

ホウ素中性子捕捉療法のための Tl^+ 、 Sr^{2+} 共添加 $Cs_3Cu_2I_5$ 結晶 およびガンマ線検出器の開発

Development of Tl^+ and Sr^{2+} Co-doped $Cs_3Cu_2I_5$ Crystals and Gamma-ray Monitoring System for Boron Neutron Capture Therapy

東北大工¹, 東北大金研², 東北大 NICHe³, 東北大 RCNS⁴,
大阪大レーザー研⁵, (株) C&A⁶, 京大複合研⁷

○(D) 浦野 雄介^{1,2}, 黒澤 俊介^{2,3,4,5}, 山路 晃広^{2,3}, 吉川 彰^{2,6}, 松林 錦⁷, 田中 浩基⁷

Department of Mat. Sci., Graduate School of Eng., Tohoku Univ.¹, IMR, Tohoku Univ.²,

NICHe, Tohoku Univ.³, RCNS, Tohoku Univ.⁴, Institute for Laser Eng., Osaka Univ.⁵,

C&A Corporation⁶ Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto Univ.⁷

○Yusuke Urano^{1,2}, Shunsuke Kurosawa^{2,3,4}, Akihiro Yamaji^{2,3},

Akira Yoshikawa^{2,5}, Nishiki Matsubayashi⁷, Hiroki Tanaka⁷

E-mail: urano.yusuke.s1@dc.tohoku.ac.jp

ホウ素中性子捕捉療法 (Boron Neutron Capture Therapy: BNCT) は、ホウ素 (^{10}B) と熱中性子の核反応によってガン細胞を選択的に破壊する治療法である[1]。治療箇所をリアルタイムで推定するため、上記の核反応の過程で生成される即発ガンマ線 (478 keV) を検出してイメージングする試みが注目されている。そこでわれわれは、シンチレータと光ファイバー、光電子増倍管 (PMT) からなるガンマ線検出器を開発している。治療場における熱中性子束は最大で 1×10^9 n/sec/cm² でありシングルフォトンカウンティング法による測定が難しいため、評価方法にはシンチレーション発光の信号強度 (電流値) を利用する。電流値の測定では、S/N 比の関係から高いガンマ線発光量をもち、エネルギー応答の非線形性 (NPR) [2] の良いシンチレータが求められる。本研究では、発光量が 98,200 光子/MeV で潮解性が低いといった特性を有する Tl^+ 添加 $Cs_3Cu_2I_5$ (Tl:CCI) [3] に着目した。Tl:CCI の NPR 改善のため Tl^+ と Sr^{2+} を共添加した Tl,Sr:CCI を育成し、発光特性の評価および光ファイバーと組み合わせたガンマ線検出器を作製した。

ブリッジマン-ストックバーガー法により Tl,Sr:CCI 結晶を育成し、結晶の相同定は粉末 X 線回折 (XRD) 装置 (D8 Discover, Bruker 社) により行った。 ^{137}Cs などのガンマ線源と PMT (R7600U-200, 浜松ホトニクス社)、マルチチャンネルアナライザ (Pocket MCA8000D, AMPTEK 社) を用いて、ガンマ線発光量と NPR の評価を行った。さらに京都大学研究用原子炉 (KUR) の E-3 中性子導管にて、育成した結晶とホウ酸サンプルを用いた照射実験を行った。

育成した Tl,Sr:CCI 結晶は粉末 XRD の結果より目的の相が得られていることを確認した。Tl,Sr:CCI 結晶の発光量はおよそ 72,000 光子/MeV であり、Tl:CCI と比べて NPR の改善が見られた。本講演では、KUR で行った実験の詳細について報告する。

References [1] <https://www.pref.osaka.lg.jp/jigyochousei/bnct-jituyouka/index.html>. [2] K. Yang *et al.*, J. Appl. Phys., **118**, 213106, (2015). [3] L. Stand *et al.*, Nucl. Inst. and Meth. A, **991**, 164963, (2021).