

平成 29 年 6 月 21 日現在

機関番号：14301

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：24119005

研究課題名（和文）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

研究課題名（英文）Body awareness and social cognitive development from the fetal period

研究代表者

明和 政子（Myowa, Masako）

京都大学・教育学研究科・教授

研究者番号：00372839

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 124,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、ヒトの社会的認知機能の獲得過程を周産期からの発達の連続性を重視して解明することであった。（1）周産期からの身体・環境の相互作用により、外界刺激感覚（外受容感覚）および身体内部感覚（内受容感覚）がいかに分化・統合されるのか、（2）これら身体感覚は社会的認知の創発・発達とどう関連するのか、（3）社会的認知の定型・非定型とどう関連するのか、という問題解明に取り組んできた。さらに、最終的には「社会的認知発達に関する脳機能モデル」の構築を目指した。このように生後初期から連続的に社会的認知の創発・発達の科学的解明を目指した研究は世界でも例がなく、きわめて斬新、独創的な研究が実現できた。

研究成果の概要（英文）：Although humans are born in a relatively premature state, human newborns do possess an elaborate capacity to process information about both the external world and their own bodies. Our research team (B02) has extended our knowledge about infancy by showing that there is a clear continuity in human sensorimotor development from prenatal to postnatal life. For example, we investigated cerebral responses in full-term neonates and preterm infants at a term-equivalent age, and found that preterm infants follow different developmental trajectories from those born at full term.

We took charge of leading a constructive developmental science research project. This five-year interdisciplinary research project integrates robotics, medicine, psychology, neuroscience, and Tohjisha-kenkyu (person-centered, peer-supported research). Our aim was to foster a new understanding of human development and its disorders, comprehensive diagnostic methodologies, and truly appropriate assistive technologies.

研究分野：Developmental Science

キーワード：Body awareness Social cognition Perinatal period Preterm infants Cognitive development Human development

### 1. 研究開始当初の背景

ヒトの認知機能の創発・発達には、遺伝子、脳神経系の変化に加え、他個体（親）との社会的、心的関係、社会、文化的背景の影響までもが折り重なる動的、相互作用の過程であり、ヒトの認知発達ほど環境要因の影響を解明することが難しいテーマはない。認知発達の定型・非定型、とくに発達障害の機序を明らかにするには、遺伝子レベルの要素還元論的アプローチに加え、全体的、システム論的観点からの研究が不可欠である。

近年、心の働きの解明に関わる学問分野は相互作用論的、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。たとえば乳幼児という脆弱な者を対象とする場合、操作的な実験は技術的にも倫理的にも極めて限定的であり、振舞いに関する因果関係を解明することは困難であった。さらに、要素間、相互作用間の結合は複雑で、かつそれらを基盤とする全体の振舞いは、要素の振舞いの総和とはならない「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新たな構成論的方法の提案が必要となっていた。

### 2. 研究の目的

従来、発達障害は先天的、遺伝子レベルに起因する脳機能障害とみなされてきた。一般に、発達障害の診断がつくのは早くても3歳、高機能広汎性発達障害では診断時期がさらに遅くなる。しかし、最近の海外での長期コホート研究は、周産期（胎児～新生児期）の異質な環境経験（早期産、妊娠中の母胎内環境）が発達障害を引き起こす高リスク要因である可能性を示しつつある（Hallymayer et al., 2011, Lindstrom et al., 2011）。周産期からの環境との相互作用が、後の認知機能の創発・発達に影響する可能性はきわめて高い。

本計画研究班（B02）は、本領域の全体目標である発達原理の解明の中でも、とくに発達障害に特異的とされる「社会的認知（Social cognition）」に焦点をあてる。生後直後から身体・環境の相互作用が、社会的認知発達とその定型・非定型にどう影響するのかを実証的に明らかにすることを目的とした（図1）。

B02の特徴は、ヒトの社会的認知の発達過程を、周産期からの連続性を重視して解明する点にあった。ここでは、従来からの自閉症の代表的な診断基準のひとつである「社会的認知障害の有無」というトップダウンの見方は脇におく。その上で、(1) 周産期からの身体・環境の相互作用を通じて、「身体感覚」、具体的には外界刺激への感覚（外受容感覚）および身体内部感覚（内受容感覚）がいかに形成されるのか、(2) これら身体感覚の分化・統合により、社会的認知の基盤である



図1 B02の研究の着眼点

「自他分離表象」がどのように獲得されるのか、(3) その過程でみられる定型・非定型は社会的認知の後の発達とどう関連するのかを、ボトムアップ的に実証することを具体的な目的とした（図2）。周産期は、個体を取り巻く物理、社会的環境が劇的に変化する時期である。この時期の身体・環境の相互作用経験が(1)～(3)の過程を経て社会的認知機能の発達に本質的に関わる可能性はきわめて高い。しかし、こうした点を生後初期から連続的に検証した研究は世界でも例がない。こうした独自のアプローチにより、社会的認知機能の創発・発達にいたる過程を明らかにし、社会的認知の定型・非定型がなぜ起こるのかを包括的に解釈、理解しうる理論を、実証的検証を積み重ねることにより提案することを最終目的とした。



図2 社会的認知の創発・発達仮説

### 3. 研究の方法

B02では、自己身体内・外受容感覚の組み合わせからなる身体感覚が、周産期からの身体・環境経験の相互作用を通じてその後の社会的認知発達に与える影響を、生後3年間にわたり検証してきた。具体的には、以下の主たる2課題に取り組んできた。

#### 【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発達

身体感覚が環境経験によっていかに発達するかを、周産期の生理・行動指標により検証した。周産期からの環境経験を変数として記述するため、満期産児だけでなく早期産児との比較を行った。本来母胎内で経験すべき時期に異質な環境で早くから育ち始める環境経験が、身体感覚の発達にどのように影響するかを比較検証した。さらに、彼らの生後3年間の社会的認知発達を、生理・行動指標により多点計測することで、周産期からの身体感覚の個人差と社会的認知予後との関連を追跡調査した。

## 【課題2】「社会的認知発達モデル」の構築

上記生体データの蓄積により、社会的認知発達の定型—非定型を説明しうる仮説を生成し、他計画研究班との協働のもと検証を重ねた。構成論班(A01, A02)へは実証・生体データを提供し、本計画研究が生成する仮説の妥当性検証を行った。身体—環境の相互作用の変動、異質性が、身体感覚さらには社会的認知の獲得にどのような影響をもたらすかについて、B02とは異なるアプローチにより実験、解析を図った。医学・当事者研究班(B01, C01)との連携においては、本計画研究が生成した仮説が、臨床場面でみられる多様な現象をどのように、どの程度説明しうるかを検討した。その集大成として、「社会的認知発達モデル」を構築し、総論としてまとめた。

## 4. 研究成果

### 【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発達

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いう仮説については、それを支持する成果を得ている。

(1) 周産期の脳・自律神経系調整機能：満期産児および神経学的に重篤な問題がなく修正満期に達した早期産児の安静時および聴知覚時の脳活動を近赤外分光法(NIRS)により計測したところ、早期産児は局在的にもネットワーク的にも満期産児とは異なる脳活動を示すことを明らかにした(Naoi et al., 2013, Fuchino et al., 2014)。

また、NICU入院中に出生予定日を迎えた早期産児と、生後数日の満期産新生児の自律神経活動を比較した。乳児の心身にできるだけ負担をかけず、簡便に神経系の評価ができる指標として乳児の自発的な「泣き」に着目した。泣きは、発達初期の神経生理状態を反映する間接的指標とみなされ、きわめて高い泣き声は、生後早期の代謝不全や神経成熟の異質性と関連すると考えられている。早期産児と満期産新生児の空腹時の自発的な泣き声(注射など外的刺激に誘発された泣きではない内因性の泣き)をICレコーダーで収集し、音響解析を行った。泣き声の音響的特徴と、在胎週数や身体サイズ(泣き声計測時の体重・身長・頭囲)、および子宮内発育遅延などのプロフィールとの関連についても検

討した。その結果、以下の3点が明らかとなった。出生予定日より早くに出生した児ほど泣き声の高さ(基本周波数)が高い、泣き声の高さは身体の高さとは関連しない、

子宮内発育遅延の有無と泣き声の高さとの間に関連はみられない(Shinya, et al., 2014)。出生予定日前後まで成長した早期産児は、身体の高さや子宮内発育の遅さによらず高い声で泣くこと、また、予定日より早期に出生した児ほど高い声で泣くことが明らかとなった。さらに、高い声での泣きは、迷走神経の活動低下による声帯の過緊張が関与、つまり副交感神経系の成熟レベルと泣き声の音響的特徴に明確な関連がみられることを明らかにした(図3, Shinya, et al., 2016)。

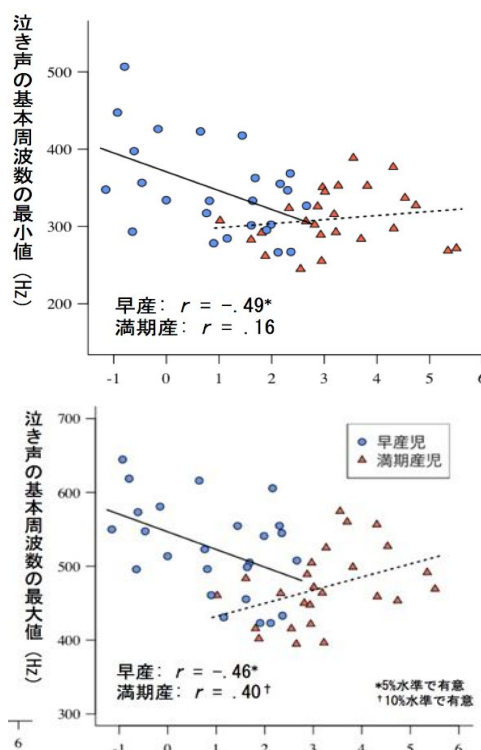


図3 「呼吸性心拍変動(横軸)」および「泣き声の基本周波数(縦軸:最小値(上)・最大値(下))との関連。青プロットは在胎37週未満で出生した早期産児、赤プロットは在胎37週以降に出生した満期産児のデータ。

(2) 周産期の身体感覚と社会的認知発達との関連：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との関係を縦断的に検証した。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ることを明らかにした(Shinya et al., in prep.)。さらに、「京大式デジタル発達評価」と名付けた発達評価の試みを京大附属病院小児科外来にて実施した。自動視線検出装置(アイトラッカー)を用いて、「視聴覚の感覚統合」や、「社会性刺激に対する注意(バイオロジカルモーション、人と幾何学図形に対する選好差、視線追従など)」の機能獲得

を評価するための課題を実施した。検査者との対面場面に限定せず、簡便かつ客観的に子どもたちの認知機能を評価できるシステムを開発することで、人見知りなど影響を最小限に抑えつつ、早期からの発達評価、ケアを目指した。現時点で、生後半年から2年にわたる縦断データの収集・分析を終え、調査はいまも継続中であるが、重要な結果が示されつつある。修正齢12ヶ月に達した早期産児の一部では、人の動作への注意（共同注視・人の運動への選好）が満期産児に比べて弱い。視聴覚統合に関する課題については、早産児と満期産児の発達に明確な差異は認められていない。これらの結果は、周産期の脳神経系の発達が、とくに社会的認知機能の獲得に関連する可能性を示唆する(Imafuku et al., 2016, submitted)

【(3) 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 (B02 H25-26 公募班)】: 皮質下(上丘-視床枕)を経由しないS-cone 刺激を用いて、生後半年間の顔処理に関わる大脳皮質経路の発達を調べた。生後2ヶ月の時点で皮質上で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(Nakano et al., 2014)。

【(4) 内受容感覚の計測手法の開発 (B01, C01 との共同研究)】: 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。心拍を聴覚フィードバック刺激として提示時間を操作(同期・非同期)したときの聴覚脳波反応は、心拍知覚課題の成績と関連することを明らかにした(Fukushima et al., 2013, 福島, 2014)。また、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-非定型性評価の妥当性を検証した(Fukushima et al., submitted)。

以上より、周産期の自律神経系、とくに抑制性機能の発達の重要性が解明できたと同時に、抑制機能の発達が社会的認知予後に関連することが示唆された。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といえる。

## 【課題2】「社会的認知発達モデル」の構築

【(1) 運動模倣ストラテジーの定型-非定型性 (B02 H25-26/H27-28 公募班)】: 他者視点の模倣時に、定型発達は自己から他者視点への視点取得の方法を、発達障害者は視覚表象を自己視点まで回転させる心的操作の方法をとることを明らかにした。さらに、発達障害者は明示的な教示を受けても視点取得法をとることが困難であることを行動反応と脳活動により示した(Kawasaki et al., 2014, 2015)。

【(2) 「社会的認知発達に関する脳機能モデル」の構築】: 他計画班(A01, C01)との協働により、総論としてまとめ上げた(図4, Inui, et al., 2017)。社会的認知発達の定型-非定型については、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このアプローチは、きわめて斬新であり、当該領域において独創的かつ多大なインパクトをもたらした。

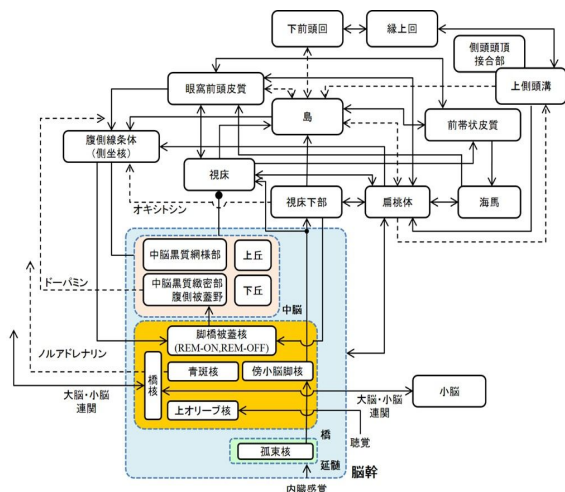


図4 社会的認知の創発・発達に関する脳機能モデル

以上の取り組みを通じて、ヒトの認知機能獲得についての新たな科学的理解と「構成論的発達科学」という新たな学問の創出を試みてきた。その証左は、数々の国際学会シンポジウム等での講演等により示されている。社会への還元、貢献という点では、社会的認知の発達に困難を抱える子どもの早期予見、さらには、発達初期からの身体-環境の相互作用経験の重要性をふまえた発達支援法の提案に貢献してきた。さらに、学術上の新たな知見を一般社会・国民に積極的に発信し、ヒトの育ちについての科学的理解を深める礎を提供することも重要な責務であると位置づけ、研究成果のメディア発信、一般講演等を精力的に行ってきた。次世代育成に向けた活動として、文部科学省「スーパーサイエンスハイスクール」指定校での授業や実習、「高大接続大学高校生フォーラム」等の活動にも積極的に関わってきた。研究代表者は、平成26年度日本発達心理学会第25回大会(会員数4,300人)の大会実行委員長として、高校生に研究活動を発表する機会を学会史上初めて提供した(一般公開特別シンポジウム『発達心理学の未来—一次世代との対話—』)。その成果は、最終的に書籍化にまでいたった(『高校生のための心理学講座—こころの不思議を解き明かそう』誠信書房, 2016)。

## 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 72 件)

以下すべて【**査読有**】のみ

Inui, T., Kumagaya, S., & Myowa, M. (in press, 2017) Neurodevelopmental hypothesis about the etiology of autism spectrum disorders. *Frontiers in Human Neuroscience*.

Nagai, S., Kawai, M., Myowa-Yamakoshi, M., Morimoto, T., Matsukura, T., & Heike, T. (in press, 2017) Gonadotropin levels in urine during early postnatal period in small for gestational age preterm male infants with fetal growth restriction. *Journal of Perinatology*.

Kanakogi, Y., Inoue, Y., Matsuda, G., Butler, D., Hiraki, K., & Myowa-Yamakoshi, M. (2017) Preverbal infants affirm third-party interventions that protect victims from aggressors. *Nature Human Behaviour*, 1, Article number: 0037, doi: 10.1038/s41562-016-0037.

Imafuku, M., Kawai, M., Niwa, F., Shinya, Y., Inagawa, M., & Myowa-Yamakoshi, M. (2017). Preference for dynamic human images and gaze-following abilities in preterm infants at 6 and 12 Months: an eye-tracking study. *Infancy*, 22(2), 223-239. doi:10.1111/infa.1214

Shinya, Y., Kawai, M., Niwa, F., & Myowa-Yamakoshi, M. (2016) Associations between respiratory arrhythmia and fundamental frequency of spontaneous crying in preterm and term infants at term-equivalent age. *Developmental Psychobiology*, 58(6), 724-733. doi.org/10.1002/dev.21412.

Nishimura, Y., Kanakogi, Y., & Myowa-Yamakoshi, M. (2016) Infants' emotional states influence maternal behaviors during holding. *Infant Behavior and Development*, 43, 66-74, 10.1016/j.infbeh.2016.02..003

Myowa-Yamakoshi, M., Yoshida, C., & Hirata, S. (2015) Humans but not chimpanzees vary face-scanning patterns depending on contexts during action observation. *PLoS One*, 10(11): e0139989, doi: 10.1371/journal.pone.0139989.

Mizugaki, S., Maehara, Y., Okanoya, K., & Myowa-Yamakoshi, M. (2015) The Power of an Infant's Smile: Maternal physiological responses to infant emotional expressions. *PLoS One*, 10(6): e0129672, doi: 10.1371/journal.pone.0129672.

Tanaka, Y., Fukushima, H., Okanoya, K., & Myowa-Yamakoshi, M. (2014) Mothers' multimodal information processing is modulated by multimodal interactions with their infants. *Scientific Reports*, 4, 6623, doi:10.1038/srep06623.

Shinya, Y., Kawai, M., Niwa, F., & Myowa-Yamakoshi, M. (2014) Preterm birth is associated with an increased fundamental frequency of spontaneous crying in human infants at term-equivalent age. *Biology Letters*, vol. 10, no. 8, doi: 10.1098/rsbl.2014.0350.

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.

【**学会発表**】(計 123 件)

以下すべて【**国際学会での招待講演**】のみ

Myowa-Yamakoshi, M. (2016) Evolution and Attachment across Primate Groups. Ernst Strüngmann Forum on "Contextualizing Attachment: The Cultural Nature of Attachment" (April 3rd-8th, Frankfurt Institute for Advanced Studies (FIAS), Germany)

Myowa-Yamakoshi, M. (2016) Emergence of self: Development of social cognition from perinatal period. The 5th International Symposium on Primatology and Wildlife Science (March 3-6, Aichi, Japan)

Myowa-Yamakoshi, M. (2016) The Origins of Understanding Self and Other: Developmental and Evolutionary Perspectives. The 2nd International Symposium on Cognitive Neuroscience Robotics (Grand Front Osaka, Osaka, Japan)

Myowa-Yamakoshi, M. (2015) Emergence of self: Development of social cognition from perinatal period. NAIST 2015 Seminar (November 9th, Nara Institute of Science and Technology, Nara, Japan)

Myowa-Yamakoshi, M. (2015) Ontogeny of Human Social Cognition. "Towards an Integrative Approach to the Study of Awareness" ISSA Summer School 2015 (August 3rd-21st, Kobe, Japan)

Myowa-Yamakoshi, M. (2015) Evolutionary Foundation of Human Mind. "Towards an Integrative Approach to the Study of Awareness". ISSA Summer School 2015 (August 3rd-21st, Kobe, Japan)

Myowa-Yamakoshi, M. (2015) Evolutionary foundation and development of social cognition: Towards new systematic understanding of its dysfunction. The 11th Asian Society for Pediatrics Research: Smile for Children in Asia (April, 15-18<sup>th</sup>, Osaka International Convention Center, Japan)

Myowa-Yamakoshi, M. (2015) Emergence of self: Development of social cognition from perinatal period. International Symposium on Pedagogical Machines (28-29th March, The University of Tokyo, Komaba 1 campus)

Myowa-Yamakoshi, M. (2015) Evolution and Attachment across Primate Groups. Ernst Strüngmann Forum on "Contextualizing Attachment: The Cultural Nature of Attachment" Program Advisory Committee (January 5th-7th, Frankfurt Institute for Advanced Studies (FIAS), Germany)

## 【図書】(計30件)

Myowa-Yamakoshi, M., & Butler, D. L. (in press, 2017) Does Context Matter in Primate Attachment? In: Keller, H. and Bard, K.A. (Eds.) *Contextualizing Attachment: The Cultural Nature of Attachment*, Cambridge, MA: MIT Press.

Takeshita, H., Hirata, S., Sakai, T., & Myowa-Yamakoshi, M. (2016) Fetal Behavioral Development and Brain Growth in Chimpanzees versus Humans: A View from Studies with 4D Ultrasonography. In: Reissland, N, Kisilevsky, B.S. (Eds.) *Fetal Development: Research on brain and behavior, environmental influences, and emerging technologies*, Switzerland: Springer International Publishing, pp.67-83.

明和政子・松田佳尚(2016)「不気味の谷」現象はどこからくるのか―「親近性」と「新奇性」の2つの評価軸の葛藤―。佐藤知正(監修)人と協働するロボット革命最前線第3編 ロボットデザインと利用者心理。pp.295-305, 株式会社エヌ・ティー・エス。

明和政子(2016)模倣の進化と発達。子安増生・郷式徹(編)心の理論―第2世代の研究へ。pp.39-54, 新曜社。

明和政子(2014)真似る・真似られる―模倣の発達の・進化的変遷。安西祐一郎・今井むつみ・入來篤史・梅田聡・片山容一・亀田達也・開一夫・山岸俊男(編)「岩波講座 コミュニケーションの認知科学 3 母性と社会性の起源」, 51-82。

明和政子(2012)乳児の認知。高橋恵子・湯川良三・安藤寿康・秋山弘子(編)発達科学入門[2]胎児期～児童期, pp.61-78, 東京大学出版会。

明和政子(2012)岩波ジュニア新書 まねが育むヒトの心。241頁, 岩波書店。

## 【産業財産権(特許権)】(計2件)

認知機能障害の病態診断システム」特許出願番号2016-117755号, 出願年月日2016年6月14日。櫻田武(20%)・平井真洋(20%)・渡辺英寿(20%)・村松 慎一(20%)・井澤 淳(20%), 国内外の別: 国内。

「運動学習の効果促進に最適な注意の向け方を判別する方法」特許出願番号2015-256090号, 出願年月日2015年12月28日。櫻田武(50%)・平井真洋(30%)・渡辺英寿(20%), 国内外の別: 国内。

## 【その他】

明和政子(2017)B02班 研究成果報告書 周産期からの身体感覚と社会的認知発達「平成24-28年度 科学研究費補助金(新学術領域研究)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」

## ホームページ等

<http://myowa.educ.kyoto-u.ac.jp/>  
<http://myowa.educ.kyoto-u.ac.jp/en>

<http://devsci.isi.imi.i.u-tokyo.ac.jp/>  
<http://devsci.isi.imi.i.u-tokyo.ac.jp/?lang=en>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

明和 政子 (MYOWA, Masako)  
京都大学・大学院教育学研究科・教授  
研究者番号: 00372839

### (2) 研究分担者

河井 昌彦 (KAWAI, Masahiko)  
京都大学・医学部小児科・教授  
研究者番号: 00283599

清水 慶子 (SHIMIZU, Keiko)  
岡山理科大学・理学部・教授  
研究者番号: 90135616

福島 宏器 (FUKUSHIMA, Hirokata)  
関西大学・社会学部・准教授  
研究者番号: 50611331

足立 幾磨 (ADACHI, Ikuma)  
京都大学・霊長類研究所・准教授  
研究者番号: 80543214

### (3) 連携研究者

板倉 昭二 (ITAKURA, Shoji)  
京都大学・大学院文学研究科・教授  
研究者番号: 50211735

開 一夫 (HIRAKI, Kazuo)  
東京大学・大学院総合文化研究科・教授  
研究者番号: 30323455

### (4) B02 公募班 研究者

乾 敏郎 (INUI, Toshio)  
追手門学院大学・心理学部・教授  
研究者番号: 30107015

浮田 宗伯 (UKITA, Norimichi)  
豊田工業大学・大学院工学研究科・教授  
研究者番号: 20343270

平井 真洋 (HIRAI, Masahiro)  
自治医科大学・医学部先端医療技術開発センター脳機能研究部門・准教授  
研究者番号: 60422375

中野 珠実 (NAKANO, Tamami)  
大阪大学・大学院生命機能研究科・准教授  
研究者番号: 90589201

宮崎 美智子 (MIYAZAKI, Michiko)  
大妻女子大学・社会情報学部・専任講師  
研究者番号: 90526732

川崎 真弘 (KAWASAKI, Masahiro)  
筑波大学・システム情報系知能機能工学  
域・助教  
研究者番号: 40513370