

ムーンショット型研究開発事業

令和3年度プログラム自己評価（年次評価）について（目標1）

(1) 目的

プログラムごとに自己評価を行うことで、各年度における研究開発の進捗状況や成果を把握し、これを基に適切な予算配分及び研究開発計画の見直し等を行うことにより、プログラム運営の改善及び機構の支援体制の改善に資することを目的とする。

(2) 実施時期

研究開発が開始された後、原則として毎年度実施する。ただし、中間評価又は事後評価が実施される年度を除く。

(3) 評価項目及び基準

- プログラムの目標に向けた研究開発進捗状況
- PDのプログラムマネジメントの状況
- その他(1)に定める目的を達成するために必要なこと。

なお、上記に関する詳細については、機構が決定する。

(4) 評価者

自己評価における評価者はPDとし、評価にあたっては、アドバイザー等の協力を得て行う。

(5) 評価の手続き

PMからのプロジェクトの自己評価の報告、PMとの意見交換等により、PDがプログラムの自己評価を行う。この場合において、必要に応じて研究開発実施場所での調査等又は外部有識者の意見の聴取を行うことができる。

プログラムの自己評価結果は、PDよりガバニング委員会に報告する。ガバニング委員会での審議を経て、当該年度の年次評価結果を確定する。

※評価会実施日、評価者一覧は別紙のとおり

(別紙)

■評価会実施日

ガバニング委員会：令和4年2月17日

■評価者一覧（ガバニング委員会）

氏名	所属・役職等
藤野 陽三	城西大学 学長
渡辺 捷昭	トヨタ自動車株式会社 元 代表取締役社長
浅井 彰二郎	株式会社リガク 顧問
江村 克己	日本電気株式会社 NECフェロー
大橋 徹二	株式会社小松製作所 代表取締役会長
榊 裕之	学校法人トヨタ学園 フェロー
深見 希代子	東京薬科大学 生命医科学科 名誉教授／客員教授

※所属・役職等は評価会時点のもの



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」

戦略推進会議

プログラムディレクター：

萩田 紀博

大阪芸術大学 学科長・教授

令和4年3月11日

1. 目指す社会像
2. プログラムの構成
3. プロジェクトの進捗・成果
4. 今後の方向性
5. 自己評価結果

1. 目指す社会像 目標1の位置づけ

ムーンショット型研究開発制度における目標1の位置づけ

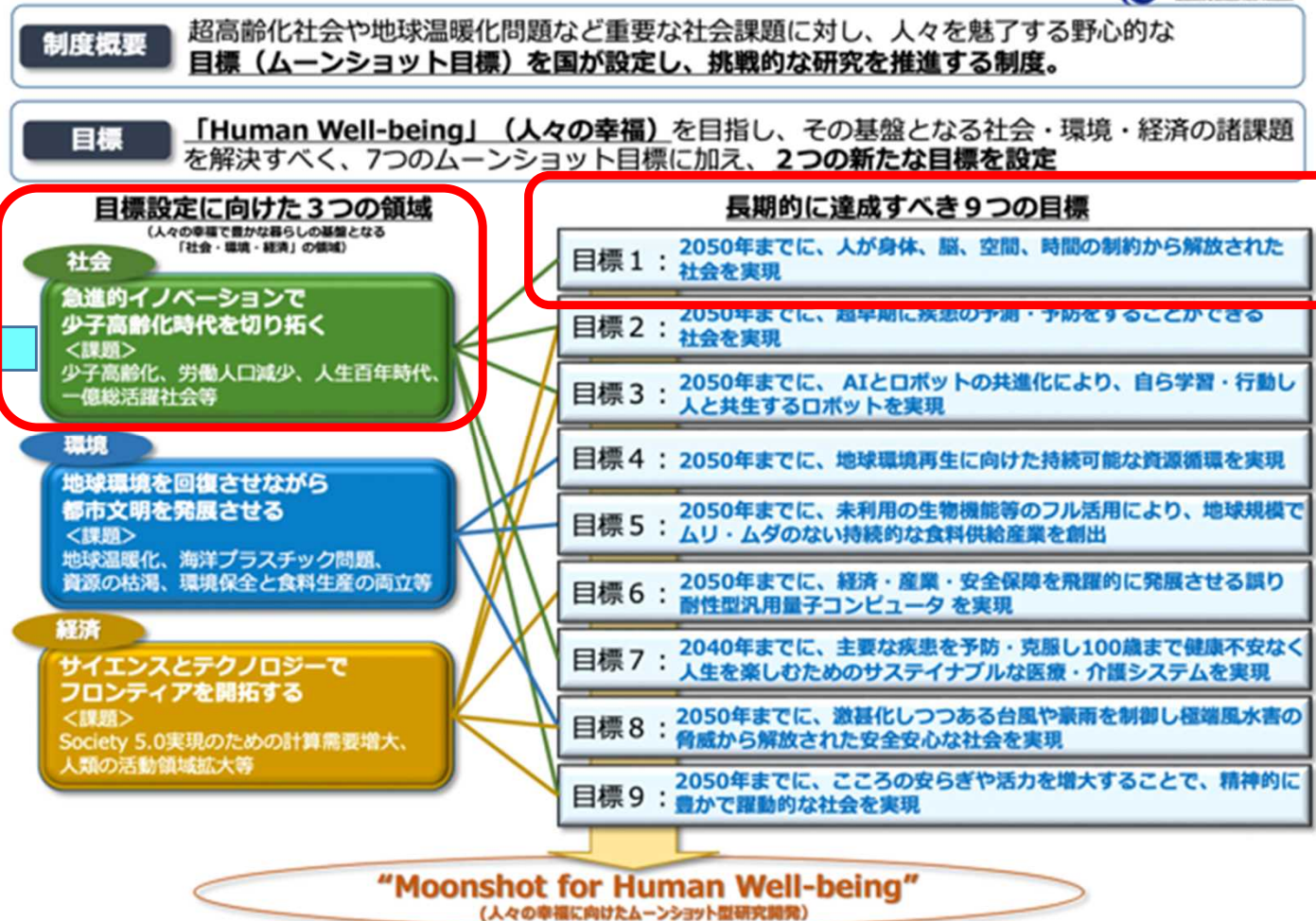
目標1の位置づけ

【社会】
急進的イノベーションで
少子高齢化時代を切り拓く
＜課題＞

- 少子高齢化
- 労働人口減少
- 人生百年時代
- 一億総活躍社会
等

ムーンショット型研究開発制度の概要及び目標について

資料1



1. 目指す社会像 PDが抱く2050年社会像

我が国の少子高齢化が進んでも、**人間の能力を拡張する技術革新によって生産性を向上し、労働力不足の問題を解決し、誰もが2050年に安全安心にクリエイティブな仕事や社会活動に参加して生きて行ける社会を実現する。**ただし、地球環境の変化や、世界の人口が100億人に増えることも考慮して、**能力拡張が災害や感染症に強靱な生産性維持や安全安心な日常生活を維持**することにも役立ち、**生産性の効率だけで生まれる物質的な豊かさだけでなく、余暇や非効率などの精神的な豊かさ、ゆとりとのバランスを保つことにも役立つ社会を実現する。**

2. プログラムの構成

地球環境の回復力、災害・感染症・少子高齢化等の社会問題解決に貢献
大規模遠隔互助、誰もが仕事で活躍できるCA基盤と安心なCA生活を実現



石黒PM

空間、時間の制約からの解放を目指す

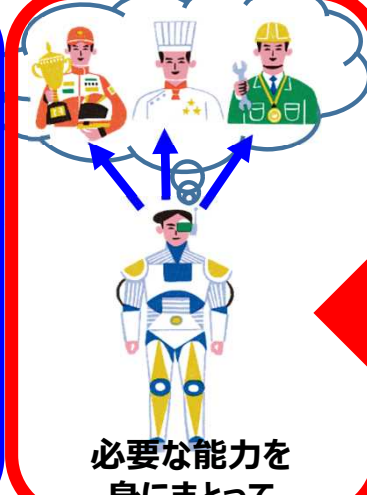
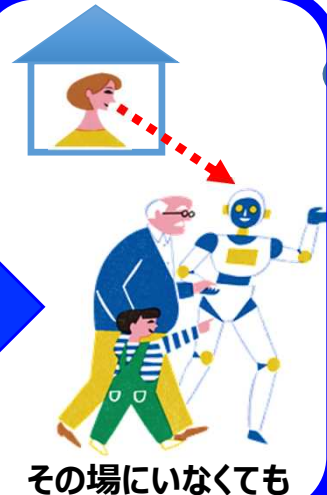
ホスピタリティとモラルある対話・行動CA

どこでもいつでも複数体のCA制御で社会活動に参画

金井PM



誰もが多様な活動に参画できる社会



南澤PM

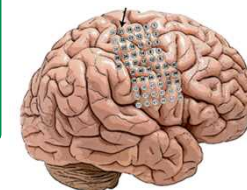
身体の制約からの解放を目指す

技能合体CAで新しい体験共有

他者のスキルも活用

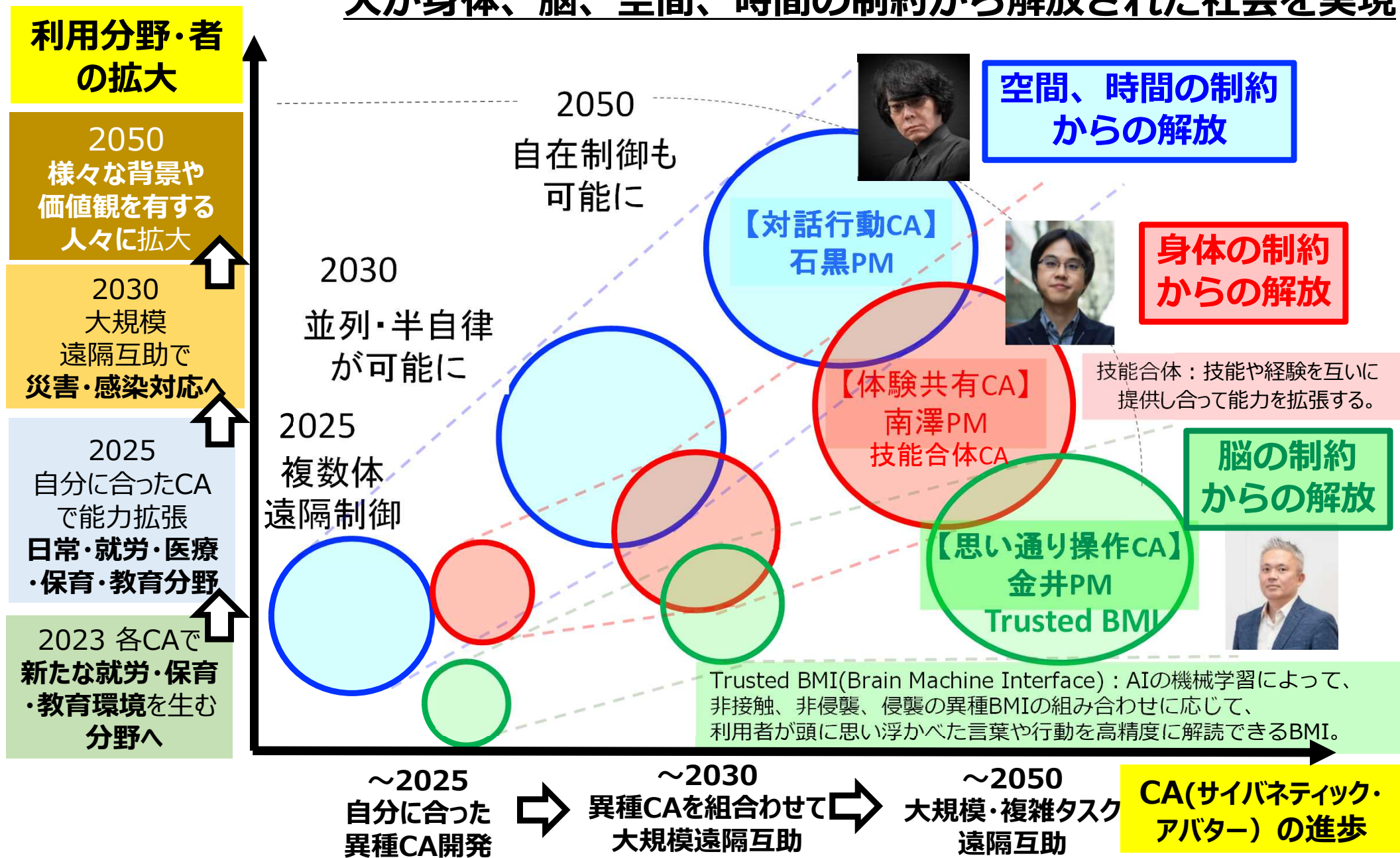
Trusted BMI-CA
で思い通りに操作

脳の制約からの解放を目指す
重い障害を抱える人も社会活動に参画



2. プログラムの構成 ポートフォリオ

人が身体、脳、空間、時間の制約から解放された社会を実現



2. プログラムの構成 4層マネジメント

様々な人々に対応するために

空間、時間の制約からの解放

CA:サイバネティック・アバター



第1層
アプリケーション

人の能力の拡張
サイバネティック・アバター基盤
サイバネティック・アバター生活

ロボットアタッチメント
バイオ・メカニカルサイボーグ
外骨格スーツ、身体間同期共有 等

身体の制約からの解放

複数タスク認知制御
存在・生命感認知、知覚拡張
侵襲・非侵襲・非接触混在BMI制御
ストレス耐性、依存症回避 等

脳の制約からの解放

様々な業種・分野
を巻き込む
実証実験

第2層
ミドルウェア

大規模・異種CAに対して、5W1H情報管理と相互接続(Interoperability)、
拡張性(Scalability)等の機能を備えたGlobal/Local Network Platform

様々なCAが利用
できるための
国際標準化活動推進

第3層
コア技術

[挑戦的課題] 複数CA連携(1人n体 遠隔)制御 → 並列・協調・半自律
(1人n体 半自律)制御 → 能力拡張・自律・自在(m人n体 自在)制御
[基盤技術] 音声対話/画像認識・理解、対話行動、機械学習、アクチュエーション、サイボーグ、デジ
タルツイン、テレプレゼンス・イクジスタンス、VR, AR, MR, 意思決定・合意形成 等

対話行動・体験共有・
思い通り操作CAを
実現する技術開発

第4層
基礎研究・
ELSE課題

[複数CA利用が人に及ぼす影響の科学]
サイバー・フィジカル行動科学・認知科学・心理学・生態学・生物学、
倫理的・法的・社会的・経済的(ELSE*)課題の数理科学・人文社会科学

利用者の心や身体
に及ぼす影響も科学
(生体影響調査、
ELSE課題)

*ELSE : Ethical, Legal, Social, and Economic Issues

3. プロジェクトの進捗・成果（石黒PM）

空間、時間の制約からの解放を目指す

- 対話行動CAで**実証実験を2月から開始**
- 社会実装に向けアバター共生社会企業コンソーシアム（8月）、アバター共生社会倫理コンソーシアム（8月）と自ら会社（AVITA株式会社）を立ち上げ（6月）
- 生体影響調査のための基盤構築. 基礎研究の着実な成果
（論文誌論文10編，国際会議論文40編）

【就労・保育】 保育園：2021年2月～

- ・高齢者がCAを遠隔操作して保育士の代わりに**園児に挨拶しよう運動**を実施。**保育士と同レベルの業務を達成可能。**
遠隔保育業務に対して高齢者の評価は高い（就労の可能性）

【就労】 アミューズメントパーク：2021年3月～

- ・ **CA6体を4人で遠隔操作（複数遠隔制御）**
- ・ **館内案内・展示説明**は高い利用率（来場者の67%と推定）で、70%以上利用客がサービスに満足し再利用率を表明
- ・ カフェ前でCAが推薦したメニュー**購入数が3倍**に増加

【就労】 小売り：2021年11月～

- ・ 商品場所案内などの業務を**CA20体を4人で遠隔操作して実現（1人5体の複数遠隔制御）**
- ・ 75%以上利用客がサービスに満足，80%以上が再利用率を表明

関連報道：<https://avatar-ss.org/media/index.html>

対話行動CAの就労・保育・教育環境での**利用(者)拡大を推進中**

3. プロジェクトの進捗・成果（南澤PM）

身体の制約からの解放を目指す

- CAが接客する「分身ロボットカフェDAWN」常設実験店をオープン(6月)
- 社会実装に向け身体共創社会推進コンソーシアムを立ち上げ
(18企業2コミュニティ参画)
- ELSE課題に対しサイバネティック・アバター社会研究会設立
- SIGGRAPH Asiaに4件採択。

- 実環境の継続的CA利用者の課題抽出が可能に
(障害者60名が参加)
- 1人の障害者がCA複数体を操作可能にする
実証実験（～2022年度1Q）
- 複数の障害者が単体CAで技能合体して
操作可能にする実証実験（～2022年度3Q）

南澤PMホームページ:
<https://cybernetic-being.org/>



OriHime-Dによる受付・配膳

3. プロジェクトの進捗・成果（金井PM）

脳の制約からの解放を目指す

- ▶ 非接触、非侵襲等の異種BMIデータ
収集可能な東京リサーチスタジオ設立(7月)
 - ⇒ 課題推進者間の横断的データ活用やAI統合解析が可能に
- ▶ IEEE International Brain Initiative Neuroethics Workshopへ参加し、
BMI利用ガイドブックの制作にも着手

金井PMホームページ:<https://brains.link/>



BMIデータ収集



BMIによるストリートビューの操作

4. 今後の方向性

- 世の中の情勢の変化、人の多様な価値観、社会受容に応じて柔軟に目標全体の価値を高め、新たな強化策も図りながら、ポートフォリオマネジメントを実施
- **(新規PMの追加)** 多くの医師や看護師による問診、体外の診察だけでなく、体内も複数の体内CAを操作して見守られる日常生活の変革を行うため、体内CAを研究開発する。
- **(新規PMの追加)** 2050年の社会像から解決すべき研究課題を研究開発プログラムで計画し、3人のPMの研究課題に共通する横断的技術・制度課題を横串しで目利き、解決する「安全で安心感と信頼性を確保して社会受容性を高める社会受容基盤」を構築する。
- **(既存PMの強化)** 頭の中で言葉や行動を思い浮かべることで直感的にCAを操作することを目指している（金井PM）が、高精度が期待できる侵襲BMIは手術が必要で、当初から狙っていた手術のいらぬ安心な低侵襲BMIの研究開発に着手する。

5. 自己評価結果（1 / 3）

総括：
マイルストーン（目標値）の達成あるいは達成への貢献がある程度見込まれ、成果が得られている。

総合コメント

MS目標達成に向けたポートフォリオの妥当性（評価項目①）

PDはプログラムのマネジメントとして、3人のPMと頻度高く打ち合わせを行い、プログラムの基本的な方向性を定め、試行錯誤しながら体制を整えている。その中で、予算配分の見直しも進めており、プログラム1年目として必要な基本的なポートフォリオの整備を行った。

研究開発面では、当年度目標としていた成果をほぼ達成するとともに、社会実装やコンソーシアムの創成、ELSI課題への取り組みを進め、研究は順調に進んでいる。その中で、社会受容に向けて取り組むべきことが新たに明確になってきており、今後取り組みの強化を適切に進めることとする。

研究進捗においては、遠隔操作ロボットを操作する実証実験を教育、福祉、小売り、派遣業、医療、介護、運輸等の分野で実施し、高齢者が保育士と同レベルの業務を達成可能など有効性が明らかになっており、同時にプログラム開始時点から実証実験に参加している課題推進者以外の企業など（連携機関として自己資金で参加する）が増えている。

なお、ムーンショット課題として解決・貢献する社会像については、そのターゲットとするところをさらに研ぎ澄まし、明確化して進めるよう、継続して検討することが重要である。ムーンショットのターゲットに対し、それぞれのPMが対応すべき課題を明確にして進めることが必要であり、このためPDとして高度なマネジメントを行うことが求められる。今後もプロジェクト内でのコミュニケーションをよく行い、各PMが担うべき役割と目標についてしっかり合意をしながら進めることをPDに期待する。

今後の検討として、強化すべき点として挙げた新たな課題は進捗に応じた柔軟な予算配分などを行いながら進めることとする。特に「安全で安心感と信頼性を確保して社会受容性を高める社会受容基盤」では、技術開発以外のところへの取り組みも強化して進めることを検討する（市民とのコミュニケーション、心理的な面を含む）。

また、巨大IT企業も主戦場をサイバー空間へと移行しつつある中で、全体的に、ムーンショットらしく世界をリードし、世界から畏敬されるチャレンジと成果が創出されるように努める。また目標3との連携を進める。

5. 自己評価結果 (2/3)

(1) プログラムの目標に向けた研究開発進捗状況 (評価項目②)

<p>1-1. 大胆な挑戦的革新取り組み (評価項目⑦)</p>	<p>将来社会の課題 (少子高齢化、災害等) を、先進的な人間の能力拡張技術により解決しようとする革新的な取り組みである。同時に社会に生きる人々が豊かに生きることを意識した検討を行っている。技術的には、m人でn体のアバターを動作させることでこれまでにない高機能化と高効率化の実現、障害者のリモートでの社会参画の実現、人が立ち入ることが困難な環境でのアバターを介しての活動の実現、などを目指している。社会制度や人の意識にも大きな変革をもたらす可能性を秘めており、今後の進展も期待できる。そのため、技術開発のみならず幅広い観点からの対応が必要であり、体制を強化して取り組みを進めることを検討する。</p> <p>なお、他機関で行われている研究開発動向をしっかりとウォッチすることも重要であり、社会受容の観点からは、一般市民とのコミュニケーションを意識して進めることと市民からのフィードバックを研究内容に反映させながら進めることも重要と考える。</p>
<p>1-2. プログラムの目標に向けた後通 (評価項目③)</p>	<p>研究開発内容の精査に合わせて、研究チームの見直しを進めている。この結果、予定した研究開発内容が実現される確度が高まっていること、サイバネティックアバターが身体に及ぼす影響の検討やELSI課題の検討、コンソーシアムの創成等、活動の範囲を的確に広げて活動を進めようとしている。変化が激しい領域の研究開発であるので、特に社会実装まで進めることを意識した時に、体制の拡充や研究計画の見直しを柔軟に行いながらプログラムを運営することが求められる。</p> <p>なお、動きが激しい領域の研究開発プログラムなので、特にグローバルな動きのベンチマークをしっかりと行いながら進めることは必須である。動向を見極め、柔軟に目標や体制の変更を行いながら、成果の優位性と競争力の確保を意識して検討を進めていく。</p>
<p>1-3. その他</p>	<p>目標3とは、目指しているところの違いをお互いに認識しながら、共通的に議論すべきところは密に情報交換を行い、進めることが重要である。可能であればターゲットとする適用領域の共通化を行い、同じ実証の場で検討を進めることにより、さらなる成果の創出に向けた議論を行う。</p> <p>本プログラムはアドバイザーとして多様なメンバーが参加されているので良く意見を聞いて進めることでより良い運用ができると考えられる。</p>

5. 自己評価結果 (3 / 3)

(2) PDのプログラムマネジメントの状況 (評価項目④)

<p>2-1. 研究資金の効果的・効率的な活用 (官民分担の役割分担及びステージゲートを含む) (評価項目⑧、評価項目⑤)</p>	<p>a. 産業界との連携・橋渡しの状況 (民間資金の獲得状況 (マッチング) スピンアウトを含む)</p>	<p>事業化に向けた産業界との連携の議論は、研究成果がさらに具体的になった時点で行うフェーズであると考えられる。一方で研究連携については前広に検討する必要がある。現時点では、コンソーシアムを複数創成しており、そこを起点に産業界との連携の具体的議論を進めることが期待できる。また、PMがベンチャー企業を立ち上げるなど、成果の事業につなげるパスをつくり出している。</p> <p>なお、産業界においても関連する先進的な研究を行っている企業が複数あるので、本プログラム成果の積極的な開示を行いながら、連携の可能性を探りながら社会実装に向けたエコシステム構築を常に意識しながら進めることとする。</p>
<p>2-2. 国際連携による効果的かつ効率的な推進 (評価項目⑥)</p>	<p>b. その他</p>	<p>ELSIや生体影響調査等検討のスコープを拡げ、それに合わせた体制を築くことで、実用化に向けた必要な活動に適切に投資がなされるよう工夫が行われている。</p> <p>コロナの影響で十分な対応が出来なかったことは否めないが、学会発表やイベント参加を通して、国際連携の可能性を探っている。コロナの収束状況を見極めながら、リアルな活動も積極的に進めることとする。</p> <p>なお、日本の技術優位性を保ちながらビジネス展開を進めるには知財戦略、国際標準化戦略をしっかりと立案して進めることが必要であり、知財を活かしたビジネスモデルを検討するとともに、国際標準化は仲間づくりをしながら進めることが必要である。</p>
<p>2-3. 国民との科学・技術対話に関する取組み (評価項目⑨)</p>		<p>実装実験を幼稚園や水族館等で進めるなど、国民からのフィードバックをダイレクトに得られる形で進めている。メディアとも連携し、活動の周知を進めている。3つのプロジェクトがそれぞれホームページでの情報発信を積極的に進めている。</p> <p>なお、社会システム自体の変革が必要となる内容であることから、早い時期から市民対話をしっかり行い、懸念事項を払拭しながら進めることとする。また目標3との連携も引き続き進める。</p>

参考スライド

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

<ターゲット>

【誰もが多様な社会活動に参画できるサイバネティック・アバター*1基盤】

- 2050年までに、複数の人が遠隔操作する多数のアバターとロボットを組み合わせることによって、大規模で複雑なタスクを実行するための技術を開発し、その運用等に必要な基盤を構築する。
- 2030年までに、1つのタスクに対して、1人で10体以上のアバターを、アバター1体の場合と同等の速度、精度で操作できる技術を開発し、その運用等に必要な基盤を構築する。

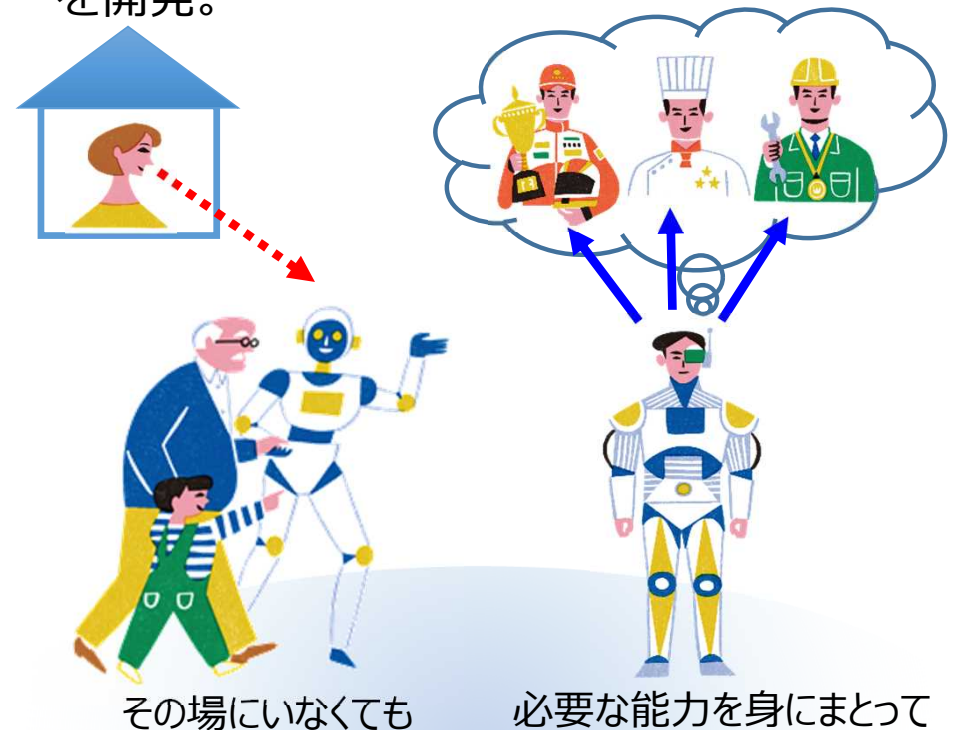
【サイバネティック・アバター生活】

- 2050年までに、望む人は誰でも身体的能力、認知能力及び知覚能力をトップレベルまで拡張できる技術を開発し、社会通念を踏まえた新しい生活様式を普及させる。
- 2030年までに、望む人は誰でも特定のタスクに対して、身体的能力、認知能力及び知覚能力を強化できる技術を開発し、社会通念を踏まえた新しい生活様式を提案する。

(参考：目指すべき未来像)

誰もが多様な活動に参画できる社会

- 2050年までに、誰もが、場所や能力の制約を超えて社会活動に参画できる技術を開発。



誰もが多様な活動に参画できる社会

*1サイバネティック・アバターは、身代わりとしてのロボットや3D映像等を示すアバターに加えて、人の身体的能力、認知能力及び知覚能力を拡張するICT技術やロボット技術を含む概念。Society 5.0時代のサイバー・フィジカル空間で自由自在に活躍するものを目指している。