

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 25 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008 年度 ～ 2011 年度

課題番号：20330149

研究課題名（和文） 運動視に関する大脳視覚野の構造と機能の研究

研究課題名（英文） Research on the structure and function of the cortical visual areas for visual motion perception

研究代表者

蘆田 宏 (ASHIDA HIROSHI)

京都大学・文学研究科・准教授

研究者番号：20293847

研究成果の概要（和文）：

機能的磁気共鳴画像法(fMRI)を用いて、運動視に関連する大脳領域について調べた。まず、静止画が動いて見える錯視図形に対する運動関連応答測定により、運動視に関わる処理経路の関与が明らかになった。次に、マルチボクセル解析を用いて運動視関連領域を再定義する試みを行い、最終結果には至らないものの手法の将来性の評価など一定の成果を得た。また、高次運動視領域と自己運動感について今後の指針となる結果を得た。

研究成果の概要（英文）：

Cortical areas for motion perception were investigated by using fMRI. First, motion-specific responses to an anomalous motion figure was measured and underlying visual pathways were identified. Second, motion-related areas were re-assessed by using multi-voxel analyses. Final conclusion is yet to be sought, but the merits and limitations of the method have been suggested for future study. Finally, activities of higher visual-motion-related areas for self-motion perception were observed, which suggests the next steps of research.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
2009 年度	3,000,000	900,000	3,900,000
2010 年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
2011 年度	2,800,000	840,000	3,640,000
総計	13,200,000	3,960,000	17,160,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：感覚・知覚 視覚 fMRI 脳機能画像 運動視

1. 研究開始当初の背景

視野中の動きを検出することは視覚の重要な機能の一つで、外界の変化とともに自己運動知覚の基礎となっている。近年、非侵襲機能的脳画像を用いてヒトの脳における運動視の神経基盤の研究が進み、解剖学、電気

生理学的研究が進んでいるサルとの異同が示されつつある。MT+野は運動視の中核として広く認められるようになったが、+が示すように幅広い定義である。サルにおけるMT/MSTのような下位構造はまだ明確でなく、研究代表者が参加するロンドン大学での

研究ではヒトにおける機能分化はサルとは異なる可能性も示唆された。

2. 研究の目的

本研究の目的はヒトの脳における運動視機構を解明することであり、当初は4点に重点を置いた。

- (1) ヒトの MT/V3A はオプティカルフロー処理を本で行っているのか
- (2) ヒトの MST とサルの MSTd, FST などとの関係を明確にする
- (3) MT における網膜位置依存性 (レチノトピー) とその意味を明確化する
- (4) MT 近辺は機能的に異なる領域にさらに細分化できるかもしれない

研究動向の推移により、これらの下位項目目的は順次修正していったが、本質は変わっていない。すなわち、

本研究開始前から継続している

- (5) 静止した図形が動いて見える錯視における運動視関連領域の関与の解明
について目的を共有するため本研究の枠組みで扱うことにした。また、(2)-(4)について関連する研究動向を鑑み、むしろ
- (6) MT+(V5)と V6、そして高次運動視関連領域の機能的分化の検討
を目的とし、そこから逆に MT/MST の役割を考える方向に拡張した。

3. 研究の方法

- (1) fMRI 順応法による領域内の機能分化と運動方向選択性の検討
 - (2) 動きを伴う視覚刺激による皮質表面の網膜位置依存マッピング(レチノトピー)
 - (3) fMRI データのマルチボクセル解析による詳細な機能マッピング
- これらの当初案に加え、
- (4) ブロックデザインによるオプティカルフローによる自己運動感覚に関連する脳内部位の同定
を実施した。

4. 研究成果

- (1) 静止画が動いて見える「蛇の回転」錯視図形に対する運動検出の脳内ネットワークを、方向選択的順応を用いて解明した。先立って実施し、本研究期間に論文発表した研究[論文(3)]では錯視図形が MT+を活性化することがわかったが V1 の関与は明らかでなかった。本研究では V1 をはじめとして広範囲の関連領域で運動方向選択的応答が見られることが明らかになった。構造方程式モデリングによる解析の結果、V1 から MT+へ至る運動視経路の応答が主で、V1 から V4、V3A へ至る経路でそれぞれ独立した順応効果が見られることがわかった。[論文(1)]
この結果は、当初目的(1)と関連し、MT+と V3A の機能的相違を示唆する点でも重要である。

(2) fMRI 順応法を用いて MT/MST 野のオプティカルフロー刺激への応答の類似性を指摘した研究[論文(4)]、V1 から MT/MST にかけて動きの速度の符号化を検討した研究[論文(2)]が最終的に出版された。

(3) Kriegeskorte らのマルチボクセルサーチライト法を用いて、MT+近辺におけるオプティカルフローパタンの表現について検討する fMRI 実験を行った。まず、回転および拡大縮小刺激の方向弁別性に基づいて MT-MST 領域がマッピング可能であることが示されたが、ロバストではなく、学会発表(3)を通じてマルチボクセル解析による反対方向への動きの分離はきわめて困難であることがわかった。そのため、続いて論文(4)の確認を兼ねて回転と拡大の弁別に変更したところ、多少改善が見られた[学会発表(2)]が、まだ最終的な結論には至っていない。解析技法の高度化も課題となっている。

(4) 運動刺激を用いたレチノトピー解析手法の改良を試みた。手法としては一定の成功をおさめ、論文(1)での部位同定に利用をはじめ、前項の研究でも補助的に利用している。しかし、他の研究者による先行する成果が複数発表されたため、この問題は深く追求しないことにした。なお、それぞれ独立に先行研究を発表した山本哲也氏、天野薫氏には後述する国際ワークショップで講演いただき、情報交換を行った。

(5) 本研究期間中に、MT+と並ぶ運動視中枢としての V6 野の同定が広く認められるようになった。また、頭頂から前頭に至る数々の運動視関連領域が明らかになってきた。本研究においてもそれらの諸領域の同定に成功[学会発表(1)]、それらのうち、両側 VIP、右 p2v、CSv、Pc において自己運動知覚と関連する応答が見られることがわかった[学会発表申込中]。

(6) fMRI 実験を補完するかたちで心理物理実験および理論的解析を実施した。動きに伴う位置錯誤の錯視における速度依存性を示し[学会発表(1)]、研究成果(1)(2)と関連して議論した。また、研究成果(1)でとりあげた「蛇の回転」錯視の生起原因を理論的に解析し、他の研究者による理論と比較検討した[学会発表(4)]

(7) 2011年3月9日に、京都大学において国際ワークショップを開催、国内外から本研究に関連する先端領域の研究者6名による講演を依頼し、英語による討議を行った。なお、本会は一般公開し、約40名が参加した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計4件)

- (1) Ashida, H., Kuriki, I., Murakami, I., Hisakata, R., & Kitaoka, A. (2012). Direction-specific fMRI adaptation reveals

the visual cortical network underlying the “Rotating Snakes” illusion. *NeuroImage*, 61, 1143-1152. 査読有

- doi:10.1016/j.neuroimage.2012.03.033
- (2) Lingnau, A., Ashida, H., Wall, M., & Smith, A. T. (2009) Speed encoding in human visual cortex revealed by fMRI adaptation. *Journal of Vision*, 9(13):3, 1-14. 査読有 doi: 10.1167/9.13.3
- (3) Kuriki, I., Ashida, H., Murakami, I., Kitaoka, A. (2008). Functional brain imaging of the Rotating Snakes illusion by fMRI. *Journal of Vision*, 8 (10):16, 1-10. 査読有 doi: 10.1167/8.10.16
- (4) Wall, M. B., Lingnau, A., Ashida, H., Smith, A. T. (2008) Selective visual responses to expansion and rotation in the human MT complex revealed by fMRI adaptation. *European Journal of Neuroscience*. 27(10), 2747-2757. 査読有 doi:10.1111/j.1460-9568.2008.06249.x

[学会発表] (計 9 件)

- (1) 上崎麻衣子, 蘆田宏 (2012) オプティックフローに応答する大脳領野の定位 日本視覚学会 2012 年冬季大会, 2012/1/19, 工学院大学, 東京 査読なし
- (2) Ashida, H. (2011). Separate processing of expanding and rotating motion in human MT+. *European Conference on Visual Perception (ECPV 2011)*, Aug 30, 2011, Toulouse, France. 査読有
- (3) Ashida, H. (2010). Searching for cortical areas for a motion discrimination task. *European Conference on Visual Perception (ECPV 2010)*, Aug 22-26, Lausanne, Switzerland. 査読有
- (4) Ashida, H. & Kitaoka, A. (2010). Asymmetric Temporal Filtering Underlying the ‘Rotating Snakes’ Illusion. *Asia-Pacific Conference on Vision*, Jul 23-26, 2010, Taipei, Taiwan. 査読有
- (5) Ashida, H. (2008). Speed tuning of motion-related position shifts. *Asia-Pacific Conference on Vision*, Jul 18-21, Brisbane, Australia. 査読有

[図書] (計 3 件)

- (1) 蘆田宏 「運動視」 北岡明佳編 知覚心理学 5章 pp.75-94 ミネルヴァ書房 2011
- (2) 蘆田宏 「感覚・知覚 Overview」(3章 pp. 48-49)「感覚・知覚の統合」(3章 pp. 69-71) 京都大学心理学連合編 心理学概論 ナカニシヤ出版 2011
- (3) 蘆田宏 「fMRI 実験の基礎知識」 荻阪直行編 脳イメージング入門 ~心理

学からのアプローチ~ pp. 23-43 培風館 2010

[その他]

ホームページなど

国際ワークショップ

<http://www.psy.bun.kyoto-u.ac.jp/ashida/WS201103.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

蘆田宏 (ASHIDA HIROSHI)
京都大学・大学院文学研究科・准教授
研究者番号：20293847

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

蘆田昌子 (ASHIDA MASAKO)
相愛大学・人間発達学部・准教授
研究者番号：10342263

(4) 研究協力者

上崎麻衣子 (UESAKI MAIKO)
京都大学文学研究科・修士課程
北岡明佳 (KITAOKA AKIYOSHI)
立命館大学・文学部・教授
研究者番号：70234234
村上郁也 (MURAKAMI IKUYA)
東京大学・大学院総合文化研究科・准教授
研究者番号：60396166
久方瑠美 (HISAKATA RUMI)
東京大学・大学院総合文化研究科・研究員
栗木一郎 (KURIKI ICHIRO)
東北大学・電気通信研究所・准教授
研究者番号：80282838
Andrew T. Smith
ロンドン大学ロイヤルホロウェイ校・教授
Matt Wall
ユニバーシティカレッジロンドン・研究員
Angelika Lingnau
トレント大学・助教授
Krish Singh
カーディフ大学・教授