

物質理学セミナー

単原子層ヘリウムの多彩な量子物性と 放射光X線構造解析への期待

日時: 5月25日(火) 16:20-17:20

福山 寛(東京大学名誉教授)

超流動を筆頭に相転移や磁性の研究分野で、液体・固体ヘリウムが果たしてきた役割はユニークかつ普遍的である。同様に、ヘリウムを固体表面に1~数原子層吸着させた系も低次元や表面の物理学に様々な寄与をしてきた。例えば、トポロジカル量子相研究の礎となったコスタリッツ・サウレス理論は、ヘリウム4 (^4He : ボース粒子) を高分子やガラスなどの固体表面に物理吸着させた液体 ^4He 薄膜の超流動転移(トポロジカル相転移)で初めて実験的に確認された。また、磁性分野で精力的に研究されているスピン液体も、核スピン1/2をもつヘリウム3 (^3He : フェルミ粒子) をグラファイト結晶表面に2原子層吸着させた2層目で初めて見つかった[1]。我々は、そのギャップレスのスピン液体相の出現が、空間対称性が“部分的”に破れた量子液晶という新しい概念(構造)の量子相に起因する可能性を提唱している[2]。この量子液晶仮説は、2層系 ^4He で液相と固相の間密度域に有限の超流動性をもつ特異相が見つかったことで、より可能性が高まった[3]。

単原子層ヘリウムでは、この他にも2次元量子系の気液相転移、整合-不整合転移の臨界現象(3状態Potts模型)や量子ドメイン壁構造、超固体など様々な興味深い量子多体現象が議論されている。ところが、これらが観測できるのは1~3ケルビン以下の極低温なので、その構造に関する実験情報はまだ限られている[4]。

講演では、単原子層ヘリウムの多彩な量子物性を紹介すると共に、SPring-8の放射光X線を利用した新たな共同実験[5]で、今後どのような物理が明らかになるかの期待を述べたい。

[1] K. Ishida, M. Morishita, K. Yawata, and H. Fukuyama, Phys. Rev. Lett. 79, 3451 (1997); H. Fukuyama, J. Phys. Soc. Jpn. 77, 111013 (2008).

[2] S. Nakamura, K. Matsui, T. Matsui, and H. Fukuyama, Phys. Rev. B 94, 180501(R) (2016).

[3] J. Usami, R. Toda, S. Murakawa, and H. Fukuyama, to appear.

[4] H. J. Lauter, H. P. Schildberg, H. Godfrin, H. Wiechert, and R. Haensel, Can. J. Phys. 65, 1435 (1987).

[5] 隈下敦貴, 山口明, 田尻寛男, 山根悠, 住山昭彦, 簗口友紀, 鈴木勝, 福山寛, 櫻井吉晴, 日本物理学会第76回年次大会, 一般講演13pF1-6 (2021).

Webexで行います。

https://hyogo-u.webex.com/meet/koto_k012

お問い合わせ先: 和達大樹(大学院理学研究科) wadati@sci.u-hyogo.ac.jp