有機超伝導体・高温超伝導体における磁束状態と安定化の新展開 後藤貴行, 高尾智明, 中村一也 (機能創造理工学科) エネルギー問題 超電導線材の現状 磁束格子のピン止め 国内の発電の約半分が火力発電 冷却コスト 磁束線が液体のように動くと -環境問題には、電力利用効率上昇が急務 - 零下二百度以下の温度が必要 超伝導であっても、抵抗ゼロにならない 超伝導線の高機能・高性能化 ・超伝導状態における損失 -送電線、スイッチ、変圧器の超電導化 - 雷磁損失 ・送雷ロス低減 磁束線を ・磁東ピンニング現象に起因する損失 凍らせれば - 招強磁場招雷導マグネットの開発 機械的損失 良い? 核融合への応用 線材の振動に起因する損失 (極低温での防振は難しい) 医療への応用 高速交通網 図1 超電導磁気軸受を使用した 新潮写真 国際熱核融合実験炉(ITER計画) 冷却コスト 低減 高い臨界温度を 持つ新物質開発 磁束格子のピン止め 絶対零度であっても凍らないことがある 「量子ゆらぎ」 **強磁場マグネット** 间的写真 高い機械的 ン止め不純物は、 安定性 同時に超伝導も 壊してしまう ▲超言導送言線 高い臨界電流を 超言違言力貯蔵システム) 目的 原理 高電流通電状態における磁束格子 磁束線の分布⇒NMRスペクトル 磁束線の運動⇒NMR緩和時間 の運動をin-situで捉え、臨界電流 性能の向上につながる知見を得る で検出する。 NMR-スピン格子線和率(71-1) Vortexによる磁場分布 共同研究計画 脱起した核スピンが再び 基底状態に戻る時間=7 w格子による磁場分布 中国ーク1 りの磁場のゆらぎの強さ M: 表大能後 5: 数点 11: 表示能格 ● 用サの報道の即ら 単 相転移点において発散や変化を示す 細齋終子の掲記線を検出できる ランタン系高温超伝導体(LSCO)、有 本年度 1(1) = 1,(1 - 49(-1/1-)) -0.02(12-17+)-1 7,0255 機超伝導体(κ-(BEDT-120 Vortexの格子構造によって 磁場分布が異なる TTF)。Cu(NCS)。)、実用線材である の結果 -1 NbTi, Nb₃Snの各試料について、臨界 スペクトルが非対称化する (RedSeld パターン) 温度以下の低温で、Cu/La/C/Sn核等 ROLLING のNMRスペクトルを測定し、内部磁 場不均一によるブロードニングパ 3D anisotropic highly layered κ -(BEDT-TTF)₂Cu(NCS)₂ ターンから磁束格子の形成を確認。 Type-II superconductors dilute t = 1t=30 [後藤] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 H(T) $H_{a2}(T)$ C C 0 C vorte $(\mathbf{L})_{F}$ 通電状態のNMR観測システム構築し、 0 0 0 \bigcirc 0 0 0 C vortex liquid \bigcirc liquio 超伝導体試料に臨界電流付近の大電 0 0 0 0 0 0 C ortex glass $H^{*}(T)$ Bragg glass 0 0 0 0 0 0 \bigcirc 0000 流を流し、NMRスペクトル変化(磁 Bragg glass 不均一 東格子の運動によるナローイング) $\sim \delta H^{\,2}$ T_{1} $T_{\rm c}$ Τ rifi 緩和曲線 T(K)縦緩和時間の臨界発散を検出し、磁 図1 磁場中における一般の超伝導体(左)、及び、二次元性の極めて 強い場合(右)の磁束格子の相図。二次元性の強い場合には、量子揺 東格子のフローに関する知見を得る。 らぎによって低温まで固化しない相(slush)が現れる 不純物濃度が高い場合は均一になる dense [高尾·後藤] •••

> **ア(K)** 図2 NMR で見た磁束固体相と磁束 slush 相 液体から slush 相へ変化すると、緩和曲線の

slush 相の緩和率の振る舞い。 和曲線のべき指数が 1 に漸近するようすがわかる 0 0

0 0

 $\bullet \bullet \bullet \bullet \bullet \bullet$

0 0 0 0 0 0

o o o

0 0

••

上智大学研究機構Festival2011 P7

得られた結果を臨界電流のデータを 比べ、どのような電子状態を持った ピン止め中心が最も有効であるかを 検討し、ピン止めのミクロな機構を 明らかにする。〔中村・後藤〕