

実施報告書

HT26016 泡で金属をたたいて強くする



開催日：平成26年8月8日(金)

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：中学生20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、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

本プログラムのテーマである「泡で金属をたたいて強くする」目的を分かりやすく理解してもらうために、鉄製の重い車とアルミ製の軽い車を押して押す力を計測し、軽い車を押す力が小さいことを受講生に実感してもらい、金属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。

本テーマの「泡」であるキャビテーションを分かりやすく理解してもらうために、まず、実際にフラスコ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)になることを学びました。次に、細く絞った管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体感してもらいました。この減圧による相変化と、速度の増大による圧力低下の実験の後、細く絞った管に水を流し、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。

受講生が自ら活発な活動をするように、20名を5名ずつ4班に分けて少人数ごとに実習し、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。具体的には、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、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、キャビテーションの発生を確認しました。また、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。さらに、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、たたいた面が凸になる場合を実感してもらいました。硬さ試験では、受講生にショア硬さ試験機で硬さを計測してもらいました。

・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, D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?ピンフォーミング」

D班:④「設備見学と硬さ試験」

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, B班:①, C班:②, D班:③)

13:30-14:00 実習・設備見学(A班:③, B班:④, C班:①, D班:②)

14:00-14:30 実習・設備見学(A班:②, B班:③, C班:④, D班:①)

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

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ンフレットの一部をスクリーンに映して、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1)。

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2)。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実際に演示した上で(写真3)、流速を上げると圧力が下がる実験(写真4)を実施し、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。その際、キャビテーションが崩壊するときの音を実際に受講生に聞いてもらい、キャビテーションが崩壊するときには衝撃波を発生することを説明しました。また、研究代表者が飼育しているテッポウエビがキャビテーションによる音を発生させる様子をビデオで受講生に見せて、自然界でもキャビテーションを発生させる生物がいることを学びました。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なが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。ロケットエンジンの中でもキャビテーションが発生する様子を写真を使って見せた上で、スクリーンの模型を使ってキャビテーションが発生する様子を観察しました。それから、キャビテーションで金属をたたくときに使うキャビテーション噴流を見やすいように作った装置を使って実際に受講生にキャビテーション噴流を観察してもらいました(写真6)。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んだ上で、キャビテーションでたたいた部分が磁石にくっつくようになることを受講生にみてもらいました。最後に、受講生に、実施代表者が考えている「研究」と「受験勉強」の共通事項を話しました。

演示の後、受講者を班に分けて、午前と午後にわたり、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?ピーニング」、④「設備見学と硬さ試験」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7)。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コイルを製作し、作ったコイルを使ってプラチナやニッケルなどの金属を計測しました(写真8)。「君は泡に勝てるか?ピーニング」では、受講生に表面のみ軽く叩いたもらい(写真9)、軽く叩くと叩いた面が凸になることを実感してもらいました。「設備見学と硬さ試験」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。設備見学では、研究室で開発したショットピーニング装置を使ってショットピーニングを行い(写真10)、ピーニング前後の残留応力をX線回折装置を使って計測してピーニングにより圧縮残留応力を導入できることを実演しました。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、受講生が大学院生と一緒にお弁当を食べて交流(写真11)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(写真12)。最後に、参加者一人一人に実施代表者から「未来博士号」を授与して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(写真13)、解散しました。

写真1



写真2



写真3



写真4



写真5



写真6



写真7



写真8



写真9



写真10



写真11



写真12



写真13



・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

これまでの経験を踏まえて、実施代表者がパンフレットを近隣の中学校へ送付して、生徒へのパンフレットの配布を依頼して広報しました。その際、クラスごとに配布しやすいように、40枚ごとに仕切り紙を入れて全員への配布をお願いしました。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5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、20名中18名が「とてもおもしろかった」、2名が「おもしろかった」と回答し、プログラムのわかりやすさについては14名が「とてもわかりやすかった」、6名が「わかりやすかった」と回答しており、また20名中19名が将来自分も研究してみたいと「とても思った」、もしくは、「できればしてみたい」と回答しており、本プログラムは大成功であったと判断しています。

これまでの経験を踏まえて広報と参加募集を行った結果、70名を超える応募者から申し込みがあり、参加通知を連絡した20名全員が出席しました。これまで、ひらめき☆ときめきサイエンスを5回実施してきましたが、100%の出席率というのは今回が初めてで、これまでのノウハウを生かして参加募集を行った甲斐がありました。一方では、50名を超える申込者に不採択の通知を出さざるを得なかったのは、今回のプログラムを20名で企画したために仕方がないことですが、残念でした。なお、不採択者への通知には、他のひらめき☆ときめきサイエンスのプログラムがあることを申し添えました。

【実施分担者】

三上 光弘 工学部・技術補佐員

【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・基盤研究係長