

2022 年 6 月

SoC1310

Human–Machine Integration

By Katerie Whitman (Send us feedback)

人間と機械の融合

未来学者や SF 作家は、人体や脳を機械と融合させ、人間本来の能力を強化する未来を思い描いている。ボディエリアネットワーク、神経インターフェース、スマート環境、拡張現実、パーソナルロボティクス、材料科学、エネルギー蓄積、人工知能といった分野と技術がまとまって進展しているおかげで、そんな未来が徐々に現実のものになりつつある。人間と機械を統合する現存のソリューションはその性質上、基礎レベルか実験的なものになりがちだが、人間というものの未来像を変革する可能性を示している。以下では、人間と機械の融合に関するいくつかの新たなソリューションに注目し、それらが技術の進歩でいつか普及する可能性について概説する。

- ・ エクソスーツ（外骨格または拡張モビリティシステム）は、ユーザーの体力と持久力を増強するウェアラブルな機械である。現実でもフィクションの世界でもお馴染みの人間と機械の融合例で、現在多くのモデルが市販されている。とはいえ、ABI リサーチによればエクソスーツの世界市場は小さく、2020 年にはおよそ 4 億ドルであった。着心地が悪い、コストが高い、可動域が狭い、反応が遅い、消費電力が高く使用時間が限られるなど、既存のものには課題が多い。近年、開発者は特定の産業で作業効率をアップさせる低価格なエクソスーツに注力している。Laevo や Ekso Bionics は電気や油圧電源で動くアクチュエーターではなく、構造部品で人の動作を増強する非電源エクソスーツを提供している。こうしたエクソスーツはコストが低く、エクソスーツ技術市場を劇的に拡大させており、よ

人間と機械を統合する現存のソリューションはその性質上、基礎レベルか実験的なものになりがちだが、人間というものの未来像を変革する可能性を示している。

り高度なウェアラブルマシンやロボット装置が大量に流通する道筋となるかもしれない。人間の脳に備わった神経可塑性のおかげで、未来のデバイスが人体にまったく新たな機能を付加することも考えられる。たとえばインペリアルカレッジ・ロンドンの研究チームは 2021 年、ほぼ誰でも自分のものとは別の親指ロボットを装着してピアノが弾けるようになることを実証した。バッテリーや神経インターフェース、ロボットアクチュエーターなどのコストが下がれば、ロボット義肢は現在の実験的な段階から、幅広いユーザーに不可欠な機器へと変わって

いくのかもしれない。認知機能向上デバイスは、電気・磁氣的刺激でユーザーの気分や認知機能を改善する機器である。経頭蓋直流電気刺激（tDCS）で認知機能を向上させる装置は価格が手頃で家庭でも広く使われるようになってきているが、ユーザーの不快感や、家庭用 tDCS の安全性と有効性に結論が出ていないといった要因から、その

技術の市場成長は限定的だ。薬理学的な認知機能の向上法や、ASMR（自律感覚絶頂反応）といった音声ベースの認知機能向上テクノロジーは人気があるので、認知機能向上デバイスが快適さや利便性、性能、安さを兼ね備えれば、相当な消費者需要があると考えられる。Alphabet の子会社 X Development からスピンアウトした NextSense はイヤホン型の脳波測定（EEG）デバイスを開発中だ。これまでの EEG デバイスよりも遥かに小型で（付け心地が良く、目立たない）形状をしている。脳科学者らはこの装置に懐疑的だが、もし有意義な結果が出れば、認知機能向上デバイスを小型化し、

日常使いしやすくする取り組みにはずみがつくだろう。しかも NextSense のデバイスが集めた膨大な脳波のデータは、新たなデバイスの開発に活かすこともできる。たとえば AI を使ったシステムなら、脳のリアルタイムなパターンに応じて神経調節信号を生成し、元のパターンを正確に修正して望ましい効果が出せるかもしれない。

- ・ 埋込型インターフェースでは、人体に電子システムを埋め込んで外部の電子機器との接続を支援する。コンピューターシステムとニューロンを接続するものは、既に医療用に使われている。埋込型マイクロチップは家畜やペットの識別のための大規模な市場と、バイオハッキングマニアがデジタル ID 情報の保存に利用するニッチ市場を獲得している。それでも人間用の埋込型インターフェースの現時点での市場は、やがて到達するであろう規模に比べれば非常に小さい。Neuralink や Paradromics、Synchron をはじめとする多くのベンチャー企業が埋込型ブレインコンピューター・インターフェース(BCI)の商品化を目指しており、これが実現すれば脳の電気信号を十分な解像度で読み取り、コンピューターと高度なやりとりができるようになる。BCI は長いあいだ問題を抱えてきたが、最近では AI や材料科学、バイオテクノロジー、ロボット工学の進歩により、関連のスタートアップ企業が長年の課題を解決し始めている。

- ・ AI アバター(デジタルアバター)は生成 AI 技術から急速に発展しつつある応用技術で、ビデオや仮想環境において、人間のリアルで対話的なデジタル表現をコンピューターが合成してくれる。純粋に合成されたものもあれば、特定の人物を再現し、その人物ならではの微妙な話し方や仕種を盛り込んだものもある。Synthesia は一般向けにオーダーメイド AI アバターを作成する先駆企業のひとつで、依頼者の映像や音声を利用している。自分の AI アバターを作った人は、それに AI が合成した映像や音声を組み合わせ、プレゼンテーションやメールの読み上げといった伝達作業を行う。話し言葉を文章化し、テキストベースの質問に人間らしく答える一連の AI 言語モデルと連携して、AI アバターがあたかも実際に人間と話しているかの状態を作ってくれるのだ。したがって、AI アバターは人間と機械の融合の新たな一形態であり、他者と対面でやりとりするデジタルクローンを作成し、同時に複数の場所にいることを可能にする。AI アバターのリアルタイムの対応力は今のところ非常に低いですが、AI 言語モデルや AI アクセラレーターがそのまま進展していけば、AI を使ったクローン人間はやがて説得力を持ち、当たり前の存在になるだろう。

SoC1310

本トピックに関連する Signals of Change

SoC1199 **最先端の神経インターフェース**
SoC1066 **ロボティクスを身に着ける**
SoC938 **広がるヒューマンオーグメンテーションの領域**

関連する Patterns

P1764 **人工人格**
P1581 **身体インターフェース**
P1230 **スマートスーツ**