

## 和文概要

$M-Ru$  ( $M = V, Nb, Ta$ ) 合金は等組成の近傍で CsCl 型の結晶構造を持ち、超伝導を示す。これらは温度の低下とともに格子が不安定になり、立方晶から正方晶へと構造変態を起こす。本研究では、これらの合金における構造変態の発現機構を電子論的立場から解明するために、試料の電子物性を系統的に測定した。

試料は全てアルゴン・アーク溶解によって作製し、X線回折によって CsCl 型の結晶構造を持つことを確認した。電気抵抗は直流四端子法、ホール係数は主に交流法、比熱は断熱法によって測定した。また、磁化率は Faraday 法を用いた磁気天秤によって測定した。

$M_{50+x}Ru_{50-x}$  ( $M = V, Nb, Ta$ ) 合金の格子定数は、組成  $x$  に対してほぼ直線的に変化する。また、電気抵抗は立方晶から正方晶への構造変態に伴って連続的に増大する。それゆえ、これらの変態は二次の相転移である可能性が高い。電気抵抗の温度依存性から決定した構造変態温度  $T_L$  は、全ての合金系に対して  $Ru$  の組成が減少すると低下する。さらに、 $V-Ru$  合金とそれをベースにした擬二元合金  $V-M-Ru$  ( $M = Ti, Ta$ ) の  $T_L$  は、試料の平均価電子数  $Z$  と強い相関を示す。これは、この合金系の構造変態が電子系の要因によって引き起こされていることを強く示唆している。一方、 $Nb-Ru$  と  $Ta-Ru$  合金の場合には、 $T_L$  に  $Z$  依存性は存在しない。

$V_{50+x}Ru_{50-x}$  合金におけるホール係数  $R_H$  は、組成  $x$  が増加すると正方晶領域では減少するが、立方晶領域では逆に増大して、

その境界組成において極小値を示す。対照的に、 $Nb_{50+x}Ru_{50-x}$ と $Ta_{50+x}Ru_{50-x}$ 合金の $R_H$ は、組成 $x$ が増加すると単調に減少し、結晶構造の違いによる組成依存性の変化はほとんど認められない。超伝導遷移温度と77Kにおける磁化率の値から推定したV-Ru合金の電子の状態密度はNb-RuとTa-Ru合金のものに比べて2~4倍も大きい、フォノンを媒介とした電子間相互作用は逆に半分にも満たない。両者の値の大きさの違いは、超伝導の発現要因ばかりでなく構造変態の発現機構の違いも示唆しているだろう。比熱の温度依存性から求めた $V_{54}Ru_{46}$ の電子比熱係数 $\gamma$  ( $7.5 \text{ mJ/mol}\cdot\text{K}^2$ )の値は、 $Nb_{54}Ru_{46}$ の $\gamma$ の4.2倍であり、 $Ta_{54}Ru_{46}$ の7.5倍である。また、デバイ温度 $\theta_D$ の値は、 $V_{54}Ru_{46}$  (420K),  $Nb_{54}Ru_{46}$  (370K),  $Ta_{54}Ru_{46}$  (320K)の順に大きい。

これらの結果から、V-Ru合金の構造変態はバンド・ヤーン・テラー効果と呼ばれる電子系の要因によって引き起こされていると考えられる。一方、Nb-RuとTa-Ru合金の構造変態は、主に格子の相互作用によって引き起こされている可能性が高いと言える。