

中性子・ガンマ線弁別イメージングデバイス

[1] 組織

代表者：渡辺 賢一

(名古屋大学大学院工学研究科)

対応者：青木 徹

(静岡大学電子工学研究所)

分担者：

渡辺 賢一	名古屋大学
井口 哲夫	名古屋大学
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	株式会社 ANSeeN
青木 徹	静岡大学
南戸 秀仁	金沢工業大学
今北 健二	神戸大学
佐藤 徹	京都大学
田中 一生	京都大学
上田 純平	京都大学
河野 直樹	東北大学

[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(たとえばエンジンブロックなど)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、こうした新しい透過像イメージングの手法として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、これら便鉄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 線の送補関係は崩れ、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とした。

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知恵を出し合い中性子・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研究費を活用して進めることとし、本プロジェクトは基本的に研究会を開催し、全国の専門研究者が深く研究議論を行う。したがって、従前の発表会式の研究会ではなく、議論が中心となるスタイルで進め、研究会議には意見交換会(各自費用負担)をほぼ参加者全員の参加のもとで行った。昨年度までの実績としてこのような研究会は共同研究プロジェクトで行われていた「放射線物理学研究会」を応用物理学会分科会の正式研究会とし、さらに学振の 186 委員会を立ち上げ現在も盛んに活動している経緯がある。こういった草の根的な研究会が如何に重要であるかを認識しているため新たな共同研究を始めるきっかけとして大型プロジェクト申請や、我が国のこの分野の研究レベルを引き上げる役割を担うことを目的とした。

したがって実際に全国の第一線で活躍している研究者を対象を絞り、その多忙な時間を割いて静岡大

学電子工学研究所に集まって研究会を行うことで共同研究をすすめる議論を行った。この中では単に大学間の連携が進んだだけでなく、メンバーの紹介で研究会に参加した民間企業からの参加者も多数含まれ、産学の連携も大きく進んだ。

本プロジェクトではこれまで研究者層が中性子の研究者とガンマ線の研究者、検出器の研究者と微妙に層が異なっていて交流が少なかったこともあり、共同研究プロジェクトとしてのメンバーは、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それぞれの研究者層に該当する研究者を集めて構成された。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すすめる、それぞれの研究者層で広めて融合するというスタイルをとった。

そのため、下記開催された研究会では通常の研究会の討論とは異なり、発表者がお互いに他の研究者の協力を得たい部分を明確にしておき、例えば「このあたりは〇〇先生が作ってくれると良いんですけどね。」とか「このあたりの解析は〇〇先生と一緒にやりたい。」といった、真の意味の共同連携体制を築き始めている。

なお、試作するシステムに関しては渡辺が中心となって取り纏め、(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。

【研究会】越水プロジェクトと共同開催

・開催日時: 平成 25 年 11 月 11 日 (月)

13:30-18:10

開催場所: 静岡大学浜松キャンパス、
創造科学技術大学院棟 2F 会議室
(第 4 回次世代先端光科学研究会として開催)
参加者数: 29 名 (大学: 18 名、企業: 11 名)
講演件数: 15 件

・開催日時: 平成 26 年 1 月 14 日 (火)

13:30 - 18:30

開催場所: 静岡大学浜松キャンパス
電子工学研究所 2 階 会議室
(第 5 回次世代先端光科学研究会として開催)
参加者数: 21 名 (大学: 13 名、企業: 8 名)
講演件数: 11 件

[3] 成果

(3-1) 研究成果

本プロジェクトでは主にシンチレータと光電子増倍管を用いた中性子・ガンマ線弁別センサーと、将来

的なイメージングを視野に入れ、半導体中性子・ガンマ線弁別センサーの研究及び施策を行った。

シンチレータ研究グループと民間企業との連携で試作した Li 系のシンチレータの発光時間波形が中性子とガンマ線で異なることを計測グループが確認/詳細に検討し研究用装置で分離できることを確認して分離アルゴリズムを確立し、静岡大学と民間企業のグループが連携し、リアルタイムでの中性子・ガンマ線弁別が高精度に弁別できる波形処理方法及び回路を研究開発し、実際に試作デバイスを作製することが出来た。

一方で、将来的なイメージングに向けては様々な微細加工技術や LSI 技術を活用することの出来る半導体デバイスが望まれているが、中性子は電荷を持たない中性粒子で電磁波でもないため半導体での直接検出の研究は進んでいなかった。本プロジェクトでは、中性子の研究グループにより Li または Gd の核反応を利用することで半導体で中性子を検出できるかもしれないという示唆があり、ガンマ線研究者のグループよりガンマ線感度の低い材料について検討がされた。一方で静岡大学を中心とした半導体研究グループが実際に半導体を成長、核反応を生じる材料をドーピングすることで半導体中性子センサーを試作、現時点でガンマ線感度が非常に小さく無視できるレベルであること、中性子検出による信号パルスが検出できることを確認した。今後、より検出効率が高く、かつ、中性子とガンマ線の弁別脳の高い検出器へと研究を進める。

(3-2) 波及効果と発展性など

上述の研究成果以外でも、層の異なる研究者間の連携が生じ、前述の 186 委員会が中心となって、この分野の最高峰である IEEE の NSS/MIC/RTSD 国際会議の日本招致を始めることとなった。また、越水プロジェクトと連携して研究会活動を進めることでさらに広い範囲での研究者との連携が始まり、放射線の枠を超えた光科学の研究者のコミュニティーが形成されつつある。これらは現場の第一線で活躍する研究者、特に若手研究者が結集しており、今後大型プロジェクトにつなげていく予定である。

[4] 成果資料

(1) 特許 青木徹・小池昭史

出願番号 PCT/J P 2 0 1 4 / 0 0 1 1 0 6

出願日 2 0 1 4 年 2 月 2 8 日

発明の名称 波形弁別装置、波形弁別方法及び波形弁別プログラム

出願人 静岡大学・(株) ANSeeN

出張報告（特別教育研究経費を使用した場合）

氏名：渡辺 賢一
所属：名古屋大学
期間：平成25年11月11日
用務先：静岡大学
用務内容：研究会に参加し、発表・議論を行った。（高柳健次郎記念シンポジウムにも参加）
主たる対応者：青木 徹

氏名：渡辺 賢一
所属：名古屋大学
期間：平成26年1月14日
用務先：静岡大学
用務内容：研究会に参加し、発表・議論を行った。
主たる対応者：青木 徹

氏名：河野直樹
所属：東北大学
期間：平成26年1月14日~15日
用務先：静岡大学
用務内容：研究会に参加し、発表・議論を行った。
主たる対応者：青木 徹

氏名：今北健二
所属：神戸大学
期間：平成26年1月14日
用務先：静岡大学
用務内容：研究会に参加し、発表・議論を行った。
主たる対応者：青木 徹

氏名：佐藤徹
所属：京都大学
期間：平成26年1月14日
用務先：静岡大学
用務内容：研究会に参加し、発表・議論を行った。
主たる対応者：青木 徹

氏名：田中一生
所属：京都大学
期間：平成26年1月14日
用務先：静岡大学
用務内容：研究会に参加し、発表・議論を行った。
主たる対応者：青木 徹