

ミュオンスピニメージング法の開発

大阪大学大学院理学研究科 物理学専攻 川畑研究室
博士前期課程 2 年

石谷 壮史

2025 年 3 月 6 日

概要

μ SR (Muon Spin Rotation/Relaxation/Resonance) 法とは、スピン偏極ミュオンビームを用いる分光法である。ミュオンのスピン軸に対し非対称に放出される陽電子の検出を利用して、ミュオンスピンの運動を観測する手法であり、物質内部の磁場を探索するための物性手法の一つとして広く利用されている。しかし、従来の μ SR 法ではミュオンと陽電子の時間しか測定しないため、試料位置の情報は得られない。そこで、我々はミュオンと陽電子の位置を同時に測定する、“ミュオンスピンイメージング法”という新たな手法の開発を行った。ミュオンと陽電子の飛跡をトラッキングすることで、試料中のミュオンの停止位置を決定することができる。これにより試料の微小領域における μ SR 測定、さらには、試料位置ごとの μ SR スペクトルの解析を行うことにより、様々な μ SR パラメータを用いた 3 次元イメージングが可能となる。本研究では、エネルギーの揃った表面ミュオンビームを用いて、既知の物質を組み合わせた試料について、試料表面の 2 次元イメージングを行い、解像度の評価を行なった。実験は、2024 年 9 月にカナダの TRIUMF 研究所にて行い、ミュオンと陽電子の位置測定にはそれぞれドリフトチェンバーとプラスチックシンチレーションファイバーを用いた。結果として、Al と Al₂O₃ の混合試料について、陽電子の位置測定により $1.0 \times 1.0 \text{ mm}^2$ 程度の解像度で試料の形状を再現することができた。