

# 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 II

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

竹野裕正<sup>1</sup>, 東郷裕介<sup>1</sup>, 藤田浩平<sup>1</sup>, 八坂保能<sup>1</sup>, 市村和也<sup>2</sup>, 中嶋洋輔<sup>2</sup>

Hiromasa TAKENO<sup>1</sup>, Yusuke TOGO<sup>1</sup>, Kouhei FUJITA<sup>1</sup>, Yasuyoshi YASAKA<sup>1</sup>,  
Kazuya ICHIMURA<sup>2</sup>, Yousuke NAKASHIMA<sup>2</sup>

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

高効率かつ社会受容性の高い核融合直接発電は、著者等のみならず、宇宙船内の電力源としてNASAでも研究されている[1]。直接発電器の一つである進行波型直接エネルギー変換器(TWDEC)については、装置の小型化が実用化のための課題である。一般にTWDECでは、高効率を得るには大型の装置が必要で、装置サイズと効率がトレード・オフの関係にある。宇宙船内など、装置サイズに制約のある環境下で高い効率を得るためには、TWDECの構成要素である変調器と減速器との統合的な検討が必要であると、著者等は考えている。前報[2]に続いて、本報告では減速器の長さに着目した検討結果を発表する。

定減速度減速器について、減速器長に対する粒子の減速の変化を数値計算で調べた。減速器のモデルはこれまでの実験[3]で使用したものに合わせて、入射イオンは0.8 keVのプロトン、減速度は $8 \times 10^{11} \text{ m/s}^2$ 、変調周波数が7 MHzである。

図1は、粒子がこの減速器に入射する際の位相平面で、横軸は減速器入口RF電位の位相、縦軸は平均入射速度で規格化した粒子の減速器入口速度である。図の緑曲線内が捕捉領域で、この中の粒子が減速器内進行波電位の谷に捕捉され、減速される。

図2は、位相平面内の入射条件のテスト粒子の運動を数値計算で追い、減速器出口速度の二乗値をカラーマップで示したものである。減速器長 $L_{\text{dec}}$ を、(a) $1.0\Lambda_d$ 、(b) $1.75\Lambda_d$ 、(c) $2.5\Lambda_d$ と変化させている( $\Lambda_d$ は減速器内の波長で、減速度に合わせて変化する)。 (c)では、減速される粒子の入射条件は図1の捕捉領域と合致しているが、(a)、(b)では必ずしも合致しているとはいえない。また、減速の大きな粒子(カラーマップの赤等)の位相平面内分布が、(a)では比較的横方向に、(b)では縦方向に、それぞれ広がっている。変調強度に対する特性：強い変調では位相平面内での粒子分布は縦に、弱い変調では横に、それぞれ広がることを考慮すると、適切な変調器と減速器とを組み合わせることで、装置サイズの制限下での効率増加が期待できる。

本研究の一部は、NIFS、筑波大学、神戸大学間の双方向型共同研究(NIFS13KUGM082)の援助を得ている。

- [1] J. Scott, 14th US-J IECF Workshop S7P1, 2012.  
[2] 竹野 他, 第29回プラズマ・核融合学会年会, 30E31P, 2012.  
[3] S. Miyasaki, et al., Trans. Fusion Sci. Tech., **63**, 304, 2013.

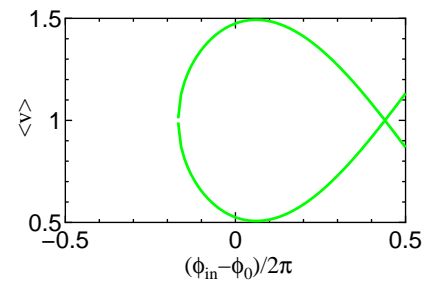
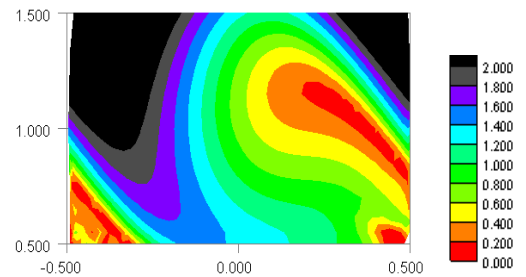
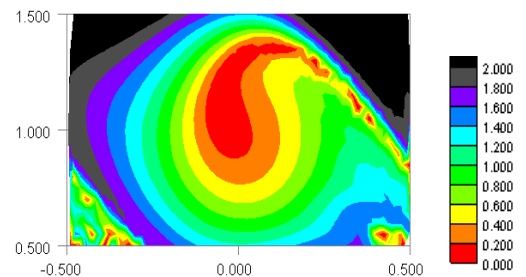


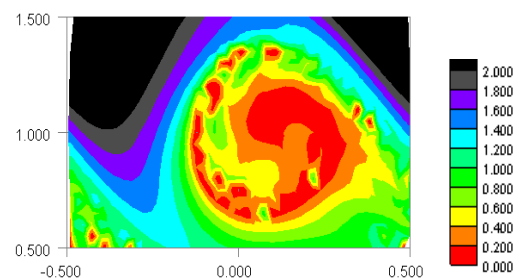
図1 捕捉領域



(a)  $L_{\text{dec}} = 1.0\Lambda_d$



(b)  $L_{\text{dec}} = 1.75\Lambda_d$



(c)  $L_{\text{dec}} = 2.5\Lambda_d$

図2 減速器長に対する粒子速度