

教員養成系大学・技術専攻での材料教育と 形状記憶合金を用いた中学校・技術科教材の開発

北村 一 浩*

1. 教員養成系大学(技術専攻)での材料教育

我が国の教員養成は、昭和24年(1949)の新制大学発足と同時に、教育学部などの教員の養成を主な目的とする学部以外でも、教職課程を追加的に履修し、所定の単位を取得すれば、教員免許状を取得できる制度(開放制)に変更された。この制度のもとで、様々な大学・学部で教職課程が設置され、さらに昭和41年(1966)には各都道府県に教員養成を目的とする国立の大学・学部(教員養成系大学)が設置された。このような国立大学は、初等中等教育分野等の教員養成において、主要な役割を果たしている⁽¹⁾。現在、国立の教員養成系大学・学部は44大学44学部設置されており、その中で愛知教育大学は、東海地区唯一の教育大学として毎年700名以上の学生を教員として社会に送り出している。本学では、各教科に教科教育学(各教科の指導法)と教科内容学⁽²⁾が置かれている。筆者が所属する技術専攻では、教科教育学として「技術科教育」、教科内容学として「木材加工・金属加工・機械・栽培・情報」の6つの学修領域が置かれており、筆者は機械の教科専門教員として、機械分野の「機械工学概論」、「材料力学」、「原動機」、「機構学」、「機械要素力学」、「機械実験」の授業を担当している。金属加工の内容では、「金属加工法Ⅰ」(1年生後期・必修)、「金属加工実習Ⅰ」(1年生前期・必修)、「金属加工法Ⅱ」(2年生後期・必修)、「金属加工実習Ⅱ」(2年生後期・選択)、「金属加工法Ⅲ」(3年生後期・選択)、「金属加工演習」(4年生前期・選択)、「製図Ⅱ」(2年生後期・選択)の7科目が置かれている⁽³⁾。筆者はこの中で、「金属加工法Ⅱ」と「金属加工実習Ⅱ」の講義・実習を担当している。材料教育は特に「金属加工法Ⅱ」の講義の中で行っている。

2. 技術専攻で行われている金属加工分野の講義・実習の紹介⁽³⁾

「金属加工法Ⅰ」で主に行われ、材料各論をふまえ、旋盤加工、フライス加工、研削加工、鋳造、塑性加工、溶接など、幅広い内容の授業を行っている。「金属加工実習Ⅰ」では、金属の板金加工(四角く浅い皿状の器、ブックエンド、キーホルダー、自由課題)の実習を行っている。「金属加工法Ⅱ」では、授業の最初の部分で、金属材料、結晶学、鋼の熱処理試験方法などの金属加工法Ⅰで扱わない専門的な内容を扱い、その後、工作機械による金属加工について扱う。「金属加工実習Ⅱ」では、はじめに金属加工の歴史と必要性を扱い、その後、旋盤を用いた「ミニジャッキの製作」(図1)を行う。実習では、旋削加工を中心に、穴あけ、ねじ切り、研磨を行い、ミニジャッキを完成させる。

3. 大学祭などを通じた材料教育の取り組み

技術専攻・北村研究室では、平成29年(2017)から、材料の魅力を一一般の方に知っていただくために、本学の大学祭に出展し、その成果は日本金属学会秋期講演大会中に行われるWorld Materials Day Awardにおいて発表している。

平成28年(2016)の出展では、「形状記憶合金って知ってますか?」と題して、形状記憶合金を用いた教材の展示を行った(図2)。

平成29年(2017)の出展では、「愛知教育大学技術科の大学祭での取り組み「ものづくり教室を紹介します」」と題して、その取り組みを紹介した(図3)⁽⁴⁾。その内容を以下に示す。愛知教育大学技術専攻では、地域の小中学生を対象に、「ものづくり教室」を行っており、「オリジナルキーホルダーを作ろう」(図4)、「フルフル発電機を作ろう」(図5)、「マイ

* 愛知教育大学教育学部；教授(〒448-8542 刈谷市井ヶ谷町広沢1)

Materials Education at Normal Universities and Technical Courses and Development of Teaching Materials for Junior High School Technology Education Using Shape Memory Alloy; Kazuhiro Kitamura(Department of Technology Education, Aichi University of Education, Kariya)

Keywords: materials education, normal university, teaching materials, technology education, shape memory alloy

2019年11月6日受理[doi:10.2320/materia.59.92]



図1 金属加工実習Ⅱで製作するミニジャッキ.

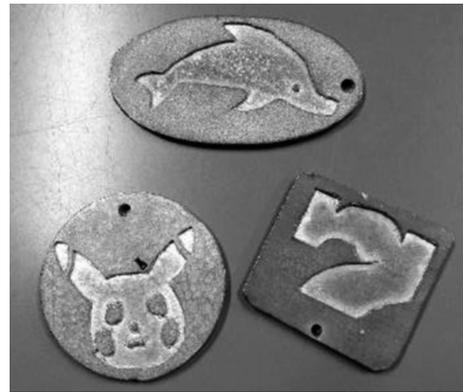


図4 オリジナルキーホルダーの外観.



図2 「形状記憶合金って知ってますか？」発表風景.

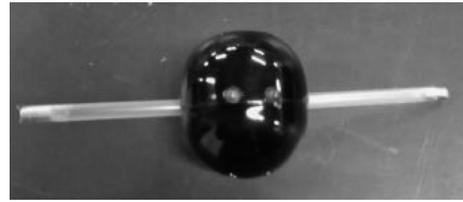


図5 フルフル発電機の外観.



図3 「ものづくり教室を紹介します」発表風景.



図6 マイマグネットの外観.

マグネットを作ろう」(図6), 「形状記憶合金で熱エンジンを作ろう」(図7)の4テーマがある. 北村研究室が担当の「形状記憶合金で熱エンジンを作ろう」では, 大小2つのプーリー間に, 環状につなげた形状記憶合金ワイヤを配置し, 小プーリーを湯につけることで, プーリーが回るものづくりを行っている⁽⁵⁾.

平成30年(2018)の発表では, 「「ちゅうぞう」って知っていますか?」の内容で, 3Dプリンタで造形した原型を元に, 紙粘土で型を作り, Sn-Bi系の低熔点金属を流し込むことで, 铸造品を作製する取り組みを紹介した(図8)⁽⁶⁾.

令和元年(2019)は, 「動け! 私のものづくり」と題して, 大学祭で行われたものづくりイベントの内容を紹介した(図9). 内容は, 本学の大学祭で行った「3Dプリンタペンと形状記憶合金を使ったものづくり」(図10)であり, 3Dプリン



図7 形状記憶合金を使った熱エンジン.

タペン(3Dペン)で作った作品に, あらかじめ直線形状に記憶された形状記憶合金と底板を接着し, おもちゃを完成させる. 完成したおもちゃは, ドライヤで加熱することにより起き上がり, 加熱をやめると倒れる. この「ものづくり」を通して形状記憶合金の魅力を発信した.



図8 「「ちゅうぞう」ってしていますか？」発表風景.



図9 「動け！私のものづくり」発表風景.

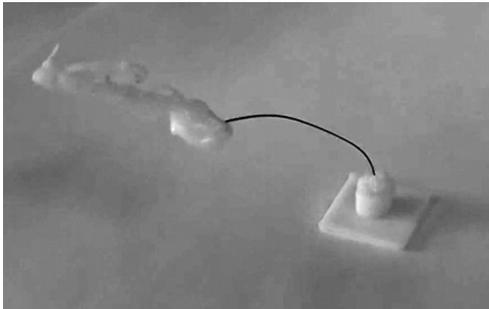


図10 「動け！私のものづくり」で実践した製作品.

4. 形状記憶合金を用いた中学校・技術科教材の開発

平成29年度告示の文部科学省学習指導要領 中学校技術・家庭科(技術分野)では、「A 材料と加工の技術」、「B 生物育成の技術」、「C エネルギー変換の技術」、「D 情報の技術」の4つの教育内容が示されている。

これらの教育内容のうち、「A 材料と加工の技術」の中の、「(3)これからの社会の発展と材料と加工の技術の在り方を考える活動などを通して、次の事項を身に付けることができるように指導する」の「イ 技術の評価し、適切な選択と管理・運用の在り方や、新たな発想に基づく改良と応用について考えること」では「新素材や新たな加工技術が用いられた製品を、生活における必要性、価格、製造・使用・廃棄の各場面における環境に対する負荷、耐久性等の視点から調

査したり、木材などの再生産可能な材料の利用を増やすことが社会や環境に与える影響について検討したりするなど、研究開発が進められている新しい材料と加工の技術の優れた点や問題点を整理し、より生活や持続可能な社会の構築という観点から、適切な選択、管理・運用の在り方について話し合わせ、利用者と開発者の両方の立場から技術の将来展望について意思決定させて発表させたり、提言をまとめさせたりする活動が考えられる。」とある⁽⁷⁾。学習指導要領からも、形状記憶合金を、新材料の教材として適用することが可能であることがわかる。また、形状記憶合金は、東京書籍の中学校技術・家庭(技術分野)の教科書の中の「材料の加工法」の章、「材料の基本的な性質を調べよう」の節に紹介されている⁽⁸⁾。

「C エネルギー変換の技術」では、「(1)生活や社会を支えるエネルギー変換の技術について調べる活動などを通して、次の事項を身に付けることができるように指導する。」の、「ア 電気、運動、熱の特性等の原理・法則と、エネルギーの変換や伝達等に関わる基礎的な技術の仕組み及び保守点検の必要性について理解すること。」では、「エネルギーの変換、効率及び損失の意味、電気に関わる物性、電気回路及び電磁気特性、機械に関わる運動、熱及び流体の特性等のエネルギー源から電気エネルギーや力学的エネルギーへの変換方法、電気エネルギーの供給と光、熱、動力、信号等への変換方法、力学的エネルギーの多様な運動の形態への変換と伝達方法等の基礎的なエネルギー変換の技術の仕組みと、それを支える共通部品や製品規格等の役割について理解することができるようにする。」とある⁽⁷⁾。このことから、形状記憶合金がエネルギー変換分野の教材として適用可能であると確信した。

5. 形状記憶合金学習キットの概要

今回共同開発した形状記憶合金学習キットは、愛知県大府市の企業との共同で、2018年10月から、筆者と北村研究室の大学院修士1年生1名、学部3年生3名が2週間に1回程度ミーティングを行い企画段階から開発に関わった。また、学生の教育実習の経験から、子供達に受け入れられそうな学習キットの提案を行った。さらに、毎年11月に愛知教育大学行われる「科学・ものづくりフェスタ」でアンケートを実施し、子供のニーズを把握した。これらの結果を基に、以前ものづくり教室で製作していた「形状記憶合金を用いたおもりが上下するおもちゃ」(図11)を発展させて、学習キットを作る事が開発会議で決まった。共同開発の成果として2019年5月、形状記憶合金学習キット「動け宇宙」が発売された(図12)。形状記憶合金の学習キットとしては、「記憶マン」⁽⁹⁾、「マジック風車」⁽¹⁰⁾、「形状記憶合金実験セット」⁽¹¹⁾などが発売されているが、形状記憶合金を用いた、おもりが上下するキットは発売されていない。

本キットは形状記憶合金でできたバネに通電を行うことで、バネにつけられたおもりがユーモラスな動きをする。本教材の動作の仕組を(図13)に示す。ここで、図中の①は形状記憶合金バネが冷却状態、②は通電加熱状態、③は加熱状態

