



Title	複合極限下における核磁気共鳴
Author(s)	川崎, 祐
Citation	大阪大学低温センターだより. 1997, 100, p. 15-16
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/11788
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

複合極限下における核磁気共鳴

基礎工学研究科 朝山研究室

博士課程 1 年 川 崎 祐 (内線6438)

E-mail:kawasaki@nmr.mp.es.osaka-u.ac.jp

大学院に進学して以来、重い電子系化合物の磁性の研究に取り組み、主に核磁気共鳴 (NMR/NQR) を用いた測定を行ってきた。研究対象である重い電子系は主にCeやU化合物であり、比較的局在性の強いf電子と伝導電子が低温で混成することによって多様な基底状態を示す。そのためこれらの研究には ^3He – ^4He 希釈冷凍機を用いた1K以下での測定が欠かせない。NMR/NQRの信号強度は温度に逆比例して増大するので、低温にすることによって著しくS/N比を向上させることができる。本研究は、液体ヘリウムなしでは不可能であり、日常的に低温センターにはお世話になっている。

重い電子系の反強磁性秩序が圧力や置換によって抑制された状態において、比熱や電気抵抗の温度変化で通常の重い電子系でみられるフェルミ液体的挙動とは異なる振る舞いが観測される。場合によっては、臨界圧力近傍で超伝導が出現し、磁気相関と超伝導とが密接に関係していると予想される。これらの圧力誘起超伝導現象の機構を調べるためには、加圧下・極低温での測定が必須となる。極低温・高圧・強磁場等が組み合わさった複合環境下での組織的な物性研究が最近の重い電子系の動向となっている。ところが最も重要な磁気励起の情報を与えるNMR/NQRの複合環境下における測定は世界的に見てもほとんど例が無い。我々の研究室では、ピストンシリンダーを用いた2GPa以下のNMR/NQRによる研究は、これまで1.5K以上で行われ、高温超伝導体を含む超伝導体や磁性体の研究に大きな成果を挙げってきた。最近では、 ^3He – ^4He 希釈冷凍機を組み合わせ、1K以下での高圧NMR測定を行えるシステムの開発を進め、2GPa以下で100mKまでの測定が可能となっている。現在、このシステムを用いて、磁気臨界近傍にある重い電子系の磁気特性の系統的な研究を開始している。将来的には最高、3GPaまでの測定を推進することを計画している。

NMR測定では電気抵抗や比熱等の測定に比べて格段に多量の試料が必要となるため、ワーキングスペースの確保に様々な工夫が要求される。いずれにしてもより高圧を望めば、ワーキングスペースの減少は必然であり、信号の感度が下がることは避けられない。そのため、信号の感度自体の向上も重要になってくる。信号感度の向上の早道は、強磁場下でNMR測定を行うことである。強磁場によって、物性の磁場変化を調べるといことのみならず、核スピン分極の増大、高周波NMRでの受信感度の著しい改善が期待できる。さらに、自然存在比が少なく、また核磁気モーメントの小さい核種ではNMRの観測が難しく、必然的に強磁場・低温での研究が要求される。重い電子系化合物の本質を担っているのはCeやUのf電子であると考えられているが、CeやU核をNMRで直接観測するのは不可能もしくは著しく困難である。自然界に安定に存在するCeの同位体のうち核スピンを持つものはない。一方放射性同位体である ^{235}U 核は核スピンを持つので、原理的には観測可能であるが、 ^{235}U 核は自然存在比が少なく、核磁気回転比が小さいため、現在まで重い電子系化合物で信号が観測された例はない。U核自体の

信号観測が可能になれば直接f電子の情報を得ることができ、大きな発展が期待できる。現在観測されている核種での測定精度を上げることと平行して、U核のNMR信号の観測は重い電子系に携わっているNMR実験家にとって一つの指標である。最近の重い電子系でのNMR研究は、この挑戦的な課題が視野に入る程までに発展してきている。今後、複合極限下でのNMR／NQR研究を発展させることが、重い電子系の研究分野に大いに寄与できると確信している。