

## ムーンショット目標の策定に向けた検討素材の作成について

ムーンショット研究開発制度を推進するにあたり、国が掲げるべき野心的な目標策定をサポートするため、政策的なバックグラウンドを有しつつ、これまでの考え方にとらわれず、柔軟な発想で研究開発構想等を検討できる者を、1府8省から男女各1名程度の推薦を受け、26名（男性16名、女性10名）からなる検討チームを結成。

第1回及び第2回ビジョナリー会議における配布資料、発表及び構成員意見や、「一般からの提案・アイデア公募」の結果を踏まえつつ、既存の研究開発の状況や実現可能性、社会課題としての重要性を念頭に、ビジョナリー会議から示された目標策定の考え方・基準に即して、ムーンショットにふさわしい目標のあり方を議論し、ムーンショット目標の策定に向けた検討素材を作成。



検討チームでの議論の様子



## 01. 第二の「緑の革命」を先導し、世界の食料・環境問題の解決に貢献

### 背景

- ✓ 世界の**食料需要量は、2050年には69億トン（2000年の1.5倍）**に達する見通し。他方、温暖化に起因する異常気象や砂漠化等により、**供給の不安定化・不均衡化が必至**。
- ✓ 世界は、1950年代に進められた「緑の革命」により、人口増という困難な課題に対処してきたが、同時に化学肥料の多投等による**持続性の問題や、気候変動が進む栽培環境の変化への適応**といった課題に直面。
- ✓ 世界的に食料増産が進めば、**資源価格（例：リン鉱石の資源量75年）の上昇は必至**であり、多くを海外に依存する日本農業にも深刻な影響。

### 未来創造の姿

- ✓ 温暖化の進展により変化する栽培環境に適応しつつ、化学肥料・農薬等に頼らない**持続性の高い究極の農業ソリューションを確立し、アジア、アフリカ等の新興国に展開することにより、第二の「緑の革命」（持続的な食料増産）を先導する。**

### Inspiring

- ✓ 砂漠化が進む不良自然環境の下でも**安定的・持続的に食料を生産**。
- ✓ 日本発の農業ソリューションにより、**コメ・野菜を中心とした日本の健康的な食文化が世界に広がり、世界的に和食市場（輸出）が拡大**。

### Imaginative

- ✓ バイテック分野等の日本の優れたテクノロジーが**世界の食料・環境問題の解決に貢献**。
- ✓ 持続可能な食料増産に貢献し、**日本のプレゼンスを向上**。
- ✓ 最先端研究プラットフォームを求め、**世界中からトップ研究者・企業が結集**。

### Credible

- ✓ 化学肥料等をほとんど必要としない品種を育成。
- ✓ ゲノム情報のAI解析により最適品種（スーパー作物）を育成する**「創種」技術、廃棄物資源や空中窒素の肥料化等**。

### 一般公募の提案概要

- ✓ ゲノム科学、データ科学、AI等による最先端植物科学を基盤に新たな作物改良・利用のパラダイムを構築、具現化し、21世紀版の「緑の革命（グリーンレボ）2.0」を実現
- ✓ 最先端技術を用いて、生物の機能を応用した持続可能な新たな植物保護技術、特に減農薬となる技術の開発
- ✓ 気候変動下で生育できる農作物の育成により、安定的な食料生産と地球温暖化防止の両立を実現

## 02. ボーダレス化が進む、人獣共通感染症等の制圧に挑戦

### 背景

- ✓ 国境を越えた家畜への感染症（高病原性鳥インフルエンザ、豚コレラ等）の拡大が世界共通の問題に発展。
- ✓ また、家畜や野生動物からヒトに感染する脅威（高病原性鳥インフルエンザ、SARS、MERSやエボラ出血熱等の新興感染症）。
- ✓ ヒトやモノがグローバルに移動する今日、人獣共通感染症等への備えや新たな挑戦が喫緊の課題。

### 未来創造の姿

- ✓ 人獣共通感染症等のアウトブレイクを予測し、必要なワクチンの供給に備えるなど、開発途上国を含め、短期間で効果的な封じ込め措置が講じられるようにする。

### Inspiring

- ✓ グローバルな感染症拡大を発生源で封じ込め。
- ✓ 畜産物の生産の安定化
- ✓ 家畜や野生動物を介したヒトへの感染リスクが大幅に低減。

### Imaginative

- ✓ 感染症対策の国際的ネットワークを日本が主導。
- ✓ 国内への感染リスクが劇的に低下。
- ✓ ヒトの感染症研究にも応用可能。

### Credible

- ✓ 開発途上国でも使える世界初の革新的な昆虫利用ワクチンを供給するシステムの開発。
- ✓ AIによるウイルスの変異予測。
- ✓ グローバルな感染拡大予想システムの構築。

### 一般公募の提案概要

- ✓ ヒト、家畜（養殖魚含む）、野生動物、伴侶動物という幅広い宿主の生命維持に必要なワクチン開発技術
- ✓ 人類の脅威たる感染症に対し先んじて対応できる技術の開発
- ✓ 組換え技術を用いたタンパク質によるコンポーネントワクチンの大量発現系の技術開発と応用
- ✓ 非常時、特に人感染性の強毒性ウイルスによるパンデミックをグローバルに防御するシステムを構築

## 03. 医療者・介護者に頼りすぎず、いつでも、どこでも個人の特性に応じた医療・介護が受けられる社会

### 背景

- ✓ 2040年には100歳以上の高齢者が30万人、単身世帯は約4割に達するなど、医療・介護需要の増大が見込まれる中、**医療・介護を支える現役世代の減少が特に地方では加速**すると推計。
- ✓ 欧米やアジアの**多くの国々でも医療・介護需要の増大**（2040年には世界59カ国で平均寿命が80歳超）が見込まれ、人手に多くを頼らない医療・介護システムを世界に先駆けて確立し、発信する必要。

### 未来創造の姿

- ✓ 自宅での診療・介護等を可能とする生活支援ロボット、インフラ等の開発を通じ、**人手に多くを頼らず高齢者等が自立して生活できるパーソナル・サポート・システムを確立**する。
- ✓ また、多様な遠隔医療・介護ツール等の開発を通じ、専門職が移動等から解放され、コア業務に集中できる環境を整備する。

### Inspiring

- ✓ **どこにいても必要な時に必要な医療・介護サービスが受けられる。**
- ✓ 医療職や介護職等が専門職が人と向き合う仕事に集中できる（今よりも「現場が楽に回せる」）。

### Imaginative

- ✓ 医療・介護の**担い手不足の解消。**
- ✓ 医療・介護の**地域間格差の解消**（均てん化）。
- ✓ 質の高い医療・介護サービスを**諸外国に展開。**

### Credible

- ✓ **XRデジタルファントム**による専門職教育。
- ✓ **ヒューマン支援ロボット。**
- ✓ **モバイル生体スキャナや遠隔医療システム**など。

### 一般公募の提案概要

- ✓ 脳・AI・ロボット技術を活用した数十万人規模の脳ビックデータの解析
- ✓ 自動車を運転せずとも快適な生活を提供するモビリティ
- ✓ 医療機関、海洋・宇宙空間での自律的運用、僻地への自律的移動・運用が可能な全自動手術プラットフォーム

## 04. 楽しい健康投資によってメタボ、さらには生活習慣病と無縁な社会

### 背景

- ✓ 国内外の疾病構造の変化が進み、**生活習慣病への対応が重要となる中、個人の予防・健康作りの重要性も高まっている。**
- ✓ 他方で、IoT機器等により様々な生態データの取得も可能になるなど、それを可能とするテクノロジーも急激に進展。
- ✓ 海外では、肥満の問題も深刻化しており、肥満や生活習慣病の予防に向けた**ヘルスケア産業の市場規模は、全世界で525兆円（2030年）に拡大すると予想。**

### 未来創造の姿

- ✓ **個々人の健康リスクに即した最適な生活改善処方等を提供するとともに、行動変容を促し、適切な生活習慣を継続できる仕組みを確立。**
- ✓ **世界初の健康・予防サービスを創出し、世界のヘルスケア市場をけん引。**

### Inspiring

- ✓ メタボや生活習慣病の割合の低下。
- ✓ **健康寿命の延伸。**
- ✓ **日本初の健康に良い楽しい生活を世界に発信。**

### Imaginative

- ✓ **個々人の遺伝情報や体質等を踏まえたぴったりの健康生活を選択、かつ楽しく継続できる。**
- ✓ **メタボや生活習慣病などの健康リスクが回避され、健康寿命が延伸。**

### Credible

- ✓ **音声から心理状況を判定するプログラム。**
- ✓ **AIによる疾患事前察知。**
- ✓ **スマートウェア。**
- ✓ **ロコモロボット（スマートコンシェルジュ）。**
- ✓ **標準バイオデータ整備。**  
など

### 一般公募の提案概要

- ✓ **世界の3大疾病（認知症、糖尿病、癌）を予防する食品サプリメントの開発**
- ✓ **食育AIドクター**
- ✓ **ヒトの全身の多階層分子地図の作成**

## 05. 脳機能を解明して、強い脳を作る

### 背景

- ✓ 精神疾患を有する総患者数は300万人を超え、近年においてはうつ病等の気分障害が大きな原因となっている。また、2025年には高齢者の5人に1人が認知症を患うと推定され、今後深刻な社会問題となる可能性。
- ✓ 脳機能の解明等に欧米が凌ぎを削る中で、我が国では脳科学分野での豊富な知見の蓄積を有するところ。

### 未来創造の姿

- ✓ 脳機能の解明により、認知症やうつ病などのメカニズムを知り、予防法の確立を目指す。
- ✓ 人の脳を知ることで、人工脳の開発も見込まれる。

### Inspiring

- ✓ 認知症やうつ病等を克服。
- ✓ 発達障害などの減少。

### Imaginative

- ✓ 自殺者の減少。
- ✓ 不登校・ひきこもりの社会復帰。
- ✓ 健康寿命の延伸。
- ✓ 人工脳の開発。

### Credible

- ✓ 脳の活動を簡便に長期可視化できる技術の開発。
- ✓ 健常から疾患に至るメカニズム解明。
- ✓ 脳機能ネットワークの全容解明。

### 一般公募の提案概要

- ✓ 精神疾患やうつ病等のこころの不調を直接測定できる評価法
- ✓ 脳神経細胞は原則として再生しないため、人工神経回路網によって置き換え、機能を補助していく
- ✓ 海馬を含む脳神経回路応答を捕捉可能な技術を生かし、うつ病や認知症の回避策に向けた研究を進める
- ✓ 食品による認知症予防（薬に頼らず健康年齢を如何に引き上げるか）

## 06. どこでも誰でも移動（モビリティ）の自由を確保

### 背景

- ✓ 高齢化と過疎化が急速に加速（過疎化地域では全国平均の2倍以上のペースでの人口減少×高齢化）し、地域での公共交通インフラは維持困難化。
- ✓ 高齢ドライバーによる痛ましい死亡事故が深刻な社会問題に。自家用車が唯一の移動手段だと免許返納は移動の自由を束縛。
- ✓ 一方でEC市場は右肩上がりに拡大し、宅配便のニーズは増加（5年間で12%増加：+5.3億個）、物流ドライバーが不足。

### 未来創造の姿

- ✓ AI、エッジコンピューティング、センシング、5G等を活用した高度な自動運転・交通管制、ドローンによる立体交通、モビリティサービスの確立及びこれらシステムと高付加価値データの共有により、移動の自由を確保し、新しいまちづくりと生活支援のコンセプトを創出して地域社会、高齢社会を支えるとともに、操作ミスによる死亡事故ゼロを目指す。
- ✓ また、xR（仮想現実、拡張現実、複合現実などの総称）・ドローン等の技術の高度化を通じて、場合によってはそもそも人の移動を不要とする。

### Inspiring

- ✓ 高齢者や免許不保持者であっても自由な移動（あるいは仮想的移動）が可能な社会へ。
- ✓ 20世紀以来のモータリゼーションを中心とした「移動」の概念を覆す。
- ✓ 社会問題化している痛ましい交通事故をなくす。

### Imaginative

- ✓ ビークル（機器）のみならず、物流、ライフスタイル、交通システムなど、社会システムが一変。
- ✓ ECや自動運転・ドローンを更に加速させ、買い物難民ゼロへ。
- ✓ 高度な管制で、操作ミスによる死亡事故ゼロへ。

### Credible

- ✓ 自動運転を中心とした次世代モビリティ技術は各国で開発競争が激化。
- ✓ 次世代自動車からではなく、究極のモビリティ社会からバックキャストすることで、世界に先駆けて新たなモビリティフロンティアを実現。

### 一般公募の提案概要

- ✓ 制御フローとデータフローをモデル化によって完全自動運転の品質を保証
- ✓ 離島などの過疎地域にIoT、自動運転、再生エネルギー利用を融合したユニバーサルビレッジを実現し、高齢化社会における移動・流通を最適化
- ✓ 移動体の動的情報を管理するダイナミックマップの開発
- ✓ 「AI管制」により対人事故ゼロ
- ✓ 多数のロボットや小規模センサー・アクチュエーターなどが群として協調して活動を行う協調群知能エージェントの開発
- ✓ 機械学習の動作原理を根本的に理解する「説明可能なAI」の開発

## 07. 地面の下をスケルトン化して、地下空間の大開発時代へ

### 背景

- ✓ 移動計測車両（MMS）による地上の三次元計測技術は発達する一方で、**地下の可視化技術は未発達**。
- ✓ 地下の高度利用促進や、**災害脆弱性や老朽化対策に効果的に対応**するためにも、地下を可視化する技術は不可欠。
- ✓ また、頻発する内陸型地震の原因となっている**断層や地質・地殻の状態は十分に把握されておらず**、自然災害発生の予測や被害想定を事前に行うことは困難。

### 未来創造の姿

- ✓ 高度な地盤情報を活用した地下の高度利用ビジネスを誘発。**地下空間の大開発時代が到来**。
- ✓ インフラの脆弱性の発見、対処が円滑となり、**迅速な復興や事前復興が可能に**。
- ✓ 断層のモニタリングによって**断層の変動も解明**。

### Inspiring

- ✓ 地下空間の見える化で、**「地下都市」開発の時代が到来**。
- ✓ **埋設インフラのメンテナンス高度化**。
- ✓ 頻発する**内陸型地震**のメカニズム解明へ。

### Imaginative

- ✓ 地上と同レベルの三次元計測技術を地中でも実現。
- ✓ 地中の断層の状態が分かるようになれば、**断層のモニタリングも可能に**。

### Credible

- ✓ **地中レーダ、表面波、電気抵抗等**を用いた地中探査技術の技術開発が始動。
- ✓ 今後、地中レーダー等を用いた解析学的信号処理技術等の飛躍的発展により地中の透視化技術が発展。

### 一般公募の提案概要

- ✓ 深部地下空間の有効利用のため、地表から地下深部に至るまでの地盤・岩盤特性を地下水も含め完全に解明。
- ✓ 電磁波レーダを利用した地中埋設構造物の検知による土木工事の工期・コスト縮減。
- ✓ コンクリート、PC鋼棒、鋼部材に加えて地中の状態の完全内部可視化。
- ✓ 陸面データ同化、再解析、情報融合、シミュレーション地球科学。
- ✓ 2050年までに月の地下空洞に持続的循環型生活圈を創生。
- ✓ 地殻構造探査による資源枯渇並びに自然災害の無い社会の実現。
- ✓ 超深部大規模掘削による地球型惑星および衛星の内部直接探査と地下空間利用。

## 08. 巨大災害・気候変動を超越した新型都市

### 背景

- ✓ 巨大地震、水害・土砂災害が世界的に頻発化、激甚化するなか、気候変動や自然災害を超越した都市の建設は急務。
- ✓ 特に、世界各地の沿岸都市は、地球温暖化による海面上昇リスクや地盤沈下リスクを抱えており、昨今もインドネシア政府が地盤沈下等を理由にジャカルタからの首都移転を決定したところ。

### 未来創造の姿

- ✓ 都市の集約やネットワークなどのレガシーに頼らない被災ゼロの全く新しい都市が出現。
- ✓ 都市の気候制御によって、1年を通して快適で暮らしやすい都市へ。
- ✓ シェルターシティや水上都市は、エネルギー、水資源、防災などの新しい拠点としての役割が期待。将来の月面基地建設への展望も開ける。

### Inspiring

- ✓ 災害リスクを感じない、被災ゼロ都市を構築。
- ✓ Micro Climate制御により、快適環境都市が実現。
- ✓ いかなる環境下においても対応、持続可能な人類社会の実現。

### Imaginative

- ✓ データ駆動型都市計画、マテリアル開発、ロボティクス利用などを通じて防災環境都市を建設。
- ✓ 水上、海中、宇宙など、従来の常識を覆す人類の居住環境の変化も。

### Credible

- ✓ 災害を克服、環境と共生した水上都市建設は、産官学の取組が世界的に開始。
- ✓ グリーンインフラなど、都市建設段階における環境問題への解決策を深化させていく必要。
- ✓ 巨大地震の揺れを完全遮断する地盤浮遊研究。

### 一般公募の提案概要

- ✓ 災害リスクゼロ、環境負荷ゼロ、劣化ゼロを実現する革新的インフラの創成
- ✓ 超巨大災害復興と極地都市建設に向けたデータ駆動型超都市計画
- ✓ 宇宙建設技術の開発および地上利用の検討
- ✓ 22世紀型の国土デザインのためのデジタルツイン・シミュレーターの構築
- ✓ 首都東京が直面する5つの課題（環境・エネルギー、食糧供給、都市防災、都市インフラ、防衛システム）を克服した未来設計
- ✓ 社会実装を通じてのバーチャル計画モデルとスマート観測を束ねる「ハイパー循環共生パイロット都市」研究
- ✓ 気象災害・水害の高解像度危険察知と自動制御を活用した都市住民の完全防護

## 09. 究極の完全自律ロボット等で野生鳥獣被害をゼロに

### 背景

- ✓ 農山漁村地域における人口の減少や経済活動の低下により生態系のバランスが崩れ、農山村地域を中心に**野生鳥獣による被害が深刻化**（農作物被害額約200億円、森林被害面積約6千ヘクタール）。
- ✓ さらに、**野生鳥獣の自動車や電車への衝突**（高速道路のロードキル約4.7万件）も発生するなど、地域住民の日常生活に甚大な影響。
- ✓ また、**他の野生生物への影響**なども生じており、野生鳥獣との共存は**生物多様性、森林、海洋等の環境の保全**（SDGs実施指針8分野の⑥）の観点からも重要。

### 未来創造の姿

- ✓ 完全自律型ロボットなどを開発・導入し、里山や農地の管理、鳥獣の密度管理や追払い等を行うことで、**野生鳥獣とも共存して豊かな森、農山漁村の環境を守るとともに、自動車等への衝突をなくすなど、住民が安心して暮らせる地域**をつくる。

### Inspiring

- ✓ 過疎化・高齢化が進む**農山漁村における生活防衛**。
- ✓ **野生鳥獣と人との共存**による良好な環境。

### Imaginative

- ✓ 農山漁村地域への定住による**均衡ある国土発展**。
- ✓ 野生動物との共存研究に**世界中から英知結集**。

### Credible

- ✓ 電波が届かず電源のない極限条件下でも動く**完全自律型のロボット**やドローン。
- ✓ **ターゲットを絞った野生鳥獣の増殖防止技術**。
- ✓ 鳥獣被害で**絶滅した生物種等の復元技術**。

### 一般公募の提案概要

- ✓ IoTや5G等を活用した野生鳥獣の調査・管理システムの構築
- ✓ AIやロボット技術により、野生鳥獣、害虫を個別に撃退し、侵入を許さない人間空間を構築
- ✓ イノシシやシカ等の鳥獣を山に留まらせる技術を確立

# 10. CO<sub>2</sub>ネット・ゼロエミッション社会にむけた世界最先端の再生可能エネルギーの新フロンティアへの挑戦

## 背景

- ✓ 石炭・石油などの化石資源は現代文明を支える基幹エネルギー源である一方、発電や交通、基幹素材（鉄・セメント等）生産等での消費によりCO<sub>2</sub>が大量に排出。
- ✓ 海水面の上昇、大型台風、ゲリラ豪雨、干ばつ等の異常気象が頻発するなど、世界中で気候変動に関する不安が拡大。
- ✓ パリ協定に基づきいわゆる2℃目標・1.5℃努力目標を達成するために、特に技術におけるフロンティア開拓者としての日本のリーダーシップが期待される。

## 未来創造の姿

- ✓ 未だ開発されていない再生可能エネルギーを新たに開拓し、それを受け止める堅牢で柔軟なエネルギー貯蔵・供給システムを実現することで、3E+S（安定供給・経済性・環境保全・安全）を併せ持つ新たなエネルギー文明社会を構築する。同時に、素材等の生産・利用・リサイクルにおける脱炭素化を進め、新たなものづくり文明社会を目指す。
- ✓ 今世紀後半のできるだけ早期にCO<sub>2</sub>ネット・ゼロエミッションを達成することを目指す。

## Inspiring

- ✓ 気候変動問題の解決に大きく貢献。
- ✓ 太陽光や風力発電などは劇的なコストダウンと普及が進捗しているが、まだ開発されていない再生可能エネルギーを探す不断の努力が必要。

## Imaginative

- ✓ 発電や運輸、素材製造などCO<sub>2</sub>を大量に排出する部門を脱炭素化。
- ✓ 様々な再生可能エネルギー開発が試みられているが、未着手のフロンティアに挑戦することにより、世界中から英知を結集。

## Credible

- ✓ 地球に降り注ぐ太陽エネルギーを全て変換すれば、1時間程度で世界の年間消費エネルギーを賄えるとも言われている。
- ✓ まだ利用出来ていない太陽光波長、海流、風力、地熱等を利用尽くすことが求められる。

## 一般公募の提案概要

- ✓ 広大な海を利用した未利用再生可能エネルギーの抽出（海上太陽光・風力発電、海流発電、水素製造等）
- ✓ 素材産業においてCO<sub>2</sub>を大量に排出する現行製造技術からの転換を可能とする革新的製造技術の開発
- ✓ 再生可能エネルギーを利用した有用物質製造（水素、液体燃料、アンモニア等）
- ✓ 蓄熱など再生可能エネルギーを超低コストで貯蔵する革新的蓄エネルギー技術の開発

# 1 1 . C O<sub>2</sub> ネット・ゼロエミッション社会にむけた C O<sub>2</sub> 吸収・利用

## 背景

- ✓ パリ協定に基づきいわゆる2℃目標・1.5℃努力目標を達成するためには、CO<sub>2</sub>の排出削減のみならず、既に排出された、または、今後排出されるCO<sub>2</sub>を固定化して利用することも必要。
- ✓ CO<sub>2</sub>を地下等に貯留するCCS（CO<sub>2</sub>回収・貯留）が期待されているが、経済性などの問題があり、爆発的に拡大するには至っていない。

## 未来創造の姿

- ✓ CO<sub>2</sub>を高速・大量に固定化するスーパー植物・微生物やDAC(大気からの直接回収)等を開発し、生成したバイオマス等は構造材や工業用原材料等として活用する。固定化には、化石資源由来のエネルギーではなく、太陽光等の再生可能エネルギーを利用。
- ✓ 今世紀後半のできるだけ早期にCO<sub>2</sub>ネット・ゼロエミッションを達成することを目指す。

### Inspiring

- ✓ CO<sub>2</sub>の排出を抑制するだけでは温度上昇を止めることは困難。
- ✓ 産業革命以来、排出されてきた大量のCO<sub>2</sub>を吸収して、さらにそれを有効利用する人類の知恵が必要。

### Imaginative

- ✓ CO<sub>2</sub>の吸収を劇的に増強したスーパー植物・微生物の開発やDACの低コスト化等に挑戦。
- ✓ バイオマスやCO<sub>2</sub>有効利用を経済的に可能とし、化石資源に立脚する素材・燃料生産、輸送等の脱炭素化を図る。

### Credible

- ✓ CCS技術はあるが、経済的に成立するには、回収したCO<sub>2</sub>が付加価値を生むことが必要。
- ✓ 植物の成長促進技術やDACに必要な触媒技術など萌芽的な技術で日本が世界をリード。

## 一般公募の提案概要

- ✓ 植物や微生物の成長を促し、CO<sub>2</sub>固定能力や有用成分の生産能力を劇的に高める
- ✓ 砂漠や海水等過酷環境でも生育可能なスーパー耐性植物の開発
- ✓ 分離膜等の活用により、大気中や海水中の希薄なCO<sub>2</sub>を低エネルギー投入・低コストで分離・回収する次世代DAC等のCO<sub>2</sub>回収技術の開発
- ✓ 地球温暖化の元凶であって化学的に安定物質であるCO<sub>2</sub>から低エネルギー投入、低コストで化学品やコンクリート製品、燃料等を製造する
- ✓ C1化学に基づいたカーボンニュートラルもしくは低炭素な燃料・化学品の製造

## 1 2. 美しい海を取り戻すため海洋プラスチックごみをなくす

### 背景

- ✓ 世界で年間約800万トンのプラスチックごみが海洋流出しており、現状が続くと2050年には魚の量を上回ると言われている。
- ✓ 海洋環境への影響、船舶航行への障害、観光・漁業への影響など、世界全体での損害額は年間約130億ドル（約1兆4千億円）と推計されており、国際的にも喫緊の課題。
- ✓ 2030年の生分解性プラスチックに係る世界の市場規模は約5000億円と推計。

### 未来創造の姿

- ✓ 海洋流出しても速やかに生分解するプラスチックの普及、海洋プラスチックごみの回収・資源化技術の確立等により、プラスチックごみによる海洋汚染をなくし、美しい海を取り戻す。

### Inspiring

- ✓ 海洋プラスチックごみは、今や地球規模の問題であり、その関連市場獲得競争も激化。
- ✓ 海洋国家である日本として、産学官連携で最先端の英知を結集して取り組むべき重要テーマ。

### Imaginative

- ✓ 日常使用ではずっと丈夫で、海に流れ出せば速やかに分解するプラスチックを世界中に普及。
- ✓ すでに海洋中に流出したプラスチックごみは自動回収し、海洋プラスチックごみをなくす。

### Credible

- ✓ 周囲の環境（温度湿度、塩分等）に応じて分解するバイオプラスチック研究で日本が世界をリード。
- ✓ AI技術では米中が先行しているが、自動回収には海流等のリアルデータの整備の鍵。

### 一般公募の提案概要

- ✓ 通常使用条件下では劣化しないが特定条件下で分解する海洋生分解性プラスチックの開発、マイクロプラスチック問題の解決への貢献
- ✓ 海洋中で分解しやすい構造を有し、生分解性と安定性を兼ね備えたプラスチックの開発
- ✓ 農業廃棄物や木材を原料として製造するバイオプラスチックの開発
- ✓ バイオプラスチックの促進し、石油枯渇問題と地球温暖化問題の解決に貢献
- ✓ ゴミの検出・回収、海洋中の基本パラメータ（水温、塩分等）の調査ができる多機能な水中ドローンや人工衛星の開発

## 1 3. 大気中・水中・土壌中の有害物質を有用資源に

### 背景

- ✓ 世界中の工場等からの排気や排水に大量に含まれる窒素化合物、リン化合物などは、気候変動をもたらすCO<sub>2</sub>とともに、すでに地球の自然循環の限界を超えている。これら物質は汚染をもたらす一方、肥料等の原料として人類に不可欠。
- ✓ これらの有害物質を分離・除去するために膨大なエネルギーを消費すればCO<sub>2</sub>排出が却って増加するというジレンマに陥いる。

### 未来創造の姿

- ✓ 工場等の排気や排水、さらには環境中（大気・水等）に含まれる有害物質を分離、資源化する高度資源循環を構築・実現する。
- ✓ その際のエネルギー消費でCO<sub>2</sub>排出増加を伴わないよう、供給変動の大きな再生可能エネルギーの余剰時を活用する等トータル設計された循環型生産システムにより、ネガティブエミッション(窒素化合物・リン化合物・CO<sub>2</sub>の排出全体を減らす)を目指す。

### Inspiring

- ✓ 日本が誇る汚染対策技術を物質リサイクル技術に昇華し、食料不足に直面する世界に貢献。
- ✓ 窒素化合物・リン化合物の大気・海・地下水等への排出は、既に自然循環許容量(プラネタリーバウンダリ)を超えている。

### Imaginative

- ✓ 排気・排水等から、食料生産に必須な肥料原料をリサイクル。
- ✓ アンモニア製造時の大きなエネルギー投入、リンの天然資源不足に対する懸念も払拭。

### Credible

- ✓ 世界のNO<sub>x</sub>排出全てをアンモニアに変換できれば世界需要の40%相当との試算もある。
- ✓ 有害物質の分離処理だけなら技術は確立。投入エネルギーを含めたネガティブエミッションを目指す。

### 一般公募の提案概要

- ✓ 人為的に固定された窒素化合物の大気、土壌、水圏へ放出を抑えるため、窒素化合物や硝酸イオンのリサイクル法を開拓し窒素循環を実現
- ✓ 環境中有害物質（排ガス中のCO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、家畜から排出されるCH<sub>4</sub>等）の資源化により、すべての物質を回収・再利用し永遠に循環利用する「完全サステナブル社会」の実現
- ✓ 安全・安心なリン資源の確保

## 1 4 . 建設現場の完全無人化で危険作業を一掃

### 背景

- ✓ 2050年頃には世界人口の7割が都市に生活し、新興国等では**インフラ不足化**が深刻化。一方、都市機能をインテリジェント化した**スマートシティ**の取組も世界各地に拡大。
- ✓ 日本では、**老朽化インフラ**が問題化し、今後40年間のメンテナンス経費は547兆円にも達すると見通される中で、**建設現場の効率化**が不可避。
- ✓ 一方で、工事現場を支える**技能労働者・技術者の入職者**は激減しており、若手入職者の減少ではH4~H23年度比較で高卒約6割減、大卒・院卒等約4割減と顕著。

### 未来創造の姿

- ✓ 労働力不足問題や**危険作業**から解放された**快適な建設産業の実現**。
- ✓ 世界に先駆けた**完全無人化施工技術**の確立により、**日本の建設産業**が海外へも展開。
- ✓ 将来的には**極圏・海底**、さらには**月面**などの**極限環境**にも適用可能になり、**人類の宇宙進出**にも貢献。

### Inspiring

- ✓ **インフラ老朽化対策**への解決策。
- ✓ 完全に**安全で超効率的な建設現場**が実現。
- ✓ 極限環境下での施工実現や材料開発により、将来の**宇宙進出も視野**。

### Imaginative

- ✓ 建設産業の**担い手不足**は**解消**され、**快適環境**下での施工が実現。
- ✓ メンテナンスコストも劇的に改善し、**世界のインフラ市場**を日本が**席巻**。
- ✓ スマートシティなどの**新しい都市構築**に対応する**インフラ整備**手段にも適応。

### Credible

- ✓ 3次元図面情報に基づく、複数建設機械、**3Dプリンター**等の**協調施工技術**開発が進展中。
- ✓ 自動化に対応した**コンクリート系新材料**技術開発が進展中。
- ✓ 革新的**センサ**、**アクチュエータ**、**モビリティ**を有する**ロボット**や**ドローン**を開発。

### 一般公募の提案概要

- ✓ インフラメンテナンスの**完全自動化**
- ✓ **ドローン**、**衛星**、**人工知能**による**インフラ全自動点検**
- ✓ **マインクラフト**のように**ロボット**が**自動建築**
- ✓ **巨大人間型ロボット**による**災害救助**、**建築**、**土木工事効率化**
- ✓ **自己製造・修復**を実現する**ロボットコミュニティ**による**月面都市**の**自立構築**
- ✓ **インテリジェンス**を持った**社会インフラ**の**開発・整備**
- ✓ **ドローン**と**レーザ3Dプリンタ**を用いた**交通インフラ自動修繕ロボット**の開発

## 15. 誰もが快適に楽しく生きられる人の機能アップ

### 背景

- ✓ 我が国の生産年齢人口は減少を続け、2065年には約4割減になると推計。
- ✓ 一方で、高齢者の若返りが見られ、就業率上昇など、高齢者像が大きく変化。
- ✓ こうした中、どのような心身の状況であっても働く希望に応えられる環境を整備し、労働人口の増加や、労働生産性の向上を目指すことが重要。
- ✓ さらに、身体的な制約なく生きがいをもって生活し、社会参加が可能となる条件整備が求められる。

### 未来創造の姿

- ✓ ヒトの認知・身体機能を任意に回復・アップできるツールを開発することで、日々変化する個々人の状況や希望等に合わせ誰もが安全かつ快適に働き、暮らせる社会を実現。

### Inspiring

- ✓ 少子高齢化社会であっても、労働生産性が維持・向上。
- ✓ いかなる心身の状況であれ、本人の価値観に基づき、暮らすことができる。

### Imaginative

- ✓ 低下・喪失した機能を革新技术により補完し、だれもがより快適に、自律的な生活や社会参画が可能に。
- ✓ 誰でも苦手とする能力を外部から付加し、活躍機会が飛躍的に拡大。

### Credible

- ✓ 意味を理解し、人に伝達できるAI。
- ✓ 意思の表明・機械操作を可能とするBMI(Brain Machine Interface)技術。
- ✓ 身体機能を補完・拡張する高性能アクチュエータ。  
など

### 一般公募の提案概要

- ✓ 非侵襲的に脳から大量の情報を正確に読み出しコンピュータと接続する技術の開発
- ✓ ヒトの五感を拠り所に、末梢から中枢まで一体として捉える革新的なセンシングシステム開発、感覚器官欠損者への感覚補完デバイス開発により、人間能力を拡張する
- ✓ 人の知識や記憶を拡張する一般常識と専門知識を理解できるAIの開発、膨大な知識・記憶に高速に人がアクセスできるBMI研究、情緒的精神活動の理解とICTへの実装
- ✓ あらゆる世代の心と身体の健康を長く保ち、かつ個々人の潜在能力を最大限に引き出すための脳科学、人工知能、ロボティクス等の最先端技術
- ✓ 健康寿命の延伸と健康な間は快適に働ける社会実現のための超センシング/アクチュエーティング技術の開発

## 16. ポストインターネットの創造

### 背景

- ✓ 現在、インターネットが「情報スーパーハイウェイ」として、あらゆる「デジタル情報」を伝達しているが、**フェイクニュースの拡散問題**や、ネット通販による**物流の圧迫**、**プライバシー侵害・情報セキュリティへの不安**など、**インターネット自体に起因する新たな社会課題が発生**。
- ✓ **Data Free Flow with Trust**を実現するSociety5.0を支える、**新たなプラットフォーム**が求められるところ。

### 未来創造の姿

- ✓ **個々人が必要とする信頼のおける情報が提供され**、**あらゆるモノがデジタル化されて最寄りの場所でモノづくりを行うことが**、**プライバシーやセキュリティも十分に保証された新たなインターネットを創造する**。

#### Inspiring

- ✓ 膨大な情報から**必要な情報が瞬時に抽出**。
- ✓ 社会を**分断・競争から共栄へ変革**。
- ✓ 「情報化社会」の現実を踏まえた、**Society5.0にふさわしいインフラ**の確立。

#### Imaginative

- ✓ 物流に伴うあらゆる社会課題（**過重労働・交通渋滞・高コスト**）を**解消**。
- ✓ 「**本当になんでもネットで手に入る**」時代を実現。

#### Credible

- ✓ 映画を一瞬で端末まで送る**超高速通信技術**。
- ✓ **モノをデジタル化・実物化するスキャン・再現技術**。
- ✓ **人に寄り添ったAI**。
- ✓ **絶対安全な暗号**。

### 一般からの提案概要

- ✓ 情報通信容量は爆発的に増加することが予想され、通信容量の増大が急務
- ✓ 住空間の情報化、デジタル化、自動化が全く進んでいない
- ✓ 公衆環境における個人情報保護と信憑性の確保を実現する新たな技術
- ✓ 誰も膨大な情報から、必要なものを取り出し、適切に活用することで、あらゆる個人の能力を引き出し、また人間性豊かなコミュニケーションを実現する
- ✓ これからの社会で知の拡大を支えるには、知の流通の新たな方法論の確立とこれを実現する情報インフラの飛躍的発展が不可欠
- ✓ 全て家庭で3Dプリンタ等で必要なときに必要なものを生産することができるようになれば、物流や在庫にまつわる様々な無駄な資源の浪費をなくすることができる

# 17. Quantum CREATION –量子による世界の再創造–

## 背景

- ✓ **量子技術**は、近年の技術進展に伴い、量子コンピュータや量子計測・センシング、量子通信・暗号、量子マテリアルなど、**現在の常識を凌駕し、将来の経済・社会に大きな変革をもたらす技術**として期待。
- ✓ **米欧中は**、将来の**国家安全保障や経済的競争力を左右する技術と認識**。国家戦略上の重要技術と位置づけ、研究開発投資の拡充等の取組を急速に展開。

## 未来創造の姿

- ✓ 量子技術によって、既存技術が支配する**情報通信・医療・環境エネルギー等のあらゆる分野の産業・社会の限界を突破**。既存技術を置換し、新たな価値や世界観を創造。
- ✓ 例えば、AIとの融合による**超省エネ高精度AIの実現**や、**バイオとの融合による小型精密医療診断**、ICTとの融合による**既存インターネットの置換**など、既存市場・システムの再創造を目指す。

### Inspiring

- ✓ 省エネ・大容量・高機密な**量子インターネット**で**情報インフラを刷新**。
- ✓ リアルタイム代謝イメージングで**薬効高速判定**。
- ✓ 超省エネ・創エネデバイスによる**エネルギー問題の抜本的解決**。

### Imaginative

- ✓ 複雑な**社会問題を量子AIで瞬時に解決**し、最適なソリューションを提供。
- ✓ 大病院でしかできない高度な検査を、**健康診断で手軽に実施**。
- ✓ **宇宙の根本原理解明と新たな物理パラダイム**。

### Credible

- ✓ **小規模量子コンピュータが実現**。各国、熾烈な**大規模化競争を展開中**。
- ✓ あらゆる計算機に対し**絶対**に**安全な暗号**を開発。
- ✓ 従来の感度・精度を桁で上回る量子センサ。

## 一般公募の提案概要

- ✓ SOCIETY 5.0を実現するために必要な基盤技術は、室温動作の量子コンピューティングの実現である。量子コンピューティングの実現がAI、医療、自動運転などすべての技術を次のステージに上げることが可能である
- ✓ 量子暗号通信、量子コンピュータ等を活用した情報ネットワークの物理的な完全保障が人類の課題
- ✓ 情報通信の増大に対応できるスピントロニクスを活用した超大容量メモリ等の大胆な発想が不可欠
- ✓ 量子生物学を応用したBio-mimic技術を活用し、高効率の人工光合成、太陽光発電の実現・がん治療、食料増産、医薬品の遺伝子編集・全く新しいセンシング技術による次世代の高度情報化社会を実現

# 18：小型探査機による火星レース「マーズショット」 －2023年までに火星に到達、水・酸素等の探査－

## 背景

- ✓ 地球近傍宇宙圏は、成長を続ける宇宙産業（2017年約40兆円、対前年2割増）の新フロンティアとして期待。
- ✓ 1970年代には旧ソビエト連邦や米国が火星に到達、現在は各国政府主導で大型の火星科学探査衛星プロジェクトが進行中。
- ✓ 今後、ベンチャー企業や非宇宙産業企業の参入を加速することが重要。

## 未来創造の姿

- ✓ 民間の革新的宇宙技術への果敢な挑戦を官が支援することにより、まだ存在していない宇宙経済圏において、新たな価値創造を生み出し、日本発の宇宙産業を創出。
- ✓ 将来の火星移住の前提となる、生命維持に重要な火星の水・酸素等の実態把握。

### Inspiring

- ✓ 打上げ手段を日本政府が準備することで、宇宙空間からスタートするレースを実現。
- ✓ サステイナブルな火星開拓に必要な技術面・制度面の検討の端緒（通信電磁波の割当等）。

### Imaginative

- ✓ 小型相乗り探査機を利用した低コスト・高頻度な宇宙機の製造技術・制御技術の向上。
- ✓ 日本の「信頼性の高い小型」技術が火星開拓を牽引。
- ✓ アワード方式の導入など新方式による競争性の確保。

### Credible

- ✓ 日本は2014年に超小型深宇宙探査機「プロキオン」を「はやぶさ2」との相乗り打上げに成功、世界最高の技術を実証。
- ✓ 2023年までに探査機の火星到達。日本が得意とする電磁波小型センサ技術により水・酸素等を測定。

## 一般公募の提案概要

- ✓ 人類生存圏・経済圏の拡大、宇宙居住、月利用・月開発（スペースコロニー、宇宙環境都市、月面都市、月地下都市、宇宙植物工場、宇宙版「地産地消」、閉鎖空間の生命維持・安全対策）
- ✓ 宇宙機の革新的電気推進技術の開発、火星飛行機の開発
- ✓ 太陽系内どこでも宇宙天気予報サービス
- ✓ 無人化・省エネ化・自動化技術による宇宙探査・宇宙開拓
- ✓ 惑星間の高速・大容量通信技術、探査機情報のリアルタイム把握
- ✓ 宇宙における水・食料・資源・エネルギー等の確保（人工光合成、宇宙バイオ、水再生・循環、廃棄物リサイクル、排泄物から栄養）
- ✓ 宇宙利用のELSI（倫理・法・社会的な課題の研究）

# 19 : サステイナブルな宇宙利用「宇宙版 3R」

-2030年に衛星燃料補給ステーション開設 & スペースロードサービス開始-

## 背景

- ✓ 気象予報、通信・放送、測位・災害把握等に活用される**衛星等は極めて重要なインフラ**。
- ✓ スペースデブリ（宇宙ゴミ）は指数関数的に増加しており、将来、衛星等の利用が困難になれば、**産業活動への悪影響のみならず、快適な日常生活や暮らしやすさに支障**。
- ✓ 日本の強みであるスペースデブリ除去技術を**官業ではなく民間のビジネスチャンス**に。
- ✓ このため、宇宙軌道上で**衛星等の3R（Reduce、Reuse、Repair）技術**を発展させ、スピノフも含めて民間企業を惹きつけ、**事業化につなげる**。

## 未来創造の姿

- ✓ 衛星等の3R（衛星の燃料補給、補修、修理）が民間企業の新規参入と迅速な災害対応・減災にも不可欠な宇宙インフラの発展を支え、**サステイナブルな宇宙利用を実現、産業競争力が向上し、生活面での利活用も促進**。
- ✓ また、例えば**自律管制技術**（自律判断・制御・通信技術等の英知を結集した宇宙版自動走行技術）が、AI・ロボティクス・通信等に**技術的ブレークスルーや宇宙産業以外の産業へもスピアウト**を生み、衛星群による災害監視など幅広い分野に貢献。

## Inspiring

- ✓ ロケット以外の選択肢を提示(打上延期も回避)。
- ✓ **宇宙産業のゲームチェンジ（日本がルール・メイク）**。
- ✓ 衛星の自律管制技術等は、産業への波及や**災害対応等にも貢献**。

## Imaginative

- ✓ 小型衛星群の自律管制技術による**サステイナブルな宇宙インフラの定着**。
- ✓ 大型衛星等の飛躍的な**長寿命化の実現**。
- ✓ 3Rが**宇宙ビジネス・エコシステム**として持続。

## Credible

- ✓ **2029年までに衛星等の接近・ドッキング技術、自律管制技術、モジュール化やデブリ除去迅速化等を実現**。
- ✓ 2030年に、宇宙版3Rプラットフォームでの民間サービスを開始。

## 一般公募の提案概要

- ✓ 軌道資源の安定的・持続的利用の保証，即ち，宇宙ゴミの削減・除去による宇宙環境の改善は，最先端技術で解決すべき大きな社会課題
- ✓ 宇宙ゴミは、放置すれば衝突などにより指数関数的に増殖することが予測され、有限の世界資産である衛星軌道の利用価値を大きく減ずることが懸念
- ✓ 人工衛星の点検や修理・燃料補給によりデブリ化を予防し、デブリ化した衛星をレッカー（大気圏に突入させて除去）する宇宙版のロードサービスが必要
- ✓ 宇宙環境保全のため、メガコンステレーション構想の登場に伴う宇宙状況把握(SSA)、宇宙空間の交通管制(STM)強化と衝突防止対策が喫緊の課題

## 20. 海の恩恵を最大限に活かし「食料・資源大国日本」へ

### 背景

- ✓ 我が国は、国土面積の12倍の排他的経済水域（約447万km<sup>2</sup>、世界第6位）、約65万km<sup>2</sup>もの大陸棚を有し、海洋の潜在的可能性は極めて大きなものが期待される場所。
- ✓ 近年、日本近海の海底には、マンガン、コバルト等の鉱物資源が広く分布していることが判明。
- ✓ また、世界的に水産物需要の高まりと、水産資源の減少がみられる中、我が国の高度な養殖技術等を世界に展開し、ウナギ・クロマグロ等の資源量回復、水産資源の持続的な利用をリードしていくことが重要。

### 未来創造の姿

- ✓ 海洋空間が有するポテンシャルを最大限に引き出し、獲得される資源量を飛躍的に増大し、食料・資源大国を目指す。

### Inspiring

- ✓ 近海・海底を希少資源の宝庫に。
- ✓ 海洋牧場から誰もが手が出るウナギとクロマグロが食卓へ。
- ✓ 海が大規模農場に。

### Imaginative

- ✓ 日本の海洋探査技術が世界をリード。
- ✓ 洋上の海洋牧場で魚を大量養殖し、資源量を劇的に回復。
- ✓ 養殖・海上農業で離島経済を活性化。

### Credible

- ✓ 世界に誇る日本の深海探査技術。
- ✓ 洋上に直径数百メートル以上の巨大生簀を開発。
- ✓ 生物多様性条約等でも「生物多様性に配慮した増殖と持続的な養殖生産」も目標。

### 一般公募の提案概要

- ✓ 今後の水産需要増に応えるため、水産資源の持続的成長と安全に養殖生産量を向上させる新たな養殖方法を確立
- ✓ 新たな資源を広いEEZ等で積極的に獲得する海洋ロボットの開発
- ✓ 再生可能エネルギーを利用した人工湧昇海域を作り、餌となるプランクトンの量を高く保持することで、魚の量を増加
- ✓ 自立稼働可能なセンサー等を用いた地球温暖化、水産資源分布や資源量の変化等日本周辺海域の自然現象や人的活動の時空間的に網羅的な実態把握や予測

## 2 1 . 海中・海底のGPS計画

### 背景

- ✓ 海底地形の把握は、船舶・AUV（自律型無人潜水機）等の航行の安全確保、地震・海底火山の予測、資源探査など様々な効果が期待されており、我が国は、水中無人探査機等を活用した深海の海底調査技術で世界をリード。  
(昨年末にJAMSTEC等の日本チームが海底マッピング技術を競い合う国際コンペティションの決勝大会に進出)。
- ✓ 一方、海中にはGPS衛星の信号が届かず、光や音波の減衰も著しいことから、水中探査機の高精度の測位や、微小な地殻変動の把握などが困難。我が国の技術優位性を活かした技術開発が必要。

### 未来創造の姿

- ✓ 海中・海底における位置情報や海底地殻の状況等を詳細に把握できる国際的なプラットフォームを構築して海洋開発や地震防災等の飛躍的な進展を図り、新たな海洋ビジネスをリードする。

#### Inspiring

- ✓ 海中・海底の位置情報の詳細な把握を可能とし、海洋開発の飛躍的進展につなげる。

#### Imaginative

- ✓ 海中・海底の詳細な位置把握によりメタンハイドレート、海底鉱床等の開発に貢献。
- ✓ 海溝型地震、海底火山等の活動情報の把握による防災減災の実現。

#### Credible

- ✓ 地殻変動の即時把握が可能な光センシング。
- ✓ 誤差の少ない量子ジャイロスコープを搭載した自律型AUVの開発。
- ✓ 音響等を用いた水中通信・測位技術の開発及び海域の基地整備。

### 一般公募の提案概要

- ✓ 海域におけるセンシング（光ファイバー等）技術、探査観測技術や、ドローン等を活用した海中・海底ロボット技術、土木技術の飛躍的な発展が必要
- ✓ 国益保全保護を目的とした、気象・海洋データ、地震防災など多目的な海洋環境モニタリングシステムの整備
- ✓ 自律制御ロボットによる海洋探査及び海洋データの取得
- ✓ 人工衛星で大気を測るように、海の中を時空間的に測る技術を創出
- ✓ 水中無線電力情報伝送、自律型無人潜水機、海底ステーションの開発