

## フォトンカウンティング型ピクセル検出器の大規模回路較正法開発

### Development of large scale circuit calibration in photon- counting pixel detectors

高輝度光科学研究センター<sup>1</sup>, JAXA 宇宙研<sup>2</sup> °豊川 秀訓<sup>1</sup>, 佐治 超爾<sup>1</sup>, 池田 博一<sup>2</sup>

JASRI<sup>1</sup>, JAXA ISAS<sup>2</sup>, °Hidenori Toyokawa<sup>1</sup>, Choji Saji<sup>1</sup>, Hirokazu Ikeda<sup>2</sup>

E-mail: toyokawa@spring8.or.jp

広いX線エネルギー領域で用いることのできる2次元検出器 WERPAD (Wide Energy Range Pixel Array Detector) を開発し、大型放射光施設 SPring-8 での利用実験を開始した。受光センサーには CdTe 半導体 (厚さ 0.75mm) を用い、10~150keV に渡る広いエネルギーレンジで高検出効率が得られる。読み出し集積回路には窓型コンパレータ回路が3系統搭載されており、閾値走査によるエネルギー測定を行うことができる。ピクセルサイズは  $200 \times 200 \mu\text{m}^2$  で、現在、有感面積  $19 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$  (WERPAD1) と  $38.2 \text{ mm} \times 40.2 \text{ mm}$  (WERPAD2) の2タイプを提供している。本検出器には、集積回路当たり 9500 個のフォトンカウンティング回路が搭載されており、WERPAD2 では4倍の 38000 回路を調整する必要がある。今後、更に規模を拡大していくうえで、較正精度と作業効率の両立が課題となる。

単素子検出器では、標準のアイソトープを用いてエネルギースペクトルを計測し、線形性を評価したうえで、原点と傾き (単位ビット当りのエネルギー) を評価し、目的に応じて増幅回路 (主に NIM モジュール) の整形時間と利得を調整する方法が一般に用いられている。WERPAD 検出器の読み出し回路も原理は全く同じで、プリアンプ、主増幅アンプ、6系統コンパレータ、及び、24 ビットカウンターが、各ピクセルに搭載されている。ここで、コンパレータの閾値電圧は全ピクセル共通であり、一様な画像を得るには、集積回路あたり 38000 個のアンプ出力信号の利得とオフセット電圧を均一化する必要がある。そのための方法として、利得とオフセット電圧をピクセル毎に5ビットおよび6ビットの微調回路で調整できるように設計されている。

各ピクセルの入力端には、検出器からの電荷信号に加え、パルスジェネレータからのテスト信号入力機能を付加しているが、各ピクセルに到達するまでの減衰があり、その影響を評価する必要がある。また、全ピクセル共通の閾値電圧やその他の回路の駆動に必要な供給電源も同様に、減衰の影響を受ける。この問題を如何にして回避するかが、本発表の主題である。

標準アイソトープによる試験は、テスト信号で問題となる減衰の影響を回避することができるが、規制対象外のチェックソースでは、ピクセルサイズは  $200 \times 200 \mu\text{m}^2$  当りの強度は 1 cps 程度が限度で、較正精度と作業効率の両立は不可能である。その対策として、放射光ビームラインを用い、標準試料からの特性X線を全面照射する方法で較正を行っている。ピクセル当たり 10000 cps 以上の強度が得られ、効率的な調整が出来る反面、その機会は限られている。本研究では、エネルギー線形性を仮定したうえで、2種の波高のテストパルスを用い、そこからの外挿により減衰の問題を解決し、X線照射を用いない、新しい較正方法について報告する。