

国立研究開発法人 科学技術振興機構 未来社会創造事業（ハイリスク・ハイインパクトな研究開発の推進）

平成29年度予算：3,000百万円（新規）

資料2-2
科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
量子科学技術委員会（第12回）
平成29年5月30日

制度概要

- 我が国の競争力強化のため、**新しい試みに果敢に挑戦し、非連続なイノベーションを積極的に生み出していくことが必要。**
- このため、社会・産業ニーズを踏まえ、**経済・社会的にインパクトのあるターゲット（ハイインパクト）を明確に見据えた技術的にチャレンジングな目標（ハイリスク）を設定し**、民間投資を誘発しつつ、戦略的創造研究推進事業や科学研究費助成事業等から創出された多様な研究成果を活用して、**実用化が可能かどうかを見極められる段階（概念実証：POC）を目指した研究開発を実施。**

事業の特徴

○探索加速型については、国が定める重点公募テーマの設定に当たっての領域を踏まえ、JSTが情報分析及び公募等によりテーマを設定。戦略的創造研究推進事業や科学研究費助成事業等から創出された多様な研究成果を活用して、斬新なアイデアを絶え間なく取り入れる仕組みを導入した研究開発を行う

○大規模プロジェクト型については、科学技術イノベーションに関する情報を収集・分析し、現在の技術体系を変え、将来の基盤技術となる技術テーマを国が特定し、当該技術に係る研究開発に集中的に投資する

※各国ともハイリスク・ハイインパクトな研究開発を重視
EU: Horizon 2020において約27億ユーロ（約3,100億円）/7年
米国: DARPAにおいて約30億ドル（約3,000億円）/年 等

マネジメント

1. PM方式

○斬新なアイデアの取り込み、事業化へのジャンプアップ等を柔軟かつ迅速に実施可能とする

2. スモールスタート・ステージゲート方式

○スモールスタートで、多くの斬新なアイデアを取り入れ
○ステージゲートによる最適な課題編成・集中投資を行い、成功へのインセンティブを高める

3. 産業界の参画（出口を見据えた事業運営）

○テーマの選定段階から産業界が参画するとともに、研究途上の段階でも積極的な橋渡しを図る（大規模プロジェクト型は、研究途上から企業の費用負担、民間投資の誘発を図る）

体制・スキームイメージ

文部科学省

- ・重点公募テーマの設定に当たっての領域、技術テーマの決定

<探索加速型> 領域（区分）

- 超スマート社会の実現
- 持続可能な社会の実現
- 世界一の安全・安心社会の実現
- 地球規模課題である低炭素社会の実現

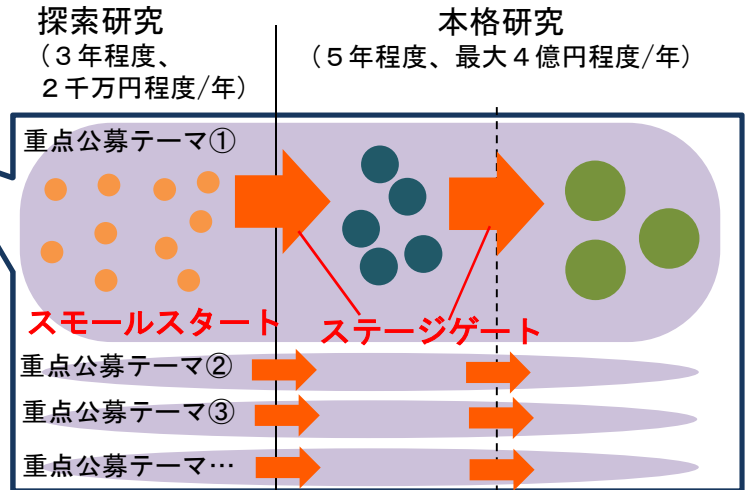
<大規模プロジェクト型>

技術テーマ

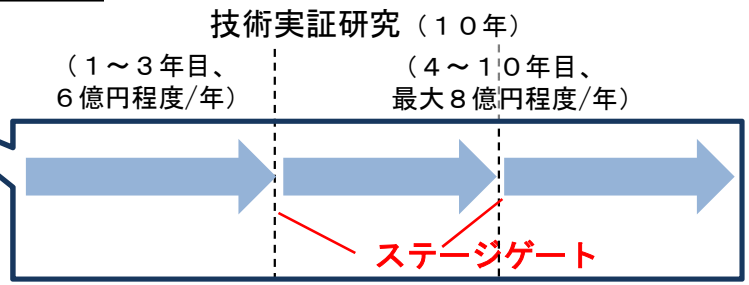
- テーマA
- テーマB
- ...

科学技術振興機構（JST）

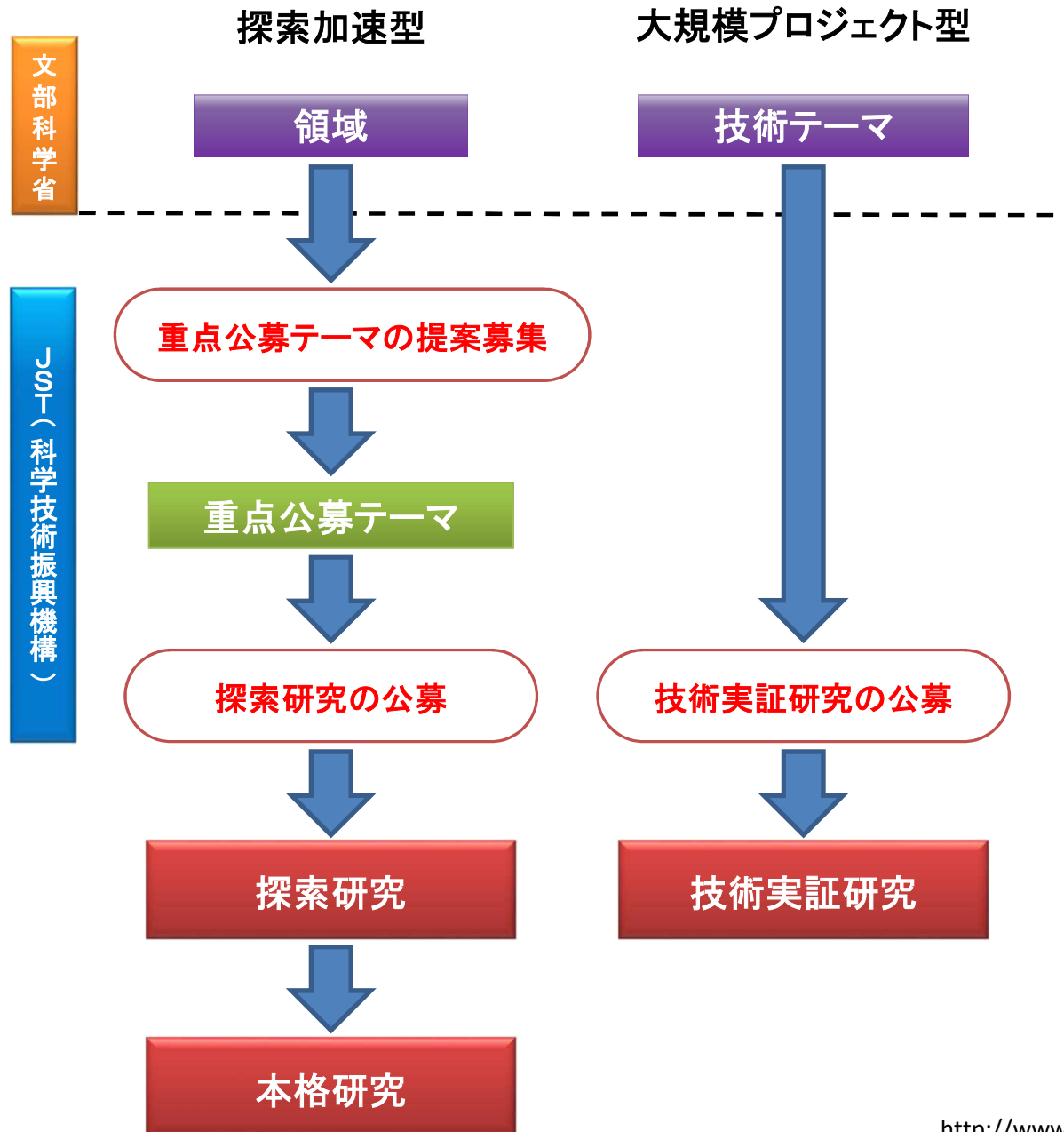
- ・PM選定、重点公募テーマの設定
- ・重点公募テーマ、技術テーマに基づく研究開発課題選定等
- ・進捗状況把握、評価、研究課題統合・絞込み



※ 具体の研究期間、研究費は各課題に応じて変動。また、有望な課題は即座に加速を図るなど、機動的に対応



事業推進の流れ



未来社会創造事業

文字サイズ 大 中 小

- [事業紹介](#)
 - [領域とテーマ](#)
 - [事業統括と運営統括](#)
 - [採択課題・プロジェクト](#)
 - [成果](#)
 - [評価](#)
 - [公募情報](#)
-
- - [事業紹介](#)
 - [領域とテーマ](#)
 - [事業統括と運営統括](#)
 - [採択課題・プロジェクト](#)
 - [成果](#)
 - [評価](#)
 - [公募情報](#)
 - [お問い合わせ](#)
 - [サイトマップ](#)

[ホーム](#) > [領域とテーマ](#)

領域とテーマ

クイックアクセス

- [事業統括](#) >
- [運営統括](#) >
- [進行中の領域](#) <
- [進行中の技術テーマ](#) >

重点公募テーマの設定に当たっての領域

文部科学省から示された重点公募テーマの設定に当たっての領域(区分)※は以下のとおりです。
 ※事業開始初年度である平成29年度は、第5期科学技術基本計画を踏まえ、暫定的に以下の4つの領域(区分)とします。

1. 「超スマート社会の実現」

当該領域は、将来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値の創出の視点に留意しつつ、領域横断的(横串的)な領域として設定します。具体的には、ネットワークやIoTを活用する取組を、ものづくり分野の産業だけでなく、様々な分野に広げる研究開発や、超スマート社会において、我が国が競争力を維持・強化していくための基盤技術(IoTを有効活用した共通のプラットフォームの構築に必要となる基盤技術や、先端計測技術を含む新たな価値創出のコアとなる我が国が強みを有する基盤技術)の強化などを対象とする領域とします。また、衛星測位、衛星リモートセンシング、衛星通信・衛星放送に係る宇宙に関する技術なども対象とします。

【参考】超スマート社会の定義(第5期科学技術基本計画より抜粋)
 必要なもの・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会の様々なニーズにきめ細かく対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられ、年齢、性別、地域、言語といった様々な違いを乗り越え、活き活きと快適に暮らすことのできる社会

> [「超スマート社会の実現」領域についての運営統括のメッセージ\(※テーマ提案募集時のメッセージです。\)](#)

重点公募テーマ

・多種・多様なコンポーネントを連携・協調させ、新たなサービスの創生を可能とするサービスプラットフォームの構築
[詳細はこちら](#) (480 KB)

2. 「持続可能な社会の実現」

資源、食料の安定的な確保(資源の安定的な確保と循環的な利用、食料の安定的な確保)、超高齢化・人口減少社会等に対応する持続可能な社会の実現(世界最先端の医療技術の実現による健康長寿社会の形成、持続可能な都市及び地域のための社会基盤の実現、効率的・効果的なインフラの長寿命化への対策)、ものづくり・コトづくりの競争力向上、生物多様性への対応などを対象とする領域とします。また、海洋の持続可能な開発・利用等に資する海洋に関する技術なども対象とします。

> [「持続可能な社会の実現」領域についての運営統括のメッセージ\(※テーマ提案募集時のメッセージです。\)](#)

重点公募テーマ

事業

関連



- ・新たな資源循環サイクルを可能とするものづくりプロセスの革新
 - ・労働人口減少を克服する“社会活動寿命”の延伸と人の生産性を高める『知』の拡張の実現
- [詳細はこちら](#) (564 KB)

3. 「世界一の安全・安心社会の実現」

自然災害への対応、食品安全、生活環境、労働衛生等の確保、サイバーセキュリティの確保、国家安全保障上の諸課題への対応などを対象とする領域とします。

> [「世界一の安全・安心社会の実現」領域についての運営統括のメッセージ\(※テーマ提案募集時のメッセージです。\)](#)

重点公募テーマ

- ・ひとりひとりに届く危機対応ナビゲーターの構築
 - ・ヒューメインなサービスインダストリーの創出
- [詳細はこちら](#) (824 KB)

4. 「地球規模課題である低炭素社会の実現」

2050年の温室効果ガスの大幅削減に向け、エネルギーの安定的な確保とエネルギー利用の効率化（省エネルギー技術、再生可能エネルギーの高効率化、水素や蓄エネルギー等によるエネルギー利用の安定化技術）などを対象とする領域とします。

> [「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域についての運営統括のメッセージ\(※テーマ提案募集時のメッセージです。\)](#)

重点公募テーマ

- ・「ゲームチェンジングテクノロジー」による低炭素社会の実現
- [詳細はこちら](#) (692 KB)

なお、共通基盤技術と研究機器の戦略的開発・利用に係る研究開発及び海洋や宇宙など国家戦略上重要なフロンティアの開拓に係る研究開発については、1. ～4. の各領域の対象とします。

技術テーマ

文部科学省から示された大規模プロジェクト型の技術テーマは以下のとおりです。

※技術テーマの内容に関するお問い合わせは文部科学省科学技術・学術政策局研究開発基盤課(03-6734-4098)をお願いします。

1. 粒子加速器の革新的な小型化及び高エネルギー化につながるレーザープラズマ加速技術

> [詳細はこちら](#) (91 KB)

2. エネルギー損失の革新的な低減化につながる高温超電導線材接合技術

> [詳細はこちら](#) (95 KB)

3. 自己位置推定機器の革新的な高精度化及び小型化につながる量子慣性センサー技術

> [詳細はこちら](#) (92 KB)

[サイトポリシー\(ご利用条件\)](#) [プライバシーポリシー](#)

Copyright ©2016 Japan Science and Technology Agency All Rights Reserved.

平成 29 年度技術テーマ

1. テーマ名

粒子加速器の革新的な小型化及び高エネルギー化につながるレーザープラズマ加速技術

2. 概要

粒子加速器は、物理学、化学、生物学、工学、農学、医学、薬学、考古学など幅広い分野の研究に応用され、物質や生命の謎の解明研究や、社会の身近な産業分野で活用されている。近年、粒子加速に必要な長さを革新的に小型化できる、高強度レーザーを利用したレーザープラズマ粒子加速技術が進展しており、本技術による粒子加速器の小型化により、加速器をより身近に活用できる機会を大幅に拡大することが期待される。

3. 達成目標

放射光計測装置や粒子線治療装置といった、粒子加速器を用いる装置の革新的小型化を可能にするレーザープラズマ加速技術について、実用化が可能であることを見極められる段階（概念実証：POC）まで研究開発し、幅広い分野における汎用基盤技術に発展させることを目指す。その際、レーザー、加速器それぞれのコミュニティの連携・融合を促しつつ、出口イメージを明確に持つ加速器コミュニティのニーズを把握できる体制が構築されることが望ましい。

4. 研究推進の際に見据えるべき将来の社会像

研究開発課題の推進を通じ、以下に挙げるような社会の実現に将来的につながると考えられる。

- ・従来は大型装置が必要であった加速器がより身近な場所で運用できるようになることなどにより、例えば加速電子から発生させるX線等による計測を活用した新材料や新薬開発や、がんを切らずに治療する粒子線治療等が広く普及した社会。
- ・加速粒子を用いた物理学のみならず、工学、化学、医学及び関連する技術の研究開発が広く普及し、科学技術イノベーションが加速する社会。

5. 具体的な研究例

具体的な研究例としては、例えば下記に挙げるようなものを含めることが考えられる。

(1) 電子加速

- ・電子の発生、制御、加速を1つのレーザーを用いるのではなく、各機能単体としてモジュール化・連結し、電子を多段階に加速するブースターとして実証する研究開発。
- ・レーザーの安定化やプラズマの安定化、電荷量の向上、フェムト秒システム制御の研究開発。
- ・高出力を実現しつつ100Hz程度を確実に安定動作できるようなレーザーの研究開発。
- ・加速電子によるXFEL発振において電荷量を向上しつつ単色性（エネルギー広がり）を大幅に向

- 上し、パルスあたりの光子数を増加することで実用可能な小型測定装置化に目処がつく研究開発。
- ・ 電子加速システムとして、レーザー及びプラズマガスジェット供給の繰り返し化 100Hz の実現を目指す研究開発。

(2) イオン加速

- ・ レーザープラズマ加速によって得られる重イオン粒子ビームを、精度よく後段加速器に入射できることを実証する研究開発。
- ・ イオン加速システムとして、レーザー及びターゲット装置の繰り返し化 10Hz の実現を目指す研究開発。
- ・ 重イオン粒子を「2 秒以内に 4MeV/u 以上のエネルギーで 1%バンド幅内のイオン数 10^8 個」含むビームを発生させ、重粒子線治療器のシンクロトンへ直接入射できる小型入射器として技術導入できる可能性を実証する研究開発。

6. 国内外の研究動向

(1) 電子加速

プラズマ励起に用いる高強度の励起レーザーの進展によって、2007 年には米国において 42GeV までの電子加速が実証され、通常の加速施設で使われている高周波加速器 (100MV/m) の 500 倍に相当する 52GV/m の加速勾配が得られるなど、電子速度の最大化を競う研究が各国でなされていたものの、効率化や安定性を高めるといった実用的な視点での研究はなかった。それに対して、電子ビームのポインティングを圧倒的に高める技術が我が国において 2006 年に創出され、2010 年にはレーザープラズマ加速を多段加速する技術により効率的なエネルギー変換を実証している。2014 年から開始された内閣府革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) においては、2018 年プログラム終了時の目標として、加速距離 10m で 1GeV にまでの電子加速を実証すること、本電子ビームから X 線自由電子レーザー (XFEL) を発生させることを目標のひとつとして研究開発を進め、順調に推移している。

(2) イオン加速

我が国でも 2012 年に TW クラスの小型レーザーで 40MeV の安定な陽子線発生に成功している。2016 年には、韓国のグループが、93MeV の陽子線発生に成功している。その技術を重イオンビームの発生に拡張し、サイクロトンと結合させることによって、目標とする小型重イオンガン治療装置の実用化技術を構築することが期待されるが、重粒子治療に向けて、発生したビームをサイクロトンに導入したという報告は、国内外からまだ出ていない。

平成 29 年度技術テーマ

1. テーマ名

エネルギー損失の革新的な低減化につながる高温超電導線材接合技術

2. 概要

超伝導技術は高磁場が必要な NMR、MRI や、超電導リニアのマグネットなどに利用されているが、社会に導入されている低温超電導材は、冷却コストの高い液体ヘリウムを使う必要があり、超伝導技術普及のボトルネックになっている。超伝導技術を本格的に社会実装していくためには、冷却コストが低い液体窒素を利用でき、さらに低温超電導材より高い磁場が形成できる高温超電導材の導入が効果的である。しかしながら現状高温超電導線材は数百メートル単位でしか作製できないため、実用化には線材同士を超伝導または極低抵抗で接合する技術を確立する必要がある。接合技術を確立できれば、超伝導技術に期待される高効率な高磁場コイルや長距離直流送電の実現に大きく近づく。

3. 達成目標

高磁場が必要な NMR、MRI や鉄道き電を含む直流送電ケーブルといった、長尺の超電導線材を使用するシステムに高温超電導線材を適用することを前提に、銅酸化物系高温超電導線材同士を超伝導または極低抵抗で接合する技術について、実用化が可能であることを見極められる段階（概念実証：POC）まで研究開発し、幅広い分野における汎用基盤技術に発展させることを目指す。その際、接合部分のナノメートルレベルでの微細組織の状態や特性の解析といった接合の原理解明のための基礎研究、鉄系を含む他の超電導材の研究開発動向の把握も実施しつつ、様々な接合手法の研究開発を並行して推進し、確度の高い手法に絞り込んでいくことが望ましい。また、接合の原理解明のための研究開発が、超伝導現象の学理究明につながっていくことを期待する。

4. 研究推進の際に見据えるべき将来の社会像

研究開発課題の推進を通じ、以下に挙げるような社会の実現に将来的につながると考えられる。

- ・ 高温超伝導体の性能が最大限発揮できるようになることなどにより、例えば、小型・超高磁場の NMR 開発がアルツハイマー病の理解と創薬に展開することや、MRI への応用で医療の高度化や脳機能の研究が進展し、人々の健康長寿に貢献するというように、超伝導技術を基盤として、化学、医学及び関連する産業技術の研究開発が広く普及し、科学技術イノベーションが加速する社会。
- ・ 高温超電導ケーブル導入によるき電のエネルギー効率化、輸送力の増強等、輸送インフラ基礎技術の発展に貢献。また、国際的競争力が向上することで、世界の鉄道輸送インフラに我が国が大きく貢献している社会。

5. 具体的な研究例

具体的な研究例としては、例えば下記に挙げるようなものを含めることが考えられる。

- ・ 鉄道き電等のケーブル敷設現場での取扱が半田接合並みといった取扱の簡便さを実現しつつ、極低抵抗接合 ($<10^{-9}\Omega$ の抵抗値) を実証する研究開発。
- ・ 取扱の簡便さは求められないが、電流が減衰しない超電導磁石により超高磁場が形成できる超伝導接合 (1 T の磁場下で $<10^{-12}\Omega$ の抵抗値及び電流 100 A) を実証する研究開発。
- ・ 無磁場の状態で $10^{-13}\Omega$ 級の抵抗値の超伝導接合を実証する研究開発など。

6. 国内外の研究動向

2014 年に高麗大学校より、低酸素分圧下での溶融拡散による超伝導面接合の報告がなされているが、再現性について課題があるとみられている。2016 年 11 月、国内グループが $10^{-12}\Omega$ 級の接合を REBCO 線材で実現し、大きな反響があった。電流密度をどれくらい上げられるか、また、どれくらいまでの磁場にまで耐えられるかは今後の課題であるが、実現性という観点では大きな前進となった。

超伝導 (超電導) に関するプロジェクトは、JST S-イノベ (NMR、加速器、船舶用モータ、超電導量子干渉計 (SQUID)、鉄道用ケーブル)、経産省・NEDO (送電、船用モータ、超電導電力貯蔵装置、変圧器、発電機、フライホイール等)、国交省 (鉄道き電線) などの取り組みが国内で行われてきている。

平成 29 年度技術テーマ

1. テーマ名

自己位置推定機器の革新的な高精度化及び小型化につながる量子慣性センサー技術

2. 概要

自己位置推定は、物・人の測位、機器等の自動化・自律化に適用され、例えば全球測位衛星システム（GNSS、Global Navigation Satellite System）による航空機のオートパイロットや、携帯型移動端末等による周辺情報発信といった各種サービスなど、その活用が急激に広がり、社会の身近な分野で役立っている。GNSS は衛星からの電波受信が必須であり、地下や屋内、海中といった電波の届かない遮蔽空間や電波の届きにくい状況では、移動体の角速度等を高精度に計測してどの位置でどの方向に進んでいるかを推定する慣性センサー装置で代替・補完等活用することが有効である。また、精度の高い慣性センサーの創出は、人工衛星やロボット等の姿勢制御など応用範囲が広い。

近年、自己位置推定機器の革新的な高精度化及び小型化につながる量子効果を用いた慣性センサーの研究が進展しており、将来的に高精度な慣性センサーを実現する一手法として期待される。

3. 達成目標

量子効果を用いた角速度センサーについて、原子干渉やレーザー冷却といった要素技術の向上とともにそれらを組み合わせるシステム化において、機器の大きさを抑えつつ高感度を得るためのシステム化技術について、実用化が可能であることを見極められる段階（概念実証：POC）まで研究開発し、幅広い分野における汎用基盤技術に発展させることを目指す。その際、新しいアイデア、研究アプローチを複数並列させて実現を目指すことが望ましい。なお、一部共通技術が適用できる量子技術を応用した加速度計の精度を上げる研究開発も行う場合には、副次的に推進することに留意する。

4. 研究推進の際に見据えるべき将来の社会像

研究開発課題の推進を通じ、以下に挙げるような社会の実現に将来的につながると考えられる

- ・量子効果を活用した小型で高精度の角速度センサーによるナビゲーションデバイスが実現することで、自動車、ドローン（空中、水中など）、ロボット等、今後も自動化・自律化の範囲が拡大する機器等への適用により、GNSS の電波が届かない地下や屋内、海中、電波の届きにくい状況においても、物・人の位置や動きを高精度で推定でき、機器等の自動・自律動作の範囲が拡大することで、移動・輸送・物流等が高度化・最適化されて必要な時に必要な活動がなされる、といった経済的・社会的活動が活性化された社会。
- ・また、地球自転ゆらぎの精密計測や、レンズ・シリング効果（大質量の物質の回転により時空が引きずられる現象）の精密な検出を可能とすることを通じ、地球・宇宙物理学等の発展への大きな寄与も期待される。

5. 具体的な研究例

具体的な研究例としては、例えば下記に挙げるようなものを含めることが考えられる。

- ・ マツハ・ツェンダー干渉計やサニャック効果等を利用した干渉計を発展させることなどにより、装置容積 50L 以下、バイアス安定度を既存の性能から 1 桁以上向上させることを目指す研究開発。
- ・ これまで研究・実証されてきた手法を大きく超える新しい技術の創出等により、装置容積 10L 以下、バイアス安定度を 2~3 桁向上させることを目指す研究開発。

6. 国内外の研究動向

量子角速度センサー自体をテーマとした研究例は国内外であまり見られないものの、原子干渉計といった深く関連する要素技術の研究については数多くの成果がある。JST のファンディング・マネジメント・データベースによる我が国のファンディング状況把握では、量子角速度センサー自体をテーマとした研究は 1993 年の 1 件が該当（科研費 試験研究 B・原子ジャイロスコープの試作）する一方、量子角速度センサーを構成する原子冷却や原子波制御等の要素技術及びそれらを応用した研究については世界トップレベルの成果報告がある。

これまで量子角速度センサーへのファンディングが少なかった我が国ではあるが、関連する技術である原子干渉計やレーザー冷却などについての研究開発は進んでおり、世界でもトップレベルの成果を創出している。したがって、これらの技術を応用展開することで、量子角速度センサーについても一定以上の成果が期待される。