

HU-ACE NEWS LETTER

Advanced Core for Energetics, Hiroshima University

Vol. 68
2022.8

研究拠点の動き

- | | |
|---------------------|---|
| 2022年7月31日
-8月4日 | 西田特任教授がIEAのタスクリーダー会議で講演しました。 |
| 2022年 8月 1日 | 第105回広島大学バイオマスイブニングセミナーを共催しました。 |
| 2022年8月8日-13日 | 西田特任教授が海洋建築、海洋工学および力学に関する国際サマースクールで基調講演をしました。 |

学内初の地中熱ヒートポンプが施工中

現在、広島大学東広島キャンパス内で「J-Innovation HUB棟」(鉄筋コンクリート造3階建)の建設が進められています。このたび、関係の皆様のご理解とご協力により、1階研究員室の空調設備に学内で初めて地中熱ヒートポンプが導入されることになりました。7月上旬に深さ100mのボアホールを4本掘削し、Uチューブと呼ばれる樹脂製熱交換パイプの挿入が完了しました。今後、建築工事に入り、2023年度以降に供用開始の予定となっています。地中熱ヒートポンプの省エネルギー効果は、適切な設計・施工はもとより、運用後のエネルギーマネジメントにより大きく左右されます。今後、HU-ACEが中心となり、継続的なエネルギー性能のモニタリングと運用改善を実践していく予定です。



[編集・発行]
広島大学 エネルギー超高度利用研究拠点

研究相談、共同研究など大歓迎です!

〒739-8511 広島県東広島市鏡山1-3-2
広島大学 未来共創科学研究本部 研究戦略推進部門
e-mail: hu-ace-info@ml.hiroshima-u.ac.jp, tel:082-424-4613
拠点ホームページ: <https://hu-ace.hiroshima-u.ac.jp/>

研究トピック紹介

レーザー核融合炉の実現に向けた
核融合点火・燃焼シミュレーション研究

城崎 知至

広島大学大学院先進理工系科学研究科 機械工学プログラム 教授

研究分野: レーザー核融合、レーザー高エネルギー密度科学

研究キーワード: レーザー核融合、レーザープラズマ光源、レーザー粒子加速



研究概要

研究背景: 究極のエネルギー源 レーザー核融合炉の実現に向けた炉心プラズマ研究

核融合研究は「地上に太陽を！」のキャッチフレーズのもと1960年代から研究が始められ、すでに半世紀がたちました。核融合反応を起こすためには、1億度程度の超高温状態を実現する必要があります。また、核融合エネルギーを利用するためには十分な数の反応を起こす必要があり、一定の密度と閉じ込め時間が必要になります。レーザー核融合は、数mmサイズの燃料球にMJ級レーザーを照射して爆縮することで、固体の数千倍の高密度状態を実現し、その超高密度燃料が慣性で留まっているごく短時間(10⁻¹⁰秒程度)内に爆発的核燃焼を実現し、核融合エネルギーを得る方法です。2021年8月に世界最大のレーザー施設 米国 国立点火施設において、投入レーザーエネルギーの30%を超える核融合出力が得られたと報告[1]がなされ、レーザー核融合研究はいよいよ核燃焼領域に足を踏み入れました。

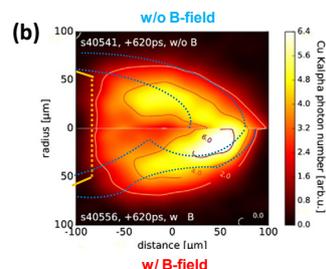
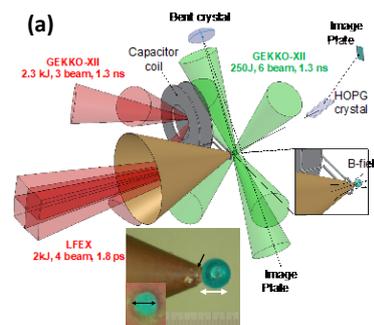
研究内容: 理論・シミュレーションによる点火・燃焼物理の解明とその高効率化

レーザー核融合の点火・燃焼過程では、核反応生成粒子や輻射によるエネルギー輸送、背景粒子による熱伝導、背景プラズマの流体力学的運動が複雑に絡まる多階層複雑系の現象が、100 μm & 100 psスケールの時空間領域で生じます。この点火・燃焼過程に対し、自ら開発したシミュレーションコードによる数値解析と様々理論を駆使した理論解析により、物理機構の解明とその高効率化を目的とした研究を、国内外の研究者・機関と協力して進めています。

研究成果: 外部印加磁場による爆縮燃料の高効率加熱の実証

レーザー核融合方式の一つである高速点火方式では、あらかじめ超高密度に圧縮した核融合燃料に相対論的超高強度レーザーを照射し、その際生成する相対論的電子ビームにより圧縮燃料端の一部を点火温度(～1億度)まで極短時間に加熱し、核融合燃焼を実現する方式です。この方式の実現は、いかに効率よく燃料を点火温度まで加熱できるか?にかかっています。レーザー生成電子ビームは大きな発散角を持っており、そのままでは伝播に伴いビーム径が広がるため、局所加熱ができないという問題がありました。この問題に対し、燃料に対して外部からキロテスラ級の高強度磁場を印加することで、高速電子を磁力線に捕捉してコアまで誘導する方式を提唱し、理論・シミュレーション・基礎実験を経て、爆縮・加熱統合実験に導入し、1桁以上の加熱効率向上(従来値0.4%から8%へ増大)を実証しました[2~4]。

現在は、高速点火方式による核融合の点火・燃焼のより高精度な予測を行うべく、理論・コードの高精度化を図るとともに、より高効率な爆縮・点火方式の探求を進めています。



(a)統合実験配置図と(b)加熱コアからのCu-Kα光の発光分布

文献

- [1] <https://www.llnl.gov/news/national-ignition-facility-experiment-puts-researchers-threshold-fusion-ignition>.
- [2] T. Johzaki et al., Plasma Phys. Control. Fusion **59**, 014045 (2017).
- [3] S. Sakata et al., Nat. Commun. **9**, 3937 (2018).
- [4] K. Matsuo et al., Phys. Rev. Lett. **124**, 035001 (2020).