

パワードスーツのサイエンス：創作と創造の狭間で

前田 太郎*

*NTT コミュニケーション科学基礎研究所 人間情報研究部 感覚運動研究グループ 神奈川県厚木市森の里若宮 3-1

*NTT Communication Science Laboratories, 3-1, Morinosato Wakamiya, Atsugi, Japan

*E-mail: maeda@avg.bri.ntt.co.jp

キーワード：パワードスーツ (powered suit)、SF(science fiction)、技術史 (technography)、ウェアラブル (wearable)、ロボット (robot)、JL 0021/04/4301-0038 © 2003 SICE

1. はじめに

パワードスーツはSFの世界においては象徴的ともいえるガジェットであり、科学技術に対する根元的な憧れの1つである「超人になる夢」を叶えてくれる技術として一般に認識されているものと思う。身体装着型のロボット技術、すなわちウェアラブルロボット技術の可能性は身体性の利用にこそあり、必ずしもパワーアシストだけがその利用価値ではない。携帯型のナビゲーションロボット (W. W. Mayol 他, 2000, <http://www.robots.ox.ac.uk/ActiveVision/Research/WeRo/index.html>) や、非言語型行動情報支援デバイスとしてのパラサイトヒューマン (前田 他, 1999, <http://www.brl.ntt.co.jp/people/parasite/index-j.html>) など、感覚面・情報面での応用も研究が進められている。しかしながら、今回は同技術において最も古典的かつ象徴的といえるパワーアシスト (力補助, 力増幅) 技術によるパワードスーツに焦点をあてていくことにしよう。

本論ではウェアラブルロボット、中でもパワードスーツとして知られるパワーアシストを目的とした技術に関して、実際の技術とSF作品の歴史と相互関係について解説することをねらう。取り上げる技術としてはおもに機械的なパワーアシスト技術に限定し、たとえフィクションであろうとも魔法的な設定や機構的な説明が困難を極めるものについては除外するものとして話を進める。なお、本稿での図の掲載が困難なものについても極力 URL を記載しておくので興味ある方は参照されたい。

2. ウェアラブルロボット・パワーアシスト技術の分類—パワードスーツの技術的難易度

本章では、まず図1のようにパワーアシスト技術をその構成方法によって5つに分類し、おのおのの技術における特徴を身体への拘束度と安全性、「人間以上の能力を求めると否か」の技術的分岐点、実装上・構成技術上の問題点等に関して整理する。

2.1 能動義手

身体欠損部位を機械によって代替する。身体への侵襲が必要であり拘束度は最大。相当位置に装着者の身体がないために、ある程度機構的なスペースを確保でき、設計の自由度は通常のヒューマノイドに近い。通常、欠損した部位を補い残部位との接合を目的とするため、機能的には人の能力を超えないパワーアシストを目的とする。SFにおいては脳以外の全身を機械化する「義体」によって人以上の能力を得ることを可能とするサイボーグという設定もある。ただしSF的に見たパワーアシスト技術の1つの魅力は「装着すれば超人に、脱げば普通の人間に」という容易にオンオフ可能な超人化にあり、不可逆な変化をもたらす「改造人間」とは文脈的に異なるものかもしれない。

2.2 能動装具

外部より取り付けられた装具によって身体駆動することを目的とした装置。一般に身体機能の不足を補う目的でリハビリ等の用途で用いられる。身体に対して装着する器具であるため、装着部分の親和性の高さが求められる一方で、運動時の自由度・クリアランスなどを考慮すると機構的なス

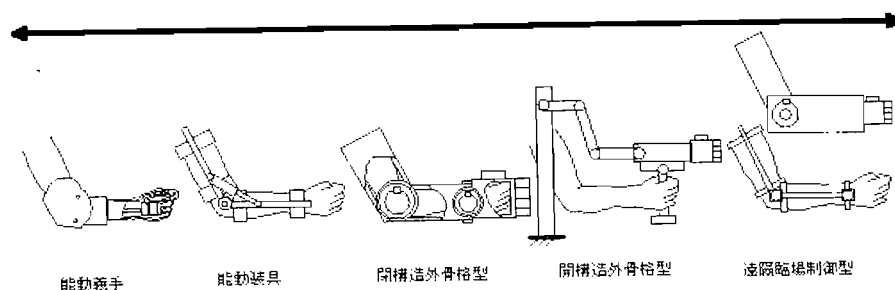


図1 パワードスーツの構成方法による分類と身体への侵襲・拘束度 (上肢の場合)

ペースの自由度は小さい。また、構造体として人間本体の骨格構造を利用するため、人間本来の機能を超える力を出すことは困難かつ危険である一方、自分自身の身体で対象に接するため、手掌部触覚などの機能はそのままに生かせる。装着の際の固定部分の設計が悪いとトルク発生部が関節に負担をかけてしまい、サブミッション（関節技）をかけられたのと同じ状態になってしまう点が問題で、装着者個人の身体へのマッチングのため装着部分の設計・実装の負荷が重く、構成上の自由度は低い。地味なデバイスであるためかSFでの登場は少ないが、変身ヒーローものに見られる「強化服」でパワーアシスト能力があるものはこれに属するという見方もある。

2.3 閉構造型外骨格

「宇宙の戦士」(図2参照)などにみられる着ぐるみ型の外骨格(Exoskeleton)構造。身体が機構部に覆われ、外見がロボット化するため一見設計が単純で安全性が高そうに見えるが、実際には関節稼働部のクリアランス設計、機構構築のスペース確保、空間的な身体との干渉などの問題で最も設計・実装が困難な配置といえる。ことに四肢を殻状の外骨格で覆う構造の中に動力部を収めるという機構構成上の設計的な無理と2で述べた関節技問題が集中するため、フィクションであるなしに関わらず、科学的・論理的帰結としてこの構造を避ける結論を出す例は多い。後述する土郎正宗の「アップルシード」はこの3および2の構成の人型パワードスーツの実装に関して最も真面目に技術的考察を加えたSFの1つであるが、近年のSF作品では機構の考察を伴った明確な密閉型のパワードスーツの例は稀少である。「仮面ライダー・アギト」でG3と称されたものが挙げられるが、やはり作中での原理的な説明は乏しかった。

2.4 開構造型外骨格

着ぐるみ構造から開構造となり、手先など身体末端部でのみ結合する外骨格の構造。身体との接触を避けるために外側に大きく張り出すように四肢と同一自由度で異構造な構成にするのが一般的。最初期の実験的研究開発例として有名なHardyman(U.S.Army/Navy, 1965, www.frc.ri.cmu.edu/.../Image.Archive/other.robots/)をはじめとして、3の問題点を回避した結果の選択としてフィクションであるなしに関わらずこの構造をとるパワードスーツは多い。機構・構造を外側に逃がすことで支持機構も人体に頼らずに済み、設計の自由度を高くできるために人をを超える力でパワーアシストする機構を構成しやすい。その一方で環境との接触の自由度が低下し、機構上のむだや重量増による恐竜的な大型化も生じやすい。Hardymanもその重量ゆえに「転ぶと命に関わる」という風聞が立つほどであり、その安全性は疑問視されている。装着者の収納スペースを確保するために構造は人型から大きく外れたものになることが多く、このタイプの最も成功した研究の1つであるHydraulic Human Power Extender(H. Kazerooni, 1995, <http://www.me.berkeley.edu/hel/hydextenderpics.htm>) 図3でも片腕の構成だけで小型の建設機械ほどもあるものとなっている。構成的にどうしても巨大な機構部に挟まれるように装着者が収まることになり、安全性という点では一見して不安な例が多い。

図2 「宇宙の戦士」(ロバート・A =ハインライン, ハヤカワ文庫, 1977, 原作: “STARSHIP TROOPERS”, Putnam, New York, 1959. Hugo. as Starship Soldier, in F & SF, October, 1959 – November, 1959.)におけるパワードスーツ。図は'94年版の表紙より。



(c) 加藤 直之 Naoyuk. Kato

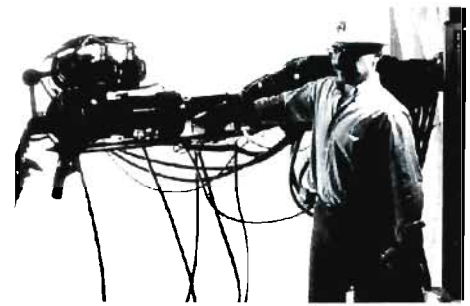


図3 Hydraulic Human Power Extender

berkeley.edu/hel/hydextenderpics.htm) 図3でも片腕の構成だけで小型の建設機械ほどもあるものとなっている。構成的にどうしても巨大な機構部に挟まれるように装着者が収まることになり、安全性という点では一見して不安な例が多い。

2.5 遠隔臨場制御(Telexistence)型

4までの構成における装置と装着者との干渉問題を解決するべく提案された等価的パワーアシストの構成方法。装着者側には軽電小型のマスター機構、対象物側には通常のヒューマノイドを採用して両者を通信で結合する方式。身体への拘束を最小にできる一方で、すでにウェアラブルロボットによるパワーアシストという概念からは外れているともいえるが、空間的な干渉問題を避けて設計上の自由度を最大限に取ることが可能であり、感覚・運動の情動的な結合さえ確保されれば装着者の安全、人型ロボットの機構設計の最適化という双方の問題を解決できるのが最大の利点である。その一方でロボット側からの感覚伝送技術の実装が必要であるためにバーチャルリアリ

ティ技術が用いられるが、この結果、機構・装置類の二重化やシステム要素の増大などが生じることになる。実際の研究開発は Greenman (Hightower 他, 1983~1988, <http://www.spawar.navy.mil/robots/telepres/greenman/greenman.html>), テレイグジスタンス実験システム (館 他, 1987, <http://www.star.t.u-tokyo.ac.jp/projects/master-slave/index-j.html>) などの遠隔操縦による極限作業ロボットに端を発しており、雲仙普賢岳での無人重機操縦にも採用され、近年では経産省主導のヒューマノイドロボティクスプロジェクト (東京大学 他, 1998~) における人型ロボットの操縦にも用いられている。SF の漫画やアニメにおいて巨大ロボットが採用するパワードスーツ型の操縦方法の大半はこの機構を巨大ロボットの体内に収めたものであるといえる²⁾。もっとも、なぜ最適と思われる「操縦室を安全な後方において通信によって身軽なロボットを制御する」方法を避けるのかはドラマ性という神のみぞ知る問題であるだろう。

3. SF におけるパワードスーツの歴史

SF におけるパワードスーツの原点といえば、Robert A. Heinlein の「宇宙の戦士」(1959) がその草分け的な存在としてよく知られているところである。同種のアイデアの原型自体は「生ける鎧 (Living Armor)」に連なるものとして多くの創作において概念的にはすでに語られていたはずであるが、同作の白眉は「ただ着さえすれば、君の筋肉から直接に命令をキャッチして、筋肉がやろうとしていることをやってくれる」といった記述を通してパワーアシスト技術の機能・形態とそれによって引き起こされる事態について具体的なイメージとして作中で詳細に描写した点にある。この自在性こそがウェアラブルロボットならではの「身体性を利用した行動情報インタフェース」としての直接的な利点であり、この点を意識した描写によって Heinlein はこの未来技術に高い説得力をもたせている。一方でこの種の技術が SF に登場するのは Heinlein 自身の作品としても遠隔能動装具としての Waldo (Astounding, August, 1942.)³⁾ の方が先行しており、さらにはテレイグジスタンス技術のアイデアも Amazing Stories 1928 年 10 月号 J. Schlosel の “To the Moon by Proxy (代理で月へ)” において語られている。能動義手のアイデアに至っては時計技術の隆盛期にまで遡れるといった具合であり、今やパワーアシスト技術の代表格のように語られるパワードスーツも技術的なイメージの確立は同種の技術の中では最も後発であるといえる。これは先にも述べた技術的な複雑さ・困難さがそのままイメージの確立を遅らせたということかもしれない。フィクションの世界といえどもリアリティ＝現実味とは無縁ではいられないということであろう。

(なお余談になるが、ロボット自身の起源をカレル・チャペックによる語源以前に遡る際には、一般に紀元前 3 世紀ご

ろのクレタ島の神話の叙事詩『アルゴナウタイ』(アルゴの英雄たち) における青銅製の人間タロスという巨大ロボットに端を発するとされることが多いが、さらに古くは紀元前 8 世紀ごろのギリシャ神話、詩人ホメロスによる叙事詩『イーリアス』(ギリシャ軍とトロイア軍の戦闘) = トロイア文明 (2500B.C.~1250B.C 頃) の滅亡の物語における「武器をこしらえる段」において、火と鍛冶の神 (工芸家の主) ヘパイトスが家事労働用に人間の少女そっくりの黄金製ロボットを作り出したという記述がある^{4), 5)}。等身大の単純使役専用ロボットの原点として有名なゴーレムが紀元 250 年ごろのユダヤ教の伝説に端を発していることから考えると、人間の願望は使役ロボットよりも巨大ロボット、巨大ロボットよりも華美なメイトロボットを優先したということになる。労働力よりも武力、武力よりも身近な奉仕をまず欲したというわけで度し難くもまことに正直な話かもしれない。これは同時にギリシャ神話の時代から家事というものがつらい仕事として認識されていて、これを人間の代わりに行ってくれる機械・道具に対する期待が秘められていたということでもあり、家電産業の隆盛を始めとして現在のホームロボットに対する期待の高さも無理からぬことなのかもしれない。もっとも、大詩人ホメロスも家に帰れば家事に疲れた奥方の愚痴に悩まされていたというだけのことなのかもしれないが、)

翻って現在の海外 SF におけるパワードスーツの描写は、文学においてはサイバーパンクの隆盛に伴って「マインズアイ」(D.R.Hofstadter 他, 1984)⁶⁾ でも語られたようにテレイグジスタンスを通しての自己の投影と認識の問題に主題が移っていき、単なる増力機構としての描写は定番としての「宇宙の戦士の標準装備」と化して斬新な描写は形を潜めていくのだが、映像メディアにおいてははまだ現役の目玉ガジェットとして登場する。中でもハリウッド映画では「エイリアン 2」(20 世紀 FOX, 1986) 「マトリックス・リローデッド, レボリューション」(ワーナーブラザーズ他, 2003) などにおいて、開放型・異構造の「歩くフォークリフト」的なものが、未来的でありかつ比較的リアリティの高いものとして描写されているのが印象的である。

一方でロボット大国たる日本のフィクションにおいては、ことに漫画・アニメにおけるロボット描写がパワードスーツの SF 描写の歴史をリードしてきたといえる。ここでも注目すべきなのは、ロボット技術の登場の仕方であり、皮切りとなる「鉄腕アトム」(手塚治虫, 1951) * につづのが遠隔操縦型の「鉄人 28 号」(横山光輝, 1956) に端を発し、ゴーレムの直系であるコマンド人力型の「ジャイアントロボ」(横山光輝・小沢さとる, 1967 年) と続き、「ジャンボーグ A」(円谷プロ原作, 内山まもる画, 1970) において搭乗者の身体動作と直結したテレイグジスタンス型操縦方法によってパワードスーツ技術に一度は近づくものの、その後は乗物型の操縦方法による「マジンガー Z」(永井豪, 1972)



図4 左から「破裏拳ポリマー」(1974)「宇宙の騎士テッカマン」(1975)「機甲創世記モスピーダ」(1983)。いずれも ©タツノコプロ, <http://www.tatsunoko.co.jp/> より。アニメ作品に登場する強化服・パワードスーツの変遷。時代が下ると共に超常的なものからむしろ技術的な描写へ移行していく傾向が見られる。



図5 「アップルシード・データブック」(士郎正宗, 青心社, 1990)より。左からサイボーグ(義体)・プロテクタ(閉構造外骨格)・ランドメイト(開構造外骨格)。

のTVアニメの人気が決定的となり、パワーアシスト型のロボット技術の描写は、この後しばらく「巨大ロボットの操縦方法」の特殊例という形でアニメを中心とした変遷を辿ることになる。一方、サイボーグの記述は漫画の「サイボーグ009」(石ノ森章太郎, 1964)、小説の「サイボーグブルース」(平井和正, 1968)などがあるものの、「仮面ライダー」(原作:石ノ森章太郎, 1971年放映)のヒットによって「変身」という概念が普及し、「超人化」と直結した記号化によって技術的・機構的な描写は排されていくことになる。この「変身」のバリエーションとしての「強化服」による力増幅もまた能動装具型のパワーアシストの一形態と考えられるが「破裏拳ポリマー」(タツノコプロ, 1974)「宇宙の騎士テッカマン」(タツノコプロ, 1975)(図4参照)にみられるようにやはりその扱いは「変身」の一形態であり、ロボット技術によるパワーアシストの概念とは異なった描かれ方に終始することになる。

やがて一大ブームとなる「機動戦士ガンダム」(サンライズ, 1979)において用いられた「モビルスーツ」という呼称がSF作品においてパワードスーツへの回帰を促すことになる。しかし同作品上の描写的には乗物型操縦法の域を出るものではなく、むしろ同時期以降の漫画等に外骨格型パワードスーツが頻出するなどの影響力として働いた。このムーブメントの背景には、1979年のハヤカワ文庫版「宇宙の戦士」の登場(翻訳の初出としては1966)とその表紙絵としてパワードスーツのデザインとイラストを担当したスタジオオムエがSFマガジン誌において展開したパワードスーツに

関する連載記事の存在が強く関与しているとされる。一方でアニメにおける明確なパワードスーツの登場は意外にも同人作品である「DAICON3 OPENING ANIMATION」(1981)においてこの早川文庫版「宇宙の戦士」の表紙絵デザインのを動かしてみせたものであり、商業アニメで明確な外骨格パワードスーツの設定・描写がなされるには「機甲創世記モスピーダ」(タツノコプロ, 1983)を待つこととなる。やはりここでもSFのロボット技術の描写の中ではパワードスーツの登場は意外と遅いことが特徴になっている。

その後、上記のブームに乗ってパワードスーツ描写の集大成とも言える士郎正宗の「アップルシード」(青心社, 1985)が登場する(図5参照)。同作の白眉は非常に詳細な技術設定を含めた外骨格型のパワードスーツとサイボーグ技術が共存する未来社会の描写にあり、先述した5分類のパワーアシスト技術のすべてが作中に登場する。しかし同作によってデビューと同時に不動の地位を築いた士郎正宗が、最新作「攻殻機動隊」(講談社, 1989)(図6参照)においてはサイボーグ技術は残しつつ、むしろ人型パワードスーツを主流派の技術としては否定し、その代わりに非人間型戦車や神経接続によるテレグジスタンスを主流としたサイバーパンク的な未来社会の描写に移行していることは近年のSFの動向として象徴的であるといえよう。

内外のSFにおけるパワードスーツ技術の現在を総論として語るならば「かつて主流となりながら技術描写としては発展しないままに記号化・傍流化された技術」というこ



図6 「攻殻機動隊」(士郎正宗, 講談社, 1991)より, 非人間型(蜘蛛型)パワードスーツ:
フチコマ. 搭乗時, 背部からの神経接続の描写. 機体正面下髭状ものが手として機能する操作肢.

とになりそうである.

* 鉄腕アトムにおいても人間が乗り込んで悪事を働く偽ロボットとしてのパワードスーツのエピソードがあったが, アトムのような高度な知能ロボット技術が存在することが前提の世界観の中では, 同技術もただの「着ぐるみ」でしかなく人気のあるSF描写とはならなかったようである. 同時期の多くの他作品におけるパワードスーツの扱っても小エピソードにおける単発の敵役としての登場が多い.

4. パワーアシスト技術の歴史と現在

SFにおいては人気薄となった「人の能力を超える」パワーアシスト技術に関しても現実にはいまだ粘り強く研究・開発が続けられている. これらの目的はおもに軍事と高齢者介護の分野である.

米国陸・海軍は無敵の兵士という軍事発祥以来の悲願をかけて先述のHardyman以来, 再三パワードスーツの研究プロジェクトへの出資を続けている. DARPA(米国防総省高等研究計画局)による歩兵に装着して基礎能力を上げるパワードスーツ「Exoskeleton」(図7参照)の開発計画では, 装着した人間は100キロの荷物を運びつつ, マラソン選手以上の速さでの長時間行軍ができ, 生身の人間では考えられない跳躍能力を得ることができることを想定しているという. 2001年から5ヶ年計画で5千万ドルを投じて行われているこの開発計画では特に女性兵士のハンデ解消という側面でも期待されている. 同計画の構想段階において採用を検討された技術にはSpring Walker (Applied Motion, Inc. 1991 U.S. Patent, <http://www.springwalker.com/>)という跳ね歩き型のウェアラブルメカニズムがある. 基本的にはドクター中松のジャンピングシューズ (<http://dr.nakamats.com/>)の高機能版といったところであるが, 公開されている

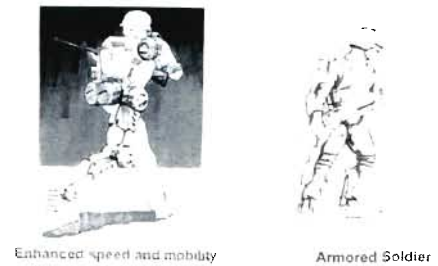


図7 DARPA(米国防総省高等研究計画局)による歩兵に装着して基礎能力を上げるパワードスーツ「Exoskeleton」(©Sarcos Used with permission.).

ムービーによれば試作機が実際に平地を早く走れることは確かなようである. これについては高弾性の装具をつけたハラリンビノクの義足走者が健常者の競技記録に迫るような100m走のタイムを出す実例を見ればその効果のほどが理解できるであろう. 同計画中でもこの装置をいかにしてディーゼル燃料で動力化するかといった課題が真面目に研究・検討されている (http://www.darpa.mil/dso/thrust/matdev/chap/briefings/timchap2000day2/Stacy_Creare.PDF). 当然のごとく米軍が新技術を導入するなら対抗せざるをえないロシア軍も同種技術を動力付きで開発しており, 時速40km程度で戦車と併走させた報道映像が流されたこともあるが, 風聞によればいずれも「安全に停止する」技術に難があるという落語のようなオチによって正式採用を見送られたとされている. 後者のロシア製のものはUfa Aviation Technical UniversityのRoman Kunikovらによって現在もスポーツ用途に開発が続けられているようである (<http://www.imperialyt.com/boots.htm>).

高齢者介護においては, おもに要介護者の抱きかかえ動作における介護者への負担の大きさから専用のパワードスーツが提唱されている. 電動機型のHARO(電機大, 田中孝之研究室)(図8参照), エアバッグ駆動式の介護用パワードスーツ(神奈川工科大, 山本圭治郎研究室)(図9参照)などが, この抱き上げ動作限定のパワーアシストを行うことで無理のない実装に成功している. 同技術の特徴的な決着点は安全性のために装置のパワーを限定して動作の所要時間には目を瞑った点, 直接的に被介護者自身の起き上がりを助けるのではなく介護者側のパワーアシストとして実装されている点にあり, 身体への装着・操作において利用者を限定せざるをえないという技術的課題が残されていることを伺わせる. SF的にはアニメ作品「老人Z」(ムービック他, 1991)において心神喪失に陥った人間をパワーアシストしてしまうことの危険性について描かれた例もあり,

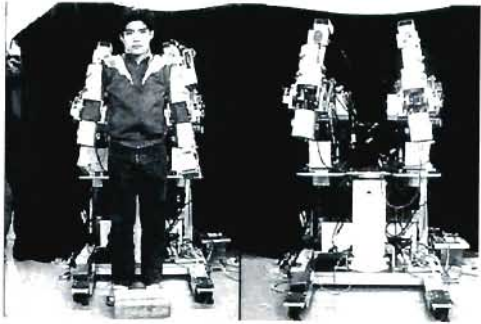
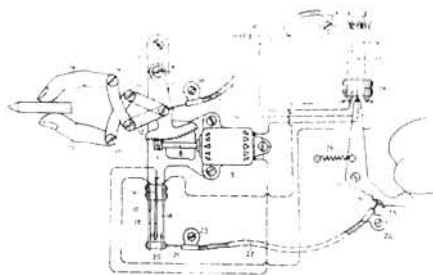


図8 介護用装着型ヒューマンアシスト・ロボットの HARO (電機大, 田中孝之研究室) http://www.yama.mce.uec.ac.jp/robot/haro_g.html



図9 「介護用パワードスーツ」(神奈川工科大, 山本圭治郎研究室)



1125. Vaduzer 義手 電力消費などにより手先で物体を握りしめられるシステム構成。

図10 Wilms(Vaduzer)の義手・特許資料 (義手—その起源と発達—, Liebhard Loffler, 平沢泰介・訳, パシフィックサプライ株式会社)

こうした可能性をふまえての決着点であるのかもしれない。医療の分野ではむしろ「人の能力を超えない」パワーアシスト技術開発の歴史が長い。第一次世界大戦の傷痍兵対策に端を発した Dorrance の能動義手 (1912) は、第二次世界大戦で Wilms の電動義手 (1949) (図10参照), Otto Haffner のガス圧義手 (1952) などの動力義手に発展した。中でも残存筋を利用した筋電制御の試みは Battyce らによって 1955 年という動力義手の最初期から試みられており、現在も各種筋

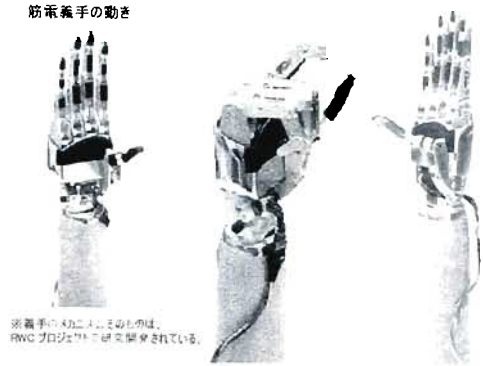


図11 学習型筋電義手 (AIST, 産総研 http://www.aist.go.jp/aist_j/dream_lab/joho/01.html)

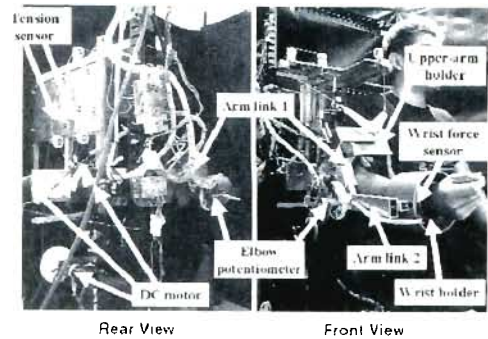


図12 肘運動補助用外骨格型ロボット (佐賀大, 木口量夫研究室 <http://www.me.saga-u.ac.jp/~kiguchi/exo.htm>)

電信号の利用 (AIST, 産総研 http://www.aist.go.jp/aist_j/dream_lab/joho/01.html) (図11参照) や埋め込み型電極による神経接続 (東大, 満洲邦彦研究室 <http://www.mels.ipc.i.u-tokyo.ac.jp/>) に至るまでさまざまな試みが継続されている。能動装具の歴史もまた動力付き義手の登場と共に本格化し、1950年代にはリハビリ用の歩行補助装具の研究・開発が MIT でスタートする。ワイヤ&シリンダによる機械駆動から空気圧シリンダ駆動を経て、現在の技術的主流は機械力による機構ではなく、むしろ機械的電気刺激 (FES) による装着者自身の筋力を電気的に駆動するものに移行しつつある (<http://web.mit.edu/jblaya/www/project/backgroundmed.html>)。一方で、機械的な能動装具も開発は継続的になされており、上肢運動補助用 (佐賀大, 木口量夫研究室) (図12参照), 下肢運動補助用 (筑波大, 山海嘉之研究室) (図13参照), 据え置き型のリハビリ用装具 (安川電機) (図14参照) などがあるが、いずれの場合にも先述の「関節技問題」を回避するために身体への装着方法, 対象関節の等価回転中心と装置の機構的回転中心との一致の問題をどう解決するかが研究開発上の1つの鍵となっている。

こうした応用以外の基礎研究も継続されており、耐荷重

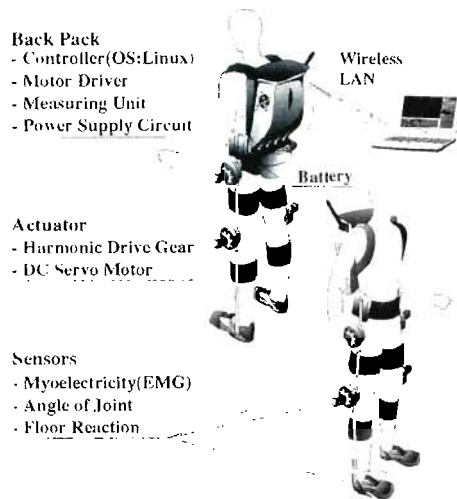


図 13 下半身パワーアシストシステム HAL (筑波大, 山海嘉之研究室 <http://sanlab.kz.tsukuba.ac.jp/~lee/HTML/myResearchJ.html>)



図 14 据え置き型のリハビリ用装具「ベッドサイド型下肢運動療法装置 TEM LX2」(安川電機 <http://www.yaskawa.co.jp/newsrelease/2003/02.htm>)

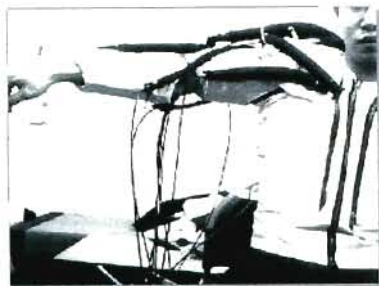


図 15 「マッスルスーツ」(東京理科大, 小林宏助研究室 <http://kobalab.com/research/prototype.JPG>)

用の骨格を一切もたず装着者の外付け筋肉として機能するソフトアクチュエータによる「マッスルスーツ」(東京理科大, 小林宏助研究室)(図 15 参照), 受動型アクチュエータによる軽量高剛性な姿勢保持機構による「ソフトメカニカルスーツ」(立命館大, 川村貞夫研究室)(図 16 参照)な

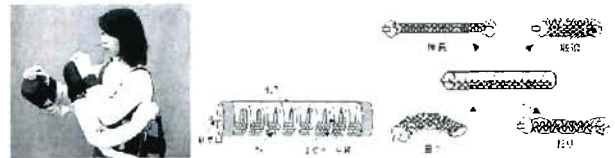


図 16 受動要素利用フォースディスプレイ用装具 (立命館大, 川村貞夫研究室 <http://www.ritsumei.ac.jp/se/rm/ari-kawa/mirai/>)



図 17 「スプリガン」(たかしげ宙 原作: 皆川亮二 作画, 小学館, 1991)より, A・M スーツ (アーマードマッスルスーツ) の登場シーン



図 18 「ハイパー・クラブ」(新田真子, 日本出版社, 1986)より, 受動要素利用型強化服 ESS

ど特徴的な駆動方式の研究も進められている。これらはそれぞれ先述のパワードスーツブーム末期の SF 漫画「スプリガン」(たかしげ宙 原作: 皆川亮二 作画, 1991)(図 17 参照), 「ハイパー・クラブ」(新田真子, 1986)(図 18 参照)において語られた SF 技術の現実の実装例でもあり, お

おむね 10 年の時を経て SF に現実が追いついてきたと見る
ことができる。最近では松下電器産業の社内ベンチャー企
業アクティブリンク（京都府相楽郡精華町，藤本弘道社長）
においてウェアラブルパワーアシスト技術の研究開発を行
うことが報道されており，夢物語としてではないパワード
スーツに商業的な解が見つかるのかどうか衆目の集まると
ころであろう。

5. おわりに

本論ではパワードスーツについて，フィクションとノン
フィクションの両面から紹介し，その歴史的経緯を解説し
た。SF の黎明期において自律ロボットと共に登場した同
技術は，しかし近年のホームロボットブームと比べればま
だまだ身近な技術には遠い感は否めない。この現状は SF
の同技術に心ときめかせた少年時代の思い出をもつ筆者に
とっても大変残念なことでもあり，今後の同技術の粘り強
い発展と画期的なブレイクスルーの発見に期待するもので
ある。しかし，どれほど夢と将来性のある技術もその効果
的な適用範囲を見定めないままでは，その効能を誤解され
ブレイクスルーの到来以前に見放されてしまうことになり
かねない。現在何ができて何ができないのか，どのような
用途に有効でどのような用途には効果が薄いのかについて
技術の本質を議論し，その効果を見定めるためには，現実
的な技術者・研究者といえども，SF 作家並みの世界観と想
像力をもってして考察を進める努力が必要であることを再
確認して，本論の結言としたい。（2003 年 12 月 22 日受付）

参考文献

- 1) R. A. ハインライン 著，矢野 徹訳：宇宙の戦士，早川書房（原
著は 1959）
- 2) 大山，前田，星野， 鎔：SF と現実のトレイグジスタンス型ロ

ボット制御システム-ディスプレイと制御支援-，日本 VR 学会
論文誌（2003）

- 3) R. A. ハインライン：ウォールドウ（原著は 1942），（R. A. ハイ
ンライン著，冬川 亘訳：魔法株式会社，早川書房（1982）に
収録）
- 4) アポロニオス (Apollonios) 著，岡 道男訳：アルゴナウティカ
ーアルゴ船物語，講談社（1997）
- 5) ホメロス (Homerios) 著，土井晩翠訳：イーリアス，富山房
（1995）
- 6) ホメロス (Homerios) 著，松平千秋訳：イーリアス<上><下>，岩
波書店（1992）
- 7) D.R. ホフスタッター，D.C. デネット編著，坂本百大訳：マイ
ンズ・アイーコンピュータ時代の「心」と「私」，<上><下>，
TBS ブリタニカ（原著は 1981）

【著者紹介】

前田 太郎 君（正会員）



昭和 40 年 2 月 3 日生。62 年東京大学工学部
計数工学科卒業。同年通産省工業技術院機械技術
研究所に入所，ロボット工学部バイオロボティク
ス課研究員を経て，平成 4 年東京大学先端科学技
術研究センター助手，6 年同大学院工学系研究科
助手，9 年同講師，12 年同大学院情報学環講師，
14 年より NTT コミュニケーション科学基礎研究
所人間情報研究部に勤務。工学博士（東京大学）。

人間の知覚特性とモデル化，神経回路網モデル，マンマシンインタ
フェース，トレイグジスタンスなどの研究に従事。ホロボタやアレイ
といった空間知覚とそれに伴う運動についての人間の特性の心理物理
的計測とモデル化，それらの知見を応用したバーチャルリアリティや
トレイグジスタンス用マンマシンインタフェースの開発，ウェアラブル
ロボット・パラサイトヒューマンの研究などが主たる業績。2 年本
会論文賞，9 年同学術奨励賞，3 年日本ロボット学会技術賞，11，13，
14 年日本 VR 学会論文賞受賞。