

理研-RAL ミュオン施設における分子性物質のミュオン物性研究

松崎 禎市郎 (理化学研究所 仁科加速器研究センター 理研-RAL 支所)

ミュオンは電子の仲間に属する素粒子 (寿命 2.2μ 秒) であり、質量は陽子の $1/9$ または電子の 207 倍である。従って、物質中で正ミュオンは“軽い陽子”、負ミュオンは“重い電子”のように振る舞う。ミュオンは生まれながらにしてスピン偏極をもつので、ゼロ磁場下の物質中に静止させると、ミュオン静止位置での局所場やその揺らぎの大きさを高感度に観測できる。 μ SR 実験法 (ミュオンスピン回転、緩和、共鳴法) は、ミュオンスピンの緩和や回転を測定して物性研究を行う方法である。この μ SR 実験手法を分子集合体、強相関電子系、生体分子等に適用すると、それらの電子構造、超伝導性、磁性、分子構造、結晶構造等の研究を行うことができる。

理研-RAL ミュオン施設は、英国の基礎科学研究所であるラザフォード=アップルトン研究所 (RAL) 内の ISIS 中性子散乱実験施設内に建設され、世界最高強度のパルス状ミュオンビームを発生している。理研-RAL ミュオン施設は4つの実験ポートをもち、①ミュオン触媒核融合、② μ SR 法によるミュオン物性、③超低速ミュオンビーム発生、④負ミュオンが水素原子核から他の原子核へ移行する過程で発生するミュオン原子 X 線測定の研究を推進している。

理研-RAL ミュオン施設では、1995 年 4 月以降、世界最高強度パルス状ミュオンビームを用いた μ SR 実験法による分子性物質や強相関電子系物質のミュオン物性研究を展開している。本講演では、最近、当施設で得られた興味ある 2 つの研究結果の概略を報告する。下記にその要旨をまとめる。

(1) スピン $1/2$ の歪んだ 2 次元三角格子反強磁性体 (大平 (河村) 聖子、他)

$\text{Pd}(\text{dmit})_2$ 塩は、 $\text{Pd}(\text{dmit})_2$ の 2 量体とカチオンから構成され、電子は 2 量体に存在し、スピン $1/2$ の歪んだ 2 次元三角格子反強磁性体を形成する。(図 1) このたび、 μ SR 法を用いて $\text{Pd}(\text{dmit})_2$ 塩の幾何学的フラストレーションに起因する磁氣的性質を調べる実験を行った。その結果、2 次元面内の三角格子が正方格子に近づく方向に歪んだ系では、歪みが大きくなるにしたがって、磁気相関の発達にも正方格子の特徴が現れてくることが実験的に明らかになった。また、70K で電荷分離を示す等方的な三角格子系や、1 次元鎖に近づく方向に歪んだ系では、それぞれ、電荷分離転移、spin-Peierls-like な転移にとまなう、スピン 1 重項状態の形成が観測された。

(2) 電荷移動型金属錯体 $(n\text{-C}_3\text{H}_7)_4\text{N} [\text{Fe}^{\text{II}}\text{Fe}^{\text{III}}(\text{dto})_3]$ ($\text{dto}=\text{C}_2\text{O}_2\text{S}_2$) (小島憲道、他)

「ハニカムネットワーク層状構造」を有する $(n\text{-C}_3\text{H}_7)_4\text{N} [\text{Fe}^{\text{II}}\text{Fe}^{\text{III}}(\text{dto})_3]$ の結晶構造を示す。(図 2) この物質の特徴は、Fe 原子をブリッジするアニオンが O と S の 2 種類あることにより、不均一な Fe の原子価数のバランスが生じ、 2^+ と 3^+ の配位数をとる。この物質は、120K 近傍で Fe 間に電荷移動を起こし、Fe 原子価数が変化すると

いう興味ある性質をもつ。このFeの価数変化はメスbauer測定によって観測され、電荷移動に伴う磁化率の温度ヒステリシスも観測されている。このたび、この電荷移動現象の発生機構やダイナミクスを研究する目的でこの物質の μ SR実験を行い、興味ある実験結果を得た。

講演では、理研-RAL ミュオン施設が将来計画として進めている μ SR実験法による多重極限実験条件下の分子性物質の物性研究計画についても言及する。

図-1

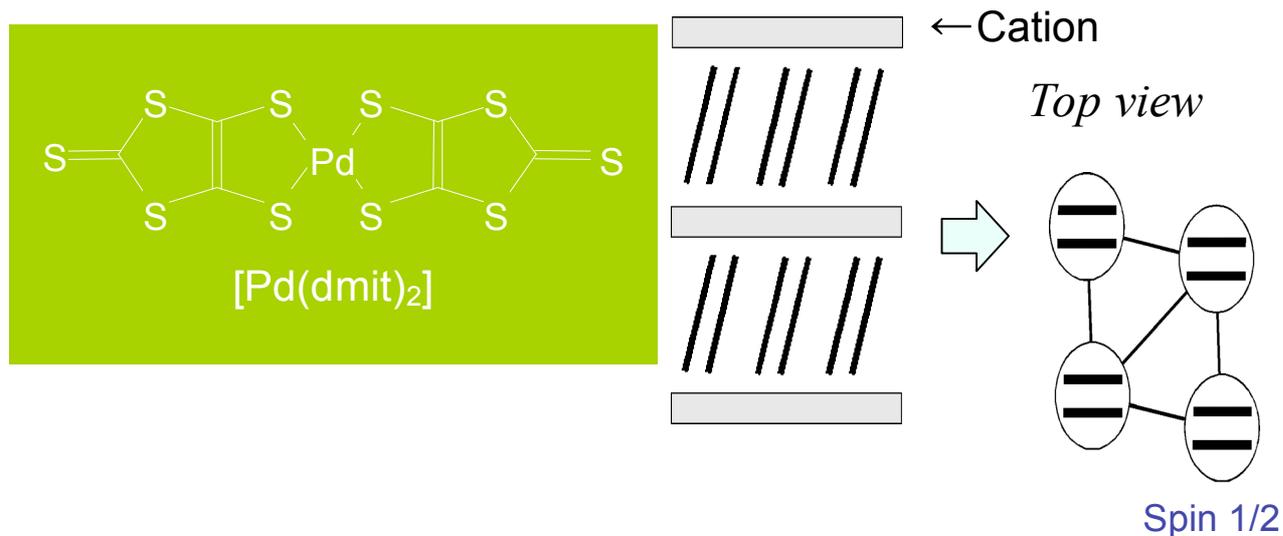


図-2

ハニカムネットワークの層状構造

