30pP80

直接発電のためのヘリウム３燃料核融合炉模擬複合プラズマ源の開発

Development of a Combined Plasma Source Simulating Helium 3 Fusion Reactor for Direct Energy Conversion

竹野裕正 [1], 原田康平 [1], 市村和也 [1], 中本聡 [1], 宮澤順一 [2], 後藤拓也 [2]
Hiromasa TAKENO[1], Kouhei HARADA[1], Kazuya ICHIMURA[1], Satoshi NAKAMOTO[1], Junichi MIYAZAWA[2], Takuya GOTO[2]

神戸大工 [1], 核融合研 [2]
Kobe Univ.[1], NIFS[2]

ヘリウム３燃料核融合での直接発電 [1] では，高速陽子と熱化イオンを分離（イオン－イオン分離）する必要がある．カスプ型直接エネルギー変換器 (CuspDEC) の利用が想定されているが，これまで CuspDEC の研究では，専ら電子－イオン分離が扱われ [2]，イオン－イオン分離の，特に実験的な研究は見当たらない．

著者等は，イオン－イオン分離の実験的実証を含めて，直接発電システムの構成要素：CuspDEC と進行波型直接エネルギー変換器 (TWDEC) とを統合する際の課題に取り組んでいる．図１に，統合型直接発電模擬実験装置の模式図を示す．従来の CuspDEC と TWDEC の組み合わせに，高速イオンと熱化イオンおよび電子を同時に供給できる複合プラズマ源を新たに増設する．この報告では，主としてこの開発について発表する．

開発するプラズマ源では，上流に高速イオン源部が配置され，ヘリウムイオンを引出電極への印加電圧でエネルギーを制御して供給する．その下流に，ヘリウムもしくはアルゴンの熱化プラズマ源部が配置され，高速イオンの走行部と同軸状に構成される．それぞれの粒子源では，高周波でプラズマが生成され，生成効率向上と軌道制御を兼ねた軸方向磁場が印加される．それぞれの粒子種・粒子数は，独立に供給するガスおよび高周波電力で制御される．現在，構造設計が完了し，加工・構築中である．

イオン－イオン分離には，CuspDEC において過去に研究された二段減速 [3] から着想された電界を用いた分離を想定している．図２は模擬装置を対象とした軌道計算例で，CuspDEC 内（r-z 面）の電位構造をカラーマップで示している（黄色はコイル断面）．ポイントカスプに設けられた熱化イオン捕集電極 (G)（図では接地）の背後に分離電界印加用の電極 (P) を設け，適当な高電圧（図では 800 V）を供給する．捕集電極中心の穴から，背後電極による電界が漏れ，熱化（低エネルギー）イオン（図では 500 eV）は軌道を曲げられる（白点線）．高速イオン（図では 1 keV）は高電位部を通過し，二枚電極のレンズ作用で収束される（紅紫実線）．

講演では，複合プラズマ源の詳細構造および軌道計算による電界分離の特性について報告する．本研究の一部は，科学研究費補助金 (16H04317) の援助を受けている．

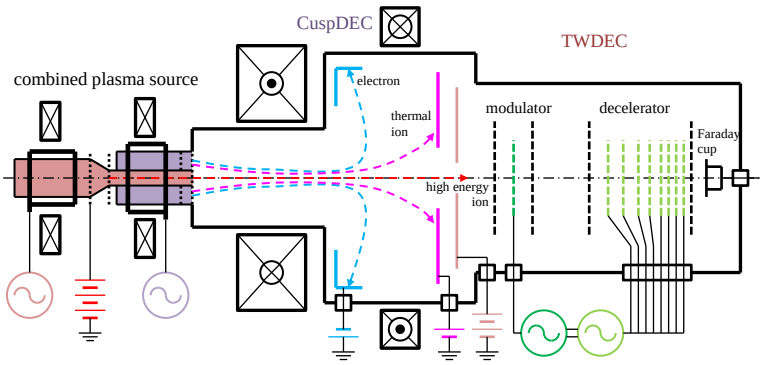

図１　統合型直接発電模擬実験装置の模式図

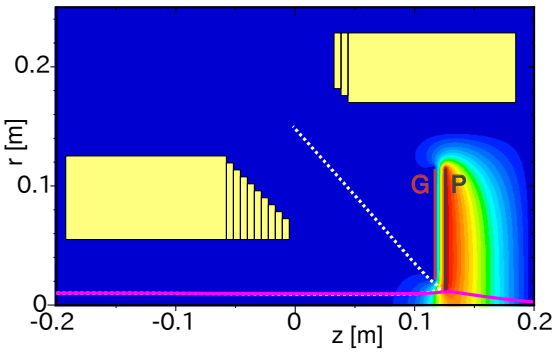

図２　イオン－イオン分離の軌道計算例

[1] H. Momota, et al., Proc. 14th IAEA **3** 319 (1993).
[2] Y. Yasaka, et al., Nucl. Fusion **48** 035015 (2008).
[3] Y. Yasaka, et al., Trans. Fusion Sci. Tech. **55**(2T) 1 (2009).