

提案ユニットテーマ：

ミクロ・マクロ階層混合 Micro-Macro Mixingscopy

核融合科学のテーマとして、何にチャレンジしているか

実験・シミュレーション研究の進展で、閉じ込め性能を左右する乱流と粒子運動の共鳴や、シースの物理を含む表面ダイナミクスのような境界現象など、スケールを仮定した階層モデルでは捉えきれない現象が顕在化してきた。これらを、「階層混合(mixingscopy)」という新しい物理描写で捉え直し、ミクロ・マクロ階層混合した系の物理の記述と定量化された指標を、実験と理論から見出すことで、現在の核融合科学が持つ未解明の現象の理解へつなげる。

広い／新しい学術的テーマとして、何に結びついているか

階層混合は、“ある物理パラメータ領域では分離できていた階層が、別の領域では不可分になる(右図)”と捉えることができる。核融合プラズマを起点に、Mixingscopyを計測・計算・解析手法に導入することで見出される方法論を、境界層プラズマと固体界面、低温プラズマ、反物質プラズマ、高エネルギー密度プラズマなどにおける構造形成や集団現象の物理にも適用する。特に、プラズマを「電磁流体」と捉える流体分野や、「単なる荷電粒子」と捉えることが多い固体物理・化学分野に対して、速度空間への自由度の広がりといったプラズマの本質的な価値観を提示できる。

ここで開拓される階層混合の指標と方法論は、階層分離しやすい現象から、本質的に階層混合している現象まで、多くの複雑系を包摂できる可能性を有する。例えば、階層混合を表現する熱力学量や有効ラグランジアンを見い出せば、階層分離が難しい生物学や社会科学などにおける複雑現象に持ち込み、分野を横断する検証研究が期待できる。

