

VII-5. 低温物性グループ

助教授 福山 寛、
講師 富永 昭、
助手 森下将史
大学院生 (2名)

[1] 2次元および3次元量子固体の核磁性の研究(福山 寛)

- (1) グラファイト上に吸着した固体ヘリウム3薄膜の核磁性を初めて75 μ Kの超低温まで実験的に調べた。吸着量を増してゆくと第2層が反強磁性相から強磁性相へ共存状態を経て相転移すること、強磁性相の磁化測定からこの系が2次元量子スピン系の理想的なモデル物質であることを明かにした。
- (2) 高密度の3次元固体ヘリウム3の核磁性をヘリウム3自身の核断熱消磁冷却法を用いて研究し、六方最密構造の基底状態が強磁性相であることを初めて明かにした。体心立方構造をもつ固体ヘリウム3の基底状態が反強磁性相であることを考え合わせると、これは多体交換モデルの妥当性を強く支持する結果である。

[2] 超流動ヘリウム3および量子液体の研究(福山 寛)

- (1) 超流動ヘリウム3のA-B相転移が宇宙線などの粒子線の入射によって引き起こされることを明らかにした。
- (2) 超流動ヘリウム3-A相のNMR縦共鳴周波数を広い温度範囲で測定し、エネルギーギャップなどの物理量を決定した。
- (3) ヘリウム3-ヘリウム4混合液の定積圧力測定を広いヘリウム3濃度と圧力範囲で行い、前年度に発表した相分離曲線測定の結果も合わせて、ヘリウム3準粒子間相互作用を実験的に決めた。

[3] 巨視的量子トンネル現象の研究(森下将史)

ヘリウム3-ヘリウム4混合液の相分離過程でのヘリウム3濃厚相の核生成の研究を行い、マクロなスケールでの量子核生成現象という新しい観点からこの問題を論じた。

[4] 核断熱消磁冷凍機の建設(福山 寛、森下将史)

100 μ K以下の超低温を生成できる高性能の核断熱消磁冷凍機の建設に着手した。冷凍機全体の基本設計を終え、ヘリウム3-ヘリウム4希釈冷凍機、超伝導マグネット、ヘリウム3融解圧温度計等の主要構成装置の整備・製作を行った。それぞれの構成装置は、最低温度5 mK、最高磁場9 T、使用温度範囲1 mK < T < 800 mKの性能を持つことがテスト冷却において確認された。

[5] 超低温走査型トンネル顕微鏡の開発研究(福山 寛、森下将史)

液体ヘリウム温度における走査型トンネル顕微鏡の作動テストのためのクライオスタットを製作し、低温下での技術的問題点の洗い出しを行った。また、ヘリウム3薄膜の実験で吸着基盤として用いているグラフォイル(剥離性グラファイトフィルム)の表面評価を同顕微鏡を用いて室温で行った。

[6] 熱音響現象の研究(富永 昭)

92年度に非粘性流体の熱音響理論を粘性流体に拡張したが、その拡張に一般性がないことに気づき、今年度はその修正を行い一般性のある拡張に成功した。この変更に伴い熱音響理論に基づくシミュレーションプログラム *THERMOACOUSTICA* の変更も行った。

<論文>

1. "Magnetization of ^3He on Grafoil in the Low-Temperature Limit",
P. Schiffer, M. T. O'Keefe, D. D. Osheroff and Hiroshi Fukuyama,
Phys. Rev. Lett. **71**, 1403-1406 (1993).
2. "Isochoric Pressure and ^3He Quasiparticle Effective Mass on a ^3He - ^4He Mixture under Pressure",
S. Yorozu, H. Fukuyama and H. Ishimoto,
Phys. Rev. **B48**, 9660-9663 (1993).
3. "Low Temperature Magnetization of ^3He Films",
P. Schiffer, M. T. O'Keefe, D. D. Osheroff and Hiroshi Fukuyama,
J. Low Temp. Phys. **94**, 489-513 (1994).
4. "Direct Demagnetization Cooling of High-Density Solid ^3He ",
T. Okamoto, H. Fukuyama, H. Akimoto, H. Ishimoto and S. Ogawa,
Phys. Rev. Lett. **72**, 868-871 (1994).
5. "Isochoric Pressure of ^3He - ^4He Mixture",
Sinichi Yorozu, Hiroshi Fukuyama and Hidehiko Ishimoto,
Physica **B194-196**, 605-606 (1994).
6. "Low Temperature Magnetization of Pure ^3He Films on Grafoil",
Hiroshi Fukuyama, P. Schiffer, M. T. O'Keefe and D. D. Osheroff,
Physica **B194-196**, 683-684 (1994).
7. "Radiation Induced Nucleation of the AB Transition in Superfluid ^3He ",
P. Schiffer, M. T. O'Keefe, M. D. Hildreth, Hiroshi Fukuyama, D. D. Osheroff,
Physica **B194-196**, 807-808 (1994).
8. "Critical Supersaturation of ^3He - ^4He Liquid Mixtures",
T. Satoh, M. Morishita, M. Ogata, S. Katoh and K. Hatakeyama,
Jpn. J. Appl. Phys. Series **9**, 45-48 (1993).
9. "Nucleation in Supersaturated ^3He - ^4He Liquid Mixtures: decay of metastable states at ultralow temperatures",
T. Satoh, M. Morishita, S. Katoh, K. Hatakeyama and M Takashima,
Physica **B197**, 397-405 (1994).

<著書>

富永 昭：低温工学協会編「超伝導・低温工学ハンドブック」（オーム社 1993年11月）
分担 pp 202-206.

<学位論文>

なし

<講演>

1. "固体ヘリウム3 薄膜の2次元核磁性"、
福山 寛、
日本物理学会（岡山、1993年10月）。
2. "Nucleation in Supersaturated ^3He - ^4He Liquid Mixtures: decay of metastable states at ultralow temperatures",
T. Satoh, M. Morishita, S. Katoh, K. Hatakeyama and M Takashima,
第20回低温物理学国際会議（米国オレゴン州ユージーン、1993年8月） （招待講演）。
3. "Low Temperature Magnetization of Pure ^3He Films on Grafoil",
Hiroshi Fukuyama, P. Schiffer, M. T. O'Keefe and D. D. Osheroff,
超低温国際シンポジウム（米国オレゴン州ユージーン、1993年8月）。
4. "固体ヘリウム3 薄膜の2次元核磁性"、
福山 寛、
東京工業大学極低温システム研究センター講演会（東京、1994年1月）。
5. "固体ヘリウム3 薄膜の2次元核磁性II"、
石田一貴、森下将史、福山 寛、P. Schiffer, M. T. O'Keefe and D. D. Osheroff,
日本物理学会（福岡、1994年3月）。
6. "Basic Notion of Thermoacoustic Theory and Some Results of Simulations",
A. Tominaga,
Proc. JSJS-4 (Beijing, Oct. 1993), pp 79-83 （招待講演）。
7. "Introduction to Pulse-tube Refrigerators",
A. Tominaga,
(Dacjon, March 1994).
8. "熱音響発振器の圧力振幅に及ぼすスタック材の効果"、
浜口和洋、楠 浩幸、富永 昭、
日本機械学会主催 Dynamics and Design Conference '93（東京北トピア、1993年5月）。
9. "蓄冷器の役割"、
富永 昭、
第2回新冷凍技術研究会（東京工業大学、1993年7月）、
1993年度新冷凍技術調査報告書（I）（未踏科学技術協会、新冷凍技術研究会、1994年4月）
pp 39-51.
10. "振動流体のエントロピー変動"、
富永 昭、
第50回低温工学・超電導学会（鹿児島、1993年11月）。
11. "振動流体のエントロピー変動"、
富永 昭、
第11回波動冷凍機研究会（KKR宮の下、1993年12月）。

12. "*THERMOACOUSTICA*の改訂版"、
富永 昭、
第12回波動冷凍機研究会（電総研、1994年3月）.

＜受賞＞
なし