



Title	The production of repeating pulsed magnetic fields and their application to $\mu$ SR and neutron scattering experiments
Author(s)	野尻, 浩之
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38383">https://hdl.handle.net/11094/38383</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	野 尻 浩 之
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 5 6 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 5 年 3 月 15 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	<b>The production of repeating pulsed magnetic fields and their application to <math>\mu</math>SR and neutron scattering experiments</b> (繰り返しパルス強磁場の発生とその $\mu$ SR および中性子回折への応用)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 伊 達 宗 行 (副査) 教 授 都 福 仁 教 授 邑 瀬 和 生 教 授 池 谷 元 伺 助 教 授 山 岸 昭 雄

### 論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、強磁場下でおこる各種の興味深い相転移現象を研究する目的で繰り返しパルス強磁場装置を開発し、これをパルス中性子、中間子と組み合わせていくつかの測定を行った。 $10\text{ T}$ を越える強磁場下での中間子、中性子実験は本研究によってはじめて行われたものである。

今回開発した繰り返しパルス磁場は以前  $7\text{ T}$ までの磁場発生が報告されているが、本格的に開発されたのは今回が初めてである。この磁石は水冷式ビッター型で、 $20\text{ T}$ までの磁場を  $2\text{ 秒}$ 周期で発生し、耐久性は最高磁場で  $10$  万回程度である。パルス波形はコンデンサ放電方式のため  $1\text{ ミリ秒}$ のサイン波で、マグネット内径は  $30\text{--}40\text{ ミリ}$ 、大きさは  $20\text{ cm}$  強である。電源エネルギーは  $60\text{ KJ}$  であり同程度の磁場を発生する直流の水冷式電磁石などに比べて消費電力、装置サイズがけた違いに小さくできる。

繰り返しパルス磁場を用いた中間子実験では、 $16\text{ T}$ までの測定を行った。(従来の中間子実験での最高磁場は  $7\text{ T}$ ) 従来中間子実験で使用されてきた電磁石は内径数十センチであり、今回のような小口径のマグネットでは従来の中間子カウントシステムはそのまま使用できない。そこで今回は試行錯誤を重ねた結果、マグネット内径に差し込める超小型の中間子カウンターを新たに自力で開発した。測定は  $\text{PrCo}_2\text{Si}_2$  および  $\text{NENP}$  について行った。

$\text{PrCo}_2\text{Si}_2$  の中間子測定は低磁場の測定も含め初めてのものである。この物質はイジング異方性を持ち低温ゼロ磁場では反強磁性を示すが、強磁場の印加または温度上昇により  $c$  軸方向への一次元の長周期構造へ相転移をおこす。低磁場での測定結果は、長周期相で中間子スピンの緩和率の増加が見られ、これらの相ではスピンの揺らぎが大きいことを示しているが、相境界で緩和率は発散せず、この系の特徴を示している。また、強磁場の印加によっても緩和率の現象は見られず、スピンの相関時間が  $10^{11}\sim 10^{12}$  のかなり速いものであることがわかった。

$\text{NENP}$  の中間子測定もゼロ磁場ではカナダの施設ではほぼ同時期に行われたが、強磁場では初めてである。ゼロ磁場では緩和率は  $10\text{ K}$  程度から増加を示すが、これは  $\text{NMR}$  でみられた緩和率が温度の低下と共にほぼ単調に減少する現象とは相反する。両者がみている時間領域は  $6$  桁ほどちがうので、見ている緩和が異なる可能性もあるが決定は難しい。そのひとつの理由は結晶構造が複雑で中間子のサイトを決めるのが難しいことによる。磁場を印加すると、ゼロ磁場の緩和は数百ガウスで飽和し、このことより緩和の原因となる内部磁場が小さく、遅い相関時間をもってゆらいていることがわかる。数テスラの磁場を加えると緩和は装置の測定限界 ( $10^7\text{ sec}^{-1}$ ) より速くなり絶対値を決められない。このことは磁場の印加により大きな速くゆらぐ内部磁場が誘起されることを示しており、ハルデン状態が強

磁場印加により破壊されることと関係していると思われるが、定量的解析は困難である

中間子測定では様々な改良を重ねたがビーム強度およびカウンタの計数能力の限界により、一日でひとつの緩和曲線しか測定できないのが現状でより実用的な測定には中間子ソースの根本的な改良が望まれる。

中性子実験では、 $\text{PrCo}_2\text{Si}_2$  の長周期構造のピッチを強磁場で  $16\text{ T}$  まで測定した。この物質の中性子実験は  $2\text{ T}$  までしか従来行われていなかった。また、この強磁場での測定も装置の制約から  $c$  軸から傾いた方向に磁場をかけてその  $c$  軸方向成分を利用した測定であった。今回の実験では測定のためにプラスチック製の特殊クライオスタットを開発した。測定は、 $0.3\text{ cc}$  の単結晶でひとつのブラッグ反射が約 2 時間で測定できる。今回は大きな試料を用いたため温度上昇が大きく、等温線上での測定にはならなかったが、従来磁化測定で示唆されていた長周期構造の存在が直接的に確認され、それぞれの相の周期も互いに一致を示した。マシンタイム等の制約により、それ以外の物質は測定が出来なかったが、マグネットの改良はその後もすすめられ、スプリット型垂直マグネットによる高分解能で  $1.3\text{ K}$  まで低温にできる装置や、より広い散乱角のとれる水平マグネットも本研究で制作され現在後継のグループにより実用的な実験結果が出されている。

### 論文審査の結果の要旨

パルス強磁場の有用性はすでに世界的に定着し、阪大強磁場をはじめとして物性諸科学に多くの情報がもたらされつつある。しかしこれをくり返し型のものとするのは力学的、熱的な制約が大きくこれまで困難なもの、とされて来た。野尻君は独自の工夫によってこれらを克服し、約  $20\text{ T}$  のくり返し磁場を作り、 $\mu\text{SR}$  と中性子回析に応用することに成功した。この成果は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。