

電気通信大学等の研究グループが開発した「第6の指 (sixth finger)」は、人間の手に装着し、他の身体部位と独立に動かすことができる。短時間でこの人工指の使用に慣れ、自身の身体の一部と感じ、取り込む（身体化する）ことができたことから、人間の身体拡張の可能性を実験的に実証した。

研究機関名	国立大学法人電気通信大学		
研究分野	情報・電気・通信の素養を公約数としつつ、材料科学、生命科学、光科学、エレクトロニクス、ロボティクス、機械工学、メディアなどの分野での教育と研究		
所在地	〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘1丁目5-1		
T E L	042-443-5000	U R L	https://www.uec.ac.jp/about/

【本技術の概要】

電気通信大学大学院情報理工学研究科の梅沢昂平氏（当時大学院生）、鈴木悠汰氏（当時大学院生）、宮脇陽一教授（機械知能システム学専攻）らは、フランス国立科学研究センター（CNRS）の Gowrishankar Ganesh 主任研究員と共同で、他の身体の部分と独立して動かすことができる人工身体部位である「sixth finger（第6の指）」を開発し、自らの身体の一部として取り込む（身体化する）実験を行った。

この sixth finger の使用に1時間程度慣れることにより、それが自分の身体の一部と感じられたときに起こる感覚と行動の変容を捉えることに世界で初めて成功した。人間は自らの既存身体部位の機能と干渉することなく新しい付加的身体を取り込み、自らの身体を拡張できる可能性を実験的に証明した。

本研究の成果は、Scientific Reports 誌に2022年2月14日（月）に掲載された。



(a)



(b)

図1. (a)今回開発した「第6の指 (sixth finger)」(b) 6本目の指を使って高速でキーボードを操作

<https://www.youtube.com/watch?v=qM2fxYnDFTE>
https://www.uec.ac.jp/about/publicity/news_release/2022/pdf/20220215_4183.pdf

【背景】

脳は、身体の変化にとても柔軟に対応できることが知られている。たとえば、事故や病気により失われた機能を、訓練や人工義手等で補うことができる。また、生まれた時無かった身体部位が、後から人工的に与えられたとき、それを自らの身体として感じ、自由に動かすこともできるのか、といった可能性を検証する試みもなされている。ロボットアームや指型の機械を身体に取り付け、それを他の身体部位（たとえば足など）の動きで動かす研究が近年行われている。

しかし、こうした研究は、既存の身体部位の機能や動きを人工身体へ置き換えているにすぎない。自らの持つ身体部位の機能や運動性はそのまま、それとは独立して制御可能な付加的な人工身体が実現可能なのか、またそうした人工身体を人間は自身の身体の一部として感じる（身体化する）ことができるのかについては、明らかになっていなかった。

従来型の人工身体図1 (a) は、人工身体を動かすために他の身体部位を動かす必要がある。すなわち、既存の身体部位の運動を人工身体への運動へと置き換えているに過ぎない。一方、本研究で開発した独立制御可能な人工身体図1 (b) は、動きに使われない筋活動を利用するため、他の身体部位の動きと独立して制御可能である。

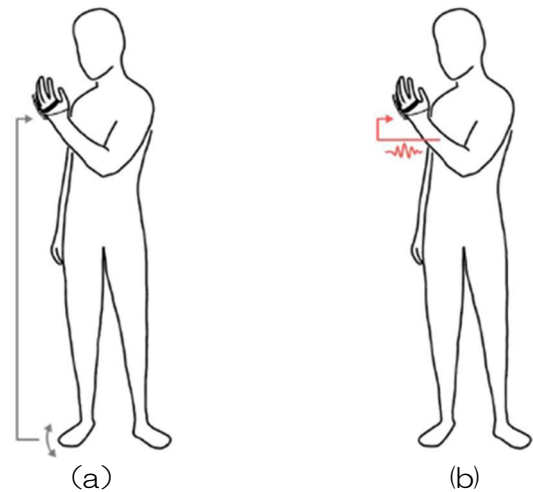


図1. 独立制御可能な人工身体

【基本操作原理】

本研究では他の身体部位の機能や動きと独立して制御可能であり、手のひらに装着可能な小型の人工指システムを開発した(図2)。手のひらの小指側に装着するとあたかも指が6本あるかのように見える「第6の指」である。この基本操作原理は、腕の筋肉の電気信号を活用したもので、腕の筋肉の電気活動をセンサーで計測し、それが指を曲げ伸ばしするときに通常生じる腕の筋肉の電気活動とは異なる特定の信号パターンとなったときに、sixth finger が動くように設計した。これにより、自身の指の動きおよび他の身体部位とも独立して、sixth finger を動かすことができた。

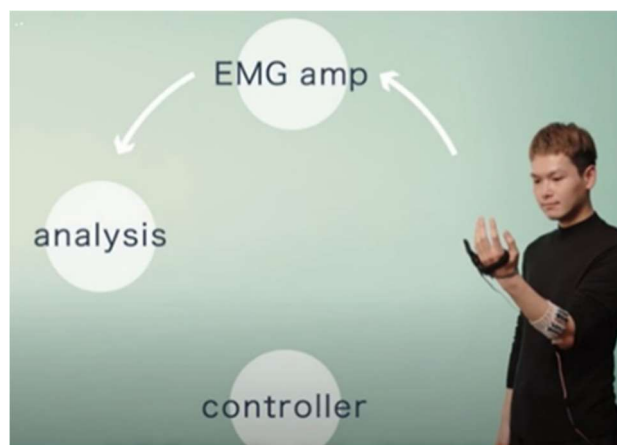


図2. 基本操作原理イメージ

<https://www.youtube.com/watch?v=qM2fxYnDFTE>

【本実験の内容】

生まれた時 5 本しかない指に、新たに 6 本目の指を増やした場合、人の脳は受け入れることができるのだろうか。この疑問に答えるため、6 本目の指を増して人が順応した時、人の脳においてどのような変化が生じるかを成人被実験者 18 名の協力で明らかにした。

腕の筋肉の電気活動の計測結果に応じて制御されるモータが内蔵されている（図3）。このモータの動きに連動し、指が動く。また同時に、手のひら装着部位に皮膚を刺激することができる刺激ピンがついており、指の曲げ伸ばしと同期して、皮膚感覚がフィードバックされるようになっている。この刺激ピンは着脱式であり、皮膚感覚をフィードバックしない条件にもできる。図3の右図は sixth finger を装着した状態ではめることができる手袋をはめた様子を示した。

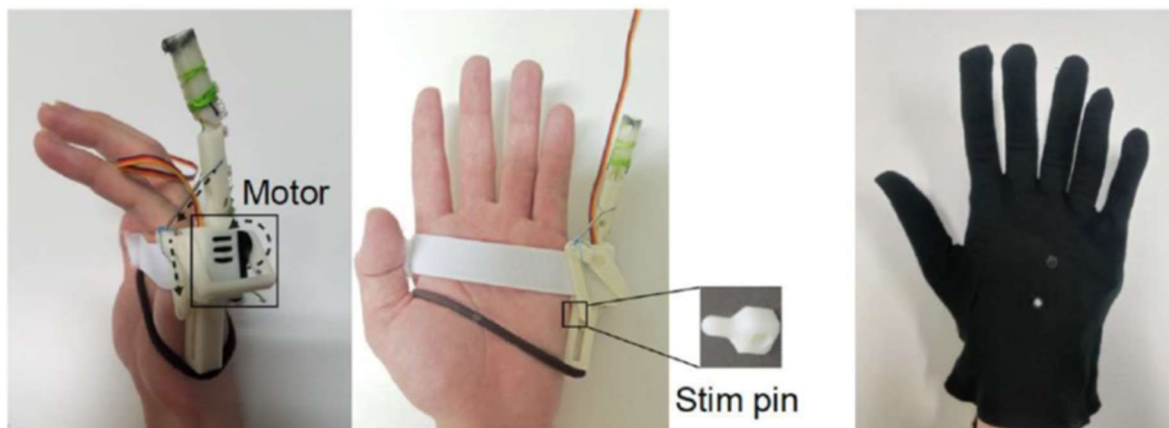


図3. 開発した「第6の指 (sixth finger)」

https://www.uec.ac.jp/about/publicity/news_release/2022/pdf/20220215_4183.pdf

実験では、sixth finger を装着した状態で、自身の指と sixth finger の両方を使って指の曲げ伸ばしやキータイピングをする習熟タスクを平均 1 時間程度行った。この習熟タスクの前後で、人工指に対する感覚を問う主観評定課題と人工指の影響が及び可能性がある手の感覚を評価する行動実験課題を sixth finger を外した状態で実施した。

今回開発した sixth finger の使用に短時間（1 時間程度）慣れることにより、それが自分の身体の一部と感じられた（身体化した）ときに起こる感覚と行動の変容を捉えることに世界で初めて成功した。人間は自らの既存身体部位の機能と干渉することなく新しい付加的身体を取り込み、自らの身体を拡張できる可能性を実験的に証明することができた。

【今後の予定と課題】

既存の身体部位と独立して動かすことができる人工身体部位が工学的に実現可能であることがわかったことから、実世界で「使える」指になっていく可能性が期待できる。たとえば、高速なキータイピングが可能になったり、ピアノやギターの演奏を 6 本指で巧みに奏でたり、片手では持てない数のワイングラスを持てるようになったり、第三の腕や、四本の脚なども実現できるかもしれない。

一方、これらの新しい身体部位を身体化したときに脳でどのような変化がおきているのかを調べるのが重要で、新しい身体部位を身体化することによってこうした地図がどのように変わるのか、そしてまた脳はどこ

【有望技術紹介 No.91】

まで新しい身体を受け入れることができるのか、といった問いに挑戦することが可能になる。これらは、本研究で開発したような人工身体を使うことでしか解決できない問いであり、多くの重要な知見が生み出される可能性を秘めている。



図4. 6本指でギターを演奏



図5. 片手でワイングラスを3個持つ



図6. 6本目の指でスマホを保持する



図7. 第三の腕を持つ

<https://www.youtube.com/watch?v=qM2fxYnDFTE>

(論文情報)

Kohei Umezawa, Yuta Suzuki, Gowrishankar Ganesh, Yoichi Miyawaki, “Bodily ownership of an independent supernumerary limb: an exploratory study,” Scientific Reports (2022).

(外部資金情報)

本研究は、科研費挑戦的萌芽研究(15K12623)および JST ERATO 稲見自在化身体プロジェクト(JPMJER1701)の支援を受けて実施された。

専門家による目利きコメント

人の身体機能を拡大、増強する試みが加速している中、生まれた時には無かった身体の部位が、新しく加わったとき、脳の地図がどのように変わるのか、そしてまた脳はどこまで新しい身体を受け入れることができるのか、といった問いに応えることができる可能性が期待される。

お問い合わせ

電気通信大学大学院情報理工学研究科
宮脇 陽一 教授
Tel 042-443-5982
E-Mail : yoichi.miyawaki@uec.ac.jp