



ムーンショット目標 10

2050 年までに、フュージョンエネルギーの多面的な活用により、
地球環境と調和し、
資源制約から解放された活力ある社会を実現

実施状況報告書

2024 年度版

多様な革新的炉概念を実現する

超伝導基盤技術

木須 隆暢

九州大学 超伝導システム科学研究センター



1. 当該年度における研究開発プロジェクトの実施概要

(1) 研究開発プロジェクトの概要

「高温超伝導を用いた高磁場超伝導マグネットの破壊的イノベーションによって、トカマク型核融合炉の小型化、他の炉形式への展開、他分野への社会実装に貢献する。」

- ・ 高性能・高品質の高温超伝導線材の量産技術を確立することによって、サプライチェーン戦略に貢献すると共に、液体ヘリウムフリーの高温超伝導マグネット技術でフュージョンエネルギーの勝ち筋を掴む。
- ・ 高温超伝導を用いた 40 テスラ級の超高磁場コイルを世界に先駆けて実証し、巨大な電磁力、中性子照射の耐性に優れたコイル技術を開発することによって、トカマク型核融合炉の小型・高性能化や新型核融合システムの新しい可能性を拓く。
- ・ 液体水素技術との連携によって、液体ヘリウムフリー小型核融合炉の社会実装に加え、医療・バイオ、モビリティなどフュージョンエネルギー以外の分野において超伝導応用を加速し、カーボンフリー発電と資源の制約から解放された高度エネルギー利用を実現する社会を目指す。
- ・ 線材から炉開発に至る研究開発を企業と一体となって推進することによって、技術レベルの押し上げ、サプライチェーン構築、高度専門人材の育成と獲得を実現し、日本企業の優位性を確立する。

研究開発項目1:高 Je・低コスト線材量産技術の開発

概要:HTS 線材の Je の向上と低コスト量産技術の開発

目標:2025 年度に実施する実験内容とスケジュールを詳細化すると共に、課題推進者ならびに研究参加者の連携と役割を明確化し、実施体制を整える。

研究開発項目2:40 T 級超強磁場コイル技術の開発

概要:中性子照射耐性を有する強磁場発生コイル技術の開発

目標:2025 年度に実施する実験内容とスケジュールを詳細化すると共に、課題推進者ならびに研究参加者の連携と役割を明確化し、実施体制を整える。

研究開発項目3:コイル・導体の試験技術と高温超伝導核融合炉設計技術の開発

概要:コイル・導体の試験設備を整備し、材料特性に関する精度の高いデータを取得すると共に、炉設計へと反映させる。

目標:2025 年度に実施する実験内容とスケジュールを詳細化すると共に、課題推進者ならびに研究参加者の連携と役割を明確化し、実施体制を整える。

(2) 研究開発プロジェクトの実施状況

(1) 研究開発項目1:高 Je・低コスト線材量産技術の開発

研究開発課題1:高 Je・低コスト REBCO 線材量産技術の開発

当該年度実施内容:国内外の最新動向を反映して、線材性能評価技術、線材製造プロセス技術高度化、PLD 成膜用レーザ技術に関する研究実施内容を詳細化すると共に、適切

な課題推進者ならびに研究参加者を選定して実施体制を整えた。

課題推進者:実規模の線材製造技術に適用可能な長尺線材の電磁氣的評価技術、ならびにそれを適用した線材製造プロセスの革新のための具体的な方法論とそれを可能とする技術体系を有する、九州大学の木須 隆暢氏を課題推進者として選定した。また、レーザ技術に関する実績を有し、レーザアブレーションプロセスにおけるレーザパルスの影響の解明やスループット向上の研究開発に貢献できる、ギガフォトン(株)の川筋 康文氏を課題推進者として選定した。

研究開発課題2:微細組織観察による電流輸送特性制御因子の解明

当該年度実施内容:研究開発課題1で実施する電磁氣的評価と連携した組織構造解析に関して、国内外の最新の動向を基に、具体的な評価技術について検討を進め実験内容とスケジュールを具体化すると共に、適切な課題推進者ならびに研究参加者を選定して実施体制を整えた。

課題推進者:REBCO 線材の微細組織解析に関して nm スケールから、mm スケールまでマルチスケールの解析で豊富な実績を有している、ファインセラミックスセンターの加藤 丈晴氏を課題推進者として選定した。

(2) 研究開発項目2:40 T 級超強磁場コイル技術の開発

研究開発課題1:40 T 発生技術の開発

当該年度実施内容:高い電磁力に耐えうる高強度ロバストコイル構造に関して、国内外の最新の動向を基に検討を進め実験内容とスケジュールを具体化すると共に、適切な課題推進者ならびに研究参加者を選定して実施体制を整えた。

課題推進者:無冷媒技術、強磁場発生技術を両立できる技術と経験、また強磁場マグネット製造の実績があるメーカとの連携・協働の実績も有する、東北大学の淡路 智氏を課題推進者として選定した。

研究開発課題2:中性子耐性長尺絶縁技術の開発

当該年度実施内容:長尺セラミック絶縁被覆に関して、国内外の最新の動向を基に検討を進め実験内容とスケジュールを具体化すると共に、適切な課題推進者ならびに研究参加者を選定して実施体制を整えた。

課題推進者:すでに実績のあるセラミックコート技術を有する、産業技術総合研究所の明渡 純氏を課題推進者として選定した。

研究開発課題3:大口径化のための高容量・コイル構造技術設計・R&D

当該年度実施内容:研究開発項目3で行う大容量導体のサブケーブルの形成技術に関して、国内外の最新の動向を基に検討を進め実験内容とスケジュールを具体化すると共に、適切な課題推進者ならびに研究参加者を選定して実施体制を整えた。

課題推進者:強磁場発生技術と高電磁力コイルにおける実績を有し、また線材メーカとの連携によって素線レベルの検討も可能な、東北大学の淡路 智氏を課題推進者として選

定した。

(3) 研究開発項目3:コイル・導体の試験技術と高温超伝導核融合炉設計技術の開発

研究開発課題1:高温超伝導核融合炉設計技術

当該年度実施内容:巨大電磁力への耐性とクエンチ保護を可能とする高温超伝導コイル設計技術に関して、国内外の最新の動向を基に検討を進め実験内容とスケジュールを具体化すると共に、適切な課題推進者ならびに研究参加者を選定して実施体制を整えた。
課題推進者:核融合炉設計及び核融合炉用超伝導コイル設計に関する技術と経験を有する、量子科学技術研究開発機構の宇藤 裕康氏を課題推進者として選定した。

研究開発課題2:超高強度構造材料技術

当該年度実施内容:強磁場小型炉で重要となる設計応力 1,500 MPa を実現する構造材料の開発や 3D プリンタ等の革新的製造技術に関して、国内外の最新の動向を基に検討を進め実験内容とスケジュールを具体化すると共に、適切な課題推進者ならびに研究参加者を選定して実施体制を整えた。
課題推進者:極低温高強度構造材料技術を有する、量子科学技術研究開発機構の宇藤 裕康氏を課題推進者として選定した。

研究開発課題3:コイル・導体の試験技術

当該年度実施内容:クエンチしない超伝導コイルの設計技術に関して、国内外の最新の動向を基に検討を進め実験内容とスケジュールを具体化すると共に、適切な課題推進者ならびに研究参加者を選定して実施体制を整えた。
課題推進者:クエンチ保護及び大型超伝導コイル技術におけるにおける実績を有する、量子科学技術研究開発機構の辺見 努氏を課題推進者として選定した。

研究開発課題4:液体水素冷却を含む実応用環境下における超高強度構造材料の機械特性試験

当該年度実施内容:液体水素を冷媒に用いた際の構造材料の強度ならびに水素脆化を含む機械特性試験に関して、国内外の最新の動向を基に検討を進め実験内容とスケジュールを具体化すると共に、適切な課題推進者ならびに研究参加者を選定して実施体制を整えた。
課題推進者:液体水素冷却のための構造材機械特性試験設備並びに材料試験に関する実績を有する、物質・材料研究機構の小野 嘉則氏を課題推進者として選定した。

(3) プロジェクトマネジメントの実施状況

(1) 研究開発プロジェクトのガバナンス

進捗状況の把握

○ PM 支援体制チーム

テクニカルスタッフ、情報管理技術支援、研究支援、雇用・労務管理支援、経理管理支援か

ら構成される PM 支援体制チームを編成し、プロジェクト計画・進捗管理等の技術補佐、課題推進者との連絡・調整、とりまとめ等の事務的補佐、プロジェクト知財に関する補佐、広報・アウトリーチ活動、HP、JST との諸連絡・調整などの PM 活動を日常的に支援した。

○ 実用化促進ならびに知財戦略会議

研究推進専門職員(URA)、オープンイノベーションプラットフォーム(OIP)(株)、法務統括室から成る実用化促進ならびに知財戦略会議を設置した。

○ 運営会議

PM、吉田 PD、JST MS-10 担当、課題推進者から成る運営会議を設置した。

○ アドバイザリー委員会

マグネット工学、核融合炉工学、冷却技術、水素技術連携等の観点から、PM に対しプロジェクト運営に関するアドバイスを頂けるアドバイザリー委員の人選を行い、手続き中である。引き続き、プラズマサイエンス、システム統合、知財戦略、社会実装などの観点からアドバイザーの委員の増強を計画している。

研究開発プロジェクトの展開

運営会議、課題推進者間の連携体制、実用化促進ならびに知財戦略会議を設置し、アドバイザリー委員会についても当該分野の主要な有識者からの内諾を得、進捗や成果に応じてアジャイルにプロジェクトを推進するための基本体制を構築した。

(2) 研究成果の展開方法

国内外のスタートアップ等との連携構築に向けて、国際ワークショップの開催準備を進めた。

(3) 広報、アウトリーチ

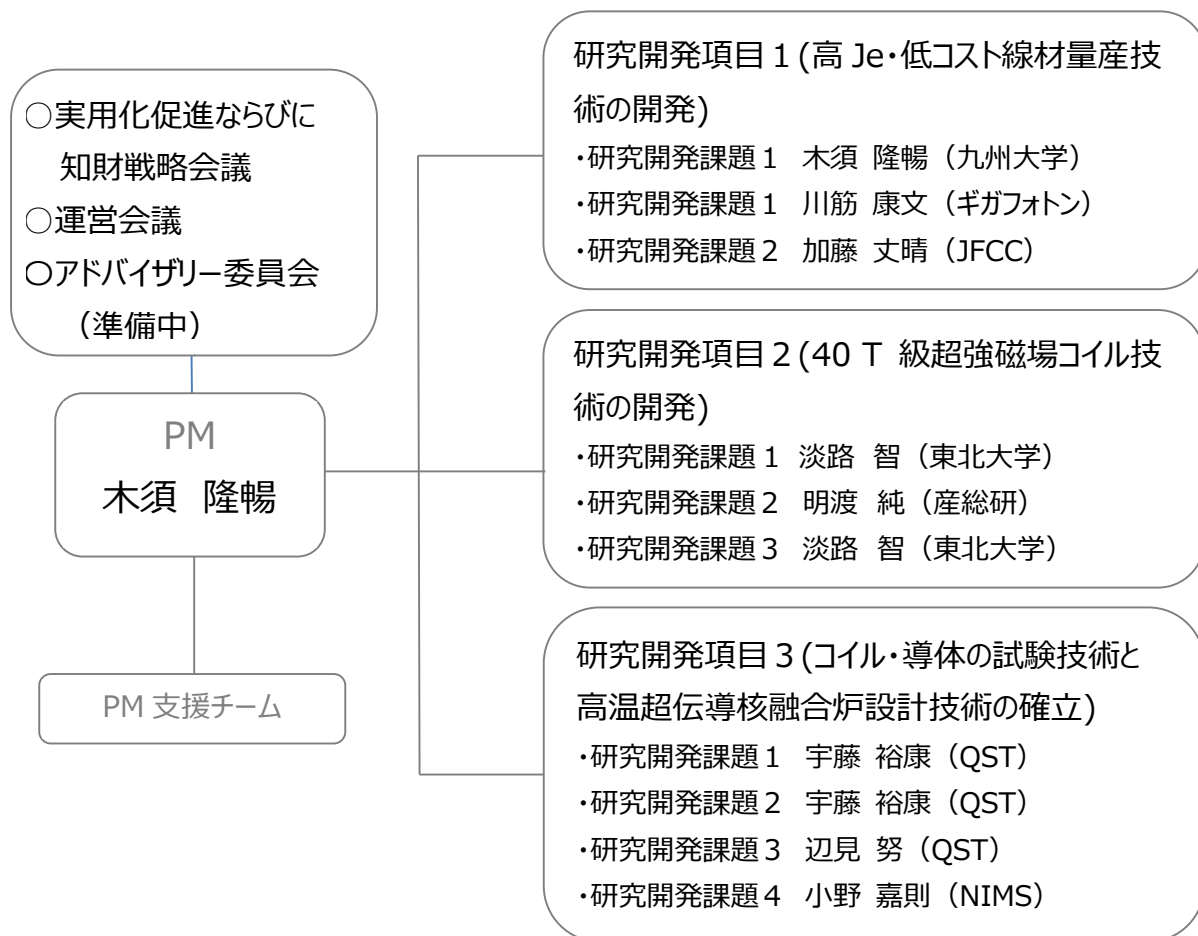
本プロジェクトを紹介するホームページ、リーフレット等の準備を進めた。

(4) データマネジメントに関する取り組み

本プロジェクトで得られるデータのオープン・クローズの方針と共にデータの保存・管理体制について整備を進めた。

4. 当該年度の研究開発プロジェクト推進体制図

以下の推進体制を構築した。



実用化促進ならびに知財戦略会議

実施内容：サプライチェーンの構築ならびに研究開発エコシステムの構築を念頭に置いた戦略的な連携の促進、世界の技術動向を反映した戦略的な知財形成と主要な知財の獲得に向けたマネージメントを推進する。構成：研究推進専門職員(URA)、オープンイノベーションプラットフォーム(OIP)(株)、法務統括室

運営会議

実施内容：定期的にサイトビジットならびに課題推進者会議を開催し、プロジェクトの進捗や成果について研究課題間の情報共有を行うと共に、研究開発課題間の連携を促進する。

構成：PM、吉田 PD、JST MS-10 担当、課題推進者

アドバイザリー会議 (準備中)

実施内容：PM に対しプロジェクト運営に関するアドバイスをを行う。

構成：マグネット工学、核融合炉工学、プラズマサイエンス、システム統合、冷却技術、水素技術連携、知財戦略、社会実装などの有識者から構成する。

PM 支援チーム

実施内容：プロジェクト計画・進捗管理等の技術補佐、課題推進者との連絡・調整、とりまとめ等の事務的補佐、プロジェクト知財に関する補佐、広報・アウトリーチ活動・HP、JST との諸連絡・調整などの PM 活動を日常的に支援する。

構成：テクニカルスタッフ、情報管理技術支援、研究支援、雇用・労務管理支援、経理管理支援から構成する。

5. 当該年度の成果データ集計

知的財産権件数				
	特許		その他産業財産権	
	国内	国際(PCT 含む)	国内	国際
未登録件数	0	0	0	0
登録件数	0	0	0	0
合計(出願件数)	0	0	0	0

会議発表数			
	国内	国際	総数
招待講演	0	0	0
口頭発表	0	0	0
ポスター発表	0	1	0
合計	0	1	0

原著論文数(※proceedings を含む)			
	国内	国際	総数
件数	0	0	0
(うち、査読有)	0	0	0

その他著作物数(総説、書籍など)			
	国内	国際	総数
総説	0	0	0
書籍	0	0	0
その他	0	0	0
合計	0	0	0

受賞件数		
国内	国際	総数
0	0	0

プレスリリース件数
0

報道件数
0

ワークショップ等、アウトリーチ件数
0