

# 進行波型直接エネルギー変換器における変調方式・減速方式の統合的検討

## Unified Examination of Modulation and Deceleration Schemes in a Traveling Wave Direct Energy Converter

竹野裕正<sup>1</sup>, 藤田浩平<sup>1</sup>, 宮崎翔太<sup>1</sup>, 八坂保能<sup>1</sup>, 市村和也<sup>2</sup>, 中嶋洋輔<sup>2</sup>  
TAKENO Hiromasa<sup>1</sup>, FUJITA Kouhei<sup>1</sup>, MIYAZAKI Shota<sup>1</sup>, YASAKA Yasuyoshi<sup>1</sup>,  
ICHIMURA Kazuya<sup>2</sup>, NAKASHIMA Yousuke<sup>2</sup>

<sup>1</sup>神戸大工, <sup>2</sup>筑波大プラズマ  
<sup>1</sup>Kobe Univ., <sup>2</sup>Univ. of Tsukuba

核融合直接発電は、高効率かつ社会受容性の高い発電法として研究されており、最近では、宇宙船内の電力源として、NASAでも研究が始まった[1]。著者等は従来から研究を継続しており、構成装置の一つである進行波型直接エネルギー変換器(TWDEC)[2]については、最近の実機につながる課題に取り組んでいる。

実機で重視される一つの観点として、装置の小型化がある。一般にTWDECでは、高い効率を求める場合は装置が大型化する。小さな装置サイズと高効率は、一般にトレード・オフの関係にある。変調器では、効率向上には、粒子の速度変化を小さくすること必要であるが、これは一般には集群距離を増大させ、装置サイズが大きくなる。減速器では、集群粒子をより広く減速電界中に捕えるためには低い減速度が必要であるが、これは減速器を長くする。変調器での速度変化の程度によって減速器の減速方式を決める必要がある。変調・減速の各方式は互いに関係し、統合的な検討を要する。本報告では、変調および減速の各方式についての統合的検討の初期結果について発表する。

これまであまり深く検討されていない、進行波による変調効果を調べた。最も単純な2枚の電極間が進行波となるよう、位相を調整した変調電圧 $V_m$ を印加し、下流でのエネルギー分布の変化を数値計算[3]で調べた。変調電圧に応じてエネルギー分布が広がるが、拡がり方は変調電極の間隔に依存する。図1に変調電圧に対するエネルギー拡がりの半値半幅 $H$ の変化を電極間隔 $d$ 毎 ( $\lambda$ は進行波の波長) に示す。  $d$ によって、  $V_m$ に対する変化率 $\Delta H/e\Delta V_m$ が異なることがわかる。  $d$ の変化を $\rho=d/\lambda$ で扱えば、電極間位相差も $\rho$ に比例し、 $\Delta H/e\Delta V_m$ は $h=2(\sin\pi\rho)^2/\pi\rho$ で与えられる最大エネルギー変化に沿うことが予想される。図2は図1より得られる $\Delta H/e\Delta V_m$ と $h$

との比較を示したもので、両者は良い一致を示している。進行波による変調では、電極間隔はそのまま変調器の長さに対応すると同時に、粒子の速度(エネルギー)変化にも直接影響する。講演ではより詳しく報告する予定である。

本研究は科学研究費補助金・基盤研究(C)(22560273)およびNIFSの双方向型共同研究(NIFS10KUGM047)の援助を受けた。

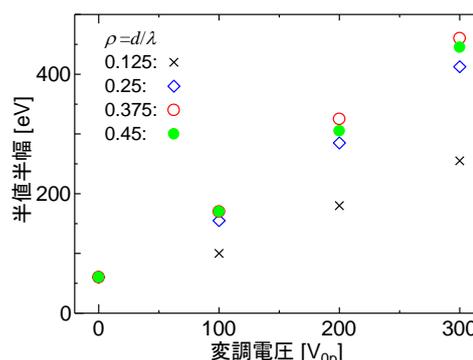


図1 変調電圧に対するエネルギー半値半幅の変化

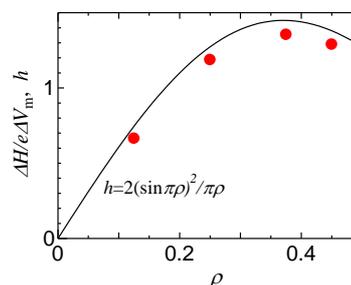


図2 エネルギー半値半幅の理論との比較

### 参考文献

- [1] J. Scott, "Spacecraft Application for Aneutronic Fusion and Direct Energy Conversion," 14th US-J IECF Workshop (2012).
- [2] H. Momota, LA-11808-C, Los Alamos Natl. Lab., 8 (1990).
- [3] H. Takeno, et al., Trans. Fusion Sci. Tech., **61**(1T), 129 (2012).