

核融合科学研究所運営会議CHD-U研究計画の在り方に関するワーキンググループ（第1回）議事要旨

- 1 日 時 令和7年8月27日（水）13:38～16:02
- 2 場 所 核融合科学研究所管理・福利棟4階第3会議室、オンライン会議
- 3 出席者（委員）藤澤主査、井、村上、出射、吉川、吉田、坂本、磯部、山口、永岡の各委員

（陪席）山田所長、飯野管理部長、漆原総務企画課長、松原総務企画課課長補佐、上杉総務係長、内川総務係員

4 配付資料

- 資料 1 核融合科学研究所運営会議CHD-U研究計画の在り方に関するワーキンググループ
委員名簿
- 資料 2 CHD-U研究計画の在り方ワーキンググループへのご説明と諮問
- 資料 3 CHDの準備状況
- 資料 4 CFQS準軸対称ステラレータの状況について
- 資料 5 CHD-U候補検討状況
- 参考資料1 核融合科学研究所運営会議CHD-U研究計画の在り方に関するワーキンググループ規則
- 参考資料2 今後の核融合科学研究所の在り方についての提言
- 参考資料3 今後の共同研究の在り方についての提言
- 参考資料4 今後の大型研究施設計画の在り方についての提言

5 開会

藤澤主査から、開会の挨拶があった。

6 所長挨拶

山田所長から、挨拶及びCHD-U研究計画の在り方ワーキンググループ委員に就任いただいたことへの謝意が述べられた後、資料1に基づき、委員の紹介があった。

7 出席者の確認等

漆原総務企画課長から、本日の出席者数を確認したところ、全委員が出席している旨報告があった。引き続き、藤澤主査から管理部職員が陪席する旨の説明があり、これを承認した。

8 配付資料の確認

漆原総務企画課長から、配付資料の確認があった。

9 主査代理の指名

藤澤主査からCHD-U研究計画の在り方に関するワーキンググループ規則第5条に基づき、村上委員を主査代理に指名する旨、説明があった。

10 議事

(1) 核融合科学研究所の概要について

山田所長から、資料2に基づき、CHD-U研究計画に至る背景、研究所改革の経緯および今後の大型研究施設計画の基本的な考え方について説明があった。

核融合科学研究所では、これまで所外有識者による提言を踏まえ、研究所の在り方、共同研究の在り方、大型研究施設計画の在り方について段階的に議論を進め、それらを研究所の基本方針として改革を進めてきた。特に令和3年度以降、従来のLHD中心の一極集中型体制から、学際的研究を基軸とする「ユニット体制」へと組織改革を行い、現在は本格運用段階にある。

こうした改革の流れの中で、日本学術会議におけるプラズマサイエンスの学際的展開に関する議論や、文部科学省ロードマップへの掲載を経て、「マイクロ集団現象」を核とする新たな研究構想が形成された。現在検討しているポストLHD計画は、このロードマップ掲載計画を基本構想とし、LHDで培った装置・データ・計測技術などの資産を最大限活用しつつ、精密計測・制御、シミュレーション、データ科学、所外実験装置との連携を統合した最先端研究プラットフォームとして展開することを目指している。

LHDについては、学術研究基盤事業として実施してきた実験計画が今年度で完了する予定であり、その中で高精度計測による新たな学術的成果や、異分野との連携拡大といった一定の成果が得られている。今後は、性能追求型のパラダイムから、マイクロ階層に立ち入った物理解を重視する研究へと軸足を移し、核融合科学のみならず広範なプラズマ科学への貢献を目指す。

今後の実験計画としては、まず既存のCHS装置を活用したCHD実験を再稼働し、次段階として新装置CHD-Uを構想している。CHD-Uでは、時空間分解能の飛躍的向上に加え、磁場制御・可変性を高めたコンパクトな装置を用いることで、マイクロ集団現象の精密な解明を図る。これらの研究は、核融合研究への貢献を重視しつつ、学際的展開と人材育成を同時に推進する基盤形成を目的としている。

本ワーキンググループに対しては、CHD-U研究計画の具体化に先立ち、課題設定に適した装置概念、共同利用・共同研究の観点、装置建設以外に留意すべき点、今後の進め方などについて、短期および中長期の視点から助言を求めたい旨が示された。また、必要に応じて外部有識者へのヒアリングを行い、年度内の運営会議への中間的な方向性提示についても期待が述べられた。

山田所長によるCHD-U研究計画の背景説明を受け、研究計画の位置づけや核融合研究との関係について質疑が行われた。

(2) CHD 実験の準備状況について

永岡委員から、資料3に基づき、CHD 実験の準備状況について説明があった。

本研究計画は、2024年4月以降、MCPoP (Micro Collective Phenomena of Plasmas) 準備室会合を中心に、研究計画の具体化に向けた継続的な議論を行ってきたものであり、所内外の研究者・学生等が幅広く参加している。これまでに計測システム、新装置検討、CHS 再稼働の3つの観点から検討を進め、2026年度中のプラズマ実験再開を目標とした計画を策定している。

CHD 実験では、旧 CHS 装置をリノベーションして再稼働させることとしており、磁場コイルおよび真空容器は既存設備を活用しつつ、加熱・計測系については抜本的な更新を行う計画である。磁場強度の調整や放電時間の延長、繰り返し実験の高頻度化により、柔軟な実験運用と多様な制御手法の導入を可能とする。

加熱装置については、LHD から移設する ECH 装置や NBI 装置を活用し、高い加熱パワー密度と高速変調機能を備えたシステムを整備することで、位相空間現象や輸送現象の制御研究を推進する。これにより、マイクロ集団現象の理解に向けた実験的検証能力の向上を図る。

計測面では、電子温度・密度を高時間分解能で測定するトムソン散乱計測、HIBP、ミリ波・THz 計測、Phase Contrast Imaging など、多様な高性能計測器の整備を進めている。特に、各計測器のデータ取得時刻をナノ秒精度で同期させるタイミング制御システムの構築により、プラズマ中の各種揺動や相関を高精度で捉えることが可能となり、データ駆動科学やシミュレーションとの高度な連携が期待されている。

これらの装置整備と並行して、研究内容についても検討を進めており、乱流閉じ込め研究、位相空間現象研究、先進プラズマ制御、学際的プラズマ物理研究の4つの柱を中心としたリサーチプランの整理を行っている。CHD 実験では、計測器の高度化と計測連携運転システムの実証を重視し、将来の CHD-U 実験計画に向けた技術的・学術的基盤の構築を目的としている。

永岡委員の説明を受け、CHD 実験の位置づけや CHD-U への接続、計測・制御の考え方について意見交換が行われた

(3) CFQS の状況について

磯部委員から資料4に基づき、CFQS の状況について説明があった。

CFQS は、トカマク型とステラレータ型の利点を融合させた「準軸対称磁場配位」を採用する実験装置であり、高い閉じ込め性能と定常運転性を両立させることを目的として開発が進められている。特に、トカマクに近い粒子軌道特性を持ちながら、外部電流に依存しない安定な運転が可能である点が大きな特徴である。

現在、CFQS 装置は建設・調整段階にあり、磁場配位の実証や基本的なプラズマ生成実験を通じて、設計通りの準軸対称性が実現されているかを確認するフェーズにある。初期実験では、磁場構造の再現性やプラズマ生成の成立性が確認されつつあり、今後は閉じ込め特性や輸送特性の評価へと研究を展開していく予定である。

さらに、CFQS で得られる知見は、CHD-U で目指す磁場制御性の高い実験装置設計にも資するものであり、マイクロ集団現象の理解という共通の研究目標の下、相補的な役割を果たすことが期待されている。CFQS は、CHD および CHD-U と並ぶ研究プラットフォームとして、核融合科学研究所の将来研究計画を支える重要な要素であることが説明された。

磯部委員の説明を受け、装置の研究的役割や CHD-U との関係について質疑が行われた。

(4) CHD-U の候補検討状況について

山口委員から、資料 5 に基づき、CHD-U の候補検討状況について説明があった。

CHD-U は、マイクロ集団現象の理解を目的とした新たな実験装置として構想されており、検討にあたっては、磁場構造の制御性、計測へのアクセス性、実験自由度、工学的実現性などを総合的に考慮する必要があるとされた。これまでに、複数の装置概念について比較検討を進めており、それぞれの特徴や課題を整理している段階である。

候補装置の検討では、磁場配位が粒子軌道や閉じ込め特性、位相空間構造に与える影響を重視し、マイクロ集団現象を精密に観測・制御できるかどうかを重要な評価軸としている。また、常伝導磁石の採用を前提とした場合の磁場可変性や、計測機器をプラズマ近傍に配置できる構造的利点についても検討が行われている。

さらに、CHD 実験で整備される計測・制御技術を CHD-U にどのように継承・発展させるかという観点から、装置サイズやポート配置、運転シナリオの整合性についても議論が進められている。CHD-U は単独の装置として完結するのではなく、CHD および CFQS と相補的に機能する研究基盤として位置づけられていることが示された。

山口委員からは、準軸対称配位と準等磁場配位を可変とする装置概念を主案としつつ、現時点では特定の装置案に絞り込む段階にはない。今後の研究課題の整理やワーキンググループでの議論を踏まえながら、学術的要請と工学的制約のバランスを取りつつ候補の精査を進めていく必要があるとの認識が示された。

山口委員の説明を受け、装置概念の評価軸や今後の絞り込みの進め方について質疑が行われた。

(5) その他

藤澤主査から、今後のワーキンググループの進め方及び外部有識者等ヒアリングを行う者の候補について説明があった。

11 閉会

以上