

平成29年度  
 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  
 (研究成果の社会還元・普及事業)  
 実施報告書

HT29230 作ってみよう！1億分の1メートルの金属膜 ～見て・触れて・体感する真空の力～



開催日：平成29年8月5日(土)

実施機関：公立大学法人 大阪府立大学

(実施場所) (中百舌鳥キャンパス)

実施代表者：安齋 太陽

(所属・職名) (大学院工学研究科 助教)

受講生：中学生 13名

関連URL:

【実施内容】

固体試料の物性研究では、試料が空気中に含まれる酸素や水分で汚れないように、装置内を排気する。その真空度は約  $10^{-7} - 10^{-8}$  Pa に達し、装置内は超高真空な状態に保たれている。本企画では、物性研究において重要な役割を果たす真空（減圧）をテーマに企画を実施した。

《受講生に分かりやすく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》

◆ 真空の良さを高度に例えて表現した。

真空を分かりやすく伝えるために、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と連想させた。具体的には、研究室見学の際に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。実習で使用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 の気圧と表現した。高度と気圧の関係は図 1 のように可視化した。縦方向に高度と真空度を対応させて表示し、特徴のある高度には絵を挿入した。我々が生活する地表の気圧を起点にして説明することを心がけた。

◆ 真空の状態を見る楽しさを伝えた。

真空への興味を広く持ってもらうために、ガイスラー管を使って模擬的にオーロラを見ようと呼びかけた。ガイスラー管は真空槽に接続されたガラス管のことで、その内部に電極を備えている。電極間の放電の色や形状から真空度を推察することができる。放電の様子は、図 1 のポスターに示した。ガイスラー管が発光する原理は、オーロラが発生する仕組みと似ている。この類似性を利用して、地表から遥か上空の気圧を作る楽しさを伝えた。

◆ 演示実験にて真空の力を伝えた。

真空の力を演示実験で伝えた。まず、空気には重さがあることを伝えた。その重さは、地表で  $100 \text{ cm}^2$  あたり 100 kg となる。受講生は、ゴム板と吸盤を使って空気の重さを体感した。次に、真空盤を用いた演示実験を行った。真空盤内に風船を置いて排気すると、圧力の低下とともに風船が大きくなる。風船を外側から押す力が弱くなると、風船内の大気が外圧と等しくなるまで広がろうとする現象である。次に、約  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  のお湯を減圧する実験を行った。沸騰は、蒸気圧と外圧が等しくなる際に起こる。排気すると液面を押す力が弱くなるため  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  を下回る温度で沸騰する。受講生はどのような変化が起こるかを

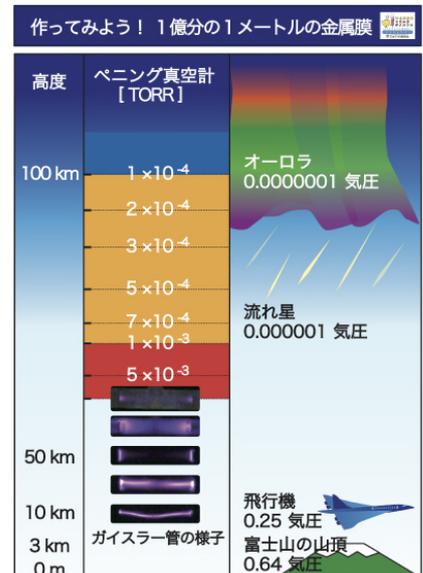


図 1 実習で掲示したポスター

予想し、講師と一緒にその理由を考えた。このような過程を経て現象を観察することで、真空の力を体感できるように努めた。

◆ 液体窒素を用いて極低温の物性研究の重要性を伝えた。

研究室見学では、物性研究で使われる装置を解説し、得られた成果が世の中でどのように役立っているかを丁寧に説明した。その後、マイナス 196 °C の液体窒素を使った演示を行った。まず、温度計で液体窒素の温度を確認した。液体窒素を実施者の腕にかけ流し、体温で冷媒がすぐに蒸発する様子を観察した。受講生にもマイナス 196 °C の世界を感じてもらった。風船を使った演示をした。膨らませた風船に液体窒素をかけ、気体の状態変化を示した。また、酸素を試験管に密閉し、液化した酸素の燃焼実験を行った。受講生が極低温の冷媒に触れられる機会を多く設けた。

◆ 実験装置の操作を受講生に行かせた。

蒸着膜の厚みを 1 億分の 1 メートルと表し、桁違いに薄いものを作る挑戦的な雰囲気醸成した。受講生は実施者の助けを得ながら、蒸着源や基板の設置、ポンプの起動、バルブの開閉操作、膜厚の確認などを行った。受講生が実際に装置を操作して高品質な膜を作成した事実を確認することで、高い達成感が得られるように工夫した。

◆ 蒸着源の種類を伏せて実験を進めた。

実習で蒸着を始める真空度は  $1 \times 10^{-4}$  torr (約  $10^{-2}$  Pa) となる。その排気に約 1 時間を要する。受講生の関心を保つ工夫として、蒸着源の種類を明かさずに実習を進め、密度の値から元素を特定することに挑戦した。図 2 のような 8 種類の金属サンプルを配り、質量と寸法を計測させた。長さの計測にはデジタル・ノギスを用いた。縦、横、高さの掛け算は関数電卓を用いた。大学生が使う道具であると伝え、大学で実験している強い印象を与えた。装置内に実際に導入した蒸着源の密度はアシスタントが計算した。算出した値を持ち寄り、自由な討論から元素を特定させた。



図 2 密度を計算する際に使用した計測器と金属板

◆ 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真空パックに活用されている。その有用性を伝えるために、実物を多く示して原理や仕組みを解説した。また、インスタント食品の製造法(フリーズ・ドライ製法)に真空が利用されていることを伝え、その食品を実食した。このように、真空技術の応用例を数多く提示して日常生活との関わりを考えさせることで、真空やその技術は身近なものであることを伝えた。

◆ 理系女子大学生が主導する交流会を開いた。

理系の女子大学院生を TA として採用し、男性と女性に配慮したクッキー・タイムとなるよう工夫した。話題は、実習内容に留まらず、進路選択や勉強の方法、将来の夢など、広く話題を提供した。受講生が抱く理工学系への不安や疑問を解消するよう努め、理系への進路選択を支援した。

《当日のスケジュール》

- 9:30~10:00 受付
- 10:00~10:30 開講式 (挨拶、科研費の説明、自己紹介)
- 10:30~11:00 演示実験「見て・触れて・体感する真空の力」講師: 安齋 太陽
- 11:15~12:00 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)
- 12:00~13:00 昼食・休憩
- 13:00~14:45 実習「作ってみよう! 1 億分の 1 メートルの金属膜」(実習中に 15 分の休憩)
- 15:00~15:40 クッキー・タイム (理系女子大学生との交流会・進路相談会)
- 15:40~16:00 修了式 (アンケートの記入、未来博士号の授与)
- 16:00 解散

## 《実施の様子》

下記に、実施の様子を写真とともに示す。

9:30～10:00 受付

10:00～10:30 開講式（挨拶、科研費の説明、自己紹介）



科研費について説明する様子

開講式では、受講生と保護者に対して学術振興の重要性と科研費の意義を説明した。自己紹介では、名前、好きなもの・好きなこと、今後挑戦してみたいこと、について話した。

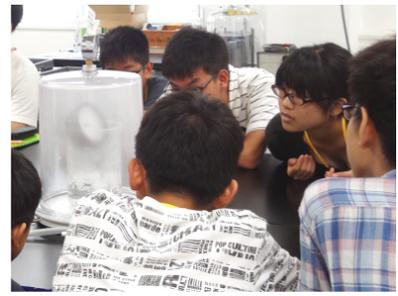
10:30～11:00 演示実験「見て・触れて・体感する真空の力」講師：安齋 太陽



真空盤と風船を用いた演示実験



大きくなる風船に注目が集まる



沸点降下の演示実験

真空をわかりやすく伝えるために、真空盤と風船を用いた演示実験を行った。受講生は、風船の大きさが変化する様子から内圧の減少を確認した。その後、減圧により水の沸点が低下する現象を観察した。受講生は約 80 °C のお湯が沸騰する様子に興味を示していた。

11:15～12:00 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）



最先端の物性実験装置の紹介



マイナス 196 °C の冷媒を体感



液化した酸素を観察する様子

研究室見学では、研究の最前線で活躍する分析装置を紹介した。固体試料の性質を調べる際に真空が必要となる理由、極低温で物性測定する利点について説明した。その後、マイナス 196 °C の冷媒である液体窒素を用いた演示を行った。風船に液体窒素をかけ、空気の状態変化により風船がしぼむ様子を観察した。また、酸素を液化する実験も行った。酸素の色を示し、その磁性について丁寧に説明すると受講生から驚きの声があがった。

12:00～13:00 昼食・休憩

13:00～14:45 実習「作ってみよう！ 1億分の1メートルの金属膜」(実習中に15分の休憩)



掃除機で風船を取り除く演示



ヒーター線を取り付ける様子



ガラス管で真空状態を見る



密度を計算する様子



蒸着の様子を観察する受講生



金属膜の品質を確認する様子

受講生13名を4班に分けて実習を始めた。掃除機と風船を使った演示で真空蒸着法を解説した。受講生はヒーター線やガラス板、金属片を装置に取り付け、真空ポンプを起動させて装置内を排気した。高真空が得られるまでの時間を利用して、受講生は金属片の元素の特定に挑戦した。関数電卓やノギスを用いて金属サンプルの密度を算出し、実際の金属片の値と比較してアルミニウムと特定した。その後、通電加熱によりアルミニウムをガラス板に蒸着した。作った蒸着膜を光にかざし、品質を確認した。

15:00～15:40 クッキー・タイム (理系女子大学生との交流会・進路相談会)



理系の女子大学院生との交流



交流会・進路相談会の様子

クッキー・タイムでは、理系の女子大学院生の主導のもと交流会と進路相談会を開いた。大学での学生生活や勉強方法、理工学系の魅力などの質問に答えた。

15:40～16:00 修了式 (アンケートの記入、未来博士号の授与)



未来博士号を授与する様子



集合写真

アンケートの記入を終えた後、受講生に未来博士号を授与した。賞状は、大阪府立大学の学長名にて作成・押印されたものを用意した。実施者から受講生に向けてメッセージを伝え、記念写真を撮影した。

16:00 解散

#### 《事務局との協力体制》

研究推進課の協力を得て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、受講生リストの確認・作成、メール案内の送付、キャンセルの受け付けをした。事務担当者は、大学広報課と連携した広報活動、学内他部署事務担当者との連携調整、修了証書や経費報告書の作成を行った。

#### 《広報活動》

大学公式ホームページおよび工学研究科のホームページに募集案内を掲載した。また、チラシやプログラムの概要を作り、配布した。

#### 《安全配慮》

事前準備 実験で使用する部屋の整理整頓、不要品の処分、作業スペースの確保を行った。

当日対応 1 グループに 1 名の実施担当者を配置して受講生の安全に配慮した。

ヒーター線に触る際は、軍手の着用を義務付けた。

参加者全員を短期の傷害保険に加入させた。

実習・講義の進捗にかかわらず、受講生にはトイレ休憩や水分補給をさせた。

#### 《今後の発展性、課題》

実生活のなかで真空の存在を意識することは少ない。その一方で、フリーズ・ドライ製法で作られたインスタント食品は広く流通しており、真空技術は身近な製品に利用されている。受講生に実例をより多く示し、実習を通じて研究との関連性を伝えることで科学技術の重要性を強く認識させられるだろう。日常生活から科学技術の存在を再認識する取り組みは、非常に意義深い。広い視点で身の回りを見渡してテーマを選定することで、より良い社会貢献活動へと発展させることができる。

受講生が理系の女子大学院生と交流することができる場を設けた。このような交流会は、進路の選択期にある中学生に対して具体的で多様な将来像を想起させる良い機会となる。女性が活躍する社会を推進するうえでも、女性の協力を得てプログラムを実施することは今後さらに重要となるだろう。

実施日の選定に難しさを感じた。本プログラムは、中学生が参加しやすい夏休み時期の 8 月に実施した。しかし、採択の連絡から実施まで約 3 ヶ月と期間は短く、実習の準備や広報活動に十分な時間を割くことができなかつた印象がある。また、実施日直前での受講者数の減少に対応できる企画にする必要がある。

#### 【実施分担者】

岩住 俊明 大学院工学研究科 教授

【実施協力者】 2 名

#### 【事務担当者】

福田 桃子 研究推進課