

パワーレーザー極限状態の固体とプラズマにおける物質と場の構造変化に関する学理探究



研究代表者	大阪大学・レーザー科学研究所・所長/工学研究科・教授 兒玉 了祐 (こだま りょうすけ) 研究者番号：80211902
研究課題情報	課題番号：23K20038 研究期間：2023年度～2029年度 キーワード：パワーレーザー、高エネルギー密度状態、非平衡状態、構造変化、エネルギー散逸機構

この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

パワーレーザー光を髪の毛の半分程度の小さな領域に集めると、瞬間的（ 10^{-9} ～ 12 秒程度）に10万～1千万気圧の固体や1千万～数億気圧のプラズマ状態のような極限状態を地上に創り出すことができる。その結果、レーザーにより生成される高いエネルギー密度状態は、比較的小さなエネルギーで恒星や巨大惑星内部の物質状態や超新星爆発の物理を理解することなどに役立っている。また、この高エネルギー密度状態の理解は、レーザー加工やレーザーピーニングなどの産業応用や、超小型加速器や核融合などの先進的な技術開発に重要な物理課題となっている。このため、世界では、急速に進展しているパワーレーザー技術を駆使して、この学際的かつ多様な出口の可能性のある高エネルギー密度科学に関する研究が精力的に進められている。

この多様なテーマや出口に対して、現在、世界のほとんどの取り組みは、それぞれ出口に対応した独立のアプローチとなっている。これに対して、本計画では、高エネルギー密度状態の“もの”や“場”の構造変化に着目し、多様な状態に共通する一般性を明らかにし、学際分野における普遍性の探求に挑戦する。その結果、宇宙から物質材料まで幅広い極限的な高エネルギー密度状態の学理を探求できるとともに、応用技術の効率的な発展にもつながる。

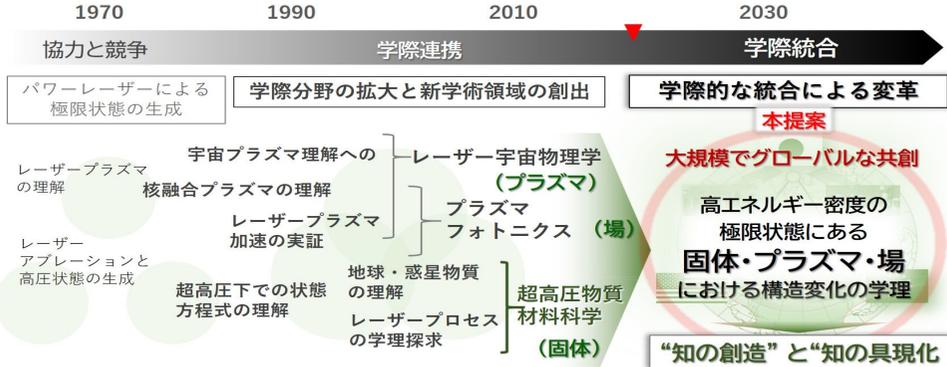


図1 学際連携から学際統合へ



図2 多様な極限状態に共通する普遍性を探求した統合的な取り組み

誰がこの国際共同研究を行うのか（優れたグループによる国際共同研究体制）

高いエネルギー密度状態の3領域に対して、国際共同研究の経験が豊富な3人の分担者が、領域内並びに領域間の連携を推進・コーディネートする。各領域に2つの研究課題を設定し、中心となる若手グループリーダーが、他の若手研究者や大学院生と連携し国際共同研究を実施する。最終的に、3領域において実績ある研究代表者のもと、全ての参加者により、高エネルギー密度状態における物質と場の多様な構造変化の現象を議論し、その背後にある共通の物理を解明する。さらに、多様な状態を実現できる世界のパワーレーザー施設や研究者との連携が不可欠であるため、欧米の主要施設の長であり、各地域における国際的なネットワークの要である3名を、海外共同研究者としている。

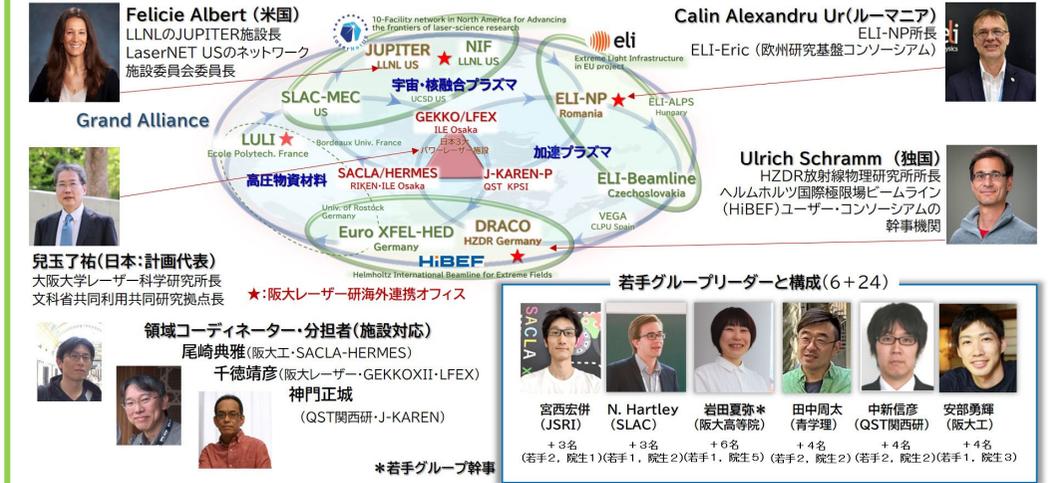


図3 国際ネットワークと研究体制

どのように将来を担う研究者を育成するのか（人材育成計画の内容）

- 概要
 - 若手研究者と大学院生が中心となったチームが、既存の国際連携ネットワークや連携オフィスを活用するとともに、より大規模なGrand Allianceを見据えた国際共同研究を主導する。
 - 多様な高エネルギー密度状態の物質や場における類似性や一般性を探求する独自の取り組みで世界を先導できる学術研究を推進する環境の下で、以下の人材育成計画を実施する。
- 若手研究者・院生派遣プログラム (Y2024-2029)
 - 若手研究者長期派遣計画(2年間)：毎年1名新規で2年
 - 博士後期課程学生の中期派遣計画(6ヶ月)：(院生1名、若手研究者3名)/年
 - 博士課程学生・若手研究者の短期派遣計画(3ヶ月)：(院生3名、若手研究者3名)/年
- 若手研究者の自立支援：TASUプログラム
 - 実践トレーニングプログラム (T)：海外で共同研究を実施する実践的な教育や国際共同研究の企画を支援し、競争的資金、外部資金、マシントime獲得のための提案書・申請書作成方法をトレーニング。
 - アカデミア・スタートアップ・プログラム (AS)：若手研究者や大学院生が、計画する国際共同研究をコンペ形式で選定し支援すると共に国際連携ネットワーク形成を支援する。
 - フロンティア・セミナー-U30 (U)：定期的な(月1回)遠隔国際連携セミナー並びに各年もしくは隔年にサマースクール、ウィンタースクールを開催する。
- その他の取り組み
 - 4つの海外連携オフィスを活用し、共同研究のコーディネート、現地生活支援、海外採用支援
 - 次世代の国際連携ネットワークの育成として、若手研究者を中心としたオールジャパンのネットワークを強化し、既存の米国、西欧、東欧、日本の地域ネットワークを結び新たな多国間グランドアライアンスを構築する。