

# 成果報告書

「中性子ビーム利用高度化技術の開発」  
(中性子検出・イメージングシステムの  
最適化に関する研究)

平成23年5月

国立大学法人京都大学

本報告書は、文部科学省の科学技術試験研究委託事業による委託業務として、国立大学法人京都大学が実施した平成22年度「中性子ビーム利用高度化技術の開発」（中性子検出・イメージングシステムの最適化に関する研究）の成果を取りまとめたものです。

## 1. 委託業務の目的

中性子偏極・集光・検出及びイメージングなどの中性子ビーム基盤技術研究を発展させ、その基盤技術をJ-PARC及びJRR-3の中性子科学研究施設の高角散乱、小角散乱、イメージングの実験装置に導入し、中性子ビームの高品質化、高輝度化、高精度化を実現することで、これまで出来なかったナノ領域からマイクロ領域の階層的な磁性、軽元素、構造歪み、ダイナミクスなどの高精度の中性子計測を可能にすることを目的とする。

このため、独立行政法人日本原子力研究開発機構、国立大学法人北海道大学、国立大学法人東北大学、大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構、国立大学法人東京大学、国立大学法人京都大学は共同で業務を行う。

国立大学法人京都大学では、中性子検出・イメージングシステムの最適化に関する研究を実施する。

## 2. 平成22年度（報告年度）の実施内容

### 2.1 実施計画

中性子検出・イメージングシステムの最適化に関する研究

昨年度製作した中性子2次元時分割イメージング装置（10cm×10cm角）プロトタイプを用いてJ-PARCパルスビームを用いて、ラジオグラフィーおよび小角散乱実験を中心にを行い、実用性へ向けての評価を行う。また感度増強のための3気圧以上の耐圧容器の基礎開発および、1MHz以上の高計数率に対応するための回路開発の基礎開発を行う。

### 2.2 実施内容(成果)

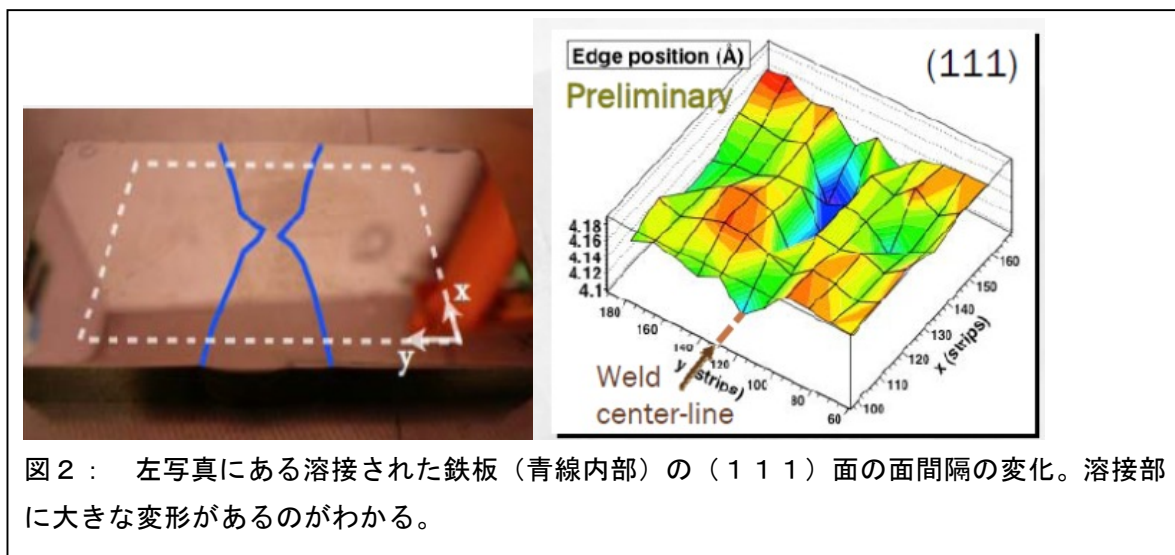
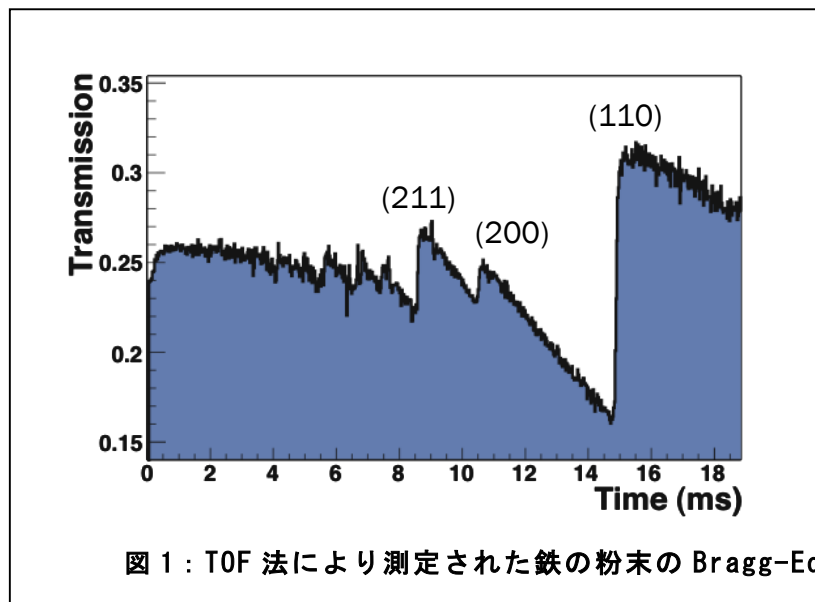
①中性子検出・イメージングシステムの最適化に関する研究

①-1 J-PARCパルスビームによる実用化に向けた評価試験

平成22年度には中性子ビーム強度が平成21年度からさらに2倍とより大強度になった。この大強度でも次で述べる外部ゲートにより安定に高効率でのデータ収集に成功した。まず粉末鉄の完璧なブラッグエッジ（図1）や、溶接鉄の応力イメージング（図2）、速中性子領域でのTOFによる複数核種の核共鳴による分離（図3）など計数型の特徴を生かした測定が十分実用化レベルであることを確認した。またラジオグラフィーではHe3崩壊飛跡のブラッグピークおよび飛跡長を求める解析手法の改善により180 $\mu$ mという、計数型装置では実現困難な分解能を実現することに成功した（図4）。これは500 $\mu$ mという当初予想を大きく超える成果であり、この $\mu$ PIC中性子イメージング装置の大きな可能性を示すことが出来た。

①-2 まず、内部気圧を3気圧にする目的はHe3崩壊飛跡を短くし位置分解能を平成21年度の350 $\mu$ mから200 $\mu$ m以下にするために計画したものだった。しかし2気圧から3気圧にすると高圧ガス対応の特殊な容器構造が必要となり、予想以上の高額となる。さらに前面の金属が厚くなり中性子ビームが散乱され、逆に広がる恐れもありメリットが不明であることがわかった。上記のように解析手法の向上で現状のある程度の長さのあるHe3飛跡から十分なエネルギー分布測定を行い180 $\mu$ mという位置分解能を実現出来、位置分解能100 $\mu$ m達成の可能性も見えたので3気圧への高圧化は意味がないと判断した。また高計数率に対応す

るため、去年は実施しなかった外部トリガーを導入し、ガンマ線が大半を占める初めの10  $\mu$  秒程度のフィルタリングに成功し、データ収集効率を数倍以上向上させることに成功した。さらに開発中の16ch-LSIおよび新型FPGAを一つの基板に搭載し、128ch同時に処理できる基板のプロトタイプを製作した(図4)。平成23年度にこれを必要な枚数製作することでFPGA内のメモリーを大きくし、高速化も実現出来ると思われる。



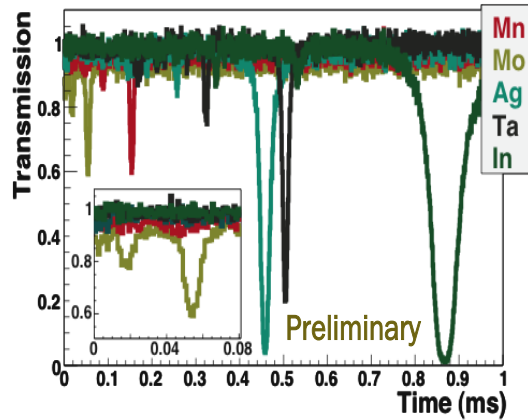


図 3 : 多数の金属の TOF 分布、5 種類の金属が一度に分離できている。また  $10 \mu$  秒以内の高エネルギー中性子の吸収も観測できる。

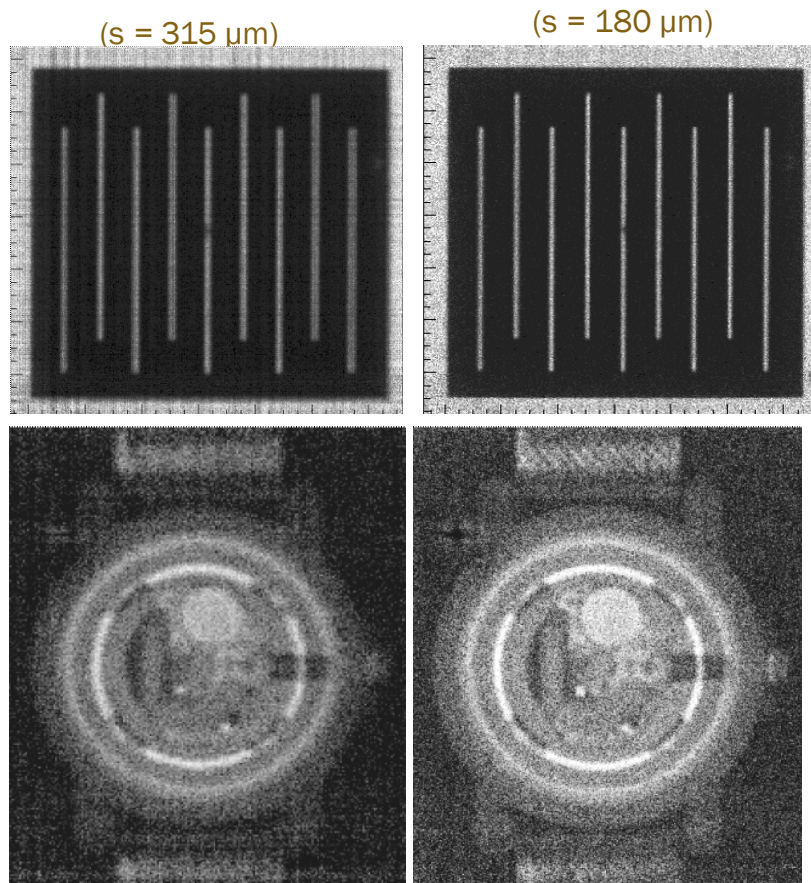
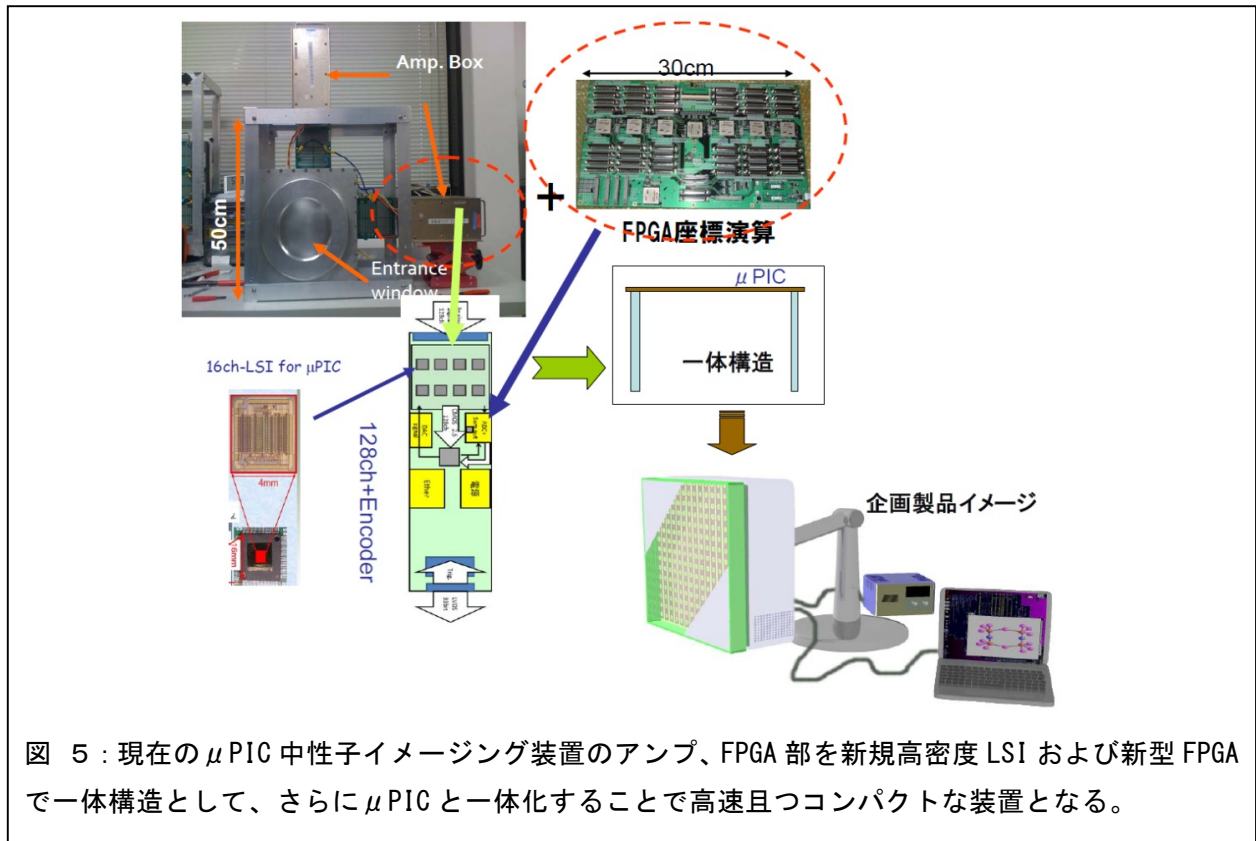


図 4 : 幅 0.5mm のスリット像と腕時計の透過図。分解能があがるにつれて鮮明になっている。



### 2.3 成果の外部への発表

1. "Performance of a Neutron Imaging Detector Based on the  $\mu$ PIC Micro-Pixel Gaseous Chamber" J. D. Parker, K. Hattori, S. Iwaki, S. Kabuki, Y. Kishimoto, H. Kubo, S. Kurosawa, K. Miuchi, H. Nishimura, T. Oku, T. Sawano, J. Suzuki, T. Tanimori, K. Ueno 2010 IEEE NSS, MIC, N11-2, Knoxville, Tennessee, USA, 30 Oct.- 6 Nov. 2010.
2. "Performance of a  $\mu$ PIC-based Neutron Imaging Detector" PARKER Joseph 第7回 マイクロパターンガス検出器 (MPGD) 研究会 2010年11月26日~27日 山形大学
3. "Development of a Neutron Imaging Detector Based on the  $\mu$ PIC Micro-Pixel Gaseous Chamber" Joseph D. Parker 2010年3月23日、日本物理学会第65回年次大会 岡山大学津島キャンパス
4. “大強度ビームでの高時間分解能中性子イメージング装置  $\mu$ PIC の性能評価” 谷森達 KEK 物構研、S型課題研究会 2010年12月13日(月) 12:00~17:30 場所：神谷町セントラルプレイス2階 自然科学研究機構 (NINS) 会議室

### 2.4 活動 (運営委員会等の活動等)

無し

## 2.5 実施体制

別表1 平成22年度に於ける実施体制

業 務 項 目	担当機関等	研究担当者
<p>以下のように記載し、体制が分かるように記載願います。</p> <p>1. (中性子検出・イメージングシステムの最適化に関する研究)</p>	<p>京都大学大学院理学研究科</p> <p>同上</p> <p>同上</p> <p>同上</p> <p>同上</p> <p>同上</p> <p>同上</p> <p>同上</p>	<p>◎谷森 達</p> <p>Joe Parker</p> <p>澤野 達哉</p> <p>窪秀利</p> <p>身内賢太郎</p> <p>今井憲一</p> <p>永江知文</p> <p>藤岡宏之</p>

注1. ◎:課題代表者、○:サブテーマ代表者

注2. 本業務に携わっている方は、全て記入。