

フロンティア領域の探索と育成について

2025年12月8日

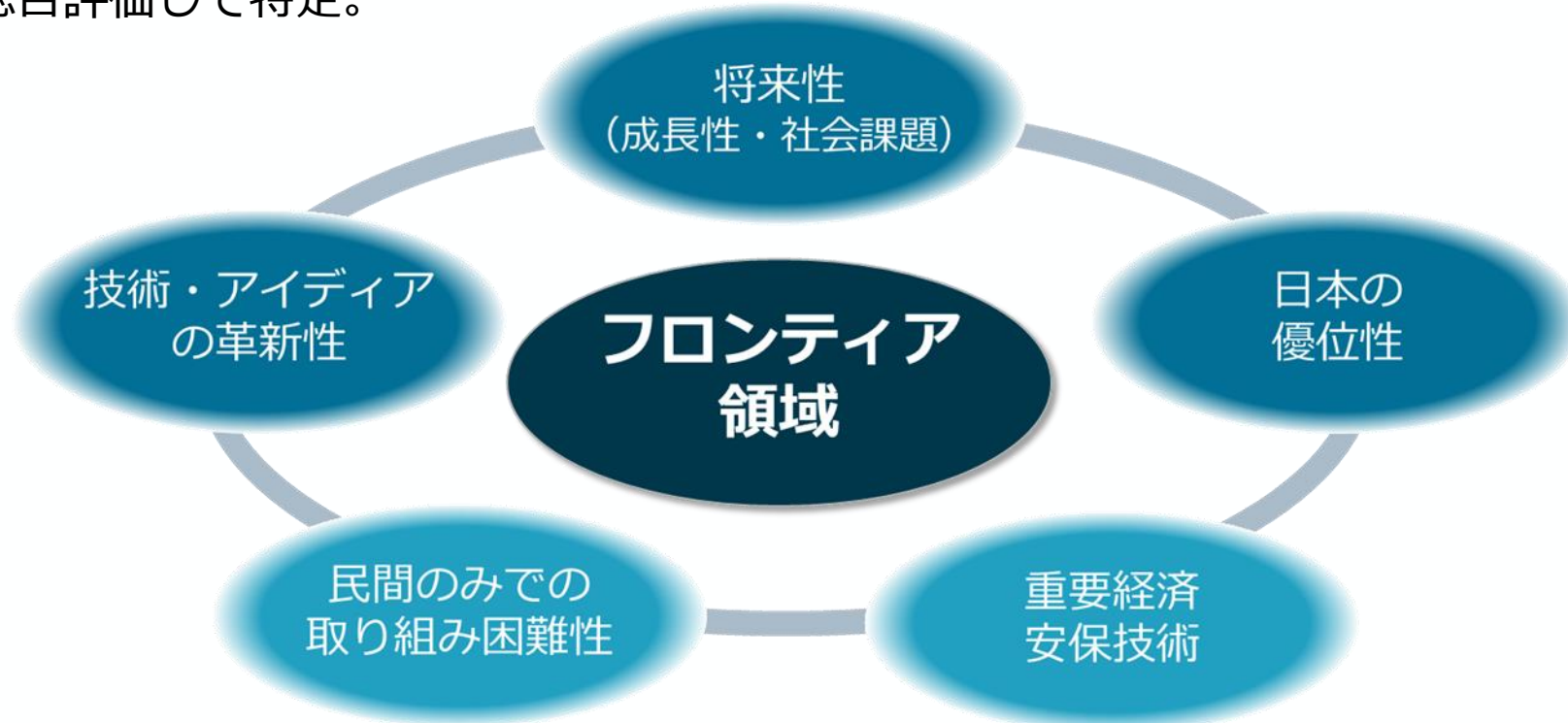
イノベーション・環境局

フロンティア領域の探索と育成

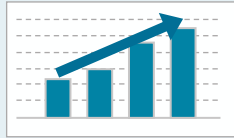
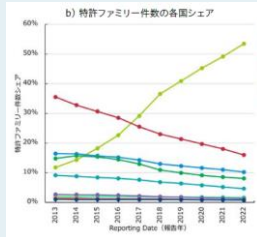
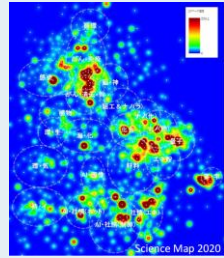
世界中で様々な領域において同時並行的にテクノロジー・ブレイクスルーが発生している時代において、日本の次の飯のタネになりうる「**フロンティア領域**」を探索し、**集中的な育成を進めていくことが必要**。

その際、諸外国の動向や民間企業の取組を参考にしつつ、外部ヒアリング等も導入しながら検討を行い、さらに予算執行への反映及びフィードバックを行う等、PDCAサイクルを回して、**トライアンドエラーを繰り返しながら、継続的な活動としていく**。

「フロンティア領域」とは、日本の「**次の飯のタネ**」となるような先端技術領域であり、①**将来性**、②**技術・アイデアの革新性**、③**日本の優位性**、④**民間のみでの取り組み困難性**、⑤**重要経済安保技術**の5つの観点から総合評価して特定。

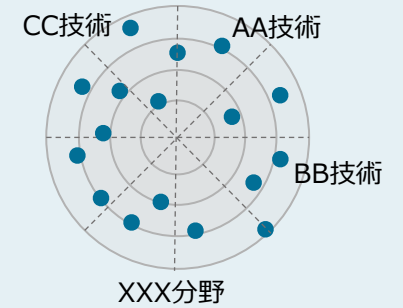


フロンティア領域の探索



特許・論文等マクロデータ
(NISTEP、
CRDS、e-CSTI等)

分析手法、分析すべき観点等
(政府機関、
大学、企業)



マクロ分析を通じた有望領域の抽出

有望領域の評価

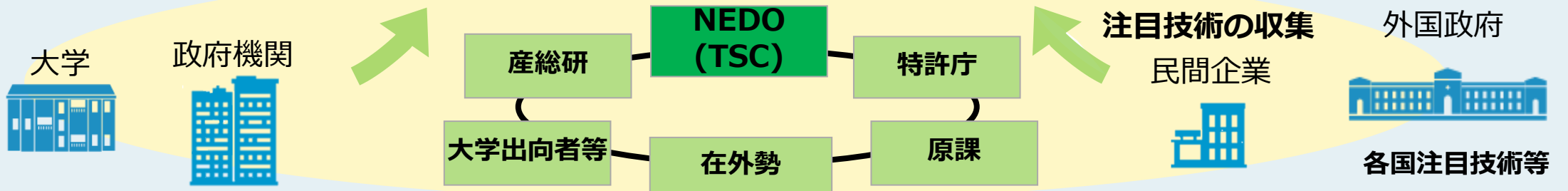
経産省が考える
フロンティア領域

トップダウンアプローチ

ボトムアップアプローチ

有望領域の評価

個別技術の探索も含めた有望領域の検討



フロンティア領域の育成

フロンティア・チャレンジ予算

フロンティア育成事業（委託型）

- ✓ 優れた先端技術領域の育成のため、**フロンティア領域を特定し、研究開発課題を設定。**
- ✓ **課題の解決策を公募し、研究開発を推進してイノベーション創出につなげる。**

NEDO Challenge（懸賞金型）

- ✓ 技術課題や社会課題の解決に向け、**多様なアイデアを取り込むため、コンテスト形式により懸賞金型の研究開発方式を導入。**
- ✓ テーマの特性に応じて参加者にとって魅力的なインセンティブを設計し、**特定の技術・手法に依らず、野心的挑戦を喚起し、イノベーション創出につなげる。**

基幹産業化

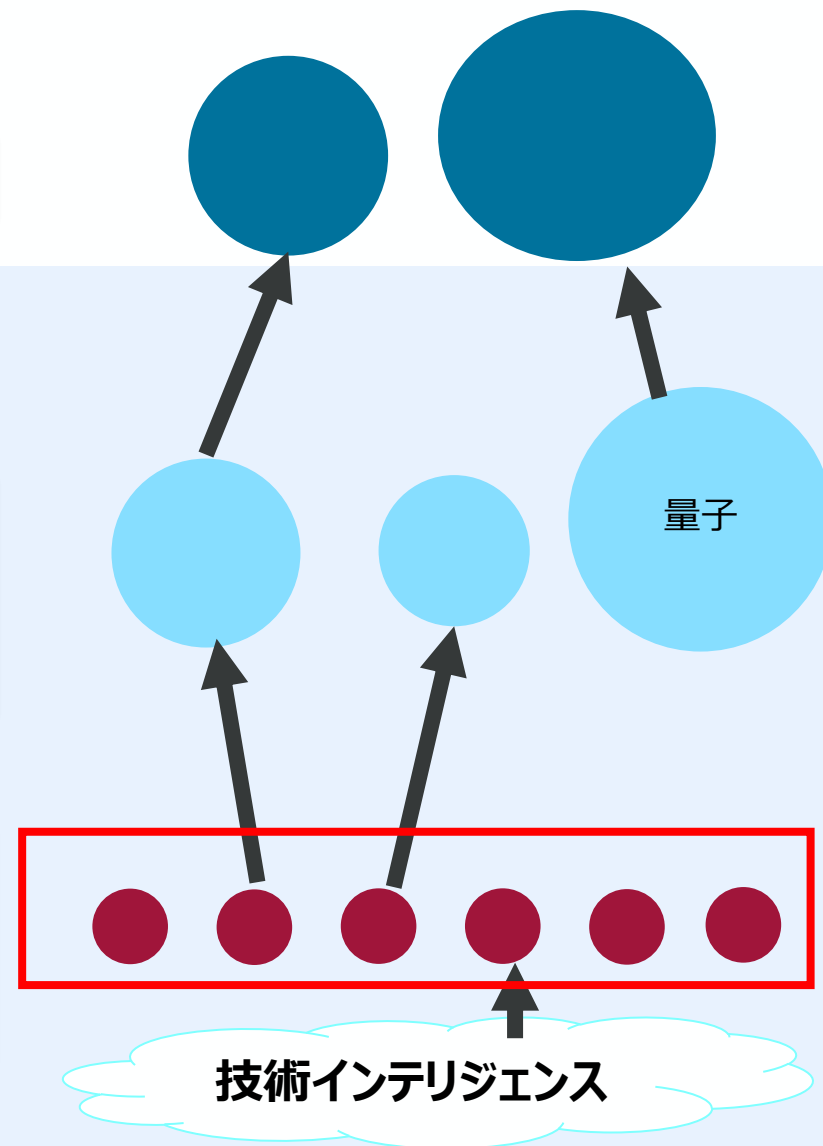
フロンティア領域

飛躍予算

飛躍予算を活用して、**ナショナルプロジェクトとして実施**

チャレンジ予算

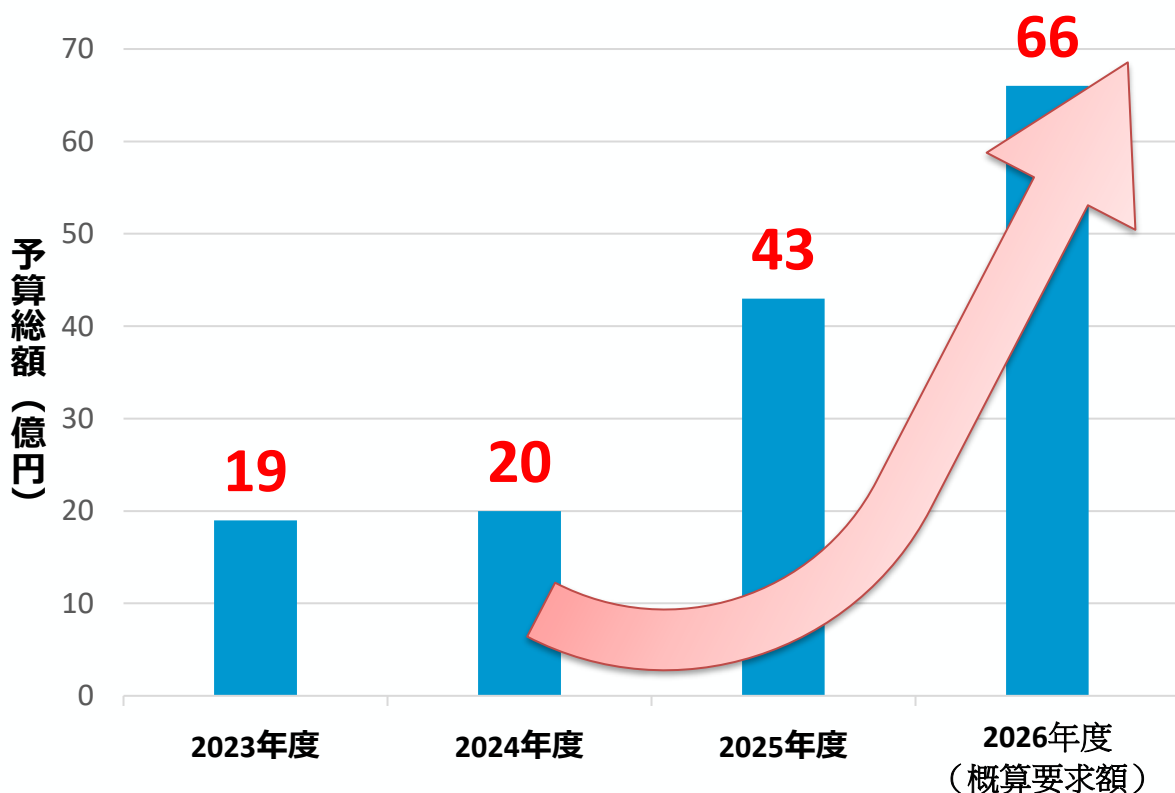
失敗を恐れずに様々なアイデアをアジャイルに**試行**



フロンティア・チャレンジ予算と飛躍予算

- フロンティア育成事業・懸賞金事業の活用を通じて、フロンティア領域の探索において特定した領域を集中的に育成していく。
- そのために必要な両事業の**予算要求額を増加させながら、継続的に支援を実施。**

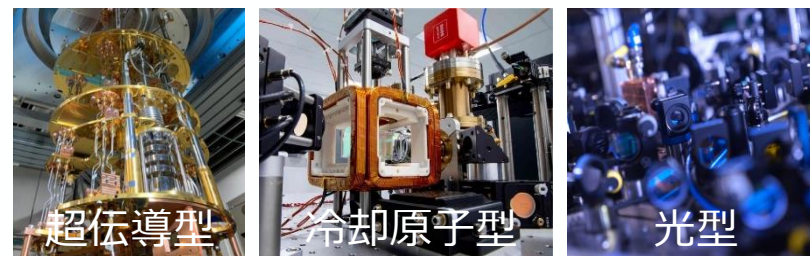
フロンティア育成・懸賞金事業の予算総額



飛躍予算 (例：量子)

量子コンピュータの産業化に向けた開発の加速及び環境整備
【R6年度補正:518億円(国庫債務負担行為を含め、**3年1000億円規模**)】

G-QuAT落成式の様子



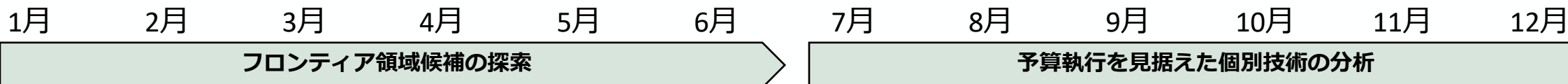
量子コンピュータ主要方式の例



産総研の開発センター「G-QuAT」

2025年の取組

- 今年度は、以下の**4分野25領域**に着目して、①将来性、②技術・アイデアの革新性、③日本の優位性、④民間のみでの取り組み困難性、⑤重要経済安保技術の5観点から評価。
- 評価を踏まえて領域を絞り込み、具体的な予算執行を見据えた分析を行った上で、以下の**6領域を重点フロンティア領域**として特定。これらの領域について、**来年度のフロンティア育成事業**で取り組んでいく。



今年度の評価対象とした領域

エネルギー・環境	材料・デバイス
1. 地下未利用資源の活用 2. 長期エネルギー貯蔵 3. CO2回収・貯蔵 4. CO2利用 5. 資源循環	14. フロンティアマテリアル 15. フォトニクス 16. 半導体 17. スマート材料開発 18. 次世代計測
バイオ・ライフ・ヘルスケア	情報・システム
6. ブレイン・ニューロテック 7. プログラム医療機器 (SaMD) 8. マイクロバイオーム 9. フードテック 10. バイオものづくり 11. リビングデバイス/マテリアル 12. 生体モデリング 13. 分子ナノテクノロジー	19. 量子 20. 次世代コンピューティング 21. 次世代AI 22. 次世代通信 23. ヒューマンロボットインタラクション 24. 次世代ロボティクス 25. 次世代分離台帳

イノベーション小委員会

詳細分析の対象とする領域の絞り込み

重点フロンティア領域

- 天然水素
- 海洋CDR (※)
- ブレイン・ニューロテック
- フロンティアマテリアル
- 量子センシング
- 海洋ロボティクス

※CDRとはCarbon Dioxide Removalの略で、二酸化炭素除去の意味。

イノベーション小委員会

フロンティア育成事業の公募開始

天然水素

天然水素は自然で生成される水素ガスであり、低炭素水素の新たな供給源として、米国等の諸外国において関心が集まっている。天然水素の取得方法は、①自然に貯留・蓄積している水素を回収する「貯留水素」と、②地下を反応場として水素生成反応を促進し回収する「増進水素」の2種類に大別される。

諸外国では、商用化を見据えたプロジェクトが進んでいる「貯留水素」の実用化が見込まれている一方で、「増進水素」については近年取組みが開始されたところである。我が国は、①カンラン石などが蛇紋岩化する過程で発生する天然水素の生成環境（火山帯・カンラン岩・地下水など）が整っている可能性があり、②地質・地化学研究者や水素分離など関連技術者が数多く存在するなど、日本の優位性も踏まえると「増進水素」についても我が国で今後大きく成長する可能性があるため、戦略的に取り組むべき分野と考える。

来年度以降のフロンティア育成事業において、「増進水素」の開発を念頭においた**有望地の探索・選定及び実用化に必要な基盤技術の開発**を行い、我が国における「増進水素」の産業化に向けた成長を目指していく。

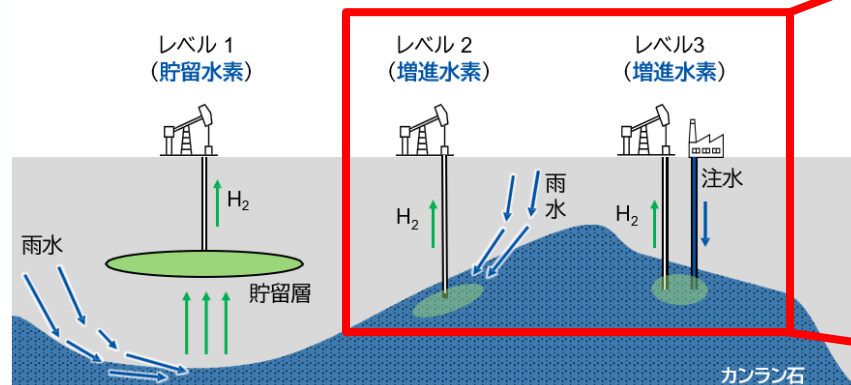
天然水素の種類

フロンティア育成事業の方向性

天然水素の種類

貯留水素(レベル1): 自然に貯留・蓄積した水素を発見し回収。存在は稀であり、アクセス可能性、生産量も不十分である可能性が高い

増進水素(レベル2・3): 人工的に水素生成反応を促進して水素を回収。貯留と比較して工数が多いが、地理的制約が少ない



参照：NEDO_TSC主催天然水素WS NEDO公開版資料より抜粋
<https://www.nedo.go.jp/content/800034764.pdf>

有望地の探索・選定	探査、試験、資源量評価、安全性評価、経済性評価等による有望地の探索・選定
基盤技術の開発	高度な探索技術、破碎技術、水素増進技術、水素回収技術、モデリング技術、モニタリング技術、リスク管理など「天然水素」の実用化に必要な要素技術の開発

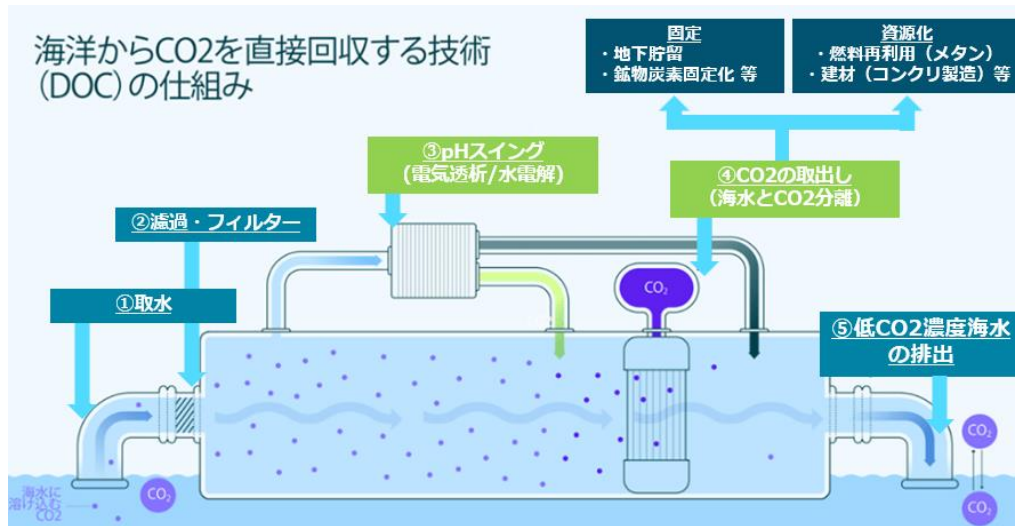
海洋CDR

海洋CDR（※）とは、海洋に注目したCO2除去技術である。特に注目しているDOC(Direct Ocean Capture)は、水電解／電気透析法を用いて海水からCO2を直接取り出す技術であり、カーボンニュートラルの実現に資するほか、金属イオン回収、海水淡水化プラント等の広範な市場にも貢献し得る技術と言われている。

※CDRとはCarbon Dioxide Removalの略で、二酸化炭素除去の意味。

海外では、2020年頃から海洋CDR関係のスタートアップが急速に立ち上がりつつあり、海洋CDRへの重点支援が始まっている。日本においても、海水からCO2を回収する技術を含むグリーンイノベーション関連技術が近年注目を集めている。技術成熟度が低いDOCは、日本の優位性を発揮し得る膜技術の開発がコアとなることに加え、世界第6位の広大な管轄海域を有する海洋国家という地理的優位性も有することから、これらの研究開発の強みや島国という地の利を活用し産業創出を目指す。

フロンティア育成事業を通じて、DOCの産業化に向けた産業界の投資機運の醸成及び海水からのCO2回収コスト削減に貢献する研究開発支援を実施する。



スタートアップ (設立年)	分類	国	内容
Carbon Blue (2022年)	DOC	イスラエル	・イスラエルのワイツマン研究所で物理学博士号取得のDan Deviri氏らによって設立。 ・水から溶存する二酸化炭素を除去するためのカルシウム・ケミカル・ループを使用。
SeaO2 (2021年)	DOC	オランダ	・デルフト工科大学のスピンアウト。 ・海水からCO ₂ 除去するための電気化学的海洋直接捕獲法。
Ebb Carbon (2021年)	DOC 海洋アルカリ化	米国	・Google X、Tesla、SolarCityの元幹部らが創設。 ・電気透析。 ・海洋CO ₂ 除去システム/海洋脱酸システムをパシフィック・ノースウェスト国立研究所(PNNL)施設に設置。 ・海水を水酸化ナトリウムと塩酸に分離し、NaOHだけを海に戻すことで海水の酸性化を抑制。
Captura (2021年)	DOC	米国	・カリフォルニア工科大学のスピンアウト ・電気透析。薄膜複合中空糸膜を用いた、海水からの効率的なDOC技術を開発。 ・商船三井が、2025年3月にDOC由来のCO2除去クレジット購買契約締結（世界初）。
Planetary Hydrogen (2019年)	海洋アルカリ化	カナダ	・2025年4月、イーロンマスク財団がスポンサーとなる“X-PRIZE Carbon Removal”にて、1300以上のチームのうち、わずか2つの枠であるXFACTOR賞を受賞し、100万ドルの賞金を獲得。

出典：商船三井のHP「世界初、Direct Ocean Capture由来の技術ベースCO2除去クレジット購買契約を締結」(<https://www.mol.co.jp/pr/2025/25039.html>)を基に、経済産業省が作成

出典：https://arc.asahi-kasei.co.jp/member/watching/pdf/w_347-01.pdf、各HPを基に、経済産業省が作成

ブレイン・ニューロテック

ブレイン・ニューロテックは、専用の機器で脳活動を計測し、計測したデータを活用してアプリケーションや製品に応用する技術である。また、自動車、マーケティング、エンタメ、ヘルスケア、教育・人材育成等の広範な市場に貢献する技術とされている。

近年、米国をはじめとした諸外国における、本領域を戦略分野に設定する動きや多額の資金調達に成功したスタートアップの登場等から、**本領域の研究開発について世界的に注目**が集まっている。本領域においては、質の高いデータを多く取得するために必要となる、安全に質の高い脳波等のデータを取得するための技術が重要である。日本は、そのコアとなり得る**電極・伝送機器向けの材料・デバイス技術に一定の優位性を有していることから**、今後、我が国においても本領域は大きく成長する可能性があり、戦略的に取り組むべき領域と考える。

フロンティア育成事業を通じて、ブレイン・ニューロテックの社会実装に向けた**電極・デバイスの開発や次世代の脳活動計測手法の開発等を支援**することで、国内ブレイン・ニューロテックの**産業化に向けた産業界の機運を醸成**する。

ブレインテックの技術例



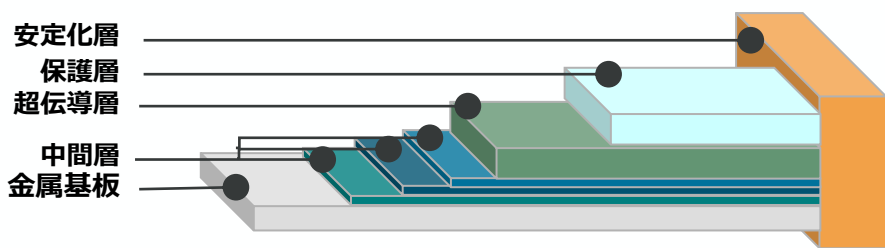
フロンティアマテリアル

フロンティアマテリアルは、様々な将来技術の実現に資する先進的な材料である。材料構造を人為的に操作して新機能を発現させた人工物（メタマテリアル）や宇宙、深海等の極限環境で利用可能な材料（極限マテリアル）がその例である。

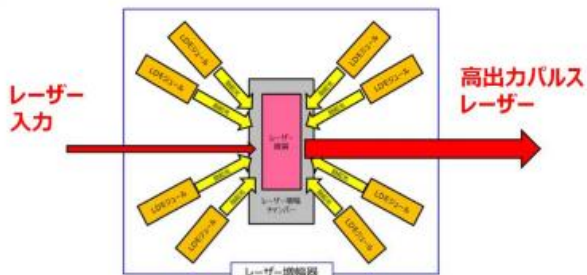
このうち、極限マテリアルは、①宇宙航空産業、リニア新幹線、エネルギープラントなど注目度の高い幅広い産業に応用可能な技術であることに加え、②特に超伝導技術やレーザー関係材料は日本が強みを有する領域であることから、我が国として積極的に取り組むべき技術分野と考える。

フロンティア育成事業では、日本の強みを活かせる超伝導技術やレーザー関係材料に着目して、産業用高温超電導電磁石に資する導体の開発、産業用パワーレーザーの実現に必要な光学材料及びデバイスの開発を支援する。この取組みを通じて、極限的な性能を持つ材料の工業生産を実現し、様々な将来技術の実現に貢献していく。

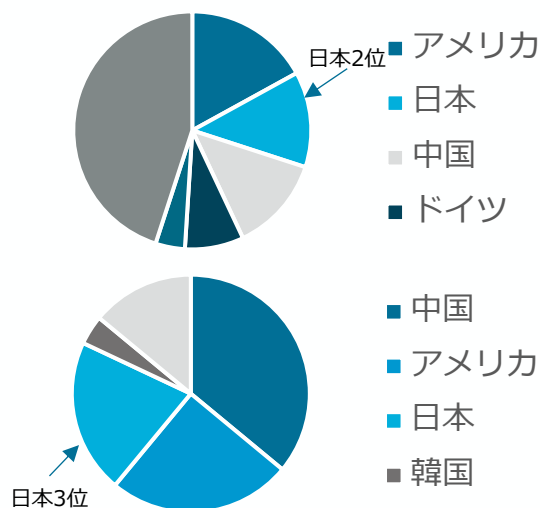
高温超伝導電磁石に資する導体の例（REBCO 線材）



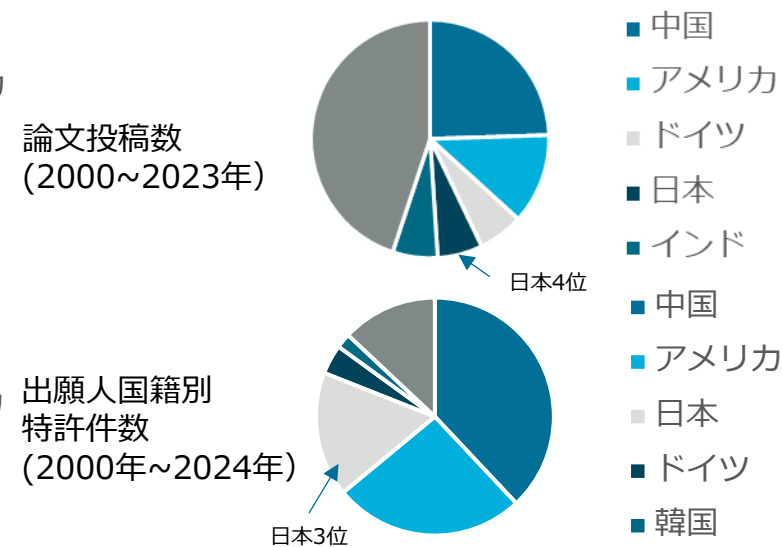
産業用パワーレーザーの例（高出力パルスレーザー）



超伝導技術



レーザー関係材料



量子センシング

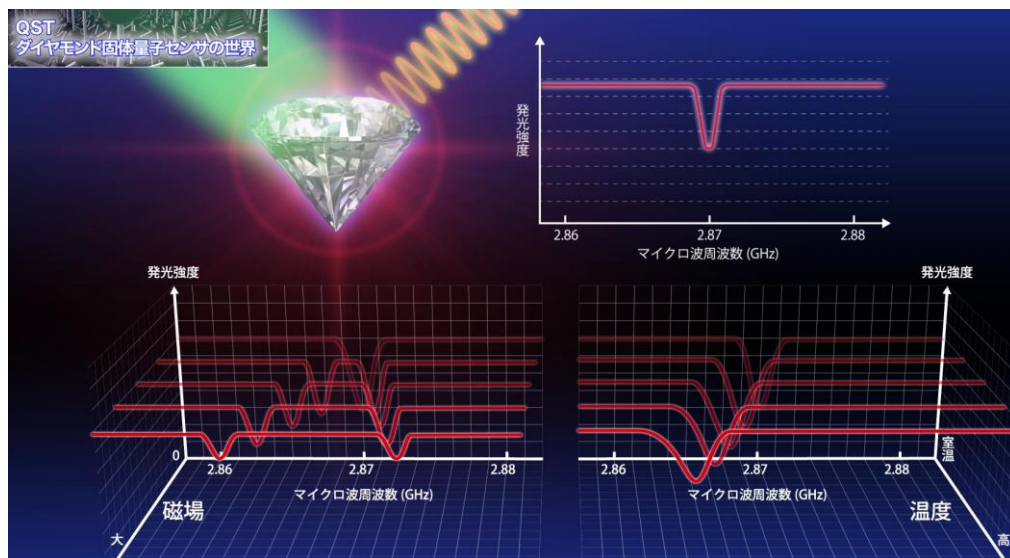
量子センシングは、量子現象を用いて従来技術では測定できない対象・精度の計測を実現する技術である。これは製造、医療、バイオ、自動車、社会インフラ、農業、流通、防衛、エンタメなど広範な市場に貢献し得る基盤技術である。

この分野において、日本は①世界的にも優位な量子技術の基礎研究力と②材料やマイクロデバイスの高度な産業技術等の優位性を有すること、さらに③諸外国ではデュアルユース技術として大きな研究投資がなされている状況も踏まえると、我が国として更に積極的に取り組むべき技術分野と考える。

量子センシングには様々な類型が存在するが、特に**ダイヤモンドNVセンター(NVC)**や**光格子時計・原子時計**は、**量子計算や量子通信など他系統の量子技術にも波及する『量子の結節点』**となり得る技術として重要である。

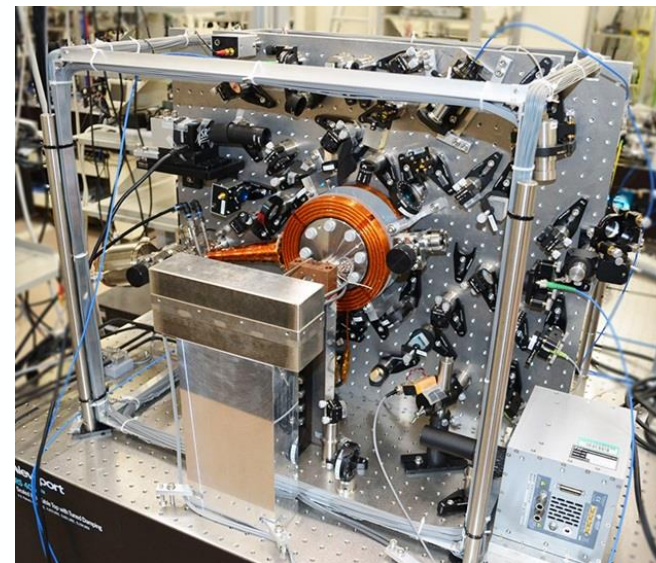
フロンティア育成事業を通じてこれらの技術を支援することで、日本の量子技術の強化と新たな産業創出を目指す。具体的には**ダイヤモンドNVC、光格子時計・原子時計の実用性向上と産業化に繋がる要素技術**について研究開発支援を実施する。

ダイヤモンドNVC



出典：YouTube QST channel「ダイヤモンド固体量子センサの世界」

光格子時計



出典：東京大学 香取・牛島研究室 提供資料

海洋ロボティクス

海洋ロボティクスは海洋環境で活用されるロボット技術で、母船から人が操作する遠隔操作型海中潜水機（ROV）、遠隔操作を必要としない自律型海中無人機（AUV）・自律型海上無人機（ASV）の3種類がある。海洋ロボティクスは、海底資源、海底インフラ、海洋再生エネルギー等の広範な市場に貢献する可能性を有し、デュアルユースとしても重要な技術と言われている。

米国・英国・ノルウェー等の諸外国が、海底油田等の産業ニーズを背景に世界の海洋ロボティクス市場を先導している。一方、日本において、現状、海洋ロボティクスがこうした産業ニーズに支えられるという構図が存在していない。他方、日本は、①世界第6位の広大な管轄海域を有する海洋国家であり、②AUVの運用技術（協調制御等）、③水中音響／水中光通信技術、④トップサイエンティストの存在など、部分的に優位性を有しているため、今後、大きく成長するポテンシャルがある。また、海底資源の開発・利用を通じた重要鉱物のサプライチェーン確保の必要性など、昨今の日本を取り巻く状況も踏まえると、海洋ロボティクスは我が国が戦略的に取り組むべき分野と考える。

フロンティア育成事業を通じて、国内海洋ロボティクスの産業化に向けた産業界の投資機運の醸成及び我が国の海洋ロボティクスの目指すべき絵姿を見据えた研究開発支援を実施する。

出典：JAMSTEC HP
https://www.jamstec.go.jp/mare3/j/ships/deep_sea/index.html



出典：JAMSTEC HP
https://www.jamstec.go.jp/mare3/j/ships/deep_sea/index.html

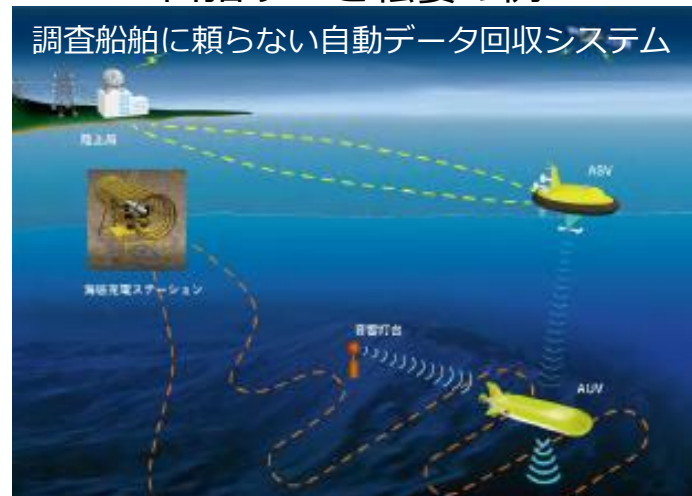


出典：OCEANIC CONSTELLATIONS HP
<https://www.oceanic-constellations.com/xr-constellations/>



出典：UMIAILE HP
<https://umiaile.com/>

目指すべき絵姿の例



出典：AUV官民プラットフォーム第1回全体会議資料
https://www8.cao.go.jp/ocean/policies/auv/call_for_participants/pdf/01/01shiryou_3_1.pdf