

平成21年度科学技術試験研究委託事業
「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)
成果報告書

平成22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21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20年度（報告年度）の実施内容

2.1 実施計画

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

中性子2次元時分割イメージング装置の開発、10cm×10cm角でガス層厚み5cm、圧力2気圧で検出効率を10%以上に改善した画像装置プロトタイプを製作し、ビームを用いた画像試験を行う。特にJ-PARCのパルスビームを用いて時間分解能マイクロ秒程度の時分割測定を行う。また1MHz程度までの強度試験を行い、J-PARCパルス中性子ビーム使用のための基本性能を測定する。

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 中性子2次元時分割イメージング装置プロトタイプの製作

図1にあるようにガス封じ切で内部に μ PIC検出器を内蔵し10cm×10cm角でガス層厚み5cm、圧力2気圧で検出効率を20%以上に改善したプロトタイプを製作し、放射線源およびタンデム加速器による低強度熱中性子試験を行い、ヘリウム3の崩壊飛跡の3次元測定、およびガンマ線の10の5乗程度の分離能力および安定動作を確認した(図1右)。

①-2 上記プロトタイプ装置によるJ-PARCパルス中性子ビームを用いた時分割性能評価。

2010年11月に上記プロトタイプ装置性能評価実験をJ-PARCのNOBORU中性子ビームラインで行い、平均計数率1MHz近くで動作し、中性子粒子時間分解能1マイクロ秒以下を実現した。位置分解能は現時点で350 μ mのイメージングに成功(図2)。さらに核吸収による核種別イメージング(図3)、応力測定などを可能にするブラッグエッジの検出、参加シリコン粒子を用いた小角散乱実験に成功し(図4)、当初予定していた以上の新しい物理計測イメージング法が可能なことまで示すことができた。

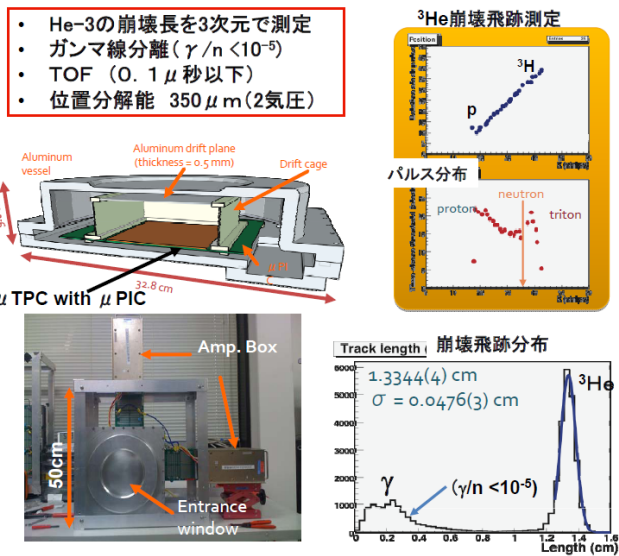


図 1: 左上 10cm 角中性子イメージング装置断面図、左下は装置の写真、右は ^3He 崩壊飛跡と電荷分布。飛跡長からのガンマ線分離

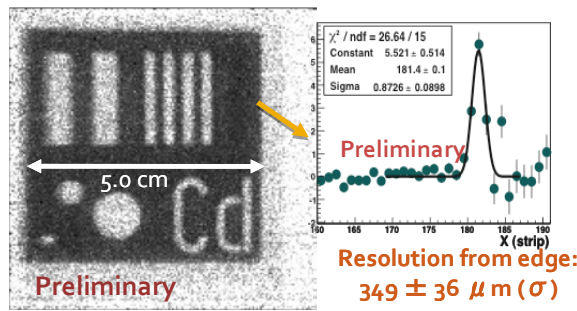


図 2: 測定した中性子用 Cd テストチャートの熱中性子画像左下文字 “d” の線幅が 2 mm である。エッジから 350 μ m の位置分解能を得た。

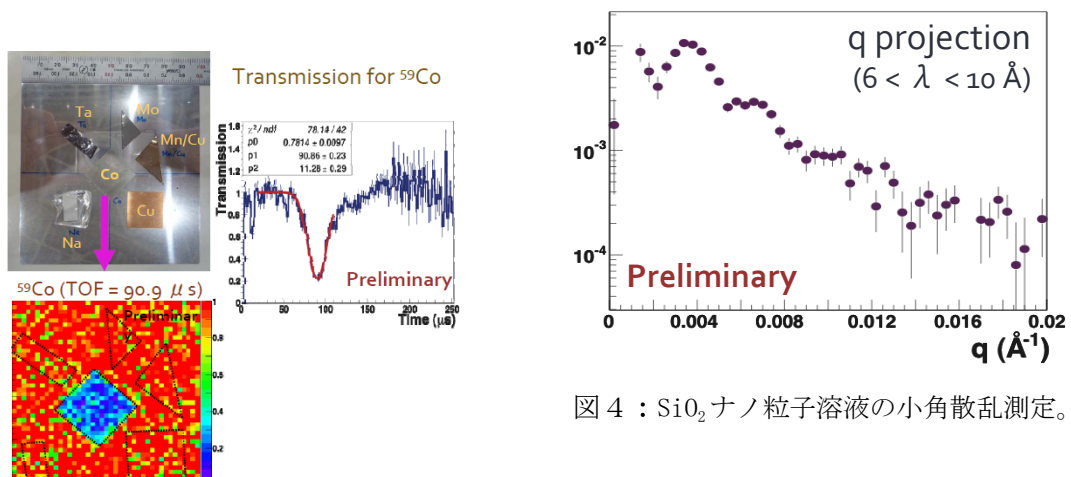


図 4: SiO_2 ナノ粒子溶液の小角散乱測定。

図 3: 左上のサンプルの TOF 分布で測定できた Co 核吸収ライン (右) とその部分のみのイメージングでは Co の小片の画像のみが見えた (左下)。

2.3 成果の外部への発表

1. "Development of a Neutron Imaging Detector Based on the μ -PIC Micro-Pixel Gaseous Chamber", J. D. Parker, K. Hattori, C. Ida, S. Iwaki, S. Kabuki, H. Kubo, S. Kurosawa, K. Miuchi, H. Nishimura, M. Takahashi, T. Tanimori, K. Ueno, 2009 IEEE NSS, MIC, N20-1, Orland, Florida, USA, 27 Oct. 2009.
2. "Development of a Neutron Imaging Detector Based on the μ PIC Micro-Pixel Gaseous Chamber μ -PIC", Joe Parker 他、口頭発表 日本物理学会 2010 年年次大会、岡山大学、2010 年 3 月 23 日
3. 「計数型 2 次元検出器(μ P I C)による高精度 X 線小角散乱測定」谷森 達、第 57 回応用物理学会関係連合講演会、シンポジウム放射線分科会企画「X 線イメージングの最前線」招待講演 2010 年 東海大学 2010 年 3 月 18 日

2.4 活動（運営委員会等の活動等）

無し

2.5 実施体制

別紙 1 の通り。

別表 1 平成 21 年度に於ける実施体制

研究項目	担当機関等	研究担当者
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	京都大学大学院理学研究科 同上 同上 同上 同上 同上 同上	◎○谷森 達 Joe Parker 澤野 達哉 窪秀利 身内賢太郎 今井憲一 永江知文 藤岡宏之

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。