

7. 一般X線撮影への実用化に向けた フォトンカウンティング検出器の開発動向

林 裕晃 金沢大学医薬保健研究域保健学系
小林 大空/西上 莉奈 金沢大学医薬保健学総合研究科
紀本 夏実/山本修一郎 (株)ジョブ

近年、フォトンカウンティングCTが臨床応用されるなど、徐々にエネルギー分解型フォトンカウンティング検出器(ERPCD)の臨床応用が進んできた。それらに使用されるERPCDの特長は、半導体製造技術の恩恵を受けた小型ピクセル化に起因する①高分解能化や②低被ばく化などが挙げられ、今後もこれらの特長を生かした多くの医療機器が発売されることが予想される。一方で、個々のX線をエネルギー識別して検出できる特長を生かした③被写体の物質同定能力があることも忘れてはならない。われわれの研究グループではERPCDを一般X線撮影に応用したいと考え、基礎研究を重ねてきた。本稿では、その一部を紹介し、読者とともに、X線撮影が持つ真の分析能力とその医療応用の可能性について考えるきっかけとしたい。

X線写真は単なる影絵 なのだろうか？

「放射線物理学」を学生に講義している時に、ふと興味深いことに気がついた。それは、現代の大学の講義では、X線の理論、例えば、X線の発生原理や被写体中のX線の減弱を学習した後に、撮影学などのX線写真に関する講義を受けることが一般的であるという事実である。このような学習によって、多くの受講生は、あたかもX線に関する物理学的な理論を駆使してX線画像を生成し、理解する必要があると誤解しがちである。実際には、X線が連続スペクトルであることを知らなくても、また、画像検出器ではX線のエネルギーの一部しか吸収されていないという事実を知らなくても、X線画像を理解できる。この違和感に関する考察をさらに深めると、新しい技術であるフォトンカウンティングに関する理解が深まると考えている。

レントゲン博士がX線を発見したのは1895年のことであり、翌年*Nature*に発表されたレントゲン博士の論文には、有名な「手のX線写真」が掲載され、すぐに多くの装置が考案されて、医療応用が開始された。1914年から始まった第一次世界大戦では、若干17歳のイレーヌ＝キュリーがX線撮影装置を前線で使いこなし、負傷した兵士の診断・治療に貢献したという逸話を知っている人も多いと思う。しかし、X線の発生機序などの量子力学の理論の全貌が明らか

になったのは、X線の発見からずっと後のことであり、例えば、ボーア博士によって「原子モデル」が解明されたのは1913年である。つまり、人類が原子の本当の姿を知るずっと前からX線画像は医療応用されており、歴史的に蓄積してきたエビデンスを利用してX線写真を現代医療にも応用していると認識すべきである。このように、X線写真は「見る」ことで医療を支えてきたことはまぎれもない事実であるが、新しい技術が開発され、物理学の理論に基づいた数多の新しいX線画像が算出できるようになった時に、もう一度X線写真の在り方を根本から見直し、この新しい技術を医療に応用できる可能性を模索するべきではないだろうか。

現在、フラットパネルディテクタ(FPD)などに使われている画像検出器は、シンチレータ方式のエネルギー積分型検出器(EID)である(図1 a)。 ΔT 秒間の間に検出器に入射して吸収された数多のX線光子の「すべてのエネルギー和」を、撮影終了後に読み出して画像化する。このX線画像は、骨などの「臓器の形態」の描出に特に優れている。このX線画像を用いた診断の際に使用された知識は生物学(解剖学)であり、物理学的な解析はほとんど行われていない。EIDでは、数多のX線光子の「エネルギー和」を算出し、画素値に変換しているため、個々のX線の振る舞いの解析には向いていない。近年、テルル化カドミウム(CdTe)やCdZnTe(CZT)などの半導体を用いた画像検出器が開発され、医療応用が