

領域略称名：構成論的発達科学
領域番号：4401

平成26年度科学研究費補助金「新学術領域研究
(研究領域提案型)」に係る中間評価報告書

「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-

(領域設定期間)

平成24年度～平成28年度

平成26年 6月

領域代表者 東京大学・情報理工学系研究科・教授・國吉康夫

目 次

研究領域全体に係る事項

1. 研究領域の目的及び概要	2
2. 研究組織（公募研究を含む）と各研究項目の連携状況	4
3. 研究の進展状況	6
4. 若手研究者の育成に関する取組状況	9
5. 研究費の使用状況（設備の有効活用、研究費の効果的使用を含む）	10
6. 総括班評価者による評価	11
7. 主な研究成果（発明及び特許を含む）	13
8. 研究成果の公表の状況（主な論文等一覧、ホームページ、公開発表等）	16
9. 今後の研究領域の推進方策	22

研究領域全体に係る事項

1. 研究領域の目的及び概要（2 ページ程度）

研究領域の研究目的及び全体構想について、応募時に記述した内容を簡潔に記述してください。どのような点が「我が国の学術水準の向上・強化につながる研究領域」であるか、研究の学術的背景（応募領域の着想に至った経緯、これまでの研究成果を進展させる場合にはその内容等）を中心に記述してください。

人の心はいかにして発生し発達するのか？発達障害はなぜ起こるのか？その解明は胎児期にまでたどるべきとの見方が最近急速に強まっている。しかし、ヒトの胎児からの発達に関して「なぜ？いかにして？」を問う研究は、倫理的にも技術的にも従来の方法論では極めて困難である。本研究は、ロボティクス、医学、心理学、脳神経科学、当事者研究が密に協働して、胎児からの発達を観測しモデル化しシミュレーション実験し解釈することで、その根本原理を明らかにするとともに、様々な環境要因に伴う変化の様相を明らかにする構成論的発達科学を世界に先駆けて始動し推進する。そして、新たな発達障害理解に基づき、真に適切な包括的診断法と支援法、支援技術を構築する。

【学術的背景】

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。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、相互作用全体の構造とその変化の原理を解明することが不可欠である。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り、従って、それを真に理解するためには原初のシステムまでさかのぼり、そこからの発達のロジックを解明する必要がある。

これは、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。

発達心理学では 90 年代に E. Thelen が“ダイナミックシステムアプローチ”を提唱し(Smith&Thelen 2003)、力学系の概念に依拠して多様な連続的相互作用から変化と構造が生まれるロジックを導入した。また、多様な認知能力が従来の定説より若い月齢で確認され続け、新生児でさえ認識、記憶、模倣等の認知能力を有することが確認された。さらに、超音波撮像法の進歩に伴い、胎児の行動が精密に観測可能となると、胎児期の運動発達や感覚応答行動、学習能力が明らかになり、発達論の視野に入り、最近急速に知見が増えている。

脳神経科学では、近年、機能局在論を補う形でシステム論的理解の重要性が指摘され、大脳全域の機能ネットワーク等の研究も急速に進展している。また、従来個別的にモデル化されてきた認知機能を発達の統合する理論も構築されている。さらに、周産期・新生児期のシナプス過剰形成と刈込みや、大脳皮質の初期形成過程での神経活動依存性が明らかになり、初期発達中の感覚運動経験が脳の形成に影響する可能性が示唆される。

ロボティクスでは、80 年代以後、環境相互作用に基づく知能、身体性認知科学などの潮流が生まれ、90 年代半ばから認知発達ロボティクスが開始された。作る立場からの必然的疑問として、身体・環境相互作用を通じた発達を起動する原初のシステム要素と動作原理は何か大きな未解決問題となった。これについて、國吉らは身体性を通じた高次元カオス結合系からの行動創発原理を提案し、それがヒト胎児を模した身体・神経系の簡易モデルにも起こりうることをシミュレーション実験で示した(*Biol.Cybern.* 2006, 日本ロボット学会誌 2010 他)。

発達障害は、近年その症例数が急増し社会問題化している。しかしその多くの発生原因は未だ解明されておらず、療育法も対症療法や経験則による部分が大きい。特に、自閉症スペクトル障害(ASD)や注意欠陥・多動性障害(ADHD)、学習障害(LD)については近年、多くの関連遺伝子が報告されているが、症状と相関する遺伝子の特定だけでは発生原理の理解にならず、環境要因が絡む発現過程の解明が課題との指摘がある(*Nature*,2011/Nov.3)。最近、これらの障害が周産期の環境経験の異常や早産による胎内経験短縮に起因する可能性が指摘され(Karmel et al.2010, Hallymayer et al.2011,Lindstrom et al.2011)、ここでも胎児期が視野に入ってきた。

総合して、心の解明に関わる複数の学問分野がいずれも、相互作用的、システム論的理解と、胎児期からの初期発達に焦点を当てつつある。しかし、そこには研究方法上の困難がある。胎動の観測はリアルタイム 3D 超音波撮像（いわゆる 4D 超音波）やリアルタイム MRI 等で可能だし、拍動なども使えるが、操作的な実験は技術的にも倫理的にも音刺激など極めて限定される。従って振舞いに関する因果関係を解明することが困難である。この事情は新生児についても大きく変わるものではない。さらに、要素間、相互作用間の結合が強く、全体の振舞いは要素の振舞いの総和とならない創発性を有する。そこで、要素的知見と仮説に基づくシステムモデルを環境中で動作させ、複雑な相互作用の結果としての振舞いを対象と比較し、仮説の改善や不足要素を補い、また環境変動等に伴う変化を観測して、対象理解を構築する構成論的方法が必要となる。

【研究目標】

胎児期から幼児期までの連続的な認知発達モデルを構成し、胎児期、周産期、乳幼児期における環境変動のもとでどのように発達が変わるかを実験的に示し、臨床医学的知見および当事者研究と対応づけることで、発達原理の解明と発達障害の新たな理解を提示する。また、これに基づき、発達障害の早期からの包括的診断法と発達障害当事者の観点から真に有効な支援法・支援技術を構築する。

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的課題とする。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。具体的には次の通り。

A. **構成論**：人間科学および当事者研究からのデータと仮説を統合し、胎児から幼児期までの連続的認知発達モデルを構築し、環境変動を加えた実験を行う。また、人間科学の観測に用いる新たな計測・解析技術を開発し提供する。さらに、当事者研究や人間科学分野と協力して、発達障害者の支援技術の開発に取り組む。

B. **人間科学**：胎児期から幼児期までの定型発達と発達障害の発達過程を、一貫した定期的な経過観測によって明らかにし、そのデータを構成論に提供する。臨床医学、発達心理学、脳神経科学の最近の知見を網羅し、運動・知覚・認知・言語から社会性や睡眠の発達まで、個別領域の発達のみならず領域間の関係を明らかにし、発達早期からの包括的診断法を構築する。社会的認知の基盤である自他認知につながる身体感覚の発達については特に重点を置き、周産期児を対象として精査し、モデル構築に寄与する。

C. **当事者研究**：発達障害者が自らの感覚や経験を観測し体系的に記述し、内部観測理論を構築し、構成論や人間科学に提供する。既に、通常「社会性の障害」とされる自閉症の本質が実は身体感覚や視聴覚等の情報統合の困難であるとする「情報のまとめあげ困難説」を見出しており、これを軸に研究を展開する。その検証のための実験心理学的評価と、理論を踏まえた支援法・支援技術の構築、当事者研究の治療的意義の検証にも取り組む。また、構成論が構築するモデルや支援技術と人間科学からの知見について当事者観点からの検証と意味付けを行う。

【学術領域としての新規性と意義】

本研究は、「既存の学問分野の枠に収まらない新興・融合領域の創成を目指すもの」であり、生物系と理工系（工学系）にまたがる領域である。発達障害当事者研究で見出された仮説と人間科学（医学、心理学、脳神経科学）が提供する胎児期からの発達観測データをもとに構成論（ロボティクス、情報学）がモデルを構築し、その結果を人間科学と障害当事者が評価、意味付けするという、世界で初めての学融合的研究の枠組みを構築し、展開する。

医工連携は広く行われ、自閉症者支援にロボティクスが関与する研究もあるが、本研究は、**原理レベルの解明に医学と工学が対等に協力する点**で新しく有意義である。心理学や脳神経科学とロボティクスの協働は、本研究メンバも活発に行ってきたが、臨床医学が本格的に協働し体系的なデータを供給する体制は今までになく、構成論的方法の科学的妥当性・有効性を厳しく問い、かつ本格的に活用する初めての試みと言える。特に、脳科学分野では、Blue Brain Project(*Nat.Rev.Neurosci.*7:153–160,2006)や Human Brain Project(*Nature* 482:456–458,2012)が先導する全脳モデル化の研究が最近急速に進展しているが、脳モデルを精密な身体・環境モデルに埋め込んで実際の相互作用の中でどう振る舞うかを扱う試みは極めて少なく、**胎児期からの知覚・行動と発達についてこれを行うのは本領域が世界で初めてである**。さらに、**当事者研究が内部観測理論と実践の場を通じた意味付けの役割で入ることも極めてユニーク**であり、構成論的方法の特徴である。従って、この領域構成自体が、**新たな学問の方法論として意義のある試み**であり、極めて新規性の高いものである。

【学術水準の向上・強化につながる点】

世界的な動向として、認知発達ロボティクスが重視され強力に推進される傾向にある、特に EU では FP7 および後継の Horizon2020 で重要課題として巨額の研究投資がされ、世界をリードしつつある。本研究領域は認知発達ロボティクスを基盤としつつもさらにその先を開拓する。また、自閉症研究には米国を中心として巨額の研究投資がなされ、特に分子生物学的研究が急速に進展しているが、近年、その限界も指摘され、環境要因の解明、特に周産期に注目が集まり始めている。事実、胎児期、新生児期に関する研究データやプロジェクトは最近、世界各国で急激に増加しており、この数年で大きな研究潮流となることが予想される。本領域はこの流れを先取りし、胎児期からの発達に焦点をあて、構成論や当事者研究を含む融合研究でシステムの理解を目指す点で世界に先駆けている。これらの点で本領域は我が国および国際的な学術水準の向上、先導の意義は大きい。

2. 研究組織（公募研究を含む）と各研究項目の連携状況（2 ページ程度）

領域内の計画研究及び公募研究を含んだ研究組織と領域において設定している各研究項目との関係を記述し、研究組織間の連携状況について図表などを用いて具体的かつ明確に記述してください。

【研究組織の構成と研究項目の関係】

前述の目的を達成するには、人間に関する科学的データに基づき、実際に動作するモデルやシステムを構築し、動かしてみた結果を検証・評価してモデルやシステムを修正する、いわば還元論（分析的科学）と構成論とのループが不可欠である。また、構築したモデルやシステム、支援法等が障害者にとって重要な意味を持ち、適切であることを保証するため、障害当事者による内部観測を体系的に記述し、構成論や還元論に仮説を提供するとともに、意味付けや評価を行うことも不可欠である。

従って、これらを統合した新たな学問的枠組みである「構成論的発達科学」は、**A. 構成論**、**B. 人間科学**、**C. 当事者研究**、の3つの研究項目からなり、これらが密接に相互作用しつつ研究展開している（図1）。**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. 人間科学**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、その振舞いや予測、効果を **B. 人間科学**が評価・検証する。これに基づき **B. 人間科学**が主導する包括的診断法の構築に、**A. 構成論**と **C. 当事者研究**が協力する。**C. 当事者研究**は、内部観測に基づく課題や理論的仮説を **A. 構成論**と **B. 人間科学**に提供すると共に、それぞれの結果（モデル、システム、データ、理論）を解釈し当事者視点で意味づけ、さらに当事者の観点から支援法、支援技術の構築を先導し、これに **A. 構成論**と **B. 人間科学**が協力する。

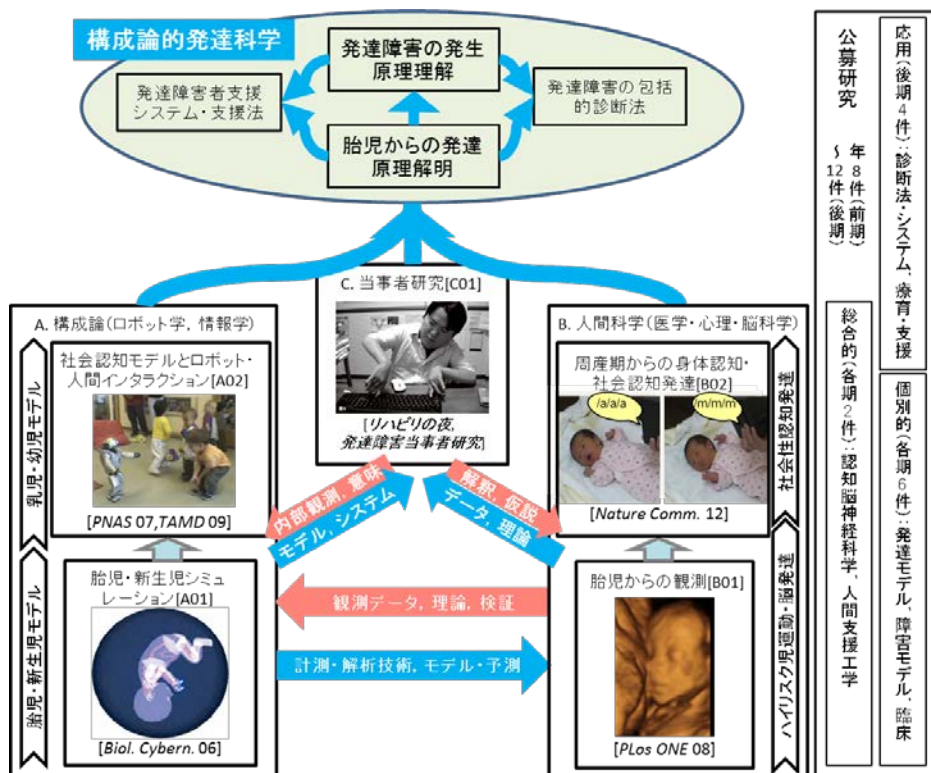


図1. 新学術領域「構成論的発達科学」の構成

A. 構成論は、発達モデル構築と条件変動実験、計測・解析技術や支援技術、対人相互作用ロボット等の構築を担当している。対象発達時期・様相を2計画班で分担し、両者を連続的に接続する。

A01 班は胎児期から乳児期前半までを対象とし、感覚運動発達から社会的認知基盤の獲得に至る主に個体内での発達過程をシミュレーションおよびロボットで構成し、条件変動下での変化も明らかにする。また、胎児・乳児の計測解析技術を開発すると共に、包括的診断法や支援技術の構築にも協力する。

A02 班は乳幼児期を対象とし、主に他者相互作用に伴う社会的認知の発達をモデル化し、その機能障害の発生要因を推定する。対人相互作用ロボットで実験を行い、発達障害者支援システムへの発展も狙う。

B. 人間科学は、胎児期から、発達障害診断が可能となる幼児期までを対象とし、系統的な観測データを取得し、体系的理解を構築している。観点と目的が相補的な2計画班からなる。

B01 班は、主に臨床医学の立場から、母体状況等から発達障害発生リスクが高いと予想されるケースを重点的に扱い、胎児期から幼児期までの発達過程を一貫した定期的な経過観測・検査により明らかにする。これに基づき、包括的な診断法の構築も目指す。

B02 班は、主に発達認知科学の立場から、定型発達児を主な対象とした精密な観測と理論化により、社会的認知機能の原初の発生過程を明らかにする。特に、周産期からの自他分化の基盤となる身体内受容・

外受容感覚の発達の関係に焦点を当て、A. 構成論と協働して社会的認知発達モデルを構築する。

C. 当事者研究(C01 班)は、発達障害者が自らの感覚や経験を観測し体系的に記述することで内部観測理論を構築し、その実験心理学的検証、理論を踏まえた支援法・支援技術の構築にも取り組む。社会性以前の身体感覚や視聴覚等の情報統合に困難があるとの仮説を軸に研究を展開する。

公募研究は、計画研究の補強と領域の広がり確立、および若手研究者の育成と新しい発想による領域活性化を目的とする。認知脳神経科学と人間支援工学分野で計画研究を補強する強力な研究を2件、認知発達モデル、発達障害モデル、発達障害臨床研究の分野の個別研究を8件実施中(当初計画では6件)。研究期間後半にはこれに追加して、発達障害者の診断法・システム、療育・支援法、支援システムの分野から計6件(当初計画では4件だが他テーマと調整してこちらに重点を置く)を実施する。

【領域内の連携状況】

To From	A01	A02	B01	B02	C01
A01⇒		発達脳モデル 学生研究交流	計測・解析技術 臨床実験参加(学生含) 合同研究会(学生含)	初期脳モデル 社会的認知モデル 学生研究交流	初期脳モデル 社会的認知モデル 学生研究参加
A02⇒	認知学習手法		知覚発達モデル	計測・解析技術 認知発達モデル 合同研究会	支援技術 数理モデル
B01⇒	胎児超音波計測 新生児運動指標・脳MRI 合同研究会	知覚発達データ 発達診断法		発達障害診断研修 発達障害者データ提供	発達障害診断研修 合同研究会 fMRI計測
B02⇒	行為認知モデル 社会的認知発達モデル 学生指導協力	社会性発達データ 乳幼児期データ提供 合同研究会	社会的認知発達・障害モデル		計測・解析技術提供 社会的認知発達モデル
C01⇒	社会的認知障害モデル 学生指導協力	予測学習理論 支援技術のアイデア 支援技術評価	当事者データ 当事者研究手法研修 合同研究会	社会的認知障害モデル 当事者研究手法研修	

図 2. 領域内各班相互の寄与内容

本領域はロボティクス、医学、心理学、脳神経科学、当事者研究が密に協働して初めて成立する。このため、領域代表と総括班は、これら異分野の研究者からなる本領域内の連携、融合に特に力を入れ、下記のような極めて活発な取り組みを行ってきた。その結果、むしろ予想以上に異分野融合が進展し、自発的な連携、協働が力強く進んでいる。研究班間の主な相互寄与を図2に示したが、研究成果の共有や班間共同研究はもちろん、研修の提供や合同研究会、共同学生指導など、全ての班間での多面的かつ効果的な連携が多数行われている。特筆すべきは、特に若手研究者が率先して、二つ以上の班にまたがった合同研究会や互いの研究施設を訪問しての共同実験の定期的実施などを活発に進めていることである。

上記のために特に効果的であったのは、精力的な総括班会議活動と効果的な領域全体会議の開催である。

総括班会議：平成24年度から現在までで計12回開催し、領域の研究成果の集約と吟味、進捗状況確認、研究戦略策定、班間協力、全体運営等に関する徹底した議論と評価・改善を行ってきた。外部評価助言委員と学術調査官にも毎回案内し、可能な限りご出席頂き、評価や助言を頂き、改善に役立てた。この過程で計画班代表者全員が、他班の研究内容について深く詳細に理解し、相互の連携・協力について具体的に相談することで、班間協力が円滑に進む基盤を作った。各計画班の若手研究者数名も総括班会議に定期出席し、議論に参加した。これが若手主導の連携推進にもつながっている。必要に応じ特定の班の研究會に合流して意見交換することも行った。例えばB01班は小児科、産婦人科、精神科など異なる専門の医学者数十名を擁し活発な研究が進んでいるが、全体を具体的に把握し領域の研究戦略について共通認識を深めるため、総括班会議がB01班会議に合流して1泊2日の合宿を通して議論を深め、大変有益であった。また、公募班代表を総括班会議に招いて議論を深めることも必要に応じ行った。

領域全体会議：平成24年10月に一般参加者を含めたキックオフシンポジウムで領域の共通目標と研究計画の共有を行った。平成25年5月19～20日の第1回領域全体会議では全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。6月18～19日の第2回領域全体会議ではH24年度成果発表会を実施した。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。工夫としては、成果発表はポスター形式を導入し、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。

このほか、当然のこととして、領域 Web ページ (<http://devsci.isi.imi.i.u-tokyo.ac.jp/>) を開設し、研究内容・組織の紹介や、研究業績の管理・公開、イベントの告知などを行い、領域内の情報共有に活用すると共に外部発信の手段とした。また、総括班として、若手研究者が異分野の学会に参加して新しい知識を身につけるため、旅費参加費を支援する制度を作り、分野間理解の促進を図った。

3. 研究の進展状況〔設定目的に照らし、研究項目又は計画研究毎に整理する〕（3ページ程度）

研究期間内に何をどこまで明らかにしようとし、現在どこまで研究が進展しているのか記述してください。また、応募時に研究領域として設定した研究の対象に照らして、どのように発展したかについて研究項目又は計画研究毎に記述してください。

【領域全体の目的と進捗】

〔目的〕 胎児期から幼児期までの連続的な認知発達モデルを構成し、胎児期、周産期、乳幼児期における環境変動のもとでどのように発達に変化するかを実験的に示し、臨床医学的知見および当事者研究と対応づけることで、発達原理の解明と発達障害の新たな理解を提示する。また、これに基づき、発達障害の早期からの包括的診断法と発達障害当事者の観点から真に有効な支援法・支援技術を構築する。

〔計画〕 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的課題とする。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。

研究期間前半では、各研究項目の研究態勢の確立と主要研究ツールの構築・高度化、および、上記研究目的に向けた分野融合研究への着手を計画した。

〔進捗〕 現時点まで当初計画通り順調に進展し、特に中核的研究要素について予定以上の進展と当初想定しなかった成果を得ている。領域全体としての特筆すべき成果は以下の通り。

1. **初期身体性と社会性発達予後との関連性の確立**：上記の中心課題である、胎児・新生児期の身体感覚・運動の特性と乳幼児期の社会性との関係については、従来、早産児の発達障害リスクの高さ(Karmel et al.2010, Hallymayer et al.2011,Lindstrom et al.2011 等), ASD 者における模倣, 身体図式, 協調運動の特異性(DeMyer et al. 1972, Rogers et al.1996, Mari et al.2003, 大東他 2004, 瀧澤他 2007 等)など、多くの関連する知見や傍証があるものの、関連性を直接示す具体的なデータは報告されていなかった。これについて、①**新生児運動指標と3歳児発達遅滞の関連性(A01,B01 協働)**, ②**周産期の副交感神経等の抑制機能と12, 18 ヶ月時の社会的認知特性との関連性 (B02)**, ③**早産児条件での発達シミュレーションによる脳の身体表象異常の発生(A01)**, ④**胎児の心拍, 運動, 神経系, 羊水量の指標と出生後の神経学的不全診断の関連性(B01)**, をデータに基づき確立した。これにより、本領域の中心的課題が確かに現象として存在することを確立しつつある。このうち、②は当初想定外の発見で、社会性と身体性を直接結びつける重要な知見である。また、③は当初計画では平成 27 年度以後に予定していた実験で、早産児の発達障害リスクに対して初めて構成論的知見を提示したもので、重要である。加えて、下記 2. のモデルで社会性発達を駆動する重要な要素とされている予測学習と予測誤差検出について、これに基づくモデルが複数の社会的行動(物体操作, 共同注意等)を獲得する可能性 (A02), 他者運動認知や模倣学習の発達に関連するとのデータ (B02) などを示し、上記中心課題を連続的につなぐ道筋が見え始めている。

2. **領域共通発達脳モデルの構築**：総括班会議(12回)での領域成果集約と徹底討論に基づき、領域共通の発達脳モデルを構築した。各班がこれまでに得た実験データ, 理論, および文献調査に立脚し、乾 (A01 班), 明和 (B02 班), 熊谷 (C01) が個別に提案してきた発達脳モデルを密な協働作業により統合した(図2)。これは、胎児期の身体性から幼児期以後の社会性までを連続的につなぐ統合モデルとして世界的にも他に例を見ない成果であると同時に、今後の本領域の研究推進および成果集約の中核的枠組みとなるものである。この時期にこの統合モデルが得られることは当初想定しておらず、領域融合と個別研究進展が計画以上に進んでいることも象徴している。

【研究項目ごとの進捗】以下、当初計画課題ごとの主な進展について研究項目ごとに記述する。

〔A01〕胎児・新生児シミュレーションに基づく初期発達原理とその障害の解明

H26 年度前半までの当初設定課題はいずれも、当初計

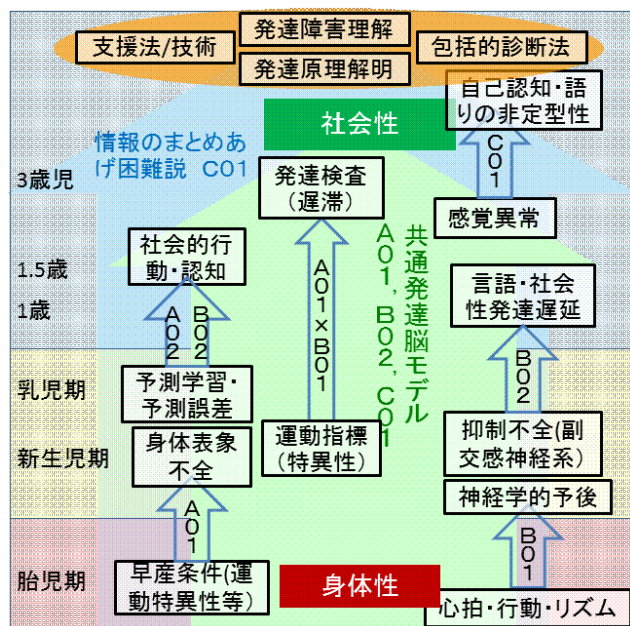


図1 主な成果

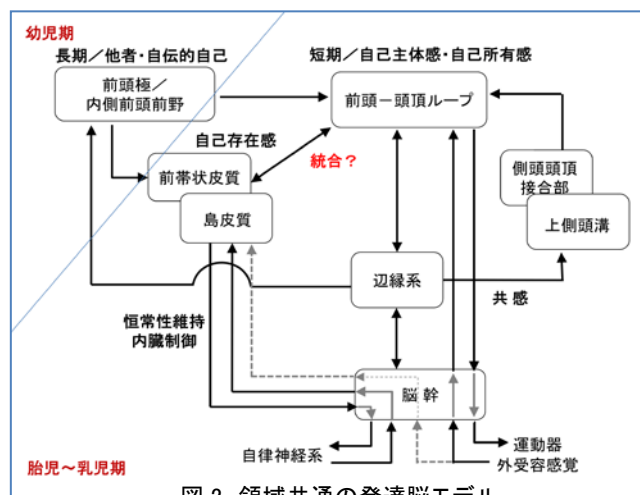


図2 領域共通の発達脳モデル

画通り順調に進捗し、中心課題に関しては計画を先取りした重要な成果が得られた。

【課題 1】胎児・新生児発達シミュレーションの高度化と身体運動発達・感覚統合発達実験

(1) H27 以後に予定していた、早産児条件(1. 子宮外環境早期暴露, 2. 神経系の興奮抑制バランス異常, 3. 運動の複雑さ・多様性の低下)での発達シミュレーション実験に成功し、脳に獲得される身体表象に異常が発生し、条件ごとにその程度や内容が異なることを示した(Yamada et al. 2013)。これは、近年増えている、早産児の発達障害リスクが高いとの報告に対して、その因果関係を構成論的に提示したもので、重要である。身体運動発達実験の精緻化(Mori et al. in prep)および感覚統合発達実験(Fujii et al 2013)も予定通り行った。

(2) 徹底した神経科学文献調査と独自の実験結果を総合し、社会性認知に関連する脳部位の発達異常に関する統合的仮説モデルを構築し、**辺縁系異常から自閉症の多くの機能不全が説明できることを理論的に示した**(Inui, 2013, breaking journal paper に選出)。さらに B01, C01 の成果と領域内議論を踏まえ、**脳幹異常も理論に組み入れた**(図 2 に統合)。本領域の脳発達研究の中核的枠組みを提供する重要な成果である。

(3) 胎児標本の MRI/CT 計測(京大)および B01 班(九大)と共同開発した広領域超音波撮像・解析技術による子宮計測からのデータを新規開発の柔軟体モデルに融合して新たな胎児身体・子宮モデルの構築を進めた。

(4) 乳児型ロボットに装着するため、従来技術より格段に高感度で空間分解能も高く、超薄型の分布触覚センサを独自開発した(鷺坂他, 2012)。

【課題 2】胎児・新生児の計測解析技術の開発

(1) 特筆すべき成果として、従来の集積データの解析に基づき、**新生児の運動の定量指標と 3 歳児の発達遅滞との関連性を確立した**(Kanemaru et al. 2013, B01 班と共同)。これは、**本領域の中心的な仮説「初期の感覚運動がその後の発達に影響する」を初めて立証した**もので、極めて重要である。また、乳児の詳細な運動計測・解析を系統的に実施し、発達予後と関連する可能性の高い重要な運動特徴の抽出に成功しつつある。

(2) 特筆すべき成果として、B01 班産婦人科医(九大)と協力し、**妊婦の子宮全域の超音波撮像を可能にするシステムとそのデータ解析手法の構築**を行った。この他、予定通り、Kinect センサを用いた新生児用マーカレスモーションキャプチャシステムを構築し、B01 班の協力のもと臨床計測実験を行った。胎児超音波撮像データの解析法の構築も進めた。特に B01 班との協働の結果、新たに表情計測も対象に加え取り組んだ。

【A02】社会的認知発達モデルとそれに基づく発達障害者支援システム構成論

他者との相互作用を通じた社会的認知機能の発達メカニズムの解明に向けて、乳幼児と養育者のやりとり解析と計算論的発達モデル提案、また、発達障害者支援システムの開発を順調に進めてきた。

【課題 1】乳幼児-養育者インタラクションの定量的解析

B02 班と協働して、**乳幼児と養育者の共発達の現象を世界で初めて明らかにした**(Nagai et al., 2012)。情報理論の指標である移動エントロピーを用いて、乳幼児と養育者の個体内と個体間の情報伝達を計測した結果、6~8 ヶ月児に比べ 11~13 ヶ月では情報伝達量が増加すること、そして、参照する信号が低次特徴(色や動きなど)から社会的な特徴(視線など)へ変化することが分かった。

【課題 2】神経回路モデルを用いた認知発達のモデル化とロボットによる検証

認知発達が「感覚・運動情報の予測学習」によって導かれるという仮説を立て、物体操作(Noda et al., 2013; Mochizuki et al., 2013; Nishide et al., 2014)や共同注意などの社会的行動(Murata et al., 2014; Mahzoon 他, 2013)を獲得する計算論的モデルを構築した。階層型神経回路モデルの初期パラメータの違いが階層間の不均衡性を誘発し、自閉的な行動や過敏な行動を生み出すことを示した(Murata et al., 2014)。多様な認知機能の根底にある発達の原理と、発達障害の要因の理解に重要な示唆を与える。

【課題 3】発達原理を応用した発達障害者の支援システムの開発

C01 班と協働し、情報のまとめあげ困難説を計算論的立場から検証し、「感覚・運動情報の予測学習」における誤差への異常な感度が、ASD の発生要因であるとの理論を提案した(Nagai, in press)。また、C01 班との議論の結果、ASD 者の真の支援には彼らの感覚・運動情報のまとめあげの困難さを定量的に理解することが必要という結論に達し、ASD 者が不快に感じる環境因子を記録するスマートフォンアプリ(田沢他, 2014)や、**拡張現実の技術により ASD 者の感覚過敏を定型発達者が体験するシステム**(Qin et al., under review)を開発した。これらは ASD 者を**感覚・運動情報のレベルで理解・支援する全く新しい試み**である。

【B01】胎児期からのハイリスク児の臨床観察による発達障害理解と包括的診断法構築

当初計画通り胎児からの経時的体系的観測体制を構築し開始した。この過程での予備的研究で想定外の知見があり、観測対象や方法について新たな要素を加えつつある。全体として順調に進捗している。

【課題 1】胎児期からの経時的観察による発達障害の発生メカニズムの解明

<各施設共通の研究>：当初計画していた超音波診断装置による神経学的診断には限界があり、発達障害のような軽度の障害の発見にはこれだけでは困難であることから、新たな観察方法の併用を検討し共通プロトコルを作成した。また、各施設において表情や胎児心拍などの個別研究が進み、その結果として観察対象を、胎動や表情の異常が多く見られ、胎児の栄養に問題があると考えられる子宮内発達遅延児(IUGR)、および、子宮や羊水などの物理的な胎児環境の異常のある児も観察することとなった。

<個別研究>：GM や胎児の表情の多様性の欠如や、サーカディアンリズムの異常、自閉症児における心拍のゆらぎの異常などが見付き、この「多様性」「リズム」「ゆらぎ」という3つのキーワードが今後の観察の重要な項目となることが示唆された。

【課題2】早期からの包括的な診断方法や療育法の構築

発達障害のような軽度の障害について胎児期に診断するのはいまだ困難であるため、表情発達の解明や心拍などの詳細な観察を加える診断方法を構築し、その感度を高めようとしている。生後の診断方法については、視線計測による視聴覚認知機能検査が生後1ヶ月から3歳までの通過率を確定することができ、検査時期と検査項目が確定した。それに加え、小児神経科による神経学的診断と協調運動の評価、精神科による行動観察と質問票による評価を統合した新しい診断方法はそのひな形が出来上がり、今後実施する。

[B02] 周産期からの身体感覚と社会的認知の発達の関連性の解明に基づく障害理解

身体感覚に基づく環境と自己の認知が、社会的認知の獲得に本質的に関わる可能性を発達初期から連続的に検証する研究に世界で初めて取り組んでおり、当初想定外の重要な発見を含め、極めて順調に進展している。

【課題1】満期産児と早期産児の比較による周産期以降の身体感覚と社会的認知機能の発達過程の解明

周産期の身体感覚の個人差が社会的認知予後と関連するとの仮説を支持する成果を得た。在胎週数が短い早期産児ほど迷走神経活動が低いこと、周産期に副交感神経の抑制力が低い児は、生後12, 18か月の時点で言語・社会性領域に顕著な発達の遅れがみられること等を実証した。また、早期産児の一部では、修正年齢12か月の時点で他者の行為への注意（共同注意や人への選好）の弱さが認められるが、これについても周産期の自律神経系の調整能力との関連が示唆された。周産期からの抑制機能が社会的認知発達の鍵となる可能性を見出したことは、当初の予想を超えたきわめて重要な成果である。さらに、他者との相互作用に含まれる随伴性検出が乳児期の模倣学習を促進、自己身体運動の感度や精度（予測誤差修正）が他者運動知覚と関連する等の事実も得た。これらは、周産期以降、環境に対する運動制御を脳内シミュレートする「内部モデル」の獲得が社会的認知発達の基盤である可能性を示唆するもので当初予想を超えた成果である。内受容感覚評価については、独自の計測手法を開発し、現在、定型成人と自閉症者を対象としてその妥当性評価を行っている。

【課題2】社会的認知発達モデルの構築

進捗は順調であり、他計画班（A01 公募乾班、C01 計画熊谷班）との協働により社会的認知発達に関する脳機能モデルを考案し（図2に統合）、今後検証すべき仮説の具体化に至っている。これまで社会的認知の定型-非定型発達については、皮質下-皮質の相互作用不全やミラーシステムの不全に限定された議論にとどまっていた。環境-身体との相互作用、身体性を軸にすえた本班のアプローチは国際的にきわめて斬新であり、当該領域に大きなインパクトをもたらすことが期待される。

[C01] 当事者研究による発達障害原理の内部観測理論構築とその治療的意義

発達障害当事者の内部観測的理論の構築から、治療的意義も担う当事者研究方法論まで、想定外の知見も含み順調に進展している。他班との協働や当事者コミュニティ形成のアプローチなども積極的に行った。

【課題1】当事者研究によって導かれた「情報のまとめあげ困難説」の学術的定式化と、同仮説の検証

ASD 者が内部観測する認知的経験が Anoetic, Noetic, Autonoetic の各レベルでの「まとめあげ困難」により説明でき、その背後に制御系の非典型性が存在すると推定した。この仮説の検証実験で、自己音声遅延フィードバックによる発話の乱れが自閉症傾向と相関、ASD 者のパーソナルスペースの狭さ、顔画像スキャンパターンのランダムさ、すれ違い跳ね返り課題で事前知識を利用できない、自伝的物語の構造の違いなど、想定外の知見を含め次々と明らかにしてきた。

【課題2】発達障害者における聴覚過敏と慢性疼痛の実態・機序解明と支援法開発

ASD 者で聴覚過敏や選択的聴取の困難に悩むものが多いことは知られていたが、精密な定量的研究を行い、自閉症スペクトラム指数 AQ と聴覚過敏スコアとの有意相関を明らかにし、選択的聴取困難が両耳時間差および AQ スコアと有意に相関することを示した。これらは、聴覚過敏への右脳や脳幹の関与を示唆する。また、ASD 者が抱える慢性疼痛に関して、TD 者の慢性疼痛と比較して、痛みが行動や思考に与える影響が顕著に大きいことを明らかにした。以上、実態機序解明は順調に進み、今後は支援法の開発につなげていく。

【課題3】当事者研究自体が持つ治療的意義の検証

これまでの当事者研究実践により、ASD 者のみでは無理と言われてきた自助グループ運営が、当事者研究を取り入れることで可能になることが示唆された。会話分析を適用し、当事者研究は、発達障害者が自分語りや相互理解をしやすくなる様々な条件を備えている可能性を示した（Ayaya, 2013）。ASD 児は TD 児よりも語用論的な発達がゆっくりだが、ある年齢で catch up するとの発見（Asada, 2014）も踏まえ、発達障害者の特性にあった語用論的秩序のデザインは、支援法としてだけでなく障害概念の再考を促す点で重要と言える。また、「当事者研究ネットワーク」（<http://toukennet.jp/>）を開設し当事者研究の実態調査を行った。全国で当事者研究を行うグループ数は60を超え、精神障害や発達障害、薬物依存以外にも、学校教育や認知症分野にも広まっていることを明らかにした。当事者研究のアーカイブ化と実態調査は、各地に分散した研究の集約と共有、基礎資料の提供と議論の場の提供を実現するうえで重要である（石原, 2013）。

4. 若手研究者の育成に係る取組状況（1 ページ程度）

領域内の若手研究者の育成に係る取組状況について記述してください。

新たな学問領域を分野融合により創成し確立するためには、特に、新領域に飛び込み切り拓く意欲を持ち、複数分野をまたにかけて活躍する若手研究者層の育成が極めて重要であるとの認識のもと、総括班会議主導で多くの取り組みを実施してきた。その結果、分野の枠を超えて共同研究を先導したり、学会で複数分野の研究者を集めて共通課題を論じる企画を立案するなど、若手研究者による活発な自発的活動が始まっている。

以下、一連の取り組みについて記述する。

【総括班による取り組み】これまで計 12 回開催し、各班の研究や今後の研究戦略等について徹底議論を重ねてきたが、その場に、各計画班から数名の若手研究者が常時参加し、議論に参加し、時に議論を先導した。この場で形成された分野横断的な理解や他班の計画班代表者との相互理解が、異分野連携・協力に役立っている。

領域全体会議において、各班の成果発表をポスター形式で開催し、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ることで、分野を超えて非常に活発な議論の場が生まれた。また、チュートリアル講演も計 6 件行い、若手研究者による領域共通重要テーマへの理解を深めた。

若手研究者が異分野の学会に参加して新しい知識を身につけるため、総括班から旅費参加費を支援した。通常の研究費では、研究成果発表なしに学会参加費用を支援することは困難であり、それゆえ、異分野の先端研究や研究討論の場を若手研究者が体験することは難しい場合が多い。本領域では、若手研究者が、他班の成果発表およびその分野の動向を最先端の学会等で学ぶことが重要である。領域内でこの問題が指摘され、総括班で議論した結果、総括班予算で上記の支援制度を実施することとした。

【各計画班での取り組み】A01 班では、B01 班との合同合宿研究会や、大学院生や助教等による班内他研究室（2 大学 3 研究室）や B01 班研究室（3 大学 3 研究室）との共同研究が活発に進んでいる。また B02 班、C01 班、および A01 班内他研究室の教員に、大学院生が研究指導を受けた。このように、若手研究者主体で積極的な異分野協力を進め、どんどん自発的に交流するようになってきている。これらを基盤とした若手研究者の優れた成果が学会等でも高く評価され、学生の受賞が国際会議 3 件、国内学会 3 件という結果に結びついている。A02 班では、東京大学の博士課程教育リーディングプログラム「ソーシャル ICT グローバル・クリエイティブリーダー育成プログラム」のグローバルデザインワークショップにおいて、本新学術領域の研究課題を通じて大学院生の育成を試みた。発達障害者コミュニティと共に考え実践する最先端ソーシャル ICT を企画実行し、6 名の大学院生が ICT による発達障害者支援を考え、また、当事者達とディスカッションするという機会を得た。その内の 2 名については、彼らの修士・博士論文にも関係する有用な経験を得ることが来た。B01 班では毎年一回、若手研究者を多数含めた A01 班との合同合宿を行っている。初年度（2012 年度）は香川大学医学部主催であり、次年度（2013 年度）は久留米大学医学部が主催であった。この異分野間の合同合宿を通して、B01 班の若手医師と A01 班の若手研究者が一緒になって研究結果や方向性について議論し、複数の共同研究等に発展している。C01 班では様々な当事者研究会開催や一般向けアウトリーチ活動の他、A01 班大学院生研究指導協力などを通じて若手研究者育成に貢献している。B02 班では、高校生から大学院生までを対象に活発に下記の活動を行い、若手研究者育成に大きく貢献している。

・日本発達心理学会第 25 回大会 一般公開シンポジウム「発達心理学の未来一次世代との対話」（2014 年 3 月 23 日、京都大学百周年記念館大ホール）計画班代表（明和）が実行委員長を務めた日本発達心理学会第 25 回大会において、将来の発達研究の進展を担う高校生に対する啓蒙活動の一環として、発達科学分野の研究活動と成果発表の機会を提供した。学会開催日の半年以上前より、京都大学所属の十数名の教員と大学院生が、4 高校に赴き、高校生と綿密に打ち合わせをしながら、研究の面白さを伝え、各高校の研究支援を行った。その成果を「一般公開シンポジウム」で各高校生が発表した。当日のシンポジウム来訪者は 300 名を超え盛況であった。また、学会後には新聞、雑誌等マスメディアにも多く取り上げられた。

・文部科学省スーパーサイエンスハイスクール（SSH）協力（2013 年 11 月 8 日、京都大学明和研究室 赤ちゃんラボ）大学院生、研究生、教員が中心となり、SSH 事業の一環として滋賀県立膳所高等学校の生徒・教員 70 名余に対し、ミニ講義と発達科学研究の実験実習をおこなった。指導する高校生たちの多様な個性や関心、意見をまとめあげ、成果を協働で目指す経験を積ませることで、発達科学への学術的関心を高め、その成果から期待される社会的意義を啓蒙した。生徒からの事後のアンケートにより、大学院生による指導、専門知識教授に対する情熱、わかりやすさがきわめて高く評価されていることが確認された。

・京都大学アカデミックディ 2013 への出展「ヒトの心のはたらきの発達」（2013 年 12 月 21 日、京都大学百周年記念館大ホール）助教、大学院生、研究生が中心となり、京都大学の時計台ホールにて一般の方を対象に、発達科学の不思議や面白さを実際に使用している機材を紹介しながらわかりやすく伝えた。当日のアンケートにより、「もっともよかった研究」への得票数が、出展 56 チーム中第 3 位と評価された。

5. 研究費の使用状況（設備の有効活用、研究費の効果的使用を含む）（1 ページ程度）

領域研究を行う上で設備等（研究領域内で共有する設備・装置の購入・開発・運用・実験資料・資材の提供など）の活用状況や研究費の効果的使用について総括班研究課題の活動状況と併せて記述してください。

総括班の活発な活動を支える経費や研究装置等の共同購入による効率的執行など、研究費は非常に効果的に使用し、多くの成果を挙げている。

【総括班研究課題の活動状況】

領域内の情報共有促進、成果集約（データベース）、外部発信のため、**領域公式 Web ページ**を開設し、定常的に運用している（<http://devsci.isi.imi.i.u-tokyo.ac.jp/>、図 1）。また、領域の概要説明パンフレットを作成し、外部への説明に活用している（図 2）。これらの制作費や運用費は総括班予算で支出している。

これまでに計 12 回開催した総括班会議は、研究成果の集約、領域内の連携・融合推進、若手研究者育成等に大きな効果を発揮したことは前述の通りであるが、この開催にあたっては、外部評価助言委員、学術調査官、連携研究者、若手研究者等の参加も求め、効果を挙げている。

また、**領域全体会議**（キックオフシンポジウム含め）を 4 回、**公募研究説明会**を 2 回、**領域公開シンポジウム**を 1 回（キックオフシンポジウムも公開したので加えれば 2 回）開催し、領域内連携促進や外部発信に大きな効果を得ている。公開シンポジウム（図 3、平成 26 年 3 月 15 日）では、**作業療法士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。これら諸会議の開催費用にも、総括班予算は有効に活用されている。

【設備等の活用状況】

総括班予算で各計画班代表のもとに TV 会議システムを設置し、常時、各計画班の間や領域代表との連絡、相談に有効活用されている。計画班が関東と関西に分散しているため、臨機応変な領域運営に効果を発揮している。この装置導入は、**総括班での一括購入**により効率的な予算執行となった。

本領域では認知発達が発達障害の共通課題であるため、発達検査や心理学実験で頻繁に必要な視線計測が多く、多くの班で不可欠である。性能の高い視線計測装置は高額であるが、領域内のニーズを総括班で取りまとめ、**共同購入**を実施することにより、大変効率的に予算を活用することができた。これらの装置は現在、各班で常時活用され多くの研究成果に結びついている。

【各班での予算活用状況】

研究期間前半において、研究基盤の整備と研究スタッフの雇用、開発費用、実験費用、活発な連携活動や研究会活動等、それぞれの分野の特性に合った予算活用により、研究の迅速な開始と推進に効果を発揮している。

人間科学系では、胎児から幼児までの発達を観測するための様々な装置の導入や、乳幼児を対象とした観測等のための専用の環境を整えた研究室と専任の研究補助員の確保、計測実験費用、異なる専門分野の医学者間の頻繁な連絡調整活動、などに活用している。

工学系（構成論）では、シミュレーション計算のための高速計算システムの導入・保守、胎児や乳幼児の計測解析技術の開発費用、認知発達モデルと接続して実環境での実験を行うためのロボットの購入ないし改良費用、各地の人間科学系研究班に出張しての計測実験等、などに活用している。

当事者研究は、主要な研究手段である当事者研究会の開催、感覚過敏や慢性疼痛等の計測実験環境、認知機能実験、当事者支援技術開発、などに活用している。

全体に共通して、若手研究者育成の観点からも研究推進の観点からも重要な研究者雇用費は、大きな割合を占める予算活用要素となっている。



図 1 領域 Web ページ



図 2 領域パンフレット

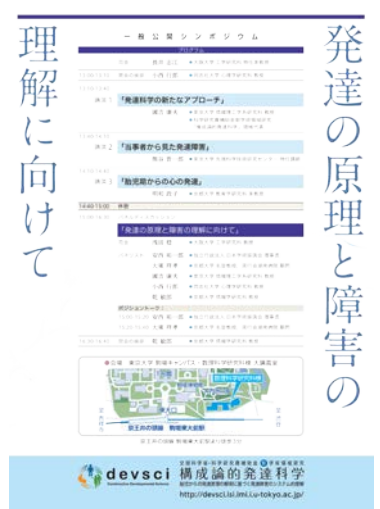


図 3 公開シンポジウム

6. 総括班評価者による評価（2 ページ程度）

総括班評価者による評価体制や研究領域に対する評価コメントを記述してください。

本領域の主要な学問的基盤である構成論（複雑系科学）、臨床医学、認知科学の3分野から各1名、外部評価助言委員をお願いし、申請時より本領域の趣旨と計画をご説明し、研究開始後は、領域全体会、総括班会議等に必ず招待し、できる限り領域の研究の進展をつぶさに把握いただき、評価・助言を頂き、これに基づき、総括班会議で領域運営の改善を不断に行ってきた。今回、各先生に以下の総括的評価を頂いた（全て原文のまま）。

津田一郎教授（北海道大学・電子科学研究所・数理科学研究部門複雑系数理研究分野）：

領域代表と総括班による強力なリーダーシップのもと、構成論的発達科学という新領域の骨格が出来つつある。本領域研究はロボティクス、発達心理学、臨床医学、脳神経科学、当事者研究による新しいタイプの融合研究であるために、ともすれば各研究項目での研究成果の集積に陥りがちであるが、総括班が有効に機能し、各研究項目が有機的に結合し、領域全体として統一された方向性を打ち出している。

研究の進捗状況：特筆すべき成果として、早産児条件での発達シミュレーションによって脳の身体表象異常が示された事、妊婦の子宮全域の超音波撮像システムの構築により胎児の身体運動などに関する信頼性の高いデータが得られるようになった事、乳幼児の予測学習の身体性獲得に対する重要性の評価を行なった事、共同注意などコミュニケーションの重要な要件に対する計算論的モデルを提案したこと、情報のまとめあげ困難説に対して、予測学習における誤差への感度異常がASDの発生原因の一つであるという新理論を提出したこと、感覚過敏をシミュレートするシステムを開発したこと、ASDの認知経験を三段階の認知発達レベルにおけるそれぞれの情報のまとめあげ困難によるものであるとする説を提案したこと、当事者研究会において、彼らが独自の社会秩序を有していることを発見し、それをもとに支援システムを構築している事、などである。このように、進捗状況は大変良好であり、想定外の新しい進展も含め順調に展開されている。

若手育成：各研究項目間の共同研究を通じて若手研究者の交流が行われている。若手研究者を含めた合同合宿も企画され、若手研究者を積極的に巻き込んでいる。さらに、リーディングプログラムなどの制度に本新学術領域研究課題を通じて参加し、次代のリーダーになるべき大学院生の育成にも取り組んでいる。このように、若手育成に関しても積極的な活動が認められる。今後もこの点に力を注いでほしい。

アウトリーチ活動：日本発達心理学会における一般公開シンポジウムなどを企画、開催し、300名を超える参加者を集め、各報道機関に本新学術領域研究の成果の一端を披露した。十分に研究の社会還元がなされている。

我が国や世界の学術水準への寄与：認知発達ロボティクスは今や世界的なトレンドであるが、この分野のわが国のレベルは大変高い。本領域研究では、その成果の上に胎児期からの発達の知見とそのデータ収集と解析、ならびに自閉症研究を当事者研究という新しい形で取り入れることで、構成論的発達科学を構築しようとするものであり、極めて独創的である。ここまでの研究成果を考えると、本研究によってこの分野の世界水準を我が国がさらに引き上げることに貢献することは疑いえない。

今後の進め方：後期では、前期で進んだ研究をさらに強化したり、また前期の研究を補完するために、新たな公募班を採用するなどしてほしい。また、班会議の前に若手に事前班会議をさせ、問題点の掘り起こしなどをさせるのも若手研究者の育成には有効な方法ではないかと思う。あとは今のまま進めればよいと思う。

芳賀信彦教授（東京大学・医学系研究科・外科学専攻・感覚・運動機能医学講座リハビリテーション医学分野）：

平成24年度より始まった新学術領域の研究「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—」は極めて順調に行われ、多くの成果が得られていると評価する。

評価者は、平成24年10月に行われたキックオフシンポジウムで本領域の研究概要と方向性を聴き、翌年3月の総括班会議に参加し、平成24年度の総括と25年度の方向性を確認した。その後、平成25年5月の第1回領域全体会議、平成26年3月の第3回領域全体会議に参加し研究の進捗状況を確認した。その間、総括班の研究者を通じ研究の進捗状況の報告を受けてきた。

評価者はリハビリテーション医学の研究者であり、リハビリテーション医療に関わる臨床医である。特に小児疾患を専門とし、発達障害者にも関わる機会が多い。医師は医学部で発生学は学ぶが、「発達学」あるいは「発達科学」を系統的に学ぶ機会はなく、小児科の講義で運動発達・知的発達のマイルストーンを学ぶ程度で

ある。一方発達障害は、一般的には医療の現場や教育現場で扱われている。本領域は、発達障害の病態に新生児期さらには胎児期の「運動」や「感覚」の異常（変化）が関係しているとの考えに基づき、「胎児期からの連続性」、「身体—環境の相互作用」、「当事者の身体感覚」を踏まえて発達原理を解明すべく、多分野の専門家が協力しているという点で新規性が高い。実際に第1回領域全体会議の時点では、各分野の研究は着実に進められていることが確認できていた。さらに第3回領域全体会議では、各分野の研究が評価者の予想を超えるスピードで進んでいるのみならず、各分野が相互に融合に向かってまとまりつつあることが感じられた。また第3回同会議では、公募研究を中心に数多くの若手研究者からのポスター発表があり、本領域が若手研究者の教育に果たしている役割を確認することができた。外部への情報発信も本領域は積極的に行っている。ホームページでの成果や情報の発信はもちろん行われており、また平成26年3月に行われた公開シンポジウムは、評価者は都合がつかず参加できなかったが、多くの参加者から好評を得たとの連絡を頂いている。

近年、発達障害は一般にも浸透した概念で、発達障害者に関わる多くの人（研究者だけでなく当事者、家族、周囲の人々）がその病態と支援に関心を寄せている。本領域研究の後半においては、領域の最終目標である発達障害の包括的診断法と支援法、支援技術の構築につなげるべく、発達の根本原理解明と発達障害の理解を推し進め、これを一般にも分かりやすい形で情報発信し、社会に寄与することを期待する。

長谷川寿一教授（東京大学・総合文化研究科・広域科学専攻・生命環境科学系・認知行動科学大講座 教授）：

本領域の新規性・重要性：構成論的発達科学は、身体性に基づいて人間発達を理解しようとする試みであり、「運動—認知」をコインの裏表の関係として仮定し、遺伝子、身体、神経系、環境にまたがる身体との極めて複雑な相互作用から、ヒトの認知機能の成立を解き明かすことを目指している。人間科学（医学・心理学・脳科学）と構成論（ロボット学・情報学）が連携し、さらに当事者研究を加えて、世界でも例をみない学融合の研究体制が組織されている。とくに胎児期からのこのような統合的発達科学が唯一無二である。

領域内分野融合の状況：これまで12回の総括班会議と4回の領域全体会議等を通じて、構成論からの観測・モデル化・シミュレーション、人間科学からの臨床・実データ・理論、当事者研究からの内部観測が活発にフィードバックしあい、連携がかみ合って駆動している。

現在までの進展の状況：胎児期の運動—知覚発達の本質が工学—医学—認知科学の協働により解き明かされつつあり、世界的にもきわめて斬新で、新たなパラダイムの構築であると高く評価できる。他方、胎児期からはじまる知覚レベルを超え、身体—環境の相互作用において抽出される情報が、どのように符号化、意識化されるか、つまり、認知レベルの情報処理がヒトの脳内でどのように形成されるか、それが、どのようなオーダーで、どのような脳システムとして形成されるのかを、解き明かすことは今後の課題だろう。

若手育成の状況：領域全体会における若手研究者によるポスター発表・討議、6件のチュートリアル講演、班をまたがる若手合宿研究会などを通じて、若手育成が実践されている。

研究成果発表：各班ともに論文・学会、招待講演などで研究成果を多数発表している。アウトリーチ活動にもスーパーサイエンスハイスクール事業への協力などユニークな取組みがなされている。

我が国や世界の学術水準への寄与：発達障害はなぜ起こるのかという課題を胎児期にまでたどって、学際的に解明していく本研究プロジェクトは、学術的にユニークで、基礎研究、臨床研究の両面で多方面に大きな影響を与える。

今後の進め方についての期待：胎児期から新生児期については、当初の目標にそって確実に研究が進展している。今後は、ヒトに固有の認知機能が顕著に現れ始める第一期（生後9～12か月ごろの変化）に着目する研究が重要である。ヒトの本質とその成立に迫る第一歩であり、自閉症をはじめとする発達障害の機序解明の鍵となるポイントでもある。この時期の認知機能の成立を、定量的に解明できれば、世界でも類を見ないきわめて斬新な成果となり、発達障害の早期兆候、早期診断の提案にも直結する。科学的根拠にもとづく支援法の提案も期待できる。真の障害理解は、このような基礎研究の成果の上で可能になり、これを実現できる可能性をもっていることにこそ、構成論的発達科学の価値がある。

7. 主な研究成果（発明及び特許を含む）[研究項目毎に計画研究・公募研究の順に整理する]

(3 ページ程度)

現在実施している新学術領域研究（公募研究含む）の研究課題を元に発表した研究成果（発明及び特許を含む）について、現在から順に発表年次をさかのぼり、図表などを用いて研究項目毎に計画研究・公募研究の順に整理し、具体的に記述してください。なお、領域内の共同研究等による研究成果についてはその旨を記述してください。

【A01 計画研究】胎児・新生児シミュレーションに基づく初期発達原理とその障害の解明

1. 新生児運動特徴と3歳児発達遅滞の関連を確立 (B01 班と共同)

Kanemaru, N., Watanabe, H., Kihara, H., Nakano, H., Takaya, R., Namkamura, T., Nakano, J., *Taga, G. & Konishi, Y. (2013) Specific characteristics of spontaneous movements in preterm infants at term age are associated with developmental delays at age 3 years. , *Developmental Medicine and Child Neurology*, 55:713-721.

124名の早産児（22～36週齢）について、3歳時のK-式発達検査の合計点で遅滞ありの児と、健常児のGM（自発運動）を、満期産時点の録画データから解析した。発達遅滞児と健常児で、GMの速度、頻度、尖度、手足の同調に有意差があった（図1）。本領域の中心的な仮説である、初期の感覚運動がその後の、認知を含む発達に影響することを初めて立証したもので、重要である。

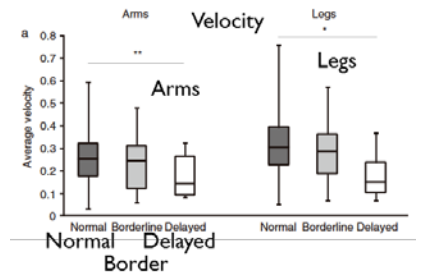


図1. 発達指標（Normal, Border, Delayed）ごとの新生児運動指標

2. 早産児発達シミュレーションで身体表象異常を確認・解析

Yamada, Y., Fujii, K. & Kuniyoshi, Y. (2013) Impacts of environment, nervous system and movements of preterms on body map development: Fetus simulation with spiking neural network, Joint IEEE International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics, ID 51, 7p.

早産児条件（1. 子宮外環境早期暴露, 2. 神経系の興奮抑制バランス異常, 3. 運動の複雑さ・多様性の低下）での発達シミュレーション実験に成功し、脳に獲得される身体表象に異常が発生し、条件ごとにその程度や内容が異なることを示した（図2, 3）。これは早産児の発達障害リスクが高いとの報告に対して、その因果論を構成論的に提示したもので、重要な成果である。

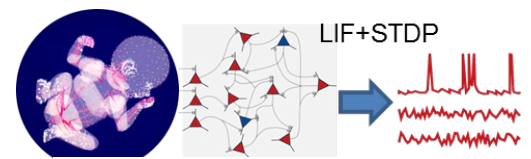


図2. 左:胎児・子宮モデル. 右:脳モデル: LIF spiking neuron と STDP 学習則

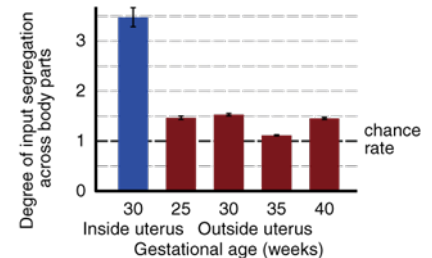


図3. 身体表象の入力分離度. 左端(青):子宮内発達, 他(赤):子宮外.

【A01 公募研究】

1. 発達の脳モデルによる自閉症発生機序の説明理論 (乾班)

*Inui, T. (2013) Toward a unified framework for understanding the various symptoms and etiology of autism and Williams syndrome., *Japanese Psychological Research*, vol.55, pp.99-117. DOI: 10.1111/jpr.12004

独自の実験結果と徹底した神経科学文献調査を総合し、社会性認知に関連する脳部位の発達異常に関する統合的仮説モデルを構築し、辺縁系異常から自閉症の多くの機能不全が説明できることを理論的に示した。今後の本領域での脳機能発達研究の中核的枠組みを提供する重要な成果である。

2. 早産児の不随意・随意運動の解析 (山内班)

*Koshiha, M., Nakamura, S., Mimura, K., Senoo, A., Karino, G., Amemiya, S., Miyaji, T., Kunikata, T. & Yamanouchi, H. (2013) Socio-emotional development evaluated by Behaviour Output analysis for Quantitative Emotional State Translation (BOUQUET): Towards early diagnosis of individuals with developmental disorders. *OA Autism*. 1(2):18.

早産児を腹臥位から仰臥位に変更時に、原始反射（Moro, Palmer）と背屈運動が見られる。44次元の運動特徴を主成分分析した結果、両者が分離され、後者は分散が大きく出現時刻も前者の後で、随意性を示唆する（図4）。これは不随意・随意運動の発達論的解析の第一歩であり、随意性診断にも寄与し得る。

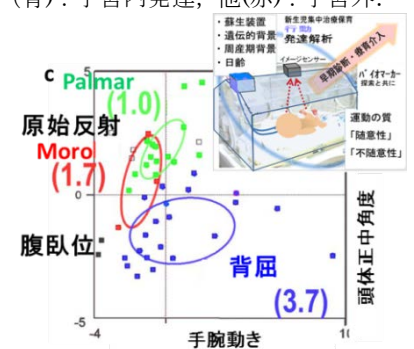


図4. 早産児の原始反射と背屈運動(随意性)が主成分分析で分離.

【A02 計画研究】社会的認知発達モデルとそれに基づく発達障害者支援システム構成論

1. 深層神経回路によるロボット認知発達モデル

Murata, S., Arie, H., Ogata, T., Tani, J., and Sugano, S. (2014, to appear) Learning and Recognition of Multiple Fluctuating Temporal Patterns Using S-CTRNN, *Int. Conf. on Artificial Neural Networks*.

発達障害の発生要因として階層型神経回路の機能バランスに着目し、予測精度を推定可能な神経回路モデルをロボットに導入した行動実験を行った。結果、初期パラメータの違いが予測精度の推定に影響し、強いトップダウン予測による自閉的な行動形態や、強いボトムアップ修正による過敏な行動形態を生み出すことを確認した。

Noda, K., Arie, H., Suga, Y., and Ogata, T. (2014) Multimodal Integration Learning of Robot Behavior using Deep Neural Networks, *Robotics and Autonomous Systems*, 62(6), 721-736.

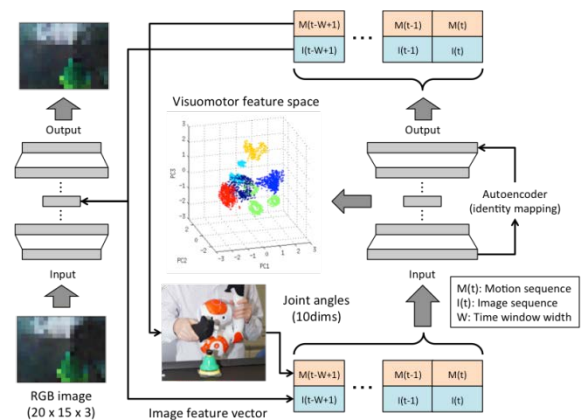


図5. Deep NN ロボット学習

ロボットが Deep neural network で感覚運動情報を予測学習し、物体操作能力を獲得するメカニズムを提案した(図5).

2. 乳幼児-養育者インタラクションの情報伝達ダイナミクス (B02 班と共同)

Nagai, Y., Nakatani, A., Qin, S., Fukuyama, H., Myowa-Yamakoshi, M., and Asada, M. (2012) Co-Development of Information Transfer within and between Infant and Caregiver, IEEE International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics.

乳幼児と養育者の対面インタラクションにおける情報伝達のダイナミクスを、移動エントロピーを用いて定量的に解析した(図6). 乳幼児の月齢の増加にともなう身体的・社会的協応の改善と、それと同期した養育者の適応を確認した.

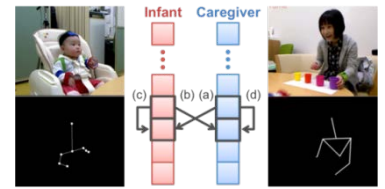


図6. 母子相互作用計測・解析

3. 発達障害者の感覚過敏要因収集のためのスマートフォンアプリ (C01 班と共同)

田沢奈緒, 綾屋紗月, 熊谷晋一郎, 森田昌彦, 田中文英. (2014) 発達障害者の感覚過敏要因収集のためのスマートフォンアプリケーションの開発, 人工知能学会全国大会論文集, 2E1-2.

発達障害者が日常生活中で不快に感じる対象(物体や音など)を記録するスマートフォンアプリを開発した(図7). 対象の画像と気温や湿度等の環境因子を同時記録することで、事後統計解析で発達障害者が抱える問題を顕在化させられる.



図7. 当事者研究用スマホアプリ

【A02 公募研究】

● ロボットの行動の予測誤差に対する感性と ASD の関係

寺田和憲 (2013) ソーシャルマインドとメカニカルマインド, *日本ロボット学会誌*, 31(9), 18-21.

ASD 者は定型的振舞いの高予測性に対する選好と定型性からの逸脱に対する忌避の傾向を有すると考えられ、ロボットを用いたセラピーの構成法について示唆を与える.

【B01 計画研究】胎児期からのハイリスク児の臨床観察による発達障害理解と包括的診断法構築

1. 胎児の協調運動の発達

Otera, Y., Morokuma, S., Fukushima, K., Wake, N., Kato, K. (2013) Correlation between regular mouthing movements and heart rate patterns during non-rapid eye movement periods in normal human fetuses between 32 and 40 weeks of gestation, *Early Hum Dev.* 89(6), 381-386, doi:10.1016/j.earlhumdev.2012.12.007.

胎児の無眼球運動期には一定間隔で開閉を行う口唇運動が観察される. その周波数が胎齢と共に心拍変動の周波数(約 0.1Hz) に近づく現象を発見した. これは局所運動から全身運動への協調の発達を捉えたものである.

2. 胎児期の行動と神経学的予後の関係

Morokuma, S., Fukushima, K., Otera, Y., Yumoto, Y., Tsukimori, Masayuki Ochiai, K., Hara, T., Wake, N., Ultrasound evaluation of fetal brain dysfunction based on behavioral patterns, *Brain Dev* 2013 Jan 8;35(1):61-7.

胎内での①運動, ②心拍, ③神経系の形成, ④羊水の量を指標とし, 神経学的予後を調べた. 胎内状態ノーマル群は出生後 0.05% が神経学的に不全と診断, 胎内状態不全群は 26.9% が不全と判断され, 胎児期診断可能性を示した.

3. 新生児運動特徴と 3 歳児発達遅滞の関連を確立 (A01 と共同): A01 の欄に記載.

4. 自閉症の診断尺度の作成

船曳康子, 廣瀬公人, 川岸久也, 大下頭, 田村綾菜, 福島美和, 小川詩乃, 伊藤祐康, 吉川左紀子, 村井俊哉 (2013) 発達障害者の特性理解用レーダーチャート(MSPA)の作成, 及び信頼性の検討, *児童青年精神医学とその近接領域*, 54, 14-26.

自閉症の国際的な診断観察尺度である ADOS には, 自閉症の 1 特質である「こだわり」に対する項目が少なく, もう一方の特質である「コミュニケーションと社会性の障害」に重点がおかれ, 偏った自閉症像を捉えがちである. さらに, ADHD 等の合併症を診断できず, また, どの程度の支援が必要なのかも判断できない. これらの欠点を補う, 独自の診断尺度 MSPA を開発した(図8). 他に, 世界的に使用されている尺度である ASEBA や CBCL の翻訳, 標準化も行っている.

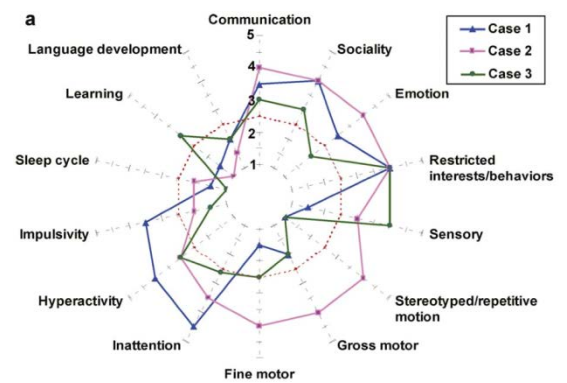


図8. 独自の自閉症診断尺度 MSPA

【B01 公募研究】

1. 新生児期におけるリズム形成

Iwata, O., Okamura, H., Saito, H., Saikusa, M., Kanda, H., Eshima, N., Iwata, S., Maeno, Y., and Matsuishi, T. (2013) Diurnal Cortisol Changes in Newborn Infants Suggesting Entrainment of Peripheral Circadian Clock in Utero and at Birth, *J Clin Endocrinol Metab*, 98, E25-32.

胎児のコルチゾール・レベルの日内変動は母体を通して概日周期を示す一方, 出生後は数ヶ月しないと概日周期を示さないことが知られている. 出生直後から数ヶ月間の振る舞いは不明であった. 我々は, 出産の時刻を基準に日内変動を調べ, 乳児の「出生時を起点にした」24 時間周期を発見した. この結果から, 乳児は出生時を基準にした固有のリズムを持ち, 徐々に外界に適応し概日リズムに至ると考えられる.

【B02 計画研究】周産期からの身体感覚と社会的認知の発達の関連性の解明に基づく障害理解

1. 周産期の脳・自律神経系の調整機能および社会的認知発達との関連

Imafuku, M., & Myowa-Yamakoshi, M. (2014) Development of social cognition in infancy: Individual differences of gaze behavior to social stimuli, The 9th Inuyama International Comparative Social Cognition Symposium, Nagoya, Japan.

早期産児を対象に修正齢 12 か月時点で視聴覚統合および社会的注意刺激への視線解析を行い、一部の児で人の動作への注意（共同注視や人の運動への選好）が弱いことがわかった。

新屋裕太,丹羽房子,河井昌彦,明和政子(2014)修正満期の早産児における自発的な泣き声の音響特徴と自律神経活動との関連. 日本発達心理学会第 25 回大会, P3-029, pp.316, 2014 年 3 月 21 日.

自発的啼泣の周波数解析により、早期産児の周波数は満期産児より高いことを示した。副交感神経系による抑制機能不全可能性を示唆する。Shinya, Y., Kawai, M., Niwa, F., Shibata, M., & Myowa-Yamakoshi, M. (2013) Acoustic Analysis of Spontaneous Crying by Preterm and Full-term Infants. Society for Research in Child Development Biennial Meeting, Washington, USA.

周産期の安静時の呼吸性心拍変動特性と生後 12・18 か月時点での標準発達検査結果を縦断的に検証したところ、周産期に副交感神経活動が弱い児は、生後 1 年の言語性および社会性領域に特化した発達の遅れがみられた

*Fuchino, Y., Naoi, N., Shibata, M., Kawai, M., Konishi, Y., Okanoya, K., & Myowa-Yamakoshi, M. (2013) Effects of preterm birth on intrinsic fluctuations in neonatal cerebral activity examined using optical imaging. *PLoS One*, 8:6, e67432.

満期産児および修正満期時の早期産児の安静時および聴覚知覚時の脳活動をイメージング手法により計測し、早期産児は満期産児とは異なる脳活動（局在・ネットワーク活動とも）を示すことを明らかにした。以上各成果により、周産期の自律神経系、特に抑制性機能の発達の重要性を示し、社会的認知予後に影響を及ぼすことも明らかにした。

2. 「内部モデル」獲得を基盤とする社会的認知の発達過程の解明

*Fukuyama, H. & Myowa-Yamakoshi, M. (2013) Fourteen-month-old infants copy an action style accompanied by social-emotional cues. *Infant Behavior and Development*, 36, 609-617.

他者間相互作用の随伴性を独立変数とし、相互作用を観察する乳児の模倣学習を評価した。乳児が随伴的に反応した人物から選択的に模倣学習を行うことを明らかにし、環境（物理的、対人・社会的）相互作用に基づく内部モデルの獲得が社会的認知発達の基礎にある可能性を示した。また、他者相互作用において、他者運動の知覚が自己の運動精度（予測誤差修正）や感度と関連することを実証しつつある。

3. 内受容感覚の計測手法の開発 (B01, C01 と共同)

福島宏器, 鹿子木康弘, 明和政子 (2014) 「内なる身体」からみる感情と社会性の発達, 日本発達心理学会第 25 回大会, SS5-1, pp. 22-23, 2014 年 3 月 21 日.

内受容感覚と外受容感覚の統合処理を心拍知覚の感度からとらえる手法を、神経的活動および行動反応を指標として開発した。現在、定型成人および自閉症者を対象として内受容感覚の定型—非定型性評価を行っている。

・以上各成果を統合して「社会的認知発達モデル」を構築し、A01, C01 と共同で領域共通モデルに統合しつつある。

【B02 公募研究】

1. 大脳皮質と皮質下の相互作用による社会的認知発達機構の解明

*Nakano, T., Higashida, N., & Kitazawa, S. (2013) Facilitation of face recognition through the retino-tectal pathway. *Neuropsychologia*, 51(10), 2043-2049.

皮質下（上丘—視床枕）を経由しない S-cone 刺激（図 8）を用い、生後半年間の顔処理に関わる大脳皮質経路の発達について注視時間を指標として調べた。生後 2 か月時点で皮質上の顔認知処理は機能しているが、視覚情報が皮質下と皮質の両経路に入力された場合には機能しないこと、皮質下と大脳皮質の機能的連携が進むのは 4 か月以降である可能性を示した。

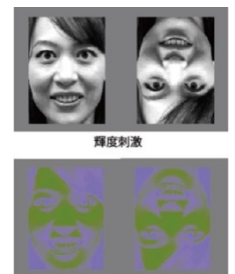


図 8.S-cone 刺激 (下)

【C01 計画研究】当事者研究による発達障害原理の内部観測理論構築とその治療的意義

1. 聴覚過敏の実態とリスク要因

熊谷晋一郎(2014) 予期の破たん—心の痛み、体の痛み、アディクション、発達障害をつなぐところみ, 第 13 回日本トラウマティック・ストレス学会プログラム・予稿集, p.82, May 17 - 18, 2014. / 熊谷晋一郎, 綾屋紗月, 武長龍樹, 太沼直紀, 中島賢龍 (2013) 一般大学生における聴覚過敏の実態とリスク要因, *Audiology Japan*, 56(3), 234-242.

216 名の大学生を対象に聴覚過敏の実態調査を行い、日本での指標データを得た。分析の結果、「不安症状」、「睡眠障害」と「頭頸部手術の既往」の 3 つの危険因子が聴覚過敏得点と有意に相関し、聴覚過敏診療への示唆を与えた。また、自閉症スペクトラム指数 AQ と聴覚過敏スコアとの有意相関を明らかにし、選択的聴取困難が両耳時間差および AQ スコアと有意に相関することを示した。これらは、聴覚過敏への右脳や脳幹の関与を示唆する。

2. 発達障害者による当事者研究の方法に関する研究

綾屋紗月(2012)当事者研究の実践で突きつけられ、修正を迫られるもの, *日本オーラル・ヒストリー研究*, 8(1), 101-107.

一年半の当事者研究会の運営実践を踏まえて、発達障害者が当事者研究を行ううえでの留意点、および今後の課題について、参加者との討議を踏まえて考察を行った。その結果、感覚特性に配慮した環境設定に加え、「ファシリテーター自身が困りごとをオープンにし、参加者に意見を求めて皆でルールを作り上げる」「成果を急がず、問題を共有し続けることに力点を置く」「事前にルール化して縛るのではなく、問題が起きてから対処する」などの運営方針が重要であることが示唆された。

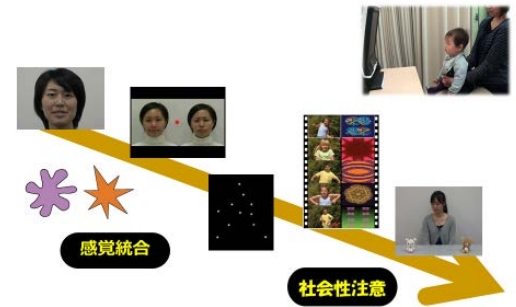


図 7. 社会的認知に至る発達の実験的計測

8. 研究成果の公表の状況（主な論文等一覧、ホームページ、公開発表等）（5 ページ程度）

現在実施している新学術領域研究（公募研究含む）の研究課題を元に発表した研究成果（主な論文、書籍、ホームページ、主催シンポジウム等の状況）について具体的に記述してください。論文の場合、現在から順に発表年次をさかのぼり、計画研究・公募研究毎に順に記載し、研究代表者には二重下線、研究分担者には一重下線、連携研究者には点線の下線を付し、corresponding author には左に*印を付してください。また、一般向けのアウトリーチ活動を行った場合はその内容についても記述してください。

【主な論文】（領域として特に重視する成果で学術誌論文準備中の学会発表予稿等を一部含む）

[A01 計画研究]（論文約 30 件、他発表約 56 件より抜粋）

- Kaigai, N., Nako, A., Yamada, S., Uwabe, C., Kose, K., Takakuwa, T.. (2014) Morphogenesis and three-dimensional movement of the stomach during the human embryonic period. *Anat Rec (Hoboken)*, 297(5):C1. doi: 10.1002/ar.22774.
 - *Oohashi, H., Watanabe, H., & Taga, G. (2013) Development of a serial order in speech constrained by articulatory coordination., *PLoS ONE*, 8(e78600).
 - Kanemaru, N., Watanabe, H., Kihara, H., Nakano, H., Takaya, R., Namkamura, T., Nakano, J., *Taga, G. & Konishi, Y. (2013) Specific characteristics of spontaneous movements in preterm infants at term age are associated with developmental delays at age 3 years. , *Developmental Medicine and Child Neurology*, 55:713-721, August.
 - Mori, H., Okuyama, Y. and Aşada, M. (2013) Emergence of diverse behaviors from interactions between nonlinear oscillator complex networks and a musculoskeletal system, 12th European Conference on Artificial Life, Taormina, Italy, September 5. In Lio, P. et al. (eds) *Advances in Artificial Life, ECAL 2013*, pp. 324-331, ISBN: 9780262317092, Springer.
 - Yamada, Y., Fujii, K. and Kuniyoshi, Y. (2013) Impacts of environment, nervous system and movements of preterms on body map development: Fetus simulation with spiking neural network, The Third Joint IEEE International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics (ICDL-EPIROB), ID 51, 7p, Osaka, August 20.
 - Sasaki, R., Yamada, Y., Tsukahara, Y., Kuniyoshi, Y. (2013) Tactile stimuli from amniotic fluid guides the development of somatosensory cortex with hierarchical structure using human fetus simulation, The Third Joint IEEE International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics (ICDL-EPIROB), ID 44, 6p, Osaka, August 20.
 - Pitti, A., Kuniyoshi, Y., Quoy, M., Gaussier, P. (2013) Modeling the Minimal Newborn's Intersubjective Mind: the Visuotopic-Somatopic Alignment Hypothesis in the Superior Colliculus, *PLoS ONE*, 8(7):1-14, e69474, July.
 - *多賀巖太郎 (2013) ヒトの脳の巨視的構造と機能の発達, *日本神経回路学会誌*, 20 巻, pp. 23-27.
 - Rodolà, E., Harada, T., Kuniyoshi, Y., and Cremers, D. (2013) Efficient Shape Matching using Vector Extrapolation, The British Machine Vision Conference (BMVC 2013), pp. 91.1-91.11. <http://dx.doi.org/10.5244/C.27.91>
 - Kato, M., Watanabe, H., & *Taga, G. (2013) Diversity and changeability of infant movements in a novel environment., *Journal of Motor Learning and Development*, 1(2), 79-88, June.
 - Yoneyama, A., Nambu, A., Ueda, K., Yamada, S., Takeya, S., Hyodo, K., Takeda, T. (2013) Phase-contrast X-ray imaging system with sub-mg/cm³ density resolution., *Journal of Physics Conference Series*, 03/2013; 425(19):192007. DOI:10.1088/1742-6596/425/19/192007
 - Yamada, Y. and Kuniyoshi, Y. (2012) Embodiment guides motor and spinal circuit development in vertebrate embryo and fetus, International Conference on Development and Learning (ICDL2012)/EpiRob2012, San Diego, USA, November 7. DOI :10.1109/DevLrn.2012.6400578
 - Yonekura, S., Kuniyoshi, Y., Kawaguchi, Y. (2012) Growth of stochastic resonance in neuronal ensembles with the input signal intensity, *Phys. Rev. E* 86, 011922 , 2012. DOI:10.1103/PhysRevE.86.011922
 - Sakai, T., Hirata, S., Fuwa, K., Sugama, K., Kusunoki, K., Makishima, H., Eguchi, T., Yamada, S., Ogihara, N., Takeshita, H. (2012) Fetal brain development in chimpanzees versus humans., *Current Biology*, Sep 25;22(18):R791-2. Doi: 10.1016/j.cub.2012.06.062.
 - Yamada, Y., Kuniyoshi, Y. (2012) Emergent Spontaneous Movements Based on Embodiment: Toward a General Principle for Early Development, Proceedings of the Postgraduate Conference on Robotics and Development of Cognition (RobotDoC-PhD), pp52-55, Lausanne, Switzerland, September 12.
 - 鷲坂隆志, 大村吉幸, 長久保晶彦, 國吉康夫, 尾崎和行 (2012) 皮膚の変形に追従する高密度触覚センサグローブ, *日本ロボット学会誌*, Vol.30, No.7, pp.711--717, 9 月.
 - 多賀巖太郎 (2012) 脳と行動の初期発達における自発性と社会性, *日本生物学的精神医学会誌*, 23 巻, pp. 245-248.
- [A01 公募研究]（論文約 14 件より抜粋）
- Koshihara, M., Kakei, H., Honda, M., Karino, G., Niitsu, M., Miyaji, T., Kishino, H., Nakamura, S., Kunikata, T., Yamanouchi, H. (2014, in press) Early-infant diagnostic predictors of the neuro-behavioural development after neonatal care. *Behavioral Brain Research*.
 - *Sasaoka, T., Mizuhara, H., and Inui, T. (2014) Dynamic parieto-premotor network for mental image transformation revealed by simultaneous EEG and fMRI measurement, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 26232-246, February.
 - *Shibata, H., Inui, T., and Ogawa, K., (2013) Role of the dorsolateral prefrontal cortex in recognizing hand actions performed in social contexts: An fMRI study, *NeuroReport*, 24(14), 803-807, October 2.
 - *Inui, T. (2013) Toward a unified framework for understanding the various symptoms and etiology of autism and Williams syndrome., *Japanese Psychological Research*, vol.55, pp.99-117. DOI: 10.1111/jpr.12004
 - *Koshihara, M., Nakamura, S., Mimura, K., Senoo, A., Karino, G., Amemiya, S., Miyaji T., Kunikata, T., & Yamanouchi, H. (2013) Socio-emotional development evaluated by Behaviour Output analysis for Quantitative Emotional State Translation (BOUQUET): Towards early diagnosis of individuals with developmental disorders. *OA Autism*. 1(2):18.

[A02 計画研究] (論文約 33 件, 他発表約 49 件より抜粋)

- Takahashi, K., Ogata, T., Tjandra, H., Murata, S., Arie, H., and Sugano, S. (2014, to appear) Tool-body Assimilation Model based on Body Babbling and a Neuro-dynamical System for Motion Generation, International Conference on Artificial Neural Networks, Hamburg, Germany, September.
- Murata, S., Arie, H., Ogata, T., Tani, J., and Sugano, S. (2014, to appear) Learning and Recognition of Multiple Fluctuating Temporal Patterns Using S-CTRNN, International Conference on Artificial Neural Networks, Hamburg, Germany, September.
- Park, J., Kim, D., and Nagai, Y. (2014, to appear) Developmental dynamics of RNNPB: New insight about infant action development, the 13th International Conference on Simulation of Adaptive Behavior, July.
- Nishide, S., Mochizuki, K., Okuno, H. G., Ogata, T. (2014) Insertion of Pause in Drawing from Babbling for Robot's Developmental Imitation Learning, IEEE International Conference on Robots and Automation, Hong Kong, China, May.
- 田沢奈緒, 綾屋紗月, 熊谷晋一郎, 森田昌彦, 田中文英 (2014) 発達障害者の感覚過敏要因収集のためのスマートフォンアプリケーションの開発, 人工知能学会全国大会論文集, 2E1-2.
- Noda, K., Arie, H., Suga, Y., and Ogata, T. (2014) Multimodal Integration Learning of Robot Behavior using Deep Neural Networks, *Robotics and Autonomous Systems*, 62(6), 721-736, March.
- Murata, S., Arie, H., Ogata, T., Sugano, S., and Tani, J. (2014) Learning to Generate Proactive and Reactive Behavior Using a Dynamic Neural Network Model with Time-Varying Variance Prediction Mechanism, *Advanced Robotics*, Accepted, March.
- Matsuzoe, S., Kuzuoka, H., Tanaka, F. (2014) Progressive development of an autonomous robot for children through parallel comparison of two robots, 2014 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, Bielefeld, Germany, Mar.
- Noda, K., Arie, H., Suga, Y., and Ogata, T. (2013) Multimodal Integration Learning of Object Manipulation Behaviors using Deep Neural Networks, IEEE-RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Tokyo, Japan, November.
- 田中文英 (2013) 子どもとロボットのインタラクションにおけるエージェンシー, *日本ロボット学会誌*, 31(9), 858-859.
- Murata, S., Yamashita, Y., Ogata, T., Arie, T., Tani, J., and Sugano, S., (2013) Altered Prediction of Uncertainty Induced by Network Disequilibrium: A Neuro-Robotics Study", *Computational Psychiatry 2013*, Miami, USA, October.
- Mochizuki, K., Nishide, S., Okuno, H. G., and Ogata, T. (2013) Developmental Human-Robot Imitation Learning of Drawing with a Neuro Dynamical System, IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Manchester, UK, October.
- Burling, J. M., Yoshida, H., and Nagai, Y. (2013) The Significance of Social Input, Early Motion Experiences, and Attentional Selection, The 3rd IEEE International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics, August.
- Horii, T., Nagai, Y., and Asada, M. (2013) Touch and Emotion: Modeling of developmental differentiation of emotion lead by tactile dominance, 3rd IEEE International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics, August.
- Nagai, Y., Qin, S., Fukuyama, H., Myowa-Yamakoshi, M., and Asada, M. (2013) Fine-grained Analysis of Spatiotemporal Contingency in Infant-Caregiver Interaction", *Biennial Meeting of the Society for Research in Child Development*, April.
- 田中文英 (2013) 子どものこころとからだを動かすロボット, *人工知能学会誌*, 28(2), 290-293, March.
- 松添静子, 田中文英 (2013) 教育支援ロボットの賢さの違いが子どもの英単語学習に及ぼす影響, *人工知能学会論文誌*, 28(2), 170-178, January 17.
- 笹本勇輝, 吉川雄一郎, 浅田稔 (2013) 音声模倣と語彙獲得の共発達のための主観的整合機構に基づく対応学習, *日本ロボット学会誌*, 31(1), 71-82, January.
- Nagai, Y., Nakatani, A., Qin, S., Fukuyama, H., Myowa-Yamakoshi, M., and Asada, M. (2012) Co-Development of Information Transfer within and between Infant and Caregiver", 2nd IEEE International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics, San Diego, USA, November.

[A02 公募研究] (論文約 6 件より抜粋)

- 寺田和憲 (2013) ソーシャルマインドとメカニカルマインド, *日本ロボット学会誌*, 31(9), 18-21, November.
- 西谷正太, 木田哲夫, 高村恒人, 篠原一之 (2013) 特集「家族関係の行動神経基盤」家族「愛」の神経基盤", *分子精神医学*, 13(4), 236-242, October.
- Ito A., Sobue, S., Terada, K. (2013) How humans establish communication in non-zero-sum game environment?, The 22th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, Gyeongju, Korea, August.
- Terada, K., Yamada, S., Ito, A. (2013) An Experimental Investigation of Adaptive Algorithm Understanding, The 35th annual meeting of the cognitive science society, Berlin, Germany, July.

[B01 計画研究] (論文約 41 件, 他発表約 21 件より抜粋)

- Hata, T., Kanenishi, K., Hanaoka, U., Uematsu, R., Marumo, G., Tanaka, H. (2014, in print) HDlive study of fetal development and behavior. *Donald School J Ultrasound Obstet Gynecol*.
- Hanaoka, U., Tanaka, H., Koyano, K., Uematsu, R., Kanenishi, K., Hata, T. (2014) HDlive imaging of the fetal face in fetuses with autosomal trisomics. *J Med Ultrasonics*, online publication, doi:10.1007/s10396-014-0523-2.
- Nakamura, S., Kusaka, T., Koyano, K., Miki, T., Ueno, M., Jinnai, W., Yasuda, S., Nakamura, M., Okada, H., Isobe, K., Itoh, S. (in press) Relationship between early changes in cerebral blood volume and electrocortical activity after hypoxic-ischemic insult in newborn piglets. *Brain Dev*, e-pub ahead of print.
- Kusaka, T., Isobe, K., Yasuda, S., Koyano, K., Nakamura, S., Nakamura, M., Ueno, M., Miki, T., Itoh, S. (2014) Evaluation of cerebral circulation and oxygen metabolism in infants using near-infrared light. *Brain Dev*, 36 (4), 277-283.
- Ohya, T., Morita, K., Yamashita, Y., Egami, C., Ishii, Y., Nagamitsu, S., Matsuishi, T. (2014) Impaired exploratory eye movements in children with Asperger's syndrome, *Brain Dev*, 36, 241-247.
- Matsuoka, M., Nagamitsu, S., Iwasaki, M., Iemura, A., Yamashita, Y., Maeda, M., Kitani, S., Kakuma, T., Uchimura, N., Matsuishi, T. (2014) High incidence of sleep problems in children with developmental disorders: Results of a questionnaire survey in a Japanese elementary school. *Brain Dev*, 36, 35-44.

- Kanemaru, N., Watanabe, H., Kihata, H., Nakano, H., Takaya, R., Nakamura, T., Nakano, J., Taga, G., Konishi, Y. (2013) Specific characteristics of spontaneous movements in preterm infants at term age are associated with developmental delays at age 3 years, *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(8), 713-721.
 - Fuchino, Y., Naoi, N., Shibata, M., Kawai, M., Konishi, Y., Okanoya, K., Myowa-Yamakoshi, M. (2013) Effects of preterm birth on intrinsic fluctuations in neonatal cerebral activity examined using optical imaging, *PLoS One*, 8: e67432.
 - Naoi, N., Fuchino, Y., Shibata, M., Niwa, F., Kawai, M., Konishi, Y., Okanoya, K., Myowa-Yamakoshi, M. (2013) Decreased right temporal activation and increased interhemispheric connectivity in response to speech in preterm infants at term-equivalent age, *Frontiers in Psychology* 4: 00094.
 - Kato, M., Konishi, Y. (2013) Where and how infants look: The development of scan paths and fixations in face perception, *Infant Behavior & Development*, 36: 32-41.
 - Morokuma, S., Fukushima, K., Otera, Y., Yumoto, Y., Tsukimori, Masayuki Ochiai, K., Hara, T., Wake, N., Ultrasound evaluation of fetal brain dysfunction based on behavioral patterns, *Brain Dev* 2013 Jan 8;35(1):61-7.
 - Morokuma, S., Fukushima, K., Kato, K. (2013) Relationship between arousal response in newborn infants before micturition and bed-wetting from 5 to 7 years of age, *Early Hum Dev*, 89(12), 989-991, doi:10.1016/j.earlhumdev.2013.08.020.
 - Otera, Y., Morokuma, S., Fukushima, K., Wake, N., Kato, K. (2013) Correlation between regular mouthing movements and heart rate patterns during non-rapid eye movement periods in normal human fetuses between 32 and 40 weeks of gestation, *Early Hum Dev*, 89(6), 381-386, doi:10.1016/j.earlhumdev.2012.12.007.
 - Matsuda, Y.-T. (2013) Shyness in Early Infancy: Approach-Avoidance Conflicts in Temperament and Hypersensitivity to Eyes during Initial Gazes to Faces, *PLoS One*, 8(6), e65476.
 - Matsuda, Y.-T. (2013) The implicit processing of categorical and dimensional strategies: an fMRI study of facial emotion perception, *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, Article 551.
 - 松田佳尚 (2013) 情動発達と母子関係, *遺伝*, 67(6), 685-690.
 - 三池輝久 (2013) 不登校と睡眠 最新臨床睡眠学 —睡眠障害の基礎と臨床— XIII 特論, *日本臨床*, 71 増刊号 5, 729-735.
 - Kanenishi, K., Hanaoka, U., Noguchi, J., Marumo, G., Hata, T. (2013) 4D ultrasound assessment of fetal facial expression during the latter stages of the second trimester, *Int J Gynecol Obstet*, 121, 257-260.
 - Hata, T., Hanaoka, U., Mashima, M., Ishimura, M., Marumo, G., Kanenishi, K. (2013) Four-dimensional HDlive rendering image of fetal facial expression: A pictorial essay, *J Med Ultrasonics*, 40, 437-441.
 - 船曳康子, 廣瀬公人, 川岸久也, 大下颯, 田村綾菜, 福島美和, 小川詩乃, 伊藤祐康, 吉川左紀子, 村井俊哉 (2013) 発達障害者の特性理解用レーダーチャート (MSPA) の作成、及び信頼性の検討, *児童青年精神医学とその近接領域*, 54, 14-26. [B01 公募研究] (論文約 6 件, 他発表約 3 件より抜粋)
 - Iwata, O., Okamura, H., Saito, H., Saikusa, M., Kanda, H., Eshima, N., Iwata, S., Maeno, Y., and Matsuishi, T. (2013) Diurnal Cortisol Changes in Newborn Infants Suggesting Entrainment of Peripheral Circadian Clock in Utero and at Birth, *J Clin Endocrinol Metab*, 98, E25-32.
 - Iwata S, Iwata O., Matsuishi T. (2013) Sleep patterns of Japanese preschool children and their parents: implications for co-sleeping, *Acta Paediatr*, 102, e257-62, doi: 10.1111/apa.12203.
- [B02 計画研究] (論文約 24 件, 他発表約 8 件より抜粋)
- *Okumura, Y., Kanakogi, Y., Kanda, T., Ishiguro, H., & Itakura, S. (in press) Can infants use robot gaze for object learning? The effect of verbalization. *Interaction Studies*.
 - *Adachi, I. (2014) Spontaneous spatial mapping of learned sequence in Chimpanzees: evidence for a SNARC-like effect, *PLoS ONE*, 9(3).
 - *Kanazawa, H., Kawai, M., Niwa, F., Hasegawa, T., Iwanaga, K., Ohata, K., Tamaki, A., Heike, T. (2014) Subcutaneous fat accumulation in early infancy is more strongly associated with motor development and delay than muscle growth. *Acta Paediatr*, DOI:10.1111/apa.12597
 - 福島宏器, 鹿子木康弘, 明和政子 (2014) 「内なる身体」からみる感情と社会性の発達, 日本発達心理学会第 25 回大会, SS5-1, pp. 22-23, 2014 年 3 月 21 日.
 - 新屋裕太, 丹羽房子, 河井昌彦, 明和政子 (2014) 修正満期の早産児における自発的な泣き声の音響特徴と自律神経活動との関連. 日本発達心理学会第 25 回大会, P3-029, pp.316, 2014 年 3 月 21 日.
 - Imafuku, M., & Myowa-Yamakoshi, M. (2014) Development of social cognition in infancy: Individual differences of gaze behavior to social stimuli, The 9th Inuyama International Comparative Social Cognition Symposium, Nagoya, Japan.
 - *Fukuyama, H. & Myowa-Yamakoshi, M. (2013) Fourteen-month-old infants copy an action style accompanied by social-emotional cues. *Infant Behavior and Development*, 36, 609-617.
 - *Fuchino, Y., Naoi, N., Shibata, M., Kawai, M., Konishi, Y., Okanoya, K., & Myowa-Yamakoshi, M. (2013) Effects of preterm birth on intrinsic fluctuations in neonatal cerebral activity examined using optical imaging. *PLoS One*, 8:6, e67432.
 - *Matsuda, Y., Okanoya, K., & *Myowa-Yamakoshi, M. (2013) Shyness in early infancy: Approach-avoidance conflicts in temperament and hypersensitivity to eyes during initial gazes to faces. *PLoS One*, 8: 6, e65476.
 - *Shibata, M., Kawai, M., Matsukura, T., Heike, T., Okanoya, K., & Myowa-Yamakoshi, M. (2013) Salivary biomarkers are not available for the newborn pain assessment. *Early Human Development*. 89, 503-506.
 - *Naoi, N., Fuchino, Y., Shibata, M., Niwa, F., Kawai, M., Konishi, Y., Okanoya, K., & Myowa-Yamakoshi, M. (2013) Decreased right temporal activation and increased interhemispheric connectivity in response to speech in preterm infants at term-equivalent age. *Frontiers in Psychology*, 4: 94, doi: 10.3389/fpsyg.2013.00094.
 - Shinya, Y., Kawai, M., Niwa, F., Shibata, M., & Myowa-Yamakoshi, M. (2013) Acoustic Analysis of Spontaneous Crying by Preterm and Full-term Infants. 2013 Society for Research in Child Development Biennial Meeting, Washington State Convention Center, Seattle, Washington, U.S. (18th Apr.)

- *Takeshita, R.S., Huffman, M.A., Bercovitch, F.B., Mouri, K., & Shimizu, K. (2013) The influence of age and season on fecal dehydroepiandrosterone-sulfate (DHEAS) concentrations in Japanese macaques (*Macaca fuscata*). *General and Comparative Endocrinology*, 191, 39-43.
- *Fukushima, H., Hirata, S., Matsuda, G., Ueno, A., Fuwa, K., Sugama, K., Kusunoki, K., Hiraki, K., Tomonaga, M., & Hasegawa, T., (2013) Neural representation of face familiarity in an awake chimpanzee. *PeerJ*, 1:e223.
- *Fukushima, H., Goto, Y., Maeda, T., Kato, M., & Umeda, S., (2013) Neural substrates for judgment of self-agency in ambiguous situations, *PLoS ONE*, 8(8), e72267.
- *Dahl C.D., Rasch M.J., Tomonaga M, & *Adachi, I. (2013) Laterality Effect for Faces in Chimpanzees (Pan troglodytes). *Journal of Neuroscience*, 33(33), 13344-13349.
- *Okumura, Y., Kanakogi, Y., Kanda, T., Ishiguro, H., & Itakura, S. (2013) Infants understand the referential nature of human gaze but not robot gaze. *Journal of Experimental Child Psychology*, 116(1), 86-95.
- *Okumura, Y., Kanakogi, Y., Kanda, T., Ishiguro, H., & Itakura, S. (2013) The power of human gaze on infant learning. *Cognition*, 128(2), 127-133.
- *Kanakogi, Y., Okumura, Y., Inoue, Y., Kitazaki, M., & Itakura, S. (2013) Rudimentary sympathy in preverbal Infants: Preference for others in distress. *PLoS ONE*, 8(6), e65292.

[B02 公募研究]

- *Kleberg, F.I., *Kitajo, K., *Kawasaki, M., & *Yamaguchi, Y. (in press) Ongoing theta oscillations predict encoding of subjective memory type. *Neuroscience Research*.
- *Kawasaki, M., Uno, Y., Mori, J., Kobata, K. & *Kitajo, K. (2014) Transcranial magnetic stimulation-induced global propagation of transient phase resetting associated with directional information flow. *Frontiers in Human Neuroscience*, 173(8), 1-13.
- *Kawasaki, M., Kitajo, K., & Yamaguchi, Y. (2014) Fronto-parietal and fronto-temporal theta phase synchronization for visual and auditory-verbal working memory. *Frontiers in Psychology*, 200(5), 1-7
- *Nakano, T., Higashida, N., & Kitazawa, S. (2013) Facilitation of face recognition through the retino-tectal pathway. *Neuropsychologia*, 51(10), 2043-2049.

[C01 計画研究] (論文約 29 件, 他発表約 19 件より抜粋)

- Ayaya, S., Urano, S., and Kumagaya, S. (2014, to appear) How Diagnostic Categories Influence the Self-Description of Person with a Diagnosis: On the Relation Between Diagnosis of Autism Spectrum Disorder and Self-Identity (1), XVIII ISA World Congress of Sociology, Yokohama, Japan., July 13 - July 19.
- 熊谷晋一郎 (2014) 予期の破たん—心の痛み、体の痛み、アディクション、発達障害をつなぐこころみ, 第 13 回日本トラウマティック・ストレス学会プログラム・予稿集, p.82, May 17 - 18, 2014.
- 浦野 茂 (2013) 発達障害者のアイデンティティ, *社会学評論*, 64(3), 492-509, December 31.
- 中瀬浩一, 太沼直紀 (2013) 聴能マトリクステストを用いた聴覚障害児の聴能評価法の有効性の検討, *Audiology Japan*, 56(6), 763-768, December 28.
- 綾屋紗月 (2013) 他者とつながるために必要だったこと, *児童心理*, 67(18), 54-58, December.
- 住谷昌彦 (2013) 慢性疼痛と中枢性感作 Up-to-date, *Practice of Pain Management*, 4263, November.
- 石原孝二 (2013) 精神病理学から当事者研究へ: 現象学的実践としての当事者研究と<現象学的共同体>, 石原孝二・稲原美苗編『共生のための障害の哲学』UTCP Uehiro Booklet, No.2, 115-137, October.
- 熊谷晋一郎, 綾屋紗月, 武長龍樹, 太沼直紀, 中邑賢龍 (2013) 一般大学生における聴覚過敏の実態とリスク要因, *Audiology Japan*, 56(3), 234-242, September.
- 中村和生, 浦野 茂, 水川喜文 (2013) 「心の理論」と社会的場面の理解可能性: 自閉症スペクトラム児への療育場面のエスノメソドロジーにむけて, *年報社会学論集*, 26, 159-170, September.
- Kumagaya, S. (2013) Theorizing the phenomenological observation by autistic people: Introduction to the new method called Tojisha-Kenkyu, The 3rd Joint IEEE ICDL-EpiRob, Osaka, Japan., August 18 - 22.
- 水川喜文, 中村和生, 浦野 茂 (2013) 社会生活技能訓練におけるカテゴリーと社会秩序: 自閉症スペクトラム児への療育場面のエスノメソドロジー, *保健医療社会学論集*, 24(1), 31-40, July.
- 浦野 茂, 水川喜文, 中村和生 (2013) 社会生活技能訓練における発話の共同産出—広汎性発達障害児への療育場面のエスノメソドロジー, *三重県立看護大学紀要*, 16, 1-10, March.
- 住谷昌彦, 松平 浩 (2013) 中枢機能障害性疼痛, *痛みの診療ベストプラクティス*, 130-131, March.
- Yozu, A., Haga, N., Tojima, M., Zhang, Y., Sumitani, M., Otake, Y. (2013) Vertical peak ground force in human infant crawling, *Gait and Posture*, 37(2), 293-5, February.
- 綾屋紗月 (2012) ノリにノれない, *精神看護*, 15(6), 68-73, November.
- 熊谷晋一郎, 下田直人 (2012) 自傷、身体の痛み、心の痛み—当事者研究の立場から, *精神療法*, 38, 357-363, October.
- 綾屋紗月 (2012) 当事者研究の実践で突きつけられ、修正を迫られるもの, *日本オーラル・ヒストリー研究*, 8(1), 101-107.
- 竹下克志, 原 慶宏, 住谷昌彦 (2012) 神経障害性疼痛, *整形外科*, 63(8), 717-21, August.

[C01 公募研究]

- Kamide, H., Kawabe, K., Shigemi, S., Arai, T. (2014, in print) Relationship between Familiarity and Humanness of Robots -Quantification of Psychological Impressions Toward Humanoid Robots-, *Advanced Robotics*, 28(12), June.

[X00 計画研究 (総括班)] (総説・解説論文約 53 件から抜粋)

- Kumagaya, S. (2014, in press) Tojisha-Kenkyu of Autism Spectrum Disorders, *Advanced Robotics*, 29(1), July.
- 明和政子 (2014, 印刷中) 発達とミラーニューロン, *BRAIN and NERVE*, 2014 年 6 月号, 医学書院.

- 明和政子 (2014, 印刷中) 模倣を超えて—ヒトの社会性認知の発達基盤, システム制御情報学会論文誌.
- 國吉康夫(2014) 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, 2014-2, no.198, pp.18-19, 日本神経科学学会, 2014.
- 乾 敏郎 (2013) 身体化による認知と自閉症スペクトラム, 作業療法ジャーナル, 47(9), 984-987, August 15.
- 熊谷晋一郎 (2013) 当事者研究について, 現代思想, 41, 212-215, January.

【主な書籍】 (約 24 件より抜粋)

- Nagai, Y. (in press) Mechanism for Cognitive Development, In *Cognitive Neuroscience Robotics - A: Synthetic Approaches to Human Understanding*, H. Ishiguro, M. Osaka, T. Fujikado, and M. Asada (eds.), Springer.
- Myowa-Yamakoshi, M. (2014, in press) The Origins of Understanding Self and Other, In: Adolphs, R., Matsumoto, K. (Eds.). *The Neurobiology of Primate Social Cognition: Comparative, biological, and translational perspectives*. Springer-Verlag Tokyo.
- 熊谷晋一郎, 大澤真幸, 上野千鶴子, 鷺田清一, 信田さよ子 (2013) ひとりで苦しまないための「痛みの哲学」, 197, 青土社, December.
- 乾 敏郎 (2013) 脳科学からみる子どもの心の育ち—認知発達のルーツをさぐる, ミネルヴァ書房, October 20.
- 小西行郎 (2013) はじまりは赤ちゃんから, 赤ちゃんとママ社
- 熊谷晋一郎 (2013) 痛みからはじめる当事者研究, 当事者研究の研究, 217-270, 医学書院, January.
- 熊谷晋一郎 (2012) 発達障害者の当事者研究, 発達障害白書 (2013 年版), 40-41, 明石書店, September.
- 小西行郎, 遠藤利彦(編・著) (2012) 赤ちゃん学を学ぶ人のために, 世界思想社

【受賞】

- 乾 敏郎 (2014/6/28) 優秀発表賞, 日本認知心理学会.
- 大沼直紀 (2013/12/6) 文部科学大臣表彰 (特別支援教育功労者), 文部科学省.
- 乾 敏郎 (2013/9/10) Beaking journal article(psychology field). "Toward a unified framework for understanding the various symptoms and etiology of autism and Williams syndrome".
- 川崎真弘 (2013) 日本認知科学学会 大会プログラム委員会賞.
- 明和政子 (2013) NPO 法人ニューロクリアティブ研究会, 2013 年度「創造性研究奨励賞」.
- 乾 敏郎 (2013/6/22) 優秀研究賞, 日本神経回路学会.
- 原田達也 (2012/10/31) 1st&2nd places, Large Scale Recognition Challenge 2012 (ILSVRC2012). T. Harada, et al. ECCV2012.
- 國吉康夫 (2012/9/19) 日本ロボット学会フェロー.

[学生の受賞]

- 和家尚希 (2014/3/25) 日本機械学会畠山賞, 卒業論文「幻肢痛の治療に向けた運動意図と知覚の調和を促す VR 訓練システムの開発」.
- 山田康智 (2013/8/31) 平成 25 年度包括脳ネットワーク若手優秀発表賞, 受賞論文「早産児に観察される環境・運動・神経系統の異常による身体表象発達への影響に関する胎児シミュレーション」.
- 山田康智, 國吉康夫(2012/11/09) ICDL2012 Paper of Excellent Award. International Conference on Development and Learning-EpiRob 2012. 受賞論文: "Embodiment guides motor and spinal circuit development in vertebrate embryo and fetus".
- 山田康智 (2012/11/09) ICDL2012 NSF Temporal Dynamics of Learning Center Travel Grant Award. ICDL-EpiRob2012.
- 鷺坂隆志(2012/9/19) 日本ロボット学会研究奨励賞. 論文: 皮膚の変形に追従する高密度触覚センサグローブの開発.
- 山田康智(2012/9/10) Student Travel Bursaries. Postgraduate Conf. on Robotics and Development of Cognition, Switzerland.

【招待講演】 (約 115 件より抜粋)

- Kumagaya, S. (2014), Invited Plenary Talk, "Pain as a loss of collective predictions", The 2nd International Deleuze Studies in Asia Conference, Osaka, Japan., June 6, 2014 - June 8.
- Kuniyoshi, Y. (2013) Invited Plenary Lecture, From Embodied Intelligence To Fetal Development -- A Quest for The Fundamentals of Human-oid Intelligence --, IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation (ICRA), Karlsruhe, Germany, May 8.
- Kuniyoshi, Y. (2013) Invited Keynote Lecture, Simulating Human Fetal Development, The Third Joint IEEE International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics (ICDL-EPIROB2013), August 20.
- 小西行郎: 招待講演, ヒトの始まりとしての胎児を考える, 京都府母性衛生学会, 京都府京都市, 2013 年 7 月 13 日
- Myowa-Yamakoshi, M. (2013) Selected member of US-Japan Connections Symposium for Women Leaders in Science, Technology and Engineering and Mathematics, "Crossing Boundaries with Informatics" from Basic Science to Social Infrastructure, The National Science Foundation (NSF) and the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) (8th-10th July, Cosmos Club, Washington D.C., USA)
- Myowa-Yamakoshi, M. (2012) Invited Plenary Lecture, Emergence of self—Evolutionary foundation and development of self-awareness and the mirror system, 12th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, Dec.1.
- Nagai, Y. (2012) The Importance of Starting Small in Robot Learning: Lessons from Human Intelligence, The 15th International Conference on Artificial Intelligence: Methodology, Systems, Varna, Bulgaria, September.

【Web ページ】

- 領域公式 Web ページ <http://devsci.isi.imi.i.u-tokyo.ac.jp/>
- 当事者研究ネットワーク <http://toukennet.jp/>

【主催シンポジウム等】

- 2014/10/18-19: 大会委員長：國吉康夫，第3回発達神経科学学会，東京大学。
- 2014/6/22: 企画：新学術領域研究「構成論的発達科学」，ラウンドテーブル「胎児期からの発達とその障害：振る舞いから探る初期脳発達」，日本赤ちゃん学会第14回学術集会，日本女子大学。
- 2014/3/22: 企画：明和政子・鹿子木康弘，シンポジウム「乳児における感覚情報の知覚と統合の発達」，日本発達心理学会第25回大会，京都大学。
- 2014/3/21: 企画：明和政子，シンポジウム「新たな「発達」の学を目指して」，日本発達心理学会第25回大会，京都大学。
- 2014/3/15: 主催・企画：新学術領域研究「構成論的発達科学」，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」，東京大学駒場キャンパス数理科学研究科棟大講義室。
- 2013/10/6: 慢性疼痛ケアと薬物依存ケアに関する世界的動向，東京大学先端科学技術研究センター4号館大講堂
- 2013/9/22: 企画：新学術領域研究「構成論的発達科学」，シンポジウム「構成論的発達科学による胎児期からの発達原理と発達障害の理解」，第2回日本発達神経科学学会，品川区立総合区民会館。
- 2013/9/4: オーガナイザ：國吉康夫，長井志江，展開セッション「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-」，第31回日本ロボット学会学術講演会，首都大学東京。
- 2013/8/18: Organizers: Yukie Nagai, Yasuo Kuniyoshi, Minoru Asada, Special Session “Constructive Developmental Science: Two Endeavors toward Understanding Human Development”, Third Joint IEEE International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics, Osaka Japan.
- 2013/5/26: 企画者：長井志江，高橋英之，浅田稔，國吉康夫，シンポジウム「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，アクロス福岡。
- 2013/4/19: 浦河特別企画「元当事者研究<べてる式>」，第8回統合失調症学会，浦河町総合文化会館。
- 2013/3/30-31: 第1回「障害の哲学」国際会議：障害学と当事者研究—当事者研究の国際化に向けて，東京大学駒場 I。
- 2013/1/11: 発達障害と痛みに関する研究会&意見交換会，東京大学先端科学技術研究センター。
- 2012/12/15: 関東当事者研究交流集会，東京大学先端科学技術研究センター4号館
- 2012/10/19: 第9回当事者研究全国交流集会 in ふくしま，ホテル華の湯。

【一般向けアウトリーチ】

- 2014/4/26, 5/24: 企画：綾屋紗月，ソーシャル・マジョリティ研究会セミナー「社会的多数派の会話・コミュニケーションのしくみ」，第1,2回，東大先端研3号館南棟1階ENEOSホール。
- 2014/3/23: 企画：明和政子，一般公開シンポジウム「発達心理学の未来—次世代との対話」，日本発達心理学会第25回大会，京都大学百周年記念館大ホール。
- 2014/3/15: 主催・企画：新学術領域研究「構成論的発達科学」，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」，東京大学駒場キャンパス数理科学研究科棟大講義室（再掲）。
- 2013/12/21: 京都大学明和研究室，出展「ヒトの心のはたらきの発達」，京都大学アカデミックディ2013。
- 2013/11/8: 京都大学明和研究室 赤ちゃんラボ，文部科学省スーパーサイエンスハイスクール（SSH）事業への協力。
- 2013/11/3: 綾屋紗月，発達障害当事者研究，TEDxKids@Chiyoda 2013。
- 2013/8/1: 國吉康夫，ロボティクスによる人間知能の発生原理解明，日本学術会議市民公開講演「科学・技術と現代社会」，名古屋（招待講演）。
- 2013/7/10: 企画：熊谷晋一郎，第1回聴覚過敏など聞こえに関わる困りごとについて考える会，東大先端研3号館207号室。
- 2013/6/26: 同，第2回発達障害者にとっての便利な道具とその使い方について考える会，東大先端研4号館2階講堂。
- 2013/6/15: 同，第1回発達障害者にとっての便利な道具とその使い方について考える会，東大先端研4号館2階講堂。

【媒体掲載】

- 2014/4/14-18: 明和政子，心の誕生と進化，ラジオ NIKKEI 第2（5回連続放送）。
- 2014/1/24: 熊谷晋一郎，國吉康夫，記者の目「当事者研究」の可能性，毎日新聞10面。
- 2013/12/18: 明和政子 ヒトの共感力 子育てにも重要，テーブルトーク（朝日新聞夕刊5面）。
- 2013/10/21: 綾屋紗月 熊谷晋一郎，見える障害のあなた 見えない障害の私，日本テレビ。
- 2013/10: 熊谷晋一郎，綾屋紗月，田中文英 生きる物語：「弱さ」の向こう側，毎日新聞。
- 2013/8/3: 明和政子 ヒトらしい共感力を育む，NHK 関西発ラジオ深夜便「明日へのことば」（3/22再放送）。
- 2012/12/15: 國吉康夫，ロボットと意識，コンピューターやロボットに意識が宿る可能性はあるのか？，Newton(ニュートン)別冊「知能と心の科学 知能とは何か？意識とは何か？」，pp.62-63。
- 2012/4/4: 國吉康夫，知能とは何か？動き・触覚が大きく関係，日刊工業新聞。

9. 今後の研究領域の推進方策（2ページ程度）

今後どのように領域研究を推進していく予定であるか、研究領域の推進方策について記述してください。また、領域研究を推進する上での問題点がある場合は、その問題点と今後の対応策についても記述してください。また、目標達成に向け、不足していると考えているスキルを有する研究者の公募班での重点的な補充や国内外の研究者との連携による組織の強化についても記述してください。

研究期間後半では当初計画通り、領域内の各研究をさらに緊密に統合し発展させ、胎児期の身体性から幼児期の社会性に至る連続的発達理解、発達障害の新たな理解、包括的診断法と支援法・支援技術の構築を達成する（図1）。これに基づき、構成論的発達科学の先鋭化と分野確立、国内外への積極的な成果発信、研究領域の拡充と領域外を含むコミュニティ形成、分野の次世代を担う若手のさらなる育成、に注力する。

1. 領域研究の統合、発展方針

これまでの領域内共同研究の一つの中核的成果である領域共通の発達脳理論（図2）を軸に、領域代表と総括班が引き続き強いリーダーシップを発揮し、領域研究活動の焦点化と統合をさらに進め、胎児期の身体性認知から幼児期の社会的認知に至る連続発達の構成論的理解とそれに基づく新たな発達障害理解を確立する。さらにこれに基づく当事者研究方法論や当事者コミュニティ形成、臨床医学での新たな診断、支援といった実践の場を統合した大きな枠組みでの構成論研究に発展させていく。

2. 構成論的発達科学の先鋭化と分野確立

各班研究、および融合研究の科学的価値を総括班会議や領域内研究会等で厳しく精査・洗練し、トップジャーナル論文に結実させていく。これを通して、領域全体が協力して、構成論の科学的方法論としての妥当性と価値を確立する。また、生み出された知見や技術について、臨床や当事者の下での実践を通して評価・改善を繰り返し、有効性を確立する。この方針に沿って公募研究の活用（後述）も組織的に拡充、推進し、これらを含めた具体的内容構成により構成論的発達科学の分野を確立していく。

これらを推進するために、年6回以上の頻度で総括班会議を開催し徹底議論を重ね、領域全体も年1～2回のペースで開催し、ポスター発表会も含め、領域内の密な研究議論の場を設ける。従来通り、これらの会合には領域の評価助言委員および担当学術調査官を常に招待し、忌憚ない御意見を頂戴し領域運営の改善に役立てていく。また、従来、自発的に試みられてきた、テーマごとに領域内の複数の班にまたがって開催する合同研究会を、より組織的かつ定期的実施していく。これらと同時あるいは独立に、領域内研究者や国内外の第一人者によるチュートリアルを計画的に開催し、共通理解の確立、促進、維持を図る。

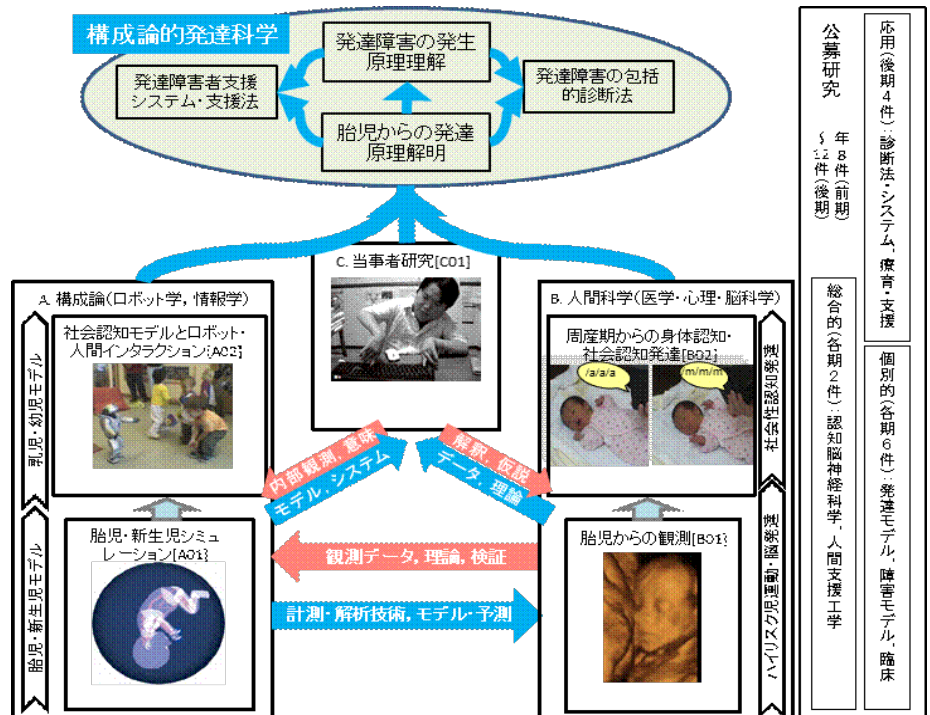


図1 領域計画図

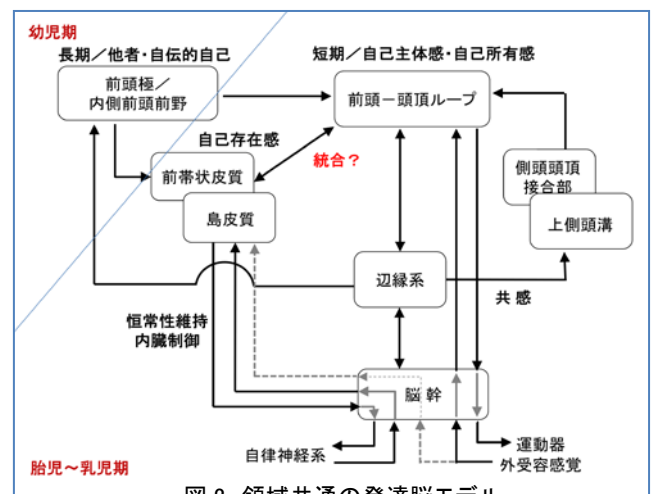


図2 領域共通の発達脳モデル

3. 国内外への積極的な成果発信

個別の論文発表は当然として、上述の領域共通の脳発達理論等の共著論文や、学術誌特集号企画、書籍刊行、学会等での特別セッション企画、等により、本領域独自の学術的成果を国内外に積極的に発信していく。本領域が打ち立てつつある構成論的発達科学は、国際的にみてもユニークであり、しっかりした成果が固まる計画後半に積極的に成果発信と学術活動を展開し、国際的な地位の確立を図る。

本領域が協力して発足した発達神経科学学会や新胎児学研究会、あるいは多くのメンバーが理事等を務める日本赤ちゃん学会とも密に連携し、学術集会共催や特別セッション企画等を従来に引き続き行っていく。一般向けには、公開シンポジウムやマスメディアを通じた成果発信を従来に引き続き推進し、発達障害当事者やその関係者や療育者向けには、当事者研究会や講習会等により本領域の知見や技術を還元していく。

4. 研究領域の拡充(公募研究の活用等)と領域外を含むコミュニティ形成

第2期の公募研究は、予定通り第1期当初計画数に比べ4件程度増やして12件程度に拡充し、これまでの成果を踏まえた先鋭化と出口方向の展開強化を図る。特に、出口方向(応用)を担う、診断法や診断システム、療育・支援の方法や技術、に関する研究を新たに公募する。この分野は当初計画では4件程度としていたが、計画研究の予定以上の進展を踏まえて、6件程度とする(他テーマを調整して予算内に収める)。これを活用して、これまでの研究で社会的認知発達過程との関連が明らかになり必要性が高まってきた、発達障害者や新生児・乳幼児に対する生理・運動系の定期的計測・評価を、対象者に負担をかけずに行うための装置等の開発研究を促し、領域内で活用していく。また、療育・支援の方法や技術に関しては、臨床現場での発達支援、療育を行う専門家、特に作業療法士等からの提案を積極的に促し、本領域の科学的成果を実践に活かす試みを推進する。平成26年に開催した公開シンポジウムでも作業療法士が多数参加され強い関心を集めており、この試みは順調に進展することが期待される。

これに加え、構成論的発達科学の先鋭化に向け領域の柱となる計画研究を補強するため、認知脳神経科学と人間支援工学に関する総合的研究を2件程度募集する。また、領域拡充のため、発達モデル、障害モデル、臨床研究に関する研究を4件程度募集する。これは当初6件程度計画したが、前述の理由で、2件を上記応用分野に充てる。

これらの公募のための説明会を含め、構成論的発達科学に関係する複数分野の研究者や臨床家に向けて、シンポジウムや講習会、学会企画等を通じて働きかけ、領域メンバ以外の方々を含む研究・実践コミュニティの形成を図る。これを母体として、本研究計画終了後の分野の発展を期する。

5. 分野の次世代を担う若手のさらなる育成

本領域では、既に若手研究者らが自発的に研究室の壁を越え、分野の壁を越えて交流し、共同研究を実施し、学会等でのセッション企画を実現するなど、活発に学術活動を開始している。総括班ではこれらの活動をさらに促進し、支援するため、予算面や組織運営面での支援を継続・拡充する。従来に引き続き、領域内協力に資するような、異分野の学会に参加し勉強するための旅費・参加費支援(このケースは通常の研究費では支出しにくい)も行う。また、高校生向けの講演会等の教育活動にも引き続き取り組んでいく。

6. 領域推進に関する自己評価・外部評価とそれに基づく改善

年6回以上開催する総括班会議では、各計画班代表以外に領域関連の各分野の第一人者である連携研究者が議論に参加し、常時、領域内の研究の進展や推進の方向性について把握し、吟味し、国際的な研究動向等を踏まえて評価を行い、改善について話し合う。また、これら総括班会議はじめ、領域全体会議および公開シンポジウム等には、前述の通り毎回、領域の評価助言委員と担当学術調査官を招待し、研究の進展や領域の運営について具体的に把握していただき、忌憚ない御意見を頂き、領域運営の改善に役立てていく。