

高速応答液体シンチレータレイとアバランシェフォトダイオードを用いた
高感度中性子イメージャーの開発

Development of a high efficiency neutron imager by using a fast liquid scintillator array and an avalanche photodiode

水谷亮介¹, 有川安信¹, 安部勇輝¹, 西畑穰¹, 中島希¹, 高橋将太¹, 小坂匠¹,
余語覚文¹, 西村博明¹, 三間罔興², 中井光男¹, 白神宏之¹, 兒玉了祐¹
MIZUTANI Ryosuke¹, ARIKAWA Yasunobu¹, ABE Yuki¹, NISHIBATA Joe¹,
NAKAJIMA Nozomi¹, TAKAHASHI Shota¹, KOSAKA Takumi¹,
YOGO Akifumi¹, NISHIMURA Hiroaki¹, MIMA Kunioki², NAKAI Mitsuo¹,
SHIRAGA Hiroyuki¹, KODAMA Ryosuke¹

¹大阪大学レーザー科学研究所,

²光産業創成大学院大学

¹Institute of Laser Engineering, Osaka University,

²The Graduate School for the Creation of New Photonics Industries

中性子ラジオグラフィは、X線では見えないような金属の内部や、水や油など低原子番号の元素の撮影が可能であるという特徴を有し、比較的大きな物体の非破壊検査などに広く用いられている。レーザー駆動中性子源はポイントソース性、短パルス性にすぐれた中性子源になるとして実現が期待されている。高速中性子の検出には厚さ数センチのシンチレータが必要になる。これまでに、高速応答液体シンチレータとハニカムパネルを用いた大面積シンチレータレイを開発し、中性子画像の撮影を行って来た[1]。

シンチレータレイからの発光パターンをレンズで1/10程度に縮小結像し、イメージンシファイア CCDカメラで撮影する手法であった。この手法では縮小結像における光の伝達効率が0.1%程度と低く、シンチレーション信号が十分明るい場合でないと鮮明な画像を得ることは出来なかった。レーザー駆動中性子は加速器に比べ中性子フラックスが少ないことから、少ない中性子フラックスでも画像計測ができるよう、シンチレータレイ面上で光信号を増倍できるシステムの開発が求められていた。

そこでアバランシェフォトダイオードアレイとLEDアレイからなるアバランシェ光増倍パネルを開発した[2](図1)。この装置は光を 10^5 に増倍して出力する装置である。ピクセルサイズは $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 、使用しているアバランシェフォトダイオードアレイの量子効率率は40%である。本研究ではこのデバイスの詳細な特性評価実験を行った。

NaI:TlシンチレータにAm-241のアルファ線を組み合わせた光源を入力として用い、入力信号と出力信号を光電子増倍管で測定したものを図2に示す。アバランシェ増倍パネルの信

号は従来イメージンシファイア(浜松ホトニクス生C9546-02)に比べて1000倍程度高速であることが明らかになった。

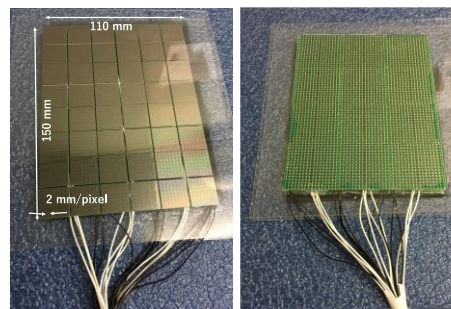


図1 アバランシェ光増倍装置の写真

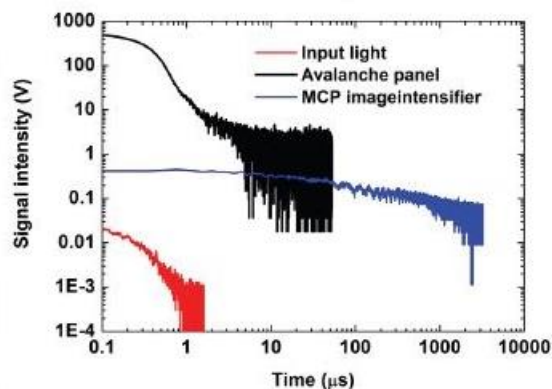


図2 アバランシェ光増倍パネルの光応答を光電子増倍管で測定した物。赤色は入力 NaI:Tl シンチレータ、黒色はアバランシェ光増倍パネル、青色は従来型イメージンシファイア。

[1]Y.Arikawa, et al., Proc. SPIE, pp 103280T-1~103280T-5 (2017)

[2]Y.Arikawa, et al., Review of Scientific Instruments 89, 10I128 (2018).

