

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2006～2009

課題番号：18204023

研究課題名（和文） 超強力永久磁石の開発とその応用、特にリニアコライダーと中性子光学への新展開

研究課題名（英文） Developments and Applications of Superstrong Permanent Magnets, and a new turn for a Linear Collider and neutron optics.

研究代表者

岩下芳久（ IWASHITA YOSHIHISA ）

京都大学・化学研究所・准教授

研究者番号：00144387

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：物理学・素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：加速器

1. 研究計画の概要

(1) リニアコライダーは高エネルギー物理の重要な次期計画の一つであり、そのR&DはGDEなどのスケジュールに沿って着々と進められている。その重要なコンポーネントの一つである最終集束レンズは超伝導電磁石を使うものがベースラインとなっている。しかし、この形状については実績が無く、かつ、ナノメートル級のビームを扱うための安定性については実証されていない。特に、液体ヘリウムを伝わってくる微振動の影響は未知である。永久磁石を使ったものは温度変化や減磁、強度可変化に課題があるものの、内部に振動源を持たないため、安定である。これに関して永久磁石を提案しているのは我々だけである。もし超伝導によるものがその技術を早期に確立し制御性の良さから選択されたとしても、衝突点をすり抜けてくるビームの処理には細かい制御性は必要とされないため、ビーム軸同士の干渉を避ける得るコンパクト性から出口側の集束系としては最有力候補となっている。

(2) 一方、全く異分野となるが、冷中性子の世界でも我々の研究してきた超強力永久磁石が脚光を浴びている。これは、その磁気モーメントにより冷中性子ビームが六極磁場で集束できることが清水裕彦氏により実証されたため、中性子光学に関して、日本は現在世界的にトップを走っている。これを更に推し進め、日本のこの分野での優位性を高めるためにも、超強力永久六極磁石の開発研究も並行して進める。

2. 研究の進捗状況

(1) 最終集束レンズに関しては試作第2号機の評価、改良を行った。これは、ビームテストを通じてそのフィージビリティを実証するため、外形はILC用と同じままでATF 2用にボア径を大きく設計、製作した。ATF 2ではビームエネルギーが低いため、この変更を行っても強度は十分である。回転駆動部等は同じため、この評価も可能である。試作機は磁石の調整を行った後、強度可変性や、磁場中心の変動、集束面の傾きなどの磁場測定を行った。可変性や集束面の傾きなどについては十分な性能を得たが、磁場中心の変動については予測よりも大きかったため、改善が必要と判った。これには個々の磁石の再調整で対応可能と踏んでいる。また、回転駆動には強磁場中でも対応可能なように超音波モーターを採用したが、その回転制御にロータリーエンコーダーによるフィードバック制御が必要であり、まず制御回路を製作した。

(2) 六極磁石に関してはフランス・グルノーブル・ILLの極冷中性子（VCN）を用いて冷中性子ビーム集束実験を行い、集束性能の検証を行った。予備実験として磁場強度は3点の半固定で実験を行い、焦点距離など予想通りの結果を得た。また、パルス周期に同期させて変調をかける際のモーター負荷を減らすためのトルクの削減機構の試作を行った。初トライアルで1/3まで減っており、現在更に1/10まで減らす工夫をしている。現在、変調を使った本実験をILLにて行うため、準備中である。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

自前の測定器整備に若干の遅れがあるものの、これは早急に解決すべく手を打っている。測定についてはこれまで SLAC や KEK の協力を得て、進めているので運搬にかかる手間や効率など以外の点では研究の進捗に支障は出てない。最終集束レンズについては試作モデルも完成し、ATF2 でのビームテストを行う段取りに入った。また、冷中性子集束用強度変調型六極磁石も VCN-SANS を通した実証実験が行える段階に入った。

4. 今後の研究の推進方策

今年度が最終年度となるため、まとめを行うべく計画を進めている。最終集束レンズに関しては ATF2 でのビームテストを行えるよう、その設置場所や架台などの確保を行い、設置を行う。冷中性子用六極磁石は変調機能を完成させ、ILL での VCN-SANS 実験を通してその総合評価を行う。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① Y. Iwashita, M. Ichikawa, Y. Tajima, S. Nakamura, M. Kumada, CM Spencer, T. Tauchi, S. Kuroda, T. Okugi, T. Ino, S. Muto, H.M. Shimizu: Strong Variable Permanent Multipole Magnets, IEEE Trans. on Applied Supercond., 18, 2008, 957-960 査読有り
- ② Y. Iwashita, Y. Tajima, M. Ichikawa, S. Nakamura, T. Ino, S. Muto and H.M. Shimizu, Variable permanent magnet sextupole lens for focusing of pulsed cold neutrons, NIM-A, 586, 2007, 73-76 査読有り
- ③ Mihara T, Iwashita Y, Kumada M, Spencer C M: Variable Permanent Magnet Quadrupole, IEEE Trans. on Applied supercond, 16-2, 224-227, 2006 査読有り

[学会発表] (計 35 件)

- ① 杉本貴則, 岩下芳久, 市川雅浩, 山田雅子, 田内利明, 増澤美佳: ATF2 実験に向けた強度可変 4 極永久磁石の製作II, 日本物理学会・第 64 回年次大会, 2009. 3. 27, 立教大
- ② M. Yamada, Y. Iwashita, M. Ichikawa, H. Tongu, H.M. Shimizu, T. Ino, S. Muto:

Development of Modulating Permanent Magnet Sextupole Lens for Focusing of Cold Neutrons, 11th biennial European Particle Accelerator Conference, EPAC'08, 2008/6/26, Genoa, Italy

- ③ Masako Yamada, Yoshihisa Iwashita, Masahiro Ichikawa, Takanori Sugimoto, (他 2 3 人): Development of Modulating Permanent Magnet Sextupole Lens for Focusing of Pulsed Cold Neutrons, 7th International Workshop on Polarised Neutrons in Condensed Matter Investigations, PNCMI 2008, 2008/9/2, Tokai, Ibaraki, Japan
- ④ 杉本貴則, 岩下芳久, 市川雅浩, 山田雅子, 風間一郎, 田内利明: 強度可変 4 極永久磁石の開発, 第 5 回日本加速器学会年会・第 33 回リニアック技術研究会, 2008. 8. 7, 東広島市中央公民館
- ⑤ Takanori Sugimoto, Yoshihisa Iwashita, Masahiro Ichikawa, Masako Yamada, Shigeru Kuroda, Toshiaki Tauchi, Masayuki Kumada: Continuously Adjustable Permanent Magnet Quadrupole for a Final Focus, 11th biennial European Particle Accelerator Conference, EPAC'08, 2008/6/26, Genoa, Italy

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]