

課題設定による先導的人文学・社会科学研究推進事業
(領域開発プログラム)

研 究 成 果 報 告 書

「アイデンティティの内的多元性:

哲学と経験科学の協同による実証研究の展開」

研究代表者: 竹 澤 正 哲

(国立大学法人北海道大学・大学院文学研究院・准教授)

研 究 期 間: 平成29年度～令和2年度

1. 研究基本情報

課題名	「認知科学的転回」とアイデンティティの変容
研究テーマ名	アイデンティティの内的多元性: 哲学と経験科学の協同による実証研究の展開
責任機関名	国立大学法人北海道大学
研究代表者(氏名・所属・職)	竹澤正哲・大学院文学研究院・准教授
研究期間	平成29年度 ～ 令和2年度
委託費	平成29年度 2,925,000 円
	平成30年度 3,770,000 円
	令和元年度 3,640,000 円
	令和 2年度 2,827,500 円

2. 研究の目的

我々は「自己」を自分だけが知りうる唯一無二の存在として認識していると同時に、他者も自分と同様に「自己」を持つ存在だと認識している。だが我々は他人の心を直接体験することができないにも関わらず、なぜ我々は「他者も自分と同様の自己を持つ存在である」と知ることができるのだろうか？これは、現代哲学における主要な問題の一つ、「他者問題」である (Husserl, 1931; Merleau-Ponty, 1945)。このような自己、意識、間主観性に関する諸問題は、長いこと哲学における思弁の対象とされ、科学的な研究の対象だとはみなされてこなかった。

だが20世紀末に入ると、神経科学や認知科学の発展に伴い、意識、自己、間主観性について、自然科学的な知見が急速に蓄積され始めた。自己認識や他者の心的状態の理解 (心の理論、メンタライジング) に関わる脳内ネットワークや (Lombardo et al., 2010; Jankowiak-Siuda et al., 2011)、意識と相関する神経活動に関する研究が進化した (Koch et al., 2016)。さらにこうした流れの中から、クオリアのような主観的経験を情報量という概念を通して定式化する試み (Tononi, 2004)、脳という計算システムの機能を自由エネルギー原理で統合的に理解する試み (Friston, 2010) などが生まれてきた。いずれも、単に心的活動と相関する脳部位を特定するのではなく、情報理論や複雑系科学の成果を積極的に応用して、現象学が対象としてきた概念を探索する動きである。

こうした科学サイドの動きに対しては、哲学サイドからも一定の反応が生じた。神経哲学、神経倫理学、実験哲学といった領域が立ち上がり、科学で得られた知見に基づいて、自己や意識、他者に関する哲学の議論を深化させようとする動きが広まっている。だがこれは、科学から哲学に対する一方向的な影響であるように思える。哲学の豊穡な議論が科学に影響を与えるような、逆方向の流れはあまり見られないのが現状である。

本研究の目的は、自己、意識、他者を巡る哲学の豊穡な議論から、実証的に検証可能な仮説を導出することで、哲学と実証科学が真の意味で融合した新たな研究を展開することにある。そして、我々の取り組みが哲学と実証科学が融合した研究のロールモデルとなるよう、研究成果を論文として公刊するのみならず、研究の途中経過を公開シンポジウムという形で公開することを目指した。

3. 研究の概要

現代哲学における主要な問題の一つ、「他者問題」に対して、哲学者である田口は、「自他の重なり合い」、すなわちゼロ人称とでも呼ぶべき、自でも他でもない状態が認識の原初状態となっているのではないかという仮説を提唱している (Taguchi, 2018)。本研究では、この哲学的な思弁に基づいて、実証的に検証可能な理論仮説を導出することで、実証科学者だけでは見出し得ないような新たな研究の展開を試みた。

（研究1 fMRI実験による自他の重なり合い仮説の検証）人間が人称を意識せずに世界を認識している時の脳の空間的活動パターンは、一人称視点で世界を認識している時と、他者視点で世界を認識している時のパターンが混合したような状態であるという作業仮説に立脚してfMRI実験を計画し、マルチボクセルパターン分析（機械学習を応用したデコーディングの手法）によって検証した。

（研究2 DNNを用いた理論的検討）個体が他者を認識して、その心の状態を理解するためには、「自他の重なり合い」が必要であるという作業仮説を立てた。「自他の重なり合い」というモジュールを組み込んだディープニューラルネットワークを構築してシミュレーションを行い、この仮説を立証した。

哲学と実証科学が真の意味で融合した研究の推進を目指して、2018年に公開シンポジウム「自己をめぐる冒険～現象学・ロボティクス・神経科学・精神医学の境界を超えて～」(東京)を開催し、200名を超える参加者に向けて研究の途中経過を公開してきた。さらに2019年7月には本プロジェクトのメンバーを中核として、人間知×脳×AI研究教育センター（Center for Human Nature, Artificial Intelligence and Neuroscience; 略称CHAIN）が、北海道大学・学内共同施設として設立された。哲学と実証科学の融合による新たな研究を展開するという本プロジェクトの目標は、その場所を変えて発展拡大していく。

4. 研究プロジェクトの体制

研究代表者等の別	氏名	所属機関・部局・職名	研究項目
研究代表者	竹澤 正哲	北海道大学・文学院・准教授	研究統括
分担者	田口 茂	北海道大学・文学院・教授	理論概念整理・仮説構築
	太田 紘史	新潟大学・人文学部・准教授	理論概念整理・仮説構築
	小川 健二	北海道大学・文学研究科・准教授	fMRI実験の実施・分析
	飯塚 博幸	北海道大学・情報科学研究院・准教授	DNNシミュレーションの実施・分析
	高橋 泰城	北海道大学・文学院・准教授	理論概念整理・仮説構築

5. 研究成果及びそれがもたらす波及効果

「他者問題」と「自他の重なり合い」仮説

現代哲学における主要な問いの一つである、「他者問題」。これは「自己と他者は異なる存在である」ということを前提としながら、いかにして「自分も他者も、自己を持つ存在である」という自己の普遍性についての認識が成立するのかという謎である。この他者問題について、本プロジェクトメンバーの一人である哲学者の田口は、あるひとつの理論仮説とでも呼ぶべきアイデアを発展させていた。

現代においては、自己とは孤立した「私」だけが知覚できる対象だと考えられている。だが田口は、哲学において「自己は本質的に個体的である」とされるようになったのは20世紀に入ってからであり、それ以前の哲学では、「他者問題」のような問いがほとんど見られないことを指摘する。そして、自己の基本的な様態とは、そのような孤立的な個体ではなく、ゼロ人称とでも呼ばれるべき自他の重なり合った状態であり、現象学者フッサールの「原自我」の理論もそのような方向で解釈できると指摘する (Taguchi, 2006, 2010)。

実は、先反省的で明示的に意識されない「自他の重ね合わせ」という状態 (Taguchi 2019a) が存在する可能性については、模倣や自己意識 (Piaget, Gopnik, Meltzoffなど)、ミラー・ニューロンやシミュレーション説を巡る発達科学や神経科学における議論の中にも垣間見える。たとえば他者の心的状態を推論するための方法として、発達科学ではシミュレーション説 (Simulation-theory) という方略が提唱されている。シミュレー

ション説とは「自分があの人と同じ状況に置かれたならば、どう考えるか」と推論する方略、すなわち視点取得によって自己の心的状態を他者に帰属させて、他者の心的状態を推論するプロセスである。このようなシミュレーションは、脳内ではミラーニューロンのシステムによって実装されているとみなされている

(Gallese & Goldman, 1998)。だがミラーニューロンの発見者であるGallese自身は、ミラーニューロンシステムが行っているのは、「自己を他者の立場に置いてシミュレーションする」という言葉から想像される高次の認知プロセスではなく、自他を弁別しない、自動的かつ先反省的な低次の認知プロセスだと議論している(Gallese, 2003, 2005)。こうした「自他を弁別しない低次の先反省的なプロセス」が先行し、それが自己意識と他者認識の基盤となっているとの考えは、神経科学における他の様々な知見とも整合的である。こうして本プロジェクトは、哲学者である田口の打ち立てた、理論仮説とでも呼ぶべきアイデアを、実証科学の手法によって検証しようとするところからスタートした。

研究① fMRI実験を用いた「自他の重なり合い」仮説の検証

fMRIデコーディングによって脳活動から心的状態を推測する fMRIでは脳を1辺3mm程度の立方体（ボクセル）に分割し、各ボクセルの活動を記録する。そして通常の分析では、数十万個にも及ぶボクセルの一つ一つに対して、「ある刺激を知覚している時に、どのボクセルにおいて統計的に有意な活動が見られるか」を検討していく。だが人間の脳は数百億個もの神経細胞から構築されたネットワークであるため、通常の分析では限定的な情報しか分析できない。これに対して、脳活動の全体的なパターンそのものを、機械学習の手法によって解析するために開発されたのが、マルチボクセルパターン分析（MVPA）である。通称fMRIデコーディングと呼ばれる分析手法である。

fMRIデコーディングの最大の特徴は、fMRIで得られた脳活動データから、「今、脳はどんな心的処理をしているのか（e.g., 何を見ているのか、何を考えているのか）」を判別できることにある。そのために、脳部位の全体的な活動パターンを高次元の特徴空間にマッピングし、ある処理を行っている時の活動パターンを弁別するような識別器（デコーダー）を、機械学習の手法によって訓練する。この訓練された識別器を利用すれば、fMRIで取得された脳活動データから、「今、脳がどのような心的処理を行っているか」を正確に予測することが可能となるのである。

視点取得における「自他の重なり合い」実験の立案 田口の「自他の重なり合い」仮説は、「自己・他者」という表象や認識の基盤には、いずれの視点も取らないゼロ人称的な、自他が重なり合った状態があるというものである。我々は、日常的に人間が世界を視覚的に経験している際にも、この状態が生じているのではないかと考え、fMRI実験を計画した。

まず参加者に日常的に対象を観察する様子を模した動画を提示し、何も考えず安心して視聴してもらいながらfMRIで脳活動を測定した。続いて「自己の視点」あるいは「他者の視点」を意識してから同様の動画を視聴する条件を設け、その際の脳活動を測定した。「自己視点」あるいは「他者視点」という特定の視点を意識して世界を知覚している時には、脳はそれぞれに対応した異なる活動パターンを示していると考えられる。一方、「自他の重なり合い」仮説によれば、特定の視点を意識せずに世界を経験している時は、「自己視点」あるいは「他者視点」のいずれにも分離されていない状態にあると考えられる。我々は、そのような状態における脳は、「自己視点の時の脳状態」と「他者視点の時の脳状態」の2つが混在しているような状態にあるのではないかという作業仮説を構築した。

この作業仮説を検証するために、まず「自己視点」と「他者視点」条件において測定された脳活動に基づいて、「自己視点から世界を認識している時の脳活動」と「他者視点から世界を認識している」ことを分類する識別機を訓練した。そして「特定の視点を持たない（放心）」条件で観察された脳活動が、いずれの識別機によって分類されるかを検討した。具体的には、「特定の視点を持たない」条件のデータが、「自己視点」と「他者視点」のいずれに分類されるかの確率を求め、そのエントロピーを求めた。エントロピーが高いことは、「いずれの視点にも分類されうる」ことを意味する。実験の結果、概ね本研究の仮説を支持する結果が得られている。だが上述の結果は識別機の精度の低さから生じる可能性もあるため、更に検討を重ねている。

研究② ディープニューラルネットワークを用いた「自他の重なり合い」仮説の検証

ディープニューラルネットワーク(DNN)による仮説検証 脳は無数の神経細胞からなる巨大なネットワークである。ディープニューラルネットワーク（深層学習とも呼ばれる）とは、こうした脳を模したモデルであり、様々な心的活動をシミュレートするために利用されている。広く知られているように、ディープニューラルネットワークによって、人間と同様の視覚認識や音声認識、さらに文章生成といった、低次から高次に至る様々な認知活動を再現できるようになった。

ディープニューラルネットワークは人工知能の一種である。人工知能を利用することで、「ある知的活動が生じるためには、いかなる仕組みが必要なのか」を理論的に演繹することが可能となる。もちろん、たとえ人間と同様の知的活動を示したとしても、人工知能が人間の脳とは全く異なる仕組みによって結果を出している可能性は否定できない。だが人工知能を用いた研究は、人間の脳や認知を理解する上で、貴重な情報を提供してくれるツールとなりうる。本プロジェクトでは、ディープニューラルネットワークを用いて、「他者の心を推測し、理解するためには、自他の重なり合いが必要である」という仮説の検証を試みた。

分担者である飯塚は、ディープニューラルネットワークの一種である階層型の再帰的ニューラルネットワーク（RNN）を利用した研究を展開する中で、自らの視覚経験と運動経験に基づいて認知地図を獲得するロボットを作成していた（Noguchi, Iizuka & Yamamoto, 2017）。本プロジェクトでは、ここに別のロボットを配置した。「自己」ロボットと「他者」ロボットと呼ぶことにしよう。もし「自己」ロボットが心の理論を持ち、「他者」ロボットの心の状態を推測できるならば、「自己」ロボットは「他者ロボットが見ているはずの光景」を正確に予測できるようになるはずである。こうした「視覚的な視点取得」が可能となるためには、ロボットが持つRNNの中に「自他の重ね合わせ」というモジュールが組み込まれている必要があることを、示した（Noguchi, Iizuka, Taguchi & Yamamoto, 2019, in prep）。

本研究がもたらす波及効果

本プロジェクトは現代哲学における主要な問いの一つ、「他者問題」に関する哲学的な考察から出発し、2つのラインの実証研究を展開してきた。いずれの研究においても、実証科学者だけでは立案できなかった作業仮説・実験計画の立案に成功し、実際に研究を遂行できた。これは哲学における豊穡な議論が、実証科学における新たな研究を生み出すことに貢献しうることを雄弁に物語っている。

哲学と実証科学の相互交流は、決して珍しいものではない。たとえば実験哲学（experimental philosophy）という分野では、哲学における議論に新たな光を投げかけるために哲学者自身が心理学実験を行っている。だが我々が目指したのは、逆方向の交流である。すなわち、哲学において展開されてきた議論を実証科学者が学ぶことで、哲学者と共に実証可能な作業仮説を構築し、そして実証研究を展開することであった。その過程において我々が実践したのは、単なる分業ではない共働だった。すなわち、哲学者と実証科学者が同じテーブルに座って、何ヶ月も議論を行い、作業仮説の構築、実験刺激の作成、実験デザインの立案をおこなうプロセスである。実証研究には、手法や測度による制約が必ずつきまとう。そのため、どれほど魅力的な実験に見えても、実現不可能であることも多い。もし我々が単なる分業によってプロジェクトを実行していたならば、ここまで紹介した研究を完遂することはできなかっただろう。

本プロジェクトでは、哲学と実証科学が真に融合した研究のロールモデルの提案を目指して、研究の途中経過を広く公開するため、2019年2月に公開シンポジウム「自己をめぐる冒険～現象学・ロボティクス・神経科学・精神医学の境界を超えて～」を東京大学において開催した。2日間に渡るシンポジウムには200名を超える参加者が集まり、我々が目指す新たな人文学と実証科学の方向性に対して、また我々が実施した研究に対して大きな関心が寄せられていることが明らかとなった。

6. 今後の展開

本プロジェクトに対する評価を端的に表す言葉として、公開シンポジウムで、スピーカーの一人から頂い

た次のコメントが挙げられるだろう：「多くの場合、こうしたプロジェクトは、上層部から命じられてグラントの獲得自体が目的となっており、メンバーが研究そのものにあまり乗り気でないことが多い。だがこのプロジェクトは全く違う。誰かにやらされている訳ではなく、本当に自分たちがやりたくて研究していることがひしひしと伝わってくる」、と。

「哲学と実証科学が真の意味で融合した研究の展開」という、我々が目指した目標は、北海道大学における新たな研究教育拠点の構築へと繋がった。2019年7月。本プロジェクトのメンバーを中核として、人間知×脳×AI研究教育センター（Center for Human Nature, Artificial Intelligence and Neuroscience; 略称CHAIN）が、北海道大学の新たな学内研究施設として発足した。CHAINでは新たに哲学者、理論神経科学者、神経生理学者が特任教員として雇用され、さらに2020年4月から人文学と実証科学が融合した、大学院レベルの教育プログラムがスタートし、既に20名を超える北海道大学に所属する大学院生が参画している。

2019年11月には、本プロジェクトとCHAINの主催により、国際シンポジウム「<意識の科学の冒険> 哲学・脳科学・AI・ロボット研究のクロスオーバー」が北海道大学札幌キャンパスにおいて、開催された。意識について、哲学と実証科学の境界領域で活躍する研究者を国内外から招聘したシンポジウムには、札幌での開催にも関わらず200名を超える参加者が集まった。このように、本プロジェクトが目指した目標は大きな注目を集めており、既存学問の境界を超えて、発展していくことが展望されている。

- ・本プロジェクト全体のページ

<https://lalalarakko.github.io/SuperimposedSelves/>

- ・公開シンポジウムのページ

<https://lalalarakko.github.io/SuperimposedSelves/SympTokyo2019.html>

- ・国際シンポジウムのページ

<https://www.chain.hokudai.ac.jp/events/123/>

- ・CHAIN(北海道大学人間知×脳×AI研究教育センター)のページ

<https://www.chain.hokudai.ac.jp>

【研究成果の発表状況等】

（１）論文

1. Cai, C., Ogawa, K., Kochiyama, T., Tanaka, H. & Imamizu, H. (2018) Temporal recalibration of motor and visual potentials in lag adaptation in voluntary movement, *Neuroimage*, 172, 654–662.
2. Krockow, E. M., Takezawa, M., Pulford, B. D., Colman, A. M., Smithers, S., Kita, T., & Nakawake, Y. (2018). Commitment-enhancing tools in Centipede games: Evidencing European–Japanese differences in trust and cooperation. *Judgment and Decision Making*, 13, 61–72.
3. 太田紘史. (2017). 意識をめぐる物理主義と反物理主義のバトルライン. *現代思想*, 45, 133–153.
4. 田口茂. (2017). 田辺元一媒介の哲学 第五章「死の哲学」とリアリティの核心. *思想*, 1123, 96–120.
5. 竹澤正哲 (2019). 社会規範の維持と変化を説明する：進化社会科学における未解決の問い *人工知能学会誌*, 34(2), 168–175.
6. 竹澤正哲 (2019). 集団間葛藤と利他性の進化 *生物科学*, 70(3), 178–185.
7. 竹澤正哲 (2018). 心理学におけるモデリングの必要性 *心理学評論*, 61(1), 42–54.
8. 吉田正俊・田口茂 (2018). 自由エネルギー原理と視覚的意識 *日本神経回路学会誌*, 25, 53–70.
9. Shibata H. & Ogawa K. (2018). Dorsal premotor cortex is related to recognition of verbal and visual descriptions of actions in the first-person perspective, *Neuroscience Letters*, 687, 71–76.

10. Torrecillas, M. J. M., Takahashi, T., Roales-Nieto, J. G., Rambaud, S. C., et al. (2018). Impatience and Inconsistency in Intertemporal Choice: An Experimental Analysis. *Journal of Behavioral Finance*, 19, 190-198.
11. 太田紘史 (2018). 物理主義を論駁することの難しさについて *現代思想* 46 267-277.
12. Noguchi, W., Iizuka, H., Yamamoto, M. (2019). Modeling place and head-direction cells self-organized in different environments using recurrent neural networks. *Proceedings of the Twenty-Fourth International Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB2019)*, 67-72.
13. Shibuya, N., Iizuka, H., & Yamamoto, M. (2019). Group Decision Making through Behavioral Interaction in Robot Swarm. *2019 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2019)*, 764-769.
14. Takada, K., Iizuka, H., Maji, S., & Yamamoto, M. (2019). Mutual learning between human and machine to develop a human-machine interface to operate multi-DOF robots. *Proceedings of the Twenty-Fourth International Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB2019)*, 397-403.
15. Yamazaki, S., Iizuka, H., & Yamamoto, M. (2018). Emergence of Chaotic Time Series by Adversarial Imitation Learning. *Proceedings of the 2018 Conference on Artificial Life*, 659-664.
16. Iizuka, H., Namamoto, Y., & Yamamoto, M. (2018). Learning of Individual Sensorimotor Mapping to Form Swarm Behavior from Real Fish Data. *Proceedings of the 2018 Conference on Artificial Life*, 179-185.
17. Noguchi, W., Iizuka, H., & Yamamoto, M. (2018). Effect of behavioral complexity on development of spatial recognition. *Proceedings of the 2018 Conference on Artificial Life*, 147-154.
18. Horiuchi, H., Iizuka, H., & Yamamoto, M. (2018). Differentiation of communication signals to establish cooperation using Deep Q-Network. *Proceedings of the 22nd Asia Pacific Symposium on Intelligent and Evolutionary Systems (IES 2018)*, 156-162.
19. Hirata, K., Iizuka, H., & Yamamoto, M. (2018). Deep Reinforcement Learning Method Enabling Stable Learning in Multi-Agent Environment. *Proceedings of the 22nd Asia Pacific Symposium on Intelligent and Evolutionary Systems (IES 2018)*, 163-168.
20. Nagata, H., Walke, S., Yokoyama, S., Yamashita, T., Iizuka, H., Yamamoto, M., Suzuki, K., & Kawamura, H. (2018). Development of entertainment balloon robot system for an indoor event venue. *Artificial Life and Robotics* 23(2), 192-199.
21. Shibuya, N., Iizuka, H., & Yamamoto, M. (2018). Evolution of communication through differentiation of communicative and goal-directed behaviors. *Artificial Life and Robotics* 23(2), 225-240.
22. (○) Taguchi, S. (2019a). Extreme obviousness and the "zero-person" perspective: Why is the problem of the "primal I" fundamental for transcendental phenomenology? *Metodo: International Studies in Phenomenology and Philosophy* 51.3, 15 - 37.
23. 田口茂 (2019). ベイズ理論から帰結する現実観の変容-浅井論文へのコメント. *心理学評論*, 62, 16 - 24.
24. (○) Noguchi, W., Iizuka, H., Taguchi, S., & Yamamoto, M. (2019). Spatial Representation of Self and Other by Superposition Neural Network Model. *Proceedings of the Artificial Life Conference 2019*, 531 - 532.
25. Froese, T., & Taguchi, S. (2019). The Problem of Meaning in AI and Robotics: Still with Us after All These Years. *Philosophies*, 4, 1 - 14.
26. Hu, Z., Yang, H., Yang, Y., Nishida, S., Madden-Lombardi, C., Ventre-Dominey, J., Dominey, P. F., Ogawa, K. (2019). Common Neural System for Sentence and Picture Comprehension Across Languages: A Chinese-Japanese Bilingual Study. *Frontiers in human neuroscience*, 13, 380.
27. Ohata, R., Asai, T., Kadota, H., Shigemasu, H., Ogawa, K., & Imamizu, H. (2020). Sense of Agency Beyond Sensorimotor Process: Decoding Self-Other Action Attribution in the Human Brain. *Cerebral cortex*, 30, 4076-4091.
28. Iwabuchi, T., Ohba, M., Ogawa, K., & Inui, T. (2020). Incongruence of grammatical subjects activates brain regions involved in perspective taking in a sentence-sentence verification task. *Journal of Neurolinguistics*, 55,

100893.

29. Ogawa, K, Mitsui, K, Imai, F, & Nishida, S. (2019). Long-term training-dependent representation of individual finger movements in the primary motor cortex. *NeuroImage*, 202, 116051.
30. Yamazaki, S., Iizuka, H., & Yamamoto, M. (2020). Complexity of bird song caused by adversarial imitation learning. *Artificial Life and Robotics*, 25, 124 - 132.
31. Noguchi, W., Iizuka, H., & Yamamoto, M. (2019). Navigation behavior based on self-organized spatial representation in hierarchical recurrent neural network. *Advanced Robotics*, 33, 539 - 549.
32. 太田紘史 (2019). 物理主義者であるとはどのようなことか：鈴木貴之『ぼくらが原子の集まりなら、なぜ痛みや悲しみを感じるのだろうか』を評して。 *科学哲学*, 52, 143-162.
33. Watanabe, T., Ota, K., & Karasawa, K. (2019). How do Japanese conceptualize free will? A case study of the free description method. *Journal of Human Environmental Studies*, 17, 79-84.
34. 田口茂・西郷甲矢人 (2020). 圏論による現象学の深化 — 射の一元論・モナドロジー・自己. *現代思想*, 48, 202 - 214.
35. Haruki, Y., & Ogawa, K. (2021). Role of anatomical insular subdivisions in interoception: interoceptive attention and accuracy have dissociable substrates. *The European journal of neuroscience*.
36. Yang, H. Hu, Z., Imai, F., Yang, F., & Ogawa, K. (2021). Effects of neurofeedback on the activities of motor-related areas by using motor execution and imagery. *Neuroscience letters*, 746, 135653 - 135653.
37. Ohata, R., Asai, T., Kadota, H., Shigemasu, H., Ogawa, K., & Imamizu, H. (2020). Sense of Agency Beyond Sensorimotor Process: Decoding Self-Other Action Attribution in the Human Brain. *Cerebral cortex*, 30, 4076 - 4091.
38. Ota, K. (2020). Neuroscientific threat to free will as non-veridicality of agentive experience. *Journal of Mind and Behavior*, 41, 109 - 130.

(2) 著作物

1. 太田紘史 (2017). 意識の統一性. 信原幸弘 (編). *ワードマップ心の哲学* (pp. 138-143). 新曜社. 301 ページ
2. 太田紘史 (2017). 現象的概念. 信原幸弘 (編). *ワードマップ心の哲学* (pp. 126-129). 新曜社. 301 ページ
3. 田口茂 (2018). 内は外であり、外は内である——フッサール・西田・田辺・池田喬・合田正人・志野好伸 (編). *異境の現象学 — 〈現象学の異境的展開〉の軌跡 2015-2017*. 明治大学〈現象学の異境的展開〉プロジェクト. 442 ページ
4. Taguchi, S. (2018). Non-contextual Self: Husserl and Nishida on the Primal Mode of the Self. In Altobrando, A., Niikawa, T., & Stone, R. (Eds.), *The Realizations of the Self* (pp. 31-46), Palgrave Macmillan. 292 pages.
5. 田口茂 (2018). 〈リアル〉とは何か — フッサールの「実在性」概念と超越論的観念論の帰趨. 岡田聡・野内聡 (編著) *交域する哲学* (pp.171-188) 月曜社 304 ページ
6. 太田紘史 (2019). 自由意志の概念を工学する：哲学の側からの応答. 戸田山和久・唐沢かおり (編著) *<概念工学>宣言!：哲学×心理学による知のエンジニアリング* (pp.127-148) 名古屋大学出版会 281 ページ
7. de Warren, N., & Taguchi, S. (2019). *New Phenomenological Studies in Japan*. Springer. (Editors). 184 pages.
8. Taguchi, S. (2019b). Neither One Nor Many: Husserl on the Primal Mode of the I. In N. de Warren & S. Taguchi (Eds.), *New Phenomenological Studies in Japan* (pp. 57-68). Springer. 184 pages.
9. 太田紘史 (2019). 我々は客観主義者なのか?—メタ倫理学への実験哲学的アプローチ(第 11 章). 蝶名林亮 (編著) *メタ倫理学の最前線* (pp. 319-343). 勁草書房. 368 ページ
10. Taguchi, S., & Altobrando, A. (2020). *Tetsugaku Companion to Phenomenology and Japanese Philosophy*. Springer. (Editors). 262 pages

11. Taguchi, S. (2020). Consciousness Without Boundaries? The Riddle of Alterity in Husserl and Nishida (Chapter 9), In S. Taguchi & A. Altobrando (Eds.), *Tetsugaku Companion to Phenomenology and Japanese Philosophy* (pp. 97-111). Springer. 262 pages.
12. 西郷 甲矢人・田口茂 (2019). 「現実」とは何か：数学・哲学から始まる世界像の転換. 筑摩書房. 272 ページ
13. 太田紘史 (2020) ユーモアは不道德だとつまらなくなってしまうのか：面白さの存在論と倫理学 (第5章) 佐金武, 佐伯大輔, 高梨友宏 (編) ユーモア解体新書：笑いをめぐる人間学の試み 清文堂出版. 274 ページ
14. 太田紘史 (2020) 自由意志の実験哲学 (第4章) 鈴木貴之 (編) 実験哲学入門 pp.67-88. 勁草書房. 201 ページ
15. 太田紘史 (2020) 道徳の実験哲学 2—メタ倫理学 (第7章) 鈴木貴之 (編) 実験哲学入門 pp.139-154. 勁草書房. 201 ページ

(3) 講演 (学会発表を含む)

1. Ogawa K., Imai F., Shinozaki J., Nagahama H., Sakurai Y., & Nagamine T. (2017). Role of the precentral cortex for kinesthetic motor imagery: fMRI multivariate decoding of finger movements. 47th annual meeting of the Society for Neuroscience.
2. 太田紘史 (2017). 意識のハード・プロブレムは自然化できるか：論争史と新たな展望. 北海道大学第 176 回 Phileth セミナー
3. Takezawa, M., & Suyama, M. (2018). Cultural Evolution of Artistic Traditions in A Laboratory: Entropy and Aesthetic Preferences. The 13th Conference of the European Evolution and Human Behaviour Association.
4. Taguchi, S. (2018). Self in Superposition: Husserl, Tanabe, and Dogen. A Workshop on Dogen (Network for Analytic Asian Philosophy).
5. Taguchi, S. (2018). From Ontology to Mediology: Toward a new understanding of consciousness. Presentation at Consciousness Research Network meeting 2019, Okazaki, Japan.
6. Taguchi, S. (2018). Self as Mediation: Husserl and Tanabe on basic states of self. Presentation at Dōgen in Dialogue with Analytic Philosophy, CUNY Grad Center, New York, USA.
7. 田口茂 (2018). 自他の重なり合い—間主観性の基本様態をめぐる学際的研究 「アイデンティティの内的多元性」プロジェクト第1回ワークショップ 北海道大学文学部
8. 田口茂・小川健二・竹澤 正哲 (2019). 自己意識と他者意識の共通の源泉？—現象学と認知神経科学の学際的研究 公開シンポジウム | 自己をめぐる冒険～現象学・ロボティクス・神経科学・精神医学の境界を超えて～ 東京大学武田ホール
9. Ogawa K., Yang H., Imai F., & Imamizu H. (2019). Awake reactivation in the primary sensorimotor cortex after visuomotor learning in humans. Presentation at the 26th annual meeting of the Cognitive Neuroscience Society.
10. 太田紘史 (2018). 心の概念工学にまつわる規範的問題 日本社会心理学会第 59 回大会 ワークショップ「心」の概念工学
11. 太田紘史 (2018). リベット型実験の再検討：経験される自由の観点から 科学基礎論学会 2018 年度総会
12. 太田紘史 (2018). 実験哲学への誤解反論に潜む誤解：フランクファート型事例の場合 応用哲学会第 10 回年次研究大会
13. Taguchi, S. (2019). Extreme Obviousness and the 'Zero-Person' Perspective. Self and Obviousness, China University of Political Science and Law.
14. Yoshida, M., & Taguchi, S. (2019). Free energy principle and visual consciousness. 生理学研究所研究会 「認知神経科学の先端 脳の理論から身体・世界へ」 生理学研究所

15. 太田紘史・笠木雅史 (2019). 功利主義は進化論的暴露から逃れられない. 日本科学哲学会第52回大会.
16. Ota, K. (2019). Methodological Reflection on the Frankfurt-style Cases. The 8th Nagoya Meta-Philosophy Workshop.
17. Ota, K. (2019). 意識的視覚の神経基盤と進化的可変性. 第13回生物学基礎論研究会.
18. 田口茂 (2020) 「境界のない外」をどう考えられるか？—現象学の観点から 第31回 全脳アーキテクチャ勉強会：予測する脳と主体性の現象学 (NPO法人 全脳アーキテクチャ・イニシアティブ) 招待有り
19. 小川健二 (2020) 共感性と視点取得に関わる神経基盤と発達過程 第10回社会神経科学研究会
20. 楊惠翔, 今井史, 小川健二 (2020) 心的時間測定法、運動イメージの質問紙法 および時間感覚能力の関係性に関する検討 日本イメージ心理学会第21回大会
21. 今井史, 篠崎淳, 齊藤秀和, 長濱宏史, 櫻井佑樹, 長峯隆, 小川健二 (2020) 運動実行と筋感覚運動イメージに共通した一次運動野の神経表象 日本イメージ心理学会第21回大会
22. 晴木祐助, 小川健二 (2020) 心-身-脳の関係を探る:内受容感覚の神経基盤にかかわる基礎的検討 北海道大学第6回部局横断シンポジウム
23. 柴田寛, 小川健二 (2020) 外的な聴覚刺激から内的な聴覚表象への変換に関わる脳内基盤：fMRI研究 日本心理学会第83回大会
24. Taiki Sasaki, Wataru Noguchi, Hiroyuki Iizuka, Masahito Yamamoto (2021). Complexity Growth by Cooperative Interaction in Adversarial Learning. Twenty-sixth international symposium on Artificial life and Robotics.
25. Hironobu Horiuchi, Wataru Noguchi, Iizuka Hiroyuki, Masahito Yamamoto (2021). Multi-agent formation by learning communication signals using DIAL in a distributed multi-agent environment. Twenty-sixth international symposium on Artificial life and Robotics.
26. Hayato Terao, Wataru Noguchi, Hiroyuki Iizuka, Masahito Yamamoto (2020). Semi-supervised Learning Combining 2DCNNs and Video Compression for Action Recognition. 2020 International Conference on Vision, Image and Signal Processing(ICVISIP 2020).
27. 渡辺舜, 竹澤正哲 (2020) 環境構造の因果モデルはどのような適応価を持つのか?: モデルベース学習のシミュレーション研究 第13回日本人間行動進化学会
28. 渡辺舜, 竹澤正哲 (2020) 環境構造の因果モデルを持つことはいかなる利益をもたらすのか?: モデルベース学習のシミュレーション研究 第61回日本社会心理学会大会

(4) その他(本事業で主催したシンポジウムの開催、学芸賞等への推薦等)

1. ワークショップ (2018年8月23日 北海道大学 参加者25名うち研究者23名)
2. 公開シンポジウム：自己をめぐる冒険 ～現象学・ロボティクス・神経科学・精神医学の境界を超えて～ (2019年2月22～23日 東京大学武田先端知ビル 武田ホール のべ参加者200名超[22日100名超+23日100名超])
3. 国際シンポジウム：〈意識の科学の冒険〉—哲学・脳科学・AI・ロボット研究のクロスオーバー (2019年11月9～10日 北海道大学札幌キャンパス・医学部学友会館フラテホール[両日参加者200名超] (北海道大学人間知×脳×AI研究教育センターとの共同主催))