

BL09 特殊環境中性子解析装置 SPICA

1. 概要

SPICA は、[中性子](#)を使った蓄電池研究を推進するために設計・建設された蓄電池専用装置です。革新的な蓄電池の開発には、なぜその特性が発現するのか、或いは性能が悪くなるのか、といった基本的な疑問を解決し、さらに、実際に材料が使用される環境の中で、物質中の[原子の配列](#)がどのように変化し、それが特性発現にどのように結びついているか、直接観察することが重要となります。中性子線を照射することにより、電池の中に含まれるリチウムや[軽元素](#)が効率よく観察できるので、この情報を元にそれが可能となります。

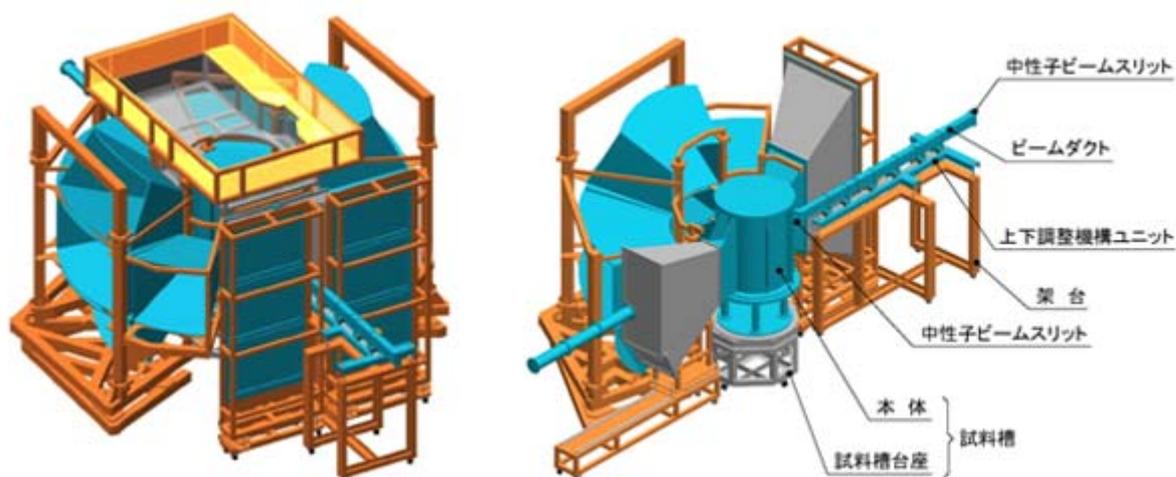


図 1. SPICA の外観概念図（右図は半分を表示）

図 1 の右上の水色で描かれた中性子ビームスリット／ビームダクトから中性子ビームを入射します。試料は、通常、真空状態の試料槽の中央付近に置き、試料槽を取り囲むように設置した中性子検出器によって散乱された中性子を測定します。

カバーを外した検出器の配置を図 2 と写真 1 に示します。

2. 仕様

通常の試料サイズは 10 mm x 40 mm 程度ですが、蓄電池を持ち込むこともできます。試料槽を外し、大型の機器を持ち込むことも可能です。

（仕様）

減速材	非結合ポイズン型（薄い側）
減速材-試料距離	52 m
T0 チョッパー	8 m
試料-検出器距離	2m



図 2. 検出器の配置

ディスクチョッパー 3台 (7.2 m、12.5 m、15.5 m)
 検出器配置 : 145-175° (背面バンク)、
 77-120° (特殊環境バンク)、
 10-70° (多目的バンク)、
 1-6° (小角バンク)
 最高分解能 0.08 % (背面バンク)
 検出器 ヘリウム3



写真1. 検出器の配置

3. 解説

「現状比5倍のエネルギー密度を有する革新型蓄電池の実現」を目指した京都大学主導のプロジェクト、NEDOの革新型蓄電池先端科学基礎研究事業 (RISING事業、2009 - 2015年度) の一環で、[高エネルギー加速器研究機構](#) (KEK) が主体になり、京都大学や[日本原子力研究開発機構](#)等の協力のもと、J-PARC物質・生命科学実験施設 (MLF) の9番目のビームラインの[中性子回折装置](#)として、2010年6月より建設開始、2012年9月に完成し、運転を開始しました。中性子の直進性を活用し、約50mに及ぶ中性子導管を用いることで、中性子の飛行距離による高い分解能を有する一方で、最新の光学デバイスを駆使して大強度の中性子線を試料位置まで導きます。

試料の周りの2m離れた位置に試料を取り囲むように多数の検出器が設置されており、今後、様々な電池の動作環境や材料合成環境として、温度、湿度、高圧、真空 (宇宙環境を含む)、ガス雰囲気、磁場、電場など、その場で再現し、リアルタイムで構成材料の[原子の配列](#)を測定します。ここで得られた知見をもとに電池の性能が大きく改善できると期待されています。

さらに、専用化学実験室及びストレージスペースを併設しており、長期保存された蓄電池の劣化機構の解明など専用ビームラインでしかできない高度な実験も可能です。電極などの材料開発でも迅速にフィードバックしていくことで、世界に先がけた革新的な電池の開発を促進します。

SPICAの前身の回折装置Siriusを用いて、リチウムイオン電池を解体せずに測定した事例を図3に示します。充電、放電により正極と負極が変化し、パターンが変わったのが判ります。

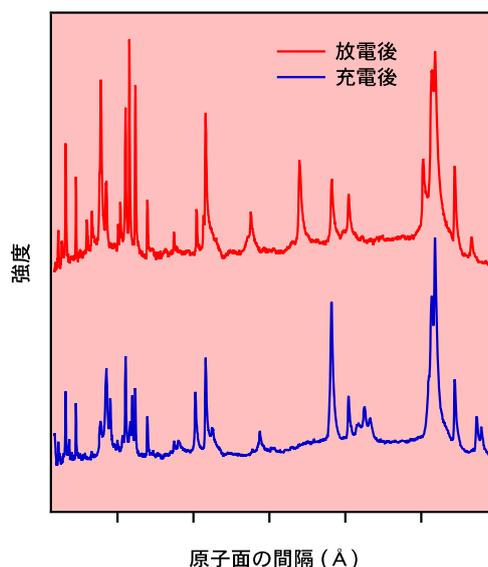


図3. 蓄電池測定事例

4. 想定できる産業応用例

マンガンや鉄、コバルトなど重い元素の挙動を精密に観察することができる大型放射光施設であるSPring-8の「RISING放射光ビームライン (BL28XU)」と相互補完的に使用することで、リチウムや酸素など軽い元素の挙動を観察し、充電中や放電中など実作動状態にある蓄電池の中で何が起きているのか、原子レベルで明らかにすることが可能になります。

◆ 資料提供 KEK/J-PARCセンター