

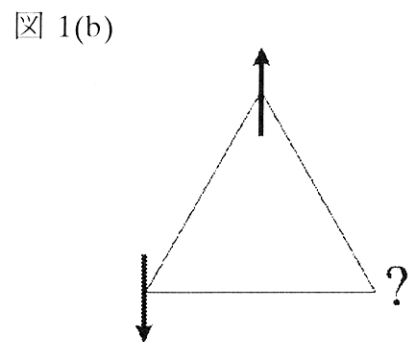
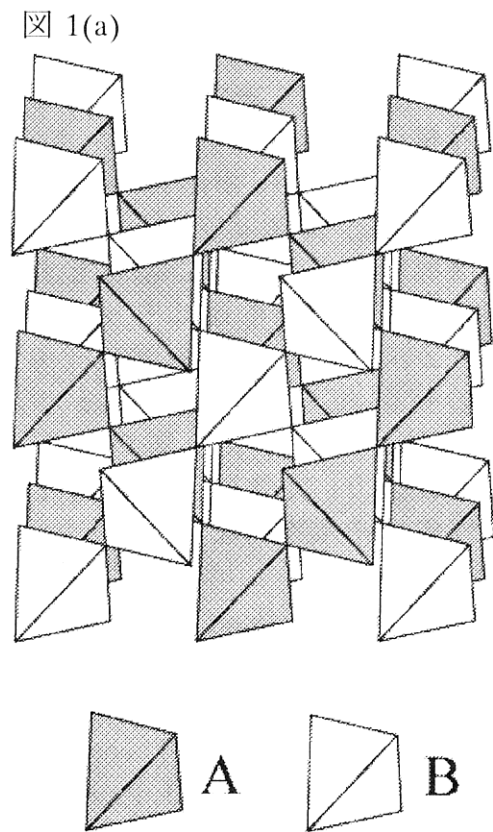
## 低次元異常金属の開発

—パイロクロア・スピネル化合物の異常物性—

研究代表者 佐藤 正俊 名大大学院理学研究科 教授  
(共同研究者) 安井 幸夫、吉居 俊輔、飯久保 智、影山 健友、他

本ポスターでは $A_2B_2O_7$ の一般式で表されるパイロクロア型化合物と $AB_2O_4$ もしくは $AB_2S_4$ 、 $AB_2Se_4$ で表わされるスピネル型化合物等に対して行った異常物性探索の結果について発表する。これらの系に共通した特徴は、頂点を共有した正四面体の3次元ネットワークが存在することである。前者においては $A(=Y, Bi, Tl)$ および希土類元素等)と $B$ (主に遷移金属元素)がそれぞれ独立に、後者の化合物系では $B$ (主として遷移金属元素)が同様の構造のネットワークを構成している。その様子をパイロクロア系について図1(a)に例示した。このような構造上の特徴が物性へ大きな影響をもたらす。第一に、正四面体の各面が正三角形をしていることに注目すると、その頂点に位置する磁性元素の磁気モーメントが反強磁性的に並びたがるときにやっかいな事情が生じることがわかる。図1(b)に示したように、2つのモーメントは反平行に揃いうるが、3つ目はどう並ぶか決まらない。この事情はフラストレーションという言葉で表わされる。このフラストレーションがもとでモーメントが秩序を持たない不安定状態のまま大きくゆらぐ物質系が実現する。このような系が金属となる場合、銅酸化物高温超伝導体のもとはよく似た電子状態が実現する。このことを利用すると銅酸化物系の物性を理解する重要な情報が得られる。

この構造がもたらす第二のものは正四面体頂点の磁気モーメントの向きやすい方向(容易軸)が各々の頂点で異なることである。例えば隣り合ったモーメントの間の相互作用を除い



て考えた場合、各モーメントは、正四面体の重心と各頂点を結んだ方向にそれぞれの容易軸を持つことが多い。このような場合、モーメント間の相互作用が強磁性的であろうと反強磁性的であろうと、揃ったモーメントが同一方向（もしくは反対方向）に向いていない、non-collinearな構造、もしくはそれらが同一平面上にもない、non-coplanarな構造をとることが多くなる。いわばnon-trivialな磁気構造をもった物質系がごく自然に期待されるが、そこにおける電気抵抗、Hall係数等の輸送特性が

図2  
 どのようなものになるのか興味深い。ここでは特にHall抵抗について現れてくる異常物性を例示する(図2にはNd<sub>2</sub>Mo<sub>2</sub>O<sub>7</sub>の単結晶を用いて測定されたHall抵抗の磁場依存性をいくつかの温度に対して示した)。

第三は正四面体の頂点に位置するモーメントが容易軸方向に強く束縛されるようなケースに見られる。ここではHo<sub>2</sub>Ti<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (Hoのモーメントが磁気双極子相互作用を主相互作用として持っている) の場合を例に示す。実はこのモーメントが正四面体の外側に向くか、内側に向くかの問題が古くから存在する氷の水素の位置の問題、すなわち氷が低温でどのような構造を選んでいくのかに関する衆知の問題とほぼ等価なので、spin ice系と呼ばれるようになってきている。spin系は氷内の水素と異なり、低温でもその向きを変える時間が比較的短いので、実験研究上好都合でその解明が進んでいる。図3には、Ho<sub>2</sub>Ti<sub>2</sub>O<sub>7</sub>の低温磁気構造を表わす中性子散乱強度分布を示す。

以上の3つの観点で行ったデータの主要部分を紹介する。

