

随 想

教師と教科書の中の鉄鋼

—中・高等教育における実情—

高橋 金三郎*

さる大学の工学部金属系諸学科が先日その施設を高校3年生に開放し、金属の研究とその成果がどんなに魅力的なものであるか PR した。受験生に人気がなく志願者が少ないための苦肉の策であつたらしい。いささか泥縄的でどれだけの効果があつたか分からないが、私はとても大切なことだと思う。志願者が量的に少なくなれば入学者の質も悪くなるだろう。私は関係者の熱意に敬服すると共にこうした行事を1回だけでなく毎年くりかえしてほしいと思う。

日本で大学は最強力の研究機関である。研究は本来集団的なもので継続的なものだ。新鮮な若い頭脳を絶えず集団に組み入れることは研究指導者の重要な任務でなからうか。アメリカのL・ポーリングは新入学者に一般化学を教える中で優秀な化学者の卵を選択したし、イタリーのE・フェルミは理学部だけでなく工学部の学生の中から若い原子物理学者をスカウトしたのである。

残念なことに工科系の学者には、専門教育には熱心であつても、(高校以下の教育を含む)一般教育に関心を持つ人が少ないし、工科系学生が教師になるのを好まない人が多い。これは理工系の学生に長年理科教育法を教えた私の実感である。

結果として、高校以下の理科教科書の作成者は現場の教師と大学は理学部系(教員養成学部を含めて)の学者で占められてしまう。入試に関係がないので、工業関係は非常に少なく、特に鉄鋼業についてはゼロに等しい。

これは先進国の教科書としては驚くべきことであると思う。アメリカの教科書は工業関係の内容が少ない方だが、それでも中学や高校の教科書に数ページ書いてある。

日本の高校化学教科書はアメリカでも工業関係の記載の極端に少ないCHEMSやCBAを極端にまねたように思えてならない。工業関係の記載の多いのは東欧の教科書だが、特に東独のものは鉄鋼業だけでも20ページ近くの分量がある。

私は日本の理科教科書が「基礎を重視している」と考えているのは正しいと思うし、東独やソ連の理科教科書が鉄鋼業に多くのページをさいているのに必ずしも賛成している訳ではない。しかし基礎という言葉はその上部の構造に対応して使われる。工業を無視した基礎がありうるだろうか。この教科書を使う日本の理科教師は工業についてほとんど知らないし、関心を持たない。教師さ

え関心を持たず入試に関係しない部分に生徒が関心を持たなくなるのは当然であろう。

工業の中でも鉄鋼一貫作業は極めて複雑な内容を持っているので、中高の教師や生徒が十分な知識を持っていないのは当然ではあるが、最も単純な知識や技能さえ教科書の基礎学習では身につかないのは問題である。

- 使われている金属の大部分が鉄鋼であることを知らない生徒が大部分である。アルミニウムの方が多いと思つている生徒が非常に多い。

- 鉄と鋼と区別できない生徒が多い。Feとしか表現して来なかつたからである。

- 製鉄ではなぜ100m近い高炉が心要なのか、コークスにどのような性質を要求されるか、全然考えられない。酸化還元で $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ のような反応を学習するのだが、ただ酸化数の問題として学習し、固-気反応の壮大なイメージを持ってないのだ。

- 金属・金属酸化物から塩、塩から塩と、理科室薬品棚にあるありふれた塩の合成がほとんどできない。

- 鉄・アルミ・プラスチックなど、日常ありふれた材料を弾性、弾性限界、展性、塑性などの性質によつて概括することができない。高校以下(あるいは大学の一般教育)の理科教科書には材料力学的教材が一切ないからである。

生徒が不勉強な訳では決してない。教師と教科書の教育観のせいである。たとえば電気工学のようにエレクトロニクス社会の強烈な刺激を生徒が受けている部分では現在の教科書の基礎だけでも十分かも知れないが、地味な鉄鋼業に対しては現在のような工業軽視の理科教科書でいいだろうか。私にはとてもそうは思えない。

では、たとえば東独の教科書のように、鉄鋼業にたくさんスペースを取るべきだろうか。子どもに何の関係もないことを、鉄鋼業に何の知識も関心も興味のない教師につめこまれるほどいやなことではないし、重要なことは何ひとつ身につけられないだろう。私は反対である。

1. 教科書の中の鉄鋼の基本

基礎を重視する日本の教科書はそれなりのよさを持つものだから、産業の事実を詳しく書くよりも、その事実を支える「基本」を教師に興味深く教えられるように内容を再編成すべきではなからうか。

第1に、物理教科書では材料の力学を重視すべきである。化学教科書ではあれほど金属工業を重視している東独やソ連の教科書も力学になるとニュートンの質点力学で、慣性の法則、作用反作用の法則、力と加速度の法則を取り扱うことが中心になつている。それは日本の教科書でも同様だ。

どの国の教科書も静力学的な部分は圧力や浮力などの形でたくさん入つているが、材料力学に関するものは図1のようなフックの法則でほんの少し入つているだけである。しかしフックの法則は決してつまきばねに限定

* 日本教育学会理事

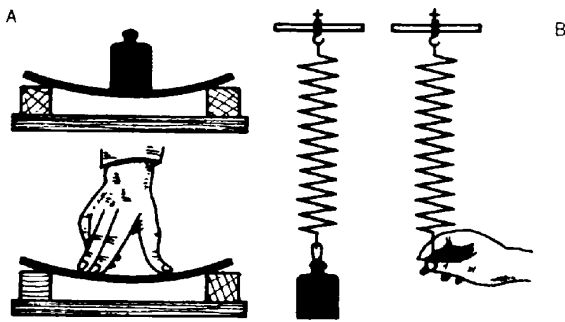


図 1 A の実験で弾性の説明があり、B のつまきばねでフックの法則が説明されるが、材料一般としては説明されていない。

されたものではなく「固体はみな弾性を持っている」という材料学的な法則であり、更にそれは「固体は弾性と塑性とを持っている」というマックスウェルモデルで表現される法則でもある。それは動力学・静力学を学習した後でなければ学習できないものでもない。私たちの経験では入手できるあらゆる材料を使つて、弾性、弾性限界、塑性など多くの興味深い学習が小学校から可能である。こうした材料力学の学習を通じて、鉄と鋼の違いがはつきりするし、材料としての鉄鋼の優秀性もはつきりする。

第2に、化学教科書では塩基から塩、塩から塩、塩から塩基の合成分解反応を重視すべきである。理系の大学生でさえ塩基というと水酸化ナトリウムのようなものだけを連想し、金属酸化物が塩基であることを忘れてい

る。教科書がイオンの性質だけを考えているからである。

たとえば、水酸化ナトリウムでは $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$ の反応に重きをおかれ、それが塩から塩、たとえば FeCl_2 から FeSO_4 の合成に欠くことのできない試薬であることが忘れられている。 $\text{CuO} \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{FeO}$ など単純で興味深い合成分解実験なしに、イオン変化や酸化数だけの学習では冶金工業の基礎にはなにくいだらう。

第3は、教科書ではなくて、教師が生徒と共に最新鋭の工場を見学すべきである。どんな良心的な教師でも生徒に工業を教えることはできない。技術は日進月歩するので、教師の知つてゐるものは時代遅れであつて現代の工場には通用しないのである。生徒に教えようとするのではなく、生徒と共に、壮大なドラマを鑑賞すればそれでよいと私は思つている。

そうすれば学校で、技術がどう進歩してもあまり変化しないような基礎を教師は生徒に教えることができる。たとえば Fe_2O_3 の還元を気-固相の反応として、還元生成した金属鉄を液相にして壮大なイメージを描かせることができよう。工場見学にサポートされると、純鉄や鋳鉄、鋼などを酸にとかして残存炭素の量を視覚的に確かめる作業を生徒は喜んでする。

地理の教師ならば、原料でも製品でも、陸上輸送路の新設やその費用に比較したら海上輸送の費用はゼロに等しいほどだと言うことだけを生徒に教えればよい。そうすれば生徒たちは自分で、内陸部に何の資源も持たない(石灰石を別にして)日本の製鉄所の立地条件の特色を発見するに違いない。

くたたくたくさんの事実を教えこもうとするとかえつて一番基本的事実がわからなくなつてしまう。

以上のように、工業を支える単純で明快な基本的事実を中学高校教育の内容にしてこそ野心的で新鮮な頭脳が金属研究を志向するのではなからうか。

2. 鉄鋼業関係者に望むこと

工学関係あるいは金属学研究者自身が直接理科教科書の編集に参加すべきだらうか、それはできないと思う。研究者自身にそんな余裕はないだらうし、私の知つてゐる限り現在の理科教科書の編集者も中高教育界もその必要を全然感じていないので歓迎しないだらう。

では金属学研究者あるいは鉄鋼業関係者のなすべきこととはないだらうか。そんなことはない。たくさんあると思う。と言うよりは是非やつてほしいことがたくさんある。

最初に述べた大学の金属学関係施設の開放などは、効果がはつきりしなくとも、入学志願者がどんなに多くなつても是非継続してほしいものである。

理科教科書の編集に参加しなくても、金属学関係者で諸外国の例をあげて編集者に工業をもつと考慮するように申し入れることも必要であらう。しかしただスペースがあればいいというのでは何の解決にもならない。むしろ逆効果であらう。何が鉄鋼業の基本となる教材なのか十分に考える必要がある。

中学生や高校生の最新鋭の製鉄所見学をむしろ会社から働きかける方が永い眼で見れば重要である。神社仏閣・史跡に偏した修学旅行に子どもたちはもう飽きてゐる。

しかし、一番簡単でしかも最も効果的なのは各地に小金属博物館を設置することではないだらうか。小博物館で既設の博物館や大学の一隅でよく、陳列物もそうたくさん必要はない。重要なのは本物の鉄が出銲するミニ熔鉱炉と最新製品の試験設備のあることである。そこには無論有料でいいから、技術の最新情報のパンフレットがほしい。薄い鋼板や鉄板など、子どもたちに興味のある実験の素材になるものを少量ずつ分売してほしい。専門家にはわからないかも知れないが、数年前にはどこにでもトタン板がころがっており、亜鉛を酸で落とすと鉄さびの発生や電気化学の実験に大変便利だつたが、今はどこにもない。ホームセンターでアルミ板・銅板・シンチュウ板はいくらでも入手できるが、鉄板は入手できないのだ。