

核融合損失アルファ粒子計測のためのガンマ線画像再構成法

Gamma-ray Image Reconstruction for Fusion Reactor Lost α Diagnostics同志社大¹, 東大新領域², 神戸大³, 東大院工⁴, 古河機械金属⁵,核融合研⁶, 大阪大⁷, 理研 SPring-8⁸, 徳島文理大⁹○土居 謙太¹, 西浦 正樹², 谷池 晃³, 松木 拓也³, 島添 健次⁴, 虫明 敏生², 吉野 将生⁵, 長坂 琢也⁶,藤本 靖⁷, 藤岡 加奈⁷, 田中 照也⁶, 木崎 雅志⁶, 山岡 人志⁸, 松本 新功⁹, 粕谷 俊郎¹, 和田 元¹Doshisha Univ.¹, Grad. Sch. Frontier Sci., The Univ. of Tokyo², Kobe Univ.³, Grad. Sch. Eng., The Univ. of Tokyo⁴,Furukawa Co. Ltd.⁵, NIFS⁶, Osaka Univ.⁷, SPring-8, RIKEN⁸, Tokushima Bunri Univ.⁹○Kenta Doi¹, Masaki Nishiura², Akira Taniike³, Takuya Matsuki³, Kenji Shimazoe⁴, Toshiki Mushiake², Masao Yoshino⁵,Takuya Nagasaka⁶, Yasushi Fujimoto⁷, Kana Fujioka⁷, Teruya Tanaka⁶, Masashi Kisaki⁶, Hitoshi Yamaoka⁸,Yoshikatsu Matsumoto⁹, Toshiro Kasuya¹, Motoi Wada¹

E-mail: dun0309@mail4.doshisha.ac.jp

DT 熱核融合炉では, 反応生成物である 3.5 MeV アルファ粒子の閉じ込めが炉心自己加熱のために重要となる. ところが, DT 核融合反応生成アルファ粒子は, 炉心の不安定性を励起した後に損失されることが懸念されており, 炉壁と衝突することで深刻な炉壁損傷に繋がる¹⁾. そのため, 損失アルファ粒子計測が必要であるが, 炉内および炉近傍の放射線量が極めて高くなるため, 検出器には高耐放射線性が要求されることになる²⁾. そこで, 我々はアルファ粒子が ^9Be 第一壁と衝突する際に発生する $^9\text{Be}(\alpha, n\gamma)^{12}\text{C}$ 反応由来の 4.44 MeV ガンマ線に着目し, イメージ化することでアルファ粒子の損失空間分布を計測する手法を提案している. この手法では, 検出器を炉壁面から比較的離して設置可能であり, 検出器の放射線損傷を軽減することができる.

4.44 MeV ガンマ線画像検出に向けて, 加速器を用いて ^9Be に 4.44 MeV アルファ粒子を入射する模擬実験および数値シミュレーションにより, アレイ型多チャンネル検出器を用いたイメージ取得システムの最適化を行っている. 模擬実験で新たに使用を検討している検出器は 1 pixel の寸法が $2 \times 2 \times 47$ mm (縦・横・厚) の GAGG シンチレータで構成される 12×12 pixel 多チャンネル検出器である. 当検出器を 2 つ用いることで $^9\text{Be}(\alpha, n\gamma)^{12}\text{C}$ 反応の空間分布を取得する. (図 1)

今回, 画像再構成の際に必要なシステムの設計を数値シミュレーションを通して行った. 発表では, 画像表示ソフトウェアのアルゴリズムの詳細および画像検出シミュレーション結果について論じる.

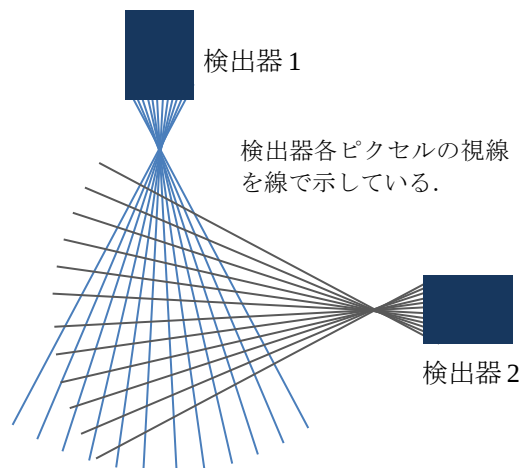


図 1. 開発中のガンマ線画像再構成システムの概略図. ピクセルの視線を交差させることで CT 図を得る.

[1] D. Funaki, *et al.*, “Full orbit calculation for lost alpha particle measurement on ITER”, Rev. Sci. Instrum. **79**, 10E512 (2008).

[2] M. Nishiura, *et al.*, “Development and irradiation test of lost alpha detection system for ITER”, Rev. Sci. Instrum. **81**, 10D313 (2010).