

非平衡マクロ系の幾何

Geometry in non-equilibrium macro system

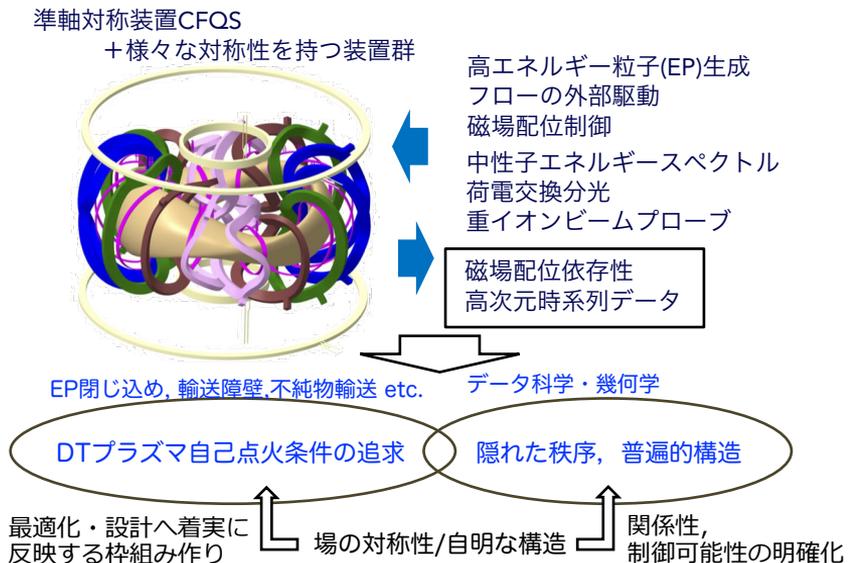
■ 核融合科学としての“チャレンジ”

非平衡マクロ系の内部自由度はどのような幾何構造で表されるのか？ そこに多要素共存の普遍的な法則はあるのか？ それは制御・設計可能か？ 閉じ込め配位＝ミクロ要素への拘束条件に応じて集団的振る舞いを変える磁場閉じ込めプラズマは格好の研究対象である。先進的閉じ込め配位を含むプラズマの実・速度分布と流れ場の能動的制御・定量計測により、閉じ込め・フローと揺動・L-H遷移条件等の磁場配位依存性を体系化する。理論・シミュレーション解析に加え、データ科学と幾何学の手法でこれら高次元時系列データから相空間の隠れた秩序構造を抽出、制御可能性/普遍性の観点での分類を試みる。配位の詳細構造を自在に設計できる最適化フレームワークへと反映させ、自己点火を見通す最適化配位を創成する。

■ 広い/新しい学術的テーマとして、何に結びついているか

脳神経回路をなす膨大な数のニューロンの活動が実際は低次元多様体上に束縛される¹など、複雑なマクロ系に隠れた秩序構造が見出されてきている。核融合科学だからこそできる観測対象の「制御」と「定量計測」に基づき、ミクロ要素の特性や拘束条件とメゾ・マクロな現象の関係や、一般の非平衡マクロ系における多要素共存の普遍法則を見つけ出し、広く学術界に提供することを目指す。成功すれば、集団運動や社会構造のより深い理解にもつながる。

[1] Wörnberg E, Kumar A (2019) *Perturbing low dimensional activity manifolds in spiking neuronal networks*, PLoS Comput Biol 15(5): e1007074



■ DT燃焼プラズマ前時代への意識

ITERでのDT燃焼実験を控える10数年という期間を意識し、DTプラズマの自己点火に必要な不可欠である高エネルギー粒子閉じ込めと、構造形成としての輸送障壁の物理、不純物輸送制御、磁場配位最適化の研究に、核融合研のユニットとして取り組む。世界初の準軸対称装置CFQSを重要な実験基盤とし、共同研究により様々な磁場配位の装置を横断的に活用する。中性子・分光計測を組み合わせた高エネルギー粒子の実・速度分布計測器の開発と適用、フローの能動的制御による構造形成とフローの相互作用の研究を行い、閉じ込め配位のマクロ・ミクロな幾何構造と閉じ込め・L-H遷移・不純物輸送の関連を明らかにする。磁場配位の詳細な幾何構造を工学的制約のもとで自在に設計可能なフレームワークを構築し、自己点火を見通す最適化配位を創成する。