

分野	令和7年度新規公募課題・概要
炉設計	原型炉超伝導コイルにおける大電流導体の開発研究
	原型炉超伝導コイルでは、ITERよりも高磁場下において大電流の導体が必要となる。そのため、超伝導素線の高性能化に加えて、高電磁力環境下においても大電流を安定に通電できる燃線・導体構造が必須となる。本研究では、原型炉超伝導コイルの概念設計に資するため、原型炉級の超伝導導体を想定した超伝導素線の特性評価及び超伝導燃線・導体構造の分析を通じて大電流導体の開発研究を行うものである。
	原型炉超伝導コイルにおける耐放射線電気絶縁材の耐放射線性向上に関する研究
	原型炉超伝導コイルにおいて、耐放射線電気絶縁材はコイルの健全性を担う重要なコンポーネントである。さらに、耐放射線性能の向上は炉の小型化や炉の長寿命化に繋がる。本研究では、原型炉超伝導コイルの概念設計および、原型炉に向けた耐放射線電気絶縁材の設計基準の策定に資するため、照射環境における耐放射線電気絶縁材の詳細な性能分析評価を通じて、コイル電気絶縁材の耐放射線性向上の検討を行うものである。
	原型炉用NBIの光中性化セルの検討
	原型炉用NBIではシステム効率を上げるため光中性化セルの採用を想定している。光中性化セルではレーザー光をセル内に閉じ込めて光子密度を上げるため、高反射率のミラーやレーザー光の漏れを抑制する構造が必要であり、それらの検討を行う。
核融合中性子源	核融合中性子源ターゲットシステムの液体リチウム中不純物に関する研究
	核融合中性子源ターゲットシステムの液体リチウム中不純物、特に窒素、重水素、トリチウムの濃度測定技術を高度化するとともに、これら測定技術を利用して、2024年1月に運転開始するリチウム純化系実証試験装置の窒素トラップ材の健全性評価や熱交換器に移行する放射性物質挙動の解析を行う。
	核融合中性子源照射試験システムの熱流動に関する研究
	核融合中性子源の試験モジュールや試験セル用の照射試験モジュールを対象に、数値流体力学シミュレーションにより冷却材の熱流動場を3次元的に評価し、熱流動特性を考慮した技術検討を行う。また、モジュール設計の課題である流量分配特性を実験的に評価して照射試験片の温度均一化を図る。
	核融合中性子源加速器システムの診断技術に関する研究
	核融合中性子源加速器システムにおけるビームロス分布やビームプロファイルなどの新規ビーム診断技術を開発するため、IFMIF原型加速器を利用した試験などによる実験的技術検討を行う。
	核融合中性子源ターゲットシステムの診断技術に関する研究
	核融合中性子源加速器システムからの重陽子ビーム入射により液体リチウムターゲットが受ける熱負荷やそれに伴うリチウム流動への影響の解析を行うとともに、熱負荷やバックプレートの変形などによって擾乱を受けた非定常液体リチウム表面診断の実験的技術検証を行う。
理論シミュレーション	原型炉における3次元プラズマ応答の検討
	トロイダルコイルの作るリップル磁場、ブランケットに使用される磁性体による磁場、MHD制御のための外部摂動磁場などはトカマク磁場の軸対称性を破る。これら3次元磁場に対するプラズマの応答を評価し、プラズマの回転や不安定性への影響など原型炉プラズマの高性能化の指針を得る。
	原型炉プラズマにおける粒子輸送検討のための統合モデル開発
	原型炉プラズマはパルス運転においても現在のプラズマ実験より遥かに長いフラットトップ状態を維持する必要がある。炉心プラズマへの粒子供給と周辺部での損失が釣り合う状態を見つけるため、中性粒子の輸送モデルと供給モデルを含む統合輸送モデルの開発を行う。
	原型炉の運転シナリオ開発に向けたシミュレーション手法の検討
	原型炉の運転シナリオの検討に必要となる、プラズマの輸送、MHD現象、閉じ込め磁場の時間発展を伴う動的な相互作用を考慮したシミュレーション手法の確立に向け、第一原理的計算の結果や実験データに対して機械学習や統計的手法を適用し、各物理要素計算の高速化と統合化を検討する。
	原型炉のダイバータプラズマ制御に向けたシミュレーション研究
	原型炉ダイバータの熱負荷低減のためには、非接触ダイバータプラズマ運転が必須となるが、ダイバータ領域は複雑な磁場構造や壁との相互作用など、考慮すべき物理要素が多い。原型炉ダイバータプラズマ制御に向けて3次元磁場の導入や壁損耗などダイバータプラズマのモデリングの高度化を図る。
	燃焼プラズマ制御のためのデータ同化手法に関する研究
	原型炉においては限られた計測データを用いた不確実性が高い状況下での燃焼プラズマの制御が必要となる。気象予報など複雑系の予測に大きな成果を得ているデータ同化手法を核融合プラズマ制御に適用した予測制御システムについて研究を行う。
	原型炉の炉心プラズマの電磁乱流輸送研究
	核融合原型炉の実現には炉心プラズマのベータ値を基準値以上にすることがあるが、高ベータでは電磁的効果が重要となる。磁場揺動を含む電磁的な乱流シミュレーションを実施し、乱流輸送のベータ値依存性を評価するとともに、核融合反応などにより発生する高エネルギー粒子駆動電磁流体不安定性の乱流輸送への影響についての研究も行う。