proc. of ICP2012), Vol.47, pp.123-124 (2012 July 23-27, Cape Town).
3. Mori, F., Yamada, H., Mizuno, M. and Sugano, N. "Virtual Edge Extraction Based on Statistical Evaluation", Proc. of BMFA2011, 30A-C-3, pp.241-246 (2011.10).
4. Mori, F. and Yamada, H. "An Object Extraction Method according to Statistic Data on Projection Axes", Proc. of NCSPO9, pp.455-458 (2009. March 1-3, Hawaii).

<国内会議>

1. 森文彦, 渡邊紀文, 大森隆司「周辺視刺激と振動刺激による歩行誘導と感覚統合」信学技報, NC2012-138, pp.25-30 (2013.3.13).
2. 加藤駿, 森文彦, 菅野直敏「刺激色に対する人間のメンバーシップ値のファジィ理論的分析」第38回ファジィ・ワークショップ論文集, pp.83-86 (2012.3.16).
3. 関子夏彦, 森文彦, 菅野直敏「タッチセンサディスプレイを用いた人間の目立つ対象物データの分析」第38回ファジィ・ワークショップ論文集, pp.73-76 (2012.3.16).
4. 森文彦, 山田博三, 水野真, 菅野直敏, 森見徳「開口(窓)間

題の運動視による1つの解法：水平移動体の衝突位置と衝突時刻の予測」, DIA2012, I-14, pp.166-171 (2012.3 函館)。

5. 森見徳, 森文彦「窓枠問題に関する1考察：両眼運動視における1つの解法」, 日本基礎心理学会第30回大会, 2L19 (2011.12).
6. 関子夏彦, 森文彦, 菅野直敏「入力画像に対する人間の注視点データの分析」第24回バイオメディカル・ファジィ・システム学会年次大会講演論文集, 29P-C-5, pp.123-126 (2011.10).
7. Fumihiko Mori, Hiromitsu Yamada, Makoto Mizuno and Naotoshi Sugano "Robust Statistical Edge Detection Method", Joint Tamagawa-Keio-Caltech Lecture Course 2011 Poster Presentation O-5 (2011.6).
8. 水野真, 森文彦, 山田博三, 菅野直敏, 森見徳「窓枠問題に頑強な両眼速度対による動的衝突予測・回避法(2)」, 信学技報, PRMU-2010-290 (2011.3).
9. 森文彦, 山田博三, 水野真, 菅野直敏「位置の統計量と特徴の類似性によるカラー画像の領域分割とその評価」, 信学技報, PRMU-2010-278 (2011.3).
10. 森文彦, 山田博三, 水野真, 菅野直敏「統計的分離度に基づく仮想境界線抽出法」, 信学技報, PRMU-2010-277(2011.3).
11. 鈴木陽一郎, 森文彦, 山田博三「距離画像による移動対象物の領域抽出と追跡」, 玉川大学工学部紀要, No.46, pp31 (2011.3)
12. 森文彦, 山田博三, 水野真「位置と色の統計量を用いた2段階カラー画像領域分割法」, 信学技報, PRMU-2009-72 (2009.10).

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. 関子夏彦, 森文彦「タッチセンサ付ディスプレイにおけるタッチの精度」第40回知能システムシンポジウム資料, pp415-418 (2013.3.15).
2. 加藤駿, 山下巧, 森文彦, 菅野直敏「カラートライアングルを用いた人間のメンバーシップ値のファジィ理論的分析」第40回知能システムシンポジウム資料, pp127-130 (2013.3.14).
3. 森文彦, 菅野直敏「両眼動画から3次元運動の復元」第40回知能システムシンポジウム資料, pp201-204 (2013.3.14).
4. 森文彦, 菅野直敏「タッチセンサ付ディスプレイによる目立ち度の構成要素の解析」知覚コロキウム, P1-7 (2013.3.11).
5. 森文彦, 菅野直敏「水平移動体における開口問題の解法」第25回バイオメディカル・ファジィ・システム学会年次大会講演論文集, C-6-2, pp.200-203, 2012 (2012.12.27).
6. 関子夏彦, 森文彦, 菅野直敏「タッチセンサディスプレイを用いた目立つ対象物抽出メカニズムの解析」第25回バイオメディカル・ファジィ・システム学会年次大会講演論文集, E-1-3, pp.51-54 (2012.12.26).
7. 加藤駿, 山下巧, 森文彦, 菅野直敏「カラートライアングル上の人間のメンバーシップ値のファジィ理論的分析」第25回バイオメディカル・ファジィ・システム学会年次大会講演論文集, E-1-1, pp.43-46 (2012.12.26).
8. 加藤駿, 山下巧, 森文彦, 菅野直敏「カラートライアングル上の人間のメンバーシップ値のファジィ理論的分析」第35回情報・システム・利用・技術シンポジウム, (2012.12. 13～14, 建築会館ホール+本会会議室(東京都港区芝5-26-20)).
9. 森見徳, 森文彦, 水野真, 菅野直敏:「窓(開口)問題の運動両眼視における1つの解法」, 第45回知覚コロキウム(清里高原, 清泉寮), T1-1, p14 (2012.3)
10. Fumihiko Mori, Hiromitsu Yamada, Makoto Mizuno and Naotoshi Sugano "Region Segmentation using Statistics of Location and Color Information and Conspicuous Objects Extraction", Joint Tamagawa-Keio-Caltech Lecture Course on Neuroeconomics Poster Presentation (2010.9).
11. Fumihiko Mori, Hiromitsu Yamada, Makoto Mizuno and

Naotoshi Sugano "Region Segmentation and Extraction for Color Images using Statistics of Location and Color Information", Joint Tamagawa-Caltech Lecture Course on DECISION MAKING Poster Presentation P14 (2010.3).

共同研究実施状況

2012.7-2013.3：玉川大学脳科学研究所嘱託研究員
科研費分担者大森隆司教授のポストクとして下記の研究課題を実行しました。

研究課題名「歩行行動の分節化と誘導の認知的理解に向けて」

奨学金など獲得状況

- 2007年度-2008年度：玉川大学院奨学金(修士課程)
- 2009年度：玉川大学院奨学金(博士課程)
- 2010年度：玉川大学院奨学金
- 2011年度：玉川大学院奨学金



【グローバル COE 研究員 (R A)】

上條 美和子 Miwako Kamijo

現所属：職名：相模女子大学・専任講師

玉川大学在籍期間：2008年4月～2013年3月

(GCOE・RA 期間：2010年4月～2011年3月)

指導担当教員：高橋貞雄・岡田浩之

研究テーマ：脳波による英語を第二言語 (L2)

とする英語力測定の検証

キーワード：ERP, 英語教育

■グローバル COE 期間中の研究活動

過去5年間は脳波測定で言語理解に関わる能力を客観的に評価する方法の確立を目指してきた。特に、言語聴取力は言語の総合的な理解が必要であるとの仮説のもと、リスニングを課題とした脳活動を測定することで客観的な英語力を測定できると考え、評価する方法として時間分解能の高い脳波に注目した。

平成20年度は、玉川大学文学研究科で英語音識別能力を脳波で評価する研究を実施した。対象は児童で、英語音獲得前、英語音獲得直後、および6週間後に脳波記録をした。その結果、言語音獲得に伴う脳波成分を確認することができ、更に獲得してしばらく経つと成分に変化が現れることを示唆する結果が得られた。この研究から、言語理解に関わる能力の客観的指標とする継続研究を志し、脳情報研究科へ入学した。

博士課程入学初年の平成22年度は、主に脳波を用いて英語を第二言語 (L2) とする英語学習者の英語力を測定する方法を検討した。その結果、いかなる言語でも被験者の言語理解の程度が推定出来ることを示唆する結果が出た。しかし、被験者毎の解析は難しいと結論付けられた。

平成23年度は前年の検証を踏まえて、英語力のレベルを解析する手法を検討した。すなわち、外国語としての英語 (EFL) と母語としての日本語力のレベルを脳波で推定する方式を検討し、日本語力のレベルの検証は難しいものの、英語力のレベルの検証の可能性があることが示唆された。

博士課程3年の平成24年度は、EFL力レベルの評価方法の確立を目標に、被験者数を増やし、英検および TOEIC のスコアと脳波の解析結果の比較検証および、日英バイリンガル話者と日本語モノリンガル話者の脳波の

解析結果を比較検証した。結果として、種々の解析手段を検討したが、脳波測定で言語理解レベルを客観的に評価する方法の確立が出来なかった。

脳情報研究科在学中は、脳波の相関関数の因子分析を基に言語理解レベルの評価を試みたが、バイリンガル話者の因子を抽出する方法が発見できなかった。つまり本研究の解析手段は言語理解そのものではなく、言語理解に伴う脳活動を測定していることが示唆された。日本語母語モノリンガル話者には、日本語処理過程と英語処理過程が分離しているのに対して、英語が堪能になるとこの2過程の区別がなくなってくる可能性がある。今後はモノリンガル話者とバイリンガル話者で脳活動がどう異なるのかを検討し、それを抽出する方法を継続的に研究することが必要であると考えます。

グローバル COE プログラムでは国際的に卓越した教育研究拠点形成への重点的取組みが望まれている。そんな中、本研究は韓国英語教育研究会で大きく関心を持たれ、国内で一度、国外で二度の招待発表をさせていただく機会があった。また、日韓英語教育事情研究に貢献することを目標に、2009年からは ETAK (English Teachers Association of Korea) 理事に就任した。これは英語教育および脳科学の文理融合研究に対する関心が導いた結果であると考えます。

■グローバル COE 終了後の研究予定

現在は本務校である相模女子大学にて研究を継続しており、相模女子大学の英語教育と連携した取組みへとつながりは始めている。

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. A study of suprasegmental features of English and Japanese; for use in EFL pronunciation teaching, 相模女子大学文化研究第31号, pp1-18 2013
2. 北米とイギリス諸島のイギリス英語におけるダイナミック (動作) have : 考察, 相模女子大学文化研究第29・30号, pp15-23 2012
3. 英語分節音素識別能力の獲得に伴う事象関連電位の変化, 統計数理研究所共同研究レポート 227, pp47-56 2009

学会等発表

<国際会議>

1. 2014 KETA & ETAK International Conference 招待講演予定有
2. Okajima Y., Uehara S., Kamijo M., "Personal preferences towards accents of World Englishes for Young Japanese College Students", The 17th STEM conference, Korea 2013
3. Kamijo M., Omori T., "English Short Speech Activity Using Movies: assisted with essential oil", The 17th STEM conference, Korea 2013
4. Kamijo M., "Training English Phoneme Discrimination Ability - input and output acquisition", The English teachers Associations in Korea (ETAK) 2012 international conference, Korea 2012 招待学会発表

5. Kamijo M., "English Phoneme Acquisition - training and evaluation", The 16th STEM conference, Korea 2012
6. Kamijo M., Takeichi M. Okada H., Omori T., "An electroencephalogram step to language aptitude evaluation: a case study on Japanese EFL understanding", The 15th STEM conference, Korea 2011
7. Kamijo M., Takeichi M. Okada H., Omori T., "English Phoneme Discrimination Ability in terms of Brain Waves.", 14th STEM conference, Korea 2010
8. Kamijo M., Saji R, "A step to Neurological Evaluation for English Phoneme Discrimination Ability Using Brain Waves ", 2010 KETA & ETAK International Conference, Korea 2010 招待学会発表
9. Kamijo M., Saji R, "ERP changes on English phoneme discrimination ability acquisition and retention : relation to young Japanese ESL", International Conference on Development and Learning , ICDL, Taiwan 2009 ポスター発表
10. Kamijo M., Saji R, "English phoneme discrimination ability verification by event related potentials: a case of young Japanese ESL learners", Xth International Conference on Cognitive Neuroscience, p108, Bodrum-Turkey, 2008

<国内会議>

1. 上條美和子, 竹市博臣, 岡田博之, 大森隆司, "脳波 (EEG) による言語能力の検証: 日本語と英語聴取を比較したケーススタディ", 日本英語音声学会全国大会, 東京 2011
2. 上條美和子, 佐治量哉 "英語分節音素識別能力獲得のためのトレーニング開発の試み: 脳波による検証", 関東英語教育学会 (KATE), 埼玉 2009
3. 上條美和子, 佐治量哉, "事象関連電位を用いた英語文節音素識別能力", 日本英語音声学会, 第 14 日本英語音声学会全国大会, 東京 2009
4. 佐治量哉, 上條美和子, "英語分節音素識別能力の獲得に伴う事象関連電位の変化", 統計数理研究所「逆問題とその応用研究会」東京 2008
5. 上條美和子, 佐治量哉, 山崎真穂, "English phoneme discrimination ability reflected in ERP components", 第 13 回 日本英語音声学会全国大会, 名古屋 p37-40, 2008

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. Kamijo M., "The King's Speech" - analysis based on speech therapy", ATEM(The Association for Teaching English through Movies), Osaka 2012 Invited lecture

活動実績

2009年 English Teachers Association in Korea (ETAK) 理事就任



【グローバル COE 研究員 (R A)】

園田 淑子 Toshiko Sonoda

現所属：脳情報研究科 脳情報専攻 博士後期課程

玉川大学在籍期間：2010年4月～2013年3月

指導担当教員：岡田 浩之

研究テーマ：心の教育における感情面・社会性に関する
学習が思春期の行動に及ぼす影響の解明

キーワード：心の教育 感情面・社会性
思春期の行動

■グローバル COE 期間中の研究活動

【研究の背景と目的】

「心の教育」の必要性和取組みは、不登校、いじめ、校内暴力、学級崩壊、青少年による残忍な犯罪の発生の増加、さらに規範意識の希薄化、今日のエド育や青少年の問題に端を発していることは明らかである。形而的現象の心は脳の機能や働きとして捉えるとしても複雑で捉え難いものがある。心の教育の方法や効果は科学的根拠のないままに使用されているのが現状ではないだろうか。本研究は心の教育として実施されている体験学習がどのような感情に作用するのかを明らかにするとともに、子どもから大人に成長発達する思春期の行動に及ぼす脳神経経路の基盤を解明し、思春期特有のリスクな行動の回避に応用可能とすることを目的とする。体験学習は座学以外の実践的な学習形態であり、自然体験活動を指すことが多い。本研究での体験学習は体を使った動きを伴う体験活動である。

【研究経過】

<平成22年度>

心の教育に関する先行研究を詳細に検討した結果、身体活動を伴う体験学習の導入が心の教育には必要と示唆する研究が多く見受けられた (Tzu 2005), (Yamamoto 2005), (Yamada 2006), (Suzuki 2007), (Koizumi 2009)。体験学習の経時的な検討では、体験学習を実施した小学校、中学校では不登校、問題行動が減少したことを示している (Tsumura 2010)。体験学習は心に影響する要因になりえると推測できる。さらに、心の教育は今までとは違った知見が必要と提唱している (Yamamoto 2010)。体験教育の効果について脳科学的に検討された研究は今のところ見当たらない。そこでA大学で心の教育として実施されているtapと称されるアドベンチャー教育に注目した。tapの体験学習の効果に

なっている要因を他の体験学習の先行研究から、感情面と社会性から「自尊感情」、「特性的自己効力」と将来はどのような生き方を望んでいるのか「生き方」について標準化された心理尺度を用いて自己評価方式で調査を行った。A大学1年生 (n=19) はtap前と2回目のtap後に調査した。対照群としてB大学1年生 (n=20) に1回目は11月下旬、2回目は12月中旬に調査を実施した。その結果はA大学は自尊感情得点が低い群はtap後に得点が有意に高くなるが、自尊感情が高い群は得点はさほど高くならなかった。B大学は体を動かすgameを行ったがgame前の自己評価法による調査で自尊感情が高いことが示された。特性的自己効力感、生き方については、自尊感情のような有意差がなかった。このことからtapは心を構成する何らかの要因に有効に作用することが示された。自尊感情と特性的自己効力感には $r=0.65$ の高い相関が認められた。

<平成23年度>

1年次の結果から自尊感情などの自我に関する感情は一人では必要がないこと、芽生えないことに注目した。社会で生きる能力に深く関わっているのである。自尊感情は乳幼児から芽生えはじめ、思春期に成熟するといわれている。人の低い自尊感情が社会とのつながりを弱体化させ、社会的不適応や非行行動の増大につながると指摘している (Rosenberg et al 1989)。つまり、低自尊感情は反社会的行動、非社会的行動、引きこもり、ニート、犯罪、不就業、自殺に繋がるリスクを担っている。しかし、一方で暴力や犯罪との関連が強いのは低い自尊感情ではなく非現実的な高い自尊感情であり、歪んだ自己愛であることを示した (Baumeister et al 2005)。低自尊感情が将来の問題行動につながるという低自尊感情仮説は、支持されつつも、科学根拠がないという指摘もある。松浦らは複数の少年院施設で在院者の自尊感情や攻撃性に関する調査研究を行った結果、少年院在院者の自尊感情が著しく低いことを明らかにした (2005)。人の発達で変化が顕著な思春期には穏やかに脳が変化し、振る舞いへの影響が論じられている。特に思春期は仲間がいるとリスクな行動を取りがちだと指摘されていることから、思春期の行動と脳の変化の先行研究を検討した。脳画像イメージングの研究では報酬系の活動が活発になることが示された。しかし、仲間の状態については記述され文献が見当たらなかった。このことから、fMRI実験で研究を進めることになった。研究の進展の為に生理学研究所でfMRIの理論や実験法、分析法を習得した。

<平成24年度>

1、2年次研究結果から思春期の脳の変化と行動について先行研究を検討した。思春期のリスクな行動は仲

間の存在によって強化され、思春期は備わっている神経回路の領域の細胞が仲間の存在でより強く活動するのではないか (Steinberg 2008)、思春期の危険な振る舞いが報酬系の脳回路類の異なる発達曲線によって引き起こされたインバランスに関係していると示唆している (Leijenhorst et al 2010)。しかし、仲間の状態について記述された文献は見当たらなかった。このことから、仲間の状態で振る舞いの変化があるのかに着目して、思春期の行動について感情面と社会性を検討した。感情面では tap 後の感情面 (Self-esteem, 特性的自己効力感、生き方) について、1 年次に実施した A、B 大学の同じ被験者に対して自己評価法による 2 年後の追跡調査を同じ手続きで行った。結果は Self-esteem の高い群の変化は有意差はなく、低い群は 2 回目の調査より低いが 1 回目より高く有意であった。A 大学の高い群は 1, 2 回目より得点が低かった。2 年後の追跡調査では内省的な感情は tap 後も高いレベルで維持されていた。

思春期の社会性について仲間の影響を受けるがどうかの検討するために、大学 1 年生を対象に社会貢献に関する行動実験を Donation-game と CPT = II game で実施した。確かな検討に至らなかったが、これまでの研究成果を第 31 回日本幼少児健康教育学会、第 20 回日本養護教諭教育学会で口頭発表し、教育関係者に新たな視点での心の教育を呈示できた。玉川グローバル COE プログラム「社会に生きる心の創生」の目的の中で「人間が人間である所以は、人間が社会の中で生きることであり、人間と社会の間の相互作用の理解抜きには、人間の心の理解も不可能です。このことは、人間の心の脳科学的理解においても同様です」と述べられている。本研究で人が支える社会、社会で人が支えられる環境で、高い自己意識がその環境を構成する要因であるのではないかと示すことできた。このことが、玉川グローバル COE 「社会に生きる心の創生」の研究に貢献に寄与できたと考えている。

■グローバル COE 終了後の研究予定

自身の研究の継続。思春期の行動に関する脳科学的な研究は、脳画像イメージングでは脳の灰白質の領域に関するもので、脳神経経路については推測で論じられているのが現状である。このことから、拡散テンソル画像の応用で脳の白質を構成する神経線維（神経経路）を明らかにする予定である。

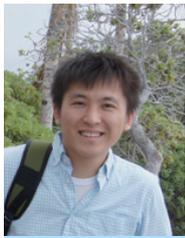
■研究活動業績

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. 園田淑子「体験学習としてのアドベンチャー教育プログラムが思春期の健康に及ぼす影響」第 31 回日本幼少児健康教育学会、2012 年（平成 24 年）9 月 16 日（日）・17 日（月）、ノートルダム清心女子大学（岡山市北区伊福町 2-16-9）、口頭

発表

2. 園田淑子「思春期の脳の変化と体験学習が思春期の感情面・社会性に及ぼす影響」第 20 回日本養護教諭教育学会、2012 年 10 月 6 日（土）～7 日（日）、ウイंकあいち（愛知県産業労働センター）、口頭発表



【グローバル COE 研究員 (R A)】

Fan Hongwei

現所属：東京大学法学政治学研究科・特任研究員

玉川大学在籍期間：2010年4月～2013年3月

指導担当教員：坂上雅道

研究テーマ：推論の神経メカニズム

キーワード：サル 推論 前頭前野 線条体

単一神経細胞活動記録

■グローバル COE 期間中の研究活動

1、私は2010年に玉川大学脳情報研究科（博士課程後期）に入り、霊長類を対象にする電気生理学の研究をやり始めた。私が学部では日本文学の出身で、脳の神秘に魅了されて玉川大学に入った。この三年間で0から始まり、動物実験や手術の手法、データ解析の手法などを身につけた。これは文理融合を目指し、大学院における人材育成に力を入れている玉川のGCOEプログラムだからこそできることだ。

2、博士後期課程では、サルを使い、推論の神経メカニズムの解明を目指して単一神経細胞活動記録法及び局所細胞外電位法を用いて実験していた。玉川GCOEの「社会に生きる心の創成—知情意の科学の再構築」のテーマにおける「知」と「意」の二点に焦点を絞って研究を行った。サルがどのようにして外部世界の似ている物事を同じカテゴリーに分類して、さらに既存の情報から新しい情報を推論で作りに出して、新しい環境でも判断できるのかを神経のレベルで見ている。研究結果の一部を日本神経科学大会や北米神経科学大会などでポスター発表を行った。すべての結果を現在論文にまとめて投稿中である。

■グローバル COE 終了後の研究予定

現在は神経政治学の研究をしている。GCOEにおける動物の研究とは違って、人間を対象に「公平」や「税金分配」のテーマでMRIの実験を行う。

■研究活動業績

学会等発表

<国際会議>

1. Hongwei Fan, Xiaochuan Pan, M.Sakagami Striatal neurons infer stimulus outcomes SFN's 42nd annual meeting ニューオーリンズ 2012.10
2. Xiaochuan Pan, Hongwei Fan, M. Sakagami Reward inference by primate prefrontal and striatal neurons SFN's

41st annual meeting ワシントン 2011.11

<国内会議>

1. Hongwei Fan, Xiaochuan Pan, M. Sakagami Local inactivation of primate prefrontal cortex impairs reward prediction based on category inference 2011 日本神経科学大会 横浜 2011.09

活動実績

- 2013.03 玉川カルテク ジョイントレクチャーコース
- 2013.02 玉川阪大GCOE 合同ワークショップ
- 2012.11 カルテク短期研修
- 2011.08 脳と心のメカニズム第12回夏のワークショップ
- 2010.12 カルテク短期研修
- 2010.07 脳と心のメカニズム第11回夏のワークショップ

奨学金など獲得状況

- 2010～2012 安藤記念財団奨学金
- 2012～2013 JASSO 私費外国人留学生学習奨励費



【グローバル COE 研究員 (R A)】

山口良哉

Yoshiya Yamaguchi

現所属：

玉川大学在籍期間：2010年4月～2013年3月

指導担当教員：酒井裕

研究テーマ：将来報酬価値の時間割引に関する再考

キーワード：時間割引、強化学習、遅延報酬、学習行動

■グローバル COE 期間中の研究活動

人を含め、動物は、後で得られる大きな報酬より、目の小さな報酬にとらわれがちである。これは将来得られる報酬の価値を時間と共に割引いているからであると考えられている。どの程度、将来まで考えて行動しているか、という点は、社会行動を営む上で、重要な要素の1つであり、本研究ではこの行動特性について、学習メカニズムという観点から理解し、本グローバル COE プログラムに貢献することを目指してきた。

将来報酬割引を取り入れた学習メカニズムを議論する枠組みは、強化学習理論で定式化されている。強化学習理論は、報酬に基づく行動選択とその学習を取り扱う枠組であり、状態に応じて取りうる行動の選択確率を調整して、行動の結果どの状態になるか考慮しながら、得られる成果を最大化する問題を考える (Sutton & Barto, 1998)。強化学習理論における「割引価値問題」とは、ある状態にいるとき以後に得られる報酬に割引率 γ をかけながら累積した量の期待値を状態価値と定義し、全ての状態の状態価値を最大化するような行動選択確率を求める問題である。しかしこれははたして問題として成立しているのだろうか。一般にある状態の状態価値はその後訪れた別の状態で行う行動に依存するため、ある状態の状態価値を最大化しようとする、他の状態の状態価値が最大でなくなる、ということが起こりうるのではないだろうか。本研究では、「割引価値問題」が、強化学習理論の基礎となる条件が厳密に成り立つときにしか成立せず、動物行動に当てはめた場合、単純な行動選択課題でも、「割引価値問題」の最適解そのものも存在しない場合があることを指摘した。これは、強化学習アルゴリズムで最適な行動にたどり着けない、という欠陥ではなく、そもそも最適な行動が存在しない、という欠陥であり、行動の良し悪しすら議論できず、学習行動の理解

の枠組みとして不適切であることを示している。さらに動物の遅延報酬に対する選好性を再現しつつも、上記のような欠陥が生じない強化学習問題として、「イベント価値問題」という問題設定を定式化し、その学習メカニズムを導出した。

さらに別の角度から、遅延報酬に対する選好性が生まれる学習メカニズムの可能性も探った。将来報酬を割り引いた主観的価値を持っている、という解釈は動物行動を記述できるが、そもそもなぜそのような主観的価値を持っているのか、という問いには答えられない。別の解釈として、あくまで、動物は得られる正味の報酬を最大にしようと学習しているが失敗した、という可能性がないか検討した。その結果、遅延状態の把握を適切に行えず、報酬を待っている間はいつも同じ状態であるとして、強化学習を行うと、目の報酬を優先するような行動に至ることを示した。

■グローバル COE 終了後の研究予定

グローバル COE の RA として挙げた研究成果のうち、まだ国際誌に公表していない部分があるため、今後、早急にまとめて公表する。なお、一連の研究は一段落したため、今後に向けては、模索中である。

■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.

学会等発表

<国際会議>

1. [Yamaguchi Y, Sakai Y](#) Discounted value problem becomes ill-posed by subject's strategy. 8th IBRO, Florence, Italy, July 14-18, 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. [Yamaguchi Y, Sakai Y](#) Discounted value problem becomes ill-posed by subject's strategy. JNNS2011, Okinawa, Japan, December 14-17, 2011.
3. [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.
4. [Yamaguchi Y, Sakai Y](#) Purpose or Strategy? Reconsideration of temporal discount in non-Markov situation. *Neuro2010*, Kobe, Japan, September 2-4, 2010.

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

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. (国際会議シンポジウム, invited)



【グローバル COE 研究員 (R A)】

山中 航 Ko Yamanaka

現所属：玉川大学 嘱託研究員

玉川大学在籍期間：2010年4月～現在
(GCOE・RA期間：2010年5月～2011年3月)
指導担当教員：木村 實
研究テーマ：報酬に基づく行動選択における
視床正中中心核—線条体投射の役割
キーワード：大脳基底核、視床、報酬、動機づけ

■グローバル COE 期間中の研究活動

将来起きるであろう事象を予測することは動的な社会を生き抜く上で重要であるが、いつでも予測通りに事が運ぶとは限らない。このような非予測的な期待外れの状況に陥ったときに、臨機応変な行動選択を可能にするためには、結果として得られる利益(報酬)の大きさを予測し、その予測によって生じた行動に対する期待を適切に制御することが必要である。このような行動は人間の知性を象徴する行動の一つであるといえるが、その詳細な神経メカニズムについては未だ明らかになっていない。我々はこの過程に視床—大脳基底核系が関与しているという仮説を検証することを目的とした。そのために、ニホンザルに行動選択課題を行わせ、そのときの視床、特に大脳基底核と結合が強い正中中心核から神経細胞の活動を記録した。行動課題は、異なる大きさの報酬と連合した行動選択肢(例えば左のボタン押しと大報酬、右のボタン押しと小報酬)がある状態で、実験者が指示した行動を行わせる強制選択課題である。この課題において、動物は大報酬と連合した行動の選択に対する期待が大きくなる。この期待の大きさは、行動指示から行動開始までの反応時間を計測し、その反応時間が大報酬と連合した行動のときの方が小報酬と連合した行動を選択するよりも早いことから推測される。このような報酬差によって生じた期待の偏りがある状況下で、期待通りの行動(大報酬行動)もしくは期待外れの行動(小報酬行動)を指示された後に、視床正中中心核の細胞は一過性の活動を示した。さらにこの活動の大きさは、動物がより価値の高い大報酬行動にどれくらい強く期待していたか(期待の大きさは反応時間から推定)に依存した。これらの結果は、視床正中中心核が大報酬行動を要求されたか小報酬行動を要求されたかといった状況に応じて、行動に対する期待を制御することに関与することを示す

ものである。生活習慣病、薬物依存や環境問題など、我々を取り巻く問題の多くは、目先の大きな利益に誘引されることによって生じる。人間の社会活動を支える神経科学的基盤の解明につながるものと考えられる。

■グローバル COE 終了後の研究予定

視床正中中心核は行動に対する「期待」に関する情報が表現されていると考えられている大脳基底核の線条体と密な接続を持つことが知られているが、その一方で大脳皮質の内側領域へも多くの投射を持つ。今回のプロジェクトによって正中中心核における情報表現がより明らかになったので、今後はその情報がどのような神経回路によって機能として実現されているのか、回路ベースでの理解を目指したい。

■研究活動業績

学会等発表

<国際会議>

1. Yamanaka, K., Hori, Y., Ueda, Y., Minamimoto, T., Kimura, M. Activity of neurons in the thalamic centromedian nucleus during behavioral tasks with reward bias and re-bias. 40th annual meeting of Society for Neuroscience, San Diego, California, USA, 2010年11月13日～17日

<国内会議>

1. Yamanaka, K., Hori, Y., Ueda, Y., Minamimoto, T., Kimura, M. Signals of reward value and actions represented in the neuronal activity of CM thalamus 日本神経科学学会、神戸コンベンションセンター、2010年9月2日～4日

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. Kimura, M., Enomoto, K. and Yamanaka, K. Value signals for decision and action selection in the basal ganglia HHMI Janelia farm Conference. 2011年3月6日～9日

奨学金など獲得状況

- 平成22年度 玉川大学大学院奨学生



【グローバル COE 研究員 (R A)】

上條 中庸 Tadanobu Kamijo

現所属：玉川大学大学院脳情報研究科 D3

玉川大学在籍期間：2006年4月～現在
(GCOE・RA期間：2011年5月～2013年3月)

指導担当教員：相原威

研究テーマ：海馬歯状回顆粒細胞分岐周辺における
入力統合についてキーワード：UV uncaging, dentate granule cell,
hippocampus

■グローバル COE 期間中の研究活動

背景と目的

記憶を形成する際、外界からの情報は脳皮質から嗅内皮質を通り海馬で処理され、再び嗅内皮質から脳皮質へと戻り記憶が保持されることが知られている。記憶は主に海馬で行われていると考えられており、感覚作用（ボトムアップ型）と内在的活動による作用（トップダウン型）の情報処理のようなモダリティの異なる情報の統合がなされている。しかし、その詳細なメカニズムについては知られていない。

海馬の歯状回の顆粒細胞の樹状突起ではボトムアップ型の匂いなどの非空間情報と場所などに関する空間情報が分離して入力していることが知られている。この2種類の情報はそれぞれ樹状突起の別々の場所へシナプス結合していることが報告されている。さらにトップダウン型情報として中隔核からアセチルコリン (ACh) を放出するコリン作動性神経の投射を受けていることが知られており、AChにより神経興奮性が高まることが報告されている。しかし、歯状回で嗅内野からの2つの性質の異なる情報がどのような相互作用があるのか、またAChが情報統合にどのように作用しているのかはまだわかっていない。そこで本研究は、海馬歯状回顆粒細胞において異なる入力情報がどのように入力され、処理されるのかを明らかにすることを目的とした。

実験

ラットの海馬急性スライス標本を用いて、パッチクランプ法によって顆粒細胞から電気的応答を記録した。そして、ボトムアップ型である感覚入力に相当する匂いなどの非空間情報と場所などの空間情報がどのように情報処理されるかを調べるために、擬似的刺激として高速アンケーシングシステムを使い時空間的に異なるアンケーシング刺激を行った。

結果検討

これまでの研究によって電気刺激を異なる入力層へ与えると、LPP、MPPそれぞれの応答特性が違い、それぞれの入力層では異なったフィルタリング特性がある可能性が示唆されている。一方、アンケーシング刺激を行い単一細胞で記録を行うと、入力層間での相互作用は小さいが代わりに樹状突起分岐周辺で特異的な入力応答を示すことが明らかとなった。具体的には、樹状突起分岐点から先端方向へ等距離にある2点間へ入力がある場合にのみその応答が大きくなることが分かった。さらにこの現象は入力層に依存しないことも確認された。以上より同じ入力層への同時入力が細胞の樹状突起単位でエンハンスされることが示され、神経細胞の新たなメカニズムを発見することができた。

GCOE との関係性

私たち人間を理解することは、その心を理解することとも言い換えることができる。人間が意思や思考に基づいて行動するためには、過去に体験し記憶した事象を呼び起こすことが必要であり、脳に記憶を保持することが必須である。これらの過去の事象を脳は、異なった領域で処理し保持していると考えられているが、その総合的理解は未だ解明出来ていない。そこで記憶に大きく貢献されているとされる海馬で実験を行った。海馬、特に今回実験で用いた歯状回は不安障害やPTSD（心的外傷後ストレス障害）にも関わっているとされ、心を理解する上で非常に合理的な部位であると考えられる。本研究では、単一細胞のシナプスで外界からの異なる情報がどのように処理されているのか。さらに、内因性の感情が入力されたときにどうなるのかをマイクロな細胞レベルにおける記憶の統合過程を調べることにより未解決なこの問題の解明に至るような糸口を見つける研究をしてきた。

■グローバル COE 終了後の研究予定

本研究では、主にボトムアップ型情報処理に着目して実験を行ってきた。今後はボトムアップ型情報処理に加え、トップダウン型情報処理がどのように作用するのかを電気生理実験によって、検証する予定である。

まず、高速アンケーシング刺激による時空間的相互作用を検証する実験にカルバコール (ACh; アセチルコリン) による薬理実験を行う。その時の応答変化を記録し、さらに詳細なメカニズムを検証するためにシミュレーションを使い理論の実験もする予定である。

以上のことを考えていく上で脳内神経機構を探る糸口になるのではないかと考えている。

■研究活動業績

学会等発表

<国際会議>

1. H Hayakawa, T Kamijo, Y Fukushima, H Hayashi, E Hida, T Aihara. "Spatio-temporal integration between lateral and medial dendritic inputs in hippocampal granule cell" Neuroscinence2012 Society for Neuroscience, New Orleans, America, 2012年10月13日
2. T Kamijo, I Tsuda, Y Yamaguti, Y Fukushima, M Tsukada, T Aihara. "Cantor coding for a spatio-temporal input sequence in the hippocampal CA1" Neuroscinence2012 Society for Neuroscience, New Orleans, America, 2012年10月13日
3. H Hayakawa, T Kamijo, Y Fukushima, T Aihara "Location dependency of information processing in the dendrite of hippocampal granule cells" 8th International Brain Research Organization, Firenze, Italy, 2011年7月15日
4. T Kamijo, H Hayakawa, Y Fukushima, T Aihara "Integration of different inputs in the hippocampal granule cell" 8th International Brain Research Organization, Firenze, Italy, 2011年7月15日
5. 上條 中庸, 早川 博章, 福島 康弘, 相原 威 "Information processing on the dendrite in hippocampal granule cells" 玉川大学・カリフォルニア工科大学ジョイントレクチャーコース、京都、2011年6月7日

<国内会議>

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に依存した情報処理」日本神経回路学会 第22回全国大会、名古屋、2012年9月13日
2. 上條 中庸, 早川 博章, 福島 康弘, 窪田 芳之, 磯村 宜和, 相原 威 "Supralinearity of input integration at dendritic branches in dentate granule cells" 「歯状回顆粒細胞における樹状突起分岐での入力統合の超線形性」日本神経回路学会 第22回全国大会、名古屋、2012年9月13日
3. 上條 中庸, 海江田 岳, 早川 博章, 福島 康弘, 窪田 芳之, 相原 威「海馬歯状回顆粒細胞における非線形性」"Non-linearities in the rat hippocampus dentate granule cell" 第89回日本生理学会大会、松本、2012年3月29日
4. T Kamijo, H Hayakawa, Y Fukushima, Y Kubota, Y Isomura, T Aihara "Nonlinear information processing of the hippocampal dentate granule cell" Japanese Neural Network Society 2011, 沖縄、2011年12月16日
5. H Hayakawa, T Kamijo, Y Fukushima, T Aihara "Frequency-dependent information processing in the dendrite of hippocampal granule cells" 第34回日本神経科学会、横浜、2011年9月15日
6. T Kamijo, H Hayakawa, Y Fukushima, T Aihara "Interaction of different inputs in the rat hippocampal dentate gyrus" 第34回日本神経科学会、横浜、2011年9月15日

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. 早川 博章, 上條 中庸, 佐村 俊和, 相原 威「海馬歯状回顆粒細胞の樹状突起上における空間情報・非空間情報の相互作用」ニューロコンピューティング研究会、北海道、2013年1月25日
2. 上條 中庸, 早川 博章, 福島 康弘, 相原 威「海馬樹状突起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、東京、2012年3月14日
3. 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, Oral presentation、滋賀、2011年9月21日
4. 早川 博章, 上條 中庸, 米山 誠, 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、2011年9月7日～9日
 5. 早川 博章, 上條 中庸, 米山 誠, 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、沖縄、2011年6月23日

活動実績

- 早川 博章, 上條 中庸, 佐村 俊和, 相原 威「海馬歯状回における入力情報の相互作用」脳と心のメカニズム 第13回冬のワークショップ、北海道ルスツ、2013年1月9日
- 上條 中庸, 早川 博章, 福島 康弘, 窪田 芳之, 磯村 宜和, 相原 威「海馬顆粒細胞樹状突起分岐周辺の入力統合の解析 脳と心のメカニズム 第13回冬のワークショップ、北海道ルスツ、2013年1月9日
- 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」2012年度 包括脳ネットワーク夏のワークショップ、仙台、2012年7月26日
- 上條 中庸, 早川 博章, 福島 康弘, 窪田 芳之, 磯村 宜和, 相原 威「海馬樹状突起分岐入力における非線形的情報統合の解析」2012年度 包括脳ネットワーク夏のワークショップ、仙台、2012年7月26日
- 上條 中庸, 早川 博章, 福島 康弘, 相原 威 "Integration of different inputs in the hippocampal granule cells" 第12回脳と心のメカニズム、神戸、2011年8月21日

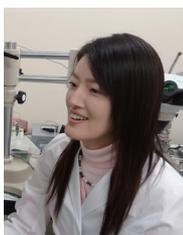
共同研究実施状況

- 自然科学研究機構生理学研究所 窪田芳之
- 川崎医療福祉大学医療福祉学部 福島康弘

以上2名と連名で共同研究を行っている。

奨学金など獲得状況

- 日本学生支援機構 第一種奨学金(平成23年度、平成24年度)
- 玉川大学院奨学金 (平成23年度、平成24年度)



【グローバル COE 研究員 (R A)】

齊木 愛希子

Akiko Saiki

現所属：玉川大学大学院 脳情報研究科 D3

玉川大学在籍期間：2011年4月～現在

指導担当教員：礪村宜和

研究テーマ：随意運動発現・制御を担う皮質回路機構

キーワード：ラット、大脳皮質、随意運動

■グローバル COE 期間中の研究活動

玉川大学グローバル COE の RA として活動した平成 23 年度と平成 24 年度の 2 年間の研究活動について報告する。本研究では動物が随意運動を行う際に大脳皮質の運動野でどのような信号がやりとりされているのか、運動課題を遂行させたラットのニューロン活動を記録することで解明しようとしている。人間が社会の中で多種多様な情報を処理し、行動している神経科学的基盤を知るには、人間で大きく発達している大脳皮質連合野などの構造体の情報処理を知ることが重要である。大脳皮質の構造は人間もげっ歯類も基本的に同様の 6 層構造をしており、げっ歯類には霊長類のような連合野は存在しないものの、霊長類における大脳皮質連合野と大脳皮質運動野の構造は非常に似通っている。そのため種を超えて大脳皮質全体に存在する共通原理を探るにはラットの大脳皮質運動野を調べることで可能であり、その結果はヒトにおける神経基盤にも示唆を与えることができると思われる。当研究ではまず頭部を固定したラットに前肢のレバー操作による運動課題を効率よく学習させ、生理学的実験に提供するシステムを開発し、国際誌に発表した (Kimura, Saiki et al. J. Neurophysiol., 2012)。このシステムを利用し、大脳皮質の運動野の前肢領域からのマルチニューロン記録を行った。その結果、ラットの運動野では等尺性運動において必要なトルクが変化したときのニューロン活動の変化が見られたが、等張性運動や内的変化 (運動の能動性) にはニューロン活動を大きく変化させないということが明らかになった。Go/No-go 課題を用いたラットの内的変化による神経活動の違いについての結果は国内の学会でポスター発表をしており、国際誌に発表した論文とそれら学会発表によって玉川大学グローバル COE の周知に貢献した。また国内外のワークショップへの参加で分野外の学生との活発な

交流を行った。異分野の研究に触れたことで、今後の研究活動により広い視点を取り入れることができるようになり、また学外の研究者に玉川大学グローバル COE のユニークな研究についてアピールできた。

■グローバル COE 終了後の研究予定

現在までに行った研究の内容をまとめ、論文として発表する予定である。その後は脳内における情報の操作を目的に光遺伝学等の新しい技術を使い、引き続き大脳皮質運動野における回路構造を明らかにしていく予定である。

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Kimura R*, Saiki A*, Fujiwara-Tsukamoto Y*, Ohkubo F, Kitamura K, Matsuzaki M, Sakai Y, Isomura Y (*equal contribution) Reinforcing operandum: rapid and reliable learning of skilled forelimb movement by head-fixed rodents. J Neurophysiol. 2012 Sep;108(6): 1781-92.

書籍 (著書)

1. 執筆者：齊木愛希子、礪村宜和。担当編集委員：河西春郎 脳科学辞典 細胞外記録。2012年5月公開
2. 礪村宜和、木村梨絵、齊木愛希子、塚元葉子。解説：傍細胞 (ジャクスタセルラー) 記録法 玉川大学脳科学研究所紀要 (5) 27-30. 2012年3月

学会等発表

<国際会議>

1. Kimura R, Saiki A, Fujiwara-Tsukamoto Y, Sakai Y, Isomura Y. Diversity and synchrony of multineuronal spike activities in rat primary and secondary motor cortices during externally- and internally-initiated movements. Neuroscience 2012(SfN's 42st annual meeting). (New Orleans, USA; Oct 14, 2012)
2. Kimura R, Sakai Y, Saiki A, Fujiwara-Tsukamoto Y, Isomura Y. Coordinated multineuron activities related to externally- and internally-initiated movements in rat motor cortex. Neuroscience 2011(SfN's 41st annual meeting). (Washington DC, USA; Nov 14, 2011)

<国内会議>

1. 木村 梨絵, 齊木愛希子, 塚元 葉子, 酒井 裕, 礪村 宜和. 頭部固定ラットの四肢運動課題遂行に伴う運動野の神経同期活動. 日本薬学会第 133 年会 (横浜 2013 年 3 月 30 日)
2. 齊木愛希子, 木村梨絵, 酒井裕, 塚元葉子, 礪村宜和. 運動の実行・非実行に関わるラット一次・二次運動野のマルチニューロン活動. 第 35 回日本神経科学大会(名古屋 2012 年 9 月)
3. 木村梨絵, 齊木愛希子, 塚元葉子, 酒井裕, 礪村宜和. 外発性・内発性運動に関わるラット一次・二次運動野の神経同期活動. 第 35 回日本神経科学大会 (名古屋 2012 年 9 月)
4. 塚元葉子, 木村梨絵, 齊木愛希子, 酒井裕, 礪村宜和. スパウトレバー操作: 頭部固定ラットの四肢運動による効率的な行動課題の確立. 第 35 回日本神経科学大会 (名古屋 2012 年 9 月)
5. 齊木愛希子, 木村梨絵, 酒井裕, 塚元葉子, 礪村宜和. 運動の実行・非実行に関わるラット運動野のマルチニューロン活動. 第 89 回日本生理学会大会 (松本 2012 年 3 月)
6. 木村梨絵, 酒井裕, 齊木愛希子, 塚元葉子, 礪村宜和. 外発性・内発性運動を担うラット運動野のマルチニューロン活動. 第 34 回日本神経科学大会 (横浜 2011 年 9 月)

活動実績

- Saiki A, Kimura R, F.-Tsukamoto Y, Sakai Y, Isomura Y. Neuronal activity for motor control with different forces in rat caudal and rostral forelimb areas. Tamagawa-Caltech Joint Lecture Course. (Hawaii; Mar, 2013)
- 齊木愛希子, 木村梨絵, 酒井裕, 塚元葉子, 磯村宜和. 運動の実行・非実行に関わるラット一次・二次運動野のマルチニューロン活動. 玉川大学GCOE・大阪大学認知脳GCOE合同ワークショップ (名古屋 2013年1月19日)

受賞

- 齊木愛希子. 第1回 玉川大学脳科学研究所 脳情報研究科 リトリート (2012年2月21-23日) 奨励賞受賞. 運動の実行・非実行に関わるラット運動野のマルチニューロン活動の記録

共同研究実施状況 (*経費発生の無いものを含む)

- 自然科学研究機構 基礎生物学研究所 光脳回路部門 松崎政紀教授
- 福島県立医科大学付属 生体情報伝達研究所 生体機能研究部門 小林和人教授

奨学金など獲得状況

- 平成24年度玉川大学大学院奨学金 採用
- 日本学生支援機構 第一種奨学金(平成23年度、平成24年度)



【グローバル COE 研究員 (R A)】

野々村 聡

Satoshi Nonomura

現所属：玉川大学大学院脳情報研究科 D3

玉川大学在籍期間：2009年4月～現在

(GCOE・RA 期間：2011年5月～2012年3月)

指導担当教員：鮫島和行

研究テーマ：認知的な意思決定と学習の神経機構

キーワード：意思決定、線条体、価値比較

■グローバル COE 期間中の研究活動

平成23年5月1日から平成24年3月31日までの間、玉川大学リサーチアシスタント (RA) として、同年4月1日から平成25年3月31日までの間は GCOE 枠の日本学術振興会・特別研究員 (DC2) として研究活動を行った。この2年間は、主に、認知的な意思決定を行う際の情報表現について大脳基底核・線条体の機能解析を詳細に行った。

運動 (運動するか否か) を対象にした意思決定と、それ以前に認知的な対象 (異なる報酬が連合した2つの視覚刺激) に行う認知的意思決定とを時間的に分離した意思決定課題をサルに訓練し、課題遂行中のサルの線条体から単一神経細胞活動を記録した。特に、認知的意思決定期間に活動する線条体の細胞活動に着目し、意思決定に必要な情報がどのように表現されているかを明らかにすることができた。また、認知的意思決定時期に、選択肢の価値の比較を行う条件での細胞活動が、選択肢の価値の比較を行わない条件での活動と比べてどのような活動特性を持つのかを特徴づけることができた。さらに、線条体は、前頭葉からの解剖学的入力を基に認知機能に関わる可能性のある吻側部と、運動機能に関わる可能性のある尾側部に分けることができるため、これらの領野間の機能分化にも着目をした。

解析の結果、ある特徴を細胞活動レベルで同定することができた。まず、認知的意思決定期間には、視覚刺激としての選択肢そのものの情報 (offered stimuli)、その選択肢に連合している報酬の情報 (reward prediction)、サルが最終的に選択をする選択肢の情報 (chosen stimulus) が動的に表現されていることが明らかになった。続いて、認知的意思決定期間において選択肢の価値比較を行う条件での細胞活動が、行わない条件での細胞活動よりも有意に強い活動を示す細胞 (Choice-

preferred 細胞) が見つかった。さらに、これらの情報表現や Choice preferred 細胞の分布は、線条体の吻側領域でより顕著であることが明らかになった。

こうした一連の結果は、線条体の中でも、認知機能と関連がある前頭前野からの解剖学的投射を受けるような吻側部が、皮質-基底核ループを介することによる認知的意思決定に関わっていることを示唆する。

■グローバル COE 終了後の研究予定

電気生理学的実験によって明らかになった線条体内の機能領域に基づき、サルの線条体にムシモルを注入することで一過性に機能脱落を起こし、行動変化を観察する。薬理的に脳を操作することで、電気生理学的な実験だけでは得られない証拠を得ることで、より厳密に脳機能を明らかにしていく。

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. 意思決定の多様性とその神経基盤, 野々村聡, 脳科学トリハビリテーション第13巻 (採択済み)

学会等発表

<国際会議>

1. [Satoshi Nonomura](#), Yasuhiro Kato, Kazuyuki Samejima, Kenji Doya and Jun Tanji, Poster session, Neural activities in the rostral striatum during comparison of option values in the object and action space, Joint Tamagawa Caltech Lecture Course, Hawaii, USA, 2013/3/5-8
2. [Satoshi Nonomura](#), Yasuhiro Kato, Kenji Doya, Jun Tanji and Kazuyuki Samejima, Poster session, The anterior caudate nucleus contribute to comparison of reward values before motor choice in macaque monkey, Society for Neuroeconomics, Miami, USA, 2012/9/28-30
3. [Satoshi Nonomura](#), Yasuhiro Kato, Kenji Doya, Jun Tanji and Kazuyuki Samejima, Poster session, Neural activity in rostral striatum during cognitive decision making, Society for Neuroscience, Washington DC, USA, 2011/11/12-16

<国内会議>

1. 野々村聡, 加藤康広, 鮫島和行, 銅谷賢治, 丹治順, ポスター発表、報酬価値の比較に関わる吻側線条体の神経活動、玉川大学 G C O E ・大阪大学認知脳 G C O E 合同ワークショップ、愛知、2013/1/19-20
2. 野々村聡, 加藤康広, 鮫島和行, 銅谷賢治, 丹治順, ポスター発表、報酬フィードバック時における線条体内の情報表現領域差についての検討、包括脳ネットワーク第13回夏のワークショップ、仙台、2012/7/24-27
3. [Satoshi Nonomura](#), Yasuhiro Kato, Kazuyuki Samejima, Kenji Doya and Jun Tanji, Poster session, Neural activity in the anterior striatum during comparison of reward values, 日本神経回路学会第21回全国大会 (jnns2011), Okinawa, 2011/12/15-17
4. 野々村聡, 加藤康広, 鮫島和行, 銅谷賢治, 丹治順, ポスター発表、Neural activity in Dorsal Striatum during Comparing the Reward Values, 2011年度包括脳ネットワーク夏のワークショップ、兵庫、2011/8/21-24
5. [Satoshi Nonomura](#), Yasuhiro. X Kato, Kazuyuki Samejima, Kenji Doya and Jun Tanji, Poster session, Neural activity in rostral striatum during cognitive decision making, Joint

Tamagawa Caltech Lecture Course, Kyoto, 2011/6/7

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. 野々村聡、加藤康広、鮫島和行、丹治順、口頭発表、選択肢の価値の比較に関わる大脳基底核・線条体の神経活動、第19回脳機能とリハビリテーション研究会学術集会、東京、2012/4/29
2. 野々村聡、加藤康広、鮫島和行、銅谷賢治、丹治順、口頭発表、認知的意思決定における吻側線条体の神経活動、第18回脳機能とリハビリテーション研究会学術集会、東京、2011/4/29

活動実績

- Joint Tamagawa Caltech Lecture Course ,Hawaii, USA, 2013/3/4-10
- 玉川大学GCOE・大阪大学認知脳GCOE合同ワークショップ、愛知、2013/1/19-20
- 包括脳ネットワーク第13回夏のワークショップ、宮城、2012/7/24-27
- カリフォルニア工科大学短期研究、カリフォルニア・米国、2011/12/5-11
- 包括脳ネットワーク第12回夏のワークショップ、兵庫、2011/8/21-24
- Joint Tamagawa Caltech Lecture Course、京都、2011/6/7

受賞

- 2011年度日本神経回路学会全国大会(第21回)、大会奨励賞、「Neural activity in the anterior striatum during comparison of reward values」
- 2012年度第19回脳機能とリハビリテーション研究会学術集会、優秀発表賞、「選択肢の価値の比較に関わる大脳基底核・線条体の神経活動」

奨学金など獲得状況

- 平成23年度大学院奨学金
- 平成23年4月～平成24年3月、日本学生支援機構第一種奨学金
- 平成24年度大学院奨学金

【グローバル COE 研究員 (R A)】

亀山 千景

Chikage Kameyama

現所属：玉川大学大学院脳情報研究科 D2

玉川大学在籍期間：2012 年 5 月～現在

指導担当教員：岡田浩之

研究テーマ：The existence of hybrid system in early
bilingualsキーワード：bilingual, BFLA(Bilingual First Language
Acquisition), Code-switch

■グローバル COE 期間中の研究活動

バイリンガル、特に BFLA の言語運用は特徴的である。彼らは、他のどのカテゴリーのバイリンガルとはちがう習得方法を辿っている。コードスイッチはバイリンガルの言語運用の特徴のひとつで、この BFLA バイリンガルと他のバイリンガル、あるいは第 2 言語として習得する者との脳活動の相違を研究することを目的とする。

英語と日本語の BFLA バイリンガル (n=40) を対象に、彼らの今までの言語活動の調査、及びインタビューによるコードスイッチの観察を行った。対象として、後期バイリンガル (英語を常に職業として使用する者 n=8) に同様のインタビューを行った。また、英語を第 2 言語として学習する日本人学生 (n=4) も同様のインタビューを行い、これら 3 つのカテゴリーを比較した。その中から、BFLA バイリンガルの幼児 (幼稚園年中) の年齢を対象に、母親との言語活動の研究 (Discourse analysis) を行い、母親以外の言語環境がどれほど彼らの言語活動に影響するのかを調査した。また、バイリンガル (n=8) (日本語母語話者、職業で常に英語を使用) に故意にコードスイッチを起こさせる行動実験をし、コードスイッチのコストを観察した。

■グローバル COE 終了後の研究予定

調査と行動実験の結果より、バイリンガルの言語活動についての脳活動を脳波測定及び fMRI により今後観察し、展開そして解明していく所存である。またその結果が第 2 言語習得に応用できるよう研究を更にすすめていく。

■研究活動業績

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. 2013 年 2 月 第 2 回玉川大学脳情報研究所リトリート 口頭及びポスター発表 (会場：箱根) 発表題目：“Discourse Analysis of Language Preference in Bilingual Utterances”
2. 2012 年 10 月 BiL1 Bilingual as a First Language 研究会にて口頭発表 (会場：立教大学) 発表題目：“Sociological and Psychological Linguistic Influences upon Bilingual Utterance”



【グローバル COE 研究員 (R A)】

早川 博章 Hiroaki Hayakawa

現所属：玉川大学 大学院 脳情報研究科 D2

玉川大学在籍期間：2006年4月～現在
(GCOE・RA 期間：2012年5月～2013年3月)

指導担当教員：相原威

研究テーマ：海馬歯状回ネットワークにおける
細胞間相互作用の研究

キーワード：海馬、情報処理、
モデルシミュレーション、情報統合

■グローバル COE 期間中の研究活動

私達が人として社会的な生活を営むことが出来るのは外界で生じる様々な情報を、脳内で統合し理解することが出来るためである。特に記憶システムにおいて異なる情報を統合し整理することは、人の社会性を維持する上で礎をなすものである。しかしこのような異なる情報の統合は未解決な領域であり、詳細な解明が望まれる分野でもある。本研究ではグローバル COE の支援を受け海馬歯状回の興奮性細胞における情報統合メカニズムの解明を目標に研究活動を行った。過去に自身が行った、入力される情報がシナプス結合間でどのような修飾をうけているのか生理実験を用いて調べた結果と、さらに複数のモデルを組み合わせることで歯状回興奮性細胞の入力特性を再現するモデルを構築した。本研究ではこの構築したモデルを用いたモデルシミュレーションにより、意味の異なる情報が1つの神経細胞へ同時に入力される際にどのような相互作用が生じているのか検証した。その結果、歯状回の興奮性細胞では一方の入力情報が顆粒細胞に作用し、もう一方の入力による細胞の活動が活性化することを示した。これは海馬において意味の異なる情報がもう一方の情報に対するバイアスとして機能していることを示している。またこれは1つの細胞レベルで生じている現象であることから海馬における記憶メカニズムの基礎となっている可能性もある。これらの成果は1つの国際学会と4つの国内学会で発表を行った。また人材育成の観点から平成24年度には、カルフォルニア工科大学を訪問し短期研修を行った。研修では現地研究員とのディスカッションや講義への参加を通じて国際的な研究拠点について見識を深めることが出来た。

■グローバル COE 終了後の研究予定

海馬には興奮性細胞だけでなく多種多様な抑制性細胞が存在しそれらが複雑なネットワークを形成し海馬全体

の機能を実現している。今までの研究では1つの興奮性細胞とそれを入力する2種類の情報についての情報統合に着目して研究を行った。しかし海馬全体の機能としての情報統合メカニズムを知るためには興奮性細胞だけでなく抑制性細胞を含んだ、中規模ないし大規模なネットワークについて考慮しなければならない。博士課程2～3年次には今までの知識と実験結果を活かし、海馬ネットワークのモデル構築と情報統合メカニズムの解明を目指したいと考えている。これらの研究によって得られる成果は、人の社会性を神経生理学の分野からアプローチするためのブレイクスルーとなることが期待できる。また現在、平成24年度に得られた研究成果を Journal of Neuroscience へ投稿するため論文を執筆中である。

■研究活動業績

学会等発表<国際会議>

1. H.Hayakawa, T. Kamijo, 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, New Orleans, Oct. 13-17, 2012, (Poster)
2. T. Kamijo, H. Hayakawa, Y. Fukushima, Y. Kubota, Y. Isomura, T. Aihara. Nonlinear information processing of the hippocampal dentate granule cell. The Society for Neuroscience, Neuroscience2012, New Orleans, Oct. 13-17, 2012, (Poster)

<国内会議>

1. 早川博章、上條中庸、佐村俊和、相原威、海馬歯状回顆粒細胞の樹状突起上における空間情報・非空間情報の相互作用 ニューロコンピューティング研究会、北海道、1月24-25日、2013 (口頭発表)
2. 舟崎寛人、早川博章、相原威 匂い(感覚情報)が海馬エピソード記憶に与える影響 電子情報通信学会総合大会、岐阜、3月21日、2013 (ポスター発表)
3. 早川博章、上條中庸、佐村俊和、相原威、海馬歯状回における入力情報の相互作用 脳と心のメカニズム第13回冬のワークショップ、北海道、1月9-11日、2013(ポスター発表)
4. 上條中庸、早川博章、福島康弘、窪田芳之、磯村宜和、相原威、海馬顆粒細胞樹状突起分岐周辺の入力統合の解析 脳と心のメカニズム第13回冬のワークショップ、北海道、1月9-11日、2013(ポスター発表)
5. 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 JNNS2012、名古屋、9月12-14日、2012 (ポスター発表)
6. 上條中庸、早川博章、福島康弘、窪田芳之、磯村宜和、歯状回顆粒細胞における樹状突起分岐での入力統合の超線形性 日本神経回路学会 JNNS2012、名古屋、9月12-14日、2012 (ポスター発表)
7. 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、仙台、7月24-27日、2012 (ポスター発表)
8. 上條中庸、早川博章、福島康弘、窪田芳之、相原威、海馬樹状突起分岐部入力における非線形的情報統合の解析 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、仙台、7月24-27日、2012 (ポスター発表)

活動実績

- 玉川大学カルテクジョイントレクチャーコース、アメリカ、3月5-8日、2013年
- ASCONE2012「脳科学への数理的アプローチ」、長野、11月23-26日、2012年
- カルフォルニア工科大学短期研修、アメリカ、11月13-19日、2012年

奨学金など獲得状況

独立行政法人日本学生支援機構 奨学金

- 平成24年度大学院奨学金



【グローバル COE 研究員】

近藤 将史 Masashi Kondo

現所属：玉川大学 脳情報研究科 D3

日本学術振興会 特別研究員 (DC1)

玉川大学在籍期間：2005 年 4 月～現在

指導担当教員：相原 威

研究テーマ：海馬 CA1 野樹状突起の入力間相互作用による情報処理機能の解析

キーワード：海馬, 樹状突起, スパイクタイミング依存性可塑性, 膜電位感受性色素, 光イメージング

■グローバル COE 期間中の研究活動

脳はどのように『記憶』を形成しているのだろうか？——これまでの知見では、記憶に関連が深いとされる脳領域は海馬と呼ばれる部位である。この海馬 CA1 領域において、シナプス前細胞と後細胞の活動タイミングに依存して、シナプス伝達強度が変化する『スパイクタイミング依存性可塑性 (STDP; Spike Timing-Dependent Plasticity)』が知られている。これは生体内における、尤もらしい神経活動パターンでもシナプス伝達強度が変化することを示しており、『学習・記憶』の神経基盤として、有力な候補と考えられている。

本事業期間中、我々は海馬 CA1 領域の樹状突起において、近位部と遠位部に存在するそれぞれのシナプスの間にスパイクタイミング依存性可塑性が形成される際、逆伝播活動電位の存在が一方のシナプス入力によって変調を受けることで、他方の可塑性形成に影響を与えることを明らかにした。この結果は、空間的広がりを持つ樹状突起の他の部位への入力タイミングも、STDP を決定する一要素であることを実験的に示したものである。

また、CA1 領域における局所回路構造に注目し、その興奮性および抑制性シナプス入力の分布によって、樹状突起における膜電位ダイナミクスが調節されていることを示した。

これらの結果は、CA1 野から皮質への出力を担う錐体細胞が、複雑な入力を樹状突起上で統合し、その入力を記憶情報として処理していることを示唆している。本研究の成果は、本事業に対して『生体にとってその生命活動を維持するうえで重要となる、『学習・記憶』情報処理の神経基盤の一端を明らかにする』という視点で、貢献したと考えられる。

■グローバル COE 終了後の研究予定

本事業のサポートのもとで行われた研究を元に、今後

はオプトジェネティクスを併用し、より詳細に樹状突起における入力統合機構を検討する。

またモデルシミュレーションを用いたアプローチにより、本研究で得られた結果が、生体の記憶情報処理によってどのように生かされているかを検証していく。

■研究活動業績

論文 (公刊論文・学術雑誌)

1. Masashi Kondo, Tatsuo Kitajima, Satoshi Fujii, Tsukada Minoru, Takeshi Aihara, “Modulation of synaptic plasticity by the coactivation of spatially distinct synaptic inputs in rat hippocampal CA1 apical dendrites”, Brain Research, DOI: 10.1016/j.brainres.2013.05.023 (Accepted, In press) 2013 年 5 月 (本 GCOE 事業のサポートのもと行われ、2013 年 3 月までに投稿していた論文で、先日掲載受理されたもの。)
2. M. Kondo, T. Aihara, “Regulations of dendritic membrane potential dynamics by excitatory and inhibitory synaptic inputs on hippocampal CA1 area -Optical measurement using voltage-sensitive dye-” IEICE Technical Report (2013) vol.112, No.389, pp.205-209

学会等発表<国際会議>

1. M. Kondo, T. Aihara “Timing-dependent modulations of membrane potential dynamics in hippocampal CA1 area: spatio-temporal analysis using an optical imaging method with voltage-sensitive dye” Reward and Decision-making on Risk and Aversion 2013 年 3 月
2. M. Kondo, T. Kitajima, S. Fujii, M. Nishiyama, T. Aihara “Location-dependent influence of feed-forward and feedback inhibitions in hippocampal CA1 neurons: Analysis using optical imaging method with voltage-sensitive dyes” Neuroscience 2012 Society for Neuroscience 42th annual meeting 2012 年 10 月
3. 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 2011 年 7 月
4. 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 2011 年 6 月

<国内会議>

1. 近藤 将史, 相原 威 “Spatio-temporal analysis of feed-forward/feed-back shunting effects on hippocampal CA1 neurons” 第 35 回 日本神経科学大会 2012 年 9 月
2. 近藤 将史, 相原 威 “Dynamic suppression of membrane potential by inhibitory inputs in hippocampal CA1 neurons: analysis using optical imaging method” 日本神経回路学会 第 22 回全国大会 2012 年 9 月

<口頭発表・シンポジウムでの講演など>

1. 武石 歴名, 近藤 将史, 相原 威 “光計測法による海馬 CA 1 野の抑制による非線形性の解析” 電子情報通信学会総合大会 2013 2013 年 3 月
2. 海江田 岳, 近藤 将史, 相原 威 “光計測法を用いた海馬 CA1 野の LTP 多点同時計測” 電子情報通信学会総合大会 2013 2013 年 3 月
3. 近藤 将史, 相原 威 “海馬 CA1 野における興奮性 / 抑制性シ

ナプス入力による樹状突起膜電位ダイナミクスの調節 ～ 膜電位感受性色素を用いた光学的測定 ～” ニューロコンピューティング研究会 2013年1月

4. 武石 歴名, 近藤 将史, 佐々木 寛, 相原 威 “海馬 CA1 野樹状突起の入力統合機能の研究” 電子情報通信学会総合大会 2012 2012年3月

活動実績

1. 近藤 将史, 相原 威 “Location-dependent influence of feed-forward and feed-back inhibitions in hippocampal CA1 neurons: Analysis using optical imaging method with voltage-sensitive dyes” 第13回 冬のワークショップ『脳と心のメカニズム』 2013年1月
2. 近藤 将史, 相原 威 “Spatio-temporal analysis of feedforward and feedback inhibition on hippocampal CA1 area using the VSD imaging method” 2012年 包括脳夏のワークショップ 2012年7月
3. 近藤 将史, 佐々木 寛, 相原 威 “Regulations of dendritic membrane potential dynamics by feed-forward/ feed-back inhibitory inputs: spatio-temporal analysis using voltage-sensitive imaging method” 第12回 冬のワークショップ『脳と心のメカニズム』 2012年1月
4. 近藤 将史, 相原 威 “Influences on STDP by the amplitude modulation of backpropagating action potentials” 2011年 包括脳夏のワークショップ 2011年8月

外部資金獲得状況

- 平成23年 科研費（特別研究員奨励費）70万円
- 平成24年 科研費（特別研究員奨励費）60万円

奨学金など獲得状況

- 平成24年 大学院 学内奨学金
- 平成23年 大学院 学内奨学金