

アルベン固有モードと相互作用する高速イオンの位相空間構造の実験観測

Experimental Observation of Phase Space Structure of Fast Ions Interaction with Alfvén Eigenmodes

永岡賢一^{1,2}, 長壁正樹^{1,3}, 磯部光孝^{1,3}, 小川国大^{1,3}, 神尾修治¹, 小林進二⁴, 山本聡⁴, 大島慎介⁴, 水内了⁴, J.M.Fotdecaba⁵, E. Ascasibar⁵

K. Nagaoka^{1,2}, M. Osakabe^{1,3}, M. Isobe^{1,3}, K. Ogawa^{1,3}, S. Kamio¹, S. Kobayash⁴, S. Yamamoto⁴, S. Ohshima⁴, S. Mizuuchi⁴, J.M. Fontdecaba⁵, E. Ascasibar⁵.

¹核融合研, ²名大理, ³総研大, ⁴京大エネ研, CIEMAT

¹NIFS, ²Nagoya Univ., ³SOKENDAI, ⁴IAE Kyoto Univ., CIEMAT

磁場閉じ込め核融合装置では、高温プラズマだけでなく、高速イオンも閉じ込める必要がある。高速イオンを損失させるアルベン固有モード(AEs)は、周波数掃引や間欠的な励起など非線形な振る舞いを示す。アルベン固有モードと高速イオン異常輸送を非線形性まで含めて理解するために、本研究ではAEsと高速イオンの相互作用の直接計測に取り組んでいる。

実験的にAEsと高速イオンの相互作用を計測するために、地球磁気圏プラズマを計測するために考案された波動粒子相互作用解析装置(WPIA)の手法を適用する。WPIAの基本的なコンセプトは、各粒子の検出時刻の波動の位相を評価し、エネルギー移送効率： $\langle E \cdot J \rangle$ (E:波動電場、J:高速イオン電流(粒子束)、 $\langle \rangle$ は、位相1周期の積分)を評価する手法である。これをLHDのプラズマ実験に適用した。下図にその概略を示す。

LHDに設置したシリコン半導体高速粒子検出器(Si-FNA)は、プラズマ中を旋回する高速イオンが、荷電交換してプラズマ外に飛び出てきたものを検出する。各粒子の検出時刻を記録し、波動の位相に変換する。高速イオン粒子数を波動の位相に対するヒストグラムの構造から波動粒子相互作用が議論できる。波動と検出される高速イオンが無相関の場合は、高速イオン束は、波動に対してランダムに検出されるため、平坦なヒストグラムとなる。その逆に、強い相互作用がある場合は、有意な位相のずれをともなう正弦的な構造を持つと予想される。本研究で開発したWPIA装置の構成とLHD実験の初期結果と高速イオンの位相空間構造の観測について議論する。また、ヘリオトロンJ、及びTJ-II装置でも実験を行い、CX-NPAやCNPAに対しても今回開発したWPIA装置が適用できることを実証した。

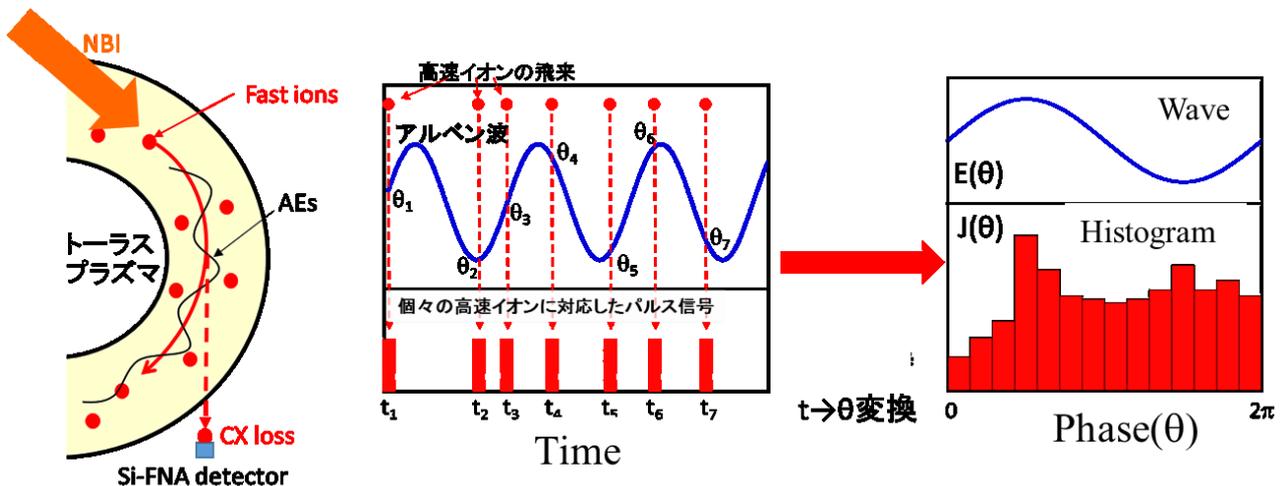


図 トーラスプラズマにおける WPIA の概要