

平成 22年 6月 15日現在

研究種目：特定領域研究

研究期間：2004 ～ 2009

課題番号：16068101

研究課題名（和文） 脳の高次機能システム

研究課題名（英文） System study on higher-order brain functions

研究代表者

木村 實 (KIMURA MINORU)

京都府立医科大学・医学研究科・教授

研究者番号：40118451

研究成果の概要（和文）：

領域の設定した5つの研究項目「情報認知のメカニズム」、「行動と運動の企画と制御」、「情動の生成と制御」、「大脳による高次情報処理」と「言語とコミュニケーションの脳内メカニズム」について、計画研究と公募研究の研究活動を推進した。1. 夏の領域会議（毎年7月または8月、札幌）：計画研究代表者が研究目的、計画と現在までの成果を口演発表し、領域の全構成員によって議論し批判やアドバイスが多く出された。2. 夏のワークショップ、統合脳・サテライトシンポジウム：領域の全構成員が参加し、4日間にわたって異なる研究分野の先端的な成果と展望について講演と討論を行った。3. 拡大総括班会議の開催：領域会議の推進方針の確認と、研究連携について討論と確認を行った。4. 公開シンポジウム、冬の領域会議（毎年12月、東京）：統合脳の他の4領域と合同で代表的な研究成果について公開シンポジウムを行った。領域会議では、本年度の研究成果について公募研究代表者が口演発表ならびにポスター発表を行った。5. 冬のワークショップ（毎年1月、北海道）：「脳と心のメカニズム」研究グループ他と共同開催によって、国内外からの招待講演とポスター発表によって活発な研究討論を行った。

研究成果の概要（英文）：

The system study on higher-order brain functions covered five major research fields: object recognition and memory, movement and goal-directed action, inference and thought, emotion and motivation, and language. For 5 year term from 2004-2009, 6 researchers and a representative (Kimura) made plans for summer workshop, group meeting and symposia each year. Under the program, about 50 researchers including core member and supporting member came to meet at meeting places in Sapporo in summer and at Tokyo in winter and made platform and poster presentations of papers of individual members. Winter workshop was also held in Hokkaido with talks of invited speakers not only from Japan but also from abroad and with about 100 attendants. There were very active discussions in these meetings among senior and junior researchers and graduate students about popular research fields and perspectives. The research group covers several different disciplines, such as system neurophysiology, functional imaging of human brain functions, cellular and synapse mechanisms, molecular biological mechanisms of brain function, and disorders of brain and nervous system. Peoples working in different disciplines gathered at the meetings and discussed about collaboration and future break through.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2004年度	3,500,000	0	3,500,000
2005年度	4,600,000	0	4,600,000
2006年度	4,400,000	0	4,400,000
2007年度	3,700,000	0	3,700,000
2008年度	4,300,000	0	4,300,000
2009年度	4,700,000	0	4,700,000
総計	25,200,000	0	25,200,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：神経科学、神経・筋肉生理学

キーワード：認知と記憶、行動と運動、情動、思考・推論、言語

1. 研究開始当初の背景

脳の神経回路のシステムとして達成される高次の機能のしくみの理解は、まさに心のはたらきの理解であり、近年の研究のめざましい発展と相俟って今後の発展が大いに期待される。知覚、運動制御、記憶、情動などの脳機能の研究は国内でも行われ、それらの研究は水準が高く、大きな成果を挙げてきた。

2. 研究の目的

本領域設定の第一の目的は、きわめて多様な脳の高次機能の中で、特に重要で緊急性が高く、活発な研究が推進されている研究分野である情報認知のメカニズム、行動と運動の企画と制御、情動の生成と制御、大脳における高次情報処理、言語とコミュニケーションの脳内メカニズム、の5項目の研究を格段に発展させることである。第二の目的は、脳の機能分子、神経回路、脳の病態などの次元の異なる研究との学際的な研究を推進することによって、統合的な脳機能の理解を目指すことである。

3. 研究の方法

「統合脳」領域(1)の企画調整のもとで、領域(3)神経回路機能、領域(4)分子脳、領域(5)病態脳との密接な連携を図りつつ、脳の高次機能システムの統合的な研究を推進する。そのために、実験動物の脳の神経細胞の担う情報の表現、ヒトの高次機能のイメージング、神経回路の同定、神経伝達物物質・調節物質

の作用、高次脳機能の計算理論、心理学などの分野、研究手法を超えた視点に基づく総合的研究を推進する。脳の高次機能の分野で、萌芽的ないしは先駆的研究を推進している研究者から公募研究を採択し、研究の裾野を広げると共に、ブレイクスルーにつながる新しい視点に立った研究を醸成する。研究成果を積極的に発信し、また社会一般に向けた情報発信に努める。

研究領域に総括班を設置し、領域の研究方針の策定、研究項目間の連絡調整、研究者間の情報交換と共同研究を促進する。領域に計画研究を5項目設定して先導的な研究を推進する。毎年夏と冬の2回、領域会議を実施して班員の研究発表を行うと共に、研究評価者同席のもとで総括班員による会議の機会を設け、領域の研究方針の策定と進捗状況の点検を行う。異なる研究分野、研究手法の研究者の参加するワークショップを毎年企画・実施することによって、研究の展望や新しい研究戦略、ブレイクスルーにつながる研究を模索する。「統合脳」総括班と連携して、定期的にニュースレターを発行し、ホームページを作成することによって、広く一般に研究成果と活動状況を公開する。

4. 研究成果

(1) 第1回拡大総括班会議(平成17年6月6日、京都)：17年度の活動計画の策定と確

- 認を行い、研究活動の活性化、研究連携の強化と若手育成に向けた5年間の活動方針を議論し、確認した。
- (2) 夏の領域会議（平成17年8月20日、松代）：計画研究代表者全員が研究目的、計画と現在までの成果を口演発表し、領域の全構成員によって議論し批判やアドバイスが多く出された。
- (3) 夏のワークショップ、サテライトシンポジウム（平成17年8月18-21日、松代）：領域の全構成員が参加し、4日間にわたって異なる研究分野の先端的な成果と展望について講演と討論を行った。
- (4) 第2回拡大総括班会議（平成17年8月20日、松代）：領域会議の推進方針の確認と、研究連携について討論と確認を行った。
- (5) シンポジウム、冬の領域会議（平成17年12月22-23日、東京）：統合脳の他の4領域と合同で17年度の代表的な研究成果について公開シンポジウムを行った。本領域からは木村が研究成果に関する講演をおこなった。領域会議では、本年度の研究成果について公募研究代表者が口演発表を、計画研究代表者がポスター発表を行った。
- (6) 第3回拡大総括班会議（平成17年12月22日、東京）：領域会議における公募研究の評価方針の確認と、研究連携について討論と確認を行った。
- (7) 冬のワークショップ（平成18年1月10-12日、北海道）：「脳と心のメカニズム」研究グループ他と共同開催によって、8名（外国人2名）の招待講演とポスター54演題によって活発な研究討論を行った。
- (8) 第4回拡大総括班会議（平成18年3月1日、京都）：平成18、19年度のワークショップと領域会議の方針、および領域内・外の研究連携について討論し、方針を確認した。
- (9) 夏のワークショップ、サテライトシンポジウム（平成18年8月23日、札幌）：領域の全構成員が参加し、「大脳皮質の機能モジュール」というテーマで分子、回路、システムにわたり2名の外国人講演者と2名の日本人講演者による講演と議論が活発に行われた。異なる研究分野の先端的な成果と展望について講演と討論を行った。
- (10) 拡大総括班会議（平成18年8月23日、札幌）：領域会議の推進方針の確認と、19年度領域内審査会、中間評価ヒアリング（平成19年9月、文科省）に向けて、さらに研究連携について討論と確認を行った。
- (11) 夏の領域会議（平成18年8月24日、札幌）：計画研究代表者全員が研究目的、計画と現在までの進捗状況について口演発表し、領域の全構成員、領域の評価者によって議論し批判やアドバイスが多く出された。
- (12) シンポジウム、冬の領域会議（平成18年12月17-19日、東京）：統合脳の他の4領域と合同で18年度の代表的な研究成果について公開シンポジウムを行った。本領域からは藤田一郎計画研究代表が研究成果に関する講演をおこなった。領域会議では、領域の全構成員、領域の評価者の参加のもとに、本年度の研究成果について公募研究代表者が口演発表を、計画研究代表者がポスター発表を行った。
- (13) 総括班会議（平成18年12月18日、東京）：平成19年7月に開催される領域内審査会、9月の中間ヒアリングにどのように対応するかについて議論を行った。
- (14) 冬のワークショップ（平成19年1月9-11日、北海道）：「脳と心のメカニズム」研究グループ他と共同開催によって、8名（外国人2名）の招待講演とポスター38演題によって活発な研究討論を行った。
- (15) 拡大総括班会議（平成19年3月30日、京都）：平成19年7月に開催される領域内審査会、9月の中間ヒアリングにどのように対応するかについて、6名の総括班員（欠席1名）および2名の評価者（欠席1名）の参加によって議論を行った。また、ワークショップと領域会議の方針、および領域内・外の研究連携について討論し、方針を確認した。
- (16) 総括班会議（平成19年6月18日、京都）：予め公募研究代表者から提出された研究課題の進捗状況に関する資料を基に、平成19年7月に開催される領域内審査

会で計画研究の評価の結果計画研究の交代が必要になった場合に推薦する公募研究代表者4名(推薦順に、川口泰雄、桜井武、南部篤、佐藤宏道)を選考した。

- (17) 領域内審査会(平成19年7月28日、東京):16名の計画研究代表者が17年度以降の研究の進捗と今後の研究方針について、5名の審査委員の前で10分間のプレゼンテーション、10分間の質疑応答を行い、評価を受けた。それぞれの計画研究に対して、A:期待通りもしくは期待以上であり、現状のまま推進すればよい;A-:努力の余地がある;B:一層の努力が必要である、C:研究費の減額または助成の停止が適当である、の4段階評価が与えられた。評価結果と5名の審査委員から評価コメントを領域代表(木村)がとりまとめ、計画研究代表者宛に印刷物で送付し、評価結果とコメントを基に今後の研究にどのように繁栄させることによって発展させるかについて計画研究代表者が領域代表宛に返答することを依頼した。
- (18) 拡大総括班会議(平成19年8月23日、札幌):領域会議の推進方針の確認と、中間評価ヒアリング(平成19年9月、文科省)に向けて、さらに研究連携について討論と確認を行った。
- (19) 19年度夏の領域会議(平成19年8月23日、札幌):計画研究代表者全員が研究目的、計画と現在までの進捗状況について口演発表し、総括班員を含む領域の全構成員、領域の評価者によって議論し批判やアドバイスが多く出された。
- (20) 領域の中間評価ヒアリング(平成19年9月7日、日本学術振興会):3年目を迎えた段階までの領域の活動と計画研究、公募研究による研究の進捗と成果発表の現状について報告した。また、7月28日に開催した領域内評価において、計画研究代表者の交代を含む班員構成の再編案についても発表した。その結果、高い水準で研究活動が推進されており、研究領域内外との連携活動も活発であり、このまま推進すれば良い、という評価を得た。
- (21) 「統合脳5領域」公開シンポジウム、冬の領域会議(平成19年12月22-24日、東

京):統合脳の他の4領域と合同で19年度の代表的な研究成果について公開シンポジウムを行った。本領域からは合原計画班員が研究成果に関する講演をおこなった。領域会議では、本年度の研究成果について公募研究代表者が口演発表ならびにポスター発表を行った(夏の領域会議に参加できなかった計画研究代表者1名を含む)。

- (22) 冬のワークショップ(平成20年1月9-11日、北海道):「脳と心のメカニズム」研究グループ他と共同開催によって、9名(外国人2名)の招待講演とポスター31演題によって活発な研究討論を行った。
- (23) 拡大総括班会議(平成20年6月16日、京都):領域の活動方針の確認、ワークショップと領域会議の活動方針の確認、領域内・外の研究連携について討論と確認をおこなった。
- (24) 夏のワークショップ、サテライトシンポジウム(平成20年8月7-10日、札幌):領域の全構成員が参加し、4日間にわたって異なる研究分野の先端的な成果と展望について講演と討論を行った。
- (25) 拡大総括班会議(平成20年8月8日、9日、札幌):領域の推進方針の確認と、領域内・外の研究連携について討論と確認をおこなった。
- (26) 20年度夏の領域会議(平成20年8月9日、札幌):計画研究代表者が研究目的、計画と現在までの成果を口演発表し、領域の全構成員によって議論し批判やアドバイスが多く出された。
- (27) 「統合脳5領域」公開シンポジウム、冬の領域会議(平成20年12月12-14日、東京):統合脳の他の4領域と合同で20年度の代表的な研究成果について公開シンポジウムを行った。本領域からは坂上計画班員が研究成果に関する講演をおこなった。領域会議では、本年度の研究成果について公募研究代表者が口演発表ならびにポスター発表を行った。
- (28) 拡大総括班会議(平成20年12月13日、東京):領域の活動方針の確認、平成22年度以降の「脳科学分野への支援の在り方に関する制度設計案」について、ならびに21年度の「新学術領域研究」への「統合

脳」としての対応について議論した。

(29)冬のワークショップ(平成 21 年 1 月 13-15 日、北海道):「脳と心のメカニズム」研究グループ他と共同開催によって、9名(外国人4名)の招待講演とポスター44演題によって活発な研究討論を行った。

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)

領域(2)の主な発表論文:各計画研究代表者、および公募研究代表者に下線

[雑誌論文](計1,835件)(すべて査読あり)

1. Sasaki R. & *Uka T. Dynamic readout of behaviorally relevant signals from area MT during task switching. *Neuron* 62:147-157 (2009).
2. Matsuki, T., Nomiyama, M, Takahira, H., Hirashima, N., Kilduff, T. S., Kunita, S., Takahashi, S., Yagami, K., Bettler, B., Yanagisawa, M. & *Sakurai, T. Selective loss of GABA_B receptors in orexin/hypocretin-producing neurons results in disrupted sleep/wakefulness architecture. *Proc Natl Acad Sci USA* 106(11): 4459-4464 (2009).
3. Irukayama-Tomobe, Y, Tanaka, H., Yokomizo, T., Hashidate-Yoshida, T., Yanagisawa, M. & *Sakurai, T. Aromatic D-amino acids act as chemoattractant factors for human leukocytes through a G protein-coupled receptor GPR109B. *Proc Natl Acad Sci USA* 106(10): 3930-3934 (2009).
4. Morishima Y, Akaishi R, Yamada Y, Okuda J, Toma K, & *Sakai K. Task-specific signal transmission from prefrontal cortex in visual selective attention. *Nat Neurosci* 12:85-91 (2009).
5. Pan X, Sawa K, Tsuda I, Tsukada M. & *Sakagami M. Reward prediction based on stimulus categorization in primate lateral prefrontal cortex. *Nature Neurosci* 11: 703-712 (2008).
6. Puig MV, Ushimaru M. & *Kawaguchi Y. Two distinct activity patterns of fast-spiking interneurons during neocortical UP-states. *Proc Natl Acad Sci USA* 105: 8428-8433 (2008).
7. Koida K & *Komatsu H. Effects of task demands on the responses of color-selective neurons in the inferior temporal cortex. *Nature Neurosci* 10: 108-116 (2007).
8. Shima K, Isoda M, Mushiake H & *Tanji J Categorization of behavioral sequences in the prefrontal cortex. *Nature* 445: 315-318 17183266(2007).
9. Matsumoto M, *Matsumoto K, Abe H & Tanaka K. Medial Prefrontal Cell Activity Signaling Prediction Errors of Action Values. *Nature Neurosci* 10: 647-656 (2007).
10. *Sun P, Ueno K, Waggoner RA, Gardner JL, Tanaka K & Cheng K. A temporal frequency-dependent functional architecture in human V1 revealed by high-resolution fMRI. *Nature Neurosci.* 10:1404-1406 (2007).
11. *Mansouri FA, Buckley MJ & Tanaka K. Mnemonic function of lateral prefrontal cortex in conflict-induced behavioral adjustment. *Science* 318: 987-990 (2007).
12. *Mushiake, H., Saito, N., Sakamoto, K., Itoyama, Y. & Tanji, J. Activity in the lateral prefrontal cortex reflects multiple steps of future events in action plans. *Neuron* 50: 631-641 (2006).
13. Hasegawa, J., Obara, T., Tanaka, K. & *Tachibana, M. High density presynaptic transporters are required for glutamate removal from the first visual synapse. *Neuron* 50: 63-74 (2006).
14. *Tanaka, M. Inactivation of the central thalamus delays self-timed saccades. *Nature Neurosci* 9: 20-22 (2006).
15. *Le Bihan, D., Urayama, S., Aso, T., Hanakawa, T. & Fukuyama, H. Direct and fast detection of neuronal activation in the human brain with diffusion MRI. *Proc Natl Acad Sci USA* 103: 8263-8268 (2006).
16. Takayasu, S., *Sakurai, T., Iwasaki, S., Teranishi, H., Yamanaka, A., Williams, SC., Iguchi, H., Kawasawa, YI., Ikeda, Y., Sakakibara, I., Ohno, K., Ioka, RX., Murakami, S., Dohmae, N., Xie, J., Suda, T., Motoike, T., Ohuchi, T., *Yanagisawa, M. & *Sakai, J. A neuropeptide ligand of the G protein-coupled receptor GPR103 regulates feeding, behavioral arousal, and blood pressure in mice. *Proc Natl Acad Sci USA* 103 (19): 7438-7443 (2006).
17. Sato N., Sakata H., Tanaka Y. & *Taira

- M. Navigation-associated medial parietal neurons in monkeys. *Proc Natl Acad Sci* 103: 17001-17006 (2006).
18. *Samejima, K., Ueda, Y., Doya, K. & *Kimura, M. Representation of action-specific reward values in the striatum. *Science* 310:1337-1340 (2005).
19. Minamimoto, T., Hori, Y. & *Kimura, M. Complementary process to response bias in the centromedian nucleus of the thalamus. *Science* 308: 1798-1801 (2005).
20. *Sakurai, T., Nagata, R., Yamanaka, A., Kawamura, H., Tsujino, N., Muraki, Y., Kageyama, H., Kunita, S., Takahashi, S., Goto, K., Koyama, Y., Shioda, S. & Yanagisawa, M. Input of Orexin/Hypocretin Neurons Revealed by a Genetically Encoded Tracer in Mice. *Neuron* 46 (2): 297-308 (2005).
21. Wang, G., Obama, S., Yamashita, W., Sugihara, T. & *Tanaka, K. View-invariant object recognition without experience of object rotations. *Nature Neurosci* 8: 1568-1575 (2005).
22. Ishikane, H., Gangi, M., Honda, S. & *Tachibana, M. Synchronized retinal oscillations encode essential information for escape behavior in frogs. *Nature Neurosci* 8: 1087-1095 (2005).

[学会発表] (計 2,503 件)

[図書] (計 188 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 3 件)

名称: 画像特徴抽出装置、画像特徴抽出方法、画像認識装置、及び画像認識方法

発明者: 大澤五住、新井稔也、眞田尚久

権利者: 大阪大学

種類: 特許権

番号: 特願2009-245255

出願年月日: 2009年10月26日

国内外の別: 国内

名称: 内因性オピオイドペプチド産生ニューロの可視化に利用可能なトランスジェニック

非ヒト動物およびその利用

発明者: 金子武嗣

権利者: 独立行政法人科学技術振興機構

種類: 特許権

番号: 特願2005-359392

出願年月日: 2005年12月14日

国内外の別: 国内

名称: リハビリ装置

発明者: 神作憲司、松田圭司

権利者: 自然科学研究機構、吉川弘之

種類: 特許権

番号: 特願2005-206468

出願年月日: 2005年7月15日

国内外の別: 国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

木村 實 (KIMURA MINORU)

京都府立医科大学・医学研究科・教授

研究者番号: 40118451

(2) 連携研究者

小松 英彦 (KOMATSU HIDEHIKO)

生理学研究所・生体情報研究系・教授

研究者番号: 00153669

田中 啓治 (TANAKA KEIJI)

独立行政法人理化学研究所脳科学総合研究センター・領域ディレクター

研究者番号: 00221391

福島 菊郎 (FUKUSHIMA KIKURO)

北海道大学・大学院医学系研究科・教授

研究者番号: 70091486

川人 光男 (KAWATO MITSUO)

株式会社国際電気通信基礎技術研究所・

脳情報研究所・所長

研究者番号: 10144445

泰羅 雅登 (TAIRA MASATO)

日本大学・大学院総合科学研究科・教授

研究者番号: 50179397

酒井 邦嘉 (SAKAI KUNIYOSHI)

東京大学・大学院総合文化研究科・准教授

研究者番号: 10251216