



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

超次元状態エンジニアリングによる
未来予測型デジタルシステム



星 健夫

自然科学研究機構 核融合科学研究所



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

本研究開発プロジェクトでは、フュージョンエネルギーシステムの設計や性能試験をデジタル空間で行えるバーチャルラボラトリ(仮想実験室、V ラボ)を構築・社会実装することで、フュージョンエネルギーシステムの研究開発を劇的に加速する。本年度は準備研究期間であり、実施した主な内容は、V ラボの基盤であるデジタルプラットフォームの一部仕様策定、および、次年度に課題推進者の追加選定をおこなうためのワークショップ開催、である。

(2) 研究開発プロジェクトの実施状況

研究開発項目 1 では、V ラボの基盤であるデジタルプラットフォームの一部仕様策定を行った。特に、既存プラズマ統合コードを例として、デジタルプラットフォームに取り込むための作業項目を策定した。また下記の通りワークショップを開催し、次年度以降に取り込んでいくべき先進情報技術として、「生成 AI を用いたコード開発」および、「信頼性のあるデータ流通」を定めた。

- ・「フュージョンエネルギーにおけるバーチャルラボラトリと AI×データ戦略」、日時: 2025 年 3 月 3 日 13-17 時、開催形式: ハイブリッド形式、対面会場: アットビジネスセンター東京駅八重洲通り 501 号室、10 講演。講演者は、PD、PM、PM アドバイザー、招待講演者で、一般への講演募集は、行わなかった。

研究開発項目 2、3、4 においてもワークショップ下記の通り開催した。そこでは、取り組むべき研究開発課題をオープンに議論し、次年度に課題推進者選定を行うための調査とした。

- ・「磁場閉じ込め型以外のフュージョンエネルギーシステムに関するバーチャルラボラトリ」、日時: 2025 年 3 月 19 日 13-17 時、開催形式: ハイブリッド形式、対面会場: イオンコンパス東京八重洲会議室 Room C、11 講演(内、一般に募集した講演は、9 件)。
- ・「磁場閉じ込め型フュージョンエネルギーシステムに関するバーチャルラボラトリ」、日時: 2025 年 3 月 24 日 13-18 時、開催形式: ハイブリッド形式、対面会場: イオンコンパス東京八重洲会議室 Room B、21 講演(内、一般に募集した講演は、19 件)。
- ・「中性子照射材料実験とマテリアルサイエンスに関するバーチャルラボラトリ」、日時: 2025 年 3 月 26 日 13-17 時、開催形式: ハイブリッド形式、対面会場: イオンコンパス東京八重洲会議室 Room B、10 講演(内、一般に募集した講演は、8 件)。

(3) プロジェクトマネジメントの実施状況

1 月に専属事務職員を採用し、核融合科学研究所研究支援課からのプロジェクト内管理業務を引き継いでもらい、管理体制を強化した。また、俯瞰した意見聴取やフュージョン分野での新たなネットワーキングのために 3 名のアドバイザーへの委嘱を実施した。

2. 当該年度の研究開発プロジェクトの実施内容

(1) 研究開発項目1:ジェネリック V ラボ

【研究開発課題1-1】:ジェネリック V ラボの構築と有用性実証

【当該年度実施内容】:ジェネリック V ラボの初期バージョン構築にむけて、本プロジェクトで活用が想定されるプラズマ統合コード TASK (<https://bpsl.nucleng.kyoto-u.ac.jp/TASK/>)を調査

した結果、内部で用いられているアルゴリズムは、特に中核的計算となる線型方程式の数値解法について、現在の観点からは必ずしも最新ではないことがわかった。そこで、デジタルプラットフォームに取り込むための作業項目として「TASK に現れる行列計算に対して最適な解法を自動選択できるツールの開発」を策定した。また、情報技術をテーマとしたワークショップを2025年3月3日に実施し(第1章(2)を参照)、「信頼性のあるデータ流通」および「物理むけAI」を次年度以降に取り込んでいくべき先進情報技術として策定した。

【課題推進者】: 星健夫(核融合科学研究所)

(2) 研究開発項目2: Vラボ A: 磁場閉じ込めフュージョンエネルギーシステムむけ Vラボ

【当該年度実施内容】: 取り組むべき課題の絞り込みと対応する課題推進者を選定するための調査として、ワークショップを2025年3月24日に開催した(第1章(2)を参照)。多様な炉形式の内、実験データが多いトカマク型フュージョンエネルギーシステム、および、ヘリカル型フュージョンエネルギーシステムを対象とした V ラボの構築を、優先的に取り組むべき課題とし、次年度募集する課題推進者の要件を早急に絞り込む事を次年度の課題とした。

(3) 研究開発項目3: V ラボ B: レーザー核融合など、A 以外のフュージョンエネルギーシステムむけ V ラボ

【当該年度実施内容】: 取り組むべき課題と対応する課題推進者を選定するための調査として、ワークショップを2025年3月19日に開催した(第1章(2)を参照)。レーザー型フュージョンエネルギーシステム、および、ミュオン触媒型フュージョンエネルギーシステムを、取り組むべき課題の候補とした。課題推進者は、次年度に募集することにした。

(4) 研究開発項目4: V ラボ C: 中性子照射などの材料実験むけ V ラボ

【当該年度実施内容】: 取り組むべき課題と対応する課題推進者を選定するための調査として、ワークショップを2025年3月26日に開催した(第1章(2)を参照)。中性子照射材料を、取り組むべき主な課題とすることを確認した。また、プラズマ・壁相互作用なども、取り組むべき課題の候補とした。課題推進者は、次年度に募集することにした。

3. 当該年度のプロジェクトマネジメント実施内容

(1) 研究開発プロジェクトのガバナンス

【進捗状況の把握】

- 第4章にプロジェクト推進体制図を記した。
- 代表機関のPM支援体制チームとして、事務支援員1名を雇用した。また、核融合科学研究所研究支援課が支援を行っている。
- PD と相談し、福山淳(京都大学 名誉教授)、高部英明(大阪大学 名誉教授)、武田晴夫(日立製作所 科学技術顧問)を、本プロジェクト推進について相談するためのアドバイザー(PMアドバイザー)とした。
- PI は1名(星健夫、PM 兼務)のみが所属しており、運営会議、知財運用会議は開催しなかった。研究体制について、川島直輝(東京大学 教授)、青西亨(東京大学 教授)、原嶋庸介(奈良先端科学技術大学院大学 准教授)、曾我部知広(名古屋大学 准教

授)、宮武勇登(大阪大学 准教授)、工藤周平(電気通信大学 助教)を 2025 年 4 月着任の PI として選定した。

【研究開発プロジェクトの展開】

- 研究開発項目 1 については、2025 年 4 月より 6 名の PI を追加することとした。研究開発項目 2、3、4 については、2025 年度中に PI を募集することとした。

(2) 研究成果の展開

2024 年 12 月～2025 年 2 月にかけて、国内のシミュレーション系研究者を中心に Zoom または対面で面談を実施し、デジタルプラットフォーム仕様策定に向けての意見を収集した。面談した研究者に対して、オープンな議論をするために、2025 年 3 月開催のワークショップへの参加を促した。

(3) 広報、アウトリーチ

2025 年 3 月に、第 1 章(2)で記載した通り、4 回連続ワークショップ「未来予測型バーチャルラボラトリによる多様なフュージョンエネルギーシステム開発」を開催した。

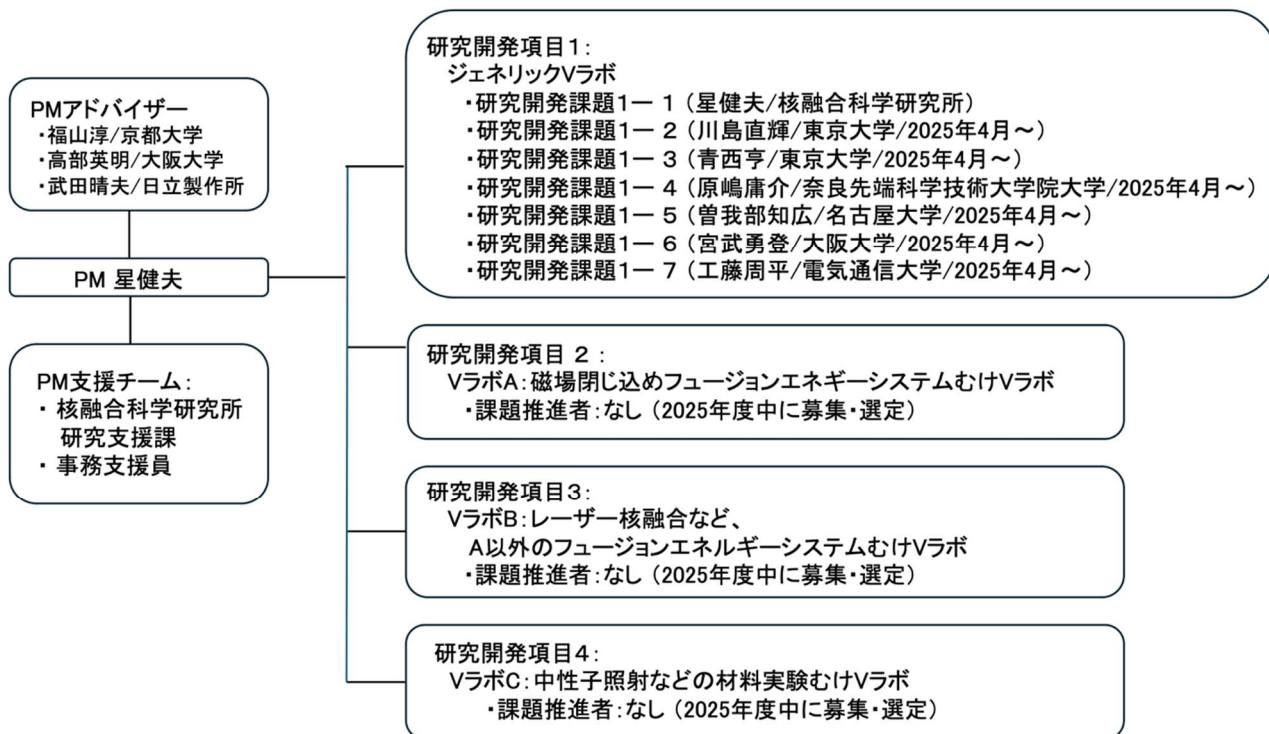
上記会議で、具体的なソフトウェアのイメージをつかみたいという要望があり、2025 年度初頭にバーチャルラボの一部となるソフトウェアについての会議を開催する事とした。

(4) データマネジメントに関する取り組み

4 月以降の PI 参加に備えて、データの共有、活用を念頭に、GakuNin RDM（国立情報学研究所(NII)が運営する、研究データの管理・共有のためのサービス）の活用準備を進めた。

4. 当該年度の研究開発プロジェクト推進体制図

プロジェクト推進体制図は下記の通り。年度内に決定した各研究開発課題の課題推進者についても合わせて記載した。



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	0	0
合計	0	0	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
4