

レーザー駆動イオン加速における横方向エミッタンス診断系の開発

Development of Transverse Emittance Diagnostic System for Laser-Driven

Ion Acceleration



量研 関西研¹, 九大院², 量研 放医研³ ○(MIC)竹本 伊吹^{1,2}, 榊 泰直^{1,2},
(DC)宮武 立彦^{1,2}, 小島 完興², 近藤 康太郎², 西内 満美子², チン タンフン², 錦野 将元²,
渡辺 幸信¹, 岩田 佳之³, 白井 敏之³, 神門 正城², 近藤 公伯²

QST KPSI¹, Kyushu Univ.², QST NIRS³, °Ibuki Takemoto^{1,2}, Hironao Sakaki^{1,2},
Tatsuhiko Miyatake^{1,2}, Sadaoki Kojima², Kotaro Kondo², Mamiko Nishiuchi², Thanh-Hung Dinh²,
Masaharu Nishikino², Yukinobu Watanabe¹, Yoshiyuki Iwata³, Toshiyuki Shirai³, Masaki Kando²,
Kiminori Kondo²

E-mail: takemoto.ibuki.307@s.kyushu-u.ac.jp

量研関西研では、超小型重粒子線がん治療装置(量子メス)の実現に向けて、レーザー駆動イオン加速技術を用いた小型炭素イオン入射器の開発に挑戦している。レーザー駆動イオン加速によって生成される炭素ビームを下流のシンクロトロン設計軌道にマッチさせたビーム軌道で入射させる必要があるため、ビームの横方向エミッタンスの制御が必要である。

横方向エミッタンスとは、ビームを構成する粒子の位置・運動方向による位相空間の大きさであり、ビームの層流性を表すパラメータである。これまで、レーザー駆動加速により生成される陽子ビームの横方向エミッタンスは、現行の ECR イオン源によって生成されるビームと比較して 2 桁以上優れた値であることが報告¹⁾されている。一方で、炭素ビームに関しては、同時加速される陽子ビームや酸素ビームを弁別することが困難であるために、炭素ビームの横方向エミッタンスが評価された例はない。そこで我々は、四重極磁石による核種の磁場弁別とダブルスリット法を組み合わせた炭素ビーム横方向エミッタンス診断系の開発を進めている。しかし、この手法で高精度に横方向エミッタンスを計測するためには、スリット走査を数十 μm オーダーに細分化したうえで微小駆動を繰り返さねばならない。また、スリットを通過する信号強度は微小となることから、検出器上の電磁ノイズだけでなく、レーザー強度の不安定性で変化する粒子数などの観測揺らぎも誤差として畳み込まれるため、1 点 1 点の計測回数を増やして統計誤差を減らさねばならず、1 回のエミッタンス計測に 1 万回を超えるような計測回数が必要となり非効率である。

そこで、アダマール変換²⁾に基づいて作成したマスクにて計測信号情報を符号化圧縮することで、大幅に少ない計測回数で横方向エミッタンスの特徴を再現することができるかの調査を開始した。本報告ではその概要及び進捗について報告する。

本発表の内容は、JST 未来社会創造事業 JPMJMI17A1 の支援を受けて実施している。

[1] T Cowan et al., Phys. Rev. Lett. 92, 204801 (2004).

[2] 蟻川達男, アダマール変換分光, 日本物理學會誌. 39. 11 (1984) 835-843.