

# 中性子光学の研究と応用

素粒子宇宙物理学専攻 素粒子物性研究室 (Φ研)

清水裕彦、北口雅暁、広田克也、内藤博之

## 研究開発の概要

Φ研では中性子線を利用した基礎物理研究を行っており、同時にこの研究に必要な中性子光学素子の開発を行っている。これらの放射線デバイスは物理研究に利用されるだけでなく、ほかの放射線測定にも利用できるものとなっている。研究室で開発した装置は提携するベンチャー企業からの販売も想定しており、広く産業界に普及されることを期待している。

## 新規性・独創性

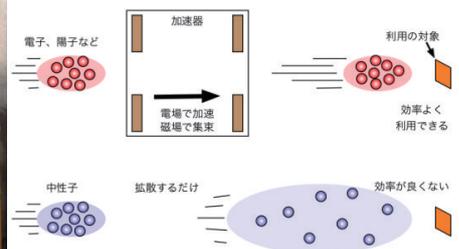
電荷をもたない中性子線は通常、物体と反応・散乱しない限り直進するものと思われているが、実際には重力・核力の影響を受け、また磁気双極子を持つため適切な外場を与えることにより制御可能となる。Φ研ではこうした中性子を制御する技術を開発している。

## 応用例とその効果

### 中性子を加速減速させ、効率的に中性子ビームを利用する技術

中性子は電荷をもたないため通常の加速器のように電場を利用して加速することができず、ビームが空間を進むにつれて広がってしまう。そこでRF磁場を利用して中性子を加速（減速）させ、密度の濃い中性子を作ると効率的なビーム利用が可能となる。

我々は京大、九大、KEK、理研等とともにこうした中性子を加速減速できる装置「リバンチャー」を開発し、超冷中性子ビームの制御を行っている。



リバンチャー

### 中性子を収束させ、効率的に中性子ビームを利用する技術

中性子は電荷をもたないが磁気双極子を持つために磁場勾配を利用することで、中性子ビームの収束発散を制御したり、スピン偏極を制御することができる。

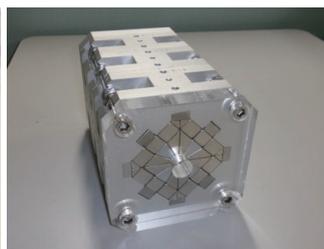
また金属多層膜技術を利用したスーパーミラーによって中性子ビームを反射させて制御することもできる。



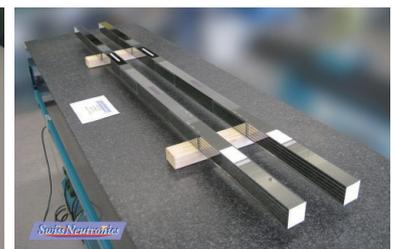
超伝導6極磁石



改良Halbach型6極永久磁石



改良Halbach型4極永久磁石



J-PARC BL05用中性子導管

# 中性子光学の研究と応用

素粒子宇宙物理学専攻 素粒子物性研究室 (Φ研)

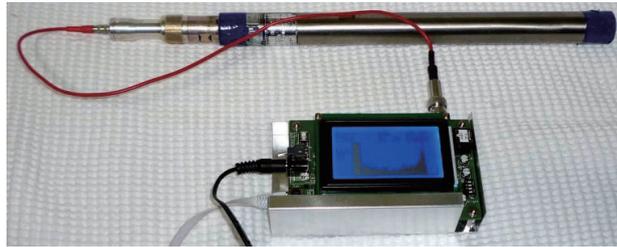
清水裕彦、北口雅暁、広田克也、内藤博之

## 中性子検出器の開発

ここ数年の中性子光学技術の進歩によって中性子を精密に制御できる範囲が広がりつつある。その一方で精密に制御された中性子を測定する精度もまた改良してゆく必要がある。Φ研ではKEK、理研、東大、九大などと連携してよりよい中性子検出器の開発を進めている。



RPMT 2次元検出器



HeM 検出器

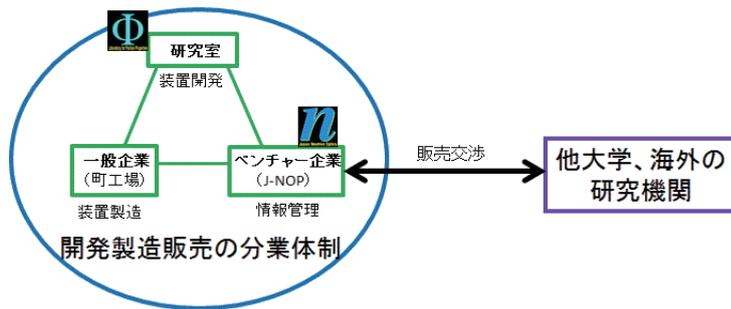


LiM 検出器

## ベンチャー企業との連携

開発された中性子光学デバイスは我々の目的とする測定に利用されるものであるが、同様の装置を持つ他の研究グループに供給することで中性子計測分野全体の底上げにつながる。こうした考えのもと、研究室と一般企業を取り持つベンチャー企業を設立し、他大学や海外の研究機関への供給を行う枠組みを作っている。

この枠組みにより、大学研究者は各自の研究・装置開発に専念できる。実際に装置を作る町工場は中性子に関する高度な知識を必要とせずに中性子光学機器の製造が可能となる。ベンチャー企業は提携している工場を利用することで多大な設備投資を必要とせずに大学が開発する装置の供給が可能となる。これまでに理研、KEK、京大などで開発された装置を国内、国外に販売してきた。今後は名大で開発する装置も販売するよう活動を広げる。



京大、KEKが開発し米国に販売された超伝導加速管検査装置

## 小型中性子源の開発と普及へ

これまで中性子ビームを利用した計測は研究用原子炉か大型加速器施設を使うのが通常であったが、近年の中性子光学デバイスの高性能化により、小型の加速器を利用した中性子源が実用的なものとなってきた。こうした小型中性子源を利用することでこれまでよりもっと手軽に中性子の利用が可能となり、学術研究や産業利用に広く普及していくものと期待される。

	従来	⇒	中性子光学の利用
中性子利用効率	低	⇒	高
大規模中性子施設	○	⇒	◎
中小規模中性子施設	×	⇒	○