



# HAL(Hybrid Assistive Limb)

## 身体機能を改善する 装着型サイボーグ

「HAL(Hybrid Assistive Limb)」は、CYBERDYNE株式会社が開発した世界初の装着型サイボーグである。同社は筑波大学教授の山海嘉之さんが創業した大学発のベンチャー企業だ。山海さんは、人・AIロボット・情報系を融合複合する新たな学術分野として「サイバニクス」を創生し構築してきた。そこから生まれた装着型サイボーグ「HAL」は、テクノロジーと人が一体化して身体を動かす装置だ。

人が身体を動かそうとした時に脳から脊髄、運動ニューロンを経て筋肉に神経信号が伝わり、筋肉が動く。この時、皮膚表面に現れる微弱な生体電位信号をセンサーでキャッチして関節を動かす。この生体電位信号は、どのように身体を動かすかという意味によって生じた信号であり、重要なのは、この意思に応じた動作が実現された際に、脳にフィードバックされる感覚神経の信号と同期している点にある。HALは、この動作の実現と、感覚情報のフィードバックからなる独特な機能改善ループを無理なく楽に繰り返すことで、脳と神経、筋肉の間の神経伝達を行うシナプスの結合を再構築、調整する。これにより、脳神経・筋系の機能改善が促進され、筋萎縮性側索硬化症(ALS)など進行性の難病患者の歩行機能の改善が促進される。従来治療法がないとされた進行性の神経・筋難病であっても、3.5年間の市販後調査の結果、患者の身体状態は治療開始時のベースラインを上回っているという素晴らしい治療効果が示されている。

装着するだけで人をサイボーグ化するHALに代表されるサイバニクス技術に関する構想は、1987年頃から始まり、91年には基本原理を創り出し、その後、原理検証、試作、実験を繰り返して99年ごろに実験室の外にも移動可能な実験機体が試作できた。そして、基

礎研究の成果を事業化・社会実装を通して相互フィードバックにより新領域・新産業創出のための好循環のスパイラルを実現するため、2004年に、CYBERDYNE株式会社を創業。14年には東京証券取引所への上場を果たした。「研究の成果を社会で実装化しなければ、研究は止まってしまう」という山海さん。未開の領域での産業創出に挑戦する開拓型の企業がなかったことから、自らベンチャー企業を立ち上げた。

装着型サイボーグHALは前例のない技術の集合体であり、目指す機能を実現するため、センサー系、駆動系、機構系、制御系、AI処理系など多種多様な独自開発を行う試行錯誤が続いた。社会に存在しない革新技术の場合、国際規格や社会ルールなどが準備されていないことが多い。そこで、山海さんは国際標準化機構(ISO)のエキスペートメンバーとして、HALのような治療ロボットなどの国際規格策定を牽引した。HALは2013年にEU域内で医療機器の認可を取得。日本国内では16年に、治験を経て新医療機器として神経・筋難病疾患の治療で公的医療保険が適用された。また17年12月にアメリカ食品医薬品局(FDA)に医療機器として登録されたことは、「国際的な展開を促進する上で大きな一歩になった」と山海さんは言う。20年12月に脳卒中の後遺症への適用拡大に向けた治験が終わ

り、現在承認申請の準備を進めている。最近では、日米欧に加え、東南アジアや中東などへの展開を活発化させ、医療用のHAL以外にも、介護、災害復興、農業、建設などの分野で腰痛を防ぎ腰部負荷を大きく低減するための作業支援用のHAL腰タイプや、フレイル等で身体機能が低下した高齢者の機能改善のための自立支援用のHAL腰タイプなどを市場投入することで、国内外での事業展開を推進している。更に、これらHALシリーズに加え、動脈硬化度や心機能などの生理情報を捉える小型バイタルセンサ、人工知能搭載型の除菌・清掃ロボットなどのCYBERDYNE社の全ての製品は、サイバーダイナミクス・クラウドシステムで繋がっており、集積されたビッグデータのAI解析・処理を通して、サイバニクス空間(「人」+「サイバー・フィジカル空間」)を扱う次世代システムとして運用される。

HALに関する技術・発明は、開発当初から特許をはじめとする知財を取得してきた。HALの特許は、制御も含めた装置の考え方そのものの新規性が認められており、HALの類似品は出ていないという。「国際戦略の中で知財戦略を考えていくのが重要」とする山海さんは、知財で守られた技術によって、自ら提唱するテクノ・ピアサポート(人とテクノロジーが相互に支え合う)社会を実現する歩みを着実に進めている。

執筆：藤井久子



Prof. Sankai University of Tsukuba / CYBERDYNE Inc.

サイバニクス治療の様子(ドイツ ポーフム)