

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 1 日現在

機関番号：12601

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2012～2016

課題番号：24119001

研究課題名（和文）構成論的発達科学 - 胎児からの発達原理の解明に基づく発達障害のシステムの理解 -

研究課題名（英文）Constructive Developmental Science: Revealing the Principles of Development from Fetal Period and Systematic Understanding of Developmental Disorders

研究代表者

國吉 康夫 (KUNIYOSHI, Yasuo)

東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授

研究者番号：10333444

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 59,900,000円

研究成果の概要（和文）：本領域では、ロボティクス、医学、心理学、神経科学、発達障害当事者研究等が連携し、胎児からの連続的発達過程を観測、モデル化、シミュレーション、解釈・検証し、発達原理の解明と発達障害の新たな理解を得ることを目指した。

総括班では、領域内融合と成果共有のための全体会議、国際シンポジウムや一般向講演会他のアウトリーチ活動、Web情報開示、若手研究者育成、外部評価等を多数実施した。この結果、領域内の分野を超えた融合と共同研究が活発に行われ、その中で若手研究者も活躍し成長した。当初計画に沿った成果に加え、想定範囲外の新展開と成果も得られた。そして、本新学術領域が活力ある形で確立され、発展を続けている。

研究成果の概要（英文）：This project aimed at understanding the principles of human development and disorders by measuring, analyzing, modeling, simulating, interpreting and validating it from the fetal period, by collaborative efforts of robotics, medicine, psychology, neuroscience, and Tohjisha-kenkyu (first person view, peer-supported research).

The Summary Group conducted a number of general meetings for integration and achievement sharing within our area, outreach activities such as international symposiums and public lectures, Web publication, young researcher fostering, external evaluation and so on. As a result, fusion and collaborative research beyond fields were actively carried out, in which young researchers played an active part and grew. In addition to the results in line with the initial plan, new unexpected developments and outcomes were also obtained. And this new academic field has been established in a vigorous form and continues to develop.

研究分野：知能システム情報学

キーワード：発達障害 ロボティクス 心理学 医学 当事者研究

1. 研究開始当初の背景

人の心は、脳、遺伝子、身体、環境、他者、社会、文化にまたがる極めて複雑な相互作用の上に成り立ち、生涯を通じて常に変化し続ける。変化は相互作用によって引き起こされ、相互作用自体を変える、いわばブーツストラップ的な連続過程である。その本質と異変を理解するためには、要素還元論を超えて、システム全体、相互作用全体の構造とその連続変化の原理を原初から解明しなければならない。

これは、発達心理学、脳神経科学、ロボティクス、発達障害研究など、人の心に関わる様々な学問分野の潮流が今まさに集束しつつある問題意識といえる。しかし、研究方法上の困難がある。すなわち、ヒトに対する操作的な研究は技術的・倫理的に困難ゆえ、因果的理解の構築が難しいこと。また、システム全体の創発性ゆえ、要素的知見の集積では正しい理解が得られないことである。

2. 研究の目的

本領域は、世界で初めて、ロボティクス、医学、心理学、発達障害当事者が密に協働し、胎児からの連続的発達過程を観測、モデル化、シミュレーション、解釈・検証する構成論的スパイラルを始動し、発達原理の解明と発達障害の新たな理解を得るとともに、それに基づく発達障害の包括的診断法および適切な支援法の構築に取り組む。

研究期間内においては、身体運動発達と身体感覚・視聴覚の統合認知の発達が他者認知等の社会的認知基盤に接続するまでを中心課題とする。そして、自閉症スペクトル障害の一般的診断基準である「生得的な社会的認知障害の有無」に代わる発達論的理解を提示する。

3. 研究の方法

本領域が創成する構成論的発達科学は、人の発達を胎児期から連続的に観測・モデル化・シミュレーションし、臨床データと比較し、モデルにフィードバックすることで、発達原理の解明と発達障害の新たな理解を構築し、さらに、包括的診断法や新たな支援法・支援システムの構築にも発展させていく。

従って、本領域を構成する、A. 構成論、B. 人間科学、C. 当事者研究の3つの研究項目は、密接に相互作用しつつ研究展開しなければならない。A. 構成論は、B. 人間科学に計測・解析・実験技術を提供する一方、B. が提供する観測データや理論に基づきモデルやシステムを構築し、その振る舞いや予測、効果をB. 人間科学に評価・検証してもらう。C. 当事者研究は、内部観測に基づく理論的仮説をA. 構成論とB. 人間科学とに提供するとともに、それぞれの結果を解釈し当事者視点で意味づける。

このため、総括班の枠組みは極めて重要である。ロボティクス、情報学、医学、心理学、

脳神経科学、障害学、当事者研究といった多数の分野の研究者の連携・融合支援と、領域外の関連分野との連携強化が領域の推進・展開のために不可欠である。また発達障害の診断・支援法にも取り組むことから、社会的影響も大きく、成果の正しい理解・普及のための対外発信活動も重要である。

総括班では、

- 1) 領域全体の研究の方向性と推進方針の決定
- 2) 各研究班の進捗情報の把握
- 3) 領域内融合のための研究会などの実施
- 4) 研究交流活動の実施
- 5) 成果発表会、公開Webページ、国際シンポジウム
- 6) 若手研究者育成のためのワークショップ
- 7) 外部評価の実施を行う。

4. 研究成果

採択決定時から平成25年3月までに計3回の総括班会議を開催し、計画代表者による進捗状況の報告と領域全体の方向性を議論した。また、計画ごとの研究報告会や、複数の計画班メンバーを集めた研究会も定期的で開催し、進捗状況の管理や共同研究の立案・推進につとめた。これによって、計画班をまたがった複数の共同研究が計画され、実行された。

平成25年度には総括班会議を計9回開催し、総括班員に加え、外部評価委員と学術調査官にも随時ご参加いただき、領域の運営、研究戦略、進捗状況などに関する徹底した議論と評価・改善を行った。

平成26年度は、領域の中核的理論の構築を目指して、胎児からの脳機能発達と発達障害に関わる総合的仮説を明らかにすべく、総括班会議を中心として議論と共同作業を重ねた。さらに、第2期の公募研究募集に向けて総括班で議論し、募集要項を作成・公表し、説明会を9月に京都、10月に東京で計2回開催した。この過程において、情動に関わる内受容系に対する重要性が各計画班の間で共有され、公募に際しても、神経生理などの基礎分野などが重点化された。

平成27年度は、会合に加え、TV会議なども併用して継続的に議論を行い、胎児からの脳機能発達と発達障害に関わる統合的仮説や最終年度で取り組むべき統合的な実験についての検討を行った。

最終年度は、最終成果のとりまとめと領域内融合推進、および予算終了後の領域発展に向けた方針検討のために、総括班会議および領域全体会議を開催した。予算終了後に向けた取り組みとして、領域内で育った複数のアプローチをそれぞれ先鋭化しつつ、複数の後継プロジェクトとしてさらなる発展を目指すこと、また、それらの横連携を保ち、領域全体の融合を発展させる場として、発達神経科学学会を軸とした活動を継続発展させる

ことなどが打ち出された。

領域内の融合と成果共有のための会合としては、平成 24 年 10 月に約 80 名の出席者を集め、キックオフシンポジウムを開催した。本領域の研究目標をメンバー間で共有するとともに、社会への貢献について一般参加者とも議論した。同年 9 月には 2 回にわたり公募研究説明会を行い、より多くの研究者へ本領域の研究目標を周知することで、それをサポートする公募研究の提案を募った。さらに、領域メンバーによる招待講演や総説・解説記事、総合的な論文を通して、領域の啓蒙活動につとめた。平成 25 年 5 月 19 日～20 日に第 1 回領域全体会議を開催し、すべての計画班と公募班の研究計画や研究内容について発表と討論を行った。平成 25 年 6 月 18～19 日の第 2 回領域全体会議では H24 年度成果発表会を、平成 26 年 2 月 28 日～3 月 1 日の第 3 回領域全体会議では中間評価に向けた成果発表会を行った。ポスター形式により若手研究者や学生が積極的に発表し交流する機会を多く設けた。また、チュートリアル講演も計 6 件行い、重要テーマへの共通理解を深めた。平成 27 年 7 月に領域全大会を開催し、領域全体および各研究項目の後期の研究計画と進捗状況について領域代表と計画班代表が説明し共有すると共に、後期の公募班代表者全員が研究計画と現状の発表を行い、班をまたがった情報共有と研究協力の相談を行った。また、各班の若手研究者によるポスター発表も大変盛り上がり、活発な議論がなされた。最終年度には、領域全体会議を発達神経科学学会との共催で行い、全グループのこれまでの研究成果が発表される一方、総括班会議で検討した今後の発展方針を発表し、学会メンバーの賛同を得た。

アウトリーチ活動としては、平成 24 年 8 月に本領域ホームページを開設した。平成 26 年 3 月 15 日に公開シンポジウムを開催し、PT の方や当事者を含め 248 名で満席の会場で熱のこもった発表と討論が繰り広げられた。また、平成 25 年度は、国際会議 ICDL-EPIROB、日本赤ちゃん学会学術集会、日本ロボット学会学術講演会、発達神経科学学会、発達心理学学会において領域主催の特別セッションやシンポジウム、高校生向けの講演会も開催し、領域代表も 3 件の国際会議基調講演を行った。平成 26 年度は、発達障害者の立場から社会的多数派の会話・コミュニケーションについて学習・共有する「ソーシャル・マジョリティ研究会セミナー」を C01 班主導で計 7 回開催、日本赤ちゃん学会学術集会におけるラウンドテーブル「胎児期からの発達とその障害」の企画・実施、日本発達神経科学学会「脳幹・辺縁系から考える初期脳発達と障害」の企画・開催、新胎児学研究会の企画・開催、A02 班と C01 班の共同研究成果「自閉スペクトラム症知覚体験シミュレータ」の報道発表など、本領域の成果を軸に領域内外の研究者の活発な研究交流を喚起する場やアウトリ

ーチ活動も展開した。平成 27 年度は、「自閉スペクトラム症知覚体験シミュレータ」に関する一般向け講演会「自閉スペクトラム症の視覚世界を体験」を大阪（4 月）と東京（5 月）で開催し、定員を大きく超える参加申し込みを受け大盛況であり、当事者やその家族から強い関心と励ましの言葉を受けた。その他、日本赤ちゃん学会シンポジウム「胎児の発達からわかる脳とこころ」、発達神経科学学会の共催、新胎児学研究会の開催などを行った。最終年度は、対外発信のために東京・大阪・ドイツで 3 度の国際シンポジウムを開催し、多くの関心を集め、熱のこもった議論が展開された。ドイツでの開催時には、当領域からの発表内容が高く評価され、現地の Bielefeld 大学から今後のさらなる研究協力推進の呼びかけがあり、協議のうえ合意した。

以上の取り組みにより、研究グループや分野を超えた融合と共同研究が年を追うごとに活発に行われ、その中で若手研究者も主体的に活躍し成長した。その結果、当初計画に沿った成果に加え、想定範囲外の新展開と成果も得られた。そして、本新学術領域が活力ある形で確立され、発展を続けている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 137 件)

Kanakogi, Y., Inoue, Y., Matsuda, G., Butler, D., Hiraki, K., & Myowa-Yamakoshi, M., Preverbal infants affirm third-party interventions that protect victims from aggressors, *Nature Human Behaviour*, 査読有, vol.1, 2017

DOI: 10.1038/s41562-016-0037

乾, 円滑なコミュニケーションを支える 3 つの機構と自閉症発症機構, *LD 研究*, 査読無, 25 巻 1 号, 29-31, 2016

長井, 認知発達の原理を探る: 感覚・運動情報の予測学習に基づく計算論的モデル, *ベビーサイエンス*, 査読無, vol.15, 22-32, 2016.

熊谷, 当事者研究への招待(第 9 回)問いを問い直す: 当事者研究と他の学術分野との協働, *臨床心理学*, 査読無, 16 巻 6 号, 735-743, 2016

長井, 自閉スペクトラム症の特異な視覚世界を再現する知覚体験シミュレータ, *精神看護*, 査読無, 19 巻, 59-63, 2016
<https://doi.org/10.11477/mf.1689200182>

熊谷, 自閉スペクトラム症の研究において社会文化的文脈に依存しない個別の身体的特徴を探求することの重要性, *発達心理学研究*, 査読無, vol.27, 2016

船曳, MSPA(Multi-dimensional Scale for PDD and ADHD)「発達障害用の要支援度評価スケール」, *児童青年精神医学とその近接領域*, 査読無, Vol.57, 481-485,

2016

DOI: http://doi.org/10.20615/jscap.57.4_481

Fukuyama, Qin, Kanakogi, Nagai, Asada, Myowa-Yamakoshi, Infant's action skill dynamically modulates parental action demonstration in the dyadic interaction, *Develop. Sci.*, 査読有, Vol.18, 1006-13, 2015

DOI: 10.1111/desc.12270

浅田, 熊谷, 発達障害と共感性- 自閉スペクトラム症を中心とした研究動向, *心理学評論*, 査読有, 58巻, 379-388, 2015

熊谷, 当事者研究の可能性 - 聴覚過敏を例に, *教育オーディオロジー研究*, 査読無, 8巻, 1-9, 2014

Kumagaya, Tojisha-Kenkyu of Autism Spectrum Disorders, *Advanced Robotics*, 査読有, vol.29, 25-34, 2014

DOI: 10.1080/01691864.2014.967723

明和, 発達とミラーニューロン, *BRAIN and NERVE*, 査読無, 66巻, 673-80, 2014

<https://doi.org/10.11477/mf.1416101815>

國吉, 構成論的発達科学-胎児からの発達原理の解明に基づく発達障害のシステムの理解-, *The Neuroscience News*, 査読無, 198, 18-19, 2014

明和, 新生児の発達-運動・感覚, *J. Clin. Rehab.*, 査読有, vol.22, 547-553, 2013

Inui, T., Toward a unified framework for understanding the various symptoms and etiology of autism and Williams syndrome, *Jap. Psych. Res.*, 査読有, vol.55, 99-117, 2013

DOI: 10.1111/jpr.12004

熊谷, なぜ「当事者」か、なぜ「研究」か, *日本オーラル・ヒストリー研究*, 査読有, 8, 93-100, 2012

[学会発表](計 504 件)

Kuniyoshi, Simulating Fetal Sensory-Motor Experiences and Embodied Neural Learning, *Int. Symp. on Constructive Approach to Cognitive Development and Disorders*, March 13, 2017, Bielefeld (Germany)

Nagai, Cognitive Mirroring: Computational Approach to Understanding and Assisting Autism Spectrum Disorder, *Int. Symp. on Constructive Approach to Cognitive Development and Disorders*, March 13, 2017, Bielefeld (Germany)

Asada, Towards Functional Differentiation: theory, robot brain and human development, *Int. Symp. on Robotic and Human Cognition and Brain Development*, February 28, 2017, 東京大学 (東京都文京区)

尾形, 神経回路モデルによるロボットの運動と言語の学習, 招待講演, 「機械の日・機械週間」記念行事, 2016年8月7日, 東京大学 (東京都文京区)

Myowa-Yamakoshi, The Role of Social Touch in the Development of Infants' Body Representation, *Int. Cong. of Psych.*, July 26, 2016, パシフィコ横浜 (神奈川県横浜市)

熊谷, 当事者研究の意義, 招待講演, 日本リウマチ学会総会・学術集会, 2016年4月21日, パシフィコ横浜アネックスホール (神奈川県横浜市)

Nagai, How ASD sees the world: Computational Approach to understanding atypical perception, *Int. WS on Cog. Dev. for Friendly Robots and Rehabilitation*, December 2-3, 2015, Genoa (Italy)

國吉, 新しい胎児行動学の夜明け, 招待基調講演, 新胎児学研究会, 2013年11月23日, 香川国際会議場 (香川県高松市)

Kuniyoshi, Constructive Developmental Science: A Trans-disciplinary Approach Towards the Fundamentals of Human Cognitive Development and Its Disorders Centered Around Fetus Simulation, *Invited Talk, Int. Symp. On Robotics Res.*, November 23, 2013, Singapore

Kuniyoshi, Emergence and Development of Human-oid Mind from Human-oid Body, *Plenary Talk, Int. Conf. on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence*, November 1, 2013, Jeju (Korea)

Kuniyoshi, Simulating Human Fetal Development, *Invited Keynote Lecture, Joint IEEE Int. Conf. on Development and Learning and on Epigenetic Robotics*, August 20, 2013, 大阪市中央公会堂 (大阪府大阪市)

Kuniyoshi, From Embodied Intelligence to Fetal Development - A Quest for The Fundamentals of Human-oid Intelligence -, *Plenary Lecture, IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation*, March 8, 2013, Karlsruhe (Germany)

[図書](計 38 件)

Myowa-Yamakoshi, M., & Butler, D.L., Contextualizing Attachment: The Cultural Nature of Attachment, MIT Press, "Does Context Matter in Primate Attachment?", 2017, in press

Yukie Nagai, Springer, Mechanism for Cognitive Development (*Cognitive Neuroscience Robotics: A: Synthetic*)

Approaches to Human Understanding),
2016, 234 (51-72)
乾, 新曜社, 『脳の発達科学』発達科学
ハンドブック第 8 巻, 2015, 344
(276-290)

[学会・シンポジウム開催]

発達神経科学学会, 2012~2016 (全 5 回)
発達障害と痛みに関する研究会 2013年1月,
東京
構成(論)的発達科学の新展開, 日本赤ちゃん
学会第 13 回学術集会, 2013 年 5 月
一般公開シンポジウム「発達の原理と障害の
理解に向けて」, 2014 年 3 月, 東京
一般向け講演会「自閉スペクトラム症の視覚
世界を体験」, 2015 年, 東京・大阪
International symposium on robotic and
human cognition and brain development,
February, 2017, Tokyo, Japan
International symposium on Cognitive
Neuroscience Robotics, March 2017, Osaka,
Japan
International Symposium on Constructive
Approach to Cognitive Development and
Disorders, March, 2017, Bielefeld,
Germany

[その他]

ホームページ等
<http://devsci.isi.imi.i.u-tokyo.ac.jp/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

國吉 康夫 (KUNIYOSHI, Yasuo)
東京大学・大学院情報理工学系研究科・
教授
研究者番号: 1 0 3 3 3 4 4 4

(2)研究分担者

明和 政子 (MYOWA, Masako)
京都大学・教育学研究科・教授
研究者番号: 0 0 3 7 2 8 3 9

熊谷 晋一郎 (KUMAGAYA, Shinichiro)
東京大学・先端科学技術研究センター・
准教授
研究者番号: 0 0 5 7 4 6 5 9

長井 志江 (NAGAI, Yukie)
大阪大学・工学研究科・特任准教授
研究者番号: 3 0 5 7 1 6 3 2

小西 行郎 (KONISHI, Yukuo)
同志社大学・研究開発推進機構・教授
研究者番号: 4 0 1 3 5 5 8 8

(3)連携研究者

乾 敏郎 (INUI, Toshio)
追手門学院大学・心理学研究科・教授

研究者番号: 3 0 1 0 7 0 1 5

浅田 稔 (ASADA, Minoru)
大阪大学・工学研究科・教授
研究者番号: 6 0 1 5 1 0 3 1

板倉 昭二 (ITAKURA, Shoji)
京都大学・文学研究科・教授
研究者番号: 5 0 2 1 1 7 3 5

尾形 哲也 (OGATA, Tetsuya)
早稲田大学・理工学術院・教授
研究者番号: 0 0 3 1 8 7 6 8

船曳 康子 (FUNABIKI, Yasuko)
京都大学・人間・環境学研究科・准教授
研究者番号: 8 0 3 7 8 7 4 4
(平成 25 年度より連携研究者)