

## 無冷媒超伝導マグネットの研究

氏名 渡邊和雄（54歳）  
現職 金属材料研究所 教授

氏名 櫻庭順二（55歳）  
現職 住友重機械工業(株) 主席研究員

### 業績

無冷媒超伝導マグネットは、従来の超伝導マグネットのように液体ヘリウムを用いず、小型冷却機に接触させて真空雰囲気中で伝導冷却して極低温を達成する構造で、金属導体を用いた電流供給が侵入熱を増大させるため、通電電流が40A以下の限界があり強磁場発生は不可能であった。

本研究は、基礎物性分野の研究に主として用いるための超伝導マグネットについて、定常強磁場を長時間発生するための冷却方法として本方法に着目し、超伝導マグネットへの電力供給を行う電流リードの研究にあたって、銅を用いた場合、電子数が多いため熱伝導も大きくなることに対して、電子数が少なく格子の熱伝導が主である高温超伝導体は熱的絶縁体であることを熱伝導率の測定から究明し、 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$ の高温超伝導電流リードを用いることにより超伝導マグネット装置への電流リードから発生していた熱侵入をこれまでの1/10にまで小さくして、冷凍機への熱負荷を大幅に軽減した。さらに、超伝導マグネットを冷却するための小型冷凍機について、蓄冷材は低温でエントロピーが消失するために冷凍能力に1Wの制約があるが、高温超伝導電流リードを用いることで10K以下の低温度域での大電流を長時間通電することが可能となることを熱設計から明らかにした。これを基盤として、500Aの電流まで通電できる世界初の実用的な無冷媒超伝導マグネットを実現し、さらに無冷媒超伝導マグネットを4Kの冷凍機と強磁場用 $\text{Nb}_3\text{Sn}$ 線材を用いることによって発展させ、4K冷凍機による15.1Tの定常強磁場発生を実現し、磁気科学分野の研究に用いられている。

本研究成果は、無冷媒の強磁場超伝導マグネットを可能にして、今後、医療用MRIやタンパク質分析用NMRマグネットなどの装置の進歩を促し、極低温科学技術分野の研究の進展に寄与することが期待されている。

### （主要論文・特許）

「 $(\text{Nb},\text{Ti})_3\text{Sn}$  Superconducting Magnet Operated at 11 K in Vacuum Using High  $T_c$   $(\text{Bi},\text{Pb})_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$  Current Leads に関する研究」Japanese Journal of Applied Physics 誌, vol132, pL488~L490、1993年4月発表

特許第2756551号 「伝導冷却型超電導磁石装置」