

先端技術領域

鈴木 昌世

研究課題：高性能2次元高エネルギーX線検出器の技術開発と物質構造研究への応用

100keV近傍の高エネルギーX線は透過性が高く、既存のX線画像検出器では検出効率が不十分であることが多い。また、同領域のX線は散乱性も高く、多重散乱過程を除去して検出事象を選別する能力が検出器には求められるが、この点に関しても既存のX線画像検出器は対応が遅れている。今後、第三世代放射光施設SPRING-8が創出する高エネルギーX線ビームを用いて、散乱、透過、回折像の時分割測定を可能にし、物質の組織・構造を解明する研究手法を確立するには、こうした問題を解除して高エネルギーX線検出器技術を進展させる必要がある。こうした観点から、本研究は、高輝度光科学研究センター、理化学研究所、日本原子力研究所、大阪大学、CERN（スイス）、IHEP（ロシア）の参加する研究開発チームを組織して、 $\text{YAlO}_3:\text{Ce}$ シンチレーター素子（YAP）の二次元配列構造、及び波長変換ファイバーを用いたユニークな読み出し系とから構成される新しい高エネルギーX線2次元検出装置（YAP Imager）の実用化を目指している。図1にYAP Imagerの概観を掲げる。

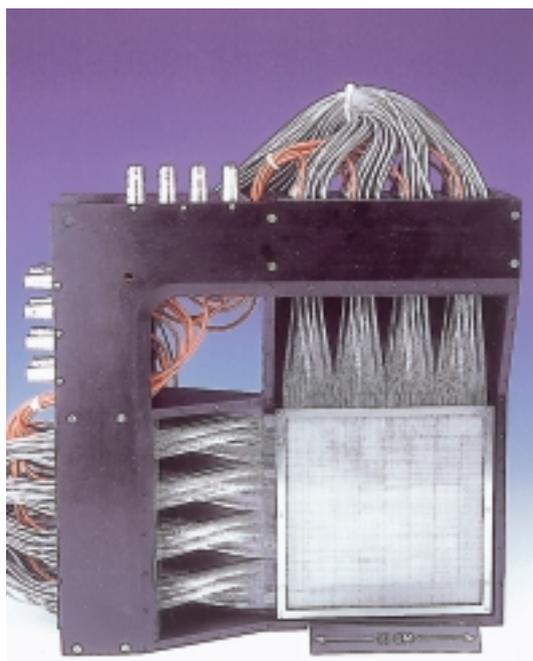


図1

高エネルギーX線の検出媒体となる二次元配列構造は、大きさ $1\text{mm} \times 1\text{mm} \times 6\text{mm}$ のYAP素子を $[128 \times 128]$ に配列して構成され、100keVのX線に対して吸収効率83%、有感領域 $128\text{mm} \times 128\text{mm}$ を実現している。YAPは発光減衰時間30nsec、密度 $5.5\text{g}/\text{cm}^3$ 、発光光量 $\text{NaI}(\text{TI})$ の30%などの特性を持つ優れたシンチレーターであり、同二次元配列構造は高エネルギーX線領域において入射X線光子の時間的・空間的相関関係を計測する有力な検出媒体として期待される^[1]。 $[128 \times 128]$ 二次元配列構造には、1mm角の波長変換光ファイバーがX方向及びY方向に各々128本の素子列に沿って光学的に接着されており、各方向のファイバーは、各々、8台の16チャンネル・マルチアノード型光電子増倍管に接続されている。光電子増倍管の出力は、マルチアノード毎に束ねられた16系統、及び各増倍管のダイノード8系統から構成されている。全ての素子に読み出し系を接続すると16384チャンネルの並列回路が必要となるが、こうした読み出し方式により僅か46チャンネルの読み出しで2次元の位置が決定出来る。

2000年度には、X線標準線源（ ^{57}Co 及び ^{241}Am ）及び放射光を用いて、YAP Imagerの評価実験が実施され位置分解能 $1\text{mm} \times 1\text{mm}$ 等の特性が確認された。一例として、SPRING-8のBL46XUにおいて25keVのX線をテストパターンに照射し、同検出器で取得したX線画像を図2に示す。现阶段では、隣接する素子の時間的空間的相関を調べる為に

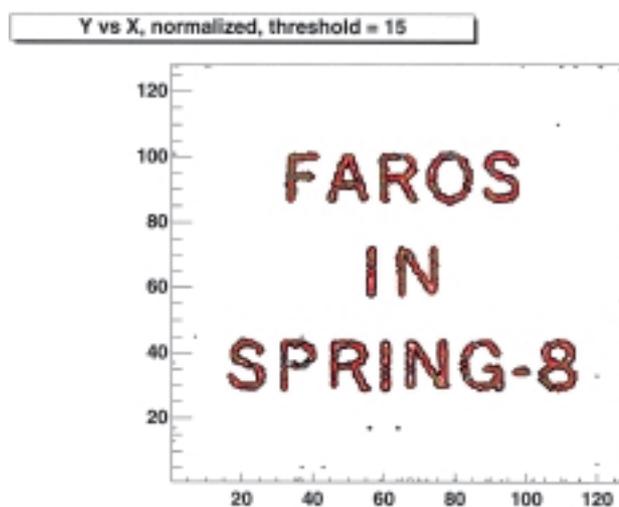


図2

汎用のADC及びTDCを用いており、同検出器システムのデータ収集効率が検出器本体ではなくデータ収集系で制限されているが、同検出器の実用化を目指す2001年度以降は、位置情報変換型のProgrammable Logic Device（基本周波数100MHz）を搭載した次世代型Discriminatorを開発して、パイプライン方式で位置・時間情報をメモリーモジュールに蓄積する方式を導入し、データ収集の効率化を計る計画である。また、R&Dビームライン（BL38B1）において、機械工学、あるいは産業利用という観点から注目される材料を用いた実用実験も企画されている。

- [1] M. Suzuki et al. : Nucl. Instr. and Meth **A467-465**
(2001) 1121.