

Title	フラーレン超伝導体の高圧物性
Author(s)	竹延, 大志
Citation	
Issue Date	1998-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	none
URL	http://hdl.handle.net/10119/2461
Rights	
Description	Supervisor:岩佐 義宏, 材料科学研究科, 修士

フラーレン超伝導体の高圧物性

竹延 大志 (岩佐研究室)

C_{60} 分子のLUMO(t_{1u} 軌道)及びLUMO+1(t_{1g} 軌道)は、共に3重縮退しており-1価~-6価までは t_{1u} 軌道に-6価~-12価までは t_{1g} 軌道に電子が収容される。アルカリ金属・アルカリ土類金属のインターカレーションにより多くの化合物が合成されており、 t_{1u} 超伝導体 A_3C_{60} (A=アルカリ金属)は非常に良く知られている。 C_{60} 超伝導の大きな特徴の一つは、 t_{1u} 軌道のみでなく t_{1g} 軌道でも超伝導を発現する事であり、化合物全体での議論が必要なのは明らかである。本研究は高圧下で圧力(格子定数)を物理的に制御した時の C_{60} 超伝導体の特徴を明らかにし、フラーレン化合物全体を包括した議論を行なうことを目的とする。

具体的には、クランプ型圧力セルを用いた低温高圧交流帯磁率測定装置の立ち上げを行い(最大圧力2.5GPa・最低温度1.8K)、この実験装置を用いて t_{1u} 超伝導体群及び t_{1g} 超伝導体群の超伝導転移温度(T_c)の圧力依存性を求めた。同時に、高エネ研にて高圧下X線構造解析を行ない格子の圧縮率も測定し、圧力下の格子と T_c の関係を明らかにした。

実験を行なった結果、アンモニア分子を含んだ t_{1u} 超伝導体 $(NH_3)_x AA_2^{\dagger} C_{60}$ (A, A † =アルカリ金属)の物理的圧力による格子定数と T_c の関係は、アンモニアの組成xの値が大きく格子が広がった状態では負の傾向に、組成xの値が小さい時は正の傾向を示すことが明らかになった。(図1:矢印)一方、アンモニアの組成でのみ格子定数を制御して得られた T_c との関係は、負の傾向である。(図1:太線)つまりこの系において、物理的圧力効果と化学的圧力効果は一致せず特に物理的圧力効果はアンモニア分子の組成xによって変化するという結果を得た。

また、 t_{1g} 超伝導体 AE_4C_{60} (AE=アルカリ土類金属)では物理的圧力による変化の傾向(物理的圧力効果)が正の相関を持つことが明らかになった。これは、インターカレートする金属のイオン半径の違いを利用して格子を制御した時の(化学的圧力効果)の結果と良く一致する。(図2)しかしながら、 t_{1g} 超伝導体 $A_3Ba_3C_{60}$ では化学的圧力効果は負の傾向を示しているが物理的圧力効果は正の傾向を示す事がわかった。(図2)この系においても、物理的圧力効果と化学的圧力効果は一致しない事が明らかになった。

下図は横軸に格子の大きさを縦軸に超伝導転移温度(T_c)を示したものであり、特定の領域にのみ超伝導が存在する事が良くわかる。特に本研究によって、 t_{1u} ・ t_{1g} 両超伝導体で格子が限界まで広がった領域では、物理的圧力効果(細い矢印)と、化学的圧力効果(太いグレーの線)が相反する事が明らかになった。このことは、超伝導・非超伝導境界領域において T_c を決定する要因が格子定数以外にも存在することを明確に示している。

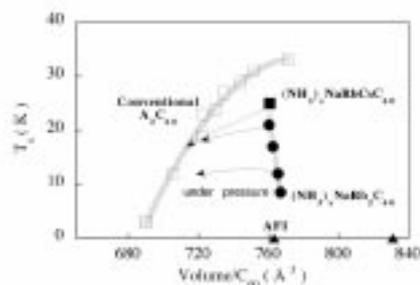


図 1: t_{1u} 超伝導体

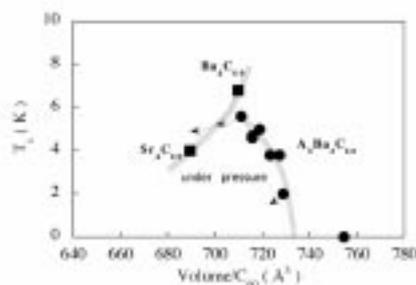


図 2: t_{1g} 超伝導体

keywords

フラーレン, 超伝導, 物理的圧力効果, 化学的圧力効果