



教授 / 博士 (工学)

西沢 博志

Hiroshi Nishizawa

学歴

大阪大学 工学部 原子力工学科、大阪大学 大学院 工学研究科 原子力工学専攻 修士課程

経歴

三菱電機(株) 産業システム研究所 センシングシステム開発部、先端技術総合研究所 センサ・情報処理システム技術部 主席研究員、電力システム製作所 開発部、第42回環境賞(環境大臣賞・優秀賞)(2015)

相談・講演・共同研究に応じられるテーマ

放射線計測、放射線検出器・放射線検出方法の高度化、放射線挙動解析、アンフォールディング法の高度化・実用化

メールアドレス

nishizawa@fukui-ut.ac.jp



主な研究と特徴

「アンフォールディング法を用いた放射線検出性能の改善」

東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故後、食品をはじめとする物質中の放射能濃度を迅速かつ正確に測定する必要性が飛躍的に高まった。従来のGe半導体検出器はエネルギー分解能が非常に優れているものの、冷却が必要なこと、測定時間がかかること、装置が高価なことが課題であった。一方で、NaI(Tl)シンチレータは安価で冷却が不要なため現場で機動的に使える利点があるが、エネルギー分解能が不十分なため放射能の定量精度が低いことが課題であった。そこで、NaI(Tl)シンチレータのスペクトルを改善するアンフォールディング法を適用することにより、安価かつ高精度な測定器を実現した。

アンフォールディング法の原理自体は旧来から逐次近似法などの解法があり一部の分野で実現されていたが、エネルギー分析幅が広く核種毎の濃度を定量するには不十分であった。そのため、エネルギー分析幅を細かくして高精度化すること、さらに測定結果の不確かさを明らかにすることが実用化への課題であった。放射線挙動解析とシンチレーション光の光線追跡を連成した解析手法を確立して検出器応答を正確に再現することにより、アンフォールディングに用いる応答関数を高精度化し、解の正確性を高めた。また、不確かさについては、意図的にノイズを与えたシミュレーションと繰り返し測定による検証を行い、測定結果に影響を及ぼす各変動要因の影響度を定量化した。これにより、アンフォールディング法を用いた食品放射能測定器、ダストモニタ、水モニタの実用化を達成した。

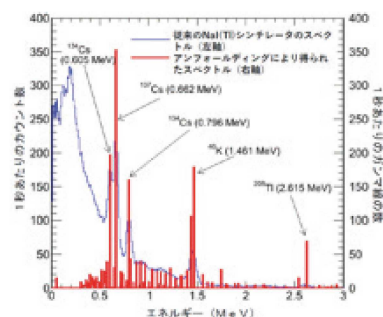


図1. アンフォールディングによるNaI(Tl)シンチレータのスペクトル改善

「高エネルギー領域の感度を改善する積層型 Cd(Zn)Te 半導体検出器」

常温動作が可能なCdTeまたはCdZnTe半導体検出器は、電荷キャリアの移動度・寿命積が小さく、かつ、結晶の大型化が難しいため、高エネルギー領域の γ 線に対する検出感度が低いことが課題であった。 γ 線のエネルギーが数百keV以下であれば、検出器の浅い部分、すなわち電荷収集電極の近傍ではほとんどの相互作用が起こるため、電荷キャリアの移動度・寿命積が小さくても電荷収集効率が高く、エネルギーを正しく測定することができる。しかし、数百keVを超えるエネルギーでは検出器のあらゆる場所で相互作用が起こるため、収集電極から遠い位置で相互作用が起こった場合はホールが捕獲され電荷収集が不十分となり、正確なエネルギーを測定することができず、エネルギーピークの判別が困難となる。

そこで、電荷収集効率の改善と、高感度化に必要な検出器大型化の両方を同時に満足するため、薄い素子を積層する手法を考案した。感度改善に効果的な寸法形状と動作条件を決定するため、従来できなかったCdTe検出器の応答をシミュレートする手法を確立した。これは、既存の電子光子輸送モンテカルロコードEGS4に、CdTe結晶内で起こる電荷キャリアの捕獲現象を組み込んだものであり、CdTe検出器の応答関数を正確に再現することに成功した。これを元に検出器の設計・試作を行い、感度改善できることを実証した。

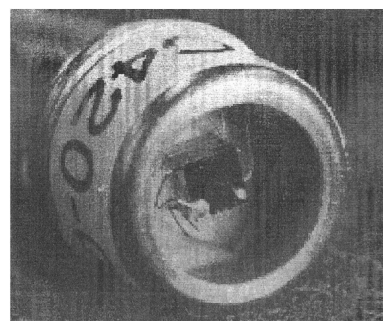


図2. 積層型CdTe半導体検出器

今後の展望

アンフォールディング法は放射線検出性能を飛躍的に向上させるポテンシャルを持っており、その解法自体は様々な研究がなされてきた。しかし、これを実用ベースに寄せ、さらに普及させるためには次の2つの課題を解決する必要がある。

[1]不確かさの理論解明と実用的な評価手法スキームの確立

結果(解)の不確かさの定量や検出限界の評価といった計測の根幹にかかわる事項を明確に説明し、かつ、その評価を体系的に実施する仕組みが必要である。一般的に計測の不確かさ評価は国際規格ISO/IEC 17025に規定されており、その手法が制度化されている。アンフォールディングにおいても、誤差伝搬の理論と実践例をわかりやすく説明し、実用的な評価手法のガイダンスを与えるスキームを作成することが不可欠である。

[2]高精度な応答関数を短時間で得るための手法の開発

アンフォールディングに用いる応答関数の精度が高ければ、その解の不確かさを小さくできることは自明である。しかし、高精度な応答関数を得ることは膨大なデータや演算が必要なため時間と手間がかかり、それが実用化の障壁にもなっている。高精度な応答関数を短時間で得られる手法を確立することが必要である。

所属学会

日本原子力学会
応用物理学会
日本保健物理学会
電気学会

主要論文・著書

H.Nishizawa, H.Hayashi, T.Azuma, Y.Watanabe and T.Kin, Radioactivity Measurement System Using a Sodium Iodide Scintillator Applying an Unfolding Processing Method, Jpn. J. Health Phys., 49(1), 45-47 (2014)

H.Nishizawa, H.Inujima, T.Usami, H.Fujiwara and H.Nakamura, Response calculation of a stacked CdZnTe detector for ^{16}N γ -ray measurement, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 463, 268-274 (2001)