

BL17 試料垂直型偏極中性子反射率計 (写楽)

1. 概要

物質・生命科学実験施設 BL17 ポートに現在建設中の試料垂直型偏極中性子反射率計は世界最高性能を有し、[ソフトマター](#)、[磁性材料](#)、非[磁性材料](#)、金属などの空間的、磁気的なマイクロ・[ナノ構造](#)を調べることができます。特に、磁気メモリに用いられる磁性[多層膜](#)等の[磁気構造](#)を高精度に測定することが可能となります。平成23年度末からの共用実験開始を目指しています。

この装置は、[パルス中性子源](#)である[大強度陽子加速器施設 \(J-PARC\)](#) で生み出された[中性子ビーム](#)を試料物質に照射し反射率を測定することで、試料物質のマイクロ・[ナノ構造](#)の解析を行います。[中性子](#)はマイクロ磁石としての性質を有しますが、[中性子ビーム](#)から磁気的に揃った[偏極中性子](#)をつくり計測に利用できることが本装置の大きな特徴です。磁石としての性質の揃った[中性子](#)を試料物質に照射し反射率を測定することで、試料 (物質) の磁気的性質の評価と解析が可能となります。また、装置の名の通り、試料の測定面を垂直に設置して反射率測定をすることも本装置の特徴です。これにより、入射角について自由度の高い測定が可能となります。

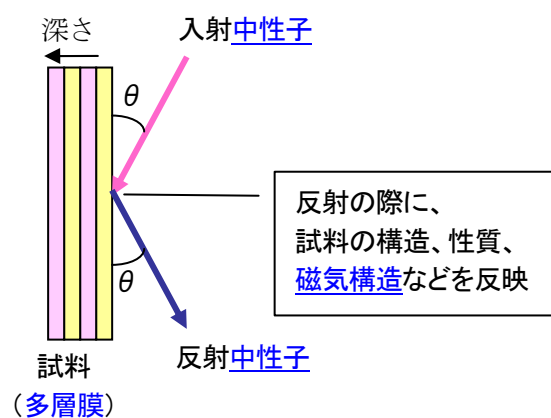
2. 原理

この装置での測定原理は3つあります。

第1に、本装置の測定原理は[中性子](#)の反射率測定です。[中性子](#)は[X線](#)や光と同じように物質に照射すると物質の表面や[界面](#)で反射する性質があります。ここで[中性子](#)の反射率を測定することで、物質の表面や[界面](#)の構造や性質についての情報、特に、表面や[界面](#)の深さ方向の情報を得る事が出来ます。つまり、表面付近にある層の厚み、密度、組成、粗さをナノメートル (nm、10 億分の1 メートル) の精度で知ることができます。

第2に、本装置では、[中性子](#)の磁石としての性質を利用します。[中性子](#)は、磁気的性質 ([磁気モーメント](#)、[スピン](#))、つまり、マイクロな磁石として振る舞う性質を持つのが特徴です。通常、[中性子](#)の磁石の向き、即ち[スピン](#)はばらばらな方向を向いていますが、この向きを揃えたものを[偏極中性子](#)と言います。[偏極中性子](#)は[中性子ビーム](#)を偏極子というデバイスを通すことで得られます。得られた[偏極中性子](#)を反射率測定用の[中性子](#)として利用することができます。[偏極中性子](#)は反射の際に物質の表面もしくは[界面](#)と磁気的に相互作用し、[スピン](#)が反転します。反射された[中性子](#)には物質の磁気的性質に関する情報が反映されることとなります。[偏極中性子反射率測定](#)により、[スピン](#)の反転の度合いから試料物質の磁気的性質を調べることができます。

第3に、試料の反射面を垂直に設定することです。反射率測定の際には、試料の反射面を水平方向に設定する試料水平型と垂直に設定する試料垂直型とがあります。BL16は試料水平型ですが、BL17の本装置は試料垂直型です。試料垂直型は入射角を広くとることができ、自由度の高い測定が可能となります。



3. 解説

一般的に[中性子源](#)には[原子炉](#)と[加速器](#)があり、[原子炉](#)では[中性子線強度](#)が時間に対して一定なのに対し、[J-PARC](#)では周期が25Hzのパルス状に発生します。この[パルス中性子](#)は多様なエネルギーと波長を持つ[中性子](#)で白色[中性子](#)と呼ばれますが、この[中性子](#)を偏極子 ([スピンフリップパー](#)) で[中性子](#)の[スピン](#) ([磁気モーメント](#)) を揃えて[偏極中性子](#)を生成します。この[偏極中性子](#)が試料の表面、[界面](#)で反射し、検出

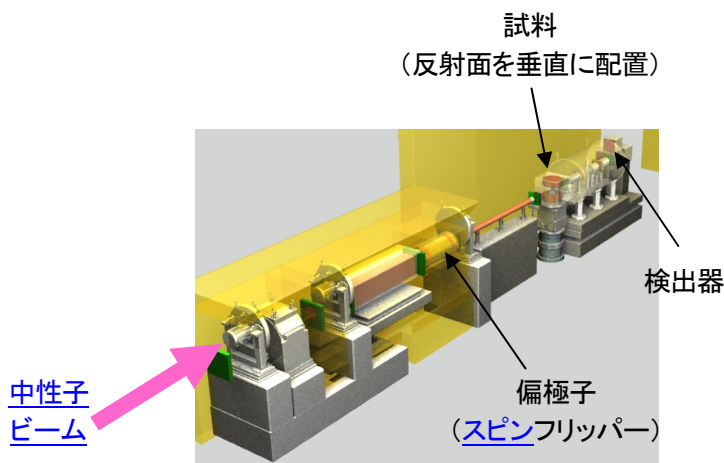
器にて反射率を測定します。測定データを解析することで、試料の構造や性質について、[磁氣的構造](#)や性質とともに情報が得られます。

本装置の特徴を以下にまとめます。

- ① 汎用[中性子反射率計](#)
[偏極中性子](#)、非[偏極中性子](#)を用いた反射率測定が可能です。
- ② 測定対象
自由[界面](#)試料（水平型）を除く、あらゆる試料の表面・[界面](#)が測定可能です。表面、[界面](#)の深さ方向と面内の構造、[磁気構造](#)が解析可能です。
- ③ 測定の高速化と高い測定精度
3 cm×3 cmの大きさの試料の測定が可能です。
反射率 10^{-8} まで測定が可能です。
- ④ 偏極解析
試料の[磁気構造](#)の解析が可能です。
- ⑤ 集光ミラー
微小試料と微小領域での測定を目指しています。

4. 想定できる産業応用例

- ・ [磁性薄膜](#)、[多層膜](#)の構造と性質の解析
- ・ [巨大磁気抵抗](#)の解析
- ・ 磁気メモリ、ハードディスクのなどの設計、性能評価など



◆ 資料提供 [JAEA](#) / [KEK](#) [J-PARC](#)センター ◆

5. 今後開発が必要な周辺機器・技術

本装置の拡充のために以下の周辺機器や技術が必要とされています。

- ・ 集光装置、集光デバイス
- ・ [スピンフィルター](#)
- ・ 磁気コイル
- ・ ガラスセル（ガス用容器）
- ・ 自動測定用サンプル交換装置

担当者氏名 茨城県技術士会 沖津修