

## 重力の魔術師をめざして

### － 微小重力発生装置・重力可変装置を製作し、様々な惑星・衛星の表面重力を作る －



実施担当者 大阪府立大手前高等学校  
定時制の課程  
教諭 久好 圭治

#### 1 はじめに

最近宇宙関連のニュース、とくに太陽系探査に関するニュースを目にする機会が増えてきた。そこで、月や火星などの天体の重力が地球上でつくることができないか考えた。アトウッドの滑車を利用して、カプセルの重量を上手にコントロールすれば、月や火星の重力（落下カプセルの加速度による）などがつくれるはずだ。この原理を使って重力可変装置を私たちが自ら設計し、ホームセンターなどで材料を購入して自分たちの手で組み立てた。重力可変装置が目的とする天体は、火星や月を含むさまざまな衛星である。火星、エウロパ、エンケラドスは生命の存在が期待されている。月は、生命とは直接結びつかない天体であるが、月面でのローバーを利用した探査が計画され、さらには月面基地の建設まで視野に入っている状況である。これらの天体の探査を行う前に、その天体の重力で予備実験を行うことが重要になると考えられる。このような、地球と比べて小さな重力をもつ天体上での現象を理解するための実験環境を作ることを目的として装置の製作を行った。まだ誰も見たことのない現象を研究していく予定をたてている。

また、この装置の元となった微小重力発生装置も組み込んでいる。微小重力中での磁性物質の振る舞いを調べるために、春日丘高等学校定時制の科学部と共同で、反磁性磁化率・常磁性磁化率の測定装置の開発も行った。鉄をはじめとする強磁性物質が磁石に引き寄せられるという現象は昔からよく知られており、われわれの生活に欠かせないものになっている。その一方で、鉄以外の物質は一般に磁石に反応しないと認識されている。しかし、磁石に反応しないと考えられている物質も、強磁性物質に比べれば常に弱い磁気活性を持っている。これらの物質は、常磁性物質、反磁性物質とよばれており、常磁性物質や反磁性物質が磁場中で磁化される値は強磁性物質と比べて非常に小さいため、強力な磁場が必要で簡単には測定できない。私たちは既存の装置とは異なり、試料にかかる磁場勾配力を重力と直交させることにより、永久磁石レベルの弱い磁場中で反磁性物質の磁化率を測定できる、安価で精度の高い測定方法を開発、装置を製作した。

このような研究を行うと同時に、科学の面白さをたくさんの人に伝えていこうと、積極的に科学イベントに参加している。今年度は、大阪サイエンスフェスタや豊中サイエンスフェスティバルに参加して、たくさん子どもたちに磁石の面白さ、不思議さを伝えるように努力した。自分たちの

言葉で、磁石の仕組みや、電磁誘導の仕組みなどを、なんとか子どもたちに伝えることができたかなと思う。

## 2 今年度の活動

### 2-1 日本地球惑星科学連合大会 2017 高校生ポスター発表



5月21日、幕張メッセで開催された日本地球惑星科学連合大会 2017 の高校生によるポスター発表に参加した。大阪府立春日丘高等学校定時制の科学部と合同で「重力可変装置で火星表層の水の流れを解析する」というタイトルで発表を行った。全国から 81 タイトルの発表あり、他校の高校生や大学の先生方と活発な議論を行うことができた。とくに、水の粘性について、たくさんの指摘をしていただき、今後の研究の方向性に道が開けた。ひっきりなしにポスターの前に人が集まり、休む間もなく一所懸命に説明をした。クタクタになったが、自分たちの研究をしっかりと伝えることができた達成感で満足して学校に

もどってきた。翌日、Web 上で優秀賞に選ばれたことを知り疲れも飛んでいった。重力可変装置は基本的な部分はできたが、落下カプセルの振動がまだ残っており、これを取り除く工夫を重ねていきたいと思っている。

### 2-2 大阪サイエンスフェスタ (青少年のための科学の祭典)

科学部活動のなかで、最も苦しい発表である。夏休みの真ん中、二日間に渡り「磁石で遊ぼう!」というタイトルで子どもたちに磁石の面白さ不思議さを伝えようと奮闘した。朝から夕方まで、途切れることなく子どもたちが私たちのブースを訪れる。興味をもって訪ねてくれた子どもたちに、きちんとその内容が伝わるように必死に説明をした。部員たちは、学会やコンテストで大学の先生や専門家に説明するより難しいと悩みながら解説していた。ここで修行することで、自分の思いが自分の言葉で伝えられるようになっていく。とくに、新入部員にとっては、辛い一日だ。しかし、二日間、子どもたちに鍛えられたおかげで、自信と達成感で充実した時間を味わうことができた。

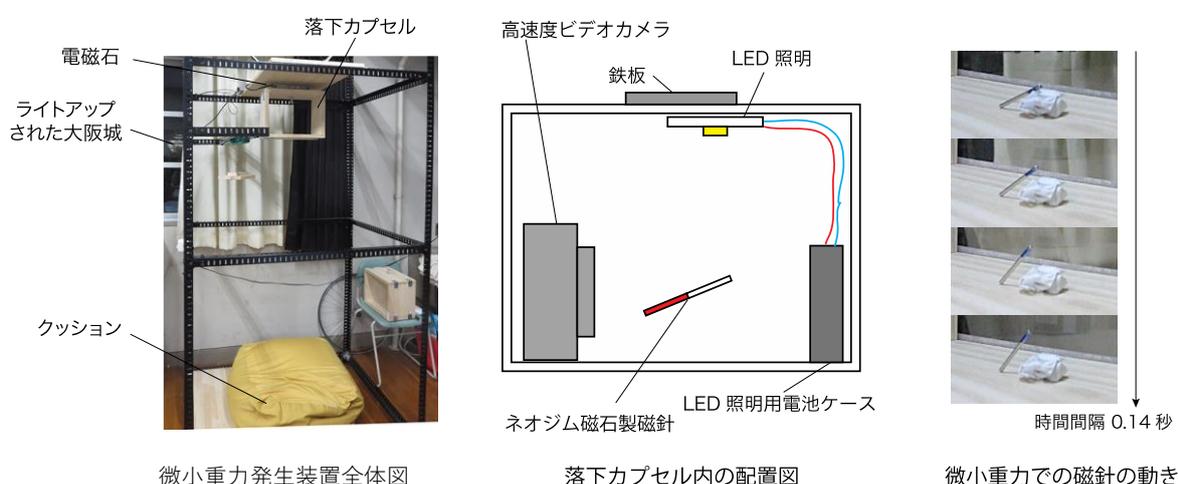


自信と達成感で充実した時間を味わうことができた。

## 2-3 第14回高校化学グランドコンテスト

10月28日29日に名古屋市立大学で開催された第14回高校化学グランドコンテスト最終選考会にオーラル部門に参加した。今回も、大阪府立春日丘高等学校定時制の課程科学部と合同の発表である。発表前日のレセプションパーティでは、北海道の通信制高校の方々と交流することができた。仕事をしながら学校に通っている環境で同じように頑張っている高校が他にもあるのだと、勇気をたくさんいただいた。発表する二人はレセプションパーティ後も夜遅くまで打ち合わせをしていた。「永久磁石を用いた反磁性磁化率・常磁性磁化率の測定」というタイトルで、新しい測定法を提案した。英語での発表が求められてはいたが、自分たちのやってきた研究を、丁寧にわかりやすく説明するには、日本語しかないと、あえて日本語で発表を行った。金賞をいただくことができた。発表後、他校の生徒がわざわざ発表した生徒の元にやってきて、「とてもわかりやすい発表でした。そのことをお伝えしたくて. . . 」と声をかけてくれた。とてもうれしい出来事だった。

## 2-4 第14回南極北極科学コンテスト



「南極北極ジュニアフォーラム 2017」において、第14回中高生南極北極科学コンテストで奨励賞を受賞した。やっと完成した微小重力発生装置を使ってどんな実験をしようかと、ライトアップされた大阪城を眺めながら、部員みんなで相談した。ちょうど、大阪サイエンスフェスタに磁石を使った演示実験をしたところだったので、方位磁石のことが頭に浮かんだ。日本で使用している方位磁石は、南半球では使えない。地磁気には伏角成分があるので、磁針を水平に釣り合わせるために磁針の南側におもりを点けているということがわかった。磁針を水平面内だけでなく、3次元的に動かすことができれば、その地点での地磁気の方に沿うだろうと考えた。「微小重力装置を使って地球上の磁場の方向を3次元的に確かめる」というタイトルで提案した。すぐに装置を組み立てて実験してみると、見事に文献値にあるとおりの伏角があらわれたので、南極での伏角を是非見たいと思った。残念ながら、極地研で直接発表することはかなわなかったが、ポスターを会場に展示していただいた。

## 2-5 サイエンスキャッスル 2017 関西大会

お餅つき大会で締めくくった2学期の終業式。その翌日に開かれたサイエンスキャッスル 2017 関西大会に、大阪府立春日丘高等学校定時制の課程科学部と共同で「永久磁石を用いた反磁性磁化率・常磁性磁化率の測定」のタイトルでポスター発表を行った。短い発表時間だったが、多くの人に反磁性や常磁性を知ってもらえることができたと思う。優秀ポスター賞をいただいた。

## 2-6 豊中サイエンスフェスティバル

1月27日、珍しく大阪で雪が積もった。その雪を踏みしめて、豊中サイエンスフェスティバルに参加した。「磁石で遊ぼう part2」と題して、来場した子どもたちに、視覚化した磁場を観察してもらったり、強力なネオジム磁石でクリップが強く引きつけられる様子を観察してもらった。また、電磁誘導や誘導電流を簡単な実験で体験してもらった。コイルに磁石を突っ込むとどうして電気が流れるの？ アルミパイプの中にネオジム磁石を落とすとどうしてゆっくり落ちるの？ これらをいかにわかりやすく子どもたちに伝えるか．．．苦しみ抜いた3時間だった。子どもたちにきちんと伝えることができ一人前の科学部員となる。みんなよく頑張った。



## 2-7 第14回日本物理学会 Jr.セッション

3月23日、千葉の東京理科大学で行われた第14回日本物理学会 Jr.セッションに、大阪府立春日丘高等学校定時制科学部と合同でポスター発表を行った。秋に、高校化学グランドコンテストで発表した反磁性磁化率・常磁性磁化率の測定をさらに進め、常磁性試料2種類を新たに測定した。その結果を、第3報として発表した。会場で、津山高専の生徒さんたちと交流することができた。発表にはたくさんの大学の先生方より今後の研究を進める上で貴重なアドバイスをいただいた。奨励賞をいただいた。ほころび始めた桜を愛でながら、キャンパスを後にした。

## 3 まとめ

不登校経験者の多い定時制高校には、コミュニケーションの苦手な生徒が多い。挫折経験を持ち自己評価が低い生徒は尚更である。積極的に自己をアピールすることは本校生徒が最も苦手とする分野であった。研究を続けていくなかで、自分のことを話すことは難しくても、自分がしてきた研究に自信を持ち、それを他者に伝えたいという思いが芽生えた。さまざまな学会やコンテスト、子ども向けのサイエンスイベントに出場していく中で、伝えることの重要性和難しさ、そして楽しさを学んだ。自分の伝えたいことを伝えるために、どのような手段と方法が適しているかを考えるようになった。ポスターやスライドの効果を考え、言葉を選ぶようになった。専門家への説明よりも子どもへの説明のほうが難しいことに気づき、相手の興味や関心によって対応を変化させることができるようになった。他者の存在が苦手だった生徒が、他者を認識して対応できるようになってきた。放課後の短い部活動時間に集中して作業を行い、活発な議論を行えるようになった。

重力可変装置は完成まであと少しの改良を必要としているが、来年度早々の完成を目指し作業を続けている。また、微小重力発生装置を用いて宇宙環境を教室で実現する取り組みを広めていくよう準備を進めている。

## 謝辞

本研究は、公益財団法人 中谷医工計測技術振興財団の助成により実施された。