

# BL10 中性子源特性試験装置 (NOBORU)

## 1. 概要

中性子源特性試験装置 (NOBORU) は、中性子源ステーション (JSNS) から発生する [中性子](#) の特性や仕様を測定評価する装置です。 [中性子ビーム](#) 性能を把握し、中性子源設計の妥当性が実測により検証され、安定的に質の高い中性子ビームの提供が可能となります。

また、他のビームラインのように専用実験装置があらかじめ設置されているのではなく、実験装置を持ち込んで使用できる汎用的な実験室 (テストポート) であることも大きな特徴です。 機器開発、中性子照射、放射化分析等、幅広い中性子利用の場が提供されることとなります。 ユーザーが、新たな実験アイデアや手法を試したり、ビーム制御技術や検出器の開発のために、様々な検出器やデバイスといった実験装置を持ち込んでテストをしたりすることが可能となります。

さらに、NOBORUは世界で最も優れたパルス中性子イメージング実験装置としても、利用が可能です。

## 2. 仕様

J-PARCでは、核破砕反応を利用して中性子を発生させます。 3GeVに加速された高いエネルギーの陽子を水銀ターゲットに衝突させることで核破砕反応が起き、この際に中性子が飛び出します。 その中性子を反射体やモデレーターを通して、特性を揃えた中性子ビームを得ます。 核破砕による中性子を発生させる装置は核破砕中性子源と言われ、世界では、日本 (JSNS : J-PARC) 、米国 (SNS : オークリッジ国立研究所) 、英国 (ISIS : ラザフォード・アップルトン研究所) にあります。 J-PARCのJSNSが1MWの定格出力を達成すると世界最大の中性子強度となります。 BL10の中性子源特性試験装置 (NOBORU) は発生する中性子の特性を測定し、中性子発生源装置や中性子ビームラインが設計仕様どおりに稼働しているかを検証します。 J-PARCでの装置や中性子の品質を保証する役割を担っているわけです。 以下に、BL10の主な仕様を表に示します。

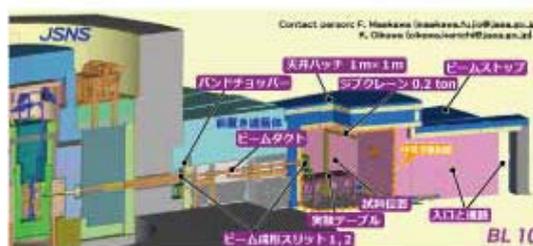


図1 BL10の概要  
(J-PARC HPより引用)

以下に、BL10の主な仕様を表に示します。

ビームライン番号	BL10	最大ビーム形状	10 cm × 10 cm
モデレーター種類	非結合型	中性子強度 (資料位置での冷中性 子束 : 1MW定格時)	$4.8 \times 10^7$ n/s/cm <sup>2</sup> ( < 0.4eV )
波長バンド幅	< 9 Å (25Hz)		
分解能 (Δd/d)	0.33% (@ 2θ = 170 deg)		
モデレーター-試料間距離 (L1)	14.0m	実験室空間 (W×L×H)	2.5m × 3.5m × 3.0m

表1 BL10の主な仕様

## 3. 解説

BL10には、実験装置を持ち込んで実験や研究ができる汎用的な実験室 (テストポート) としての役割があります。 これを活用した研究例として、 [中性子ラジオグラフィ](#) (透過画像撮影) があります。 中性

子は電荷を持たないために物質を透過する性質があり、中性子による透過画像を得られます。これにより、物質を破壊することなく内部を調べる**非破壊検査**に応用することができます。X線にも物質を透過する性質がありますが、中性子は、X線に比べて水素や炭素などの**軽元素**を観察して調べるのに適しています。

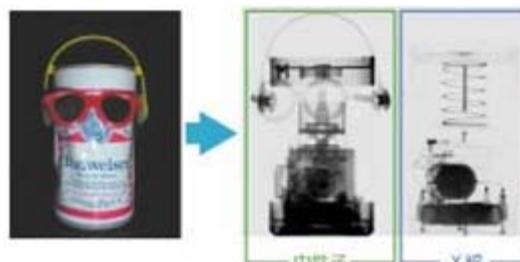


図2 中性子ラジオグラフィー  
(J-PARC HP より引用)

J-PARCではパルス中性子を利用できるため、上記の古典的な中性子イメージングに加えて、**パルス中性子**を利用した中性子共鳴吸収イメージングが可能です。例として、パルス状の中性子ビームを試料に照射し、試料中で中性子共鳴吸収を起こさせ、その後放射される**即発γ線**を測定するというものがあります。中性子共鳴吸収即発ガンマ線分析と言われています。原子核が固有の中性子を共鳴吸収する性質を利用しており、非破壊での多元素(同位体)分析が可能になります。この方法を天保小判の金・銀の組成分析に試したところ、

金濃度が化学分析とほぼ同じ値を示す結果を得ました。前処理(破壊しての試料調製)が必要な化学分析に代わる非破壊分析法として、考古遺物の組成比分析への活用が期待されます。さらに、コンピューターを使って輪切り状に断層撮影するCTと組み合わせたイメージング技術(中性子共鳴CTイメージング法)の開発も進められており、非破壊での試料内部の元素の状態や空間的分布、量などを調べる取組みが進んでいます。

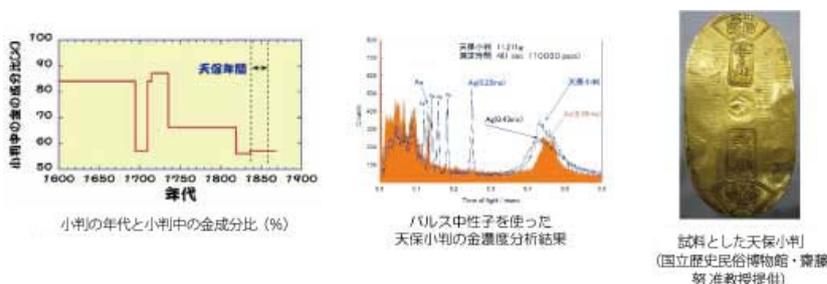


図3 中性子共鳴吸収即発ガンマ線分析 (J-PARC HP より引用)

#### 4. 想定できる産業応用例

以下に応用例を示します。

分野	例
イメージング技術開発	放射化分析、中性子ラジオグラフィー(透過画像撮影)、中性子共鳴吸収イメージング、成分元素分析、CTイメージング
基礎研究	基礎物理現象(フラストレート系など)の解明、物性測定、
産業応用	電池開発、エンジン材料開発、光学デバイス開発、検出器開発、半導体材料開発、非破壊検査、文化財分析

表2 応用例

担当者氏名 (公社) 日本技術士会茨城県支部 沖津修