

No.6

産業用ロボット技術の 鉄道分野への適用性調査

今回は、産業用ロボット技術の中から、とくにアシストスーツを取り上げ、これまでの技術開発の経緯や鉄道分野への適用について解説します。

■ アシストスーツの歴史

人間の能力を拡張するアシストスーツに関する研究は、1960年代から進められてきました。最初のアシストスーツ「ハーディマン (Hardiman)」(図1)は、米国GE社 (General Electric) などにより研究開発が行われました。腕や腰、足など体全体に装着し、全身運動を補助することを目的としていました。1970年代に340kgまでのものを持ち

上げることができる腕部を完成させましたが、機械自体の重さが680kgにも及んだために安定性が乏しく、実用化までには至りませんでした。

ハーディマンの研究以降、海外ではアメリカ国防総省やフランス国防省装備庁、マサチューセッツ工科大学をはじめとした大学や研究機関などが軍事目的として研究開発を進めてきました。機体の軽量化が進み、現在、軍事目的のアシストスーツは90kgの荷物を運搬しながら走行できるまで開発が進んでいます。

アシストスーツの呼称は統一されておらず、パワードスーツやロボットスーツ

とも呼ばれています。海外ではエクソスケルトン (Exoskeleton) が一般的ですが、ウェアラブル・ロボット (Wearable Robot) というような呼び方もあります。

■ 日本におけるアシストスーツの開発

軍事目的での開発が大多数を占める海外とは異なり、日本では医療や介護支援向けとして開発が進められてきました。日本のアシストスーツとして代表的なものに、CYBERDYNE社の「HAL (Hybrid Assistive Limb)」があります(図2)。HALは筑波大学の山海嘉之教授によって開発されたサイボーグ型ロボットです。医療用HALは世界初のロボット医療機器として、脊髄損傷や神経筋難病疾患などの患者の機能改善を目的に利用されており、日本だけではなく、ドイツでも公的医療保険が適用されるなど、多くの国や機関からその性能が高く評価されています。また、同社では介護支援用や重作業支援用のロボットスーツの開発も行っており、業界のパイオニア的存在となっています。

このほかにも、自動車メーカーがヒューマノイドロボットの歩行理論を基にして、歩行のアシストを行う訓練機器の開発を大学と共同で行っています。また、医療用以外では電機メーカー



図1 ハーディマン

写真提供：General Electric Company
- GE Reports (www.gereports.com)



©Prof. Sankai, University of Tsukuba / CYBERDYNE Inc.

図2 医療用HAL®
(CYBERDYNE 株式会社)



図3 腰補助用 マッスルスーツ®
(株式会社イノフィス)



図4 造船上向き作業用アシストスーツ
出典：一般財団法人日本船舶技術研究協会，造船用パワーアシストスーツの開発及び実証実験—造船上向き作業用アシストスーツのプロトタイプ製作—，2017.1



図5 林業用アシストスーツ
(国研)森林総合研究所，(株)ATOUN，
(国)奈良先端科学技術大学院大学，
住友林業(株)

や重工メーカー，大学のベンチャー企業など，多くの企業が重作業支援用のアシストスーツの開発に取り組んでいます。

■ アシストスーツの動作原理

アシストスーツは目的に応じて求められる機能が大きく変わるため，製品によって動作原理が大きく異なります。前述のハーディマンや軍事用のアシストスーツは，重量物を運ぶなどの大きな力を働かせることを目的とするため，油圧により駆動するものが多くあります。HALについては，筋肉を動かそうとするときの生体電位信号をセンサーで読み取ることで装着者が行いたい動作を認識し，モーターによって動作をアシストします。そのほかにも，角度検出センサーによって動きを検出して動作を補助し，空気圧によりアシスト力を発生するものや，ひずみゲージによって筋肉の硬さを検出して，その硬さからアクチュエーターの出力を調整するもの，ゴムチューブでできた人工筋肉を使用するものなどがあります。

■ 産業分野での利用

近年，アシストスーツのさまざまな産業分野での利用が広がっています。最も盛んに活用しているのは建設業界で，建設現場作業で用いられています。また，空港や物流，農業分野な

ども導入が進められています。これらの作業に用いられるアシストスーツは，人間一人で持ち運びが可能な重さ(30kg程度)に対して，負荷や疲労を少なくすることを目的としており，長時間の作業を考慮して，動きやすさや着脱のしやすさが重視されます。そのため，図3に示すマッスルスーツのように，腰のみを補助するなどの小型で軽量なタイプが用いられます。

また，企業や大学，研究機関が共同して，業務内容に応じた業界専用のアシストスーツを開発する動きが近年見られています。造船業界では，造船会社5社と大学，公的研究機関などが委員会を作り，造船作業用として，上向きの溶接や研削作業などの腕を上げる作業を楽にするアシストスーツの開発に取り組み，プロトタイプ(図4)を完成させました。林業の業界でも，山中での斜面歩行を支援するようなアシストスーツ(図5)の開発に向けた共同研究を行うなど，産学共同での開発プロジェクトが活発に行われています。

■ 鉄道分野への適用

鉄道の現場業務においても数十kgに及ぶ重量物を人手で運搬する工程が存在しており，アシストスーツが広い範囲で適用できるものと考えられます。たとえば，車両工場では軸箱の分解作業や，コイルばね，軸はりの運搬作業

などがあります。保線作業では，沈下した軌道を整正するために道床のバラストを突き固めるタイタンパー作業や，木まくらぎを運搬する作業などがあります。そのような作業には，重作業支援用のアシストスーツを用いることで負担を軽減することが可能になると考えられます。さらに，100kgを超えるような重量物を運搬するアシストスーツが実用化された際には，より重いPCまくらぎを交換する作業への適用が可能となることで作業工程が大きく変わり，作業の軽減や効率化に寄与する可能性もあります。

少子高齢化にともなう労働人口の減少や女性の社会進出のための労働環境の改善などが課題となっている今日，その解決の一環として，アシストスーツを導入する企業が増加するものと考えられます。また，利用者の拡大や社会情勢の変化から，新規参入する企業も増えており，アシストスーツ開発は，一層の進展が期待される分野です。鉄道分野への適用を考えた場合，今後の技術開発の進捗がますます注目されるといえます。

(工藤慎悟/前 企画室 戦略調査)