

# サイバーラボットを駆使した「健康未来社会」

—ロボット産業、IT産業に続く新産業「サイバーラボット産業」始動

CYBERDYNE社長CEO／筑波大学大学院教授

山海嘉之  
さんかい よしゆき



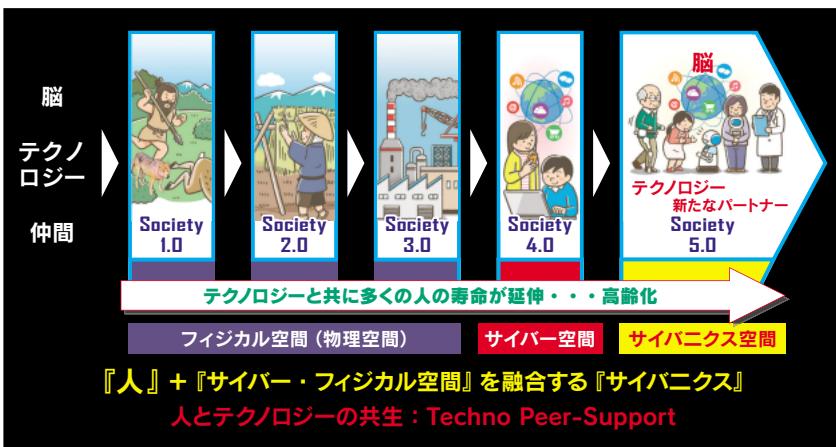
人類はテクノロジーを創り出し、テクノロジーと共に生き、テクノロジーと共に進化してきた。そして、テクノロジーによつて寿命は延伸し、人類はいま少子高齢社会に突き進んでいる。年齢、性別、障がい、疾患を超えた未来社会は、じつと待つても実現されない。「健康未来社会」開拓への挑戦が始まっている。

## 高齢化で加速する人類の進化

人類は、遺伝子を変えながら進化する道を選んで、テクノロジーとともに進化する道を選

んだ生物ができる。狩猟採集社会、農耕社会、工業社会、現在の情報社会へと、テクノロジーによつて社会変革が実現され、その結果、人類の寿命は延伸していくこととなつた(図表1)。そして、いま、人類は未だ経験したことのない少子高齢社会へと突き進んでいる。社会で十分に活躍できる人材であつても、我が国の社会に根付いてきた定年制によって、ある年齢に達すると退職し、経済活動から遠ざかることになる。再雇用制度も一時的なものでしかなく、貴重なプラチナ世代の能力を捨ててしまっている。「もつたいない」の一言である。もし、テクノロジーによつて、高齢になつても健康が維持・管理され、長く培ってきた能力を思う存分發揮して経済活動に参画できるようになれば、それはまさに、テクノロジーによつて「エイジレス社会」という社会変革が実現できたと言えるだろう。また、疾患・事故・加齢によつて、身体機能が低下し障がいを抱えたとしても、テクノロジーによつて、より自立度の高い生活が実現でき、経済活動や社会参画ができるようになれば、それは、エイジレスを拡張した社会、即ち、私が目指す「誰一人取り残さ

图表1 テクノロジーによる社会変革の変遷  
「人」+「サイバー・フィジカル空間」を融合する「サイバニクス」



图表2 サイバニクス医療健康ケアシステム



解決すべき課題が山積している。「人」と「サイバー・フィジタル空間」を一体的に扱う新領域「サイバニクス(人・ロボット・AI/IoT(ヒトとモノのインターネット)」を駆使し、「IoH/IoT(ヒトとモノのインターネット)」を介して取得されるヒューマンビッグデータ(人間に関わる生理・心理・生活・行動・環境情報など)の集積・解析・AI処理や人間の機能改善・再生・拡張・支援が可能な各種サイバニクス技術を、好循環のスパイクルが構成できるよう社会実装していく。こうして、これらの課題は着実に解決され、「エイジレス社会」「テクノ・ピアサポート社会」は現実のものとなる。「サイバニクス」とは、サイバネティクス(人工頭脳学)、メカトロニクス、インフォマティクスを中心として、脳・神経科学、行動科学、ロボット工学、人工知能、情報技術(IoT)、システム統合技術、生理学、心理学、哲学、倫理、法律、経営などの異分野を融合複合した新領域である。ロボット産業、IT産業に続く新産業「サイバニクス産業」として位置付けられる。

## サイバニクス医療健康 ケアシステムでエイジレス社会へ

サイバニクスは、人とテクノロジーの融合・共生を基礎研究から未来開拓型人材育成・新産業創出まで相互フィードバックによって好循環のスパイクルを形成しながら同時に展開する。そして、バイオ・脳神経・生理・生体系からサイボーグ、ロボット、モビリティ、健康都市OS、災害時避難対応などを一

ないイノベーションによって人とテクノロジーが共生し相互に支援し合う『テクノ・ピアサポート社会』が始まったとも言えるだろう。少子高齢社会には、要介護者数の増加、患者数の増加、医療・介護のための公的支出の増加、社会保障制度や社会基盤の再構築など、

体的に扱い、人類の新たな進化を加速させる取り組みとして推進している。図表2に示されるように、「サイバニクス医療健康ケアシステム」として動き始めており、当該領域の開拓に挑戦する企業群による新産業創出連携体とも言うべき枠組みが形成され始めている。

こうして、廃用・疾患・障がいという身体状態であっても、高い自立度と健康度を維持しながら社会参画を実現する「健康未来社会」へと、人類は駒を進めることになる。これはまさに、健康で持続可能な社会としてのSociety 5.0／5.1と言えよう。

例えば、図表2の左側に示されるように、廃用・疾患・障がい等により身体機能が低下した方を対象として、世界初の装着型サイボーグ「HAL」を用いて、機能改善治療（サイバニクス治療）や機能改善プログラムが、病院だけではなく、介護施設や自宅でも実施されている。HALには、医療用と非医療用があり、これを装着することで人をサイボーグ化する。HALは、脳神経系由来の運動意思を反映した微弱な生体信号を活用して、装着するだけで身体の一部のように機能する。身体機能を改善・再生・拡張・支援する革新技術であり、その基本特許は国内外で高く評価されている。

医療用HALに関しては、日本では、これまで治療法が無いとされた進行性の神経筋難病疾患を対象に、治験が実施され、その有効性が示されており、新治療技術として保険収載されている。欧州では、脊髄損傷、脳卒中にに対する医療機器となり、ドイツでは公的労災保険が適用されている。米国FDA（食品医薬品局）、アジアを含め、コロナ禍の中であっても導入が進み、現在、世界18カ国で医療機器として活用され始めた。国際プラットフォーム化の準備は着々と進んでおり、国際的な取り組みとして、国内外の医師、患者・家族、規制当局、認証機関、保険機関などとの連携を戦略的に推進していく。そのためには、利用者や専門家との円滑なファイードバックが基盤となるようヒューマンビッグデータの有効で適切なマネジメント、国際ハーモナイゼーションなどが重要となる。HALにも様々なタイプがあり、バイタルセンサや人工知能搭載型の除菌・清掃ロボットなど、様々なサイバニクス・デバイス／インタフェースが段階的に投入されている。

医療用HAL下肢装着タイプのほか、肘・膝・足首などの部位に装着するHAL単関節タイプ、作業者の腰痛リスクを下げながら介護支援や作業支援を可能とする腰部装着型のHAL腰タイプなども、病院、介護施設、自宅、労働現場などで活躍している。これらのデバイスは、全て通信機能を有しており、小型バイタルセンサや各種アプリとも連携し、メディカル／ヘルスケア分野でのサイバニクス医療健康ケアシステムとして機能している。

そのため、医療用HAL下肢タイプと同様に、ネットワークを介して利活用が可能となり、英国のハンプシャー州では、先進的な取り組みとして、127セットの介護支援用HAL腰タイプの導入を決めた。2人作業の必要性がある作業を1人でできることや、腰部の負荷低減、怪我のリスク低減などが評価され、NHS（英國国民保健サービス）と共同で、介護施設への幅広い普及に向け改革を開始した。高齢化が進む各国共通の社会課題の解決策として横展開も期待されている。

このように英国では、保険医療費の適切な運用・節約と公的サービス維持・向上へのイノベーションの取り込みを同時に推進する戦略的な施策が見受けられる。英国は、サイバニクスをはじめとするエイジレス社会を支えるコア技術の価値を積極的に評価し、外国人（日本）の技術を採用しても、新たな医療福祉制度づくりを合理的かつ効率的に進めようとしている。この点は重要な点である。ル

ルや仕組みを作り、それを国際的に事業化して展開していく開拓マインドが民間企業だけではなく行政機関においても浸透している。

日本でも、このような戦略的な取り組みは可能なはずだ。

また、一般的に介護ロボットというと、ロボット技術を用いて介護者をパワーアシストする機器のイメージが持たれているが、腰部装着型のHAL腰タイプは、実際にはそのような用途を超えて、高齢者など介護される側の身体機能の維持・向上にも利用されている。この自立支援用HAL腰タイプを装着してHALの原理に基づいた座位や立ち座りを行う神経・筋系の機能改善プログラム(NeuroHALFIT)を繰り返していくことで、要介護状態や寝たきり予備群だった高齢者の立ち度・歩行能力などが改善し、日常生活での自立度が向上するなど大きな成果を挙げている。

このように、腰部装着型のHAL腰タイプは介護する側にも介護される側にも利用できるため、介護・自立支援用のHAL腰タイプとして展開も開始した。これにより、利用時間も工夫しながら効率的に使用でき、施設での導入ハードルを下げることが可能となる。

図表2に示されるように、コロナ禍での社会的な要請にも後押しされ、非接触サービス

の実社会への導入も始まっている。病院で遠隔から医師に見守られながら医療用HALの機能改善治療を受けたり、自宅では小型バーチャルセンサと自立支援用HAL腰タイプによって負荷を安全に管理しながら、ヘルスケアチエックと機能改善プログラムを実施して健康に役立てたりすることができる。

さらに、小型バイタルセンサも準備され、クラウドシステムによって、病院、介護施設、職場、その他の生活の中で、心活動、脳活動、体温、SpO<sub>2</sub>(パルスオキシメーターで経皮的に測定した動脈血酸素飽和度)、活動量など様々なヘルスケアデータを日常的に集積・解析・AI処理することで、不整脈や心房細動といったリスクを適切に管理し、心筋梗塞や脳梗塞などを予防していく仕組みも出来上がった。睡眠時無呼吸症候群(SAS)に起因する居眠り運動やドライバーの健康管理のための取り組みが、関連業界と段階的に始まる。

就寝中の睡眠状態のチェックを行うアプリも加わり、極めて簡便に日常的なスクリーニングも可能となつた。このアプリのダウンロード数は300万を超えており、ヘルスケアの社会的関心は高い。

以上、実例を交えて、健康未来社会を実現するために重要なサイバニクス技術、サ

イバニクス医療健康ケアシステムについて紹介した。IoH/IoTを駆使することで、病院、介護施設、自宅、職場までをデータやサービスの連携でシームレスにつなげる。装着型サイボーグ(医療用/非医療用)、小型バーチャルセンサ、アプリ等、サイバニクスで取り扱うデバイス・ソフトウエア等は全て通信機能を有しており、クラウドを利用することで人々の多様な活動シーンに対応できる。これからデジタル・ヘルスには欠かせない機能だ。これまで医療機関に行かなければ取得することのできなかつた水準のデータを日常生活を送りながら扱うことが可能となる。

サイバニクス医療健康ケアシステムは、貴重な経験や能力を有するプラチナ世代の人々が、定年を超えて、エイジレスで健康に活躍できる社会を実現するための大切な一步となるだろう。

少子高齢化への対応は、テクノロジーを手にした人類が到達する最重要課題の1つである。人類はテクノロジーと共に進む。日本が世界に対し、エイジレス社会、テクノ・ピアサポート社会という新たな社会像を示していくことには大きな意義がある。この人類未踏の課題に皆様と力強く挑戦していくことができれば幸いである。