

戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）

**人協調型ロボティクスの拡大に向けた
基盤技術・ルールの整備**

社会実装に向けた戦略及び研究開発計画（案）

令和 5 年 1 月 26 日

**内閣府
科学技術・イノベーション推進事務局**

目次

I. Society5.0における将来像.....	3
II. 社会実装に向けた戦略.....	5
1. ミッション	5
2. 現状と問題点	5
3. ミッション到達に向けた5つの視点での取組とシナリオ.....	6
(1) 5つの視点での取組	6
(2) ミッション到達に向けたシナリオ.....	9
4. SIPでの取組（サブ課題）	11
(1) 背景（グローバルベンチマーク等）	11
(2) 社会実装に向けたSIP期間中の達成目標.....	12
(3) ステージゲート等による機動的・総合的な見直しの方針.....	12
(4) SIP後の事業戦略（エグジット戦略）	13
5. 5つの視点でのロードマップと成熟度レベル	16
(1) ロードマップ	16
(2) 本課題における成熟度レベルの整理.....	17
6. 対外的発信・国際的発信と連携	20
III. 研究開発計画	21
1. 研究開発に係る全体構成	21
2. 研究開発に係る実施方針	22
(1) 基本方針	22
(2) 知財戦略	22
(3) データ戦略	22
(4) 国際標準戦略	23
(5) ルール形成	23
(6) 知財戦略等に係る実施体制	23
(7) その他	25
3. 個別の研究開発テーマ	26
(1) （研究開発名：人・AIロボット・情報系のHCPS融合技術のシステム化基礎技術開発）..	27
(2) （研究開発名：人協調ロボティクスにおける環境認知系基盤技術開発）.....	30
(3) （研究開発名：人協調ロボティクスの移動系基盤技術開発）.....	32
(4) （研究開発名：人協調ロボティクスにおけるHCPS要素技術研究開発）.....	34
(5) （研究開発名：人協調ロボティクスのスマホアプリ・データ連携系基盤技術開発）.....	35
(6) （研究開発名：超高齢社会における世代を超えた人々が直面する社会課題の解決に向けたHCPS融合人協調ロボティクスの社会実装技術開発）.....	37
(7) （研究開発名：住宅・ビル等の人協調ロボティクスの社会実装技術開発）.....	41
(8) （研究開発名：生活空間での人協調ロボティクスの円滑な導入・活用・メンテサービスの社会実装技術開発）	43

(本文)

I. Society5.0における将来像

世界に類を見ない超高齢社会にある我が国の社会課題への対策は急務となっている。日本においては高齢者人口割合の増加と労働人口割合の低下が進んでおり、2025年には高齢化率30%に達すると予想されている。それに伴い、激増する高齢者や子育てなどによる生活の自由度の低下、高齢化による自立度の低下など生活における諸問題が深刻化すると考えられる。これら将来の問題を見据え、我が国では外国人労働者の雇用や各種サービスの拡充などの対策に取り組んでいるが、継続的な労働者の確保や、広域にわたる充実したサービス提供の継続等、難易度の高い課題が懸念されている。

このような状況下で、高齢者・弱者の支援や子育てなどにより生活スタイルや働き方が多様化していく中で、世代を超えた人々の自立度・自由度を高め、生活（職場を含む）における諸問題を解決できる安心安全な社会の実現が求められている。

上記の社会課題も踏まえ、Society5.0は、サイバー空間とフィジカル（現実）空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（内閣府 HP）の実現を目指している。これまでの情報社会（Society 4.0）では分野横断的な連携が不十分であるという問題があり、労働や行動範囲に年齢や障がいなどによる制約があること、少子高齢化や地方の過疎化などの課題に対して十分に対応することが困難であること等の課題があった。これに対しSociety 5.0では、IoTやAI、ロボットや自動走行車などの技術を活用してこれらの課題や困難を克服することで、希望の持てる社会、世代を超えて互いに尊重し合える社会、一人一人が快適で活躍できる社会を目指している。

当該SIP課題は、HCPS 融合人協調ロボティクス（「人」＋「サイバー・フィジカル空間」融合人協調ロボティクス、HCPS: Human-Cyber-Physical Space）という新領域の技術開発・社会実装を推進することで、人とテクノロジーが共生・協調して相互に支えあう社会（テクノピアサポート社会）を実現することを目指しており、諸社会課題の解決に貢献し、Society 5.0の実現に大きく貢献するものである。

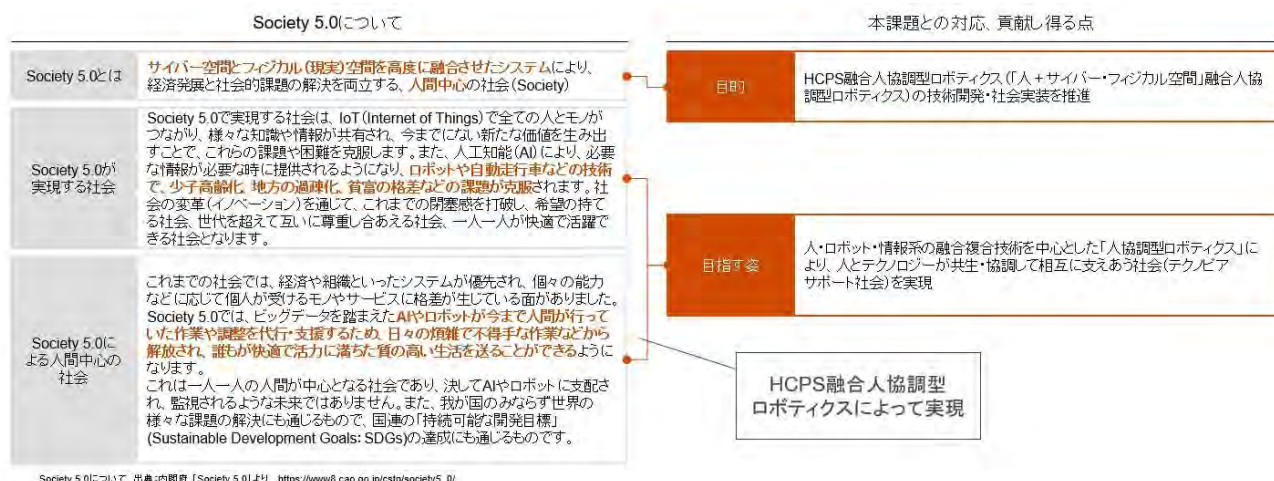
HCPS 融合人協調ロボティクスによって、従来は人のみで実施されてきた家事や労働がサイバー・フィジカル空間を通じた人とロボットとの協調で実施されることで、高齢者を抱えたり子育てなどにより生活スタイルや働き方が多様化していく中で、世代を超えた人々の自立度・自由度が高まるとともに、可処分時間を増やすことができ、心身や認知などに問題を抱える人々を含む様々な人々の多様な生き方や働き方を実現できる。

ロボティクスについては、世界各国で開発が推進されている。例えば米国のロボティクスに関するロードマップ“A Roadmap for US Robotics - From Internet to Robotics 2020 Edition”の中では、今後の研究課題として、サイバーフィジカルシステムを含む「アーキテクチャと設計」、「人とロボットの協調」を含む複数の領域が挙げられており、XRを活用したロボットの制御・監視の最新事例および現実世界のデータへのアクセスの必要性についても言及されている。しかし、本課題が目指す統合的な技術領域としてのHCPS 融合人協調ロボティクスに関する明確なビジョンは示されていない。同様に、EUやドイツおよび中国など諸外国においても、ロボットに関する国家戦略を掲げていたり、国家戦略の重点領域としてロボティクスおよび周辺技術を挙げていたりするが、HCPS 融合人協調ロボティクスに関するビジョンを示すものではない。サイバー・フィジカル空間構築に関しては、特に製造分野において、Horizen2020 や Industry4.0 のもと欧州を中心に研究開発が推進されており、その重要性の高さがわかる。これに対し本課題は、人情報や生活空間・環境情報とも連携し、人および生活・労働など人を取り巻く空間全体を取り扱う点で既存の技術とは異なる、新しい技術領域となっている。

このように HCPS 融合人協調ロボティクスは、人・AI ロボット・情報系の融合技術の中核とする新領域であり、日本の技術は世界を牽引する可能性を持っている。ロボット及びロボット活用システムに関する特許動向調査によると、世界的に出願数は増加傾向にあり、日本にも主要なプレイヤーが存在することが分っている。メタバース及び要素技術に関する特許動向調査によると出願数は飛躍的に増加している。しかしながら、メタバースを含むサイバー・フィジカル空間と、人、ロボットを組み合わせた統合的な技術領域の特許出願数は非常に限られているため、本課題を通じて HCPS 融合人協調型ロボティク

スの産業創出を促すことができれば、当該領域において日本が世界をリードできる可能性が高い。また、日本には、体に装着し人と協調するロボティクス技術において国際的にも高い競争力を有するプレイヤーが存在することが特許調査から示されており、人・AI・ロボット・情報系の融合技術の中核とした「人」+「サイバー・フィジカル空間」融合（HCPS 融合）による人協調型ロボティクスが実現できれば、世界に先駆けて我が国が本領域をリードできる土壌がある。

このように、本課題で取り上げる HCPS 融合人協調ロボティクス技術を実現することは、日本における諸社会課題の解決に貢献し Society 5.0 の実現に大きく貢献する。加えて、今後海外の諸先進諸国が直面する超高齢社会の課題解決に貢献する技術として、日本が国際的にリードする産業創生へと展開し得るものである。



図表 I-1. Society5.0 と本課題との対応

「人」+「サイバー・フィジカル空間」を融合し、遠隔であっても人と人 / 人とロボット / 人と仮想空間 が一体化された人・AIロボット・情報系の融合空間（サイバニクス空間）を扱うことができる「HCPS融合人協調ロボティクス」で、超高齢社会が直面する様々な社会課題の解決を実現する！ HCPS: Human-Cyber-Physical Space



図表 I-2. 目指す出口イメージ

II. 社会実装に向けた戦略

1. ミッション

高齢者・弱者の支援や子育てなどにより生活スタイルや働き方が多様化していく中で、世代を超えた人々の自立度・自由度を高め、生活（職場を含む）における諸問題を解決できる安心安全な社会の実現に向けて、HCPS 融合人協調ロボティクス（「人」＋「サイバー・フィジカル空間」融合人協調ロボティクス）を社会実装することを目的として、当課題全体を一体的に連動させながら取り組む。2025 年度には、ミッション達成に向けて、HCPS 融合人協調ロボティクスに必要な基盤技術の到達度評価及びこの段階での基盤技術のサブ課題の関連技術を連動させたシステム化・運用技術評価など社会実装関連技術の評価を行う。また、当課題のミッションを達成するための取り組みとして、2025 年度までに「人」＋「サイバー・フィジカル空間」を扱う人協調ロボティクスの推進（人材育成を含む）のための当該領域の開拓（人材育成を含む）を推進する協会（新産業推進連携体：関連企業、保険会社、建設会社、関連協会等）を始動させ、全方位的（導入促進ルール、民間保険等の整備を含む）に当課題が力強く推進力を持って機能するよう試み、2027 年度を目処にユースケースに対応したシステムについて海外を含む 10 拠点以上で社会実装・実運用を開始させる。実運用からのフィードバックを通して持続的・発展的経済サイクルの構築に向けたイノベーション創出ループが回っている状態とする。そして、2033 年度頃までには、国内外で 30 拠点以上の事業推進へと発展させ、当該取り組みの垂直展開に加え、他の領域への水平展開（「経済／安全保障」などが複合的に連動）へと拡大させる。このような好循環のスパイラルを経ながら、世界をリードし続ける官民一体の更なる戦略的イノベーションへと繋いでいく。

到達レベルについては、2027 年度中に、TRL：6～7 以上、BRL：6～7 以上、GRL：6 以上、SRL：6 以上、HRL：6 以上 を目指す。

2. 現状と問題点

本課題のような社会課題解決型の取り組みは、一般には政府が実施すべき領域であることが多く、そもそも経済サイクルが成り立ちにくいことが課題の一つである。官民が一体となって、世代を超えた人々が安心安全に生きていくための科学技術イノベーション政策の観点から、社会コストを大幅削減させる当該取り組みが必要となっているが、SIP 以前の縦割りの政策では対応できていない。高齢者・弱者の支援や子育てなどにより生活スタイルや働き方が多様化していく中で、世代を超えた人々を対象とした複合的な課題解決に向けた当該取り組みは、個別省庁では部分的にしか対応できず（図表Ⅱ-1）、省庁連携を特徴とする本 SIP で取り組むことが好ましい。

米国では、ロボティクスに関するロードマップに沿う形で省庁横断型の研究助成プログラムが実施されている。EU では EU Framework Program を策定し、AI やロボティクスを含む科学技術に関して、国を超えた大きな連携がなされている。またドイツではハイテク戦略を策定し、産官学連携や国際連携を推進しており、この中で柱とする行動分野の一つ「ドイツの将来の能力開発」のために「技術基盤」に焦点を当てており、社会実装や応用を見据えた重点化技術の一つとして、ヒューマンマシンインターフェース（HMI）やロボティクスおよび VR 等が挙げられている。「技術基盤」と並列して「専門分野の人材基盤」「社会参加」にも焦点を当て、包括的な取り組みを掲げていることも、特筆すべき点である。さらにデンマーク・オーデンセ市のロボティクス分野の技術クラスター「オーデンセロボティクス」では、産学官が連携して基礎研究から市場参入までの一貫通貫支援を行っている。このように諸外国ではロボティクス関連技術について省庁横断・産官学連携による推進が進められており、日本が HCPS 融合を軸として世界をリードするためには官民一体の更なる戦略的イノベーションが必要である。

社会課題を解決しようとする取り組みでは、先進的テクノロジーでミッションを達成し社会実装を推進しようとしても、テクノロジー自体が先進的であるがゆえに市場をゼロから開拓する必要があり、適切な経済サイクルを成立させるためには、国の支援にもとづき社会実装を促進する戦略が必要となる。

目指す未来像		関連規則と主管組織				
	具体例	使用				
		製造	住居・屋内	道路	医療機関	介護施設
高齢者を支えたり子育てなどにより生活が安定した社会を実現することを目指す。AIの自立・自律を高め、生活・労働を効率化し、社会の持続可能性を高めることを目指す。	人協調型生活支援ロボットが介護現場で活躍し、介護者の負担軽減や人手不足の解消を実現することを目指す。 人協調型移動支援ロボットが高齢者等の移動を支援し、社会参加を促す。 人協調型配送ロボットが配送業の人手不足を解消。 認知症高齢者の認知・記憶・判断能力の向上を支援し、生活の質を向上させることを目指す。	国際規格ISO 13482 (主管:経済産業省) 福祉用具安全法 (主管:厚生労働省) 安全基準ガイドライン策定 (主管:AMED) 医療機器としての場合、薬事承認 (主管:厚生労働省) 電波法 (主管:総務省)	介護保険給付 (主管:厚生労働省) 福祉用具安全法 (主管:厚生労働省) ロボットとエレベーターが連携して移動するための規格、ロボット・エレベーター連携インフラ整備 (主管:経済産業省) ロボットが動きやすい環境に関するガイドライン (主管:ロボット・フレンドリー施設推進機構) 高齢社会対策推進法 (主管:国土交通省) 住宅安全法 (主管:国土交通省) 消防法 (主管:総務省)	道路交通法における歩行者の歩行補助等の取組 (主管:警察庁) 道路交通法施行規則における電動アシスト自転車の取組 (主管:警察庁) 一定の大きさ以下の電動アシスト自転車に関する交通ルール (主管:警察庁) 道路構造令 (主管:国土交通省) 中道で車道を走行する自動運転ロボットに関する制度 (主管:国土交通省) 自動運転ロボットに関する認知度と社会受容性向上 (主管:経済産業省)	医療保険適用 (主管:厚生労働省) 地域医療介護総合確保基金による介護ロボットの導入支援 (主管:厚生労働省、経済産業省)	介護保険の整備 (主管:保険会社) 自動運転における損害賠償責任所在の明確化 (主管:国土交通省、首相官邸) 長年(高齢者)への個人賠償責任(保険)付帯や損害賠償リスク軽減 (主管:保険会社)

図表 II-1. 目指す未来像に対する現状の関連規則及び主管組織

ミッションの達成に向けて、SIP が実施する領域と関連省庁と連携して実施する領域については、「図表 Ⅲ-2. 5つの視点での取組」（技術開発、事業、制度、社会的受容性、人材の5つの視点）で示すが、現時点で5つの視点から求められていることや問題点について概説する。

技術開発に関しては、安心安全な社会の実現に向けて、人協調ロボティクスの拡大に向け人協調ロボットが担う役割を明確にした上で、それらを実現するための要素技術・システム化技術・基盤技術および社会実装技術の開発が求められている。

事業に関しては、イニシャル/ランニングコストの実証を通して事業性を詳細に検証していく機会の不足、事業モデルの提案と実証を通して明確化する機会の不足、持続的・発展的な経済サイクルの形成ができていないこと、個人の多様性の中で共通ニーズの特定と開拓機会の不足、事業導入のためのコスト高などが考えられる。HCPS におけるサイバー空間で人協調ロボットを活用するためには、リアルとの代替の必然性を開拓できていないこと、持続的なビジネスモデルを構築できていないことなどの課題があり、事業導入のためのコストの検討が必要である。また、相互接続がなされたビジネスモデルが想定されていないこと、ROIが見積もられ、検証されていないこと、実証研究が少ないことがあげられる。

制度に関しては、例えば、適切な労働環境構築を省令や法令でガイドすることで、先進的科学技術の導入が促進されることへと繋がるため、関連する規則やそれぞれの産業分野の商慣習等を分析しルール整備へと繋げていく取り組みが求められている。

社会的受容性に関しては、健康寿命を延ばすことを当然とするような社会意識の不在、個人情報・プライバシーに対する懸念、介護現場の方々やご家族からの機械に対する心理的な抵抗感、ロボット・センサー・データ活用の効果、効能を知らないことによる抵抗感、個人が自分の情報を利用することに関する社会インフラの整備が途上であることなどが考えられる。HCPS 融合の「人」+「サイバー・フィジカル空間」で人協調ロボットを活用するためには、VR グラスなどのデバイスの装着性やファッション性の向上、一部の技術愛好者のみが使うなどのイメージからくる抵抗感の払拭、VR 酔いや目の疲労などの心身への負担軽減が必要である。また、相互接続された状態におけるユーザーの利用ニーズやユーザーにとってのメリットが不明瞭であることなどがあげられる。

人材に関しては、人協調型ロボティクス分野の人材不足、現場オペレーションとロボットが担う役割の最適化を設計できる人材の不足、ロボット活用分野における UX デザイナーの不足などが考えられる。HCPS で人協調ロボットを活用するためには、人協調型ロボティクスを統合的にマネジメントできる人材の不足、サイバー空間の構築やデータサイエンスを行うことのできるエンジニアの不足を解消する必要がある。また、相互の接続性としては、領域横断的な人材交流の機会を創出する必要がある。

3. ミッション到達に向けた5つの視点での取組とシナリオ

(1) 5つの視点での取組

1 技術開発

- ・ 要素技術・基盤技術・社会実装技術の開発（SIP 内で実施）
 - 技術的観点から実現すべき項目を TRL6～7 以上にする

目指すこと：

高齢者を抱えたり子育てなどにより生活スタイルや働き方が多様化していく中で、世代を超えた人々の自立度・自由度を高め、生活（職場を含む）における諸問題を解決できる安心安全な社会の実現

出口イメージ例：



技術的観点から実現すべきこと：

（これらを基盤技術・社会実装技術に分解・整理して個別研究開発テーマとして実施）

- 1) 環境認知による自動地図生成等により高機能化されたヒトやモノを自動搬送する自律移動ロボット技術
- 2) 住宅内使用も想定したハンド・アーム系ロボット技術
- 3) 人情報取得技術
- 4) 生活空間情報取得技術
- 5) 心身の自立度を向上させるロボット技術
- 6) サイバニック化マスター・リモート技術（サイバニクス空間の構築を含む）
- 7) データ連携とクラウド化技術

図表 II-2.技術的観点から実現すべき項目

- ・ 「人」＋「サイバー・フィジカル空間」が融合複合した Society5.0 を実現する人・AI ロボット・情報系の融合技術を中心とした人協調ロボティクス領域の拡大・発展へ（新産業連携体等との取組）
 - 人協調ロボティクスの普及に必要な協会等を始動させ、情報ソケットの共通化等の標準化促進・定期的な連携促進活動

2 事業

- ・ 持続的・発展的経済サイクルを有する事業モデルの提案・解析（SIP 内で実施）
 - イニシャル／ランニングのコストの分析・整理
 - 販売手法の開拓（売り切り、レンタル、インセンティブ等）
 - 導入／メンテナンス／サポート等を含む円滑で持続可能な運営・事業モデル
 - 持続的・発展的経済サイクル
- ・ 想定領域以外でのニーズ開拓（関連省庁・組織等との取組）
 - 関連省庁等との協議を通して、複数の人協調型ロボティクス技術を組み合わせることで、新たなニーズを捉え、持続的なロボティクスサービス事業へと展開。

3 制度

- ・ 持続的な事業体制の構築（SIP 内で実施）
 - 多種のロボットの導入／メンテナンス／サポート等を含む円滑で持続可能な運営・事業体制（協会・協業連携等も活用）の構築
 - 当該システムが機能するために必要となる制度や規制等の整備（導入促進ルール等）
 - 関連ファンド等の活用によるオープンイノベーションの推進
- ・ インフラ連携の在り方（関連省庁・組織等との取組）
 - ロボットが活動する環境（屋外・屋内・エレベータ等）での監督官庁・関連組織との連携
 - 導入促進ルールの制定

4 社会的受容性

- ・ 対象者や関係者の理解と協力（SIP 内で実施）
 - データマネジメントポリシーの明確化、利用者や関係者への利便性・安全性の説明、体験会を通じた理解を通して社会受容性の向上を図る
- ・ 社会での受容性を高める取り組み（SIP 内で実施）
 - 超高齢社会での課題解決のような社会課題解決型の取り組みでは、経済サイクルの中に「導入ルールの整備」など官民連携の取り組みが必要であり、その実現を通して、社会

での受容性を高める

- ・ 社会での受容性を高める取り組み（関連省庁・組織等との取組）
 - 普及に向けた官民の役割の整理、社会課題解決と事業構築の両輪を実現するための仕組みづくり、官民連携等

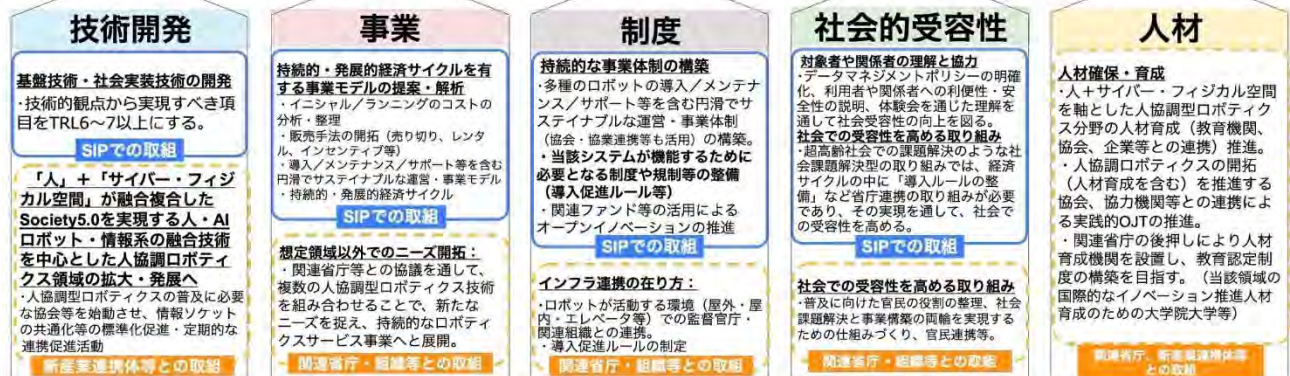
5 人材

- ・ 人材確保・育成（関連省庁・組織等との取組）
 - 人＋サイバー・フィジカル空間を軸とした人協調型ロボティクス分野の人材育成（教育機関、当該領域を推進する協会、企業等との連携）を推進
 - 当該領域の開拓（人材育成を含む）を推進する協会、協力機関等との連携による実践的OJTの推進。
 - 関連省庁の後押しにより人材育成機関を設置し、教育認定制度の構築を目指す（当該領域の国際的なイノベーション推進人材育成のための大学院大学等）

（人協調型ロボティクスの拡大に向けた基盤技術・ルール整備） 5つの視点での取組

ミッション

- ・ 高齢者を抱えたり子育てなどにより生活スタイルや働き方が多様化していく中で、世代を超えた人々の自立度・自由度を高め、生活（職場を含む）における諸問題を解決できる安心安全な社会の実現に向けて、HCPS融合人協調ロボティクス（「人＋サイバー・フィジカル空間」融合人協調ロボティクス）を社会実装することを目的として、当課題全体を一体的に運動させながら取り組む。2025年度には、ミッション達成に向けて、HCPS融合人協調ロボティクスに必要な基盤技術の到達度評価、及び、この段階での基盤技術のサブ課題の関連技術を連動させたシステム化・運用技術評価など社会実装関連技術の評価を行う。また、当課題のミッションを達成するための取り組みとして、2025年度までに「人＋サイバー・フィジカル空間」を扱う人協調ロボティクスの開拓（人材育成を含む）を推進する協会（新産業推進連携体：関連企業、保険会社、建設会社、関連協会等）を始動させ、全方向的（導入促進ルール、民間保険等の整備を含む）に当課題が力強く推進力を持つ機能するよう試み、2027年度を目処にユースケースに対応したシステムを海外を含む10拠点以上で社会実装・実運用開始させる。実運用からのフィードバックを通して持続的・発展的経済サイクルの構築に向けたイノベーション創出ループが回っている状態とする。そして、2033年度頃までは、国内外で30拠点以上の事業推進へと発展させ、当該取り組みの垂直展開に加え、他の領域への水平展開（「経済／安全保障」などが複合的に連動）へと拡大させる。このような好循環のスパイラルを経ながら、世界をリードし続ける官民一体の更なる戦略的イノベーションへと繋いでいく。
- ・ 到達レベルについては、TRL：6～7以上、BRL：6～7以上、GRL：6以上、SRL：6以上、HRL：6以上を目指す。



社会実装に関わる現状・問題点

- ・ 社会課題解決型の取り組みは、一般には政府が実施すべき領域であることが多く、そもそも経済サイクルが成り立ちにくい。官民が一体となって、世代を超えた人々が安心安全に生きていくための科学技術イノベーション政策の観点から、社会コストを大幅削減させる当該取り組みが必要となっているが、SIP以前の縦割りの政策では対応できていない。
- ・ 社会課題を解決しようとする取り組みでは、先進的テクノロジーでミッションを達成し社会実装を推進しようとしても、ミッション達成が先端的であるが故に市場開拓をゼロから開始する必要がある。適切な経済サイクルを成立させるためには、パブリックセクター側に技術導入を促進する戦略が必要となる。例えば、適切な労働環境構築を省令や法令でガイドすることで、先進的科学技术の導入が促進されることへと繋がるため、関連する規則やそれぞれの産業分野の商慣習等を分析しルール整備へと繋げていく取り組みが求められている。

図表 11-3. 5つの視点での取組

(2) ミッション到達に向けたシナリオ

技術開発、事業、制度、社会的受容性、人材について、図表Ⅱ-5 ロジックツリーで Activity(取り組み内容)、Output(Activity から直接的に得られる成果)、Outcome(Output が得られたことで、何がどのように変わるかを“状態”として記述したもの)の3段階に分け、将来像やミッション達成に向けたロジックを記述している。この中で、Output に示された「各種技術の確立、実証、事業体制構築、戦略提言、ルール制定、協会の設立、共通化情報ソケット、社会受容性を高める取り組みパッケージ、人材育成体制構築など」を実現し、Outcome に記載された状態を構築することで将来像へと至るミッションを達成する。

まずは、人々が価値を感じることを確実に実施できるロボットそのものの技術検証に加え、ロボットがパフォーマンスを十分発揮するための環境整備も検証していくことが必要となる。また、国内の市民生活に近い場所でロボットとの親和性づくりも行っていく必要がある。すでにレストラン等においてネコ型の自動配膳ロボットが活動し始めているが、消費者にとっては毎日接していて親しめる・愛着がわくという心理的な親近感が醸成されていることが普及の一助となっていると考える。

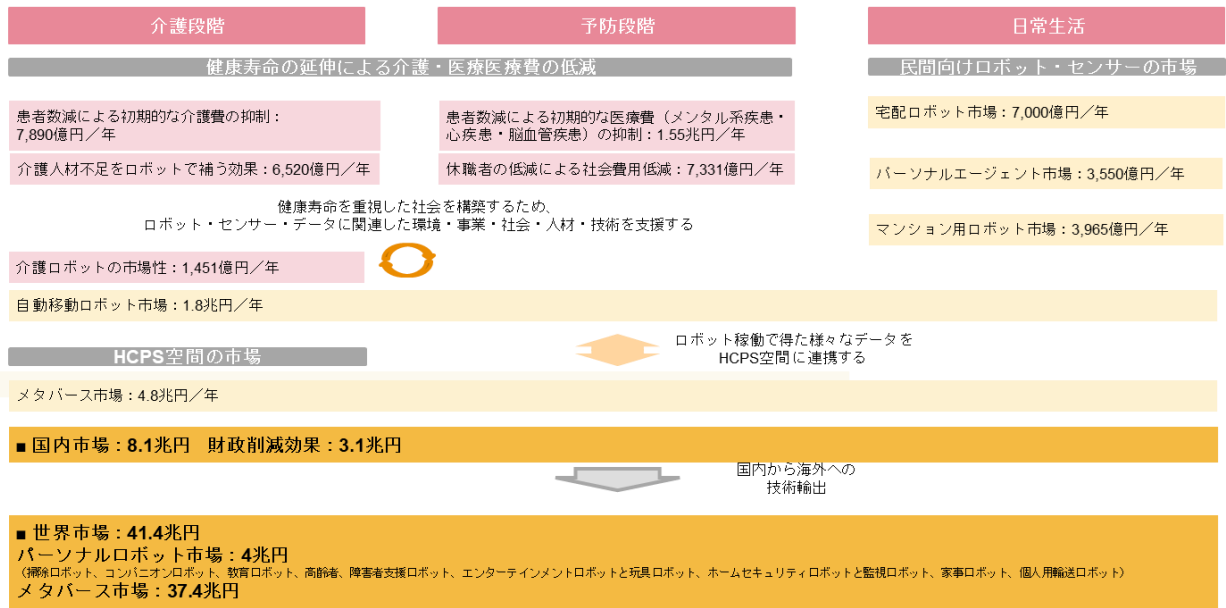
検証するユースケースのフィールドとしては、介護・医療の分野、住宅やオフィスに近い分野、そしてこれからの発展が期待されているサイバー・フィジカル空間の活用を含む以下のユースケースイメージ案と達成目標を想定している。

- ・ ユースケース 1: 住宅における日常の生活支援（掃除、遠隔技術も活用した外出時の点検・操作支援・食事支援、簡単な片付け等）
 - 一般家庭における、子育て・介護・家事等に伴う拘束時間の短縮による人々の可処分時間の延伸を目的とし、価値に見合った家事負担の軽減による可処分時間 20%延伸を目標とする
- ・ ユースケース 2: 要介護予備軍・要介護者の自立度向上のための機能改善支援、介護者支援（住宅・施設内、自律・遠隔技術系の活用等）
 - 要介護予備軍・要介護者、施設の介護者および家庭の介護者の自立度向上、自由度向上、支援者の可処分時間の延伸、ADL (Activity of Daily Living) や QoL (Quality of Life) の改善、Well-being の向上を目的とし、自立度または自由度の 30%向上、公的支出削減、可処分時間の 20%延伸を目標とする
- ・ ユースケース 3: ビル内での物品搬送・清掃・コンビニ等への買い物等の支援（自律・遠隔技術系の活用等）
 - 適切な労働環境の構築による搬送員・清掃員の労働力不足解消、買い物等雑務の代替による労働者の自由度向上、可処分時間の延伸を目的とし、対応領域の人の作業量 50%削減を目標とする
- ・ ユースケース 4: ビル等での点検・対応サービスの展開（自律・遠隔技術系の活用等）
 - 人による目視点検やスイッチのオンオフ等、定期点検作業を代替することを目的とし、当該対象作業における人による作業量の 20%削減を目標とする
- ・ ユースケース 5: 災害時の避難支援分野への展開（自律・遠隔技術系の活用等）
 - 災害時における移動弱者（要介護・支援者、小児等）の住宅・施設等からの安全・安心な非難支援および避難所内支援を目的とし、避難成功率 30%アップ、避難所での安全・安心への貢献度 50%超を目標とする

上記のユースケース案に関連した分野の社会ニーズの大きさや経済規模を図表Ⅱ-4 に示す。介護段階の進行を抑制することができれば社会コストを大幅に削減でき、さらに、ビル内での物品搬送・清掃、ビル等での点検・対応サービス、住宅・オフィス・マンションあるいはその付近での自動配送・パーソナルエージェント、安心安全サービス提供などにおける新たな市場形成とそれに伴う経済サイクル形成を想定している。また、数兆～数十兆円規模の市場が想定されているリアル・バーチャルを含めた様々な人協調ロボティクスと連動できる種々のテクノロジーの活用に関する市場形成・経済サイクル構築に向けて発展させたい。

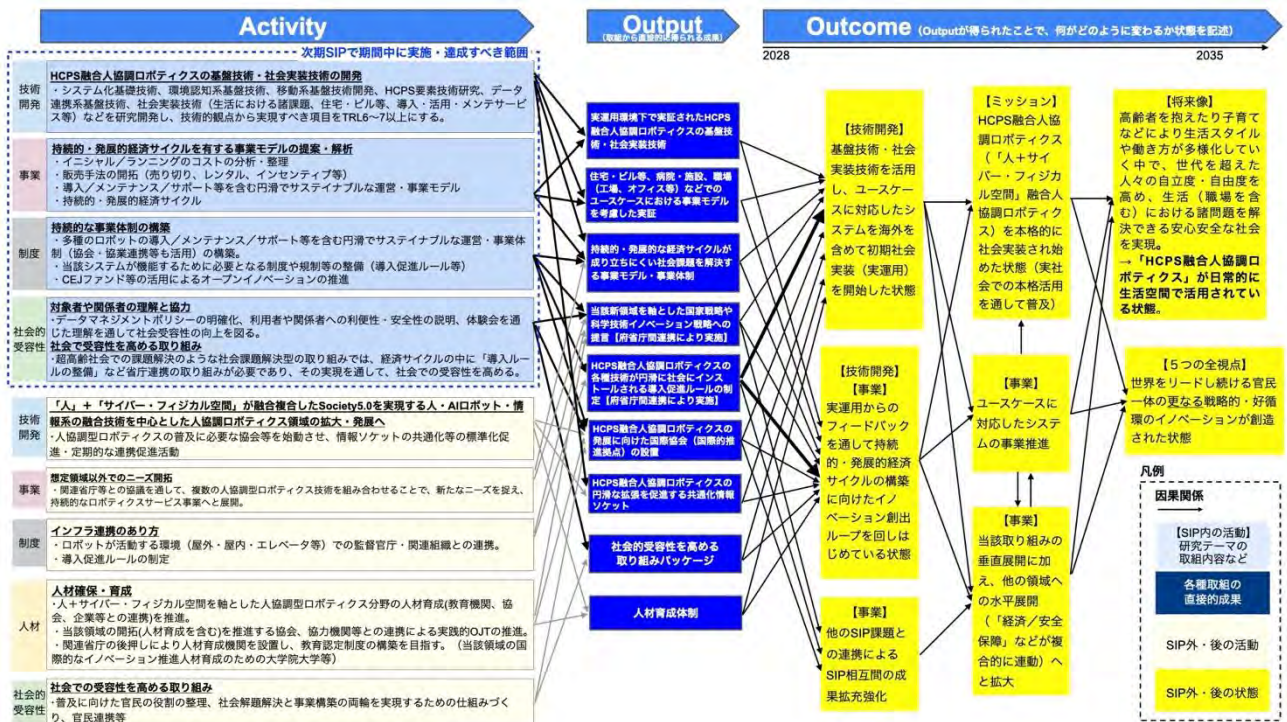
同時に、このような取り組みは、超高齢社会の課題先進国としての日本の強みともなり、世界市場を視野に、国際産業競争力のある新市場構築へと繋げられるよう社会実装を推進していく。

経済規模（2030年前後を想定）



国内メタバース市場：24兆円（<https://www.mri.co.jp/knowledge/column/20221122.html>）の2割を取得するとして試算。
世界パーソナルロボット市場：20兆円（<https://premium.ipros.jp/gii/product/detail/2000581943/>）、世界メタバース市場（<https://www.gii.co.jp/report/sper1159576-metaverse-market-size-by-verticals-by-components.html>）の2割を取得するとして試算。
国内の各種市場の試算については、インターネット上の各種資料をもとに試算。

図表 II-4. 経済規模



図表 II-5. ロジックツリー

4. SIP での取組（サブ課題）

人・AI ロボット・情報系の融合複合技術を中心とした HCPS 融合人協調型ロボティクスの基盤技術開発（サブ課題 1）

（1） 背景（グローバルベンチマーク等）

本課題は、人・AI ロボット・情報系の融合複合技術を軸とし、「人」＋「サイバー・フィジカル空間」（HCPS）が融合した HCPS 融合人協調ロボティクスという新領域開拓を推進するため、技術開発および社会実装を推進するものである。当サブ課題は、そのうち基盤技術開発を行うものである。

サイバーフィジカルシステム構築の重要性は高く、世界的に研究開発が推進されている。EU では、欧州委員会主導のもと「EU Framework Program (FP)：科学技術主要基盤政策」が策定されており、第 8 期に当たる Horizon2020 のもと、製造分野に焦点を当てたサイバーフィジカルシステムの構築を目的とする「Smart Cyber-Physical Systems（2015-2019 年）」「Computing technologies and engineering methods for cyber-physical systems of systems（2019 年-2023 年）」が実施されてきた。いずれも Horizon 2020 の第二の柱「産業技術開発でのリーダーシップ」にて取り組まれており、製造分野を対象とする。ドイツでは、デジタル化により産業の効率化やビジネスモデルの変化を目指す Industry 4.0 が 2011 年に発表され、2030 年社会実装に向けて「自律性」「相互運用性」「持続可能性」という 3 つの戦略的行動分野が設定されている。製造分野においてサイバーフィジカルシステムの活用とその緊密な相互接続を実現させることを重視し、シミュレーション基盤技術の高度化やデータベースの基盤整備、標準化と規格化の推進技術に取り組んできた。その後、人間の視点や社会・環境の観点から「人間中心（ヒューマン・セントリック）」「持続可能性（サステナビリティ）」「回復力（レジリエンス）」をキーコンセプトとした Industry 5.0 が 2021 年 1 月に欧州委員会から発表され、協働ロボット、ウエアラブルロボットによる作業補助や遠隔化も視野に入れているが、Industry 4.0 と同様に製造分野に焦点を当てている。

これらに対し本課題は、人情報や生活空間・環境情報とも連携し、人および生活・労働など人を取り巻く空間全体を取り扱う点で既存の技術とは異なる、新しい技術領域である。サイバー・フィジカル空間（メタバースを含む）の市場およびロボットの市場は今後成長が期待される一方で、サイバー・フィジカル空間と人・ロボティクスを組み合わせた統合的な HCPS 融合技術領域は、「I. Society5.0 における将来像」にて述べたように黎明期にある新技術であり、グローバルでの特許出願数も限られている。また、HCPS 融合技術に関するビジョンを打ち出している国はまだ見られない（2023 年 1 月時点）。新技術領域である HCPS 融合人協調型ロボティクスの産業創出を促すことができれば、当該領域において世界をリードできる可能性がある。また、日本にはロボティクスなどの技術において国際的にも高い競争力を有するプレイヤーが存在することが特許調査から示されており、サイバー・フィジカル空間とロボティクス領域との連携が実現できれば本領域をリードできる土壌がある。

このような新領域において、その基盤となる技術の開発は重要性が高い。例えば米国におけるロボティクスに関するロードマップのうち 2020 年に発表された第 4 版では、研究課題として、アーキテクチャと設計（サイバーフィジカルシステム、材料設計、製造技術を含む）、移動、把持・操作、感知・統合センサー、計画・制御方法、学習と適応、マルチロボット協調・堅牢なコンピュータービジョン、人とロボットの協調といった基盤技術領域を挙げており、これに沿う形で“National Robotics Initiative”という大規模な省庁横断型の研究助成プログラムを実施している。ロボットおよびサイバーフィジカルシステムに関する基盤技術の開発の必要性が高いことがわかる。HCPS 融合人協調ロボティクスという新領域開拓においても、それをリードしていくべき我が国において基盤技術に取り組む重要性は高く、当該新領域の産業推進にとって国際競争力のある基盤技術群として展開できることが期待される。