

【産業競争力懇談会 2015年度 プロジェクト 最終報告】

【AI・ロボット・人の 共進化による  
産業力向上の実現】

2016年3月3日

産業競争力懇談会 **COCN**

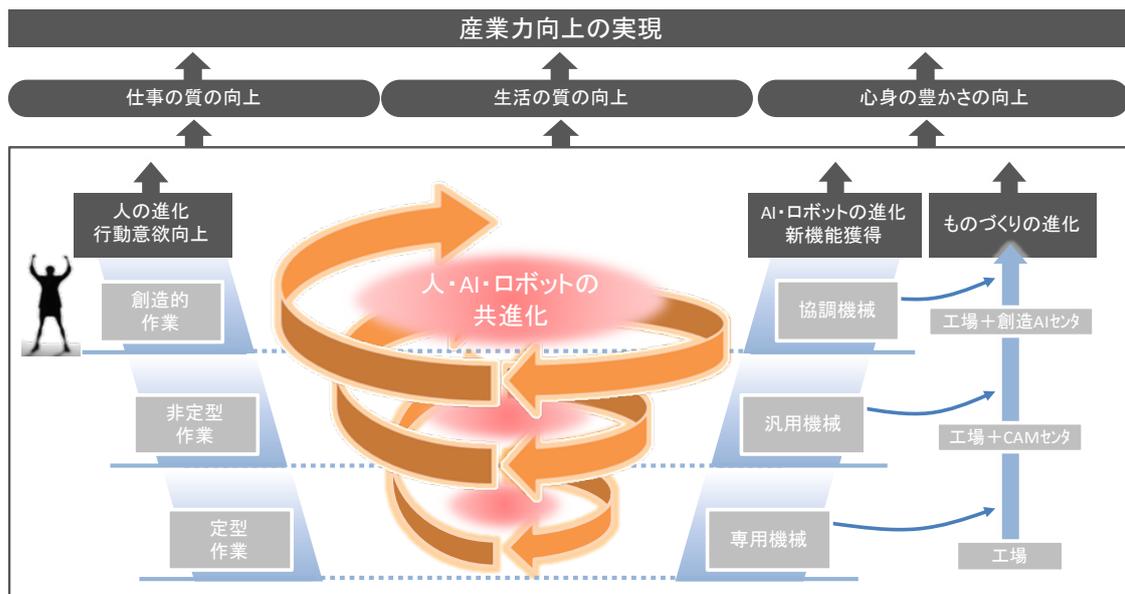
## 【エクゼクティブサマリ】

### ● 本プロジェクトの基本的な考え方

本プロジェクトの目的は、人の行動・作業を支援するロボットの導入と、人とロボットの役割を最適化するAIの活用により、労働生産性を高めると同時に、人の活力・能力を高めるシステムの仕組みや枠組みを提案し、その社会実装を通じて産業力を強化することである。

### ● 検討の観点と範囲

日本政府は、IoT・AI・ロボットにおける基盤技術開発（ロボット革命イニシアティブ協議会、産業技術総合研究所人工知能研究センター等）を推進しており、諸外国においても、官民を挙げて関連技術の大規模投資（ドイツ政府「Industrie4.0」、米国GE「Industrial Internet」等）を進めている。本プロジェクトでは、“人”を中心に据えたAI・ロボットの活用が、超高齢化社会となった日本において産業力向上を実現するシステムの在るべき姿と考え、さらに、「AI・ロボット・人それぞれの機能と目的が、互いの関係の中で最適化され継続して進化するシステムこそが、経済成長の持続的向上に必須になる」との考えから、そのようなシステムを「共進化システム」として提案する。



共進化システムにおいては、AI・ロボット・人の全てが、システムの中でそれぞれの役割を変えながら最適化されていくこと（すなわち、進化すること）が重要となる。そのために、特に人が起点となり、AI・ロボットと相互に作用しながら持続的にかつ世代を超えて成長を続けていく仕組みが必要になる。

人を起点とした様々なニーズからもたらされる進化の系譜は、単なる効率化に留まらない多様な効果をもたらすと考えている。これにより、大規模かつ複雑な社会データから、人の仕事の質、生活の質、心身の質が変わる施策を効果的に創造し、高活力、高品質社会を実現することを目指す。

検討の範囲は、仕事の質、生活の質、心身の豊かさを向上する社会の3つの目指すべき社会像をベースに、製造分野、サービス分野、介護福祉分野とした。研究開発を促進させ、さらに、実証・実践を通して様々な共進化システムを普及させていくことを目指し、課題や施策について検討を行う。

## ● 産業力強化のための施策

共進化を幅広い産業や応用において実践できるように、産業界が中心となり以下の施策を推進する。

### 施策1 仕事の質、生活の質、心身の質を高める施策を生み出す共進化システムの研究開発

#### (1) 共進化システムを構成する要素技術の研究開発

人間や場の計測や人間情報の知識化・理解、インターフェースなど、人間を中心としたロボット分野、AI分野の技術と、それらを統合するためのプラットフォーム技術を、これまで以上に革新させる。

#### (2) 仕事の質、生活の質、心身の質を高める共進化システムの実証プロジェクト

実証プロジェクトを推進する。超高齢化社会に向けて、仕事、生活、心身の3つの領域を軸として、製造(①生産支援、②開発支援)、サービス(③パーソナルモビリティ・システム、④おもてなし)、介護福祉(⑤コミュニケーション支援、⑥身体機能アシスト)への応用の実証プロジェクトを実施する。

### 施策2 共進化システムを開発、実証、事業化するための推進母体の結成

研究開発および実証プロジェクトを促進していくための推進母体を産業界が主体となり組織する。推進母体は以下の項目を行う。①関連府省および公的研究機関、自治体などと連携し、実証体制の整備、PoC(Proof of Concept:概念実証)の実施を推進する。②各企業の競争領域と協調領域を切り分け、共通化できそうな技術要素の基盤化を推進する。さらに、③安全性や情報管理など、共進化という概念が新たにもたらす社会的影響を考慮した検討を行う。④コンソーシアム(勉強会)を主催し、普及促進を進めるとともに、共進化システムによる新たな産業構造やビジネスモデルについて検討する。

### 施策3 関係府省、公的研究機関との連携

関係府省、公的研究機関が推進するAI、ロボット、IoTに関連する重点取り組みや動きに対する適切な連携の在り方を検討する。施策2の推進母体と関係府省、公的研究機関および大学が連携して、①研究開発支援、②実証環境の整備、③共進化システムに必要な要件(安全性・信頼性の基準、システム要件・運用保守、個人情報の取り扱い、不正アクセス行為等)の議論を行う。

## ● 来年度取り組みに向けて

上記、3つの施策に対応して、来年度取り組むべき課題を以下に示す。

**施策1**に関し、共進化システムのプロジェクト化に向けて、まず、製造、サービス、介護福祉への応用における研究開発内容、実証内容を具体化し、合わせて課題を抽出する。そのために、検討ワーキンググループを発足させる。

**施策2**に関し、有識者や企業との意見交換を実施し、推進母体の実施形態を明確化する。

**施策3**に関し、関連府省、公的研究機関の各取り組みを踏まえた上で、適した連携の在り方を明確化する。経済産業省、文部科学省、総務省が推進するAI、ロボット、IoT関連技術の革新と社会実装に向けたプロジェクトや、産業技術総合研究所人工知能研究センターとの連携を検討する。関連府省、公的研究機関に関しては、情報共有をお願い致したい。

## ● おわりに

本プロジェクトでは、少子高齢化による生産年齢人口の減少が進むわが国において、必要な労働力を補い、産業力の持続的な成長と、高活力、高品質社会を実現していくことを目指して、「AI・ロボット・人の共進化」を提案し、共進化システムがもたらす社会像を示すとともに、その実現に向けた課題を整理して施策を検討した。

共進化システムを具現化し、さらに事業として実施していくためには、要素技術の開発のみならず、産業界が中心となり、“人とAI・ロボットが協調する社会において産業構造がどのように変革していくのか”、を深く吟味して検討し続けることが重要になる。サービス形態、応用分野などが異なる幅広い企業が連携可能な推進母体やコンソーシアムの結成を目指したい。これにより、AI・ロボットがもたらす日本社会の新たな産業構造における新たなビジネスモデルを検討する契機としたい。制度面における関連府省、研究面における公的研究機関、実証・実施面における自治体などの協力も必要不可欠になる。

今後、これらが現実のものとなるように、関係するプロジェクトとも連携を深める活動を進めていくとともに、関係する公的機関との対話を進めていく予定である。

## 【目次】

【エグゼクティブサマリ】.....	2
【目次】.....	5
【はじめに】.....	6
【プロジェクトメンバー】.....	7
【本文】 .....	9
1. 本プロジェクトの位置づけ .....	9
1.1. 目的・経緯 .....	9
1.2. 検討の観点と範囲 .....	9
2. 「AI・ロボット・人の共進化」コンセプトの提案 .....	10
2.1. 産業力の向上を目指した「AI・ロボット・人の共進化」アプローチ .....	10
2.2. 共進化のコンセプト .....	11
3. AI・ロボット・人が共進化するシステムの応用例 .....	15
3.1 検討の方針 .....	15
3.2 製造業における生産と設計業務の効率化に対する共進化 .....	15
3.3 地域と連携したパーソナルモビリティ・システムに対する共進化 .....	19
3.4 おもてなしを提供する自動機に対する共進化 .....	22
3.5 介護福祉におけるコミュニケーションと身体機能アシストによる認知症予防に対する共進化 .....	24
4. 施策まとめ .....	27
4.1. AI・ロボット活用による産業力強化に向けて .....	27
4.2. 産業界の為すべき施策 .....	28
4.3. 来年度取り組みに向けて .....	31
5. おわりに .....	32

## 【はじめに】

近年、RT(Robotic Technology)とAIを融合する事により、相乗的に触発され生み出される技術を、社会システムの抜本的変革と、新しい社会サービスの創成につなげることを目指そうという動きがある。RTとAIの融合ビジネスについては、経産省、DARPA、Google、Amazonが先導している。しかし、こうした取組みの多くは、民間における個別の業務や課題に対してKPI(Key Performance Indicators)を設定し、それを最大化する施策を導出することを目的としていた。国家レベルの社会課題を解決する為には、RTとAIの融合効果を社会全体へ還元するさらに新しい枠組みが求められている。

国家レベルの社会課題の一つとして、来るべき少子高齢化社会へ如何に備えるかという課題が緊急かつ最重要課題に挙げられる。少子高齢化の直接的な影響は、労働力人口の減少である。2002年の厚生労働省推計によれば、今後の労働力人口の推移は、高齢化と総人口の減少によって、2025年に6,296万人となり、1998年のピーク時から約500万人減少することとされる。産業活動の担い手が不足することにより、日本の経済成長が阻害されることが懸念される。

この状況を改善するためには、国民に活力を与え就労世代の労働生産性を一層高めるとともに高齢者の社会参加を促すことが求められる。

本プロジェクトが提案するAI・ロボット・人の共進化はこの課題の解決を目指している。AIにより働き方や生活の仕方の質が変わる施策を効果的に創造して高活力、高品質社会を実現する。「AI・ロボット・人の共進化」が、一過性の実証実験やデモンストレーションではなく、持続的にサービスを提供できる形で実装され、さらにそれらが全国に普及し、そして日本での実績をもって海外に展開される事を目指して報告書をまとめた。

これらの検討結果が具体化され、高活力、高品質社会が実現され、海外からも評価されるようになればこれからの日本の産業競争力向上の大きな力になると考える。

産業競争力懇談会  
理事長  
小林 喜光

## 【プロジェクトメンバー】

- リーダー

(株)日立製作所 山田 真治 (研究開発グループ 基礎研究センター センタ長)

- サブリーダー

(株)日立製作所 嶺 竜治 (研究開発グループ 基礎研究センター プロジェクトリーダー 主任研究員)

- メンバー

(国法)産業技術総合研究所 松本 治 (ロボットイノベーション研究センター 総括研究主幹)

(国法)産業技術総合研究所 松本 吉央 (ロボットイノベーション研究センター サービスロボティクス研究チーム 研究チーム長)

(国法)京都大学 小寺 秀俊 (工学研究科 マイクロエンジニアリング専攻 教授)

(学法)芝浦工業大学 松日楽 信人 (機械機能工学科 教授)

(学法)千葉工業大学 古田 貴之 (未来ロボット技術研究センター 所長)

(学法)千葉工業大学 先川原 正浩 (未来ロボット技術研究センター 室長)

(学法)早稲田大学 岩田 浩康 (創造理工学部 総合機械工学科 教授)

(株)IHI 前田 宗彦 (技術開発本部 総合開発センター 制御技術開発部 主任研究員)

沖電気工業(株) 小田 高広 (システム機器事業本部 メカトロ開発センター センタ長)

沖電気工業(株) 中澤 哲夫 (経済・政策調査部 担当部長)

キヤノン(株) 中西 正浩 (企画本部 事業開発推進センター 技術渉外課 担当課長)

キヤノン(株) 長谷川 利則 (企画本部 事業開発推進センター 技術渉外課 専任主任)

キヤノン(株) 山崎 剛生 (企画本部 事業開発推進センター 技術渉外課 専任主任)

シャープ(株) 福島 隆史 (東京支社 次長)

シャープ(株) 天野 陽之介 (東京支社 渉外部 主事)

新日鉄住金ソリューションズ(株) 笹尾 和宏 (技術本部 システム研究開発センター イノベティブアプリケーション研究部 統括研究員)

大日本印刷(株) 西野 嘉浩 (情報ソリューション事業部 デジタルイノベーション本部 IoT事業開発プロジェクトチーム1G グループリーダー)

大日本印刷(株) 中川 修 (AB センター 第2本部ICT開発ユニット フロンティアテック・ラボ 主席研究員 室長)

(株)東芝 折原 良平 (研究開発センター 知識メディアラボラトリー 研究主幹)

日本電気(株) 望月 康則 (中央研究所 理事)

日本電気(株) 加納 敏行 (中央研究所 主席技術主幹)

日本電気(株) 武田 安司 (シニアマネージャー)

(株)国際社会経済研究所 松永 統行 (情報社会研究部 主任研究員)

日本電気(株) 石田 尚志 (中央研究所 情報・メディアプロセッシング研究所 主幹研究員)

日本電気(株) 辻川 剛範 (中央研究所 情報・メディアプロセッシング研究所 主任研究員)

日本電気(株) 服部 美里 (政策渉外部 主任)

日本電気(株) 増田 幸一郎 (政策渉外部 シニアエキスパート)

パナソニック(株) 豊島 成 (技術渉外部 主幹)  
(株)日立コンサルティング 美馬 正司 (ディレクター)  
富士電機(株) 小倉 英之 (技術開発本部 技術統括センター 技術戦略部)  
富士電機(株) 中村 光宏 (技術開発本部 技術統括センター 技術戦略部 担当課長)  
富士電機(株) 土井 達也 (技術開発本部 先端技術研究所 応用技術研究センター 電機技術研究部)  
三菱電機(株) 河原林 源太 (デザイン研究所 産業システムデザイン部 部長)  
三菱電機(株) 前川 清石 (先端技術総合研究所 自律制御システム開発プロジェクトグループ ロボットシステムグループ グループマネージャ)  
三菱電機(株) 岩本 秀人 (デザイン研究所 産業システムデザイン部 産業システム第3グループ グループマネージャ)  
(株)日立製作所 三和 祐一 (研究開発グループ 技術戦略室 産学官連携部 部長)  
(株)日立製作所 尾崎 友哉 (研究開発グループ システムイノベーションセンタ 研究主幹)  
(株)日立製作所 山崎 眞見 (研究開発グループ システムイノベーションセンタ 主管研究員)  
(株)日立製作所 馬場 淳史 (研究開発グループ 機械イノベーションセンタ ロボティクス研究部 部長)  
(株)日立製作所 山本 健次郎 (研究開発グループ 機械イノベーションセンタ ロボティクス研究部 主任研究員)  
(株)日立製作所 一野瀬 亮子 (研究開発グループ 機械イノベーションセンタ ロボティクス研究部 主任研究員)  
(株)日立製作所 丹羽 芳樹 (研究開発グループ 基礎研究センタ プロジェクトリーダー 主管研究員)  
(株)日立製作所 手嶋 達也 (中央研究所 企画室 国分寺研究戦略ユニット 主任技師)  
(株)日立製作所 加藤 雅弘 (研究開発グループ 基礎研究センタ 主任研究員)  
(株)日立製作所 伊藤 潔人 (研究開発グループ 基礎研究センタ 主任研究員)  
(株)日立製作所 宮本 篤志 (研究開発グループ 基礎研究センタ 研究員)

- 事務局

(株)日立製作所 浅田 幸則 (研究開発グループ 技術戦略室 戦略統括センタ 主任技師)

- アドバイザー

(国法)東京大学 浅間 一 (工学系研究科 精密工学専攻 教授)

- COCN実行委員

(株)日立製作所 小豆畑 茂 (フェロー)

- オブザーバー

COCN 中塚 隆雄 (COCN事務局長)

富士通(株) 寺田 透 (COCN事務局長代理)

## 【本 文】

### 1. 本プロジェクトの位置づけ

#### 1.1. 目的・経緯

本プロジェクトの目的は、人の行動・作業を支援するロボットの導入と、人とロボットの役割を最適化するAIの活用により、労働生産性を高めると同時に、人の活力・能力を高めるシステムの仕組みや枠組みを提案し、その社会実装を通じて産業力を強化することである。

少子高齢化による生産年齢人口の減少が進むわが国において、製造分野の競争力の維持・強化、サービス分野の生産性向上、新産業による地域活性化などは重大な課題であり、労働の量と質を確保するために、Internet of Things (IoT)、AI・ロボット技術などの科学技術に大きな期待が寄せられている。しかしながら、現在の産業用ロボットは未だセッティングに多大な労力を要し、また、サービスロボットも開発途上で人間のような柔軟性を得るには課題も多い。すなわち、ロボットは人間の限られた機能を代替しているに留まり、業務現場の多くは、ロボットと人が別々の作業を独立して行いながら共存している。

必要な労働力を補い、産業力の持続的な成長と、高活力、高品質社会を実現させていくために、人とAI・ロボットの関わり方を見つめ直し、人とAI・ロボットとの協働を支援可能なシステム、さらに、人の活力と能力も高まっていくシステムの在り方を検討する。そして、その実現に向けた研究開発課題を整理し、これに基づく施策を提言する。

#### 1.2. 検討の観点と範囲

本プロジェクトで提案するAI・ロボット・人の共進化とは、「AI・ロボット・人がそれぞれの役割と関係の中で、互いに最適化し合い、さらに目的がより上位なものへと進化することで、システム内に質的な変化が生まれ、システムそのものの改善や進歩に繋がるサイクル」である、と考える。

本プロジェクトの狙いは、共進化システムによって、産業の重要な担い手たる“人”の活力や目的意識を向上させ、単にAI・ロボットの有効活用に留まらない、“人”を中心とした日本の産業力の発展を実現させていくことにある。大規模かつ複雑な社会データから、人の仕事の質、生活の質、心身の質が変わる施策を効果的に創造し、高活力、高品質社会を実現することを目指す。

本報告では、産業におけるAI・ロボット・人の役割と関係性のあるべき姿を、以下の観点でまとめる。

- (1) AI・ロボット・人の共進化とは何か
- (2) AI・ロボット・人が共進化する社会像の提示
- (3) AI・ロボット・人が共進化する社会の実現に向けた課題整理

検討の範囲は、仕事の質が向上する社会、生活の質が向上する社会、心身の豊かさを向上する社会の3つの目指すべき社会像をベースに、製造分野、サービス分野、介護福祉分野を挙げた。それを元に幅広い産業や応用において、研究開発を促進し、さらに、実証・実践を通して様々な共進化システムを普及させていくことを目指して、施策をまとめる。

## 2. 「AI・ロボット・人の共進化」コンセプトの提案

### 2.1. 産業力の向上を目指した「AI・ロボット・人の共進化」アプローチ

2050年までに、わが国の総人口は現在の1億2千7百万人から9千7百万人へ、生産年齢人口は7千7百万人から5千万人へと減少するとされている(国立社会保障・人口問題研究所、日本の将来人口推計(2012)、出生・死亡中位)。一方、この間の世界GDPは約3%の成長が見込まれるのに対し、わが国の経済成長率は1.4%程度に留まると見られている(PwC, World Report 2050(2015))。この予想を覆し、わが国が今後も国際的競争力を保ってゆくためには、少子高齢化の進展下でも現在以上の成長を成し遂げなければならない。そのためには、製造分野の競争力の維持・強化、サービス産業の振興、地域社会を活性化する新産業の創生など、わが国の更なる産業力強化が喫緊の課題といえる。

これらの課題に対し、ロボットやAIの活用による生産性向上や新事業創出が注目されている。特に、ロボットやセンサ等の様々なモノがインターネットに接続されるIoTが普及しつつあり、IoTにより収集された大量のデータを、AIによって分析・抽出することで、生産性やサービス品質を向上させる試みに期待が集まっている。この潮流を受け、政府は、IoT、ロボット、AIにおける基盤技術開発(ロボット革命イニシアティブ協議会、産業技術総合研究所人工知能研究センター等)を、戦略的に進めようとしている。

一方、諸外国でも官民を挙げて、IoT・AI・ロボット関連技術に関する大規模投資を行い、この分野における主導権を握ろうとしている。例えば、ドイツ政府が主導する「Industrie4.0」や、米国GEが提唱する「Industrial Internet」などは、現場の製造装置を相互に接続し、稼働状況などのデータをリアルタイムに解析することで、個別大量生産に対応し得る柔軟かつ効率的な生産現場を実現しようとしている。また、Google、Amazon、Facebook、IBMは、研究開発への多額の投資、大学との連携、著名研究者の獲得や関連ベンチャー企業買収を繰り返し、AI・ロボットを使った多岐にわたる事業展開を始めようとしている。

しかしながら、従来の取り組みは、特定の事業課題に注目し、その生産性・利便性を最大化するシステムを実現することを目的とするものが多い。こうしたAI・ロボットによる事業の効率化追求は、逆に産業の担い手たる人の活力を奪う懸念も指摘されている。最新の調査によれば、労働人口の40%以上が、近い将来AIやロボットに代替されると予測される(NRI, 2015)。AIやロボットによって雇用が奪われ失業者が増加すれば、人の消費活動の低下を生み、結果として経済成長の鈍化を生みだしかねない。

そこで、我々は、“人”を中心に据えたAI・ロボットの活用こそが、超高齢化社会となった日本において産業力向上を実現するシステムの在るべき姿と考える。すなわち、人の行動や目的の質的变化を引き金として、AI・ロボット・人それぞれの機能と目的が互いの関係の中で最適化され、さらに継続して進化するシステムこそが、経済成長の持続的向上に必須であると確信し、そのようなシステムを「共進化システム」として提案する。人の持つ本質的なニーズを見出して行動や目的を変化させる能力が、ロボットとAIと三位一体となって増幅されることで、仕事の質、生活の質、心身の質が革新される。その革新サイクルを、提唱する共進化システムにより体系的に加速することで、総合的・重層的な社会全体の質の向上に繋がる。これにより、老若男女あらゆる人々の活力を向上させ、新たな目的へと意識を向けさせることで、様々な産業において生産性向上や活性化が実現できると考える。これこそが、わが国の産業力向上に対する人の幸福を考慮したアプローチである。

## 2.2. 共進化のコンセプト

持続的な産業力向上を実現していくためには、AI・ロボット・人それぞれが、互いの関係の中で最適化され、さらに継続して進化していくことが必要になる。人の進化とは、例えば、人の心身の機能が補強され向上することで活動範囲が広がることであり、また、これまでと行動様式が変化することで新たな目的意識を得て活動機会が増えることである。本プロジェクトの狙いは、共進化システム、さらに多数のそれらシステムが連携した社会によって、産業の重要な担い手たる“人”の活力や目的意識を向上させ、単にAI・ロボットの有効活用に留まらない、“人”を中心とした日本の産業力の発展を実現させていくことにある。

以降本節においては、本プロジェクトにおけるAI・ロボット・人の共進化のコンセプトを示す。

### AI、ロボット、人の役割

まず、共進化におけるAI、ロボット、人の役割を図2. 1のように定義する。

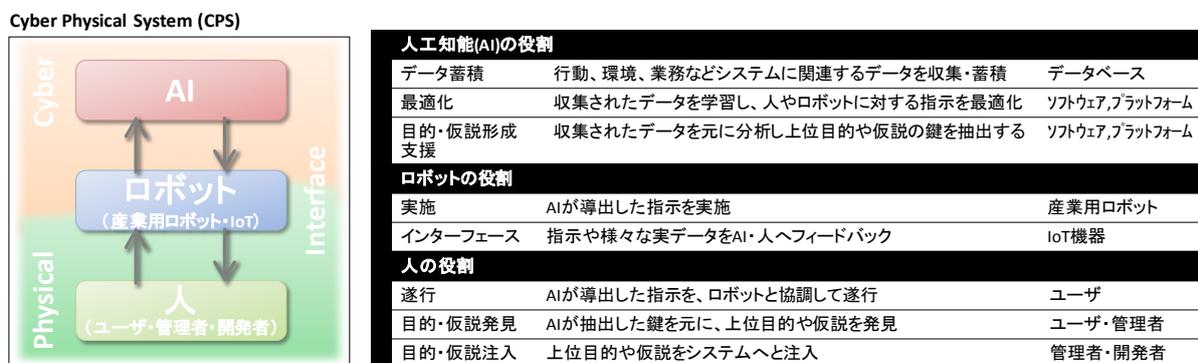


図2. 1 共進化におけるAI、ロボット、人の役割

共進化システムにおいて望まれるAIの役割は、総合的な情報、特に人の心身の状態・行動のみならず置かれた状況も含めて収集・学習し、その知見を用いて人やロボットへの指示を最適化することである。また、システムに関連するビッグデータを蓄積して分析することで、人が上位目的や新たな仮説を創造するための支援を行うことである。AIは、CPS(サイバーフィジカルシステム)において、知識の保管(データベース)とブレイン(最適化・分析)としての役割を担う。具体的には、システムに内蔵されるデータベースや、検索、分析、制御、計画、最適化などのソフトウェア、プラットフォームなどがこれにあたる。

一方、ロボットの役割は、CPSの実世界への重要なインターフェースとして、AIと人が必要とする事柄を実空間で実施すること、また、様々な実データをAI・人へとフィードバックすることである。AI指示の実世界への具現化と、AIと人との間を取りなす役割を担う。具体的には、産業用ロボットや、インターフェースとして機能するIoT機器(様々な情報端末、センサ)も広義の意味でロボットである。

人には複数の役割がある。すなわち、AIの最適化指示や施策に従って行動するユーザとしての役割や、AIやロボットに目的を与える管理者としての役割、AIやロボットに機能追加する開発者の役割などがある。ユーザたる人の成長や進化は勿論のこと、AI・ロボット・人の共進化が継続して起こるように、管理者や開発者として、上位目的や仮説を創造して、それらをシステムへと反映させていくという重要な役割を担う。

## 共進化の性質

本プロジェクトにおける共進化とは、「AI・ロボット・人がそれぞれの役割と関係の中で、互いに最適化し合い、さらに目的がより上位なものへと進化することで、システム内に質的な変化が生まれ、システムそのものの改善や進歩に繋がるサイクル」である、と考える。

本プロジェクトでは、進化を「質が変わること、仕組みが変わること、新しい価値が生まれること」とし、この共進化のサイクルにおけるAI、ロボット、人のそれぞれの進化を以下のように考える。

- AIの進化とは、上位の目的を獲得し、目的の入れ替えに合わせて機能を変えることである
- ロボットの進化とは、目的や環境に合わせて最適化された新機能を獲得することである
- 人の進化とは、環境に最適化して行動様式や技能が変化すること、また、新たな成長機会を得て、目的が変化することである

AI・ロボットの進化は、共進化のサイクルの中で機能に質的な変化が起こることであり、人の進化は、身体的、精神的、または知的に新たな価値や目的を見出すことである。

そして、共進化が実現されるためには、以下に示す3つ性質が満たされるものとする。

### (1) 個の進化 – AI・ロボット・人それぞれが進化する

AI・ロボット・人が上記に定義した進化をなすこと

### (2) 関係性 – AI・ロボット・人が相互に作用する

システムの中で、AI・ロボット・人が相互に作用し、AI・人の成長が促されること

### (3) 継続性 – AI・ロボット・人が継続的に進化する

共進化が継続的に起こり、システム全体が常により良い方向へ改善されていくこと

共進化のサイクルの中において、AI・ロボット・人の全てがそれぞれに進化すること、すなわち、システムの中でそれぞれが役割を変えながら最適化されていくことが重要となる。そのために、AI・ロボット・人が、相互に作用しながら成長していく仕組みが必要になる。さらに、一世代の最適化だけでなく、目的意識が向上することで世代を超えて継続してシステム全体が改善されるような仕組みとならなければならない。

## 共進化のシナリオ

次に、共進化が起こるシナリオの例をStep0～6として説明する(図2. 2)。本シナリオは一例であり、性質(1)～(3)を満たすならば別の形態も考えられる。

Step0のニーズは、Step4人の進化によって創出される新たな成長機会そのものであり、Step1の変化は、Step5、6のAI・ロボットの進化によるシステムへの質的な変化に対応する。このようにStep0からStep6までの共進化のサイクルが繰り返し継続して実行されることで、世代から世代へと共進化の系譜が紡がれていくことになる。性質(1) 個の進化、性質(2) 関係性、性質(3) 継続性 を満たすこれら共進化のサイクルによって、常にシステム全体がより良い方向へと改善されていくことが期待できる。

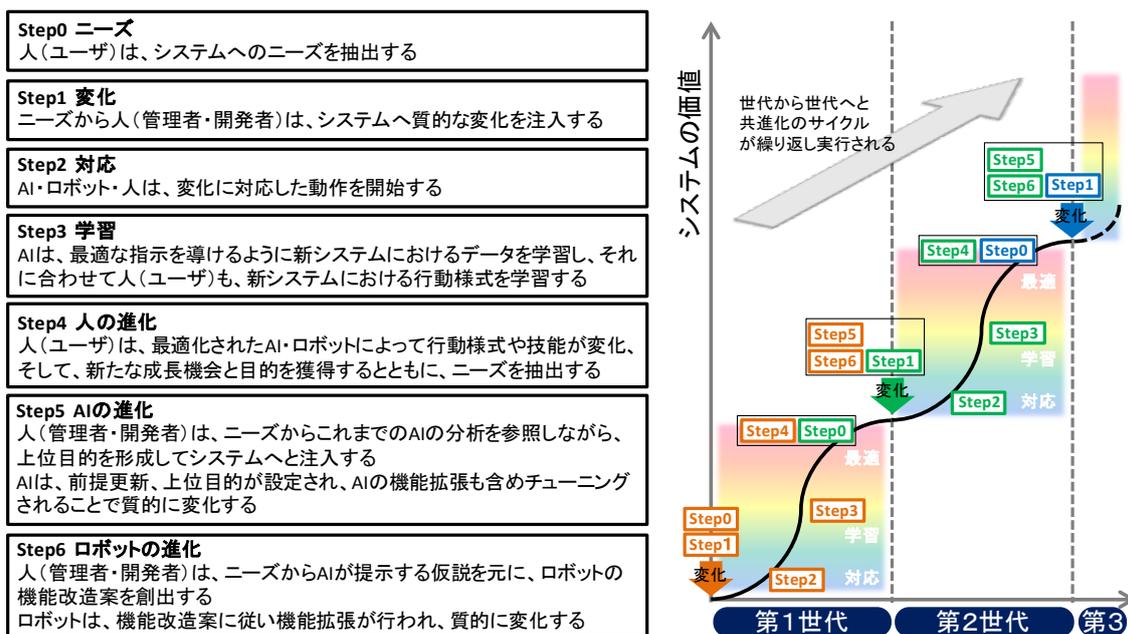


図2.2 共進化のシナリオ

また、これは単に一業態や同種システムに限られたものではないと我々は考えている。AI技術が進展し、物毎の本質をより概念的に捉えることが可能となれば、別業種・システムで生まれたAI・ロボット・人の進化のアイデアを転用させることも、夢ではなくなるであろう。単一システムの持続的な改善とは異なるイノベーションともいえるような飛躍的な進歩も実現できるかもしれない。本プロジェクトでは、共進化の過程において、このようなヘテロなシステム間の連携による相乗効果にも大きな期待を寄せている。

### 共進化によって得られるもの

上記のような共進化のサイクルが実現することで、① AI・ロボット・人は、相互に学び最適化され、結果、② 人の活力向上や目的意識の創生に寄与し、さらにシステムや社会全体としても、③ 状況の変化に合わせてより高い目的へと進化し続けることができるようになる(共進化の原則)。

図2.3に、生産現場を例に、人とロボットが協力して行う作業が共進化していくイメージを示す(図において、左側は人の進化、右側はAI・ロボットの進化をものづくりの進化との関係を含めて表現している)。生産システムにおいて、労働生産性の効率化は、基本的な要件の一つである。まず、従来人手で時間の掛かっていた作業がロボットで代替され自動化される。最初は、単純な定型作業が置き換わるだけかもしれないが、例えば、生産現場から吸い上げられる情報が利活用されること、ロボットに認知的なAI機能が融合されること、などが可能となれば、技術やものづくりの進化と合わせて、AI・ロボットがより汎用的な作業が行えるように、システム自身はその機能を高めることが期待できる。共進化によって、AI・ロボットの作業はさらに協調的に高度化し、人だけでは生み出せなかった生産方法が創造されることも期待できる。人は、AI・ロボットとの関係性の中で、進化の起点を支え、人にしかできない作業を高度化させて、また、雑多な作業から解放されることで、より上位の仕事へとその役割を変えていくことができるようになる。

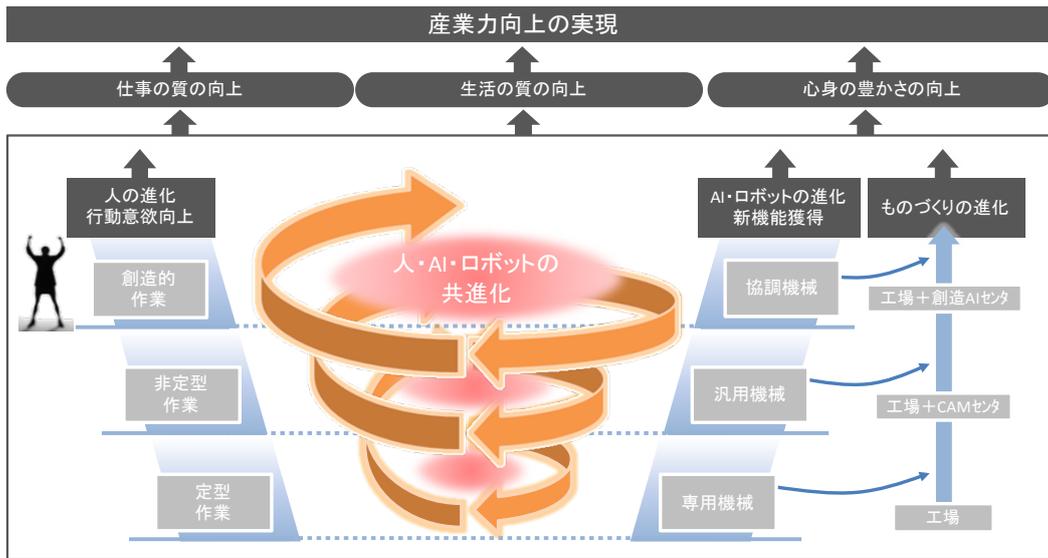


図2. 3 共進化のイメージ

このように、共進化のサイクルが継続して実現することにより、システムや社会全体に対し、常に改善や進化の根を与えていくことが可能になる。人を起点とした様々なニーズからもたらされる進化の系譜は、単なる効率化に留まらない多様な効果を与えることを我々は確信している。社会で働く人々の心身を豊かにして彼らに活力を与え、新たな目的へと意識を向けさせることで、日本の産業力に寄与させる。

本プロジェクトでは、この「AI・ロボット・人の共進化」によって、大規模かつ複雑な社会データから、仕事の質、生活の質、心身の質が変わる施策を効果的に創造し、高活力、高品質社会を実現して、産業力を高めていくことを目指す。目標とするAI・ロボット・人の共存を可能とする高活力、高品質社会のイメージを図2. 4に示す。これらAI・ロボット・人が共存可能な共進化システムが、持続するような仕組みや枠組み、または技術体系を構築していくことを大きな目的として掲げる。

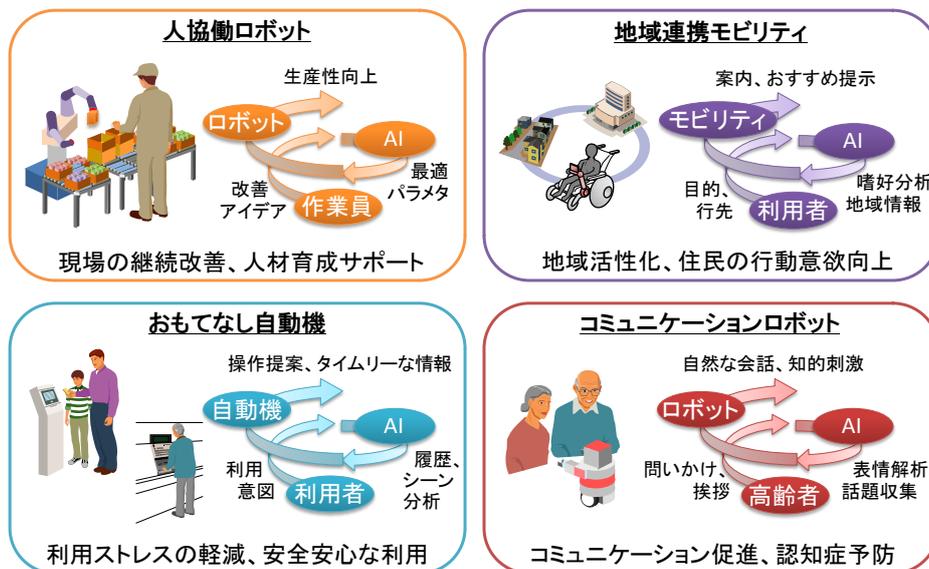


図2. 4 AI・ロボット・人の共存を可能とする高活力、高品質社会のイメージ

### 3. AI・ロボット・人が共進化するシステムの応用例

#### 3.1 検討の方針

本章では、図3. 1に示す下記3つの社会像(1. 仕事の質が向上する社会、2. 生活の質が向上する社会、3. 心身の豊かさを向上する社会)をベースに、共進化システムの応用例について検討した結果を示す。

まず、第1に「仕事の質が向上する社会」である。この社会では、AIが高度化することで、人とロボットがそれぞれの仕事の質を高め、互いの関係性の中で最適化されて、業務全体の効率化を実現する。日本のものづくり力の根幹である製造業における生産システムの効率化と、設計開発力向上について検討した結果を示す(3.2 事例1、事例2)。

次に、「生活の質が向上する社会」である。この社会では、生活している人の状態を、AIが観測して理解し、ロボットが補完することで、それぞれの人に柔軟に対応する。地域と連携したパーソナルモビリティ・システムと、おもてなしを具現化するサービスとして、新しい自動機の在り方について検討した結果を示す(3.3 及び3.4)。

最後に、「心身の豊かさを向上する社会」である。この社会では、人の失った機能の回復、又は予防を目的に、AI・ロボットが人にとって精神的、身体的な支えとなる。超高齢化社会における介護福祉の課題に対し、認知症予防を例に、コミュニケーション支援、身体機能支援について検討した結果を示す(3.5 事例1、事例2)。

無論、共進化の応用はここで示すものに留まらないと考える。本プロジェクトでは、共進化の概念を広く浸透させていくことで、幅広い産業や応用において実証・実践を通して、様々な共進化システムを普及させていくことを目指す。

<b>1. 仕事の質が向上する社会</b> AIが人・ロボットそれぞれの仕事を互いの関係性を考慮して最適化する	
応用例	<ul style="list-style-type: none"><li>産業用ロボットシステムの自律性向上 (3.2 事例1)</li><li>産業機械開発業務における創造的設計力向上 (3.2 事例2)</li></ul>
<b>2. 生活の質が向上する社会</b> 人とAI・ロボットが協調し、互いの弱点を補完する	
応用例	<ul style="list-style-type: none"><li>地域と連携したパーソナルモビリティ・システム (3.3)</li><li>おもてなしを提供する自動機 (3.4)</li></ul>
<b>3. 心身の豊かさを向上する社会</b> AI・ロボットが人をアシストし、心身の健康を高める	
応用例	<ul style="list-style-type: none"><li>コミュニケーション活性化による認知機能の維持・低下予防 (3.5 事例1)</li><li>身体機能の補完・増強による活動力向上 (3.5 事例2)</li></ul>

図3. 1 目指すべき社会像と共進化システムの応用例

#### 3.2 製造業における生産と設計業務の効率化に対する共進化

##### 3.2.1 現状整理と課題

###### 現状整理

わが国の製造業は、国家GDPの約2割を占め、他産業への波及効果も高いことから、重要な産業の一つと位置付けられている。少子高齢化による労働者人口の減少は、製造業全体においても大きな課題で

あり、生産基盤を維持するために様々な解決が求められている。その中で、センサやビッグデータ活用などのIoT技術、AI・ロボット技術は、従来の現場内での生産改善を超えて新しい生産システム、ビジネスモデルを生む技術として大いに注目されている。ドイツ政府が主導する「Industrie4. 0」や、米国GEが提唱する「Industrial Internet」など、諸外国においても、AI・ロボットを活用した効率的な生産現場の実現が目指されている。

## 課題

工場などに代表される生産システムを考えた場合、産業用ロボット導入による効率化は進められてはいるが、そのほとんどは予め決められた用途において専用化された作業を独立して行っているだけにすぎない。今後は、固定化された作業だけでなく、より複雑な作業についても、人とロボットが協力して効率化されることが期待される。例えば、顧客ニーズに合わせた変種変量生産に対応可能な柔軟性のある産業用ロボット、状況に合わせてオンライン/オフラインで製造プロセスを最適化できるAIなどが求められる。また、ロボットやAIを生産システムへと組み込む中で、不足する技術者（製品開発、システム開発、シミュレーション、ティーチング、制御プログラミング、設置、運用保守などを担当する技術者）を育成することも課題である。

### 3.2.2 共進化がもたらす価値

生産現場における共進化によって、生産労働力となるロボット、生産工程を最適化するAI、それらを管理する人との間に協働を実現させることで、製造業における生産効率化やコスト低減、人材育成や作業・技術者のサポートなどに対し、以下のような効果が期待できる。

#### 生産システムの効率向上

- ① 人の作業に合わせて、AI・ロボットが事前作業や準備を行い、スムーズな作業を実現
- ② 人の曖昧な指示でも、AI・ロボットが判断して行動
- ③ 人の状態（能力・経験・興味・健康など）や周辺を分析して、AI・ロボットが最適な業務計画を立案
- ④ 難しい作業、ミスをしやすい作業をAI・ロボットが分析し、指摘・支援

#### 開発技術者の育成／支援

- ⑤ AI・ロボットが設計に必要な情報を分析し、改善点を開発技術者に指摘
- ⑥ AI・ロボットが開発者のアイデアを分析／シミュレーションし、効果を見積もる
- ⑦ AI・ロボットが実証環境を模擬してシミュレーションし、効果を検証
- ⑧ AI・ロボットが設計アイデアを収集し、アイデアの可能性を提示

### 3.2.3 共進化のイメージ

生産システムにおける産業用ロボットの役割は生産を行うこと、AIの役割は例えば生産工程を最適化することであり、一方、作業員（人）は、AI・ロボットを管理し、また産業用ロボットにとって難しい生産作業を補填する役割を担う。この関係において、共進化は、まず、生産システムに産業用ロボットやAIが統合されることからスタートする（Step1 変化）と考えられる。次に、AI・ロボット・人が、それぞれの役割と機能を、新たな生産システムの中で学習・最適化（Step2、3 対応、学習）し、さらに、それらをベースとした新たなニーズ（Step0 ニーズ）の元、次の生産システムへと全ての機能・役割をスパイラルアップさせていく（Step4、

5、6 進化)ことと進む。この共進化スパイラルが円滑に繰り返えされれば、産業用ロボットは、少しずつ機能を拡張して、できる作業を増やししながら人と協働し、AIは、扱える情報や方法を増やししながら、分析と最適化能力を向上させて生産プロセスの効率化やコスト低減を図っていくことができるようになる。人は、ロボットとの協働の中で、人にしかできない作業をより高度化させ、また、AI・ロボットのサポートによって雑多な作業から解放されることで、例えば、システムインテグレーションといった、より上位の仕事へとその役割を大きく変えていくことができるようになる。

また、技術者の人材育成やサポートの観点において、例えば、システム設計、製品設計、匠技術の伝承など、従来、人が中心となり行ってきた創造的な作業にも同様に共進化を考えることができる。共進化の過程の中で、AIは少しずつ扱える情報や方法を増やししながら、人が新たな閃きを生む適切な助言を行えるように分析／シミュレーション能力を高め、そして、人はAIからのサポートを受け、自らの創造意欲を高めていくことができるようになる。この場合、ロボットは上記のような産業用ロボットではなく、AIとのインターフェースとして機能する。

具体的な共進化イメージとして、産業用ロボットシステムへの応用と、プラント圧縮機向け設計業務への応用の二つを以下に紹介する。

#### 事例1 機械装置の組み立て・検査自動化を行う産業用ロボットシステムの自律性向上

昨今の変種変量生産に対応するため、人ひとりで収集から完成品までの部品組み立てを担当するセル生産が広く適用されている。一般にセル生産手法は熟練した作業員が必要となるが、一方で、それらに依存しない生産形態としてセル生産のロボット化も提案され始めている。

セル生産のような複合的な作業をロボットに代替させる場合、非常に多機能なシステム要件が求められる。そのため、ロボットシステムの開発のみならず、運用時の設定、ティーチングやパラメタ調整も非常に難しくなる。しかし、従来は単機能的であったロボットシステム(例えば、溶接など決まった作業しかできない)に、高度なAI機能が拡張・導入されることで、共進化が起り、より複雑で複合的な作業にも柔軟に対応できるようになる。産業用ロボットシステムの高機能・高性能化によって、生産性が向上することが期待される。

運用時のティーチングやパラメタ調整は、従来は立ち上げ時などに人が手順にそって作業を行っていた。複数のパラメタに複雑な相関がある場合は、調整者の勘や経験に頼る作業となってしまうことや、人の調整では対処しきれないことがある。そこに、オートチューニング機能を有するAIが導入されれば、複雑な相関関係にあっても、自動的に全体最適を満たす調整ができるようになる。調整者(人)は、煩雑なパラメタ調整が不要となる代わりに、AIの出力結果を総合的に判断し、システムの問題点を分析、さらなる改善点を考察するなど、より上位の思考ができるようになる。また、運用中のチョコ停とよばれる軽微な異常発生時において、従来は習熟した作業者がその場の状況を見ながら、どの復旧手順を適用するかを判断し対処していたが、AIを応用したプランニングによって、復旧処理のような任意の装置状態から初期状態に戻す手順を自動生成できれば、生産システムの可用性を向上させることも可能になる。この場合は、運用時の作業者は、機械装置に起因する煩雑な作業から解放される。

共進化のスパイラルにおけるAIの進化によって、産業用ロボットシステムにおいて、センサを用いたフィードバック制御、パラメタのオートチューニング、最適化のための学習機能などが実現されれば、人は煩

雑なシーケンス設計や仕様ごとのプログラム変更、現場での調整作業を簡略化できる可能性がある。また、ロボットが環境にあわせて柔軟に制御できるようになれば、異常状態からの自動復旧機能による可用性の向上や、ロボットだけでは自動化が効率的でない作業における、人との協働が行えるようになることが期待される。

## 事例2 プラント向け圧縮機開発業務における創造的設計力向上

増加する世界的なエネルギー需要を背景に、油田・ガス田の開発が進んでいる。圧縮機は、効率的に原油とガスを分離する機械であり、油田・ガス田の生産設備において最も重要なコンポーネントの一つである。油田の開発現場は陸上から海洋、近年ではさらに海底固定式から洋上浮体式の生産設備へと変化し、それに合わせて圧縮機への顧客ニーズも多様化している。例えば、洋上設備では波・風への耐久性、省スペース・軽量化など、相反するニーズに応えなければならない。多様化するニーズに対し、開発期間を短く質の高い製品を設計し、短納期かつ都度生産していくことが大きな課題となっている。

設計をサポートするAIとの共進化によって、生産技術者の設計能力を高め、多様な顧客ニーズにも迅速に対応できること、また、新たな設計要素を発見し世の中のニーズを先取りした製品の開発が行えるようになることが期待される。圧縮機設計においては、装置の軸長、羽根車数、回転速度を要求に合わせて如何に設計するかが重要となる。共進化の過程で、AIが回転速度や耐久性などの単機能的な数値シミュレーションから、コスト低減や高効率化といった抽象的な目的でも要因や改善点を分析できるように進化すれば、その分析結果から、新しい設計要素を導き出し、設計技術者(人)は、より効率的に設計を行えるようになる。また、あらゆる情報をデジタル上に統合し、機器の試作・試験を繰り返さずとも全てをシミュレーション上で実現できるように進化すれば、設計技術者(人)は、自らのアイデアを短サイクルで検証可能になり、革新的な製品開発を加速することができるようになる。

AIの分析・シミュレーション能力の革新は、設計業務における共進化を加速し、これにより、人の創造力・設計力を高め新たな製品を生み出すこと、多様化する顧客ニーズにも短納期で応えることができるようになる。圧縮機設計業務における共進化の実現はプラントの設備開発において大きな価値となると予想される。

### 3.2.4 技術的課題

生産現場における共進化システムにおいて、必要となる技術課題を「共進化がもたらす価値」に対応させて、以下に考察する。

#### 生産システムの効率向上

- ① 人間作業のセンシング、業務プロセス分析、行動予測などに関連するAI・ロボット技術
- ② 業務判断、言語・意味理解、学習、曖昧な目的に対する実行などに関するAI・ロボット技術
- ③ 心身の状態のセンシング、周辺状況監視、予測、最適化などに関するAI・ロボット技術
- ④ 要因分析、最適指示、インターフェースなどに関するAI・ロボット技術

#### 開発技術者の育成／支援

- ⑤ 情報収集、要因分析、改善案提示などに関するAI・ロボット技術
- ⑥ アイディアの表現、シミュレーション、効果見積などに関するAI・ロボット技術

- ⑦ 環境センシング、シミュレーション、効果見積などに関するAI・ロボット技術
- ⑧ アイデアライブラリ、検索、学習、アイデア創生などに関するAI・ロボット技術

上記に加えて、生産システムにおける共進化スパイラルを円滑に繰り返していくためには、生産に関する要素技術としてのAI・ロボット技術を如何に生み出し開発するかといった仕組みも重要になる。例えば、製造の生産性、コスト、人の能力向上などの様々なニーズの観点から、あらゆる情報を統合的かつ総合的に集約し、AI・ロボットにどのような要因が不足しているのか、抽出する技術が必要である。共進化を支えるべきAI・ロボット関連技術はまだ萌芽期にあり、生産に関する共進化の考え方を広く普及させ、横断的に関連技術を育てていくことが大切になる。

一方、政策の視点では、製造業における生産システムの在り方の観点から、人と産業用ロボットの協働に関する安全性などのガイドライン策定も進めていく必要がある。

### 3.2.5 施策

#### 施策1 協働／生産自動化を実現するための、AI・ロボット関連技術の研究開発

人やロボットの作業内容や状態から業務施策を導出するため、認識、学習、シミュレーション技術などをさらに向上させていく。また、人間を中心とした計測、分析、制御技術を加速化させる。

#### 施策2 生産現場における研究開発・実証プロジェクトのための推進体制構築

有用な事例を収集するための仕組み(事業者にインセンティブを与える仕組みなど)や、実証プロジェクトを円滑に進められるようにするために、製造業界全体が協力して、推進体制を構築する。

#### 施策3 標準化規格、法規制緩和など

AIとロボットが同じフィールド内で協働可能な安全性・信頼性基準、人間の行動、計測データの取得に伴う安全性・信頼性基準、また、企業間でのデータの授受に関する産業秘密情報保護などについて検討する。

## 3.3 地域と連携したパーソナルモビリティ・システムに対する共進化

### 3.3.1 現状整理と課題

#### 現状整理

日本はかつて経験したことのない少子化かつ超高齢化に直面しており、政府の掲げる「一億総活躍社会」の実現のために、高齢者等を含め誰もが一人で安全快適に外出でき、社会活力の向上を促すモビリティの実現が求められている。また、2015年6月に閣議決定された「科学技術イノベーション総合戦略2015」においても、必要なもの・こと(サービス)を、必要な人に必要な時に必要なだけ提供でき、社会の様々なニーズに対してきめ細やかに、かつ効率良く対応できる「超スマート社会」を実現するための重点取り組み課題として、「地域コミュニティ向け小型自動走行システムの実現」が挙げられている。このように、高齢者、子供、訪問者などの一人ひとりの事情に応じた歩行空間での「移動・運搬のおもてなし」を提供し、すなわち、人の行動意欲活性化を可能とする「パーソナルモビリティ・共進化システム」の実現が求められている。

#### 課題

歩行空間を走行するパーソナルモビリティにおいては、走行機構、完全自律走行機能、環境認識機能

など、モビリティ(ロボット)単体の性能向上に関する開発が行われてきており、英国やシンガポールでは、既に歩道を自動走行するモビリティの実証実験が行われている。しかし、共進化システムにおいては、物理的ツールとしてのモビリティ以外に、情報収集および人とのインタラクションを行う機能、人の移動・運搬の要望の情報分析や個々の事情に応じた多様なモビリティの最適群制御機能が重要となり、ビッグデータを収集し、解析し、実践し、評価するというサイクルを継続してまわす仕組みが求められる。このような共進化システムを実現するためには、技術的には医学、AI、情報処理、通信、ロボット等の様々な分野に跨った開発が必要となり、事業的には様々な利害関係が錯綜する懸念がある。このため、産官学共同の開発および運用体制の調整や、パイロット実装時の都市開発、住民理解、法律等、自治体や利害関係者の調整が課題となる。

### 3.3.2 共進化がもたらす価値

パーソナルモビリティ・共進化システムは、人の行動(移動)活力を持続的に向上させることが可能であり、行動意欲・行動機能が向上し、移動・運搬ストレスの削減、時間有効化、出会い・ふれあい機会の増大等が期待できる。同時にAI分野では、人の活力向上に伴う更なるビックデータの蓄積により、行動予測・状態予測精度の向上、人や社会の行動・構造理解が進み、ロボット分野では、ビックデータに基づいた知能化、データに基づいた必要機能の開発といったものづくり力の向上が期待できる。このような持続的な成長により、社会全体の活性化、新産業創出、産業構造変革の醸成、持続可能な都市開発、情報産業の強化といった産業力向上がもたらされる。

### 3.3.3 共進化のイメージ

パーソナルモビリティ・共進化システムは、屋内外の歩行空間において自動で人や物を運搬する多様なモビリティロボットと、多種多様のロボットを運用する運用サーバ、様々なセンシング情報やサービスと連携するための情報サーバ、各種情報を分析するAIサーバから構成される。ロボットはネットワークに接続され、運用サーバからの指示に従い自動で目的地まで走行する。走行時ロボットは、搭乗者や周囲の人とインタラクションを行い、環境やロボットの情報を常時監視して危険回避を行うとともにその情報を情報サーバに送信する。運用サーバは、AIサーバの分析結果を基にロボットをシェアリング運用する。情報サーバは、ロボット、ウェアラブルセンサ、携帯端末、Webカメラなどのセンシング情報や他のサービス(交通、商業、公共、医療など)情報と連携し、ビックデータを収集管理する。AIサーバは、情報サーバのビックデータから様々な関連情報(天気、人流、イベント、電車の到着・出発時刻、お買い得情報、通院予約など)を抽出し、人の嗜好や要望、身体状態、精神的・身体的負荷を分析の上、一人ひとりの行動意欲が向上し、かつ安全、安心、健康、アフォーダブルな(その人が幸せになるような)ロボットの行動候補を出力する。また同時にAIサーバは、人の要望とロボット行動とのギャップを分析し、その結果をフィードバックして、AI分析、ロボット開発、運用等の機能/性能を継続して向上させる。

将来的な利用方法は、以下となる。まず利用者が希望を端末・ロボットに入力する。するとAIが、その人の情報と関連情報(天気、特売、イベント、混雑など)から行動の提案(行く場所、見る場所、行く順番など)を行う。人が行動を決定すると、要望に合った機能を持つモビリティロボットが、要望に合った方法で利用できるようになる。モビリティロボットは自律で走行し、移動中の時間は、ロボットとの会話による地域

情報の収集や仕事、読書などに利用できる。ロボットには、随行案内用、屋内買物用、屋外散歩用、緊急用、通勤用、高齢者用、子供用等、様々な形態がある。

このシステムの継続的な活用によって、人とAI・ロボットが共進化する。このとき共進化は3つの世代で進む。第1世代は、人とAI・ロボットが1対1の関係にあり、AI・ロボットは、人の細かい要求(ニーズ)に対する実現行動の最適化を追求する。具体的な「共進化のシナリオ」の例は以下となる。

まず、人は「〇〇まで行きたい」など人が細かい要求を指示(Step0)する。次にAI・ロボットはその目的達成のための最適化が行われ(Step1)、行動を実行する(Step2)。その結果を学習し(Step3)、経路最適化、効率化、認識率向上、地図更新、環境認識、危険予測といった機能や使い勝手・安全性が向上する(Step5、6)。これにより人は、行動意欲・利用意欲が増加する(Step4)。

第2世代は、人とAI・ロボットが1対多の関係にあり、AI・ロボットは、人の「〇〇したい」といったより上位の指示に対し、様々な情報を分析し、多くの選択肢からその人に適したお勧めの選択肢を提示する。この世代では、人の意図予測や地域情報連携機能が進化する。このときロボットは機能の多様化が進み、人は新たな行動が経験できる(行動範囲拡大)。第3世代は、人とAI・ロボットが多対多の関係にあり、AI・ロボットは、人との対話や状況により、その時に最適な行動を自ら生成する。この世代では、人や都市全体の状態計測とその時の最適行動予測が進化し、人・社会の理解が深化する。このときロボットは人へのおもてなし機能が進化し、人はモノ・コトの出会いが増え(幸せの獲得)、街全体が活性化する。

### 3.3.4 技術的課題

パーソナルモビリティにおける共進化システムにおいて、必要となる技術課題を以下に挙げる。

- 人(健康、安心、楽しみ、意欲など)の情報取得方法、利活用規則、個人情報取扱方法
- 人の状態、嗜好、状態に対する最適行動を解析するAI技術の開発
- ロボット、建築、セキュリティ(防犯、サイバー、感染)などの法規制とリスク対策(災害、保険)
- モビリティシステムのインフラ整備・保守(共用・専用道路などの走行インフラ、情報インフラ)
- 高齢者、子供、訪問者、ロボット等が共存できる空間/都市デザイン
- 事業・運用体制の構築(雇用、保険、運用方法、サービスアプリ、課金、データ共有など)

### 3.3.5 施策

#### 施策1 産官学+地域(自治体、地元住民)一体の開発推進体制構築

技術的には医学、AI、情報処理、通信、ロボット、サービス工学等の様々な分野に跨った開発が必要であり、同時に、研究推進にはサービスを継続的に利用者に提供し、ビッグデータを継続して収集する運用体制が必要になる。ここでは例えば、国家プロジェクトの下、産総研人工知能研究センターを母体(学)とした技術開発、企業によるサービス提供システムの構築、自治体(住民)参加の継続実証実験といった体制を構築する。

#### 施策2 パイロットシステム(地域モデル)の運用プロジェクト(オープン開発の場)の発足

国や自治体の支援により、物理的な拠点の選定と、特区制度を活用した運用プロジェクトを発足させる。ここでは例えば、モビリティロボット特区の推進実績のあるつくば市にモビリティロボット共進化特区を認定し、安全、セキュリティ、利便性、効果検証、利用者教育、実験の許認可、利害関係の調整などの運用面

での実証実験を推進する体制を構築する。まずはショッピング支援や駅周辺での高齢者送迎・通院、公園や遊歩道での散歩利用等からスタートし、将来的には他の地域での活用(空港内サービスや観光サービスなど)に応用する。

### 施策3 道路交通法・道路運送車両法等の法規制緩和

上記特区を活用し、法律上の課題を抽出し、当該省庁との協議の下、段階的な緩和を実施する。ここでは例えば、無人走行と搭乗走行を想定した道路交通法・道路運送車両法の整備や、ヘルメット着用や免許などの運用規制の緩和、電波利用、保健適用、情報セキュリティなどの法課題を検討、解消する。

### 施策4 パイロットテストのためのパーソナルモビリティ走行インフラ・情報インフラの整備・保守

モビリティが走行する道路や歩行空間の整備、走行場所のガイドラインなどの整備を実施する。上記特区の運用かつ法整備の下、歩道幅、専用道、それに伴う速度規制、街中でのセンサ設置、住民への情報発信など、進化が進む状況に応じたインフラ整備・保守を継続的に行う。

## 3.4 おもてなしを提供する自動機に対する共進化

### 3.4.1 現状整理と課題

#### 現状整理

日本のサービス産業の基盤は精神的価値にある。「おもてなし」の言葉に代表されるように、お客様を迎える際の接客サービスは日本独特の技術といえる。ATM(現金自動預払機)、自動販売機、自動券売機、自動改札機等の「自動機」は、サービスの自動化を実現したものではあるが、自動機は本人によるセルフ操作が基本であり、慣れると操作性が向上するが、日本が古来より大切にしているおもてなしを具現化するには至っていない。また、高齢者に代表されるデジタル弱者や外国人観光客などにとっては、「まず使ってみる」という点に障壁があることも珍しくはない。おもてなしを自動機で具現化するには、いつでもどこでも同じサービスを提供するセルフ型自動機とは異なり、人を理解し、人の変化に対応できる多様性、柔軟性、そして拡張性をもった新たなシステムが求められる。

#### 課題

おもてなしの良さはサービスの質と顧客満足が一致したときに最大となると考えられる。サービスの質と顧客満足を合わせるには、まず、人の精神と身体の状態を過去から現在へと計測し、そして未来の変化を予測しながら把握すること、次に、その人がサービスを求めるタイミングに合わせて、先の状態把握の情報を元に人に不都合なストレスを与えることなくサービスを提供すること、同時に、人がもつ満足感という情報をリアルタイムに収集して再度人の状態計測を進め、提供したサービスの質を評価し、次のサービス提供のデータとすること、が必要となる。つまり、人の要求に合わせて、機器もともに進化し続けるシステムが必要になる。

### 3.4.2 共進化がもたらす価値

人と自動機とが共進化の関係になれば、サービス産業市場の様々な課題に対して、日本のモノ・コトづくり技術が活用でき、新たな自動機のおもてなしによってサービス産業が拡大するとともに、日々の生活の中における装置や場所に関するストレスや不安が解消され、日本の超高齢化社会においても安心安全な生活環境が構築できるようになることが期待される。

### 3.4.3 共進化のイメージ

おもてなしを具現化する質の高い自動機サービスを実現するためには、共進化によって、例えば、セルフ型自動機におけるセルフ操作がもつストレスや不安を解消(誤操作防止)し、安心感と信頼を醸成すること、また場所に対するストレスや不安を解消し、さらに移動場所の死角がもつ危険を回避すること、が必要になると考えられる。特に、デジタル弱者や外国人観光客など、はじめての自動機を操作する場合や、文化や習慣が異なるはじめての場所に行った際などには、操作や場所に対するストレスや不安は大きなものになると推測される。

まず、人と装置における共進化を考える。装置は、人がボタンを押した信号を待つ状態から、人に最適なボタンを誘導又は提案する。装置に搭載されるAI(Step1 変化)は、過去の人の行動から、目的を学習して推測(Step2、3 対応、学習)をする。それを元に、適切な助言を行えるように進化すれば、人が、「ボタンを押す」操作へのストレスや、間違える不安は、軽減されていくものと期待できる。そして、人が装置の提案に対して満足感を持つと、装置と人の中には安心・信頼の感情が生まれる(Step4、5、6 進化)。共進化が繰り返され、人と装置の関係性を最適化するAIがより高度化すれば、信頼は強固なものとなり、人にとって装置は単なる利用手段から相談相手へとパラダイムシフトする。

より具体的に、ATMの操作支援エージェントを例とする。顧客は、口座に対する操作を行う意図をもって来店するが、ATMの機能を理解しておらず、どのような操作で自分の目的を達成できるかわからない。そこで、操作支援エージェントは、顧客に語りかけ、顧客の来店目的を認識し、顧客に何ができて何ができないかを学習する(第1の機能 スキルレベルの認識)。次に、認識された顧客のスキルレベルと来店目的に基づき、機器操作プランを作成し、顧客の不安を取り除くための説明も含めて顧客へと提示する(第2の機能 プラン作成)。そして、適切な見守りや応援を与えながら、顧客に上記プランを実行させる(第3の機能 実行サポート)。顧客とエージェントとの対話ややり取りを通して、柔軟に対応できるようにエージェントが進化することで、顧客はストレスなく目的を達成することができるようになる。さらに、信頼関係が醸成されれば、さらなるサービスやレコメンドなどにより、ビジネス価値も高まっていく。

次に、人と場所との共進化を考える。場所を理解するにはかなりの情報が必要となる。道に迷うことや迷子は必ずといってよいほど発生し、初めての場所であれば、誰しもが不安を生じる。場所に搭載されたIoT群と自動機が連携することで、場所自体が人を認知し、行動から人が場所で行う目的を分析、場所に関する適切な情報を提供することが可能となれば、場所に対するストレスや不安は解消することができると期待される。このプロセスにおいて、周辺センサや自動機に搭載されるAI(Step1 変化)は、過去の状況データから人の行動と場所における目的を分析して学習する(Step2、3 対応、学習)。またさらに、共進化において、AIが人の行動を予測することで、人の行動の先にある場所の死角を抽出し教示できるように進化すれば、死角から受ける危険も回避できるようになる。進化が継続し、より確度の高い場所の情報や危険性をタイムリーに人へと提供することができるようになれば、人は、安心した行動ができるようになり、活動範囲や活動時間が拡大していくことが期待される(Step4、5、6 進化)。

### 3.4.4 技術的課題

自動機の共進化において、人、装置(ロボット)、AIのそれぞれに必要な技術的課題は、以下の通

りである。

- 人、場所の情報取得方法、利活用規則、個人情報取扱方法
- 人、場所の状態、嗜好を解析するAI技術
- 装置と人の間のインターフェース、データ連携方法、装置の安全性やフェイルセーフ設計
- サービスのリアルタイム性(リアルタイムなシステム応答、システム連携)を実現する基盤技術
- 疑い・危機感の低減による詐欺や犯罪被害への対処
- サービス化およびビジネス化(アプリ開発、運用、エラー対処など)

### 3.4.5 施策

#### 施策1 ストレス・不安の解消に向けた研究開発

まず、人が装置や場所にもつストレスや不安を測定する方法を実現することが必要である。装置や場所と人との関係性を情報化し、ストレスや不安の変化を計測するとともに、制御可能なインターフェースを開発する。

#### 施策2 共進化による自動機サービスとその利用に関する推進体制構築とガイドライン作成

共進化を含むおもてなしの自動機サービスの構築とその利用を推進する体制を定める。また、サービスの提供と人の行動との関係性を評価し、サービス利用時のガイドラインを策定することが必要である。ストレス、不安に効果的な情報のガイドラインを作成する。

#### 施策3 詐欺や犯罪の可能性の把握と対策

提供されるサービスと詐欺や犯罪との関係性を分析し、サービスのリスクなど、共進化に関わる情報のマイナス効果を発生させるメカニズムをまとめ、ガイドラインを策定する。

#### 施策4 標準規格・法規制緩和など

共進化効果の安全性評価および共進化システムの信頼性評価、事故に対する保証制度、サービスの提供範囲(運用時間、設置環境等)の標準規格の作成、サービスインフラの情報通信規制(セキュリティ:機器間の制御、データの保護)の緩和などを検討する。

## 3.5 介護福祉におけるコミュニケーションと身体機能アシストによる認知症予防に対する共進化

### 3.5.1 現状整理と課題

#### 現状整理

わが国における認知症の人の数は2012年で65歳以上の高齢者で約7人に1人と推計され、正常と認知症との中間の状態の軽度認知症と推計される人の数と合わせると約4人に1人が認知症又はその予備群と言われている。認知症予防では、軽度認知症において低下するエピソード記憶(体験したことを記憶として思い出す機能)、注意分割力(いくつかの対象に対して注意を振り分け注意を切り替える機能)、計画力(新しいことをするとき、段取りを考えて実行する能力)といった3つの認知機能を高め、維持することが重要と言われている。これら3つの認知機能を必要とするコミュニケーションを活性化させ、また、高齢者においては、より活動的となるよう心身の機能を高めることが、認知症予防に関して重要となる。

#### 課題

高齢者の場合、子供の自立やパートナーとの死別により、単身世帯となり、コミュニケーション相手がい

ないなどのケースも少なくない。また、寝たきりとなれば、自発的な活動の低下にともない、認知症を発症するリスクも高まってしまう。そのような中、ビッグデータを活用するためのIoT技術や、AI、ロボット技術を活用して、コミュニケーションや高齢者の活動を活性化させる技術に期待が高まっている。例えば、質問に対する答えが返ってくるだけでなく、会話として言葉のキャッチボールが可能なコミュニケーションロボット、低下した身体機能を、回復・増強させるAI、ロボット技術などが求められている。

### 3.5.2 共進化がもたらす価値

介護福祉現場における共進化によって、人の対話や心身の健康をサポートし、活力を向上させるAI・ロボットが実現されれば、高齢者の認知症予防に必要なコミュニケーション、身体機能の活性化に対し、以下のような効果が期待される。

#### コミュニケーションの活性化

- ① AI技術を備えたコミュニケーションロボットにより、スムーズなコミュニケーションを実現
- ② AI技術を備えたコミュニケーションロボットにより、注意を向ける力、行動を起こす創造力、体験記憶をうまく連動させることが可能な積極的な会話の誘発
- ③ 興味を惹く話題をコミュニティ(地域、趣味、カルチャークラブ等)として共有できるようなコミュニケーションプラットフォーム

#### 身体機能の活性化

- ④ AI、ロボット技術により、病気や事故、高齢化にともない低下した身体機能を、補完あるいは増強
- ⑤ 人の要求・要望に沿うように、AI・ロボットが対応することで、対象者の活動範囲を拡大

### 3.5.3 共進化のイメージ

介護福祉現場では、急速に進む高齢化社会と、それに伴う介護従事者の不足、業務負担の増加などの問題から、介護ロボットの導入が促進されている。しかし、多くの介護ロボットは、介護従事者の補助の観点から、要介護者の体の動きなどをサポートしているにすぎない。介護サポートのみならず、コミュニケーションや、身体機能の低下も抑えられるように、AI・ロボットが人へ適切なアシストを行えるようになれば、認知症予防や、高齢者の活力ある生活を実現する上で大きな価値になることが期待される。高齢者支援において、様々なアシスト機能を備えた新たなAI・ロボットが導入(Step1 変化)されることで、人・ロボット・AIのそれぞれの関係性が都度学習(Step2、3 対応、学習)され、新たな予防・介護の有り方が構築されていく(Step4、5、6 進化)ことが期待される。

以下では、具体的な共進化イメージとして、認知症予防におけるコミュニケーション支援と身体機能支援への応用の二つを紹介する。

#### 事例1 コミュニケーション活性化による認知機能の維持・低下予防

認知症の予防および進行を遅らせる方法として、コミュニケーションの活性化が有効と考えられることを先に触れたが、具体的には、まずは一人暮らしの高齢者など対象者のコミュニケーション相手としてロボットを設置する。人とロボットが、過去の思い出などを回想する会話をし、コミュニケーションを取るとともに、AI・ロボットは、人の表情、発言内容などを観察し、また他のAIとの情報交換などにより、認知症予防効果の高いその人が興味を持つであろう話題や、新たなコミュニティイベントの紹介などを、新たなアクシ

ョンとして学習する。この結果を見たAI・ロボットの開発者は、ロボットとの新たな会話やコミュニティイベントの重要性を学習する。高齢者などの対象者は、ロボットとの会話から過去の回想を行うこと、また紹介されたコミュニティイベントに参加することで、各自のコミュニケーションを活性化させ、認知症を予防することができる。また、コミュニケーションの発展により、QOL向上という面でも進化する。これを見て、AIは人の認知症予防効果向上に加え、新たな趣味の創出など人のQOL向上に寄与する提案等を行うことで進化し、ロボットは、AIの進化同様、QOL向上に寄与するアクション(表情、感情、しぐさ等)での機能拡張が進むなど、それぞれの進化が期待される。

## 事例2 身体機能の補完・増強による活動力向上

高齢や病気、事故による、身体機能の低下は、対象者の出不精や寝たきりを誘発し、介助・介護が必要となる機会を増やすとともに、自発的な活動の減少により、認知症を発症するリスクも高めてしまう。AIによって知能化されるロボットと対象となる高齢者との間に共進化を起こすことで、失った機能を補完あるいは増強させることを考える。

具体的なイメージとして、歩行運動や上腕動作をアシストするロボットを考える。ロボットには、対象者の意思(感情等)をくみ取るセンシング機能を拡充する。ロボットは、対象者の意思をくみ取りつつ、身体機能をアシストする。さらに、対象者の意思に沿うアシスト条件を学習し、ロボットの制御へと反映する。対象者は、歩行や上腕運動など身体機能が低下・欠損した状態から、最適化されたアシストを受け、身体機能の回復・増強が図られるようになる(困難であった行動がとれるようになる)。また、複数対象者から得られた最適化アシスト条件を、ネットワークを介して集積して分析することで、初めての対象者に対しても、ある程度最適化されたロボット制御条件を利用することもできる。複数の最適化されたロボット制御条件を基に、より効果的なロボットの機能拡張が行えるようになる。人の身体機能増強への共進化のスパイラルが効率的に繰り返されれば、AI・ロボットは人の意図や要求・要望に柔軟に対応できるように進化し、一方で、対象者も適切なアシストを受け、より快適に健康な生活の維持や社会活動への参加が行えるようになることが期待できる。

### 3.5.4 技術的課題

認知症予防における共進化システムにおいて、必要となる技術課題を以下に考察する。

#### コミュニケーションの活性化

- 受け答え会話の即時生成技術開発  
機械学習を含むAI技術、ネットワーク上のデータ処理、ロボット側での言語等の分散処理など
- その受け答えと合わせた表情やしぐさ(ロボット動作)に関する技術開発
- 予防効果を高めるための話者の興味を惹く会話データベース開発

#### 身体機能の活性化

- 対象者の意思を正確に認識し、また、周囲の人に危害を与えない動作が保証できるか。
- 対象者に負担の無いアシストができるのか。

一方、技術面での課題を克服した場合でも、普及に向けてはコスト面、安全性に関わる制度などの課題も解決していく必要がある。

### 3.5.5 施策

#### 施策1 コミュニケーション／身体機能の即時支援を可能とするAI・ロボット関連技術の研究開発

会話における言葉のキャッチボールやアシストのための心身状態を理解するために、機械学習を含むAI技術を開発する。また、より自然な支援を、遅延無く的確に行うために、ネットワーク上のデータ処理およびロボット側での分散処理技術を開発する。

#### 施策2 推進体制構築および統一プラットフォームの構築

各社のAI・ロボット間で情報データのやり取りを行うことで効果の拡大を図ることが求められる。情報をやり取りするために、推進体制を構築するとともに、データフォーマットを規定するなど統一プラットフォームの構築・開発を行う。

#### 施策3 予防効果を検証するための実証実験

予防効果を高めるためには、受容性について多くの検証を行う必要があり、実証実験の環境整備や実施に対して、助成が求められる。

#### 施策4 標準規格・法規制緩和など

認知症予防・見守りのためのコミュニケーションロボットの介護保険適用用具への追加、身体支援ロボットの安全性・信頼性基準の策定などを検討する。

## 4. 施策まとめ

### 4.1. AI・ロボット活用による産業力強化に向けて

AI・ロボット活用を幅広い産業や応用に実践できるようにしていくためには、競争領域における各企業の研究開発、システム開発、実証プロジェクトを深化させていく必要がある。

特に、AI分野に関する技術要素では、分析技術のみならず、その前処理(様々な形式のデータをAIで扱えるようにする技術)や後処理(AIの解析結果を解釈して施策へと落とす技術)も重要な課題である。これらの処理は、人が予め問題に合わせて、知識や経験に基づき、方法を都度設定しなければならない。データの取り扱いなど、ノウハウ的な要素が強い部分は、AI化が困難となる。入力から解決方法までの一連の流れを、人からAIへと移行していくことが求められる。

一方で、AI技術は、実験的に進展していく側面も強い。我々は、海外に対して日本が優位に立つためには、積極的に、様々なサービスの様々なデータを探索し、その分析を短いスパンで実施し、本当の課題にいち早く取り組むことが重要になるのではないかと考えている。人を中心に据えたAI・ロボット活用を目指す共進化システムにおいても、そのために、データを有するサービスプロバイダ、ソリューションを提供するメーカ、分析技術を持つ機関(公的研究機関、大学)などが連携して、共通課題に取り組む仕組みを整えていく必要がある。

本プロジェクトでは、共通課題の中で、ビッグデータの収集とサービスインの事例の蓄積が、特に重要になると考えている。これらの問題を解決するために、各メーカがビッグデータに簡単にアクセス可能な仕組み、サービス間で分析技術を再利用可能な仕組みなど、競争領域と協調領域の切り分けを精査した上で、共進化システムの基盤技術を構築していくことを目指したい。それを元に、PoCを次々と回していくこ

とが大切である。そのために、産業界が中心となり、共進化システムのための推進体制やコンソーシアムを形成していきたい。推進体制の元、例えば、実験的なサービスを行う国家プロジェクトを複数スタートし、AI・ロボット技術を高性能化させていくために、必要なデータを循環的に収集できた成功事例を集積する。

また、AI・ロボット活用を社会革新の原動力として成長させていくためには、官民・省庁の横断的なリソースの糾合も必要不可欠である。図4. 1に、次世代AI・ロボット技術開発に関する最近の関係府省の動きを示す。

関係府省の動き	
検討会等	次世代の人工知能技術の研究開発【3省(経産、文科、総務)連携】 産業構造審議会 新産業構造部会【経産省】 インテリジェント化が加速するICTの未来像に関する研究会【総務省】 情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会 重点分野WG 人工知能・ロボットアドホックグループ【総務省】
公的研究機関	産業技術総合研究所 人工知能研究センター【経産省】 理化学研究所 AIPセンター【文科省】
推進主体	ロボット革命イニシアティブ協議会【経産省】 IoT推進ラボ【経産省】
研究開発支援	次世代人工知能・ロボット中核技術開発【経産省 平成28年度、30.6億円】 IoT推進のための横断技術開発プロジェクト【経産省 平成28年度、37.3億円】 IoT推進のための新産業モデル創出基盤整備事業【経産省 平成28年度、20.0億円】 AIP(Advanced Integrated Intelligence Platform Project):人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト【文科省 平成28年度、100.0億円】 人間と調和した創造的協働を実現する知的情報処理システムの構築【文科省】 石黒共生ヒューマンロボットインタラクションプロジェクト【文科省】 自律型モビリティシステム(自動走行技術、自動制御技術等)の開発・実証【総務省】

図4. 1 次世代AI・ロボット技術開発に関する関係府省の動き

予算規模や、産業技術総合研究所 人工知能研究センター、理化学研究所 AIPセンターなどへの研究投資、「ロボット革命イニシアティブ協議会」「IoT推進ラボ」のような推進体制の整備からも見てとれるように、超高齢化社会に向けて本分野における関係府省の期待は非常に大きい。産業界もこれらとの連携を検討していくべきである。AI・ロボットやIoT、ビッグデータの技術革新がもたらす可能性と具体的な官民連携の在り方について検討を重ね、新たな産業構造・社会構造に関するビジョンを官民が一体となって策定していく必要がある。本プロジェクトにおいても、上記、経済産業省、文部科学省、総務省などの関係府省が推進する取り組みとも適切に連携し、政府の掲げる課題に対して、人を中心に据えたAI・ロボット、IoT技術の可能性や、必要となるべき事項を、共進化の観点から検討していきたい。

#### 4.2. 産業界の為すべき施策

上記を踏まえて、まず、共進化を幅広い産業や応用において実践できるように、**施策1** AI・ロボットを活用した共進化の研究開発・実証プロジェクトを強力に推進する。次に、**施策2** 開発、実証、事業化のための推進母体・コンソーシアムを結成する。この推進母体を中心となり、各事業における短サイクルのPoCをまとめ、さらに共通技術の基盤化を推進する。最後に**施策1**と**施策2**を実施する上で、**施策3** 関係府省、公的研究機関との連携を強化する。

以下に、これら産業界が中心となり為すべき施策をまとめる。

## 施策1 仕事の質、生活の質、心身の質を高める施策を生み出す共進化システムの研究開発

### (1) 共進化システムを構成する要素技術の研究開発

共進化システムを具現化するためには、人間を中心としたロボット分野、AI分野の関連技術と、それらを統合するためのプラットフォーム技術を、これまで以上に革新させていくことが必要不可欠である。感情、幸福、または場の状況などこれまでとは異なる新しい計測指標や、それら様々なデータを享受可能なインターフェース、人間情報の知識化と、それらを解釈する技術などが必要になる。特に、開発項目として、今後注力していくべき要素技術を図4. 2にまとめる。

ロボット分野	
(1) 人・環境センシング	人や環境の状態を計測し、AIの分析・最適化に利用可能な情報として抽出する技術を開発する。特に人の行動や心身の状態を計測する人センシング技術や、ロボットと環境の相互作用をセンシングする技術などと開発する。
(2) 実世界フィードバック	AIからの指示を、実世界へ具現化するフィードバックする技術を開発する。特に、人間の活動を補助するパワーアシストデバイスやモビリティシステム、人間にAIの指示を分かりやすく提示するインターフェースなどを開発する。
(3) 安全・高信頼化	ロボットが、人と同じフィールド内で協働するために、フェイルセーフ設計など装置の安全性を高める技術を開発する。また、一部のロボット・AIのエラーが共進化システム全体に波及しないための高信頼化技術を開発する。
AI分野	
(1) 人間や場の理解	情報化された人間や環境の計測ビッグデータの中から、人間と、その取り巻く状況を理解し、適切な助言やサポートができる分析・最適化技術を開発する。
(2) 知識化・共通化	IoTやロボットによって集約される情報を、ドメイン(業種)に特化した知識として抽出し、さらにドメインの異なる知識の間で共通知識として抽出する技術、またそれらを統一的に共有可能な基盤を開発する。
(3) 抽象目的の具現化	共進化サイクルを継続させるために、個々の具体的な目的を、抽象的で高度な上位の目的へと昇華させるための技術を開発する。人の設定する様々な抽象的な目的を解釈し、共進化システムの内 で具現化する技術を開発する。
プラットフォーム分野	
(1) 共進化プラットフォーム	各組織の開発するロボットやAIが相互に繋がり、共進化サイクルを実現する必要十分な情報を授受するための統一プラットフォームを開発する。また、莫大な情報量処理するための計算資源活用技術を開発する。
(2) セキュリティ	個人や企業活動に関わる秘匿性の高い情報を保護したり、悪意ある第三者によるロボットやAIへの攻撃を防止するセキュリティ技術を開発する。
(3) インフラ・エコシステム	共進化サイクルを促進する環境設計や都市デザインなど、共進化を前提としたインフラの再構築を検討する。また、共進化の受益者と、サービスやモノの供給者との間で、公正に経済が循環するビジネスエコシステム設計を検討する。

図4. 2 共進化システムに必要となる研究開発要素

### (2) 仕事の質、生活の質、心身の質を高める共進化システムの実証プロジェクト

要素技術の開発とともに、共進化システムの実証プロジェクトを推進する。超高齢化社会に向けて、3つの領域、仕事、生活、心身を軸とし、まずは、3章で提示した製造、サービス、介護福祉への応用について、以下の事例を構築するための実証を行う。

#### ① 仕事の質の向上

- 産業用ロボットシステムの自律性向上
- 産業機械開発業務における創造的設計力向上

#### ② 生活の質の向上

- 地域と連携したパーソナルモビリティ・システム
- おもてなしを提供する自動機

### ③心身の豊かさの向上

- コミュニケーション活性化による認知機能の維持・低下予防
- 身体機能の補完・増強による活動力向上

## 施策2 共進化システムを開発、実証、事業化するための推進母体の結成

施策1記載の各応用の研究開発および実証プロジェクトを支援し、促進していくための推進母体を産業界が主体となり組織する。各企業の競争領域と協調領域の切り分けを精査した上で、共通化できそうな要素の基盤化を推進するとともに、実証体制の整備、PoC(概念実証)の実施を推進する。さらに、安全性や情報管理など、共進化という概念が新たにもたらす社会的影響を考慮する。推進母体は以下の各項を行う。

### (1) 産官学連携によるPoC

共進化システムの実証を支援するため、関係府省と連携して実証実験の設備および場(実証テストベンチ)の整備を行う。既存テストベンチの利用可否、新規作成の必要性も含めて検討する。

### (2) 共進化システムの基盤技術の統合

各産業において、企業間の競争領域と協調領域の切り分けを精査した上で、共進化システムに必要な要素技術を幅広く収集し、共通利用可能な形へと統合することを検討する。公的研究機関(例えば、大学法人、産業技術総合研究所 人工知能研究センター、理化学研究所 AIPセンターなど)の取り組みとも連携し、既存のロボット分野、AI分野における研究領域も含め、共通基盤化する。

### (3) 共進化が人や社会にもたらす影響に関する検討

ロボットが人と協働することに対する物理的な信頼性・安全性、人間計測を主体とした共進化に対する個人情報(プライバシー)や精神的な信頼性・安全性、AI・ロボットが自発的に機能進化することに対する機能の信頼性・安全性、基盤化される共進化システムにおける人、AI・ロボットのネットワークシステムなど、共進化システムにおいて、考えなければならないあらゆる事象を検討し審議する。各産業現場(製造、都市、介護福祉)について、関連府省と連携して、既存制度でカバー可能な範囲も含め、必要となるべき具体的要件をまとめ、政府への働きかけ(標準化、法整備など)を行う。

### (4) 共進化システムを普及・促進させるためのコンソーシアム(勉強会)の結成

共進化の理解を深め、共進化システムを普及・促進の母体となる勉強会などを主催するコンソーシアムを結成する。様々なIoT機器から得られるリアルなビックデータを、サービスやプレイヤーの垣根を越えて共進化システムへと取り込むための活動を推進し、共進化がもたらす新しい産業構造やビジネスモデルについて、その在り方を検討する。

## 施策3 関係府省、公的研究機関との連携

関係府省、公的研究機関が推進するAI、ロボット、IoTに関連する重点取り組みや動きに対する適切な連携の在り方を検討する。施策2の推進母体と関係府省、公的研究機関および大学が連携して、研究開発支援、実証環境の整備、共進化がもたらす新しい産業構造に必要な要件の議論を行う。以下に意見交換・審議の論点を記載する。

### (1) 共進化システムの研究開発、実証の助成および支援

共進化システムに必要な要素技術の研究開発、実証に関する資金的な支援などに関して審議する。

#### (2) 実証環境(実証テストベンチ)の整備に関する連携

仕事(製造)、生活(都市)、心身(介護福祉)を軸とした共進化システムの実証を進めるにあたり、応用毎に共通化して利用可能な実証環境(設備および特区)を整備する。応用毎(製造、都市、介護福祉)の実証テストベンチの運用/運営にかかる国・自治体・開発メーカ・事業メーカによる支援も考慮し、既存テストベンチの利用可否、新規作成の必要性も含めて意見交換する。

#### (3) 共進化システムに関連した規制などに関する連携

共進化システムにおいて想定される新たな安全性・信頼性の基準、ネットワークインフラの利活用など共進化システムを最大限に活かすためのシステム要件・運用保守方法、個人情報取り扱い、不正アクセス行為の禁止など共進化システムの実施と関係する規制・法制度に関して意見交換する。

### 4.3. 来年度取り組みに向けて

施策1に関しては、共進化システムのプロジェクト化に向けて、まず、3章で提示した製造、サービス、介護福祉への応用における研究開発内容、実証内容を具体化し、合わせて課題を抽出する。そのために、検討ワーキンググループを発足させる。

施策2に関しては、有識者や企業との意見交換を実施し、推進母体の実施形態を明確化する。

施策3に関しては、共進化がもたらす新しい産業構造に必要な要件を意見交換・審議していくため、関連府省、公的研究機関の各取り組みを踏まえた上で、適した連携の在り方を明確化する。経済産業省、文部科学省、総務省の3省連携体制における「次世代の人工知能技術の研究開発」、経済産業省の「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」、文部科学省の「AIP(Advanced Integrated Intelligence Platform Project):人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト」、総務省の「情報報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会 重点分野WG 人工知能・ロボット アドホックグループ」「インテリジェント化が加速するICTの未来像に関する研究会」、などの取り組みは、AI、ロボット、IoT関連技術の革新と社会実装に向けたプロジェクト/組織であり、特に、連携を検討していく必要がある。また、産業技術総合研究所が基礎研究を社会実装に繋げるためのコア研究機関として設立した人工知能研究センターは、大学、研究機関に散らばる様々な技術や研究者を集めて実用化を目指すとしており、最も有望な連携先の一つと思われる。NEDOの研究戦略センターおよび産業構造審議会でも技術動向、社会動向の分析、施策の検討を行っており、注視したい。

関連府省、公的研究機関に関しては、情報共有をお願い致したい。

## 5. おわりに

本プロジェクトでは、少子高齢化による生産年齢人口の減少が進むわが国において、必要な労働力を補い、産業力の持続的な成長と、高活力、高品質社会を実現していくことを目指して、「AI・ロボット・人の共進化」を提案し、共進化システムがもたらす社会像を示すとともに、その実現に向けた課題を整理して施策を検討した。具体的には、仕事の質が向上する社会、生活の質が向上する社会、心身の豊かさを向上する社会、の3つの社会像をベースに、製造分野、サービス分野、介護福祉分野の応用例を示した。

共進化システムを具現化し、さらに事業として実施していくためには、要素技術の開発のみならず、産業界が中心となり、“人とAI・ロボットが協調する社会において産業構造がどのように変革していくのか”、を深く吟味して検討し続けることが重要になると考える。サービス形態、応用分野などが異なる幅広い企業が連携可能な推進母体やコンソーシアムの結成を目指したい。これにより、AI・ロボットがもたらす日本社会の新たな産業構造における新たなビジネスモデルを検討する契機としたい。制度面における関連府省、研究面における公的研究機関、実証・実施面における自治体などの協力も必要不可欠になる。

今後、これらが現実のものとなるように、関係するプロジェクトとも連携を深める活動を進めていくとともに、関係する公的機関との対話を進めていく予定である。

一般社団法人 産業競争力懇談会（COCN）

〒100-0011 東京都千代田区内幸町 2-2-1

日本プレスセンタービル 4階

Tel : 03-5510-6931 Fax : 03-5510-6932

E-mail : jimukyoku@cocn.jp

URL : <http://www.cocn.jp/>

事務局長 中塚隆雄