

事業名	代表者所属	広島商船高等専門学校
10KJ-03	代表者	准教授 井田 徹哉
環境に優しい超伝導を利用したリニアモーターカーを体験しよう	開催地	広島県
	助成金額	10万円
活動概要		
<p>日時： 2010年8月17日～2011年2月15日 場所： 広島商船高等専門学校(豊田郡大崎上島町) 対象： 中学生、高専学生、一般 参加者(人)： 210(中学生関係者)/約600名(高専学生) 内訳 (生徒;100人)(保護者;110人) 内容： 超伝導コースターを製作し、本高専のオープンスクールにおいて、中学生(100名)と関係者、本校高専学生(約600名)及び一般来場者向け展示を行った。 講演； 件、発表； 件、シンポジウム； 件</p>		



製作した超伝導コースター



磁気浮上模型と磁気浮上の様子



中学生及び保護者、一般来場者に向けた展示の様子



展示を行った本高専オープンスクールへの来場者

事業の目的・ねらい

本事業ではネオジム磁石を並べて作った磁気レールに銅酸化物高温超伝導体を磁気浮上させる超伝導コースターを製作し、公開講座に来場した小中高生に超伝導現象を観察させる。この一般的な永久磁石では実現できない現象について、磁界の反発力と超伝導体にネオジム磁石が安定して浮く理由を関連づけながら考えさせ、見学者に超伝導現象のみならず機能性材料工学あるいは先端科学への興味を高めることを本事業の目的とする。

事業の概要

近年、小中学生の理科離れが指摘され、歴史的に自然科学的な探求心から発展してきた物質・材料科学を志す若年者の減少が懸念される。材料固有の特異な性質を見出し、それを製品に活用する機能性材料工学は現代の情報化社会を支える基盤技術である。それゆえ、我が国の保有する先端技術を将来的にも発展させるために、機能性材料を利用した物理現象を、中学生を始めとする若年者や一般の方へ判りやすく観察して頂き、物質・材料科学全般への興味を喚起させることは非常に有意義であると考えられる。そのために、本事業では展示用模型として申請代表者が研究に携わっている高温超伝導磁石を利用した超伝導コースター(無動力で磁気浮上のみのリニアモーターカー)を製作した。

超伝導現象には完全導電性と完全反磁性(マイスナー効果)がよく知られているが、マイスナー効果が破れた後でも、第二種超伝導体においてはピン止め効果が発現し、超伝導材料は永久磁石として振る舞う。このピン止め効果は、従来の永久磁石を遙かに上回る強大な磁場を実現できることから、代表者は超伝導磁石を採用した新型のモータの開発と、実用化のための関連技術の研究を東京海洋大学と共同で進めている。本事業では永久磁石で実現不可能なこのピン止め効果を利用した超伝導コースターを製作した。そして、中学生並びに高専学生を主な対象として超伝導による磁気浮上を実演すると共に、超伝導現象の実用化研究を紹介することで、このような機能性材料工学あるいは先端科学への啓蒙を図った。

成果・効果

本事業で超伝導材料の実演を行うに際して、構造的に簡単で、直接目視が可能なために理解が容易な磁気浮上式の超伝導コースターを取り上げた。超伝導磁石は近傍に置いた永久磁石に対して一定の間隔を保ち安定して浮上する現象を示し、それを組み込むことで小型、軽量で高効率な省エネルギー電磁機器を実現できる。代表者は過去に学生を指導して同様の展示物を製作したことがあるが、浮上高さが低く頻繁にレールから外れたり、レール表面の凹凸による運動エネルギーの損失が大きいこと、そしてレールを構成する各部品が重く、そして運搬後の組み立て調整に1時間程度の時間を要したため、展示に活用することがほとんどできなかった。今回の製作に際しては、過去の反省点を考慮して作業を行った。

本事業では、代表者が研究用に所有しているφ30のDy系酸化物高温超伝導材料を用意した。そして、液体窒素を長時間保持できるように発泡スチロール製の模型にそれをはめ込み、これを磁気浮上体とした。発泡スチロールは万が一模型がコースを外れて飛び出したとしても見学者の安全を確保する目的を持たされている。本事業で用意した超伝導材料は非常に強力なものであるが、その磁気特性を引き出すためには、レールに用いる永久磁石が強い磁力を帯びている必要がある。そこで、今回は10mm×10mm×5mmのネオジウム磁石(最大残留磁束密度0.46T)を採用し、重ねた鉄板の上に隙間無く敷き詰めることで、磁気レールを構成した。そして、ネオジウム磁石の並べ方を工夫したことで、超伝導模型は直線方向への運動を示した。Dy系超伝導材料とネオジウム磁石によって得られた磁気浮上高さは約15mm(着磁の状態によって若干前後する)であり、直径300mmのループ上を磁気浮上模型が1回転することを可能にした。また、この際に得られるピン止め力は強力で、レールを45°程度まで傾けても模型はレールから外れることなくコースター上を運動し続けた。この超伝導コースターは磁性を持たない木枠に取り付けられ、本事業が終了した後も引き続いて整備無しに実演展示が可能なように作られている。木枠全体の寸法は900mm×450mm×200mmであり、校外で実施する出前授業やイベント等へ運んで容易に展示が行える。

多くの中学生が参加したオープンスクールと、同時に開催した本校の学園祭において、本事業で製作した超伝導コースターの実演を含む超伝導現象に関する展示説明を行った。これには中学生及び保護者の他、学園祭に来場された一般の方々や、本校の学生らが見学のために数多く詰めかけ、見学者からの大きな注目と好評が得られた。

本事業を計画した際には、本高専の位置する広島県大崎上島町産業祭での実演展示を想定していた。しかし昨年末に決まった、本年度の開催日である2月19日、20日がちょうど本校の入試日と重なってしまい、入試業務のためにイベントへの参加ができなかった。従って、地元の小学生が数多く来場する本イベントへは来年度に改めて参加を計画している。また、主に8月中に実施する中学校での出前授業、公開授業へ今回製作した超伝導コースターを積極的に活用し、超伝導現象をきっかけとした機能性材料工学に関する啓蒙活動を継続的に実施する。