

低温物質科学研究センターセミナー報告

日時：2005 年 11 月 9 日（月）10：00～

場所：物理学教室519号室（理学部5号館5F）

講師：Sang Gap Lee 博士

所属：韓国先端科学技術研究所(KIST)

題目：ESR Detected by Measuring Mechanical Forces of a Cantilever in Samples of a Limited Number of Spins
- A potential of MRFM for studying physics of interfaces and thin films

要旨： Measuring mechanical forces of ultrasoft cantilevers coupled to magnetic resonance, so called magnetic resonance force microscopy (MRFM), is a novel scheme recommended for imaging a single molecule by MRI technique and for reading spin states in solid-state quantum computing. Moreover, MRFM is quite adequate for studying materials of a limited number of spins like artificially-layered thin-film samples in-situ because signal-to-noise ratio (SNR) of MRFM is basically determined by a spin concentration rather than by the number of spins. For example, a study on high-k gate dielectric materials for the next generation MOSFET can be one of the important subjects of MRFM in a material research field. Recently, we built a low temperature (~ 6 K) MRFM setup and tested the setup successfully at room temperature by measuring a force-detected ESR signal in a DPPH sample. We have been replacing a cantilever by one of much lower spring constant for improved force sensitivity and increasing a magnetic field gradient (> 0.01 G/nm) to acquire such a large filling factor to apply to thin-film samples. We will report our recent progresses in MRFM instrumentation and discuss the preliminary data.

日時：2005 年 11 月 17 日（火）15：00～

場所：物理学教室519号室（理学部5号館5F）

講師：Prof. Allan Griffin

所属：University of Toronto, Canada

題目：Two-fluid hydrodynamics in the BCS-BEC crossover of trapped Fermi gases

要旨： In the BCS-BEC crossover region in atomic superfluid Fermi gases, the collision cross-section is so large that one should be able to access the local equilibrium region described by Landau's two-fluid hydrodynamic equations. These equations are difficult to solve in a trapped gas because all the thermodynamic functions are position-dependent. We present a new variational approach that allows one to deal with this problem. The nature of first and second sound modes changes in the different regions of the BCS-BEC crossover.

日時：2006年1月19日（木）14：00～

場所：物理学教室 第二講義室

講師：Prof. John Doyle

所属：University of Harvard, U.S.A

題目：Evaporative Cooling of Buffer-gas Loaded Atoms

要旨：Buffer-gas loading of magnetic traps has been shown to be a versatile method for loading large numbers of atoms and molecules into magnetic traps. Further cooling, after trapping, is important for exploration of new physics. In this talk, evaporative cooling of magnetically trapped, buffer-gas loaded samples is discussed. Evaporative cooling of buffer-gas loaded Cr and Mo has been achieved. Recently we have also evaporatively cooled metastable helium. Using a cryogenic helium buffer-gas, 10^{11} 4He^* atoms are trapped at an initial temperature of 0.4~K. The trapped sample is evaporatively cooled into the ultracold regime, resulting in a cloud of 2×10^9 4He atoms at 1.4~mK. This is a ten-fold improvement on the number produced by laser cooling and demonstrates a significant increase in phase space density for a sample trapped using buffer-gas loading.

日時：2006年2月8日（水）11：00～

場所：物理学教室519号室（理学部5号館5F）

講師：上野 智弘 博士

所属：京都大学医学部保健学科

題目：MRI顕微鏡開発と ^3He - ^4He 混合液体相分離界面の形状

要旨： ^3He - ^4He 混合液体の相分離界面が試料容器の壁になす角である接触角を精密に再測定するために、2次元解像度 $1\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$ を目標にMRI顕微鏡を開発している。 ^3He - ^4He 混合液体は0.87 K以下で、 ^3He の濃度が異なる2つの相に相分離するので、超低温においてMRI画像を撮影する必要がある。そこで、以前に開発した超低温MRIを基に、高磁場・強力磁場勾配、超低温の極限環境を駆使して、目標の解像度の達成を目指している。解像度の向上に最も必要なのは、信号雑音比の向上である。そこで、超低温、高磁場を用いて磁化を大きくし、高周波NMRを行うことで信号雑音比を高めている。また、スピン拡散の影響を抑制するために、新しいパルス系列の開発や磁場勾配の強化も行っている。

以前に行った超低温MRIによる測定では、3重臨界点近傍において、測定誤差が大きくなり、その挙動について明らかにすることができなかった。その後、パリ高等師範学校において、光の干渉を用いて接触角の測定を再度行った。しかし、光の屈折や他の干渉縞の漏れ込みにより、はっきりとした結論を得る事が出来ていない。そこで、光の屈折などの影響を受けないMRI顕微鏡を用いて、相分離界面の接触角の温度変化を精密に再測定し、 ^3He - ^4He 混合液体の接触角の問題に決着を付けようとしている。

MRI顕微鏡の開発第1段階として、超低温MRIによる測定で用いた試料容器を使い、均一磁場を高め、磁場勾配を大きくしたときの画像を調べた。これにより、2次元解像度 $6\ \mu\text{m} \times 6\ \mu\text{m}$ を得る事が出来た。さらに解像度を向上させるべく、新たな試料容器を準備中である。

日時：2006年2月23日（木）16：00～

場所：物理学教室439号室（理学部5号館4F）

講師：福田 昭 博士

所属：京都大学低温物質科学研究センター

題目：QHE in 2-D electron system

要旨： 2次元電子系を2枚近接配置した2層2次元電子系においては、電子が層間をトンネルすることが可能であり、“層”の自由度（擬スピン）を持っている。この、擬スピン自由度と通常のスピン自由度とが織り成すことにより、多彩な量子相を呈することが期待される。本講演では、ランダウ占有率 $\nu = 1$ における「ソリトン格子相(Soliton Lattice Phase)」及び $\nu = 2$ における「傾角反強磁性相(Canted Antiferromagnetic Phase)」を中心に、最近2層系量子ホール状態において発見された新しい量子相について、量子輸送現象測定の結果とその考察を含めて講演したい。

日時：2006年2月23日（木）16：00～

場所：化学教室571号室（理学部6号館）

講師：張 維 博士

所属：京都大学低温物質科学研究センター

題目：Search for new alloys and intermetallic compounds with novel physical and functional properties

要旨：

1) Studies of half metallic Co_2MnSn Heusler alloy on bulk, thin-film and nano-scale hetero-interface 伝導電子のスピン分極率がフェルミ面において100%を示すHalf metallic強磁性体をTMR素子の強磁性層に用いることによって大きなTMR比を得ることが期待される。我々はHeusler合金 Co_2MnSn に注目し、 Co_2MnSn のMnをFeまたはCrで置換した合金の合成に成功した。それらの合金の磁性はSlater-Pauling曲線で説明できることを明らかにした。 Co_2MnSn を用いて強磁性トンネル接合の作製にも試みている。超高真空蒸着法で Co_2MnSn の単結晶薄膜作製し、磁性および電気伝導性を調べた結果も報告する。

2) Non-Fermi liquid behavior near ferromagnetic quantum critical points in Ni_3Al and YCo_2

MnSi , ZrZn_2 の圧力効果において強磁性転移温度 $T_c = 0 \text{ K}$ となる量子臨界点の近傍で非Fermi液体や超伝導が発見されて、注目を集めている。不純物効果を用いても量子臨界点近傍に到達することができ、 Ni_3Al のNiサイトを1% Alで置換すると $T_c=0 \text{ K}$ となり、また、交換相互作用により大きなPauli 常磁性を示す YCo_2 のCoサイトを13% Alで置換すると強磁性が誘起される。 $\text{Ni}_{3-x}\text{Al}_{1+x}$ と $\text{Y}(\text{Co}_{1-x}\text{Al}_x)_2$ 系は量子臨界現象を調べるのに理想的な系であると考えられる。これらの遷移金属化合物系の量子臨界点近傍の領域について磁化測定と磁場中抵抗測定の結果を報告する。