

中性子・ γ 線弁別イメージングデバイス

[1] 組織

代表者：渡辺賢一

(名古屋大学)

対応者：青木 徹

(静岡大学電子工学研究所)

分担者：

瓜谷章 (名古屋大学)

河原林順 (名古屋大学)

前畑京介 (九州大学)

大野雅史 (東京大学)

神野郁夫 (京都大学)

金子純一 (北海道大学)

猿倉信彦 (大阪大学)

高田英治 (富山高専)

吉川彰 (東北大学)

若林源一郎 (近畿大学)

小池昭史 (株) ANSeeN)

青木徹 (静岡大学)

遠山貴之 (名古屋大学大学院生)

[2] 研究経過

不可視イメージングの代表格である放射線において、中性子の検出、イメージングへの注目が集まっている。これは、J-Park に代表される中性子ソースが具現化し、これまでのごく一部の研究者の研究ツールであった段階から、その利点を活用する多くのユーザーが使い始める段階となっているためである。よく知られているX線イメージングに比較し、中性子イメージングでは金属での透過に優れていることから、遠州地域で盛んな輸送産業で多く用いられる大型の金属製品（たとえばエンジブロックなど）を容易に透過し内部構造をイメージングでき、一方で軽元素での吸収が比較的大きいことから水やオイルといったX線でコントラストのつきにくい物質の透過イメージングが可能である。したがって、例えば稼働中のエンジンの観察を行えば、金属の構造体を透過して、シリンダの動きや、その周りのオイルの流れなどを直接観察可能となる。これは一つの例であるが、中性子を利用したイメージングは大きな期待がされている。

しかし、中性子が存在する環境下では、殆どの場合ガンマ線（X線）が存在する。X線はよく知られ

ているように軽元素を透過しやすく重元素で吸収が大きく、中性子と相補の関係にある。したがって、これらを弁別してイメージングできれば、非常に広範囲なイメージングが可能となるばかりか、それぞれの放射線と物質との相互作用から新しい次元の融合透過イメージングにつながる可能性が高い。ただし、逆にイメージングデバイスで弁別がうまくされなければ、折角の中性子とX線の相補関係は崩れ、その特徴を引き出すことは不可能となる。これまでには弁別するためにイメージングデバイスの前にフィルターを設置してきた。本提案では、大掛かりなフィルターなしで検出器で弁別を行うことを目的し、まずは1ピクセルのいわゆるポイントセンサー（検出器でその原理検証をすることを目的とした。

[3] 成果

(3-1) 研究成果

静岡大学電子工学研究所が研究を続けてきた半導体技術、蛍光体技術（本分野ではシンチレータ技術に直結する）を有用に活用して、放射線検出器と計測の専門家が結集して中性子・ガンマ線弁別イメージングに向けて研究を進めた。個々の研究者の研究そのものはそれぞれの研究者が獲得している科学研究費補助金等の研究費を活用して進めることとし、基本的に全体として共通基盤となる部分の消耗品費と研究会を開催する旅費と中心とした全国の専門研究者が深く研究議論を行った。これらの研究者が、本プロジェクトのメンバーのみならず、放射線研究者に広く渡るため、相乗効果を考慮し必要に応じては他のプロジェクトと合同で開催しより高い議論の効果を求めた。昨年度までにこのプロジェクトを通じて大学の研究者間の共同研究開始や科研費の共同申請はもとより、民間企業との連携も深いレベルで行われ、共同研究やサンプル品の開発、デモ機の開発など基盤となる学術の進展と共に実用化に向けて大きな契機となっており、今年度はそれに加え、期間学会である応用物理学会の放射線分科会や、原子力学会の工学部会などにおいても、本プロジェクトメンバーと他の電子工学研究所共同研究プロジェクトらが自主的に会合を行い、本プロジェクトの研究を進めた。これにはもちろん本プロジェクトによる研究会開催等の頭出しができていたことの効果が大

きい。

メンバーは、半導体検出器の研究者、シンチレータの研究者、計測の研究者らからなり、それぞれ自分の専門分野を通じて中性子、ガンマ線の弁別イメージングのための研究を行った。なお、全体のシステムに関しては(株)ANSeeNと共同で静岡大学電子工学研究所が中心となって進めた。

今回は技術的にはイメージングデバイスの基盤技術となる、中性子とガンマ線を高度に弁別した検出器およびシステムの技術基盤の確立が予想される。高性能シンチレータが開発され、これは γ 線と中性子のそれぞれが入射した際、時間応答がpsとnsオーダーと大きく異なる。静岡大学とANSeeNが中心となってこの波形弁別のためのアルゴリズムと、実際にポータブル機として実用化するために、新しい信号処理技術や回路技術を研究開発し、基礎研究としてスタートしたシンチレータの特性を実用機で最大限いかせるようになった。これは、実際に試作機を製作(次の展開に向け名古屋大学で計測の研究に利用している)したばかりでなく、共著論文や特許申請につながっている。

イメージングデバイスシステムのためには、基盤となる検出及び弁別が重要であり、本提案の範囲内では単素子の検出器とシステムを作製しイメージングシステムの基礎研究が可能となった。上述の通り、検出器システムは現在、名古屋大学に設置され、実際の中性子やガンマ線の検出研究を始め、イメージングデバイスに向けたグループ研究者のシミュレーションの実証など、次の共同研究展開へ進んでいる。また、静岡大学が中心となって半導体中性子検出器の研究開発を進めた。現時点で、シンチレータ式に比べ中性子とガンマ線の弁別能が小さい。もちろん、シンチレータにおいても昨年度の段階では中性と γ 線の弁別能力は小さく、材料のみが開発されてもそれを有効に活用することは困難であった。しかし、この共同研究プロジェクトを通じそれぞれの研究者の特徴を最大限活かした形での高度知識のリンクは、今回のような実際に利用可能なデバイスやシステムの研究開発に大きな力を発揮した。

一方で、メンバーは日本の主力研究者グループの代表者であり、今後も継続的にそれらグループが静岡大学電子工学研究所を中心に結集して融合することにより、新たな革新的放射線イメージングの世界を急速に構築する可能性が高いと考えている。なお、今回は本プロジェクトや他の電子工学研究所共同研究プロジェクトで共同研究を行った成果がジャーナル特集号としてまとめることができ、一流の研究者が本研究所を拠点として結集することで大きな成果を上げることができることを示した。

[4] 成果資料

Sensors and Materials, Volume 27, Number3, 2015 について、Special Issue on the Workshop on Next-Generation Front-Edge Optical Science Research, として7報の論文を一冊全部に掲載した。すべての論文が静岡大学電子工学研究所共同利用/共同研究プロジェクトの成果となっている。

出張報告（特別教育研究経費を使用した場合について、全員分記載して下さい。）

氏名：渡辺賢一

所属：名古屋大学

期間：6/25

用務先：静岡大学

用務内容：共同研究プロジェクトによる研究打合せ

主たる対応者：青木

氏名：遠山貴之

所属：名古屋大学

期間：6/25

用務先：静岡大学

用務内容：共同研究プロジェクトによる研究打合せ

主たる対応者：青木