

## ウイズコロナ社会後の人と機械の共生の在り方に関する 科学技術の発展動向

(公社) 日本工学アカデミー 会員 野中 洋一

本プロジェクトは、2030年頃の人間と機械の共生（Human-Machine Symbiosis, HMS）社会の実現をイメージして、成長産業の可能性を視野に入れつつ、重点的に取り組むべき課題は何かを提言する。このために表1のメンバーからなるプロジェクトの委員会を2020年10月から2021年8月まで7回開催した。その結果を元に、持続的発展と安全安心な社会の実現に向けて、国や産業界・社会が立てるべき計画の方向性を提言する。

本プロジェクトを開始した2020年2月頃から、世界中が新型コロナウイルスによるパンデミックの脅威に晒され、人々はマスクの使用や会食の禁止など、さまざまな制約の下で不自由な生活を強いられた。パソコンやスマホを使ったテレワーク、オンライン会議が会社や学校で当たり前になり、海外渡航や県間の移動も制限され、従来までの生活様式は一変した。

一方、リアル空間での社会・経済・商業活動の制約から人々を解放するために、メタバースと呼ばれるサイバー空間上の新たなプラットフォームが注目されている。2030年頃には、大容量、超低遅延の無線通信5G及びそれに続くBeyond 5Gの無線インフラの整備も進む可能性が高い。

今後10年で、ロボット、アバターなどの研究開発とその社会実装が、地球環境、社会環境、経済活動に破壊的なイノベーションを生み出す可能性がある。2020年12月から開始したムーンショット目標1においても、サイバネティック・アバター（遠隔操作で動作するロボットやアバターなど）などの機械の研究開発によって、人間は空間、時間の制約から解放され、身体、認知、知覚等の能力をさらに強化・拡張できる可能性がでてきた。ムーンショット目標1では2050年までに障がい者や高齢者など、望む人はだれでも働く機会を得て、様々な社会活動に参画できる社会の実現をめざしている。人間の能力を拡張するHMSの開発が進めば進むほど、そこから種々のE<sup>3</sup>LSI（倫理的・Ethical、経済的・Economic、環境・Environmental、法的・Legal、社会的・Social 課題・Issues）が生まれることも明らかであり、一つひとつを社会が受容できるように、丁寧に解決していくプロセスを踏むことも重要である。

本プロジェクトは、上記プロセスを次の3つの方向性で検討し、関連省庁・機関に提言する。

表1. 人と機械の共生社会のデザインプロジェクト

役割	氏名	所属・役職	委員会での話題提供
リーダー	萩田 紀博	大阪芸術大学芸術学部アートサイエンス学科長・教授	第2回 2020/12/21 「JST CREST 知的情報処理システムにおける人と機械の共生 (HMS) 研究紹介」
サブリーダー	浅間 一	東京大学 人工物工学研究センター長、教授	第5回 2021/5/8 「人間道スイッチー 人と機械の共生とは？」
幹事	野中 洋一	日立製作所 研究開発グループ 生産イノベーションセンター 主管研究長、インダストリーテクノロジー ラボラトリー ラボラトリー長	第1回 2020/10/26 「ドイツ工学アカデミーで実施した関係活動の御紹介 Revitalizing Human-Machine Interaction for the advanced society 社会の発展のための人と機械のインタラクションの再構築」
幹事	橋本 隆子	千葉商科大学 副学長、教授	第5回 2021/5/8 「生存情報学人類的、社会的課題に対して、情報学としていかに取り組み生き延びるか」
委員	石黒 浩	大阪大学 基礎工学研究科 教授、国際電気通信基礎研究所(ATR) 特別研究所長	第4回 2021/3/25 「未来社会 ERATO (自律ロボ共生)、2050年目標 1 Moon Shot Goal 1 (対話行動)」
委員	金井 良太	株式会社アラヤ 代表取締役	第4回 2021/3/25 「ムーンショット目標1 金井プロジェクトの紹介とウィズコロナ社会後の人と機械の共生のあり方」
委員	小林 正啓	花水木法律事務所 弁護士	第3回 2021/1/25 「機械が道具を超える時代におけるELSEについて」
委員	田中 健一	三菱電機株式会社 開発本部 開発業務部・技術統轄	第1回 2020/10/26 「大変革期の社会デザイン」
委員	土井 美和子	情報通信研究機構 監事	第3回 2021/1/25 「境界から考えるHXS」
委員	永野 博	慶応義塾大学 訪問教授	
委員	直井 聡	国立研究開発法人科学技術振興機構(JST) 挑戦的 研究開発プログラム部 技術主幹	第4回 2021/3/25 「ムーンショット 目標1 「2050年までに、人が身体、脳、空間、時間の制約から解放された社会を実現-期待と課題、提言に向けて-」
委員	間瀬 健二	名古屋大学大学院 情報学研究科 教授	第2回 2020/12/21 「人間と情報環境の共生インタラクション基盤技術研究から見た動向」
委員	南澤 孝太	慶応義塾大学 大学院メディアデザイン研究科 教授	第4回 2021/3/25 「EAJ-HMS 身体的共創を生み出すサイバネティック・アバター技術と社会基盤の開発」
委員	宮下 敬宏	国際電気通信基礎研究所(ATR) インタラクション科学研究科 所長	第3回 2021/1/25 「ニーズ動向について：JST START・SCOREの紹介とテクノロジーマーケットフィット」
委員	山口 高平	慶応義塾大学 理工学部 管理工学科 教授	
委員	山本 宏	東芝 コーポレートデジタルイノベーション CTO & デジタルイノベーションテクノロジーセンター長	第1回 2020/10/26 「IoPに関して」
特別講師	木村 文彦	東京大学名誉教授	第5回 2021/5/8 「人と機械の共生ーものづくりから社会へー」

まず、第1の方向性として、自然災害の激甚化や感染症の多発・長期化に対して、製造業界を中心に、レジリエントな HMS を構築する。そのために経営資源を再結合・再構成できる企業変革力 (Dynamic Capability) を強化することを提案する。持続可能な社会を実現するためには、人-人、人-機械、機械-機械の多様な相互作用によって生まれる知見を、人と機械が共有する知識基盤の上に構築し、人や機械それぞれ単独では成し得なかった創造性、およびその持続性を実現すること重要となる。「人だけでなく機械を含めた多様性」をマルチバース (Multiverse)、「人と機械で知識を共有して相互に気づきを与えていく仕組み」をメディエーション (Mediation) とし、マルチバース・メディエーションによるレジリエントな HMS を今後の産業政策における施策として国に (特に厚生労働省、経済産業省、文部科学省などに) 提言する。

第2の方向性として、人間の能力を強化・拡張する HMS の研究開発を推進する。この推進により、働く環境及び日常生活が 2030 年頃に大きな変革を起こす。この変革によって、ダイバーシティ&インクルージョン社会が一步前進し、希望する障がい者や高齢者が働く機会を得て、社会活動へ参画するこ

とが可能となる。1人で1体のロボットやアバターを操作する現状の技術を一変させ、人と機械とAIアルゴリズムが連携して、1人で複数体のアバターを操作したり、複数人で複数体のアバターを操作するHMS、手や足などの身体的操作なしでもBMI（Brain-Machine Interface）を用いて脳で考えた通りに動かせるHMS等の研究開発も進むと考えられる。こうしたHMSはサイバネティック・アバターと呼ばれ、メタバースのような仮想空間や遠隔のリアル空間での労働などの市場拡大にも大きく貢献することになる。成長産業の市場で世界のイニシアティブを獲るために、人間の能力を強化・拡張するHMSの研究開発を、2030年に向けて継続的・戦略的に推進する必要があることを、国に（特に、文部科学省、JSTなどに）提言する。

最後に、第3の方向性として、誰もが働く機会得て、社会参加が可能になるHMSが生まれればそれに伴って新たなE<sup>3</sup>LSIが生まれることが予想される。この問題に対処するために、HMSの研究開発と連携し、それらのE<sup>3</sup>LSIによって引き起こされるHMS利用の負の側面を解決可能とする各種制度（法制度含む）を一般市民、利用者を含む多様なマルチステークホルダーで、民主主義的な手段で解決する場づくり（HMS推進フォーラム）を新たな社会構築のための施策として、広く国（特に、厚生労働省、経済産業省、文科省、JSTなど）や国民に提言する。たとえばHMSを利用することによって起こる不利益や不安・精神的に追い詰められるような状況が起きた場合にはHMSを切り離せる機能を持たせる、利用者のモラルやリテラシーを向上する教育的な指導を行うなどを議論する。一般市民、利用者を含むマルチステークホルダー間でHMSが社会に及ぼす影響や地球・社会環境とのバランスのとれたHMSのあるべき姿とは何かについて考える。

以上の3つの方向性を以下の図1. に示す。

人間機械共生システム（Human-Machine Symbiosis, HMS）で世界のイニシアティブを獲るための3つの方向性

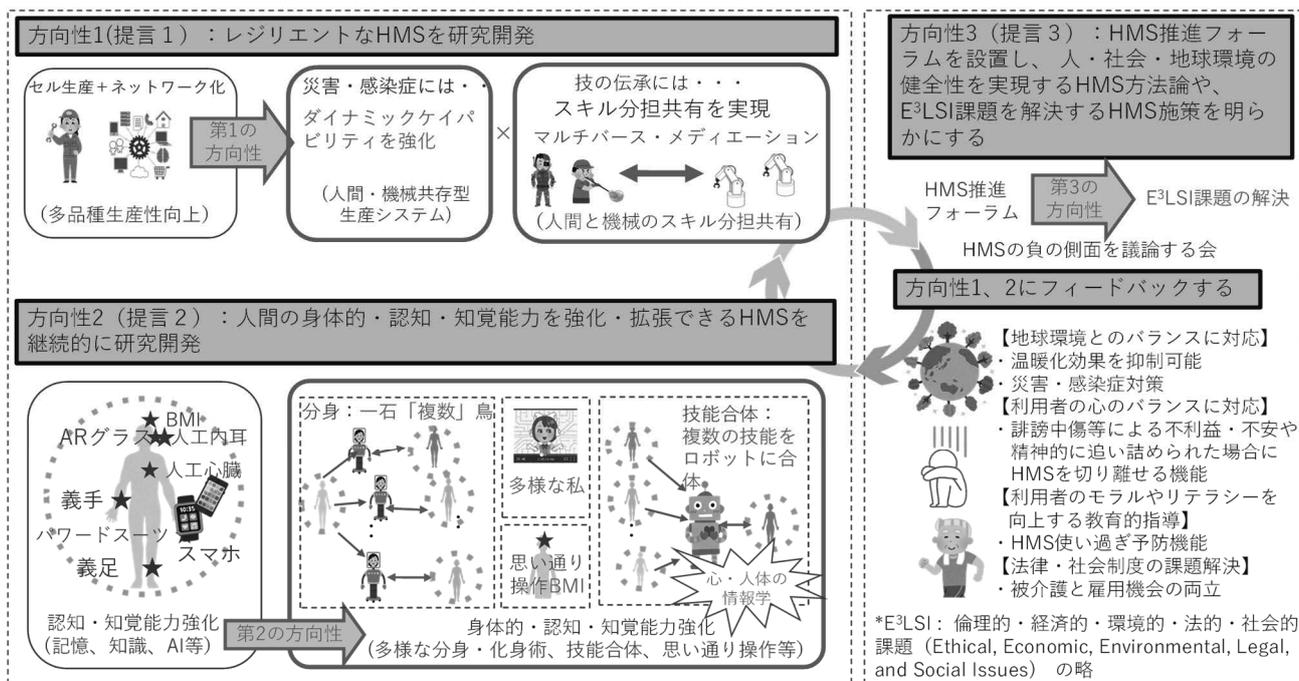


図1. 2030年頃の人間と機械の共生社会のあるべき姿とその実現に向けて国や産業界が行動計画を立てるべき3つの方向性(提言)