

戦略的国際科学技術協力推進事業（日本－ドイツ研究交流）

1. 研究課題名：「能動的自然視条件での視覚情報処理におけるトップダウン的影響の効果：視覚経路における多領野大規模並列神経活動データ計測とその多角的解析」
2. 研究期間：平成24年 4月～平成27年3月
3. 支援額： 総額 14,450,000 円
4. 主な参加研究者名：

日本側（研究代表者を含め6名までを記載）

| | 氏名 | 所属 | 役職 |
|---------------|-------|----------------|------|
| 研究代表者 | 田村 弘 | 大阪大学大学院生命機能研究科 | 准教授 |
| 研究者 | 篠本 滋 | 京都大学大学院理学研究科 | 准教授 |
| 研究者 | 藤田一郎 | 大阪大学大学院生命機能研究科 | 教授 |
| 研究者 | 山根ゆか子 | 大阪大学大学院生命機能研究科 | 特任講師 |
| 研究者 | | | |
| 研究者 | | | |
| 研究期間中の全参加研究者数 | | 4名 | |

相手側（研究代表者を含め6名までを記載）

| | 氏名 | 所属 | 役職 |
|---------------|----------------|---|--|
| 研究代表者 | Sonja Grün | Institute of Neuroscience and Medicine (INM-6) Institute for Advanced Simulation (IAS-6), Forschungszentrum Jülich & RWTH Aachen University | Vice director Head of Laboratory Professor |
| 研究者 | 伊藤淳司 | Institute of Neuroscience and Medicine (INM-6), Forschungszentrum Jülich | Research assistant |
| 研究者 | Richard Meyers | Institute of Neuroscience and Medicine (INM-6), Forschungszentrum Jülich | PhD student |
| 研究者 | Serge Strovkov | Institute of Neuroscience and Medicine (INM-6), Forschungszentrum Jülich | PhD student |
| 研究者 | | | |
| 研究者 | | | |
| 研究期間中の全参加研究者数 | | 4名 | |

5. 研究・交流の目的

ヒトやサルなどの霊長類は、頻繁に眼を動かしながら、周りの環境中にある様々な物を認識しています。環境からの光は眼球の後部にある網膜の視細胞によって神経活動に変換され、脳へと伝えられます。一方、眼を動かすための信号は脳内で生成され、眼筋へと伝え

られます。この眼を動かすための情報は他の脳部位へも伝えられることが知られています。本研究では、網膜由来の視覚に関わる神経活動と眼球運動に関係した神経活動とが、互いに影響を与えながら脳内で処理される様子を明らかにすることを目的とします。具体的には、日本側は視覚探索課題遂行中のサル視覚野から大規模神経活動計測を行います。また理論解析より神経活動情報から探索目標を解読することを試みます。ドイツ側は統計解析によって、異なる視覚領野間の活動の相関・同期現象等の構造を様々な時空間スケールで明らかにします。本研究で日本とドイツが交流を通じて相互的に取り組むことで、能動的視知覚の神経機構の解明につながることを期待されます。

6. 研究・交流の成果

6-1 研究の成果

日本において、複数の視覚関連領野から広帯域で複数神経細胞活動を同時計測するシステムを構築し、ドイツ側と共同で多次元行動データおよび多プローブ広帯域神経活動データからなるビッグデータ共有のための枠組みを設計構築することで、神経統計学とシステム神経科学の境界領域にシステム神経統計学という、新分野を開拓しました。

この結果、二つの重要な発見を行うことができました。第一に、第一次視覚野に加えて、高次視覚連合野においても、網膜由来の視覚に関わる神経活動と眼球運動に関係した神経活動が共存していることが明らかになりました。つまり、眼球運動に同期した局所電場電位の変調が第一次視覚野のみならず、高次視覚連合野（IT 野）においても存在することを見いだしました。また、第一次視覚野における眼球運動に伴う局所電場電位変調が、皮質6層構造中の IVc 層にその起源があることを電流源密度解析より特定しました。この結果は、視床からの入力信号が眼球運動に応じて変調されていることを示唆しています。

第二に、自由視課題遂行中の高次視覚連合野には、すばやく視覚情報が届けられている様子が明らかになりました。これまで、高次視覚連合野（IT 野）細胞の視覚応答潜時は、およそ 100 ミリ秒であると報告されていましたが、本研究で実施した自由視課題遂行中においては、およそ 40 ミリ秒の非常に短い潜時での神経活動が観察されました。この結果は、自由視課題遂行中の視覚野神経細胞は網膜由来の階層的に処理された情報を受けだけでなく、並列に存在する短潜時経路の情報を元にして活動している可能性を示唆しています。また、この結果は予測的神経活動の存在も示唆しています。

これらの成果は、ドイツ側の神経統計学と日本側のシステム神経科学との融合によって初めて達成できたと考えています。

6-2 人的交流の成果

日本側研究者は相手側との交流より、大規模データ解析手法を修得することができました。本研究では、膨大な量の多次元行動データ及び多領野広帯域神経活動データが毎日取得されます。このような大規模データを、効率的に継続性を維持しながら処理するための手法を学ぶことができました。この結果、相手側研究者との実質的な議論が可能となり、研究活動を順調に進めることができました。また、大学院生が統計神経科学と実験神経科学という分野の異なる研究室を相互に訪問して滞在することで、異なる研究分野に直接触れることができ、教科書や論文からでは学ぶことのできない実質的な経験を得ることができました。さらに両国の研究室の他の学生も、他国からの大学院生が研究室に滞在することで、同世代の学生がどのように考え行動しているのか、研究に対する取り組み方などを学びました。特に日本側大学院生は、英語でのコミュニケーションの重要性を実感していたようでした。

このように非常に有効に機能した研究交流をさらに継続・発展させるために、大阪大学国際共同研究促進プログラム（代表、藤田一郎；期間、平成 25 年 10 月 1 日～平成 28 年 9 月 30 日）において本研究交流をさらに発展させる予定です。また、本助成に基づいて、相互訪問を含む研究交流を実施・計画中です。また隔週でのビデオ会議は継続して実施中であり、今後も継続して実施します。

7. 本研究交流による主な論文発表・主要学会での発表・特許出願

| 論文 or 特許 | ・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年、DOI ・特許の場合： 知的財産権の種類、発明等の名称、出願国、出願日、出願番号、出願人、発明者等 | 特記 事項 |
|----------------|---|----------|
| 主要 学会 | Yukako Yamane, Junji Ito, Mika Suzuki, Ichiro Fujita, Sonja Grün, Hiroshi Tamura. Active exploration of visual scenes by monkeys: behavior and neuronal activity in primary visual cortex and inferior temporal cortex, Neuro2015, July 28–31, 2015, Kobe, Japan | |
| 主要 学会 | Junji Ito, Yukako Yamane, Ichiro Fujita, Hiroshi Tamura, Sonja Grün, Distinct Scan Modes in Monkey’s Free Viewing of Natural Images and Related Neuronal Activities. The 38th European Conference on Visual Perception (ECVP2015), August 23–27, 2015, Liverpool, UK | |
| 主要 学会 | Junji Ito, Yukako Yaname, Ichiro Fujita, Hiroshi Tamura, Sonja Grün, Laminar profile of ongoing and evoked neuronal activities in the inferior temporal cortex of macaque monkeys August 24–28, 2014, The 37th European Conference on Visual Perception, Belgrade, Serbia | |
| 主要 学会 | Mika Suzuki, Yukako Yamane, Junji Ito, Masamitsu Mukai, Serge Strovov, Ichiro Fujita, Pedro Maldonado, Sonja Grün, Hiroshi Tamura. Factors affecting human gaze behavior: an analysis with complex natural scenes with superimposed object images. The 36th European Conference on Visual Perception, August 25–29, 2013, Bremen, Germany | |
| 主要 学会 | Masamitsu Mukai, Yukako Yamane, Junji Ito, Sonja Grün, Hiroshi Tamura, Effects of complex background scene on object selectivity of single-unit activities in the macaque inferior temporal cortex. The 36th European Conference on Visual Perception, August 25–29, 2013, Bremen, Germany | |