核融合プラズマの学術課題 Scientific perspective on fusion plasma research

仲田資季¹、有川安信²、辻井直人³、釧持尚輝¹、浅井朋彦⁴、藤田隆明¹⁰、星野一生⁷、門信一郎⁶、井戸毅⁹、井通暁³、徳澤季彦¹、藤原大¹、本島巖¹、佐藤雅彦¹、横山雅之¹、田中宏彦¹⁰、江角直道⁸、高橋俊樹⁵、福本直之¹¹、城崎知至¹²、長友英夫²、佐々木徹¹³、菊池崇志¹³
M. Nakata¹, Y. Arikawa², N. Tsujii³, N. Kenmochi¹, T. Asai⁴, T. Fujita¹⁰, K. Hoshino⁷, S. Kado⁶,
T. Ido⁹, M. Inomoto³, T. Tokuzawa¹, Y. Fujiwara¹, G. Motojima¹, M. Sato¹, M. Yokoyama¹,
H. Tanaka¹⁰, N. Ezumi⁸, T. Takahashi⁵, N. Fukumoto¹¹, T. Jhozaki¹², H. Nagatomo², T. Sasaki¹³,
T. Kikuchi¹³

¹核融合研、²大阪大学、³東京大学、⁴日本大学、⁵群馬大学、⁶京都大学、⁷慶応義塾大学、⁸筑波大学、⁹九州大学、¹⁰名古屋大学、¹¹兵庫県立大学、¹²広島大学、¹³長岡技術科学大学
¹NIFS, ²Osaka Univ., ³Univ. of Tokyo, ⁴Nihon Univ., ⁵Gunma Univ., ⁶Kyoto Univ., ⁷Keio Univ.,
⁸Univ. of Tsukuba, ⁹Kyushu Univ., ¹⁰Nagoya Univ., ¹¹Univ. of Hyogo, ¹²Hiroshima Univ.,
¹³Nagaoka Univ. of Tech.

プラズマ・核融合研究分野全体における研究最前線を見渡し、そして、その先の2030年代を見据えた学術研究の将来展望やそこで重要となり得る研究課題を俯瞰的に整理することを目的としたFUSION2030研究会(略称)が展開されている。「プラズマ科学」「核融合プラズマ」「核融合炉工学」に関する3つのワーキンググループ(WG)が立ち上がり、それぞれの領域の研究課題などを整理する活動が進められている。そこでのアウトプットは、引き続き「学術研究テーマ」WG活動へと引き継がれ、プラズマ核融合サイエンスチャート(マップ&ドキュメント)に集約される。

本講演では「核融合プラズマ」WGの活動概況を報告する。環状閉じ込め、先進概念(Innovative/Alternative Concepts)、慣性閉じ込めを専門とする23名の研究者でWGが構成されている。各領域からの4名の幹事(有川、辻井、釧持、浅井)を中心とし、これまでに6回の作業会合を含めた活動が推進されてきた。

核融合プラズマ研究は『宇宙において最も自然で普遍的な物質であるプラズマの精密科学と極限的な工学・技術によって、新たなエネルギー源やテクノロジーの可能性を切り拓く知の創成と体系化を進める理工融合の学問』として見做せる。新たな社会基盤としての核融合エネルギーの実現という究極のアウトプット(到達目標)に加え、そこへ向かう段階的なアウトプットやマイルストーンを達成/通過する過程で創出される豊富なアウトカム(波及)を持つことが当該研究分野の魅力と強みであると考えられる。

サイエンスとして新たな知見・手法・概念に関するブレークスルーを探究する研究は、核融合炉実現への着実な進展を実証する大型ミッション研究(ITER/JT-60SAやDEMOなど)の加速のみならず、さらにその先の研究・開発の展望や選択肢を拓くことに貢献する。また、様々な理論モデルと実験によって核融合炉の炉心たり得るプラズマの探究はプラズマの精密科学でもあり、それらの進展は天文学など他の学術領域へ広く波及することも期待される。

上記の観点に沿って、本WGの活動指針を以下のように設定し、できる限り包括的に研究課題を列挙することを目的に作業を進めている。

- ・領域全体の研究最前線および将来の学術研究課題の調査・類別・列挙を行う。
- ・分野内他領域や他分野への発信を前提とし、目指すもの(アウトプット)と波及(アウトカム)も含めてできる限り平易に記述する。
- ・議論や資料などはコミュニティへ公開する。
<https://www-col.nifs.ac.jp/info/Fusion2030/fpwg.html>

研究課題の列挙の方法としては、環状・先進概念・慣性の研究課題を横断するようなカテゴリ(大区分と小区分)を設定し、それぞれの研究課題の概略(カテゴリ分類+概要説明+端的に課題を示す図1枚)を記述したリスト形式でまとめる方法をとる。包括的なリスト作成を進めながら、新たな連携課題の可能性などについても検討を深め、続く「学術研究テーマ」WG活動への有益なインプット材料として仕上げる予定である。