

JST-ERATO 稲見自在化身体プロジェクト¹ —「身体観のアップデート」のために—

北 崎 充 晃

豊橋技術科学大学大学院工学研究科情報・知能工学系

JST-ERATO Inami JIZAI Body Project: Updating perspective of body

Michiteru KITAZAKI

Department of Computer Science and Engineering,

Graduate School of Engineering, Toyohashi University of Technology

We aimed to develop JIZAI (freedomization) body technology to enable us to act freely with sense of agency in corporation with robots and AI (artificial intelligence), and understand psychological and neurological mechanisms for the JIZAI body in JST-ERATO Inami JIZAI Body Project. Based on the scientific findings, we are trying to updating perspective of human body in the future society.

Keywords: virtual reality, robotics, embodied perception, body ownership, sense of agency

JST-ERATO 稲見自在化身体プロジェクトは、「人間がロボットや人工知能などと「人機一体」となり、自己主体感を保持したまま自在に行動することを支援する「自在化技術」の開発と、「自在化身体」がもたらす認知心理および神経機構の解析をテーマに先駆的な研究を展開している (JST-ERATO, 稲見自在化身体ホームページ)。

この研究プロジェクトは、科学技術振興機構 (JST) の戦略的創造研究推進事業の1つである ERATO プログラムとして運営されている。ERATO は、研究テーマを重視する科研費とは異なり、研究統括の人を重視するとされる。公式には、「総責任者である研究統括は、独創的な構想に基づく研究領域 (プロジェクト) を自らデザインし、3–4 程度の異なる分野・機能からなる研究グループを様々な専門性やバックグラウンドを持つ研究者の結集により構成し、研究プロジェクトを指揮することで、新たな分野の開拓に取り組む点の特徴 (JST-ERATO ホー

ムページ)」と明記されている。つまり、JST は能力やビジョンをもとに研究統括を選び、研究統括は自ら独創的な発想で新しい領域を創るための研究を行うかなり自由度の高いプログラムである。予算規模も 5.5 年間で 12 億円と大規模であるが、多くの研究分担者に配分して個別の研究を進めるのではなく、研究統括の拠点 (HQ) に研究者が集まり、1 つのビジョンの下に研究を推進する。基礎心理学に近いテーマとしては、これまで、岡ノ谷情動情報 (岡ノ谷一夫, 2008–2013), 下條潜在脳機能 (下條信輔, 2004–2009), 川人学習動態脳 (川人光男, 1996–2001) などがある。

稲見昌彦氏は、再帰性反射材を用いた光学迷彩システム (透明人間マント) の開発など、新しい材料の活用や物理法則、心理現象の新しい分野への適用などを介してヒューマンインタフェース、バーチャルリアリティ (VR) 分野で印象的な研究を行ってきた。始めて稲見氏と会ったのは 1997 年頃でまさに光学迷彩で話題になり始めたころで、東京大学の VR 共同利用施設 IML でお互いにデモをしたり、頻繁にある来訪者へのデモを一緒に行った。それから VR 領域で時々共同研究をしながら 2015 年から開始した拡張身体共同プロジェクトが今回の自在化身体につながっている。この拡張身体プロジェクトから

Corresponding address: Department of Computer Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Toyohashi University of Technology, 1-1 Hibarigaoka, Tempakuchō, Toyohashi 441-8580, Japan. E-mail: mich@cs.tut.ac.jp

¹ 本研究は、JST ERATO JPMJER1701 (稲見自在化身体プロジェクト) の補助を受けて実施された。

J-STAGE First published online: ● M ● ● D ● ●, 20 ● ● ●

は、人の知覚的補完を利用したVR透明身体 (Kondo et al., 2018) が1つの成果として出ている。

本プロジェクトの最終的な目的の1つは、人々の「身体観のアップデート」である。私たちは自分の身体にとらわれており、そこにコンプレックスを感じたり、自然と他者との対応が変わっていたりする。また、身体性認知の文脈で語られるように、私たちの認知は自らの身体の形や運動にかなりの制約や影響を受ける。しかし、近い将来VRやロボティクスによって私たちの身体は自由に変えられるようになり、また、まさに我々のプロジェクトが自由自在に操作可能な自在化身体技術 (ハードウェア、ソフトウェア、その心理的機能と神経機構の解明) を提供する。そのとき、心理的にも文化的 (哲学、法律、社会、倫理) にも身体観そのものが変わることが想定される。「ヒューマノイドロボット=人型ロボット」とは一体どういう形状なのか。今や「肌色」の概念が変わったように、人型の概念も変わりつつある。その身体観のアップデートを、ELSI (Ethical, Legal and Social Issues; 倫理的、法的、社会的問題) に配慮して円滑にかつドラスティックに行うことがこのプロジェクトの目標である。

ちょうど3年目あたる現在、自在化身体プロジェクトからはいくつかの成果がでており、今後の研究プラットフォームとなる成果が出てきている。

1つはX limbあるいはExtra Limbと呼ばれる身体に四肢を追加して自由自在に制御する技術である。Metalimbsは、3-4本目の腕を脚で制御する技術である (Sasaki, Saraiji, Fernando, Minamizawa, and Inami, 2017)。特に座って作業をする場合には脚を使う必要性がないので4本の腕を自在に使える利便性は高い。足の動きで手指を操作することができ、ロボットの手の触覚センサから足への触覚フィードバックもあり、足がロボットの手になったような感覚が生じる。また腕の先端を5指の手のみならず半田付けなどの用途に特化した部位に変更可能である。Fusionは、遠隔地にいる他者が3-4本目の腕を制御し、共同して作業する身体である (Saraiji, Sasaki, Matsumura, Minamizawa, and Inami, 2018)。遠隔地の操作者は肩につけたロボットヘッドから実操作者とはほぼ同じ視点で環境を観察し、2人4本の腕で作業をしたり、ロボットハンドを実操作者の手に連結することで直接動作を伝えたり教えたりすることもできる。

David Marrが提唱した一般化円錐モデルの身体の階層性をまたぐ形で身体をリマッピングする研究では、例えば右手の親指をバーチャルな左腕にリマッピングして身体所有感と行為主体感の計測を行っている (Kondo, Tani, Sugimoto, Minamizawa, Inami, and Kitazaki, under review)。

透明身体を構成する手足刺激 (身体局所部位刺激) を用いて長い腕を所有したり (近藤他, 2019)、腕が伸びる感覚を生成する研究や、ばらばら身体を用いて全身所有感と身体部位所有感を分離する研究 (Kondo, Tani, Sugimoto, Inami, and Kitazaki, under review) などは、身体性認知の基礎を構築すると同時に、人がこれまで所有したことのない拡張した身体に対して人の認知と行動はどの程度適応的であるかを調べる研究である。

また、個人が自分自身の1つの身体を所有するという概念から脱出し、複数人で1つの身体を所有し、共同作業を行うときの身体所有感、行為主体感、そして作業効率の研究も行っている (Hagiwara, Sugimoto, Inami, and Kitazaki, 2019)。リアルタイムの全身モーションキャプチャを2名同時に行い、その運動の割合を操作して融合して1つのバーチャル身体 (共有身体) に反映させると、人は応分以上の身体所有感や行為主体感を感じ、作業効率も独立に行うよりも向上する。

このように個人の能力を拡張する身体、身体の形状を脱構築する身体、複数人で協力する身体、複数人が融合する身体に加えて、一人で複数の身体を操作する分身などあらゆる観点から身体観のアップデートを目指した研究を行っている。

心理学を含む人文社会系研究の多くは、現在の人間が過去の人間を対象としてきた。それが人文社会科学におけるエビデンスである。自在化身体プロジェクトのような研究は、未来に身体がどう変わったときに未来の人の心はどう変わるかということの研究の対象とする。工学者は未来しか見ていない人が多い。将来の技術を開発し、未来を創ろうとしている。それがゆえにプライバシーや倫理などの問題が時としておいてけぼりになったりもする。一方、人文社会系の研究者は歴史が過去の経験、現在の普遍的な知見に重みを置く。未来の人の心理学なんてどこにもエビデンスが示せない。しかし、VRと心理学の融合や工学と心理学の融合によって、私たちは今ではなく未来の人の心理学を実証的に研究することが可能となる。それが人の普遍的な特性を調べる心理学とマッチするかはまだ分からないが、個人的には非常に面白い取り組みだと思う。

引用文献

- Hagiwara, T., Sugimoto, M., Inami, M., and Kitazaki, M. (2019). Shared body by action integration of two persons: Body ownership, sense of agency and task performance. *IEEE Virtual Reality 2019*, Osaka, Japan, March 25-27. Poster.
JST ERATO: 縮見自在化身体プロジェクトホームページ
Retrieved from <https://www.jst.go.jp/erato/inami/index.html>

- (January 10, 2020)
JST ERATO: ホームページ Retrieved from <https://www.jst.go.jp/erato/about/index.html> (January 10, 2020)
- 近藤亮太・上田祥代・杉本麻樹・南澤孝太・稲見昌彦・北崎充晃 (2019). 見えない長い腕——四肢先端の視覚運動同期による四肢伸張透明身体への所有感生成と行動変容—— 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 24, 351-360.
- Kondo, R., Sugimoto, M., Minamizawa, K., Hoshi, T., Inami, M., & Kitazaki, M. (2018). Illusory body ownership of an invisible body interpolated between virtual hands and feet via visual-motor synchronicity. *Scientific Reports*, 8, 7541. DOI: 10.1038/s41598-018-25951-2
- Kondo, R., Tani, Y., Sugimoto, M., Inami, M., & Kitazaki, M. (under review). Scrambled body differentiates body part ownership from the full body illusion.
- Kondo, R., Tani, Y., Sugimoto, M., Minamizawa, K., Inami, M., & Kitazaki, M. (under review). Re-association of body parts: Illusory ownership of a virtual arm associated with the contralateral real finger by visuo-motor synchronicity.
- Saraiji, Y., Sasaki, T., Matsumura, R., Minamizawa, K., & Inami, M. (2018). Fusion: Full Body Surrogacy for Collaborative Communication. *SIGGRAPH 2018 Emerging Technologies*, Vancouver, Canada, August, 2018.
- Sasaki, T., Saraiji, Y., Fernando, C. L., Minamizawa, K., & Inami, M. (2017). MetaLimbs: Metamorphosis for Multiple Arms Interaction using Artificial Limbs. *SIGGRAPH 2017 Emerging Technologies*, Los Angeles, USA, July, 2017.