

実施報告書

HT25010 泡で金属をたたいて強くする



開催日：平成25年11月9日(土)

実施機関：東北大学  
(実施場所) (大学院工学研究科機械系2号館)

実施代表者：祖山 均  
(所属・職名) (大学院工学研究科・教授)

受講生：高校生8名

関連URL：<http://www.mm.mech.tohoku.ac.jp/menu13/index.html>

【実施内容】

・受講生に分かりやすく研究成果を伝えるためにプログラムを留意、工夫した点

重い車と軽い車をばね秤を介して押し、まず車を押す力は車の重量の1/20程度で済むことを知ってもらった上で、軽い車のほうが押す力が少なく済むことを受講生に実感してもらい、金属材料をたたいて強くして軽い車を作る意味を体感してもらいました。

水の流速が速くなって水の飽和蒸気圧まで低下することにより、水(液体)が水蒸気(泡;気体)になるキャビテーション現象について、実験をしながら学びました。まずプラスチック内に溜めた水を減圧し、圧力が低下すれば、室温であっても、水(液体)が水蒸気(気体)になることを学んだ上で、次に、細管を取り付けた絞り部に空気を流すと絞り部に水が吸い込まれる実験を行い、絞り部、すなわち流速が速い領域では圧力が低下することを実感してもらいました。この水の減圧による相変化と、絞り管の実験の後、絞り管に水を流し、絞り部、すなわち流速が速い領域で水が水蒸気(泡、気体)になるキャビテーション現象を実際に観察しました。

面心立方格子と対心立方格子の模型を見せて、面心立方格子のなかに対心立方格子に似た形が存在し、たたくことによって対心立方格子に相変化するマルテンサイト変態について、模型と、磁石がつかないステンレスをたたくと磁石がくっつくようになることから、金属をたたくことにより結晶構造が変化することを体感してもらいました。

・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

受講生が簡単に製作できるようにアクリル管の直径と長さを選んで、キャビテーション発生器を受講生自身で製作できるようにし、受講生全員がそれぞれ実施協力者の指導のもとに各自でキャビテーション発生器を製作しました。

受講生全員がそれぞれ実施協力者の指導のもとに各自でコイルを製作し、製作したコイルを用いて貴金属を計測して、金属の抵抗率や透磁率により金属を判別できることを実感してもらいました。

受講生全員がそれぞれ実施協力者の監督のもとで金属板をたたき、たたきかたによって、たたいた面が凹になる場合と凸になる場合を実感してもらいました。

実習の際に、受講生が自ら活動できるように、少人数で実施するために、3班に分けて実習し、いずれの班も「キャビテーション発生器づくり」、「貴金属当てクイズ(コイルづくり)」、「君は泡に勝てるか?ピーンフォーミング」、「設備見学と硬さ試験」の4項目全てを実施しました。

・当日のスケジュール

10:00-10:30 受付

10:30-10:40 開講式(挨拶, オリエンテーション, JSPSおよび科研費の説明)

10:40-11:20 演示「泡で金属をたたいて強くする」, 班分け(A班, B班, C班)

11:20-11:50 実習

A班:①「キャビテーション発生器づくり」

B班:②「貴金属当てクイズ(コイルづくり)」

C班:③「君は泡に勝てるか?ピーンフォーミング」

11:50-12:00 集合写真撮影(受講者全員と講師)

12:00-13:00 昼食(受講生と大学院生)

13:00-13:30 実習・設備見学

A班:④「設備見学と硬さ試験」

B班:①「キャビテーション発生器づくり」

C班:②「貴金属当てクイズ(コイルづくり)」

13:30-14:00 実習・設備見学(A班:③, B班:④, C班:①)

14:00-14:30 実習・設備見学(A班:②, B班:③, C班:④)

14:30-14:45 クッキータイム(アンケートの記入)

14:45-15:00 修了式(未来博士号授与)

15:00 解散

#### ・実施の様子

受付を済ませた受講生には、機械系の所有する歯車の模型を使って種々の歯車の機構や、水素で動くラジコンカーを用いて燃料電池車の機構、ミニ四駆を使った車の機構の説明を行い、受講生に実際に操作してもらって体感してもらいました(写真1)。

開講式では、あいさつとスケジュールの説明の後、日本学術振興会のパンフレットとパワーポイントを使って科研費と日本学術振興会の活動について説明しました(写真2)。

開講式の後、「泡で金属をたたいて強くする」の演示を行いました。演示では、まず、家庭からの二酸化炭素の排出量の1/4~1/3が自動車によるものであることと、車を軽量化すると燃費が良くなり二酸化炭素を減らせることを説明した上で、受講生に鉄製の重い車とアルミ製の軽い車を押しもらい、特製の荷重計で軽い車を押したほうが力が小さいことを実験しました(写真3)。次に、キャビテーションという特別の泡を学ぶために、圧力が低いと沸点が下がることを学んだ上で、流速を上げると圧力が下がる実験(写真4)を行った上で、水を速く流すと泡(キャビテーション)になる実験を行い(写真5)、キャビテーション現象について学びました。その後、キャビテーションでアルミニウムを壊すビデオをみてからキャビテーションでたたいたアルミニウムと鉄を参加者に回し、キャビテーションの強さを実感してもらいました。その後、磁石につかないステンレスが、たたくことにより磁石につくようになることを学びました。これは結晶の形が変わるために生じる現象であることを結晶の模型を使って学びました。

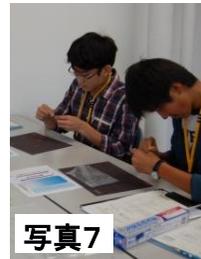
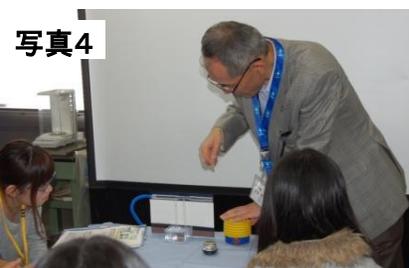
演示の後、受講者を班に分けて、午前と午後に関わり、それぞれ①「キャビテーション発生器づくり」、②「貴金属当てクイズ(コイルづくり)」、③「君は泡に勝てるか?ピーンフォーミング」、④「硬さ試験と設備見学」を順番に、全ての班が全ての項目の実習と設備見学を行いました。「キャビテーション発生器づくり」では、受講生がアクリル管を温風ヒーターで温めて絞り管を製作しました(写真6)。製作した絞り管を注射器に取り付けて、水槽でキャビテーションが実際に発生するのを確認しました。「貴金属当てクイズ(コイルづくり)」では、受講生がそれぞれコイルを捲いて製作したコイルを用いてプラチナやニッケルなどの金属を計測しました(写真7)。「君は泡に勝てるか?ピーンフォーミング」では、受講生にアルミニウム板を力強く叩いたり、表面のみ軽く叩いたりすることにより、叩いた面が凹になったり、凸になることを実感してもらいました(写真8)。「硬さ試験と設備見学」では、ショア硬さ試験を使って種々の金属の硬さを計測しました(写真9)。設備見学では、疲労試験機やX線回折装置を見学し、さらに自動車部品のCVTの機構などを学びました。

お弁当の前に、受講生全員で、講師、実施協力者と一緒に集合写真を撮影しました。その後で、受講生が学生や大学院生と一緒にお弁当を食べて交流(写真10)した後、午前に続いて、実習と設備見学を実施しました。午後の実習・設備見学の後で、アンケートを記入しながら、クッキータイムとして水分補給をしながらおやつを食べました。最後に、参加者一人一人に実施代表者から「未来博士号」を授与し(写真11)、日本学術振興会からの記念品や集合写真などが入ったお土産を渡した後、解散しました。

#### ・事務局との協力体制

研究推進課基盤研究係が日本学術振興会への連絡調整と、提出書類の確認・修正等を行ないました。

工学研究科経理課・外部資金係が委託費の管理と支出報告書の確認を行ないました。



広報課広報係が大学webページに本プログラムの開催案内を掲載しました。

・広報活動

実施代表者がパンフレットを持参して仙台第一高等学校、仙台第三高等学校、泉館山高等学校、向山高等学校などを訪問してパンフレットの配布を依頼して広報しました。また実施代表者が河北新報社主催の出前授業を行なった関係から、河北新報社のご好意により、河北新報朝刊および河北ウィークリーに募集広告を掲載していただきました。

・安全配慮

理科大好きボランティア研修会(科学技術館で開催)での講義「科学教室の概論」、「安全に関する講義」ならびに同研修会での演習を踏まえて、安全を徹底した演習を行いました。また「キャビテーション発生器づくり」、「コイルづくり」、「ピーンフォーミング」などの実習の際の安全確保のため受講生2人に1人の割合で実施協力者をつけました。さらに受講者と実施協力者全員が傷害保険に加入しました。

・今後の発展性、課題

実施後の参加者のアンケート結果で、「科学に興味がわきましたか。」の設問に対して、「少し興味があった」と回答した1名を除いて、他の参加者からは全て「非常に興味があった」という回答であり、また、「このような企画があれば是非参加したい」という回答が多数あったことから、本プログラムは成功であったと考えられます。FAXでの申込み時に、参加希望理由を記載してもらったことも、科学に関する意識が高い参加者を集めることができた一因と考えています。

しかしながら、応募者の約半数が欠席でした。次回実施する際には、本学の科学者の卵養成講座で実施しているように、採択者に意思確認書を送付して参加意思を確認することが必要と思われます。前回、中学生を対象として実施した際には、募集人数を上回る応募者がいたことから、中学生を対象とするほうが有効と思われます。

参加者の募集については、募集要項に記載されているように、「教育委員会や学校への広報については、機関として行うことが重要」と思われますが、機関としての取り組みは少なく、実際は実施代表者がかなりの時間を割いてパンフレットの配布などを行いました。高校を訪問した際には、高校により教頭先生、進路指導の教員、理科系教員など対応が分かれていましたが、教頭先生が対応してくれた高校のみから応募者がありました。進路指導や理科系の教員が対応してくださった場合には、内容の説明について話が盛り上がりましたが、応募者はいませんでした。また、遠方の高校にはパンフレットを送付しただけですが、応募者があり、欠席せずに参加してくれました。統計的には、訪問してパンフレットの配布を依頼した場合とパンフレットを送付しただけの場合について、応募者数、参加者数については有意な差はありませんでした。なお応募者がなかなか集まらず、実施代表者が河北新報社の出前授業を直前に実施した関係から、河北新報社の御厚意により広告を掲載して下さいました。しかしながら、募集人数を下回る応募者数で、さらに参加者数は応募者数の約半数で、高校生を集めるのは難しいと感じました。なお、新聞広告は非常に有効な募集手段だと思いますが、経費の問題から、新聞社の御厚意がない限り、新聞広告による募集は難しいと感じました。

【実施分担者】            三上 光弘            工学部・技術職員

【実施協力者】                    6         名

【事務担当者】            内藤 美緒            研究推進部研究推進課基盤研究係・係長