

# 空間反転対称性のない物質における渦糸系の物理

日本原子力研究開発機構 システム計算科学センター, CREST-JST

林 伸彦

## Vortex Physics in Non-Centrosymmetric Superconductors

CCSE, Japan Atomic Energy Agency and CREST-JST

Nobuhiko Hayashi

鏡に映るあちらがわの世界とこちらがわの世界。もしそれらの間に不均衡があると・・・。自然界における鏡像反転の対称性の破れは、これまでさまざまな領域において絶えず人々の興味を惹きつけてきた。

固体結晶において、結晶構造に空間反転の対称性が欠損していると、そこには鏡像反転の対称性の破れた系が実現する<sup>1</sup>。そのような結晶構造をもつ物質のうち、超伝導性を示すものがいくつかが知られている。

近年、とくに  $\text{CePt}_3\text{Si}$  における超伝導の発見[1]以降、そのような空間反転対称性のない物質での超伝導に、関心が高まってきている[2,3]。

結晶構造における空間反転対称性の欠損は、スピン軌道相互作用を通して顕現し、伝導電子に対し影響を及ぼす[2,3]。そのスピン軌道相互作用により、電子スピンの自由度と軌道の自由度とが互いにカップルする。結果として例えば、印加磁場によりスピンの影響を与えるとそれに応答して超伝導電流が発生したり、逆に、電流を流すとそれに応答したスピンによる磁化が現れたりする[3]。

本講演では、このような超伝導体における、特徴的な渦糸 (Vortex) の物理に対して、ここ数年内になされてきた研究 (コア内スピン磁化誘起、ヘリカル状態、渦糸自発駆動など) についてレビューを行いたい。

主として次の研究の紹介を中心に講演する予定である。

(1) 本講演者が計算を行った渦糸コア構造[4,5] および加藤雄介研究室 (東京大) の永井佑紀氏による渦糸まわり電子状態[6,7]。

---

<sup>1</sup> ただしここでは、右巻き左巻きの区別 (カイラリティ) は存在しない。

- (2) Agterberg グループ (ウィスコンシン大) によるヘリカル状態[8,9,10]  
(印加磁場下で空間変調を示す、FFLO 状態に類似した超伝導状態)。  
(3) 町田一成グループ (岡山大) によって指摘された渦糸自発駆動の可能性[11]。

- [1] E. Bauer, G. Hilscher, H. Michor, Ch. Paul, E. W. Scheidt, A. Griбанov, Yu. Seropegin, H. Noël, M. Sigrist and P. Rogl:  
Phys. Rev. Lett. **92** (2004) 027003.
- [2] 林 伸彦, マンフレッド・シグリスト:  
固体物理 Vol. 41 (2006) p. 631 (No. 10, p. 1)  
(解説記事).
- [3] Satoshi Fujimoto:  
J. Phys. Soc. Jpn. **76** (2007) 051008, cond-mat/0702585  
(Pedagogical review article).
- [4] N. Hayashi, Y. Kato, P. A. Frigeri, K. Wakabayashi,  
and M. Sigrist:  
Physica C **437-438** (2006) 96.
- [5] N. Hayashi, K. Wakabayashi, P. A. Frigeri, Y. Kato  
and M. Sigrist:  
Physica B **378-380** (2006) 388.
- [6] Yuki Nagai, Y. Kato and N. Hayashi:  
J. Phys. Soc. Jpn. **75** (2006) 043706.
- [7] Yuki Nagai, Y. Ueno, Y. Kato and N. Hayashi:  
J. Phys. Soc. Jpn. **75** (2006) 104701.
- [8] R. P. Kaur, D. F. Agterberg and M. Sigrist:  
Phys. Rev. Lett. **94** (2005) 137002.
- [9] D. F. Agterberg, P. A. Frigeri, R. P. Kaur, A. Koga  
and M. Sigrist:  
Physica B **378-380** (2006) 351.
- [10] D. F. Agterberg and R. P. Kaur:  
Phys. Rev. B **75** (2007) 064511.
- [11] M. Oka, M. Ichioka and K. Machida:  
Phys. Rev. B **73** (2006) 214509.