

## 「検出器シリーズ」開始にあたって

岸本俊二 高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所  
E-mail: syunji.kishimoto@kek.jp

田中義人 理化学研究所・播磨研究所・放射光科学総合研究センター  
E-mail: yotanaka@riken.jp

今回より特別企画「検出器」シリーズが始まります。この企画は「光源」,「ビームライン光学技術」に続くもので、2年間を超える全13回を予定しています。ここでは本企画の趣旨と今後の内容について説明したいと思います。

### 放射光実験での検出器

放射光利用実験では、赤外線、可視光、紫外線、X線のための「光検出器」と、放射光を試料に照射することによって、その試料から放出される電子やイオンを捕らえるための「粒子線検出器」がよく使われます。X線、粒子線の検出器には「放射線検出器」として広く使われているものが含まれますが、必要とされる性能には放射光実験ならではの特徴があります。まず強度です。「強い光」を測る場合は、光子数にして1秒間に1兆個を超える光の強度を調べることがあります。また100秒に1個程度やってくるような非常に「弱い光」を相手にすることもあります。弱い場合は、邪魔者（雑音）から区別する特別な工夫が必要かもしれません。精密に測ることが求められる場合も多くあります。光や電子・イオンのエネルギーを3桁から4桁以上の精度で求めることはもちろん、ある場合には（メスbauer分光のように）1兆分の1の精度で知りたい、試料から放射線がやってくるタイミングを10億分の1秒以下で知りたいときがあります。もちろん、実験結果は検出器の性能だけでなく、光源、分光器などの光学系や調べたい光や粒子線を検出器に導くための分析装置、検出器信号を処理する電子回路系の性能によって総合的に決まりますし、すべての要求を満たす「万能検出器」は存在しないでしょう。それでも私たちが実験を行う際に欲しいデータは検出器によって得るわけですから、こうした要求は当然かもしれません。信号発生を担う検出器が放射光実験にとって重要で、検出器の性能がデータの「質」を決めるのは間違いありません。逆に考えると、もし検出器を正しく使わなかった場合、よい結果が得られないばかりか、不十分なデータから間違った理解をしてしまうことにつながるので注意が必要です。

### 検出器の魅力

放射光実験では、いままで知られていなかった物質の性質を見つけるような研究が多く行われます。ですから、誰も測れなかったような強いビームを使って必要な情報を得たい、高い位置分解能や解像度で鮮明な画像を記録したい、より速く優れた時間分解能で状態が変化する様子を捉えたいなど、新しい要求が次々と生まれます。たとえば、数10 cm四方の大きさのX線回折像を $\mu\text{m}$ の精度で9桁以上の強度ダイナミックレンジで記録し、しかも1秒間に1000枚以上の画像を記録したいような場合があるかもしれません。これらの要求を満たす新しい検出器の開発は新しい物性研究の成果に結びつくはずですが、ここに検出器の魅力があります。たとえ検出器は既存のものであっても他の装置との組み合わせによって新たな観測手法の開発につながるかもしれません。その威力を発揮させられるかどうかは、我々実験者の「腕」と「頭」の使い方次第といえます。逆にいうと、苦勞して開発した検出器であっても実験に採用されないかもしれません。実験に使う上で大きすぎないか、操作は簡単かといった点も、ある検出器が放射光実験で採用される際の条件になります。また実験者が使い方を理解しているかも重要です。検出器についてあらためて理解を深め、何ができて何ができないかを知る、そうすれば、どのような検出器がその研究にとって必要か見えてくるはずですが、今まで使っていた検出器を見直して実験によりふさわしい使い方ができるようになるかもしれません。この企画はこうした目的に役立つことをめざします。

### 今後の企画内容

企画の最初にあたって、これからの内容について概略を説明いたします。表1に今後連載していく検出器についてまとめました。検出器を使う目的によって記事をまとめていく予定です。紹介する検出器は、電離箱や高純度ゲルマニウム半導体検出器のように、すでに放射光実験でよく使われているものと、極低温検出器のように、まだ普及していないが今後の利用が期待されているものとがあります。

表1 特別企画「検出器シリーズ」概要

回	タイトル (予定)
1	「検出器シリーズ」企画紹介
1	光の強度を測る-I (電離箱, フィルム)
2	光の強度を測る-II (シリコン・フォトダイオード)
3	エネルギーを測る-I (半導体検出器-高純度ゲルマニウム検出器, シリコンドリフト検出器)
4	エネルギーを測る-II (極低温検出器-ジョセフソン接合, 遷移端センサ)
5	光の数を測る (APD 検出器, シンチレーション検出器)
6	タイミングを測る-I (MCP 検出器)
7	タイミングを測る-II (ストリークカメラ, 高速フォトセンサ)
8	イメージを写す-I (CCD 検出器)
9	イメージを写す-II (イメージング・プレート)
10	イメージを写す-III (最新の2次元検出器-マイクロストリップ・ガス検出器 (MSGC), ピクセルアレイ検出器 (PAD))
11	信号を処理する-I (アナログ回路系)
12	信号を処理する-II (デジタル回路系)
13	検出器シリーズのまとめ

最後の2回の記事では検出器と切り離せない内容として「信号処理」技術についても紹介する予定です。各記事の内容では、ある目的のためにその検出器がなぜふさわしいか、検出の原理など検出器をより正しく理解する内容だけでなく、実際の放射光実験でどのように使われているか、注意すべきことや、もっと性能を発揮させるためのアドバイスなどを著者をお願いして書いていただく予定です。検出器の入手先や価格などの情報もできるかぎり紹介します。この企画を進めるにあたって、もうひとつお知らせしたい大切なことがあります。ある検出器を実験で使うとき、こういうことはできないのかといった読者からの質問を受け付けていきたいと思います。この文章の最後に載せたアドレスまで電子メールで質問をお寄せください。順次、学会ホームページの関係欄に著者からの回答を掲載する予定です。また本企画の最後にはそのQ&Aの中からいくつかを選び、あらためて議論を深めることを予定しています。このQ&Aから新たな検出器の開発につながるアイデアを思いついたり興味を持つ研究者が生まれるかも知れません。読者のみなさま、ふるってご参加ください。

「検出器シリーズ」質問メールのあて先：  
jssrinfo@jssrr.jp (日本放射光学会事務局)