

令和2(2020)年度科学研究費助成事業(科学研究費補助金)  
 実績報告書(プログラム実施報告書)  
 (研究成果公開促進費)「研究成果公开发表(B)  
 (ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI)」

課題番号：20HT0164

プログラム名：1億分の1メートルの金属膜を作ってみよう ～実験で学ぶ真空の科学～



所属 研究 機関	名称	大阪府立大学
	機関の長 職・氏名	学長・辰巳砂 昌弘
実施 代表者	部局	工学(系)研究科(研究院)
	職	准教授
	氏名	安齋 太陽

開催日	令和2年9月22日
実施場所	大阪府立大学 中百舌鳥キャンパス からインターネット通信を用いた遠隔配信
受講対象者	中学生
参加者数	中学生 9人
交付申請書に記載した募集人数	9人

プログラムの目的

金属や半導体などの固体の特性を調べる研究では、試料が酸素や水で汚染されないように装置の内部を排気して分析する。その真空度は、国際宇宙ステーションが周回する高度 400 km の大気圧に相当する。この企画は「真空(減圧)」に注目しており、受講生とともに

- オーロラが観測される高度 100 km の高真空でクリーンな環境を地上で再現する
- 真空蒸着法を用いて 1億分の1メートル(10 ナノ・メートル)の非常に薄い金属膜を作る

ことに挑戦する。受講生は、地表からはるか上空の大気圧を作る楽しさ、真空放電管を用いて模擬的にオーロラを観測する楽しさ、均質で非常に薄い金属膜を作る面白さを体験する。フリーズ・ドライ製法や魔法瓶など身近なところで活躍する真空技術を紹介して、真空の有用性を伝えることを目的とした。

プログラムの実施の概要

《受講生に分かりやすく科研費の研究成果を伝えるために、また受講生に自ら活発な活動をさせるためにプログラムを留意、工夫した点》

- ◆ 実験キットを事前に郵送して、受講生と講師が同じ実験を行えるようにした

大阪府立大学における新型コロナウイルス感染症への対策指針にもとづいて、このプログラムはインターネット通信を利用した遠隔配信にて実施した。受講生には図1に示す実験キットを事前に郵送し、受講生が自宅で活動できる環境を整えた。当日、講師は簡易真空容器を用いた実験を行い、受講生はその様子を見ながら同じ実験を行なった。受講生は、風船やマシュマロを容器に入れて排気し、圧力の低下とともに体積が増える様子を体験した。どのような変化が起こるか講師と一緒に予想し、受講生が自ら活発に活動できるように工夫した。

◆ 真空の良さを高度に例えて表現した

どの受講生も富士山の頂上は地表より気圧が低いことを知っていた。その認識をより標高の高いところへ連想させて、真空の良さを高度に例えて表現した。例えば、実習で操作する蒸着装置の真空度はオーロラが観測される高度 100 km の大気圧、研究室見学で紹介する分析装置の真空度は国際宇宙ステーションが周回する高度 400 km の大気圧と表現した。



◆ 真空の状態を見る楽しさを伝えた

ガイスラー管で模擬的にオーロラを観察して真空への興味を持たせた。ガイスラー管は、電極の間に生じる放電の色と形から真空度を推察する道具である。発光の原理は、オーロラが発光する仕組みと同じである。この類似性を利用して、真空の状態を目で見る楽しさを伝えた。

図 1 受講生へ事前郵送した実験キット。簡易真空容器、風船 2 つ、吸盤 2 つ、マシュマロ、フリーズ・ドライで作られたインスタント食品。

◆ 身近な商品を取り上げて真空技術の有用性を伝えた

日常生活において、真空技術は魔法瓶やインスタント食品の製造法（フリーズ・ドライ製法）に活用されている。フリーズ・ドライで製造された携帯食を受講生へ郵送し、実物を見ながら仕組みを解説した。日常生活と真空の関わりを考えさせることで、真空技術は身近なものであることを伝えた。

《当日のスケジュール》

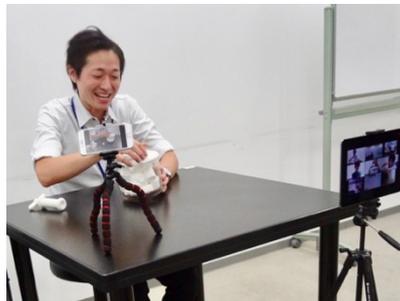
12:30~	Zoom ミーティングへの入室 (ログイン) 開始
13:00~13:20	開講式 (挨拶、科研費の説明、自己紹介)
13:20~13:50	演示・体験実験 「実験で学ぶ真空の科学」
14:00~14:30	実習 1 「1 億分の 1 メートルの金属膜を作ってみよう その①」
14:30~14:50	研究室見学 (超高真空、極低温環境を実現した分析装置の紹介)
15:00~15:30	実習 2 「1 億分の 1 メートルの金属膜を作ってみよう その②」
15:30~15:50	クッキー・タイム (理系大学院生との交流会)
15:50~16:00	修了式 (アンケートへの回答、未来博士号の授与)
16:00	解散

《実施の様子》

開講式にて、受講生へ科研費による研究の意義を説明し、プログラムを実施する際の注意事項を伝えた。講師、TA、受講生が自己紹介を行ったのち、真空の力を体験する演示実験を行った。その後、研究室見学を行い、物性研究の最前線で活躍する分析装置を紹介した。



開講式の様子



簡易真空容器を用いた演示実験



研究室見学の様子

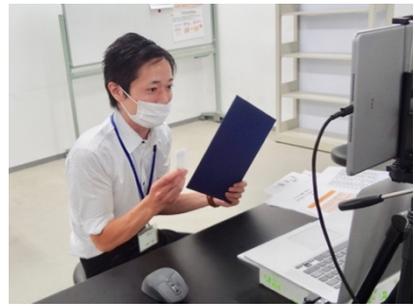
実習では、通電加熱によりアルミニウムを溶かし、ガラス板に均一な金属膜を蒸着した。膜の品質を確認したのち、受講生と真空技術の有用性について議論した。クッキー・タイムでは、理系大学院生 2 名が受講生と会話をした。将来の夢や理系に進学した理由について話し、疑問や質問に回答した。修了式では、学長名による修了証書 (未来博士号) を読み上げ、作成した金属膜とともに郵送することを伝えた。



蒸着膜を作っている様子



大学院生によるクッキー・タイム



修了証書の授与

#### 《事務局との協力体制》

研究推進課の協力のもとプログラムを実施した。事務担当者が日本学術振興会との連絡窓口となり、受講生リストの作成、案内文のメール送信、保護者を含む受講生への応答を行なった。事務担当者は、広報課と連携してプログラム実施の広報を行い、学内の他部署との連携、修了証書への押印、経費報告書の作成を行った。

#### 《広報活動》

大学の公式ホームページと工学研究科のホームページに募集案内を掲載した。プログラムの概要を周知して受講生を広く募集した。

#### 《安全配慮》

受講生はみな傷害保険に加入した。講師は遠隔配信の特性を十分に理解し、声かけと状況把握を繰り返して行って安全に配慮した。

#### 《今後の発展性、課題》

インターネット通信を利用した遠隔配信に難しさを感じた。対面であれば、相手の目線や表情、問いかけに対する応答から情報の伝達具合を知ることができるが、画面上の映像から受講生の理解度を把握するのは難しかった。また、受講生のほとんどは音声機能をオフにして聞くことに専念している様子があった。生活音の入り込みを嫌う受講生に対してミュートの解除を要請しづらい面はある。プログラムを実施する際の注意事項として、顔出しと音出しをあらかじめルール化しておくとうまくいったらいいだろう。講師は受講生と打ち解けたうえで会話が一方通行にならないように注意して、受講生が応答するのを待てるよう時間に余裕のあるプログラムを組む必要があると感じた。

新型コロナウイルス感染症への対策として、今回のような遠隔配信がプログラム実施の一つの方法となると予想される。講師は日々研鑽を重ね、画面越しであっても受講生の積極的で能動的な活動を促すより良い方法を模索していく必要があると考えられる。