

ヘルメット PET 装置のための time of flight 型検出器の検討

Feasibility of a time of flight detector for helmet PET

量研機構放医研¹, アトックス², ○(P)田久 創大¹, アハマド アブデラ¹, 吉田 英治¹

田島 英朗¹, 熊谷 雅章², 山下 大地², 山谷 泰賀¹

NIRS, QST¹, ATOX Co. Ltd², °Sodai Takyu¹, Abdella Ahmed¹, Eiji Yoshida¹,

Hideaki Tashima¹, Masaaki Kumagai², Taichi Yamashita² and Taiga Yamaya¹

E-mail: takyu.soudai@qst.go.jp

我々は、半球状に配置した検出器からなる、頭部専用の小型・高感度のヘルメット型 PET 装置を開発している。これまでに、光分配方式の 4 層 DOI (depth of interaction) 検出器 (2.8 mm 角 GSOZ シンチレータ + 64 ch マルチアノード光電子増倍管, R10551-00-M64) による装置試作を行い、優れた性能が得られているが、本検出器は time-of-flight (TOF) 計測には向かない。そこで本研究では、次期ヘルメット PET 装置に用いる検出器として、DOI と TOF のどちらを重視すべきかどうかを明らかにした。

次期検出器として、MPPC (multi-pixel photon counter) TOF PET module (C13500-4075LC-12) に着目した。本モジュールは、MPPC と一対一結合された 4.1 mm 角の LFS (lutetium fine silicate) が 12 x 12 にアレイ化されており、光分配方式の DOI は実現できないが、標準品の 20 mm 厚さの LFS にて半値幅 280 ps CRT (coincidence resolving time) の高い時間分解能を有する。まず LFS 厚さを 20 mm とした場合のヘルメット PET (4.1 mm 角 LFS, 280 ps-CRT TOF, non-DOI) を GEANT4 にてモデル化し、試作機 (2.8 mm 角 GSOZ, non-TOF, DOI) と画質を比較するシミュレーションを行った (Fig. 1 a))。Contrast phantom の再構成画像における coefficient of variation (COV) と contrast recovery coefficient (CRC) の関係を比較した結果、TOF 情報によるゲイン増加が non-DOI による分解能低下により打ち消される傾向がみられた。そこで、non-DOI による分解能低下を抑制するために LFS 厚みを 10 mm にしたところ、CRC 対 COV の関係が改善された。この結果に基づき、10 mm 厚さの LFS を用いた TOF 検出器を 1 ペア試作 (Fig. 1 b)) し、基本性能を測定した。エネルギー分解能は $11.7 \pm 0.7 \%$ であった。光電ピークに設定したエネルギーウインドウにおける CRT は 261.2 ± 9.0 ps であった (Fig. 1 c))。以上のことから、10mm 厚 LFS の TOF non-DOI detector が次期ヘルメット PET 用検出器として有望であることがわかった。

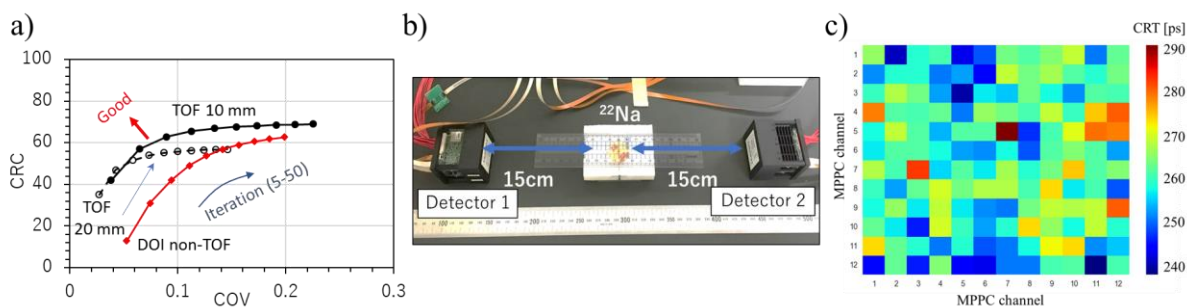


Figure 1 a) An example of image quality evaluation result obtained through the simulation, b) A photo of one-pair prototype, c) CRT values in the energy window at photoelectric peak.