

## 超伝導磁気浮上ミニチュア列車の製作と、それが切り拓く近未来社会の提案

電気システム工学科 4年 合田忠正 担当教員：末吉哲郎

### 1. 緒言

本プロジェクトにおいては、実社会に応用されている超伝導技術の一つであるリニアモーターカーに着目した。本プロジェクトの大きな狙いとして次の2つを挙げる。まず一つ目に、本プロジェクトを通じて小型の超伝導リニアを鉄道モデルによって作製する事で、ものづくりの醍醐味を経験する事ができるという事である。小型ではあるが、超伝導リニアの開発に携わるという模擬体験を通じ、ものづくりの難しさ、成功したときの達成感など、技術者として貴重な体験を提供できると考えている。次に、超伝導は多岐に渡る分野の理解が必要である。これらの座学による知識と本プロジェクトの実施により、超伝導といった電気電子材料に関する興味を高めることを目的とする。

### 2. 実施概要

超伝導体に磁場を印加すると、磁場が量子化された形で超伝導体内に侵入する。この量子化された磁束を量子化磁束という。この量子化磁束は、超伝導体内に含まれる格子欠陥、不純物などに捕捉される。この現象を磁束ピンニングという。本プロジェクトでは、この磁束ピンニング現象を利用することで、磁気浮上列車の作製を試みる。磁気浮上の原理は、以下の通りである(図1 参照)。まず、超伝導転移前の試料が入った列車を磁石とある一定の間隔に置く。

次に、液体窒素で試料を冷却すると、磁束ピンニングにより侵入している量子化磁束が冷却前の磁束分布を保った形で捕捉される。このため、列車は磁石レールと一定の間隔で浮上し、かつ磁石レールの磁場にトラップされた状態で安定した浮上走行を実現できる。

本プロジェクトの超伝導試料には、QMG法で作製された $\text{DyBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 高温超伝導バルク体(新日鐵製)を用いた。磁石レールには、現在永久磁石の中で最高の特性をもつネオジウム磁石( $3 \times 3 \times 10\text{mm}^3$ 、磁場：厚さ方向)を利用した。磁石を隣接したときお互いの磁場を打ち消し合わないよう、横方向に異なる極同士を配置し、これを約2mm間隔で進行方向に並べて磁石レールを作製した。完成した磁石レールの長さは、幅約30mm、長さ約260cmになった(磁石約1500個)。列車の車体には発砲スチロールを用い、超伝導バルクと液体窒素を格納できるよう、バルクのサイズに合わせて容器型に加工した。

図3に、本プロジェクトで作製を試みた磁気浮上ミニチュア列車の浮上、および走行の様子を示す。列車のレールからの浮上間隔は、冷却前の磁石との間隔に依存するが、今回2-3mm程の浮上において、安定した磁気浮上走行を確認した。

### 3. 最後に

本プロジェクトで行う実験は、目で見て超伝導現象をはっきりと感じる事ができ、この実験を行うことで超伝導に興味を抱いて欲しい、実体験で感じられた興味を日頃の講義に対するはっきりとした目的として欲しい、その様な狙いがある。そのため、本プロジェクトは学生実験の一環としても行う予定である。また、オープンキャンパスや工学部探検といったイベントでも高校生や一般の方に対して、本大学工学部のPRに大いに貢献できるものと考えられる。

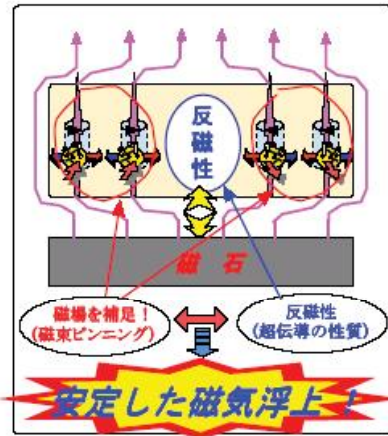


図1 超伝導体の磁束ピンニング現象。



図2 磁気浮上および安定した磁気浮上走行の様子。