

中学校の教科書における金属材料の取り扱い

寄書
〇〇〇〇〇〇

佐藤 泰彦*

今日の文明を築くのに金属材料が大きな役割を果たしてきたことは多言を要しない事実である。

われわれの身近をみても、針、釘、なべ、かま、洗濯機、ミシン、自転車、アルミサッシ、自動車、鉄橋など数えきれないほどありとあらゆるところに金属材料が利用されている。一言で言えば、金属のない生活は考えられない状況にある。

このように、金属材料は非常に重要なものであるから義務教育の中学校でも技術・家庭科の「金属加工」、「機械」、「電気」の領域で金属材料をとりあげ、金属の優れた特性、金属の果たしている役割、金属の効果的な利用の仕方などを学ぶことによつて、生徒の金属に対する興味・関心を喚起し、家庭生活や社会生活の充実向上を図るのに必要な資質を養っている。

そこで、中学校の教科書で金属材料がどのように取り扱われているか、また、金属材料の授業をする上での問題点がどこにあるかを探ることとする。

1. 教科書における金属材料の取り扱いと履修方法

中学校で金属材料を教えている教科に技術・家庭科がある。この教科には技術系列の「木材加工1, 2」、「金属加工1, 2」、「機械1, 2」、「電気1, 2」、「栽培」、家庭系列の「被服1, 2, 3」、「食物1, 2, 3」、「住居」、「保育」の17領域があり、男子の場合は技術系列から5領域以上、家庭系列から1領域以上をとりあげ、3年間で7領域以上を学ぶことになっている。

「機械1, 2」の領域では自転車やミシンの整備、動く模型の製作、内燃機関の整備を内容としており、それに関連して機械に使われる材料、自転車や内燃機関を構成する部品の材料を表1のようにとりあげている。

「金属加工1」では状さし、ちりとり、伝言板、ブックエンドなどの板金加工、「金属加工2」では平行クランプ、ネジ回し、ハンマなどの棒材加工を実習題材にしている。これらの題材に即して、金属の一般的性質、板金材料や棒材の種類と性質、塑性加工の概念、焼入れや焼もどしなどの熱処理法とその性質、工具材料の種類と特徴などを表2のようにとりあげている。

これらの金属材料の教科書上の取り扱いは、中学生にとって適当であると判断されるが、授業の進め方や内容の深め方は学校の実状や教師の裁量によつて変わり、また、領域の選択の仕方によつても大きく変わるの当然である。

2. 教科書による学習指導困難点の調査

学習指導上、生徒への定着が困難と思われる箇所の調査を教科書を媒介に行つた¹⁾。その結果、多くの困難点が明らかになつたが、そのうち、金属材料に関係のあるものだけを表3に示した。

困難とする回答率が10%以上の項目についてみると、表3の5項目は「機械」、「電気」の両領域全体の指導困難点21項目の約4分の1を占める項目数であつて、現場の教師にとって、材料の学習指導が非常に難しいものになつていることを表している。

表1 「機械」領域の金属材料の取り扱い

A 教科書		B 教科書		
機械材料(資料)	炭素鋼：炭素の量が多くなると硬くなる 熱処理によつて性質を改善する 鋳鉄：炭素鋼よりひつぱり力は弱いだが、溶融しやすい 炭素鋼 {軟鋼 鋳鉄 {硬鋼 合金鋼 {ステンレス鋼 ばね鋼 耐熱鋼 ジュラルミン 軽合金 {Y合金	機械に使われている材料 鉄鋼：強さ、硬さで優れ、安価で入手しやすい 合金鋼：大きな強さ、高温で強さが必要な部分、きびるとつこの悪い部分に使う 軽合金：じょうぶで軽い、鉄鋼の1/3の比重 鉄鋼 {炭素鋼 {軟鋼 鋳鉄 {硬鋼 合金鋼 {ステンレス鋼 軸受鋼 軽合金 {Y合金 ジュラルミン	(成分・性質・用途などを説明)	(成分・性質・用途などを説明)
機械の整備	自転車の材料 フレーム：ステンレス鋼、軽合金、鋼管 (軽くじょうぶにするため) スポーク：鋼 リム：鋼、ステンレス鋼、軽合金	機関本体のしくみ	ピストン：軽くてじょうぶ 耐熱性の軽合金でつくる シリンダ：高温でもじょうぶ、熱を伝えやすい 耐熱アルミニウム合金 シリンダライナ：摩擦にたえる合金鋳鉄 連接棒：炭素鋼、合金鋼、アルミニウム合金 クランク軸：合金鋼 弁：合金鋼、高熱や腐食に強い	
機関本体	ピストン：熱をよく伝え、高温に耐えるアルミニウム合金、鋳鉄を用いる シリンダの摩擦対策：鋳鉄製のスリーブ			

* 宇都宮大学教育学部助教授

表 2 「金属加工」領域の金属材料の取り扱い

		A 教科書	B 教科書
金属	金属の特徴と利用	○金属の特徴：硬くてじょうぶ、金属光沢あり、均質、不燃性、耐水性、電気や熱の伝導度大、曲げると曲つたままになる ○弾性、塑性、塑性加工 ○利用例：缶、ケトル、スプーン、鋼尺、ストーブ、電気釜、自動車、金管楽器、鋼製機 ○金属の利用：板金の特性を生かした製品の生産、限りある金属をじょうずに使おう	○金属の特徴：不燃性、光沢あり、熱や電気を伝えやすい、たいたたり引張つたりしてのぼせる、じょうぶな構造、大ききの割に軽い構造の製品を作りやすい、均質の製品を大量に生産しやすい ○弾性、塑性、塑性加工 ○利用例：スチール机、イス、ナベ、フライパン、船、自動車、航空機 ○金属加工技術の進歩：圧延による板材、棒材の能率的な大量生産
	加工材料の特徴と用途	○薄鋼板 強く耐久性あり、さびる ○亜鉛鉄板 さびにくい ○ぶりき板 すずめつき、さびにくい ○アルミニウム板 やわらかく、加工しやすい ○銅板 電気、熱の伝導性よい ○黄銅板 銅に亜鉛を加えた合金 ○鋼板の材料 0.3% C 以下、やわらかく加工しやすい、炭素量が多いほど強く硬くなる	○軟鋼板 じょうぶ、安価、さびる ○亜鉛鉄板 さびにくい、酸、塩分に弱い ○着色亜鉛鉄板 さびにくい、塩分に強い ○ぶりき板 さびにくい、外観がよい ○アルミニウム板 酸と塩分に弱いのでアルマイト処理する ○黄銅板 光沢があり美しくさびにくい ○加工材料の規格 軟鋼板、亜鉛鉄板、着色亜鉛鉄板の寸法規格
金属	金属材料	○「強さとのび」「重さ」の比較：軟鋼、硬鋼、銅、黄銅、アルミニウム、アルミニウム合金 かたくてひびり強さの大きいものはいつぱんにのびは小さい ○硬鋼 0.3~0.9% C、軟鋼より硬く熱処理できさらに硬く強くなる ○金属の有効利用と再生 ○金属の精錬と公害防止	○軟鋼 0.12~0.3% C、やわらかくねばりがある ○硬鋼 0.3~0.5% C、硬くじょうぶ、焼なまして削りやすくする ○黄銅 さびにくく、削りやすい、銅と亜鉛の合金、炭素鋼より高価 ○アルミニウム合金 比重が軽い、やわらかく削りやすい、軽い割に強い
	熱処理	○焼入れ 材料を加熱して水または油の中に入れて急冷、硬くもろくなる ○焼もどし 焼入れた材料を 150°C に加熱冷却、硬さは変らずねばりがでる	○焼入れ 加熱し、水や油で冷やすと硬さが増す ○焼もどし 焼入れ温度より低い温度に加熱後、空気中で冷却、ねばり強くなる ○焼なまし 加熱後炉中冷却、加工前に行う
2	工具材料	○炭素工具鋼 0.6~1.5% C の炭素鋼 ○合金工具鋼 Ni, Cr を加えて性質を改善 ○高速度鋼 耐熱性を高めた合金工具鋼の一種	○工具材料 硬く摩耗しにくくねばり強い ○炭素工具鋼 0.6~1.5% C、熱処理により性質を変えられる ○合金工具鋼 Ni, Cr を加えて性能を高める ○高速度工具鋼 耐熱性を高め、高速切削に耐えられる性質に改善

表 3 教科書による指導困難点の調査結果

金属材料に関する指導項目	困難と回答した率
炭素鋼の炭素含有量、熱処理	14.7 (%)
鑄鉄の成分と性質	14.7
非金属材料の性質	14.3
鋼の分類と性質、用途	11.8
合金鋼の種類	10.8

3. 金属材料の授業における問題点とその対策

表 3 の炭素含有量一つとつてみても、外見上からの区別は難しく、さりとて、これを中学生が実験等で確認するには、設備や実験法上の問題がでてくる。熱処理についてもまた同じである。加えて、教材として適当と思われる材料の入手も困難であり、いきおい、授業が教科書中心で抽象的な説明に終わり勝ちになり、生徒の興味や関心を誘発できないままになってしまう。

すなわち、教師は実験などによつて金属材料の性質や熱処理による性質の変化を具体的に体験的に学習させれば生徒の意欲もわき、学習効果があがることがわかっていても、実験実習が行にくい状況にある。

この対策の一つとして、学習の目標を「軟鋼、硬鋼、鑄鉄の違いを実験によつて確かめられる」というように、極端に狭く絞り、現有の設備でも実験ができる方法を

考えた。そして、実験に必要な教材や教具をすべてパッケージ化し、授業のどの部分にでも挿入できるようにしたモジュール教材を準備した²⁾。このことによつて、生徒の鉄鋼に対する興味・関心を喚起し、それが鉄鋼への理解の原動力となることを期待した。

このモジュール教材は、実験のやり方を VTR で説明した後、次の 3 つの実験をグループで行うものである。

①円板型の軟鋼、硬鋼、鑄鉄の材料を万力の口金にはさんでハンマでたたき、直角に折り曲げ、ひびの入り方や割れ方から炭素含有量の違いによるねばり強さやもろさの変化を見出す実験

②焼入れした軟鋼、硬鋼の針金をやすりがけして、やすりのかかり具合や手ごたえから焼入れによる硬さの変化を見出す実験

③上と同じ材料を手で折り曲げて、曲り方や折れ方からもろさの変化を見出す実験

このモジュール教材による指導結果をみると、金属材料に対する生徒の学習意欲が向上し、成績も良好なので、一応の成功を納めたものと自認している。

しかし、実験に用いた材料の一部は、直径 30~35 mm の丸棒を弓のこ盤で厚さ 2 mm に切断したものをを用いたので、切断に多大の時間と労力を要した。安価にこのよ

うな材料が得られ、この授業システムが広く利用されることを願っている。

4. おわりに

中学校での金属材料の取り扱い、授業をする上での問題点、学習効率をあげるための一方策としてのモジュール教材を活用した授業を紹介した。

しかし、金属材料について、より効果的な授業を行うためには、さらに設備の充実、中学生に適した教材教具の開発と整備、実験方法の開発などが望まれる。このために、鉄鋼業界が現場の教師などと協力して、教材教具

の開発を積極的に推進すること、教材教具を作成するのに必要な材料の供給を行って下さることを願うものである。

文 献

- 1) 馬場信雄, 佐藤泰彦: 「技術科における学習指導困難点の調査結果」宇都宮大学教育学部教育工学センター紀要, 3 (1980), p. 94
- 2) 馬場信雄, 菊地庄作, 吉沢和夫, 齋藤健次郎, 鈴木寿雄, 佐藤泰彦, 石川 賢: 「技術教育の授業システムの構成に関する教育工学的研究」宇都宮大学教育学部 (1981), p. 45, p. 130

統 計

世界における主要金属資源の埋蔵量の偏在状態

現在、世界には160ヶ国以上の国々があるが、各重要資源についてその保有国の上位5ヶ国をとると世界の確認埋蔵量の6~9割を占めている。しかも、ソ連とアメリカというごく少数の例外を除けば、これら各国の資源賦存とはほとんど無関係に、資源の需要・消費が偏在しており、いわゆる北側先進国がその過半を消費している。

下表に世界の重要金属資源埋蔵量の上位3~5ヶ国における偏在状態を示す。極端に偏在性の大きい資源

は、Pt, V, Cr, Ti, Mnなどで、これらは上位5ヶ国の比率が97%以上、上位3ヶ国でも90%以上という値になっており、一方、Co, Niは上位5ヶ国で90%前後、上位3ヶ国で69%となっており、むしろMnよりも偏在性はゆるやかである。逆に、かなり普遍的に存在しているともいえるのはCuであり、上記5ヶ国で58%、上位3ヶ国で45%程度の偏在性となっている。

ここで興味深いのは、たいていの資源を有しているアメリカが、マンガンについては上位5ヶ国にも入らないという事実である。

世界の重要金属資源の埋蔵量の偏在状態

原料名	3ヶ国の比率(%)	5ヶ国の比率(%)	上位5ヶ国				
			1位	2位	3位	4位	5位
鉄	59.4	75.9	ソ連	ブラジル	カナダ	オーストラリア	インド
銅	44.7	58.0	アメリカ	チリ	ソ連	カナダ	ペルー
鉛	58.0	71.9	アメリカ	カナダ	ソ連	オーストラリア	メキシコ
すず	50.8	69.0	中国	タイ	マレーシア	ボリビア	インドネシア
亜鉛	55.0	68.5	カナダ	アメリカ	オーストラリア	ソ連	アイルランド
アルミニウム	67.6	78.1	オーストラリア	ギニア	ブラジル	ジャマイカ	ギリシア
チタン	93.0	98.2	ブラジル	インド	オーストラリア	アメリカ	シェラレオネ
クロム	96.5	98.2	南アフリカ	ローデシア	ソ連	フィンランド	インド
コバルト	69.0	91.1	ザイール	ニューカレドニア	ザンビア	キューバ	ソ連
マンガン	90.5	97.7	南アフリカ	ソ連	オーストラリア	ガボン	ブラジル
モリブデン	79.1	96.5	アメリカ	ソ連	カナダ	チリ	中国
ニッケル	69.4	87.0	ニューカレドニア	カナダ	ソ連	オーストラリア	インドネシア
タングステン	74.6	87.1	中国	カナダ	ソ連	北朝鮮	アメリカ
バナジウム	94.8	97.3	ソ連	南アフリカ	オーストラリア	チリ	アメリカ
そう鉛	58.4	69.7	日本	オーストラリア	アメリカ	メキシコ	ペルー
水銀	60.8	90.0	スペイン	ソ連	ユーゴスラビア	中国	アメリカ
銀	65.0	86.7	ソ連	アメリカ	メキシコ	カナダ	ペルー
プラチナ	99.7	100	南アフリカ	ソ連	カナダ	アメリカ	コロンビア
石綿	76.9	83.5	カナダ	ソ連	南アフリカ	オーストラリア	アメリカ

(社団法人 深海底鉱物資源開発協会: マンガン団塊の製錬技術調査報告書, 昭和56年3月, pp. 110~112)