

マティアスルール適用による SrBi_3 の超伝導転移温度上昇

Enhancement of superconducting transition temperature in SrBi_3

by applying the Matthias rule

伊豫 彰¹、柳 陽介^{1,2}、金城達也^{1,3}、西尾太一郎^{1,3}、長谷 泉¹、柳澤 孝¹、石田茂之¹
鬼頭 聖¹、竹下直¹、岡 邦彦¹、吉田良行¹、永崎 洋¹ (1.産総研、2.イムラ材研、3.東理大)

A. Iyo¹, Y. Yanagi^{1,2}, T. Kinjo^{1,3}, T. Nishio^{1,3}, I. Hase¹, T. Yanagisawa¹, S. Ishida¹, H. Kito¹

N. Takeshita¹, K. Oka¹, Y. Yoshida¹, H. Eisaki¹

(1. AIST, 2. IMRA Material R&D Co., Ltd., 3. Tokyo University of Science.)

E-mail: iyo-akira@aist.go.jp

マティアスルールと呼ばれる超伝導転移温度(T_c)と物質を構成する元素の平均価電子数(n)との相関は、合金や金属間化合物における物質探索や T_c 上昇の指針として利用されてきた。このルールの本質は、物質の電子の状態密度の最大化により T_c を上昇させるというところにある。本研究で取り上げる金属間化合物 SrBi_3 は、 AuCu_3 構造を有する 5.6 K の超伝導体である。図 1 に示す *ab-initio* 電子バンド構造計算により、 SrBi_3 では主として Bi の p バンドが構成する状態密度のピークがフェルミエネルギーより低い位置にあることから、物質の価電子数を減らすことで T_c が上昇する可能性が示唆された。

我々はこの物質の T_c の上昇させるために、電子伝導に乱れを与えにくい Sr(価電子数 2)サイトのアルカリ金属(価電子数 1)置換(価電子数の減少)を試みた。その結果、試料作製に高压法(3.4 GPa)を適用し、かつ低温で合成することにより Sr サイトの Na 置換および T_c の上昇に成功したので報告する。図 2 に示すように、 $(\text{Sr},\text{Na})\text{Bi}_3$ 試料において合成温度が低いほど T_c (Na 置換量)は上昇し、最大 9.0 K に達した。 a 軸長は Na 置換量の増加と共に縮み、その組成依存性から最大で約 40% の Sr サイトが Na で置換されることが分かった。当日は、合成や物性の詳細を述べると共に、 AuCu_3 構造を有する超伝導体の T_c と n の関係とバンド構造との対応を議論する。

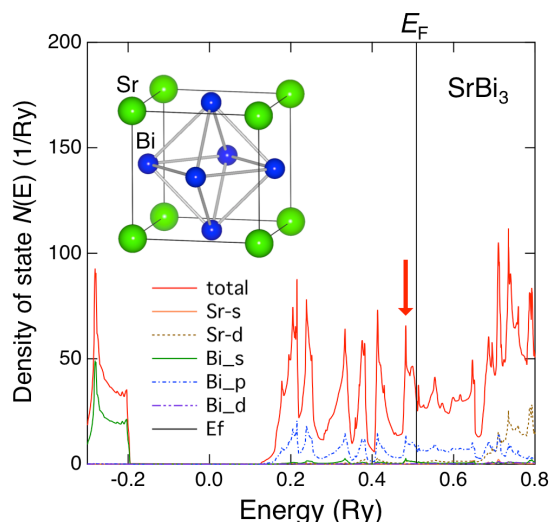


図 1 SrBi_3 の結晶構造とバンド構造

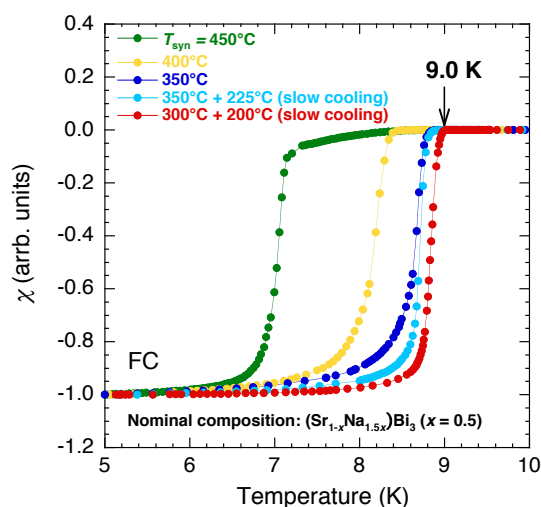


図 2 $(\text{Sr},\text{Na})\text{Bi}_3$ の帯磁率の温度依存性