

MOONSHOT

RESEARCH & DEVELOPMENT PROGRAM

2023年1月

ムーンショット型研究開発制度 プログラム・プロジェクト 総覧



ここから、新・未来へ



ここから、 新・未来へ

未来を塗りかえよう。

もっと明るく、もっと美しく、もっと豊かな色に。

今、地球や社会は多くの難問を抱えている。

だから、みんなの力をありったけ集め、つなごう。

日本の、世界中の英知で限界を突破し、

これまでの進歩の延長線上にはない

爆発的な革新を起こそう。

「できっこない」に挑め。失敗を恐れるな。

過去の未来予想なんか飛び越えてしまえ。

そして、人間と科学がやさしく手を取り合う、

誰もが幸せな、笑顔あふれる未来を描こう。

今を生きる私たちの手で。

ここから、新・未来へ。

9 GOALS

我が国は、少子高齢化や地球温暖化、大規模自然災害などの様々な課題に直面しています。それらの課題解決に向け、我が国発の破壊的イノベーションを創出し、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発を行うというコンセプトで、ムーンショット型研究開発制度を創設しました。この制度のもと、9つのムーンショット目標を設定し、研究開発を進めています。

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」

萩田 紀博 大阪芸術大学 芸術学部 アートサイエンス学科 学科長・教授

2

「2050年までに、超早期に疾患の予測・予防をすることができる社会を実現」

祖父江 元 愛知医科大学 理事長・学長

3

「2050年までに、AIとロボットの共進化により、自ら学習・行動し人と共生するロボットを実現」

福田 敏男 名古屋大学 未来社会創造機構 客員教授

4

「2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現」

山地 憲治 公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE) 理事長

5

「2050年までに、未利用の生物機能等のフル活用により、地球規模でムリ・ムダのない持続的な食料供給産業を創出」

千葉 一裕 東京農工大学 学長

6

「2050年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現」

北川 勝浩 大阪大学 大学院基礎工学研究科 教授

7

「2040年までに、主要な疾患を予防・克服し100歳まで健康不安なく人生を楽しむための持続可能な医療・介護システムを実現」

平野 俊夫 量子科学技術研究開発機構 理事長

8

「2050年までに、激甚化しつつある台風や豪雨を制御し極端風水害の脅威から解放された安全安心な社会を実現」

三好 建正 理化学研究所 計算科学研究センター チームリーダー

9

「2050年までに、こころの安らぎや活力を増大することで、精神的に豊かで躍動的な社会を実現」

熊谷 誠慈 京都大学 人と社会の未来研究院 准教授

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

プログラムディレクター 萩田 紀博 大阪芸術大学 芸術学部 アートサイエンス学科 学科長・教授

研究開発プログラム概要

少子高齢化が進み労働力不足が懸念される中で、介護や育児をする必要がある人や高齢者など、様々な背景や価値観を有する人々が、自らのライフスタイルに応じて多様な活動に参画できるようにすることが重要です。そのために、「生産性向上」「強靱な生産性維持」「安全安心とゆとりのある日常生活」の3つの社会課題の解決をめざして、「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」を目標としています。サイボーグやアバターとして知られる一連の技術を高度に活用し、人の身体的能力、認知能力及び知覚能力を拡張するサイバネティック・アバター (Cybernetic Avatar, 以降CA) 技術を、社会通念を踏まえながら研究開発を推進していきます。

プログラムディレクター(PD)メッセージ

ムーンショット目標達成に向けて、様々な背景や価値観を有する人々が身体的能力、認知能力及び知覚能力をトップレベルまで拡張できるようなCAの研究開発を進めます。社会の至る所に配備され、遠隔操作により様々な活動を行うことが可能となるようなCAとその運用等に必要なCA基盤を実現します。

本基盤をベースとして、「生産性向上」「強靱な生産性維持」「安全安心とゆとりのある日常生活」の3つの社会課題を解決するために、個人や集団にサービスを提供する「ソシオCA」、生体・細胞内を遠隔から見守る「体内CA」サービスを提供します。

さらに、ソシオCAと体内CAの成果を横断的に検討し、異なるCAに共通する技術的・制度的課題を明らかにするとともに、国内外の技術・制度的課題解決に向けた提言や市民からの意見集約の場を創出するために、安全・安心・信頼性を確保し、社会受容性を高める「社会受容基盤の研究開発」を推進します。

少子高齢化などの社会的課題		時間、空間の制約からの解放	身体の制約からの解放	脳の制約からの解放	社会受容基盤
社会課題1	生産性向上	ソシオCA ^{*1} : ホスピタリティとモラルある対話・行動CA [石黒PM] 	ソシオCA: 技能合体CAで新しい体験共有 [南澤PM] 	ソシオCA: Trusted BMI-CAで思い通りに操作 [金井PM] 	安全・安心確保基盤 [新保PM]  信頼性確保基盤 [松村PM] 
社会課題2	強靱な生産性維持				
社会課題3	安全安心とゆとり	体内CA ^{*2} : 生体内CA[新井PM]  細胞内CA[山西PM] 			

*1 ソシオCA：個人や集団に対してサービスを提供するCA

*2 体内CA：生体や細胞内を遠隔から見守るCA

研究開発プロジェクト・プロジェクトマネージャー(PM) 一覧

誰もが自在に活躍できるアバター共生社会の実現

石黒 浩 (大阪大学 大学院基礎工学研究科 教授)

利用者の反応をみて行動するホスピタリティ豊かな対話行動ができる複数のCAを自在に遠隔操作して、現場に行かなくても多様な社会活動(仕事、教育、医療、日常等)に参画できることを実現します。2050年には、場所の選び方、時間の使い方、人間の能力の拡張において、生活様式が劇的に変革しますが、社会とバランスのとれたアバター共生社会を実現します。

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

南澤 孝太 (慶應義塾大学 大学院メディアデザイン研究科 教授)

人々が自身の能力を最大限に発揮し、多様な人々の多彩な技能や経験を共有できるサイバネティック・アバター技術を開発します。技能や経験を相互に活用する場合の制度的・倫理的課題を考慮して、人と社会に調和した、身体的な技能や経験を流通する社会基盤を構築します。2050年には、この流通が人と人の新たな身体的共創を生み出し、サイバネティック・アバターを通じて誰もが自在な活動や挑戦を行える社会を実現します。

身体的能力と知覚能力の拡張による身体の制約からの解放

金井 良太 (株式会社国際電気通信基礎技術研究所 事業開発室 担当部長)

人の意図が推定できれば、思い通りに操作できる究極の CA が可能になります。推定には脳活動の内部だけでなく脳表面情報や他人とのインタラクション情報も重要な手がかりになります。これらを AI 技術で統合し、ブレインマシンインタフェース (BMI) 機能を持つ CA (BMI-CA) を倫理的課題を考慮して開発します。2050年には、人の思い通りに操作できる究極の BMI-CA を実現します。

生体内サイバネティック・アバターによる時空間体内環境情報の構造化

新井 史人 (東京大学 大学院工学系研究科 教授)

体内の健康状態を可視化できる生体内サイバネティック・アバター (生体内 CA) を開発します。ミリ・マイクロ・ナノスケールの複数種の生体内 CA を分散協調して時空間体内環境情報を構造化し、健康モニタリングや超低侵襲な診断を実現します。2050年までには人の健康維持・診断・病気の予防に役立ち、人が日常生活で利用することで、健康長寿社会への貢献を目指します。

細胞内サイバネティック・アバターの遠隔制御によって見守られる社会の実現

山西 陽子 (九州大学 大学院工学研究院 教授)

身体が持つ免疫能力を拡張する細胞内サイバネティック・アバター (細胞内 CA) を開発します。医師・専門家が複数体の細胞内 CA を遠隔操作することによって、体内をパトロールして、疾患の原因となる細胞の悪性状態を検査して、必要に応じて除去し、体をいつも良い状態に保つことができるようになります。2050年までに細胞内 CA に見守られて、安全・安心な日常生活と健康寿命の延伸を実現します。

アバターを安全かつ信頼して利用できる社会の実現

新保 史生 (慶應義塾大学 総合政策学部 教授)

サイバネティック・アバターを安全かつ信頼して利用できる CA 基盤を構築するために CA 操作者の認証技術、CA 認証技術、遠隔操作者が法律に基づいて CA を公的に使用できることを証明・認証する CA 公証に関する研究を行います。アバター生活実現のために克服すべき社会的課題解決のため、E³LSI (倫理的、経済的、環境的、法的、社会的課題) を研究し、国内外に提言や議論の場を創っていきます。2050年までに、新次元領域法学 (AI・ロボット・アバター法) の展開を目指します。

サイバネティック・アバターのインタラクティブな遠隔操作を持続させる信頼性確保基盤

松村 武 (情報通信研究機構 ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室 室長)

ジッタ (信号の時間的ずれや揺らぎ)、遅延、通信不通等の不安定な通信状況が起きても様々な CA の遠隔制御が可能な信頼性確保基盤を開発します。そのために、操作者と複数 CA とのインタラクティブな接続を限界まで維持するために、無線区間のエリア最適化技術と有線区間を含むネットワーク最適化技術などを開発します。2050年までに水中・海中・宇宙などでの CA 遠隔制御を可能とする信頼性確保基盤を創ります。



2050年までに、超早期に疾患の予測・予防を することができる社会を実現

プログラムディレクター 祖父江 元 愛知医科大学 理事長・学長

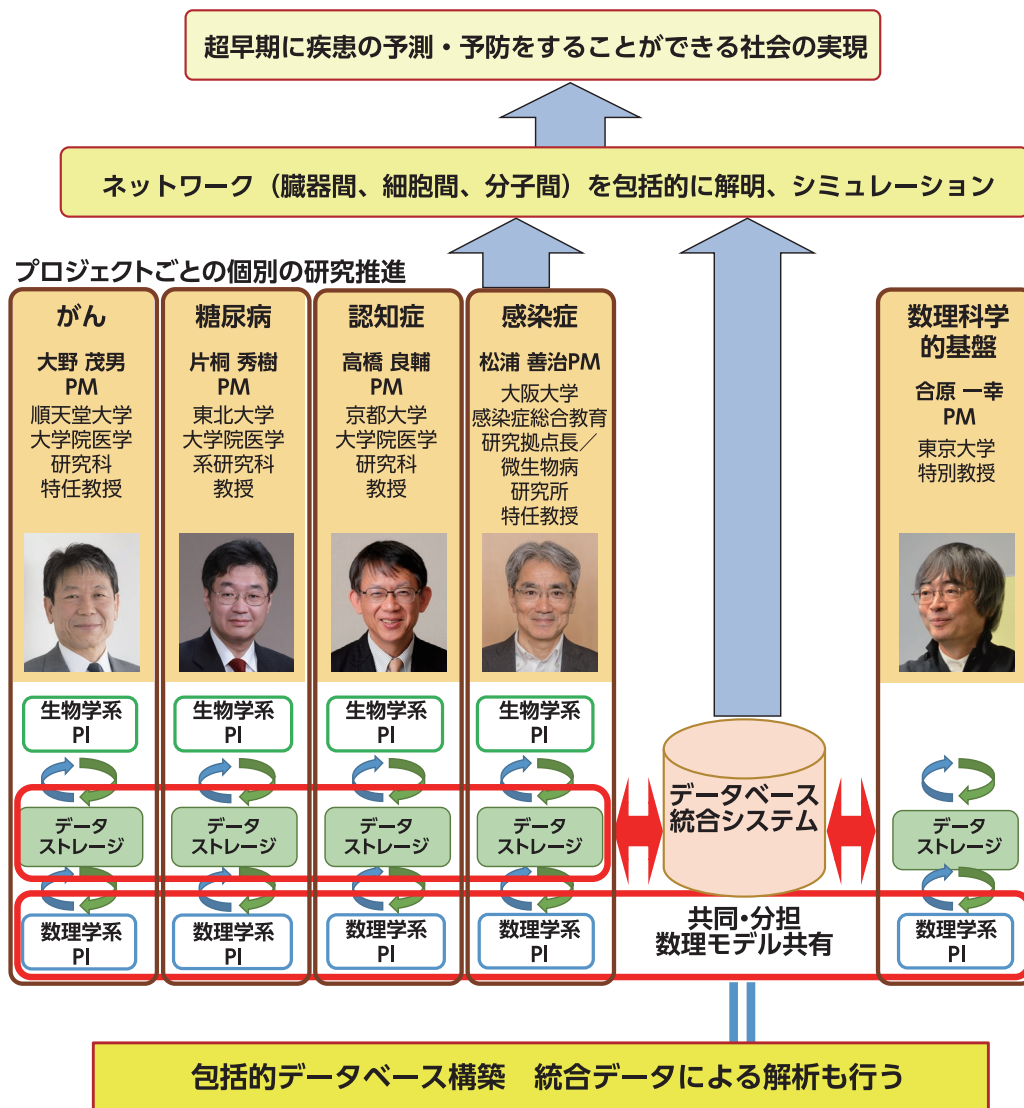
研究開発プログラム概要

健康寿命を延伸するためには、疾患が発症した後で治療するという従来の考えから脱却し、疾患の超早期状態、さらには前駆状態を捉えて、疾患への移行を未然に防ぐという、超早期疾患予測・予防ができる社会を実現することが鍵となります。

本研究開発プログラムでは、超早期疾患予測・予防を実現するため、観察・操作・計測・解析・データベース化等様々な研究開発を推進し、これらを統合して臓器間ネットワークの包括的な解明を進めていきます。

プログラムディレクター(PD)メッセージ

糖尿病や認知症等に代表される慢性疾患等は、各臓器の相互依存的なネットワークの破綻に強く依存します。これを予見し、ネットワークが破綻する前の「まだ後戻りできる状態」を健康な状態に引き戻す方法を確立することがムーンショット目標達成のポイントとなります。ヒトの全臓器間の包括的ネットワーク状態を捕捉し、ヒトの全臓器間のネットワークの状態を記述したデータベースの構築及び、数理モデル等を活用した健康状態の不安定化を予見するためのシミュレータ開発につなげていきます。



PM=プロジェクトマネージャー、PI=課題推進者

研究開発プロジェクト・プロジェクトマネージャー (PM) 一覧

複雑臓器制御系の数理的包括理解と超早期精密医療への挑戦

合原 一幸 (東京大学 特別教授)

数理データ解析や数理モデル解析などの数理研究を、臓器間相互作用と制御に関する実験研究と統合する研究を実施します。それにより、2050年には、臓器間ネットワークを複雑臓器制御系として包括的に理解し、超早期精密医療へ応用することで、疾患の超早期予防システムが整備された社会の実現を目指します。

生体内ネットワークの理解による難治性がん克服に向けた挑戦

大野 茂男 (順天堂大学 大学院医学研究科 特任教授)

細胞生物学、イメージング技術、数理・AI技術などを統合的に活用して、膵臓がんなどの難治性がんの発症と悪性化の仕組みを明らかにします。それにより、2050年には、難治性がんの発症を予測して予防する事ができる社会の実現を目指します。

恒常性の理解と制御による糖尿病および併発疾患の克服

片桐 秀樹 (東北大学 大学院医学系研究科 教授)

AI・数理モデル解析などを活用して、代謝・循環の調節に重要である自律神経を介した臓器間ネットワークの機序を包括的に解明し、その制御手法を開発し、未病期段階の状態をより精密に検出します。それにより、2050年には、糖尿病および併発疾患の発症を未然に防ぐ社会の実現を目指します。

臓器連関の包括的理解に基づく認知症関連疾患の克服に向けて

高橋 良輔 (京都大学 大学院医学研究科 教授)

新規イメージング・計測・操作技術の開発などにより、脳と全身臓器ネットワークの機能とその破綻を分子・細胞・個体レベルで解明します。それにより、2050年には、認知症関連疾患の超早期の発症予測法と予防法を開発し、先制医療を享受できる社会の実現を目指します。

ウイルス-人体相互作用ネットワークの理解と制御

松浦 善治 (大阪大学 感染症総合教育研究拠点 拠点長)

ウイルスと人体の相互作用ネットワークを解析し、そのパタンを分類整理することにより、未知のウイルス感染症に対しても有効な診断・予防・治療法を先制的に準備します。それにより、2050年には、ウイルス感染症の脅威から解放された社会の実現を目指します。



2050年までに、AIとロボットの共進化により、自ら学習・行動し人と共生するロボットを実現

プログラムディレクター 福田 敏男 名古屋大学 未来社会創造機構 客員教授

研究開発プログラム概要


少子高齢化が進展する中で、危険な現場や人手不足の現場における労働、人類のフロントティア開発、生活のサポートなど、社会のあらゆる場面においてロボットを活用できるようにすることが重要です。そのためには、AIとロボットの共進化によって、自ら学習・行動するロボットを実現することが鍵となります。本研究開発プログラムでは、ロボットの高度な身体性とAIの自己発展学習を両立するAIロボットの実現に向けた研究開発を推進していきます。

プログラムディレクター(PD)メッセージ

本研究開発プログラムでは、AIとロボットの共進化に必要な、Coevolution (AI技術とロボット技術とが連携して自ら性能を向上させる技術)、Self-organization (環境等に適應するため、自分自身の知識や機能を自立的に改変するAI技術とロボット技術)の2つの視点を踏まえた研究開発を推進します。

研究開発体制としては、「人が活動することが難しい環境で、自立的に判断し、自ら活動し成長するAIロボット」「自然科学の領域において、自ら思考・行動し、自動的に科学的原理・解法の発見を目指すAIロボットシステム」「人が違和感を持たない、人と同等以上の身体能力をもち、人生に寄り添って一緒に成長するAIロボット」、以上3つのカテゴリのAIロボットを2050年に実現することを目指した研究開発グループを組織し、研究開発プロジェクトを推進していきます。

2050年までに、人が違和感を持たない、人と同等以上の身体能力をもち、人生に寄り添って一緒に成長するAIロボットを開発する。




菅野PM (早稲田大学 理工学術院 教授)
「一人に一台一生寄り添うスマートロボット」

平田PM (東北大学 大学院工学研究科 教授)
「活力ある社会を創る適応自在AIロボット研」

大武PM (理化学研究所 革新知能統合研究センター チームリーダー)
「ありたい未来を共に考え行動を促すAIロボット」

下田PM (理化学研究所 脳神経科学研究センター ユニットリーダー)
「主体的な行動変容を促すAwareness AIロボットシステム開発」

2050年までに、自然科学の領域において、自ら思考・行動し、自動的に科学的原理・解法の発見を目指すAIロボットシステムを開発する。



原田PM (東京大学 大学院医学系研究科/大学院工学系研究科 准教授)
「人とAIロボットの創造的共進化によるサイエンス開拓」

牛久PM (オムロンサイニクエックス株式会社 プリンシパルインベスティゲーター)
「人と融和して知の創造・越境をするAIロボット」

2050年までに、人が活動することが難しい環境で、自立的に判断し、自ら活動し成長するAIロボットを開発する。



永谷PM (東京大学 大学院工学系研究科 特任教授)
「多様な環境に適応しインフラ構築を革新する協働AIロボット」

森島PM (大阪大学 大学院工学研究科 教授)
「人・AIロボット・生物サイバークの共進化による新ひらめきの世界」

上野PM (宇宙航空研究開発機構 宇宙探索イノベーションハブ 技術領域主幹)
「AIロボットにより拓く新たな生命圏」

國井PM (中央大学 理工学部 教授)
「未知未踏領域における拠点構築のための集団共有知能をもつ進化型ロボット群」

吉田PM (東北大学 大学院工学研究科 教授)
「月面探査/拠点構築のための自己再生型AIロボット」

研究開発プロジェクト・プロジェクトマネージャー(PM) 一覧

一人に一台一生寄り添うスマートロボット

菅野 重樹 (早稲田大学 理工学術院 教授)

柔軟な機械ハードウェアと多様な仕事を学習できる独自のAIとを組み合わせたロボット進化技術を確立します。それにより2050年には、家事、接客はもとより、人材不足が迫る福祉、医療などの現場で、人と一緒に活動できる汎用型AIロボットの実現により、人・ロボット共生社会を実現します。

多様な環境に適応しインフラ構築を革新する協働AIロボット

永谷 圭司 (東京大学 大学院工学系研究科 特任教授)

月面や被災現場を含む難環境において、想定と異なる状況に対して臨機応変に対応し、作業を行うことが可能な協働AIロボットの研究開発を行います。2050年には、この協働AIロボットが、人の代わりに、自然災害の応急復旧や月面基地の建設を実現すると共に、この技術が、地上のインフラ構築や維持管理にも役立ちます。

人とAIロボットの創造的共進化によるサイエンス開拓

原田 香奈子 (東京大学 大学院医学系研究科/大学院工学系研究科 准教授)

科学者と対等に議論しながら、人では困難な環境(危険な環境、微細な環境、等)におけるサイエンス実験を行うAIロボットを開発します。科学者とAIロボットの関わり合い方を自在に変え、共に試行錯誤することで未経験の対象物や環境にも対処します。それにより2050年には、サイエンス分野においてAIロボットによる科学原理・解法の発見を実現します。

活力ある社会を創る適応自在AIロボット群

平田 泰久（東北大学 大学院工学研究科 教授）

様々な場所に設置され、いつでも、だれでも利用でき、個々のユーザに合わせて形状や機能が変化し適切なサービスを提供する適応自在AIロボット群を開発します。2050年までに、人とロボットとの共生により、すべての人が参画できる活力ある社会の創成を目指します。

AIロボットにより拓く新たな生命圏

上野 宗孝（宇宙航空研究開発機構 宇宙探査イノベーションハブ 技術領域主幹）

有人宇宙探査の到達点は人類を含む生命体が地球からの従属性を振り切り、月・火星という極限環境において独立した生命圏を築く挑戦です。本プロジェクトは、この到達点をバックキャストした要素をAIロボット技術を発展・活用させながら、スマート技術、行動変容技術等を有した拠点システムの構築に向けた研究開発を行い、2050年には人類が長期的に活動可能な生命圏を実現します。

人と融和して知の創造・越境をするAIロボット

牛久 祥孝（オムロンサイニックエックス株式会社 プリンシパルインベスティゲーター）

イノベーションにおいて、持続的な性能向上には演繹的思考が、パラダイムの破壊には帰納的思考と創発による知の創造や、分野を回遊する知の越境が必要です。本研究では2030年までに、研究者の思考を論文から理解するAIを構築した後、人と対話しながら主張→実験→解析→記述のループを回して研究できるAIロボットを実現します。2050年には研究者とAIが融和し、ノーベル賞級の研究成果を生み出す世界を目指します。

ありたい未来を共に考え行動を促すAIロボット

大武 美保子（理化学研究所 革新知能統合研究センター チームリーダー）

自分の想いや考えを言葉にして気づきを得て、よりよく生きるための行動ができるよう促す、行動変容支援ロボットを開発します。会話での言葉や様子から、多くの人の知恵や知識、体験を収集し、特定の人の気持ちや考え、価値観にあった逸話や声掛けを通じ、新しい視点や方法を提示して、行動を促す技術を開発します。それにより、2050年には、「ありたい未来を共に考え、そのための行動を促すAIロボット」の実現を目指します。

未知未踏領域における拠点建築のための集団共有知能をもつ進化型ロボット群

國井 康晴（中央大学 理工学部 教授）

単純機能の小型ロボットが群を形成して知能を発揮し、群全体で共通した機能の更新・拡張、機体の新規追加が群を進化させる仕組みの研究開発を行います。さらに多数のロボットが協力して玉転がしの要領でロボット拠点コンテナを搬送し、コンテナが自ら展開することで活動拠点となる進化型群知能活動拠点構築システムを開発します。それにより2050年には進化型ロボット群知能により構築された月面活動拠点の実現を目指します。

主体的な行動変容を促す Awareness AIロボットシステム開発

下田 真吾（理化学研究所 脳神経科学研究センター ユニットリーダー）

ロボットと普通の生活を共にする中で、私達の持つ様々な可能性に気付かせられて、それを一緒に大きく育ててくれる、そんなAwareness AIロボットシステムの構築がこのプロジェクトの目標です。物質的な豊かさを追求する時代が終わり、安心や生きがいといった内面的な豊かさに重きを置き、様々な価値観を認め合う現代社会において、将来への希望を持って生活できる社会の実現を目指していきます。

人・AIロボット・生物サイボーグの共進化による新ひらめきの世界

森島 圭祐（大阪大学 大学院工学研究科 教授）

超小型センサ、通信機器、行動制御ユニットが搭載された生物サイボーグ群から得られる行動情報と周辺環境情報を解析して得られる行動原理に基づいて、人々の行動を誘発したり、人々とロボット群との違和感のない連携を実現するAIによる自己組織化プラットフォームを構築します。それにより、2050年には、人々とロボットが協調して活躍する世界を目指します。

月面探査／拠点構築のための自己再生型AIロボット

吉田 和哉（東北大学 大学院工学研究科 教授）

月面において未到探査および拠点構築を行う担い手として、再構成が可能なAIロボットシステムを提案し、その実現に向けた研究開発を行います。月面に持ち込んだ資材を有効活用し、状況に応じてモジュールの組み換えや、月面で得られる資源を用いてパーツの修復を行うことができる自己再生型AIロボットの技術を確立します。それにより、2050年には月面での探査と資源活用が促進され、持続的な有人活動拠点の実現を目指します。



2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現

プログラムディレクター 山地 憲治 公益財団法人地球環境産業技術研究機構 (RITE) 理事長

研究開発プログラム概要

地球温暖化の原因とされる温室効果ガス、プラネタリーバウンダリー¹において限界値を超えたハイリスクな状態にあるとされる窒素、海の生態系に影響を与え、食物連鎖を通じた人類への影響も懸念されている海洋プラスチックごみ等、環境中に排出され地球環境に悪影響を及ぼしている物質については、排出削減の努力に加えて、排出される物質を循環、利用する方策も必要です。本研究開発プログラムでは、地球環境の再生に向けて、産業や消費活動を継続しつつ、地球温暖化問題の解決 (Cool Earth) と環境汚染問題の解決 (Clean Earth) を目指し、温室効果ガスや窒素化合物、海洋プラスチックごみ等の環境汚染物質を削減する新たな資源循環を実現するための挑戦的な研究開発に取り組んでいます。

¹人間社会が発展と繁栄を続けられるための地球の限界値。これを超えると人間が依存する自然資源に対して回復不可能な変化が引き起こされる。

プログラムディレクター (PD) メッセージ

ムーンショット型研究開発の特徴は、より野心的かつ挑戦的な研究開発を対象としていることです。例えば温室効果ガスにおいては、その主たる物質である CO₂ の排出を抑える研究や大気中に出る前に回収する技術の開発はこれまでも進められていますが、より挑戦的な方法として、すでに大気中に排出され広がっている CO₂ を直接回収して有効利用する DAC (Direct Air Capture) という技術などを対象にしています。非常にチャレンジングで、本プログラムの研究開発の一つの柱となっています。また、近年関心が高まっている海洋プラスチックごみ問題では、生分解性プラスチックの無害性の確保や機能面での課題を解決するような分解スイッチの設計、窒素については、環境中に排出された窒素化合物を有用物質に変えて利用、無害化するためのさらなる挑戦を行っています。



研究開発プロジェクト・プロジェクトマネージャー (PM) 一覧

大気中からの高効率 CO₂ 分離回収・炭素循環技術の開発

児玉 昭雄 (金沢大学 新学術創成研究機構 教授)

大気中の CO₂ を効率的に分離回収可能なポリアミン等を担持した革新的な吸収材、従来技術よりも少ないエネルギーで再生可能な CO₂ 濃縮回収プロセス、無機系分離膜を用いて、CO₂ から高効率かつ省エネルギーで液体炭化水素燃料を合成するプロセスの開発を行います。

電気化学プロセスを主体とする革新的 CO₂ 大量資源化システムの開発

杉山 正和 (東京大学 先端科学技術研究センター 教授)

大気中に放散された希薄な CO₂ を、物理/化学的手法にて回収・富化し、再生可能エネルギーを駆動力とする電気化学プロセスにより還元資源化するプロセスを構築し、2050年 CO₂ 排出 1億 ton/年削減に向けて、小規模分散配置が可能なフレキシブルな CO₂ 循環システムの実現を目指します。

冷熱を利用した大気中二酸化炭素直接回収の研究開発

則永 行庸 (名古屋大学 未来社会創造機構 脱炭素社会創造センターイノベーション部門 教授)

液化天然ガス (LNG) 等の未利用冷熱を、大気中 CO₂ 直接回収 (Direct Air Capture, DAC) に活用することにより、先行 DAC 技術のいずれをも凌駕するエネルギー効率で、高純度かつ高圧 CO₂ を回収する新技術 (Cryo-DAC) を開発します。

大気中 CO₂ を利用可能な統合化固定・反応系 (quad-C system) の開発

福島 康裕 (東北大学 大学院環境科学研究科 教授)

CO₂ の固定と変換を直結して効率的な反応系 (Combined Carbon Capture and Conversion system, quad-C system) を構築し、さらに低濃度 CO₂ の原料化 (目標: ~ 400ppm = DAC 化) への対応と、モジュール化プロセスで多様な原料ガスと製品への対応に取り組みます。

“ビヨンド・ゼロ”社会実現に向けた CO₂ 循環システムの研究開発

藤川 茂紀 (九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 教授)

大気中の希薄な CO₂ を桁違いの CO₂ 透過性を有する革新的な分離ナノ膜で回収、高効率で炭素燃料に変換する回収・変換ユニットからなる高いスケラビリティ性をもつ「Direct Air Capture and Utilization (DAC-U) システム」を開発します。

C⁴S 研究開発プロジェクト

野口 貴文 (東京大学 大学院工学系研究科 教授)

セメントコンクリート廃材中の Ca と大気中の CO₂ とを炭酸カルシウムコンクリート (CCC : Calcium Carbonate Concrete) として再生する技術を開発し、セメントコンクリートに替わる主要建設材料として実用化することで、新たな資源循環構造 (C⁴S : Calcium Carbonate Circulation System for Construction) を実現します。

岩石と場の特性を活用した風化促進技術“A-ERW”の開発

中垣 隆雄 (早稲田大学 理工学術院創造理工学部 教授)

日本の岩石と散布場の双方の特性を活用し、風化と CO₂ 鉱物化の両面で新たな加速技術を開発します。採掘・粉砕の前処理エネルギー評価、気固接触・場の選定・農地散布それぞれの CO₂ 吸収速度・固定量およびコベネフィットの予測モデルを構築し、炭素会計情報基盤を整備します。

LCA/TEA の評価基盤構築による風化促進システムの研究開発

森本 慎一郎 (産業技術総合研究所 環境・社会評価研究チーム長)

苦鉄質岩データベース開発と CO₂ 固定量測定技術開発により風化促進の CO₂ 固定量を算定します。また、現状よりも速い炭酸塩化の実現、植物育成促進に向けた苦鉄質岩等の最適な利活用方法開発により、鉱物採掘から炭酸塩利活用までの LCA/TEA 評価ツール開発とトータルシステム設計をします。

電気エネルギーを利用し大気 CO₂ を固定するバイオプロセスの研究開発

加藤 創一郎 (産業技術総合研究所 生命工学領域 生物プロセス研究部門 主任研究員)

僅かな電気エネルギーで大気中 CO₂ を植物の 50 倍以上の効率で有用有機物に変換可能なスーパー微生物を用いた革新的なネガティブエミッション技術を開発し、日本ならびに地球規模での CO₂ 削減に大きく貢献し地球温暖化問題を解決します。

機能改良による高速 CO₂ 固定大型藻類の創出とその利活用技術の開発

植田 充美 (京都大学 高等研究院物質・細胞統合システム拠点 教授)

CO₂ 固定量をさらに増大させるために大型藻類やその藻場の拡大をめざすとともに、CO₂ 固定能や固定速度のさらなる加速に向けて、優良株の選抜やゲノム編集による育種改良技術を確立します。また、大型藻類を利活用するための有用物質生産法や装置を開発します。

遺伝子最適化・超遠縁ハイブリッド・微生物共生の統合で生み出す次世代 CO₂ 資源化植物の開発

光田 展隆 (産業技術総合研究所 生物プロセス研究部門 副研究部門長/ゼロエミッション国際共同研究センター)

「遺伝子最適化」「超遠縁ハイブリッド」「微生物共生」の各要素技術を開発し、それらを組み合わせることで、イネ科草本系植物や樹木の CO₂ 固定能を飛躍的に向上させ、高付加価値なバイオマスを生産する技術を確立します。

炭素超循環社会構築のための DAC 農業の実現

矢野 昌裕 (農業・食品産業技術総合研究機構 シニアエグゼクティブリサーチャー)

CO₂ 吸収・固定能とバイオマス生産能に係る遺伝子の改変および集積の最適化による「スーパー DAC 作物」の設計と有効性評価に加えて、作物残渣分解および土壌炭素貯留の評価技術を開発します。作物生産からの有価物回収・利用する炭素循環の経済価値および環境負荷を評価します。

資源循環の最適化による農地由来の温室効果ガスの排出削減

南澤 究 (東北大学 大学院生命科学研究所 特任教授)

土壌微生物の物質循環機能を活性化し、土壌微生物の完全解明とデザインによる導入微生物の定着と機能発現を目指し、農地由来の温室効果ガスである一酸化二窒素 (N₂O) とメタン (CH₄) の 80% 削減を実現します。

産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出ープラネタリーバウンダリー問題の解決に向けて

川本 徹 (産業技術総合研究所 材料・化学領域 ナノ材料研究部門 首席研究員)

「人間が利用できるアンモニア量を大きく減らすことなく窒素化合物排出量を削減する方法を確立」するため、環境に放出されている排ガス中 NO_x・廃水中窒素化合物を、アンモニア資源として利用できる形態に変換する技術を確立します。

窒素資源循環社会を実現するための希薄反応性窒素の回収・除去技術開発

協原 徹 (東京大学 大学院工学系研究科 教授)

環境に広く拡散されてしまった極低濃度アンモニアと選択的に相互作用することで濃縮する吸着材、ゼオライトの精緻な構造制御を実現することで高度な選択性と活性・耐久性を両立する SCR (選択触媒還元) システムを開発します。

非可食性バイオマスを原料とした海洋分解可能なマルチロック型バイオポリマーの研究開発

伊藤 耕三 (東京大学 大学院新領域創成科学研究科 教授)

高分子の生分解性と耐久性・強靱性のトレードオフ関係を打破するために、分解の際に、光、熱、酸素、水、酵素、微生物、触媒など複数の刺激を同時に必要とするマルチロック機構を導入し、使用中は高耐久性を保持し、環境中に誤って拡散した際には高速なオンデマンド分解が可能となるバイオポリマーの実用化を目指します。

生分解開始スイッチ機能を有する海洋分解性プラスチックの研究開発

粕谷 健一 (群馬大学 大学院理工学府 教授)

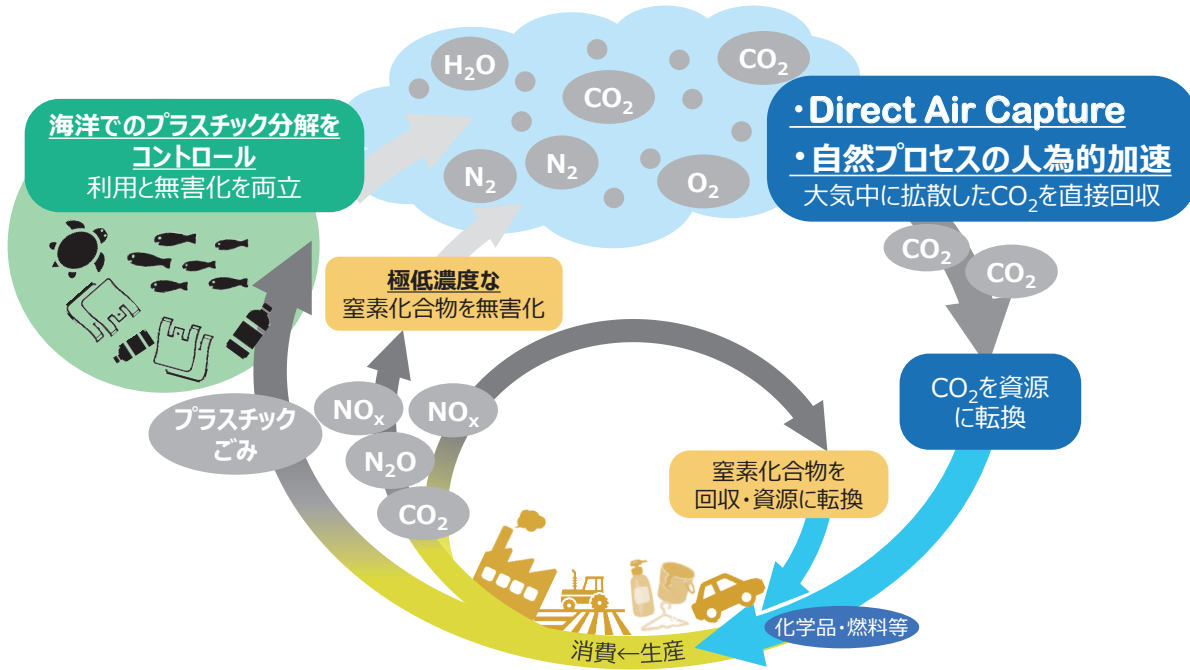
目標とする生分解性能を有する新たな海洋生分解性プラスチック材料を、3種類以上創出し、また実海洋環境での生分解性を実証する。バイオマス、二酸化炭素を主原料とした新規海洋生分解性基盤材料を創出します。

光スイッチ型海洋分解性の可食プラスチックの開発研究

金子 達雄 (北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 教授)

世界規模の問題である海洋プラスチック問題対策に寄与するために「使用時は十分な耐久性を持つ一方、海洋環境中における強い太陽光照射の下で光スイッチ分解性を示すようになるプラスチック」を開発します。

目標4 持続可能な資源循環



児玉PM



杉山PM



則永PM



福島PM



藤川PM



野口PM



中垣PM



森本PM



加藤PM



植田PM



光田PM



矢野PM



南澤PM



川本PM



脇原PM



伊藤PM



粕谷PM



金子PM



2050年までに、未利用の生物機能等のフル活用により、地球規模でムリ・ムダのない持続的な食料供給産業を創出

プログラムディレクター 千葉 一裕 東京農工大学 学長

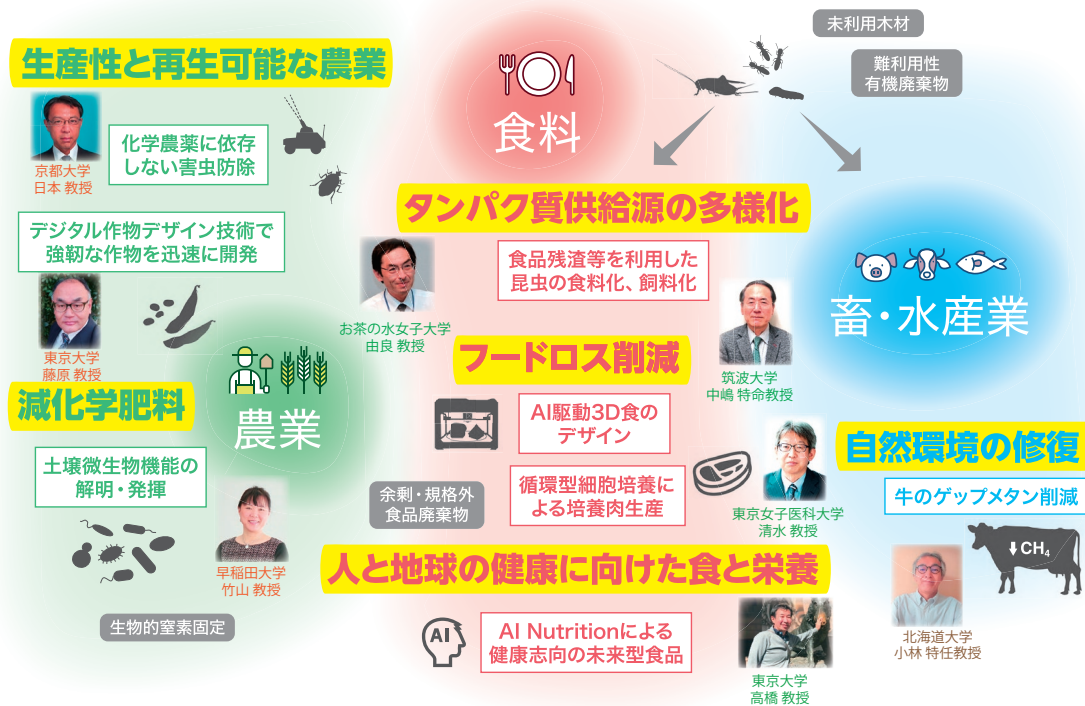
研究開発プログラム概要

2050年には世界の人口増加により食料需要が現在に比べ1.7倍になると見込まれています。一方、生産効率のみを重視した従来の方式だけでは地球の自然循環機能が破綻し、立ち行かなくなるおそれがあります。そのため、食料の増産と地球環境保全を両立するために、生産力の向上だけでなく環境負荷や食品ロス問題を同時に解決していくことが必要です。この問題の解決に向けて掲げられたムーンショット目標5を達成するために、8の研究開発プロジェクトを推進しています。

プログラムディレクター(PD)メッセージ

人類は農耕社会の形成を機に、食料を安定的に獲得する方法を手に入れました。しかし近年の人間活動の飛躍的拡大に伴い、人類の生存と切り離せない食料の持続的な供給は、もはやすぐ先の見通しも立たない状況にまで陥っています。これを乗り越えることは、我々が未来に対して背負う重大な責務であると共に、この経験したことのない困難に打ち勝つ知的な挑戦でもあります。今直面する世界規模の課題解決に向けて、明確な展望と構想力を持ち、既存の概念を越えた発想と実現力を結集して臨まなければならないと考えています。

90億人がおいしく食べ続けられる社会を創る



研究開発プロジェクト・プロジェクトマネージャー(PM) 一覧

食料供給の拡大と地球環境保全を両立する食料生産システム

作物デザインによる環境に強靱な作物の開発

藤原 徹(東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授)

劣悪な環境でも生育できる野生植物等の「強靱さ」のメカニズムを解明し、養分欠乏や干ばつ等の環境ストレス下でも栽培できる強靱な作物を迅速に開発するデジタル作物デザイン技術を確立します。

土壌微生物機能の解明と活用

竹山 春子 (早稲田大学 理工学術院 教授)

土壌微生物 - 作物 - 環境の相互作用の解析・制御により、循環型協生農業を可能とする技術とソフトを集約したプラットフォームを構築します。また、土壌の健康管理を行う栽培マネジメントが可能なシステム作りを推進し、産業展開を見据えた農業イノベーションを図ります。

細胞から食料を創る～豊かな未来食～

清水 達也 (東京女子医科大学 先端生命医学研究所 教授)

光合成により無機物から有機物を合成可能な藻類培養を端緒とした炭素・窒素等の物質循環が行われる高効率・低環境負荷の循環型細胞培養システム (サーキュラーセルカルチャーシステム、CCC) を開発し、さらに増幅した動物細胞から可食部組織のみを生産する立体組織化システムを確立します。

化学農薬に依存しない害虫防除

日本 典秀 (京都大学 大学院農学研究科 教授)

青色レーザー光による殺虫技術、新たな天敵系統の育種や行動制御、共生微生物を用いた害虫密度抑制といった、これまでにない新たな防除技術を開発、組み合わせることで、化学合成農薬に依存しない持続的な害虫防除体系を確立します。

牛からのメタン削減は地球と食糧危機を救う

小林 泰男 (北海道大学 大学院農学研究院 特任教授)

牛の機能、とくにルーメンと呼ばれる第一胃に共生する微生物群 (マイクロバイオーム) 機能の最適化・完全制御をはかることにより、牛からのメタンを最小化する個別別飼養管理システムの開発に挑戦します。

食品ロスゼロを目指す食料消費システム

食品残渣等を利用した昆虫の食料化と飼料化

由良 敬 (お茶の水女子大学 基幹研究院 教授)

農作物残渣・食品廃棄物を有用タンパク質に転換できる昆虫を、魚粉を代替する水産・畜産飼料原料として確立すると共に、人類の食・健康と地球環境を支える新たな生物資源として活用します。

3D-AI シェフマシンによるパーソナライズド食品の製造

中嶋 光敏 (筑波大学 生命環境系 特命教授)

余剰食材等を原料に、個人の嗜好や健康状態に合わせ、「おいしさ」と「健康機能」を併せ持ったパーソナライズド食品を製造する「3D フードプリンティングシステム (3D-AI シェフマシン)」を開発します。

AI Nutrition による未来型食品の開発

高橋 伸一郎 (東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授)

食品・飼料を構成する栄養素などが生物個体に与える影響を数理科学的手法や医と食の協創によって包括的に理解することで、生物情報を目的に合せてデザインする『AI Nutrition 技術』の基盤を確立し、『未来型食品』の実現に向けた道筋をつけます。



2050年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現

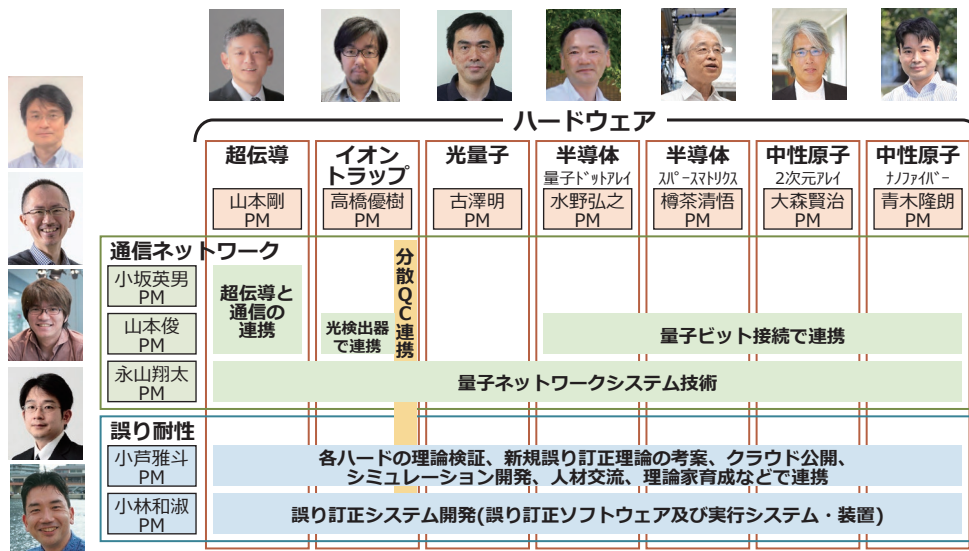
プログラムディレクター 北川 勝浩 大阪大学 大学院基礎工学研究科 教授

研究開発プログラム概要

従来のコンピュータの進歩が限界に達しつつあるといわれるなか、爆発的に増大する様々な情報処理の需要に対応しうる量子コンピュータが注目を集めています。多様かつ複雑で大規模な実問題を量子コンピュータで高速に解くには、量子的な誤りを直しながら正確な計算を実行する誤り耐性型汎用量子コンピュータの実現が鍵となります。そのため、ハードウェア、ソフトウェア、ネットワーク及び関連する研究開発を推進していきます。

プログラムディレクター(PD)メッセージ

誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現するには、膨大な数の量子ビットを集積して、量子誤り訂正符号によって冗長性を持たせるとともに、物理的に生じる量子誤りを誤り耐性閾値以下にする必要があります。本事業では、一定規模の量子コンピュータを開発して量子誤り訂正の有効性を実証することを目指します。多数の量子コンピュータを量子通信で結合して大規模化する可能性も念頭に置いて、1)ハードウェア、2)通信ネットワーク、3)理論・ソフトウェアの3つのカテゴリで、競争と協力を図りながら、研究開発プロジェクトを推進していきます。



研究開発プロジェクト・プロジェクトマネージャー(PM) 一覧

誤り耐性型量子コンピュータにおける理論・ソフトウェアの研究開発

小芦 雅斗 (東京大学 大学院工学系研究科 教授)

量子情報、アーキテクチャおよび物理系の研究者を結集し、量子ビットの設計、誤り耐性方式の実装、効率的に計算を実行するためのコンパイラや言語までを包含した協調設計モデルを構築します。それにより、2050年には、大規模な量子コンピュータの実現を目指します。

量子計算網構築のための量子インターフェース開発

小坂 英男 (横浜国立大学 大学院工学研究科/先端科学高等研究院/量子情報研究センター 教授/センター長)

超伝導量子ビットと通信用光子をつなぐため、量子メモリとオプトメカニカル結晶を融合した量子インターフェースを開発します。それにより、2050年には、大規模な超伝導量子コンピュータの実現を目指します。

イオントラップによる光接続型誤り耐性量子コンピュータ

高橋 優樹 (沖縄科学技術大学院大学 量子情報物理実験ユニット 准教授)

複数のイオントラップを光で連結する新しいアイデアにより、従来技術では達成できない、大規模化が容易なイオントラップデバイスを開発します。それにより、2050年には、大規模な量子コンピュータの実現を目指します。

誤り耐性型大規模汎用光量子コンピュータの研究開発

古澤 明 (東京大学 大学院工学系研究科 教授/理化学研究所 量子コンピュータ研究センター 副センター長)

独自に開発した量子ルックアップテーブル法を発展させ、大規模な誤り耐性のある量子演算を実現します。それにより、2050年には、常温動作を特徴とする大規模な光量子コンピュータの実現を目指します。

大規模集積シリコン量子コンピュータの研究開発

水野 弘之 (株式会社日立製作所 研究開発グループ 基礎研究センタ主管研究員兼日立京大ラボ長)

半導体の回路集積化技術を活かし、シリコン量子ビットの大規模化、高集積化を実現します。それにより、2050年には、高集積性・低消費電力を特徴とする大規模な量子コンピュータの実現を目指します。

ネットワーク型量子コンピュータによる量子サイバースペース

山本 俊 (大阪大学 大学院基礎工学研究科 教授/量子情報・量子生命研究センター 副センター長)

光、原子、半導体等の量子コンピュータハードウェアをネットワーク化するための要素技術を開発し、複数の中小規模量子コンピュータを接続した「ネットワーク型量子コンピュータ」を構築します。それにより、2050年には、さらなる大規模化を進め、汎用的な量子コンピュータの実現を目指します。

超伝導量子回路の集積化技術の開発

山本 剛 (日本電気株式会社 システムプラットフォーム研究所 主席研究員)

超伝導量子コンピュータの研究開発を加速するため、超伝導量子ビットの大規模化、高集積化に必要なハードウェア要素技術を開発します。それにより、2050年には、大規模な超伝導量子コンピュータの実現を目指します。

ナノファイバー共振器 QED による大規模量子ハードウェア

青木 隆朗 (早稲田大学 理工学術院 教授)

独自のナノファイバー共振器 QED 技術に基づき、大規模化と分散化が可能な新方式の量子コンピューターハードウェアを開発するとともに、社会実装を推進します。それにより、2050年には、圧倒的に大規模な量子ビット数を持つ分散型の誤り耐性汎用量子コンピュータと量子インターネットの実現を目指します。

大規模・高コヒーレンスな動的原子アレー型・誤り耐性量子コンピュータ

大森 賢治 (自然科学研究機構 分子科学研究所 教授/研究主幹)

光ピンセットを用いて大規模に配列させた冷却原子量子ビットの各々を、自在かつ高速に移動させつつゲート操作、誤り検出・訂正を行う動的量子ビットアレーを実装します。さらに、緊密な産学連携の下で全ての構成要素を統合・パッケージ化し、従来に無い高い安定性とユーザビリティを達成します。これらのイノベーションにより、2050年までに経済、産業、安全保障に革新をもたらす誤り耐性量子コンピュータの実現を目指します。

スケーラブルな高集積量子誤り訂正システムの開発

小林 和淑 (京都工芸繊維大学 電気電子工学系 教授)

本プロジェクトでは誤り耐性汎用量子コンピュータを実現するために、エラー訂正のための古典ハードウェア向けアルゴリズムとスケーラブルバックエンド、スケーラブルな量子-古典間入出力フロントエンド、それらのLSI化、量子-古典入出力の高帯域・低電力化のための極低温動作光集積回路の技術課題に取り組みます。それにより2050年にエラー訂正により汎用的に使える量子コンピュータの誤り訂正システムを実現します。

拡張性のあるシリコン量子コンピュータ技術の開発

樽茶 清悟 (理化学研究所 創発物性科学研究センター グループディレクター/量子コンピュータ研究センター チームリーダー)

シリコン量子コンピュータは産業技術との互換性や集積性の点で優れていますが、まだ大規模化への展開が見えていません。本研究では、スパースな集積化と中距離量子結合により拡張性のある単位構造を作製し、その繰り返しにより量子コンピュータを大規模化します。2030年までに大規模化に適した基盤技術を開発し、その後半導体産業と連携して開発を加速し、2050年には汎用量子コンピュータを実装します。

スケーラブルで強靱な統合的量子通信システム

永山 翔太 (慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科 特任准教授)

本プロジェクトでは、分散型大規模量子コンピュータの主要技術である汎用量子通信ネットワークのテストベッドを構築し、実運用を見据えた通信アーキテクチャやプロトコル等の原理・技術実証にハードウェア・ソフトウェアを統合して取り組みます。本プロジェクトの成果は分散型大規模量子コンピュータのみならず量子インターネットにも繋がり、両者を両輪とする、量子情報を自在に生成・流通・分散処理する世界の実現に貢献します。



2040年までに、主要な疾患を予防・克服し100歳まで健康不安なく人生を楽しむためのサステイナブルな医療・介護システムを実現

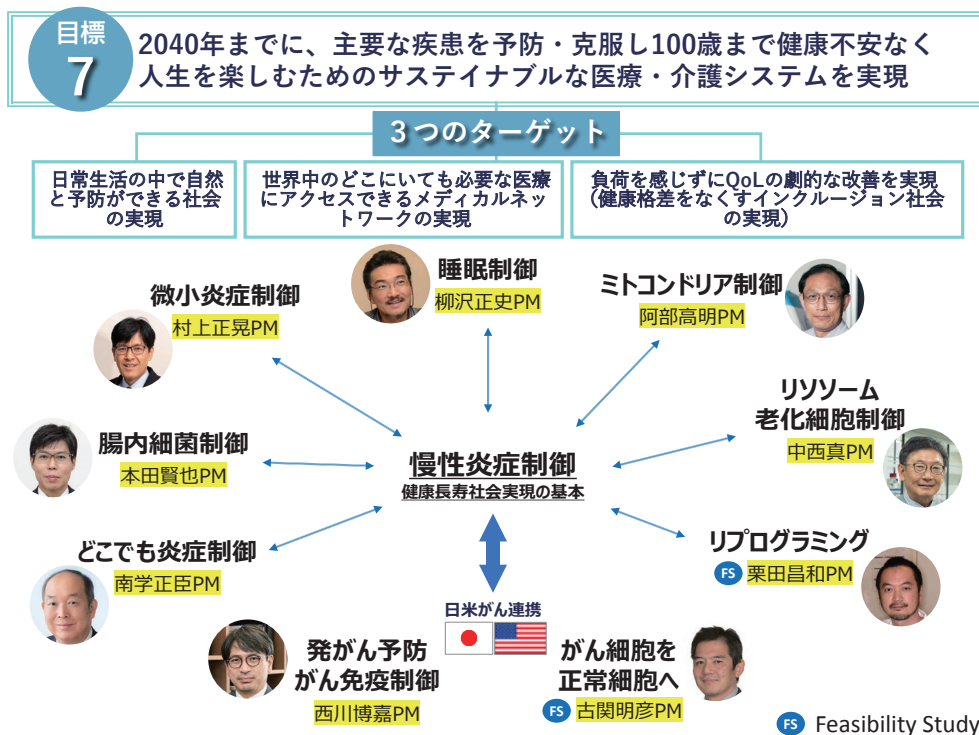
プログラムディレクター 平野 俊夫 量子科学技術研究開発機構 理事長

研究開発プログラム概要

近年、いわゆる生活習慣病や老化に伴う疾患といった環境的要因と遺伝的要因とが合わさって発症する疾患が国民に大きな影響を与えるようになっており、今後もこの傾向が続くと予想されます。平均寿命が延びている中で、健康寿命をさらに延ばしていくためには、こうした疾患への対応が課題となる中、診断・治療に加えて予防の重要性が増していきます。また、病気にかかっても出来るだけ制限を受けずに生活していくことが鍵となります。そのため、本研究開発プログラムでは2040年までに目標を達成すべく、研究開発を進めていきます。

プログラムディレクター(PD)メッセージ

健康長寿社会実現のためには、従来のように単に病気を治療するだけでなく、QoL(その人がこれでいいと思えるような生活の質)を維持した医療が重要です。医療には治療、予防、リハビリ等があり医療を受けた後の日常生活もあります。これらの医療提供そのもの、また、医療後の生活すべてにおいてQoLが大事な視点だと考えております。健康長寿社会において主要な疾患である、がん、脳疾患、心臓血管疾患などは、遺伝的要因と食事、運動、休養等の乳幼児からの生活習慣や加齢(ライフコース)に根ざした生活習慣病であると考えられます。これら疾患の最も根本的なキーワードは慢性炎症(炎症反応が軽度ではあるが、長時間持続し慢性化した状態。じわじわとくすぶるような炎症状態が続くと、生体組織の機能や構造に異常が生じ、さまざまな疾患の原因となる)だと考えています。この慢性炎症の観点を軸として、研究開発プロジェクトを進めていきます。



研究開発プロジェクト・プロジェクトマネージャー(PM) 一覧

ミトコンドリア先制医療

阿部 高明 (東北大学 大学院医工学研究科/大学院医学系研究科 教授)

ミトコンドリアと腸内細菌が協奏して宿主をコントロールする「ミトコンドリア・腸内細菌連関」を網羅的・統合的に解析することでその制御メカニズムを明らかにし、非侵襲的な診断法と新たな治療薬を開発します。それにより2040年にはミトコンドリア機能低下を早期に検知し介入・治療することで健康長寿を達成する社会を目指します。

組織胎児化による複合的組織再生法の開発

栗田 昌和 (東京大学 医学部附属病院 講師)

本研究では、生体内組織への遺伝子導入によって、成体を構成する複数種の細胞を胎児期の前駆細胞に近い状態に誘導し、広範に欠損した複合的組織・器官の新生、不調・機能不全に陥った組織・器官の回復を図る方法、具体的には「臨床応用が可能な哺乳類の切断四肢を再生する方法、加齢性組織変化を回復する方法」を開発します。

炎症誘発細胞除去による100歳を目指した健康寿命延伸医療の実現

中西 真 (東京大学 医科学研究所 教授)

老化や老年病の共通基盤を構成する慢性炎症の原因となる老化細胞を除去する技術を開発します。これにより高齢者の加齢性変化を劇的に改善し、多様な老年病を一網打尽にする健康寿命延伸医療を実現化します。また簡便な個々人の老化度測定技術を開発することで、誰もが容易にアクセスできる医療ネットワークを構築します。

病気につながる血管周囲の微小炎症を標的とする量子技術、ニューロモデュレーション医療による未病時治療法の開発

村上 正晃 (北海道大学 遺伝子病制御研究所 教授)

現在、慢性炎症の起点である血管周囲の「微小炎症」が生じた時期「未病」を検出・除去する技術はありません。本提案では、量子計測技術と、AIによる情報統合解析により、微小炎症形成機構であるIL-6アンブを超早期に検出する技術と神経回路への人為的的刺激で微小炎症を除去する新規ニューロモデュレーション技術にて未病を健常へ引き戻す技術を開発します。

睡眠と冬眠:二つの「眠り」の解明と操作が拓く新世代医療の展開

柳沢 正史 (筑波大学 国際統合睡眠医科学研究機構 機構長/教授)

未だ謎に包まれた「睡眠と冬眠」の神経生理学的な機能や制御機構を解明することで、睡眠を人為的にコントロールする技術やヒトの人工冬眠を可能とする技術を開発し、医療への応用を目指します。また、人工冬眠は人類の夢である宇宙進出を可能にすると期待されます。

病院を家庭に、家庭で炎症コントロール

南学 正臣 (東京大学 医学部附属病院 教授)

体臭などの「皮膚ガス」を用いて健康状態をモニタリングする技術を確認し、運動をした際などに得られる「健康に良い炎症」をもたらす技術(運動代替療法や運動模倣業)の研究開発を行います。ウェアラブルセンサーと病院をつなげ在宅診断を可能とするなど、メディカルネットワークを構築することで、健康長寿社会実現を目指します。

健康寿命伸長にむけた腸内細菌動作原理の理解とその応用

本田 賢也 (慶應義塾大学 医学部 教授)

現在では謎に包まれている、腸内細菌が食物等を分解して産生される代謝物の役割や働き、及びその動作原理の根本を解明し、そこから派生する神経系のネットワーク、さらには免疫系への影響も明らかにします。これらにより、アルツハイマー病、パーキンソン病、慢性炎症を制圧し、今までにない予防や医療実現を目指します。

細胞運命転換を用いた若返りによるがんリスク0の世界

古関 明彦 (理化学研究所 生命医科学研究センター 副センター長)

老化やがんを引き起こす慢性炎症は、細胞若返りなどの「細胞運命転換」を引き起こす潜在能力があり、いわば「諸刃の剣」です。再生医療において細胞が初期化するメカニズムを応用し、がん細胞に対して細胞運命転換を施すことで「がん細胞を正常な細胞に戻す」技術を、日米協力による多人種大規模検証を行いながら開発します。

慢性炎症の制御によるがん発症ゼロ社会の実現

西川 博嘉 (名古屋大学 大学院医学系研究科 教授)

「炎症-前がん状態-発がん」の変遷のメカニズムを解明し、免疫・ゲノム応答から細胞のがん化を超早期に検出する技術等を確認します。また、ウェアラブルデバイス等を用いた予防・超早期先制医療や新規創薬に取り組めます。日米タッグによりこれらを強力に推進し、「がん発症ゼロ社会」を実現します。



2050年までに、激甚化しつつある台風や豪雨を制御し 極端風水害の脅威から解放された安全安心な社会を実現

プログラムディレクター 三好 建正 理化学研究所 計算科学研究センター チームリーダー

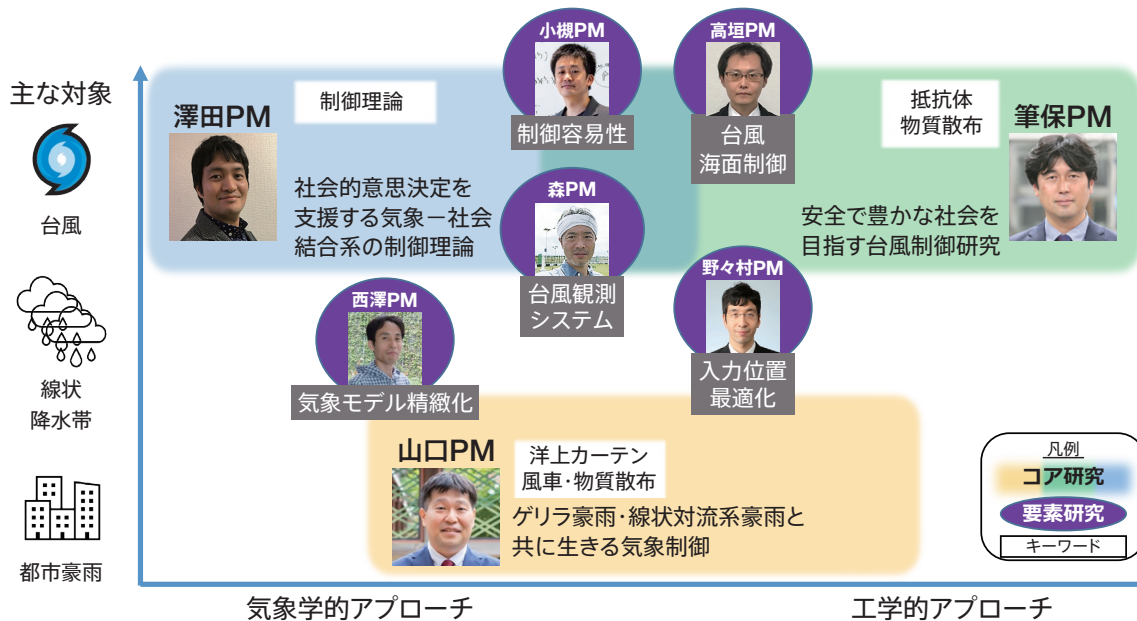
研究開発プログラム概要

地球温暖化が進み、台風や豪雨等の極端気象による風水害が激甚化・増加している中で、災害につながる極端気象自体の強度やタイミング、発生範囲などを変化させることができれば、直接的な被害を回避することや格段に被害を軽減させられる可能性があります。

本研究開発プログラムでは、極端気象の深い理解、気象モデルやデータ同化、アンサンブル手法などの気象予測技術の向上等により気象制御理論の構築を進めるとともに、社会的・技術的・経済的に実現可能な気象制御技術の実現を目指した研究開発を進めていきます。

プログラムディレクター(PD)メッセージ

地球温暖化の進行等により激甚化している極端風水害による被害を、台風や豪雨の強度・タイミング・発生範囲などを変化させる気象制御技術を開発して大幅に軽減することを目指しています。研究開発では、シミュレーションを活用した制御理論、人工的に大気に擾乱を与える制御技術、基盤となる数理やELSIに関するテーマをマッチングし推進していきます。目標の実現に向け、人類の夢であった気象の制御を人類共通の開かれた技術として作り上げるため、PDとしてリーダーシップを発揮したいと思います。



研究開発プロジェクト・プロジェクトマネージャー(PM) 一覧

社会的意思決定を支援する気象－社会結合系の制御理論

澤田 洋平 (東京大学 大学院工学系研究科 准教授)

本プロジェクトでは、小さな外力で大きく気象の未来を変えるための気象制御理論の構築と、制御実施を合意形成するために必要な極端風水害の社会インパクトの精緻な予測能力の獲得を達成します。それにより、2050年には、民主的な社会的意思決定に基づく気象と社会の制御で極端風水害の恐怖から解放された社会の実現を目指します。

安全で豊かな社会を目指す台風制御研究

筆保 弘徳 (横浜国立大学 先端科学高等研究院 台風科学技術研究センター長/教育学部 教授)

本プロジェクトでは、気候変動に伴い激甚化が予想される台風を、防災インフラの有効範囲程度まで抑制する制御理論と要素技術を開発します。航空機、船舶、衛星での高精度観測と台風内部まで再現する数値モデル開発を行い、台風制御理論を確立します。災害予測と影響評価を行い、台風制御の社会受容性と合意形成の問題にも取り組みます。それにより、2050年には台風の脅威から解放された安全で豊かな社会の実現を目指します。

ゲリラ豪雨・線状対流系豪雨と共に生きる気象制御

山口 弘誠 (京都大学 防災研究所 准教授)

本プロジェクトでは、ゲリラ豪雨と線状対流系豪雨の強度を抑制するための研究開発に取り組みます。数値気象モデル・現地観測・室内実験をベースとして、効果的にインパクトを与える工学的手法を複数開発します。それらを多時点・多段階に実行し、かつ、豪雨制御による影響評価と社会受容性を考慮した制御システムを構築します。それにより、2050年には、豪雨制御技術が自然と親和する未来社会の形成に貢献します。

気象制御のための制御容易性・被害低減効果の定量化

小槻 峻司 (千葉大学 国際高等研究基幹/環境リモートセンシング研究センター 教授)

気象制御を実現するためには、意思決定のボトルネックである「制御効果最大化」の議論を可能とする必要があります。本プロジェクトでは、制御容易性の定量化のため、過去の災害事例に対し「少しの操作で災害を回避できる災害/非災害レジームの分水嶺が存在するか？」を機械学習により明らかにすることと、制御による被害低減効果の定量化のため、非制御・制御シナリオの被害金額・影響人口を日本全域で算出することを目指します。

台風下の海表面での運動量・熱流束の予測と制御

高垣 直尚 (兵庫県立大学 大学院工学研究科 准教授)

気象制御を実現するためには、精度の高い予測が必要です。特に台風においては、(1) 台風強度予測精度が悪い、(2) 自然現象と台風制御効果とを見分ける事が難しい、という2つのボトルネックがあります。本プロジェクトでは、台風を模倣する大型室内実験水槽を用いて、台風下の海面を通しての運動量・熱の輸送機構を解明し、運動量・熱の輸送量を定式化し、ひいては2つのボトルネックの解決を目指します。

局地的気象現象の蓋然性の推定を可能にする気象モデルの開発

西澤 誠也 (理化学研究所 計算科学研究センター 研究員)

気象制御を実現するためには、最適な制御手法決定に必要な、現象の発生場所・時刻・強度などが必然的に決まるのかそれとも偶然的かという蓋然性の正確な推定がボトルネックとなっています。本プロジェクトでは、蓋然性推定に誤差をもたらす気象シミュレーションモデルに内在する問題の解決のため、従来計算手法の延長的改良ではなく質的に異なる手法を開発することで、蓋然性推定を可能にする気象モデルの開発を目指します。

大規模自由度場のアクチュエータ位置最適化

野々村 拓 (東北大学 大学院工学研究科 准教授)

気象制御を実現するためには、気象制御効果を最大化するためのアクチュエータ位置が不明であるというボトルネックを解決する必要があります。本プロジェクトでは、アクチュエータ位置最適化手法を整理、開発および評価します。そして開発された手法によって得られたアクチュエータ位置を利用することで制御効果が向上することを気象シミュレーション実験によって示します。

台風制御に必要な予測と監視に貢献する海の無人機開発

森 修一 (海洋研究開発機構 地球環境部門 大気海洋相互作用研究センター 調査役(上席研究員))

気象制御を実現するためには、現象の継続的な観測が必要です。台風については、その発生発達に重要な中心周辺域の海上大気や海洋表層の継続的な監視が重要ですが、それは航空機や衛星では難しくボトルネックとなります。本プロジェクトでは、自律的に台風の中心周辺域を追跡可能な仮想係留 (Virtual Mooring) 機能を持ち、発生発達に伴う移動と共に大気海洋データを継続的に取得できる海上無人観測機を開発します。



2050年までに、こころの安らぎや活力を増大することで、精神的に豊かで躍動的な社会を実現

プログラムディレクター 熊谷 誠慈 京都大学 人と社会の未来研究院 准教授

研究開発プログラム概要

近年、「こころ」に起因する社会問題はますます深刻化しています。個人から集団までにおいて、それぞれの「こころ」を総合的に理解し合い、思いやりのあるコミュニケーションを図り、互いに調和しながら自ら望む方向や、自ら進むべき方向に向かえるようになることが、精神的に豊かで躍動的な社会を実現していくための鍵となります。

本研究開発プログラムでは、科学技術による「こころの安らぎや活力の増大」を目指して、「個々のこころの状態理解と状態遷移」及び「個人間・集団のコミュニケーション等におけるこころのサポート」を実現する技術の創出を目指した研究開発を推進していきます。



プログラムディレクター(PD)メッセージ

本目標では人々の「こころ」に安らぎと活力を届けるための、幸せのテクノロジーの実現を通じ精神的に豊かで躍動的な社会を目指します。目標実現に向けては、こころの機序を解明し、その成果を活かし、こころの状態を遷移する技術を社会に実装することが必要と考えます。自然科学と人文社会科学等との異分野融合による総合知の創出も含め研究開発を推進していきます。国内外の志ある方々の総力を結集しながら、PDとして目標達成に向けて挑戦をしていきたいと思っております。

研究開発プロジェクト・プロジェクトマネージャー(PM) 一覧

東洋の人間観と脳情報学で実現する安らぎと慈しみの境地

今水 寛 (株式会社国際電気通信基礎技術研究所 脳情報通信総合研究所 認知機構研究所 所長)

仏教に代表される東洋の人間観と脳科学の知見にもとづき、こころの状態遷移を脳ダイナミクスの観点から解明、その応用を行います。大規模調査と小集団への詳細な調査を組み合わせたこころの状態に関する個性のモデル化、脳ダイナミクスの遷移をリアルタイムで推定し、可視化する技術の開発、それらに裏打ちされた瞑想法の開発と社会実装を行います。これらを通して、自分自身と向き合うことで、安らぎと活力を増大し、他者への慈しみを育てる社会を実現します。

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなく「自在ホンヤク機」の開発

筒井 健一郎 (東北大学 大学院生命科学研究所 教授)

さまざまな場面でコミュニケーションを支援する「自在ホンヤク機」を開発し、多様な人々を包摂する社会をもたらします。神経科学・分子生命科学と、VR/AR・ロボット工学の分野の研究者が協力して、こころの状態を定量化する技術を研究するとともに、知覚・認知や運動機能への介入法を研究します。これらの成果を融合して開発する「自在ホンヤク機」は、個人、個人間、あるいは、数人から数十人程度の小グループを対象としてコミュニケーション支援を行います。

データの分散管理によるこころの自由と価値の共創

橋田 浩一 (理化学研究所 革新知能統合研究センター グループディレクター)

中央集権 AI(CAI)と注意経済がこころの自由と民主主義を脅かしパーソナルデータ(PD)による価値創造を阻害しています。個人のPDを本人のパーソナルAI(PAI)だけがフル活用する分散管理の方が付加価値が高いことを示しそれをPAIの民主的なガバナンスとともに普及させてCAIをPAIで置き換え、また同じく分散管理に基づいて情報の真正性と多様な情報へのアクセスを確実にすることで、こころの自由を擁護し価値共創を促進し民主主義と経済パフォーマンスを同時に強化します。

脳指標の個人間比較に基づく福祉と主体性の最大化

松元 健二 (玉川大学 脳科学研究所 教授)

このプロジェクトは、「幸せ」の個人レベルでの向上だけでなく、その社会レベルでの集約や平等性の実現を目指しています。そのために、個人間で比較可能な「幸せ」の指標を脳活動から測定する革新的な技術を提供します。「幸せ」は、各人の生活を利用する「福祉」だけでなく、人それぞれの生き方である「主体性」によっても高まります。これからの社会における「福祉」と「主体性」を、人文・社会科学的手法と仮想現実技術を用いて研究します。そして、その個人間比較を、個々人の実感としての「喜び」や「志」の脳指標を解明することで実現します。そうすることで、詳細な神経科学研究を、スマートシティにおけるモビリティ政策の評価など、実社会の活動へと橋渡しします。

逆境の中でも前向きに生きられる社会の実現

山田 真希子(量子科学技術研究開発機構 量子医科学研究所 グループリーダー)

逆境の中でも人々が「前向き」に生きられる社会の実現を目指すため、多様で多義的な「前向き」の構成要素を明確にし、身体姿勢および脳・生理反応の計測により前向き指標を算出し、前向き支援技術により個人の状況に合わせた前向き要素をアシスト・訓練・教育するための技術を確立します。

Awareness Musicによる「こころの資本」イノベーションと新リベラルアーツの創出

山脇 成人(広島大学 脳・こころ・感性科学研究センター 特任教授)

1) 音楽や超知覚音の「自分や他者のこころへの気づき」促進効果の脳科学的根拠に基づく Awareness Music の創発、2) ウエアラブル感性可視化装置を用いた Awareness Music による気づき促進技術、3) Neuro-Bio Feedback による癒し・感動・一体感などポジティブ感性の向上技術、4) 共感を促進する感性コミュニケーション技術などを開発します。これらの技術を統合した「こころの資本」強化の革新的技術を社会実装し、分野融合型研究(総合知科学)による新リベラルアーツの創出とともに、2050年のメタバース時代において個人がこころ豊かに活躍できる、相互理解と共感に満ちた平和社会の実現を目指します。

子どもの好奇心・個性を守り、躍動的な社会を実現する

菊川 充(金沢大学 医薬保健研究域医学系 教授)

幼少期に自尊感情が著しく傷つけられるとレジリエンスが生涯にわたり低下します。これを防ぐことで、だれもが安心できる環境で、生来の好奇心を発揮しながら成長できる環境を実現します。それにより能動的意欲と独創性に満ちた社会を実現します。具体的には、個性の脳画像技術により子どもの脳の個性を客観化し、最適化された芸術活動による介入の効果を「見える化」し、自治体の「子どもの好奇心・個性を守る学校構想」と連携しながら社会実装していきます。

食の心理メカニズムを司る食嗜好性変容制御基盤の解明

喜田 聡(東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授)

食は楽しみを通してこころを満足させます。一方、食習慣は食嗜好性によって形作られ、食経験によって変化します。食習慣は疾患の原因となりますが、健康重視の食習慣への改善は精神的苦痛となります。そこで、本プロジェクトでは食の観点から「こころの安らぎや活力を増大させる」ことを達成するため、齧歯類モデルを用いて、食の嗜好性によって快情動や共感をもたらされるメカニズムを脳科学的に解明し、健康に優しい食を愉しんで食べる食習慣への改善技術を開発することに挑戦します。

こころの可視化と操作を可能にする脳科学的基盤開発

内匠 透(神戸大学 大学院医学研究科 教授)

行動中マウスの脳機能ネットワーク動態を可視化するバーチャルリアリティ(VR)システムを開発することで、社会的環境において互いにコミュニケーションを行うマウスの「こころ」の状態を脳機能ネットワークの変化として定量化します。さらに、オプトジェネティクスによる脳機能ネットワーク光操作技術を開発し、マウスの「こころ」の状態変化を人為的に生じさせることで、脳機能ネットワークがどのように「こころ」の変化に対応し、行動を変化させるに至るかを明らかにします。脳の直接的操作が可能なマウスの研究により、人のこころの機序を解明するための基盤技術を創出します。

AIoTによる普遍的感情状態空間の構築とこころの好不調検知技術の開発

中村 亨(大阪大学 大学院基礎工学研究科 特任教授)

本研究開発プロジェクトでは、IoT(Internet of Things)による日常生活下での生体情報計測とAI(Artificial Intelligence)技術の融合(AIoT)により、主観報告によらない動物種を超えた客観的かつ普遍的な感情状態空間(生体情報-感情状態マップ)の構築を目指します。さらには、感情状態空間内での状態遷移動態に基づき、ヒトの心身の不調や変調、あるいは幸福やウェルビーイングといった活力ある状態(好調)を検知・把握する技術の確立を目指します。

Child Care Commons:わたしたちの子育てを実現する代替親族のシステム要件の構築

細田 千尋(東北大学 大学院情報科学研究科 准教授)

本研究開発プロジェクトでは、「子育て」の場に、多様な人々が柔軟かつ責任をもって関わるができる仕組みの要件を明らかにし、これをChild Care Commonsとして提案します。この仕組みのもとで、社会全体で「子育て」を行う社会の実現を目指します。主養育者に責任や負担が偏りうる「わたしの子育て」に対し、社会全体で取り組む子育て(「わたしたちの子育て」)が実現されることで、親(養育者)・養育される子ども・育児参画をする非血縁者という3つの立場の人々のこころの安らぎや活力を増大させ、それぞれがやりがいを感じ、多様な人が活躍できる社会を目指します。

楽観と悲観をめぐるセロトニン機序解明

宮崎 勝彦(沖縄科学技術大学院大学 神経計算ユニット シニアスタッフサイエンティスト)

神経修飾物質の一つであるセロトニンは将来報酬のための辛抱強さを調節する役割があることが分かっています。私たちはセロトニンが目標達成に向けた「楽観・悲観」を調節する働きをしていると考え、本研究では同じ辛抱行動であってもその目的が「喜び」なのか、反対に「苦しみの回避」なのかによってセロトニン神経ネットワークにどのような違いが生じるか、行動課題中マウスの神経活動記録・操作から詳細に調べます。辛抱強さの種となる楽観、諦めにつながる悲観、これらが生まれる神経メカニズムを明らかにすることで、誰もがみな、自分自身で「人生の困難を乗り越える力」と「こころの活力」を高められる社会の実現を目指します。



〈目標に向けた3つの領域〉

- 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
- 環境 地球環境を回復させながら都市文明を発展させる
- 経済 サイエンスとテクノロジーでフロンティアを開拓する

目標	社会	環境	経済
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」	★		
2 「2050年までに、超早期に疾患の予測・予防をすることができる社会を実現」	★		★
3 「2050年までに、AIとロボットの共進化により、自ら学習・行動し人と共生するロボットを実現」	★		★
4 「2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現」		★	
5 「2050年までに、未利用の生物機能等のフル活用により、地球規模でムリ・ムダのない持続的な食料供給産業を創出」		★	
6 「2050年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現」			★
7 「2040年までに、主要な疾患を予防・克服し100歳まで健康不安なく人生を楽しむためのサステナブルな医療・介護システムを実現」	★		
8 「2050年までに、激甚化しつつある台風や豪雨を制御し極端風水害の脅威から解放された安全安心な社会を実現」		★	★
9 「2050年までに、こころの安らぎや活力を増大することで、精神的に豊かで躍動的な社会を実現」	★		★

〈研究開発の推進体制〉



〈主な経緯〉

- 2018年 6月 ● 第39回総合科学技術・イノベーション会議
 - ▶ ムーンショット型研究の必要性について、CSTI有識者議員から提言。
- 2019年 3月 ● 目標決定に向けたビジョナリー会議開催
 - ▶ ビジョナリー委員による目標設定に関する議論。
 - ▶ 一般の方々から解決を期待する社会課題や実現すべき未来像を募集。
- 2019年 12月 ● ムーンショット国際シンポジウム開催
 - ▶ 今後の制度運営及びムーンショット目標について議論。
- 2020年 1月 ● 第48回総合科学技術・イノベーション会議
 - ▶ ムーンショット目標1～6を決定。
- 2020年 7月 ● 第30回健康・医療戦略推進本部開催
 - ▶ ムーンショット目標7を決定。
- 2021年 1月 ● 新たな目標検討のための調査研究実施
 - ▶ 次代を担う若手研究者を中心に、コロナ禍による経済社会の変容を踏まえた新たな目標を検討するための調査研究を実施。
- 2021年 9月 ● 第57回総合科学技術・イノベーション会議
 - ▶ ムーンショット目標8、9を決定。

〈制度について〉

内閣府 ムーンショット型研究開発制度
<https://www8.cao.go.jp/cstp/moonshot/>

〈研究推進法人・ムーンショット目標について〉

国立研究開発法人 科学技術振興機構
Japan Science and Technology Agency

■ムーンショット目標1、2、3、6、8、9
<https://www.jst.go.jp/moonshot/>

BRAIN 生物系特定産業技術研究支援センター

■ムーンショット目標5
https://www.naro.go.jp/laboratory/brain/moon_shot/

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

■ムーンショット目標4
https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100161.html

国立研究開発法人 日本医療研究開発機構

■ムーンショット目標7
<https://www.amed.go.jp/program/list/18/03/001.html>