

フラストレート Ce 近藤化合物 Ce_5Si_3 の Si-site 置換効果

琉大院理工, 琉大理^A

藤井 岳, 小林 理気^A

Si-site substitution effect of frustrated Ce Kondo compound Ce_5Si_3

Graduate School of Engineering and Science, University of the Ryukyus

^A*Faculty of Science, University of the Ryukyus*

Gaku Fujii, Riki Kobayashi^A

現在 f 電子系化合物の研究では、量子臨界現象や、重い電子状態と幾何学的フラストレーションの共存といった現象に注目が集まっている。正方晶 Cr_5B_3 型の結晶構造を持つ Ce_5Si_3 は Ce1-site, Ce2-site のように非等価な Ce-site が存在し、Ce1-site は基底状態が反強磁性秩序 ($T_N=11.6$ K), Ce2-site は “Shastry-Sutherland tetrahedron lattice” と呼ばれる幾何学的フラストレーションを持つ構造からスピンドイマー形成による非磁性一重項基底状態 ($T_{SD}\sim 2.2$ K) が実現していると報告されている [1, 2]. これにより Ce_5Si_3 は、Ce1-site を調べることで通常の反強磁性秩序を含む重い電子系の研究が、Ce2-site を調べることで幾何学的フラストレーションによるスピン液体の研究ができるユニークな物質であることが明らかになった。最近我々のグループにより、 Ce_5Si_3 と同じ結晶構造を持つ Ce_5Ga_2Ge のマクロ物性測定が行われた。この物質では Ce_5Si_3 と同じ温度領域でスピンドイマー形成によるショットキー型の比熱異常が観測されたものの、 Ce_5Si_3 で観測された反強磁性転移が存在しなかった。本研究ではこの Ce1-site の反強磁性秩序消失の起源解明を目指し、 $Ce_5Ga_xSi_{3-x}$ ($x=0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0$) の擬 2 元系化合物のマクロ物性測定から反強磁性転移とスピンドイマーの変化を調べた。その結果、Ga 置換により T_N は単調減少し、 $x\sim 0.75$ 付近で消失することが明らかになった。さらに、 T_{SD} は置換による影響をほとんど受けないものの、反強磁性秩序の消失前後でスピンドイマーの磁化率での振る舞いに変化することがわかった。図 1 は $Ce_5Ga_xSi_{3-x}$ の磁化率の温度依存性と等温磁化曲線を示している。 $H \parallel \langle 110 \rangle$ の磁化率で観測される T_N での折れ曲がりや Ga 置換量の増加に伴い低温側にシフトしていき、 $x>0.75$ 以上では観測されなかった。一方 $T=1.8$ K の等温磁化曲線においても反強磁性秩序に伴うスピンドイマーが観測されており、Ga 置換量の増加に伴いスピンドイマー磁場が減少していくことがわかる。磁化率測定と同様に $x>0.75$ 以上試料では等温磁化曲線においてスピンドイマーを観測することはできなかった。我々のグループが最近行った $Ce_5Ge_xSi_{3-x}$ の研究では Ga と同程度のイオン半径を持つ Ge を置換したにも関わらず T_N はほとんど変化しなかったことから、Ga の科学圧力が反強磁性秩序に影響を与えたとは考えにくい。現在我々は反強磁性秩序が消えた原因を Ge と Ga の電子数の違いによるものと考えており、Ga 置換によるフェルミ面状態密度の変化が反強磁性秩序の起源である RKKY 相互作用に何らかの影響を与えたのではないかと考えている。本研究から $Ce_5Ga_xSi_{3-x}$ では $x\sim 0.75$ に量子臨界

点が存在することが明らかになった。Ce₅Si₃ の多結晶試料を用いた電気抵抗測定では近藤効果と思われる電気抵抗の低温での増大も観測されている。今後これらの物質に様々な科学圧力や物理圧力を印加することによって、Ce1-site では反強磁性秩序からフェルミ液体への量子相転移が、Ce2-site ではスピン液体からフェルミ液体への量子相転移が実現される非常に興味深い物質群となるかもしれない。

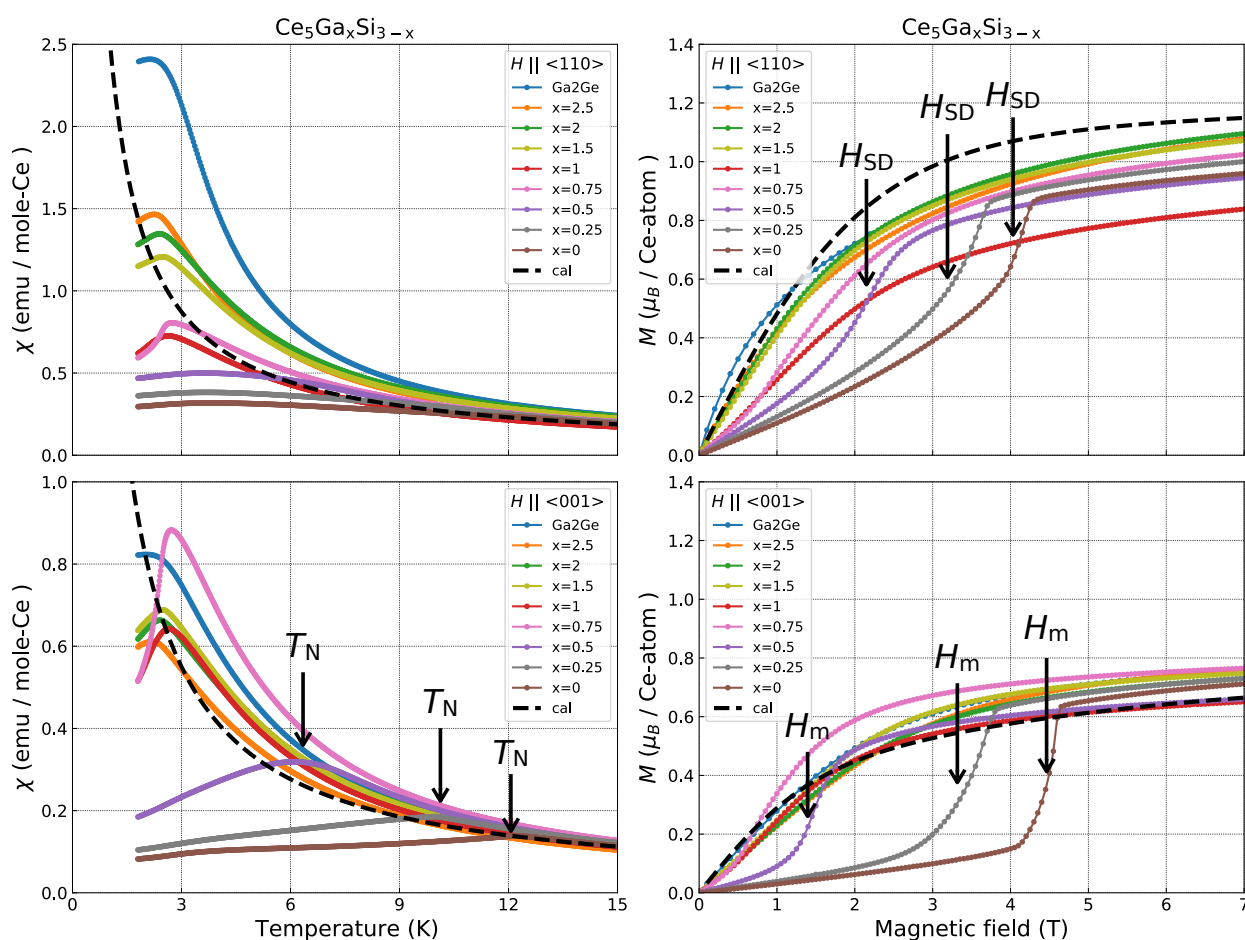


図1 Ga置換系試料における磁化率の温度依存性と等温磁化曲線。磁化率では $H \parallel \langle 001 \rangle$ 方向に反強磁性とスピンダイマーによる磁化の折れ曲がりとブロードなピークが、 $H \parallel \langle 110 \rangle$ 方向ではスピンダイマーの異常が顕著に見られた。等温磁化曲線では $H \parallel \langle 110 \rangle$ 方向にスピンダイマーの、 $H \parallel \langle 001 \rangle$ 方向に反強磁性によるスピントロップが観測された。

参考文献

- [1] T.Nishioka *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **76** Suppl. A, pp.45-46 (2007)
- [2] Y. Ushida *et al.*, Phys. Rev. B **259 – 261**, 110 – 111 (1991)