

今月のことば

鉄道車両のクラクション

大阪学院大学教授

中山 嘉彦

鉄道車両のクラクション（警笛）は、列車の運転の接近を知らせる警報機器である。鉄道創成期の蒸気機関車の室笛は蒸気で鳴らしていた。そして、電気機関車のクラリオン笛（AW-2）は空気で鳴らしていたのに対して、路面電車はフットゴングで鳴動させていた。その後、電車も空気笛を用いるようになり、当初は筒状のトロンボーン笛を搭載した。昭和初期以降、広範囲に音響効果があるラッパ状のニューホニック笛が徐々に用いられるようになり、やがてそれが標準仕様になった。その一つのAW-5は、テレビやラジオの効果音にも登場するもっとも耳慣れた鉄道車両クラクションといえよう。

空気笛の音色を決定する要素は、音程を規定する膜板（振動板）、明瞭性に関係する圧縮空気圧、響きを決定するラッパ形状の3つで、さらに同じ形式でもメーカーによって微妙な相違がある。しかしながら、その広範囲な音響効果が特に都市部で騒音公害をもたらすケースも次第にでてきた。そこで、音の拡散しにくい指向性の高い電気笛（電子笛）が併用されるようになった。鉄道車両クラクションが、警報性と静粛性という相反する2つの特性を併せ持たなければならなくなったのである。

電気笛のもう1つの特性は、さまざまな音色を設定できることである。汎用タイプもあるが、2～3種の音程とそれらの音量比率を規定し、営業運転地域に合わせた独特な和音が聴かれることも多い。さらには、小田急・名鉄特急車両に代表されるメロディータイプもある。

ところで、東京メトロではかつての高音程トロンボーン笛が2006年に復活し、有楽町線新造車両で電気笛に代って搭載された。「この音色を聴くとむかしの銀座線を思い起こす」という人もいるように、広範囲の営業運転地域に合致しているといえるが、さらに音が拡散しすぎないように、環境面にも配慮されている。この再発見されたともいべき空気笛が警報性と静粛性をいかに調和させるかという研究課題に答えたことに、注目があつまっている。

技術教室

JOURNAL OF TECHNICAL EDUCATION

No.707

CONTENTS

2011

6

▼ [特集]

技術・家庭科の学習とものづくり

手づくり・ものづくりの広がりと深まり 森下一期……4

玄米食から食農の結びを考える 向山玉雄……10

思いが通じたときと失敗したこと 藤木 勝……16

学んでよかったと思える授業をめざして 金子政彦……20

技術・家庭科担当教師の切なる願い 内糸俊男……30

安心して失敗や間違いができる授業を 飯田 朗……34

職人の技から学んだ杉のミニ筆筒づくり 岡田孝一郎……40

論文

測量家・小菅智淵の生涯 池上正道……44

電気と電波の周波数おもしろばなし 福田 務……52



▼連載

もの事始め文化誌①アイコンとアイコン	小林 公……58
江戸時代の天文暦学者 問重富②天体観測機器とからくり師たち	鳴海 風……62
ガラスのはなし③ガラスピンの大量生産	藤木 勝……68
はじめて取り組む「生物育成」④いよいよ収穫です	竹村久生……72
西洋科学技術者・日本ゆかりの地⑤電磁気学を開拓した先覚者の像	西條敏美……76
新「農業教育」のすすめ⑥農と自然と食を結んで(9)	中島紀一……80
発明交差点⑦金型を使わない金属立体成形	森川 圭……84
スクールライフ⑧試験時の服装	ごとうたつお……88

■今月のことば

鉄道車両のクラクション	中山嘉彦……1
教育時評……	90
月報 技術と教育……	91
図書紹介……	92・93
全国大会開催案内……	94

技術・家庭科の学習とものづくり

手づくり・ものづくりの広がりと深まり

森下 一期

1 ものづくりと人間

情報機器の発展と普及はとどまるところがない、と思うほど進展している。子どもも大人もその波に飲み込まれているといっても過言ではない。現実とバーチャルな世界が混在しているかのような現象が、さまざまな事件にかいま見られる。だが、確かに、ほっておけば、直接手で触れ、モノに働きかけることは少なくなっているが、その場があれば、子どもも大人もつい手が出るし、そこに生ずる変化を楽しみ、熱中していく。ホームセンターの売り上げは増加し続けてきた。2009年度に、調査開始以来はじめて前年比で1.2%減少したという。1995年度から2006年度までの売り上げ品目の構成比が調査されているが、DIY 用具・素材が17.3%→22.0%に増加していることも注目される。このデータを見る限り、情報機器類が周りを取り巻いてはいるが、少なくとも大人の生活では、モノに働きかける機会は減少しているとは言えないようである。

自らの手を使ってモノに働きかけ、その変化を楽しむことは、人間に備わっている本質的なものと言えるのではないだろうか。必ずしも、生産の目的を持ったときにのみモノに働きかけるのではないであろう。確かに、モノに働きかけることによって、有用物を獲得することができるが、その有用物への必要性だけからモノに働きかけるのではないといえる。たとえば、スポーツにしてもそうである。確かに技が身についたり、記録がよくなったりすることが楽しいということがあるが、体を動かすこと自体に快さを覚え、その結果として上達するとさらに喜びが大きくなるといったことと、同じようなものである。あるいは、絵画や書なども、自分の中にあることを表現できることが楽しいのだろう。手でモノに働きかけ、モノが変化し、思っていたものができ上がることが楽しいし、それが実用的な作品となり、日々用を足してくれると、その喜びが大きくなるのである。道具を使っているときにも、ナイフできれいに鉛筆が削

れるとうれしいし、カンナで薄い鉋屑を出すことができると楽しくなる。このように述べるのは、ものづくりは生産に関わるから大切だというだけではなく、人間の本来的な活動としても大切なものであることを押さえないからである。

2 ものづくりは消えない

こういった手でモノに働きかけるものづくり（手しごと、手の労働と表わすこともある）への関心は、時代を超えて常にあるように思われる。ただ、世の中の文化状況、社会経済的な状況によってその現われ方には違いがあり、その動きが生ずるきっかけもさまざまである。教育の世界で、子どもの成長・発達と関わってものづくりが問題とされるようになったのは、1960年代の高度経済成長期を経てからだと思われる。私も発足に関与した「子どもの遊びと手の労働研究会（手労研）」が「子どもの手が虫菌になった」といった標語を掲げて旗揚げしたのが1973年であった。消費物資が大量に出回り、便利な機器が普及し、あわせて核家族化の傾向とともに、子どもへ過剰な目が注がれるなかで、怪我・危険を回避することが、ナイフを学校・生活から追放した時期だった。子どもが道具から切り離され、モノに触れる機会が減少し、また、地域の崩壊のなかで子ども集団が成り立たなくなり、遊びが消えていった時期である。そういった状況のさなかに始まった研究会は、驚くほどの速さと広がりですぐ世の中に受け入れられていった。発足後わずか2年で、会員数は約900名を数えた。全国大会には数百名が参加し、1986年の大会では1300名を数えた。残念ながら、それ以降は減少を余儀なくされ、一時の手づくりブームが退潮していく感がした。ただし、これは手労研だけを見たことであって、教育団体の全体ではそうとはいえない。手労研発足以前では、教育研究団体が手づくり教材を前面に出してもものづくりの場を設けることはあまり見られなかったが、その後は、かなりの教育研究団体が手づくり・ものづくりの場を設け、そういった教材を取り上げるようになったといってもよいだろう。そのように見ると、手労研の会員数や大会参加者が減少したということでもって、手づくり・ものづくりへの関心が薄れてきたと見てはいけないうだろう。むしろ、広がっているといってもよいのではないだろうか。

また、学習指導要領にも変化が現われ、「生活科」が創設され、「総合的な学習の時間」も設けられるようになった。施政者側が例示したものがそのまま納得ができるものではないとしても、これまでの学習指導要領では、教科を拡大

するか、教科外活動に位置づけるしかできなかった子どもたちの生活に密着したものづくり・手づくりの活動が、教育課程のなかに一定の時間を当てて行うことができるようになったのである。そのことは、手づくりやものづくりは子どもの成長発達にとって欠かすことのできないものであり、学校教育の中にきちんと位置づけるべきであると主張してきた手労研や民間教育団体にとっては、一定の前進と評価できるものだった。もっとも、その後の展開は、さらなる充実へ向かうのではなく、後退してきており、残念なことである。

3 手づくり・ものづくりの内容の深化

以上のように、子どもたちの手づくり・ものづくりの教育は、ここ二・三十年を見ても持続的に多様に行われ、追究されてきたといっていよう。そのなかで、内容的にも豊かなものとなってきた。手労研の活動のなかで、深められてきたことを概括しておこう。

第一には、手づくりやものづくりにおいて、まず手にする道具を子どもたちがいかに使いこなしていくか、を追究したことである。手と道具と加工する対象との関係を分析した。たとえば、ナイフで鉛筆を削る場合、右利きならば、左手の親指以外の4指で鉛筆を持ち、親指はナイフの背を押す力を出す、ナイフを持った右手はナイフの刃の方向を定める役割をする、といった具合である。つまり、道具を持った手だけがその道具を使っているのではなく、他の手とモノとの関係で、その働きをさせるということである。道具を使うには、その道具を動かす動力とその動きを制御する機能を使い分ける必要があることを提示した。道具にはこういった合理的な使用法があることを明らかにしてきた。また、冒頭にも述べたように、道具を使うこと自体にもおもしろさがあることに注目した。カンナで板を削ること自体がおもしろいなど、道具の機能を使いこなしていくことのおもしろさである。機能的な遊びともいえるものと捉え、さらに、その道具は先人が見出し、それを洗練させた見事な工夫と知恵に満ちていることから、その素晴らしさを子どもたちに伝え、気づかせることの大切さを強調するようになった。この頃から始まったのは、ナイフをつくる授業、鉄をつくる授業や丸太から板をつくる授業といった、道具や技術に人びとの知恵が詰まっていることを体験的に学ぶ取り組みだった。蚕を育てて糸を紡ぐ、綿を栽培し、つむで糸を紡ぐ、紙を漉くといったことも、それらのものができる過程を学び、理解していくとともに、先人の工夫や技の素晴らしさを実感することをねらっている。

教材としては、つくって遊べるものという視点を当初から大事にした。木の車を作ったら、走らせ、競争をする。子どもたちは橋を造ったりトンネルを造ったりして遊びを広げていく。風も遊びを広げるとともに夢をふくらませていった。また、かなり早い段階から大切にしてきたことが、それぞれの地域にある素材を使い、地域で使われ生かされているものを積極的に取り入れようとしてきたことである。藁でつくるお飾り、藁草履など。和紙づくりもそのような視点で取り組まれた。そして、もう一つの視点は役に立つものを作ることである。人の役に立つ、家で喜ばれるもの、求められているものをつくる、という作る目的を自分のためだけでなく周りの者にも広げ、社会的な広がりを持たせる取り組みも大事にしてきた。さらに問題となり続けたのが、作るものに子どもの発想、工夫をどう生かすか、ということだった。作るものをあらかじめ教師が定めてそのサンプルどおりに作らせるのか、子どもたちに考えさせるか、という問題である。子どもに考えさせるといっても、材料・形態は同一だが、模様は考えさせる、といったレベルから、材料は同一、作るものも指定するが、形や機能は各自でよいというレベル、作るものも考えさせる、材料さえ一人ひとりに選ばせるというレベルまで多種多様にある。そして、ただ考えさせればうまくいくというわけでもなく、それでは途方に暮れる子どもも現われる。また、基本的な道具の使用法・加工法を教えなければ、考えること、作ることもできない、という主張も出されてきた。

この分野での手労研での到達点は、たとえば、より速く、真っすぐ走る車を作る、といった課題を提起して、そのための工夫を引き出すといった、適切な課題を設定するということである（このような言葉かけはこれまでもなされていただろうが、意図的に行うことを授業展開の核におくことである）。つまり、これは、作ることに取り組む目的と関わる。ただ、工作をさせればよいということではなく、また、考えさせればよいということでもない。教師の側は、道具を使いこなす力、材料を加工する力を身につけさせるといったねらいを設けるかもしれないが、子どもの側がどのようなことを考え、目的として取り組んでいるかが問題となる。つまり、子どもが自分の中で意識的に取り組む課題を自覚することこそが必要なのである。その課題を自覚したときには、子どもは主体的に、まさに自分の問題として取り組んでいく。一定時間にどれだけの距離を走るか、という課題が捉えられたとき、どこに、どのような工夫をすればよいか、教師からの指示やアドバイスを待つのではなく、自らいろいろな可能性を考えて試行錯誤を繰り返すだろう。そのなかで新たな発見をしてい

く。子どもの中でこの自己運動がなされたとき、真の学びとなるといえる。その自己運動を引き起こすのは、適切な課題設定だといえる。

だが、こういった視点を加えるとしても、前提となるのは、モノに働きかけつくっていくことの楽しさを満喫できる教材を創り出していくことである。手労研はそういった教材づくりに力を注ぎ、10冊近い教材集を出版し、手づくり教材のブックレット50冊セットを3集まで世に出してきている。

4 手づくり・ものづくりの多様な展開

さて、1項で、手づくりやものづくりが必ずしも退潮しているとはいえないと述べた。それは、多様な形で展開されているからである。その一例は、鳥取県に見ることができる。手労研とともに活動してきている鳥取大学の土井康作さんは、1997年から、子どもたちを対象に「因幡の手づくりまつり」を組織し、昨年の第14回（2010年）は1,350名、第13回は2,000名、第12回は1,300名、第11回は1,600名、第10回は1,400名、第9回は1,200名が参加している。他学部や他大学の先生たちも巻き込み、多くの学生たちが組織的にかかわり、また、地域の職人さんたちも加わって作り上げてきている。最初は既存の施設を会場としていたが、近年は商店街の街路に展開し、地域ぐるみの街おこしの一翼を担っている。この運動が注目されるのは、これまで見られなかった取り組みに発展していることである。「ものづくり道場」を開いて、ものづくりのリーダーを育て、ものづくりの運動を盛り上げようというのである。

科学技術振興機構が、「地域の科学舎推進事業」として「地域科学技術理解増進活動推進事業」を行っており、それに応募し、「地域の科学技術理解ネットワーク構築とリーダー養成プログラム—ものづくり道場の創設—」が採用され、2008年度から3年間助成金が出されることになった。この事業の取り組みは、土井さん個人ではなく、鳥取大学が中心になって、県や市などの8自治体が連携し、加えて鳥取環境大学、鳥取短期大学、農業大学校、高等専門学校、研究所、技術センター、商店街振興組合、企業、科学館などの機関が参加して進めている。その数は46を数えるまでになっている。1年目は鳥取市での活動が中心だったが、2年目には県の西部の米子市でも活動を始め、さらには、中部の倉吉市での活動を始めた。まさに全県的な取り組みといえる。この「ものづくり道場」の総受講者は157人、複数の講座を受講しているのので、延べ人数は586人という。そして、実地演習も終えた修了者は105人に上る。なお、3年間で主催あるいは協賛した、子どもたち対象の手づくりまつり・教室の参加者は7,800人

に上るという。このものづくりリーダーの養成プログラムは、必修の「ものづくり基礎・指導法講座」と2講座を選択する「専門講座」からなり、実地演習を体験し、評価・講評を受けて講座終了が認定される。この専門講座には、電気系講座（8教材）/機械系講座（4教材）/化学・物理系講座（10教材）/生物系講座（10教材）/地場産業系講座（7教材）/伝統ものづくり系講座（4教材）が用意され、計43教材のテキストが完成している。テキストはカラー刷りの立派なもので、書き手はみな違うのに、統一した内容とスタイルになっている。最初の部分に基本的な知識や使用法を示し、作り方の順序とそれぞれの段階のポイントを一覧表で示している。これはインストラクションシートと呼ばれるものだが、大変よく工夫されている。シートに印刷すると、とにかく、そのとおりにやりなさいという雰囲気になるが、一番右に、「発問、質問」の欄を設け、どんなことに気づいたか、また、気づいてほしいか、といったことを投げかけ、作り手が主体的に取り組むことを促している。このテキストは今春出版される（ただし、白黒だという）。なお、道具・器具のレンタルができるよう、機材を拠点に備える、といった行き届いた取り組みとなっている。

このように、全県への広がりや、行政、教育機関、企業、商店街を巻き込んで継続的に進める手づくり・ものづくりの運動は、かつてないものといえるだろう。地域ぐるみで取り組んだときには、手づくり・ものづくりがうねりとなって子どもたちや人びとの間に浸透していくのだという典型的な姿を見ることができる。こういった手づくり・ものづくりの運動は、鳥取県一つにとどまっているわけではない。「くまもものづくりフェア」は熊本大学主催で2005年から始められ、2009年度には4市で5回（熊本市780名、天草市80名、山鹿市160名、人吉市100名、熊本市900名）開催され、今後も継続していくという。さらに、近年の動向として、文部科学省の研究開発指定校や教育特区の認定を受け、学習指導要領が定める枠をこえて、手づくり・ものづくりを教科目として取り入れて実践していることが注目される。三条市の小1から中1の「ものづくり科」、諏訪市の小中学校の「相手意識に立つものづくり科」、大田区の小・中一貫した「Technology Education」など、図画工作科の工作が「造形遊び」に傾斜しているなかでは注目に値する（なお、今回の学習指導要領の解説の中で、図工科工作が中学校の技術・家庭科の技術分野に関連することが明記されたことも注目される）。なお、40年の歴史を持つ私立和光小学校の「工作技術科」も健在であることはいうまでもない。（東京・和光学園）

玄米食から食農の結びを考える

向山 玉雄

1 はじめに

稲の育て方は学んだが、米のことは学ばなかった。米作りの苦労は学んだが、ご飯のことは学ばなかった。それが数十年も続いた。稲から精白米に一足飛びで、知ろうと気づくこともなかった。教科書検討などのときは、「重要なことで抜け落っている事項はないか」など、意識して注意深く検討したが、自分の中の知識大系の欠落を発見することは難しいことを、今さらながら感じている。合わせて、食と農が、農と食が、何で、どこで結びつかなければならないか、考えるようになった。単なる体験ではない学校教育では、さらなる研究の必要を感じている。

2 玄米食にいたるまで

2年ほど前から玄米食にしている。途中、発芽玄米なども試みたが、今ではすっかり100%の玄米食になっている。きっかけは、孫娘が幼児の頃にひどいアトピーで、いろいろ試みたが、結局は食生活の改善しかないということで、家族全員が玄米食を15年以上続け、克服したという事例を身近で見てきたからである。農薬に敏感に反応するので、無農薬栽培の玄米を農家と契約して直接購入している。よい医師との出会いもあったようだ。農薬も危険だが、家畜の飼育や魚の養殖にあたって、多くの抗生物質が使われていることも教えられたという。同じテーブルで食べる機会が年に何回かあるが、私の分だけ別に白米を炊くのはめんどろだな、と私も玄米食の実験をした。ところが、数回試みたが、すべて胃が痛んだりお腹に違和感が出たりして、うまくいかなかった。

一方で、「不耕起栽培」との出会いがあり、お米の成り立ちや栽培法による味や成分への微妙な変化に興味を引かれた。モミの構造を意識し、「糊粉層」に「うまみ」成分が集中しているのに、精米によって、それを捨ててきたこと

などを改めて認識した。理論がわかれば、実践の意欲は強くなる。数回の失敗の後、これ以上噛めないというほど噛んでみたところ、玄米の甘みが何とも美味しく感じられた。胃やお腹の調子も、なんと影響がなかった。なぜ突然食べられるようになったのか、よくわからない。たぶん、白米のときと同じく、数回噛むだけで飲み込んでいたのかもしれない。「発芽玄米」がよいというので食べてみたが、玄米100%のほうが自分にははるかに美味しく感じられた。

3 学校における稲と米の教育

日本人は、稲や米やご飯について、学校教育のなかでどのくらい学ぶ機会があるのだろうか。

稲については、小学校5年の社会科で集中して教えている。学習指導要領では、「(2) 我が国の農業や水産業について、次のことを調査したり地図や地球儀、資料などを活用したりして調べ、それらは国民の食料を確保する重要な役割を果たしていることや自然環境と深いかかわりをもって営まれていることを考えるようにする。

ア 様々な食料生産が国民の食生活を支えていること、食料の中には外国から輸入しているものがあること。

イ 我が国の主な食料生産物の分布や土地利用の特色など。

ウ 食料生産に従事している人々の工夫や努力、生産地と消費地を結ぶ運輸などの働き」、また、取り扱いについては「農業や水産業の盛んな地域の具体的事例を通して調べることとし、稲作のほか、野菜、果物、畜産物、水産物などの生産の中から一つを取り上げるものとする。」と規定している。

社会科は産業としての農水産業を学習する。これは非常に重要な内容であり、技術・家庭科の教師も、もっと注目すべきである。私の調査では、日本人の農業に対するイメージ形成は、小学校社会科で作られる。

同じ5年生の理科では、植物の発芽から開花・結実まで学習することになっていて、多くの学校で「バケツ稲」の栽培が行われている。学習指導要領では、「植物を育て、植物の発芽、成長及び結実の様子を調べ、植物の発芽、成長及び結実とその条件についての考えをもつことができるようにする。

ア 植物は、種子の中の養分を基にして発芽すること。

イ 植物の発芽には、水、空気及び温度が関係していること。

ウ 植物の成長には、日光や肥料などが関係していること。

エ 花にはおしべやめしべなどがあり、花粉がめしべの先に付くとめしべのもの

とが実になり、実の中に種子ができること。」と書かれている。

平成10年版の旧学習指導要領では、「内容の取扱い」で、「土を発芽の条件や成長の要因として扱わないこと」とあったが、新学習指導要領からはこの事項が削除された。したがって、「土」を「成長の要因」として考えてもよいことになる。

一方、米・ご飯の学習は、家庭科でしか行っていない。小学校の家庭科では、5年で「米飯及びみそ汁の調理ができること」とある。「できること」となれば、炊飯実習を伴うことになる。中学校の家庭科では、献立学習のなかでご飯が必要な場合には、炊飯は繰り返されているが、米について深める学習はない。もちろん、すべて「精白米」が前提になっている。

平成23年4月からは、小学校の教科書も新しくなるが、政権が変わった影響が社会科の教科書にどう出ているか、関心が高い。理科で「土」についての変更の影響がどう出てくるかも興味深い。

日本の農業にとって重要な稲の学習も、主食としての米の学習も少なすぎる。何よりも、体系的な配慮がない。また、稲から米、さらにご飯への橋渡しの配慮もない。稲からご飯へのつながりがなく、米は米、稲は稲である。稲からご飯へのつながりのある教育の充実を運動として起こさなければならない。

4 「命を丸ごといただく」という実感

作物として収穫された稲の外側のモミを除いた果実が玄米である。玄米は外側から果皮、種皮、糊粉層、胚乳と、4つの層が重なっていて、その一角に胚がついている。精白米は果皮、種皮、糊粉層の一部、胚を取り除いたもので、残った胚乳は「糖のかたまり」と表現する人がいるくらいである。

次に、玄米の各部の働きを概略する。

【果皮】玄米を構成するいちばん外側の黒褐色の堅い皮。

【種皮】フィルムのような薄い皮で胚や胚乳を包む。種子の水分や酸素の出入りを調節する。

【糊粉層】種皮と胚乳との間にある層で、蛋白質と脂肪からなる。イネが発芽するにあたって酵素を出す。酵素は胚乳と胚との境界を溶解し、胚が胚乳の養分を使えるようにする。また、胚乳の中のデンプンをブドウ糖に変えて、イネの成長に使えるようにする。

糊粉層の厚さは均一ではなく、コメの部分により違う。糊粉層はラテン語で「サビオ」と言い、「おいしい」という意味がある。

【胚乳】イネが炭素同化作用でつくったデンプンの貯蔵庫。細胞の間にある蛋白質により、おコメは半透明。

【胚】胚乳の一角にある胚盤に付着している。イネの生命のおおもと。芽と根のモトがあり、幼芽はすでに3葉まで分化している。蛋白質、脂肪、ビタミン、ミネラルなどイネの成長に必要な栄養分を多様に含む。

このように見てくると、精米の過程で除かれる、いわゆるヌカの部分には、ビタミン、ミネラル、食物繊維などが凝縮され、生命の根源ともいえる胚の部分には発芽時に必要な酵素なども含む。最近注目されている「ギャバ」は、抑制系の神経伝達物質として神経の興奮を抑えるという。また、血圧低下、動脈硬化防止、脳の血行をよくし、脳細胞の活性化に役立つ。生活習慣病予防にも有効にはたらくといわれている。発芽玄米に多いが、白米に発芽玄米を少し混ぜる食べ方なら、玄米100%のほうが食感も味もよい。また、白米食は血糖値の上昇が急激であるが、玄米は血糖値の上昇が緩やかである。

何をどう食べるかは人それぞれ自由であるが、知っていて選択するのと知らないで選ぶのとでは、大きな違いがある。

5 玄米の炊飯

最近では知人にも玄米食を推薦している。話を聞くと、過去に挑戦して途中で止めた人も多いことがわかった。最初の炊飯で失敗している人も多いようである。そこで、自己流だが自分の場合を紹介してみよう。

【洗い】お米を洗う。表面のゴミや汚れを取り除く。白米と違うのは「研ぐ」というのではない。白米の場合は、洗うと白濁のとき汁が出るが、これは「糊粉層」が少しずつ剥がれ落ちていく過程である。この部分はお米のうまみ成分があるところ。玄米の場合は、いちばん外側は「果皮」という硬い部分なので、研ぐ作業ではなく、洗うだけで、2回も洗い流せばきれいになる。

【浸水】玄米の外側の果皮は厚くて水分が浸透しにくい。そのため、長い時間浸水する。約3時間必要だ。時間をかけすぎる障害はないので、朝の炊飯には前夜にしかけておけばよい。

【水加減】お米の量の1.5倍ぐらいにしている。2合炊くとすると、1合カップ3杯入れる。

【炊飯】圧力なべの場合、最初は強火で加熱する。沸騰してきたら直ちに最低の火力にする。我が家の圧力なべは、昔風の重りがくるくる回転するタイプなので、回転を始めたなら、ガスレンジのレバーを最低にする。同時にタイマーを

セットする。15分で完全に火を止める。同時にタイマーを20分にセットする。

【蒸らし】蒸らしは約20分。

【保存】炊けたご飯を混ぜてオヒツに移す。できれば、木製のオヒツがよい。玄米の場合は、特に効用が大きい。

我が家の古い電気炊飯器にも玄米炊飯の機能がついていたので、試みた。1時間15分と、圧力なべの5倍も時間がかかった。味のほうもかなり差が出た。今の炊飯器には玄米炊飯用のものが出ていると聞いたが、まだ試していない。短時間で芯まで火を通すには、圧力なべの威力は大きいようだ。

玄米食には時間の余裕が必要で、これが弱点といえば弱点である。タイマーが必需品。15分で火を止める。忘れないためにタイマーが必要だ。また、食べるのに、よく噛まないとい味も消化も悪くなるので、食事に時間をかけなければならない。時間に追われる現代人には、工夫が必要かもしれない。

6 宮沢賢治の「雨ニモ負ケズ」

宮沢賢治の有名な「雨ニモ負ケズ」の一節にある「一日ニ玄米四合ト味噌ト少シノ野菜ヲタベ」（昭和6年作）は、「サウイウモノニワタシハナリタイ」で結ばれていて、願望を書いたもので、現実とは違うと一蹴する人もいる。しかし、玄米を食べるようになって、にわかに気になり出したのはなぜだろうか。「なぜ玄米なのだろうか」「なぜ4合なのか」「なぜ味噌なのか」「なぜ少しの野菜なのか」、考え始めると何一つ答えられない自分にもびっくりする。これらの問題を子どもに投げかけて、当時と今の食生活を考えてみるのもおもしろいのではないかと提案している。あれは詩の世界のことで、時代が違う、と反応は冷たい。しかし、授業だってこの程度のアソビ心はあってもよいのではないかと。

「玄米四合」という量については、かつて、文部省が国定教科書に載せるとき、多すぎるので3合に減らして掲載したという。1合150gとすると、約600gになる。現在の1日1人消費量約170gと比較すると多い。熱量に換算すると、2,100kcalにもなり、食べすぎになる。

宮沢賢治は、1896（明治29）年8月27日に生まれ、1933（昭和8）年9月21日、37歳で亡くなっている。岩手の農民を指導するかたわら、多くの文学作品を残し、今なお多くの読者を持っている人である。「雨ニモ負ケズ」は、昭和6年、賢治が亡くなる2年前に創られたもので、死後発見されている。私はこの時代の続きを生きてきたことになり、およその察しのつく時代である。昭和恐

慌といわれるほど不景気で、満州事変勃発など不安定な時代であった。農家でも、いわゆる白いご飯を食べることはほとんどなかった。量を増やすために、ムギ、アワ、キビ、コウリャン、サツマイモなどがいっぱい入ったご飯の連続だった。

賢治の食生活を少し調べてみた。賢治の家庭は比較的裕福だったと聞いている。ただ、22歳の頃から5年間は完全菜食主義だったという。宗教上の理由だったようだ。菜食については、「ビジテリアン大祭」という作品がある。賢治の実弟清六さんによれば、この頃の賢治の食事は、冷たい麦飯に納豆をかけたものだったり、漬物と麦飯のみだったという。そばがきも時おり食べていた、と話している。また、1918（大正7）年5月に知人に送った手紙には、「もし魚がうしろで見ていたらなんと思うだろうか」と食べられるものの身になって考えた言葉が綴られていたという。食については特別な想いを持っていたことがうかがえる。

昭和の初期当時はコメ中心の食生活だったが、玄米を食べていたわけではなかった。私の記憶では、「7分づき」とか「5分づき」という言葉をよく聞いたような気がする。当時の食事の例として、軍隊での例が取り上げられている。陸軍の食事規定では、1回の食事につき、主食として3食とも麦飯2合、副食として朝食は汁物（味噌汁・澄まし汁など）と漬物、昼食および夕食は、肉や魚を含んだ少量のおかず一品（献立例をあげると、「アジフライ一枚に塩ゆでキャベツ」と汁物および漬物であったと記録されている（学研・歴史群像シリーズ『帝国陸軍 戦場の衣食住』）。

毎食2合食べると1日6合食べることになり、賢治の詩に書かれた玄米4合を超える。賢治は少食を薦めていたのではないか、という人もいるとか。

いろいろ考えると際限がないが、賢治はこの程度の食事をみんなができるようになればよいと願望を書いたものか、または、自分の食生活の理想を書いたのだろうか。

〈関連参考文献〉

- 1) 向山玉雄「食と農と環境を結ぶ生物育成一命と民主主義を底流に」『技術教室』2009年11月号
- 2) 向山玉雄「生物育成の実践に環境と生命の視点を一稲・米・ご飯の一貫カリキュラムを」『技術教室』2010年7月号
- 3) 佐伯マオ『偉人・天才たちの食卓』徳間書店、1991年

（元奈良教育大学）

思いが通じたときと失敗したこと

藤木 勝

1 意欲の高揚の源泉はどこにあるか

(1) 先生、もうあとは自分でやる！

「技術・家庭科」の授業時間が週当たり3時間あったときのことである。厚さ21mmのムクの檜材を使って浴用腰掛けを製作した。座板と脚は三枚組継ぎ、貫は通しほぞ組であった。組継ぎとほぞの部分は組立て完了後に、鉋を使ってのいわゆる木口削りである。1mm前後飛び出ている木口を削って平らに仕上げるのである。鉋は毎時間後に手入れをしておいたが、木口削りであるから簡単ではない。それでも、夏の暑い時期、みんな汗びっしょりの作業をしていた。当然、欠席した生徒や遅れがちの生徒はいる。大きく遅れている生徒には、放課後に行うよう指示を出していた。そんなある日、並の遅れ程度ではない生徒の作業を手伝っていた。生徒に手伝わせながら貫を入れて組み立てる。緩いほぞには“くさび”を入れる。出っ張っている部分は切り取り、鉋削りで仕上げる。ここまではよいでしょう。

見ていると、鉋削りのときに材料の固定ができない。木工机に設置されている万力に材料の向きを考えればどのようにも固定できるのだが、それができない。まさしく手取り足取り、固定方法から木口の削り方まで、こちらはねじりはちまき、汗はボタボタと材料に落ちてくる。そんな状況のなか「ほら、こんなにつるつるに、指の腹で擦っても何も引っかからないように削れるよね。こうなると、先生、自分で全部やりたくなっちゃうんだな……」。もちろん、周囲にはうらやましげに見ている同じような生徒がいる。「みんな、先生にやってもらって……」という声も聞こえてきた。そのときである、「先生、もう自分で全部やる！」と、その生徒は、人が変わったようにバリバリ作業を続け、その日に完成させてしまったのである。その変わりようは、「先生にやってもらって……」という声に困ったものではないことは、明らかであった。

(2) 塗装は怖い！

選択で「技術」を選んできた生徒に、小テーブル（花台）を自由設計で作らせていた。最後は塗装である。もともと塗装の難しさは承知していたので、あまり必修の授業では実施していなかった。一度は本格的に市販家具に劣らず、顔が歪まずに写るような塗装にチャレンジしたいと考えていた。生徒には目標となる見本を示しておきたい。水性ニスを使って、何日もかけて10回（10層）くらい行ったと思う。刷毛の毛が1本でも残ると、それを針で取ることもした。傷になって残ると、悔しくて塗面を削り落とし、また塗るという繰り返しである。そんな塗装の体験を聞きながら、生徒も作業を行う。ときには、生徒の塗装を手伝う。ずるいもので、塗装の最終段階に近くなると、「手伝って！ 刷毛にこのくらい塗料をつければいいですか？」と生徒に聞かれても、絶対に私は手を出さなかった。最後の1刷毛がその作品のできばえを左右してしまうのだから。そんなとき、「怖いよ……」と、刷毛を持つ生徒の手が震えていた。心から納得できるものを仕上げる怖さを知ったのだと思う。

(3) ガーゼにくるんで持ってきたペン立て

木材加工で、何を焦点化して教えたいのか悩みはつきなかった。今では、何一枚板からすべてを経験しなくてもよいのではないかと、思っている。夏休みに「檜ブロックでペン立てを」の製作を課していたことが、数年間ある。

休みに入る前の最終授業で檜ブロックを配布。1箇所は底面となるので、平らのまま、他は好きな形に切って削り、磨くこと。最後に学校でペンを立てる穴を開けるという手順を説明した。そこでは、切り方・削り方を例示し、塗装でごまかしたいい加減な作品例を提示しておいた。家族みんなで作業してよいとした。これは、技術科での学習が家庭でも話題にのぼってほしいことと、光り輝く素材のよさをわかってほしいということからである。夏休みには技術室を数日間ほど開放して、作業ができるようにもした。

夏休みも終わって、最初に持ってきたペン立てのブロックは、実にさまざまであった。ひどくザラザラのものもあれば、照り輝いているものもある。輝いているものを持ってきた生徒には、どのようにして磨いたかをみんなに報告させた。報告には、祖父・祖母の知恵が入っていた。「糠で廊下を磨いたそうです……」という話もあった。スプーンの裏で擦ったという話もあった。これらの報告が効いたのではないかと思っているが、「あと1カ月、文化祭まで手を入れなさい」との余裕を与えられた彼らは、「負けられない、私のこんな磨き方はまだまだ……、自分ではこのくらいが限度かなと思っていたけれど……」

というように、気持ちをかき立てられ、時間さえあれば磨いていたのである。生徒は、やればやるほど光ってくることや、素材の持つ力に励まされていたのである。最終提出日には、多くの生徒がガーゼにくるんで作品を持ってきた。この実践の詳細は、本誌（2001年7月号他）に書いた。今、作品のいくつかは美術の教科書（美術1、開隆堂、平成22年発行など）にも掲載されている。

(4) トントンやるのがおもしろい

はるか昔、教科書にトタン板で作る“ちりとり”が題材として載っていた。ちりとりでは芸がないと思い、「書類整理箱」を製作していた。トタン板を切って、緑の折り返しをした後、4辺を曲げ、コーナーはアルミのリベットでかしめるのである。この製作要領は「実践資料12か月 中学技術の授業」（産業教育研究連盟編集、民衆社、1990）に詳しい。現在の教科書には載っていないことがらや、こうすればうまくいくコツなどが書かれている。

この“緑の折り返し”の授業時のこと、海外生活の長かった1年生の彼女は、日本語に不自由していた。たまたま、授業中、身体具合が悪いので、休み時間に保健室へ行った。養護教諭に「この熱ではすぐに帰りなさい。連絡を取ってあげるから」と帰宅を勧められた。ところが、中学校に入学してはじめて金属の板を切ったり曲げたりして箱を作るという作業に、特別の何かを感じていたのだろう。「トントンやるのがおもしろいから……」と、片言の日本語と手真似で、今やっていることを養護教諭に語ったとのこと。こうして技術室に戻った彼女は、緑の折り返し作業を続け、見事な緑の折り返しをしていたのである。個性にもよるだろうが、言葉に不自由していた生徒は、私の行う示範例を見ること・聞くことに優れていた。彼女の成長は顕著であった。

2 慣れたキット教材には注意が必要—私の失敗

(1) 異なるビニルコードだった

キット教材を新しく選ぶときは、誰でもカタログを調べ、試作もしていると思う。私は、「去年はよかったから、今年も同じで……」と、試作用を取り寄せることなく、延長コードの製作実習に入った。いつもやっているように、ビニルコードの被覆をニップで取り除き、芯線を数えさせようとした。その示範のときである。「ムム、いつもと違うぞ、芯線の本数が全く違う!」と、はじめて気づいたのである。その場は、“教科書の例とは違うね。このコードの許容電流は……。調べてみます”と取り繕ったのだ。

教科書には、芯線の本数と許容電流の例（あくまでも“例”なのである）が

表になって掲載されている。指導者の私がうっかりしていたと言えるのだが、キットのビニルコードも一般的なものではなかったのである。もともと、何mmのものが何本入っているビニルコードなのか、ちょっと調べてもわからなかった。教材会社に、早速、問い合わせたが、そのときは、会社も実態を把握していなかったようで、明快な回答は得られなかったし、添付されている説明書にも記載がなかった。確かに、何も知らなくてもキットそのものは組み立てることができるけれども、頭に入っている指導案を急遽変更しなければならないのは、経験者でも汗をかく。このように、「いつものキットを納品して……」と安易に注文するようなことをしないで、毎回試作する必要がある。たとえカタログ表記は同じであっても、納入業者も知らないうちに、キットの部材が変更されていることもあるからである。

(2) 親切すぎるキット教材もある

これも延長コードでのこと。テーブルタップ内にネオンランプと抵抗器をハンダづけで取りつけて回路学習とする計画で、前年と同じと見たキットを注文した。カタログをしっかりと見なかった私が悪かったのだが、すでにネオンランプと抵抗器は取り付けられていたのである。これに関わっては、交流100Vを使用する生徒用キット教材には、関係官庁から何らかの指示があったらしい。結果として、生徒の作業によるショートなどの部品破損はなくなったが、作業の失敗から学ぶことはなくなってしまった。他に、テーブルタップの本体カバーはビス・ナットでしっかりと締めて固定すればよいのだが、中にはタッピングネジで締めるものもある。このようにすれば圧倒的に製造コスト減になるだろうが、はじめての生徒にとってはタッピングネジによる締めつけは、馬鹿ネジを増やすようなもので、授業向けではないと思われる。

(3) 同じキット教材でも毎年同じではない

蒸気機関車「ベビーエレファント」でのこと。前車軸にスペーサーを入れ、左右の車輪を固定する作業をしていた。と、「スペーサーが入りません!!」の続出。調べると、ギヤセットの組立てでも同様であった。完全に作業ストップである。部品加工に関して、教材会社と下請とは何回か打ち合わせがあったようだが、黄銅製の正規寸法のスペーサーに代えて、少し小径のスペーサーが入っていたのである。当日のうちに合格品を納品し直してもらった。

これまで述べてきたように、要らない汗をかかないために、指導者も教材会社も協力して、毎回確実な部品チェックを行い、高品質を維持することが重要である。

(東京学芸大学非常勤講師)

学んでよかったと思える授業をめざして

金子 政彦

1 今までたびたび経験した自己嫌悪感

もう40年近く教壇に立って子どもたちを教えてきている私だが、「この授業展開のしかたはまずかった。やっぱり、この方法でやればよかった」「これはここまで指導すべきだった」などと、授業が終わってから思ったことがいくたびあったことか。そのようなときは、自分の力不足を感じて、自己嫌悪に陥ってしまう。このようなことは教師ならば誰でも経験することだと思うが、こうした場面を少しでも減らすためにはどうすればよいのか。

いつも感じるのであるが、教師は1時間の授業がたとえうまくいなくても、次に同じ内容の授業をやるとき、その反省を生かして行うことができる。ところが、生徒のほうは何回も同じ内容の授業を受けることはできない。そう思うと、可能な限り、失敗のない授業をしたいと考えている。では、授業で失敗を少なくするための方策は何か。私自身の体験にもとづいて、いくつか紹介したい。

2 何でも教えることの排除から始める

私は、教師になってはじめの数年間、必死で教材研究に取り組んでいた。生徒指導・部活動の指導・職員会議をはじめとする各種会議や校内研修の合間を縫って行うので、必ずしも十分な時間がとれたわけではなかった。そのようななかで、教科書とともに渡された教師用の指導書をはじめとして、難しい専門書から子ども向けの雑誌類に至るまで、授業内容に関係したことが載っているものならば何でも用意した。こうした資料をもとに授業を組み立て、必要なプリントを作成していた。その当時使っていた教材研究ノートやプリント類が今も残っている。それを見ると、「えっ、こんな細かいことまで教えていたのか」というようなものがいくつもある。

私は、若い頃は、授業前の教材研究で調べたことの大半を生徒に教えることが多かった。「なんだ、先生は私たちの質問にも満足に答えられないのか」と生徒たちに思われぬように、「先生はこのぐらいまで知っている」ということを生徒たちに示すため、授業では、生徒の先回りをして、枝葉末節的なことまで何でもかんでも教えていたようである。

こうした若い頃の失敗に懲りて、最近は、1時間の授業のなかで教えることをある程度絞り、それをいろいろな角度からさまざまな方法で繰り返し説明し、生徒への定着を図る手法に変えている。

3 教師でも知らないことがある

授業準備のために教材研究を進めていると、「えっ、そうだったのか。はじめて知った」「なるほど、そういうことなのか」と思うようなことが出てくることがある。その一例を紹介する。

エネルギー変換の授業で、製作の際に抵抗器やコンデンサなどの電子部品を使うことがある。使うからには、これらの部品の特徴や使用上の注意点などを説明しておく必要がある。ところが、現在使われている教科書には、こうした

カラー抵抗の抵抗値表示の読み方

抵抗器が小さすぎて、対抗器の表面に対抗値を記すだけの余裕がない場合、表面に色の帯をつけ、色のちがいで抵抗値を表示する方法をとっている。その場合の各色帯の意味は次のとおりである。

第1色帯と第2色帯：対抗値を表す

第3色帯：乗数

(抵抗値を表す数の後ろにつける0の数を表す)

第4色帯：抵抗値許容差

(抵抗値を読み取る際の対抗器の左右の区別をする目印と思ってよい)

抵抗器の抵抗値が色で表示されている場合の抵抗値の読み取り方は次のとおりである。

- ① 抵抗値を読み取る抵抗器を第4色帯(多くの場合、金色)が右側にくるように置く。
- ② 第1色帯および第2色帯の色を数字に置き換える。
- ③ 第1色帯と第2色帯の色を数字に置き換えた2桁の数の後ろに、第3色帯の色が表す数字の数だけ0をつける。
- ④ ここまでできた数に単位として Ω をつけ、目的の抵抗器の抵抗値とする。必要ならば、単位を換算して $k\Omega$ あるいは $M\Omega$ に直す。

図1 授業プリント(1)

事項はほとんど載っていない。そこで、プリント資料を作成することになる。

抵抗器について言えば、抵抗値のカラーコード表示について記述したプリントを用意しないと、製作に支障をきたす。このとき、図1に示すようなプリントを作成して説明をした。このプリントの作成の過程で、市販されているカラーコード表示された抵抗器の色の組み合わせは24とおりしかないということ

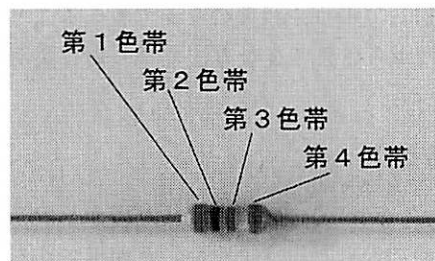


写真1 抵抗器の一例

を、そのときはじめて知った。どういふことなのか。

プリント基板などにハンダづけして使う抵抗器としてよく使われているのが小型の炭素皮膜抵抗器で、俗にカーボン抵抗とよばれ、抵抗値の誤差は5%程度のものが一般的である。このタイプの抵抗器はかなり小

色 名	第1色帯 第1数字	第2色帯 第2数字	第3色帯 乗 数	第4色帯 公称抵抗値許容差%
黒	0	0	1	—
茶	1	1	10^1	± 1
赤	2	2	10^2	± 2
橙	3	3	10^3	
黄	4	4	10^4	
緑	5	5	10^5	
青	6	6	10^6	
紫	7	7	10^7	
灰	8	8	10^8	
白	9	9	10^9	
金	—	—	0.1	± 5
銀			0.01	± 10
—			—	± 20

図2 カラーコード表

さいため、抵抗値はカラーコード表示されているのがふつうである。たとえば、写真1のような色をした抵抗器(橙、黒、赤、金)であれば、図2のカラーコード表から、 3000Ω 、つまり $3k\Omega$ ということがわかる。では、この色の組み合わせは無数にあるのかと

いうと、そうではない。一部の特注品を除き、抵抗器はJISやISOで規定されたE系列とよばれる等比数列刻みの抵抗値で生産されている。通常はE12系列(許容差10%、第4色帯の色が銀)かE24系列(許容差5%、第4色帯の色が金)がよく使われている。E24は「10 11 12 13 15 16 18 20 22 24 27 30 33 36 39 43 47 51 56 62 68 75 82 91を基数とする倍数値」である(E12の場合は下線を引いた数値となる)。したがって、抵抗値が $2k\Omega$ や $3k\Omega$ の抵抗器は市販されているが、 $4k\Omega$ や $5k\Omega$ の抵抗値の抵抗器は市販されていないということになる。

ここまで生徒に教える必要はないが、知っておいたうで指導にあたるに越したことはない。

4 気の配り方次第で授業中のケガは減らせる

技術・家庭料の授業では、実習はかなりの比重を占める。実習のなかでは、のこぎりやかんな・包丁などの刃物類から、ハンダごてやアイロンなどの熱を発生するものに至るまで、さまざまな道具や機械を使う。調理実習では火を使う場面が必ずといってよいほどある。当然、実習中にケガややけどをする場面も出てくる。まさにケガと隣り合わせで授業をやっているようなものである。保健体育の授業に次いでケガが多いそうで、技術・家庭料の授業にケガはつきものであるとも言えなくはない。

実習中に起きた生徒のケガに関して、今までに私が体験したものや私の身近で見聞きしたものをいくつかあげてみる。「のこぎりびきのとき、材料の固定が不十分だったため、手元がすべり、材料を押さえていた手の指を切ってしまった」「釘打ち作業時に、釘を押さえていた手をげんのうで思い切りたたいてしまった」「ハンダづけをしているとき、うっかり熱いまのこて先に触れてしまった」「包丁で里芋の皮をむいているとき、手元がすべって指を切ってしまった」「横着をして、鍋つかみを使わずに素手で鍋を持ってやけどをしてしまった」「足踏み式ミシンを使ってミシンがけの作業中、指先にミシン針を突き刺してしまった」。これらの事例はまだまだ序の口で、似たような場面はいくらでもある。こうしたケガが起こることは百も承知のうえだが、「どんなに立派な内容の授業をしていたとしても、実習時に生徒がケガをするような事故をおこしたらおしまいである」と、自らを戒めながら授業に取り組んでいる。

授業のはじめに、その日の授業で予想されるケガの場面をあらかじめ伝えて、生徒の注意を喚起することはたいがいされていると思う。それ以外に、道具や機械の点検をこまめに行うことで防げるケガも、たくさんあることを心得ておく必要がある。一例をあげてみる。本立ての製作実習で、げんのうを使って釘を打とうとして、げんのうを振り上げたとき、げんのうの先が抜けて飛んでいってしまった。さいわい、近くにいた生徒には当たらずにすんだが、一歩まちがえば、大ケガになるところであった。私はこの事例を耳にしたとき、ぞっとした。「どうしてこういうことがおきるのだ。ふだん、道具の点検はしていたのか」と思った。

授業で生徒にある教材を製作させようというとき、生徒が作るものと同じも

のを試作するはずである。そのとき、どのような工具類が必要で、製作時間がどのくらいか、生徒がどこでつまづきそうかなどということを調べると思う。このとき、あわせて、道具の点検もやっしまえばよい。たとえどんなに忙しくても、ここまでのことでは絶対に手を抜かないことが、事故を未然に防ぐ最良の道だと思う。

5 教科書の上手な活用が授業を引き立てる

自分の授業展開と教科書の記述内容がうまくかみ合わない。教科書に例示されている教材とは異なるものを製作させているので、教科書はあまり参考にならない。このような理由から、教科書をほとんど使わずに、自分で作成したプリント資料を教科書がわりに使って授業を進める教師がいる。私も、教科書をほとんど使わずに、自作のプリントだけで授業を進めていた時期がある。

自作プリントによる授業を続けていてしばらく経った頃、授業を受けている生徒にある変化が生まれてきていることに気づいた。手ぶらで授業に臨んでいる生徒が増えたということである。自作プリントに頼る授業の前は、ほとんど全員の生徒が教科書・ノート・筆記用具の3つは必ず持ってきていた。生徒のほうも、授業の持ち物については他教科と同じという感覚でいたと思う。それが自作プリント主体の授業になってからは、「教科書はどうせ使わないし、重たいから持ってくるのは邪魔くさい。授業内容は配られるプリントに書き込めばよいから、ノートも不要だ」ということで、筆記用具だけ持ってくる生徒が次第に増えてきた。それがさらにエスカレートして、「筆記用具は授業のときだけ友だちから借りれば済む」と決め込む生徒が出てきて、それに同調する生徒の数が多くなった。どうも、このようである。

その当時のことを振り返ってみると、自作プリントオンリーの授業は自己満足にすぎなかったのではないかという思いが強い。「教科書にはとうてい及ばないが、授業内容に合わせて作った会心のプリント資料だ」という思い込みが先に立ち、目の前にいる生徒の実態が見えていないのに気づかなかったようである。こうした過去の失敗に懲りて、現在は、授業には必ず教科書を持参するよう指導している。わざわざ持ってきて来させるからには、たとえわずかな時間でもよいから、授業の中で教科書を開く時間を確保すべきである。

教科書は限られたページに学習内容が要領よくまとめられており、その意味では大変有効な学習資料だと思う。これを活用しない手はない。授業内容とにらみ合わせ、教科書で不足している内容をプリント資料として手作りすればよ

い。現在の私はこのように考えて授業に臨んでいる。要は教科書をどう使うかである。その使い方の例を1つ紹介する。

金属の特徴について学ぶ学習場面を考えてみる。教科書の該当ページには、弾性・塑性・延性・展性についての説明が記述されている。これらの用語の説明に先立ち、「材料に外から力を加えると〇〇する」と板書し、この〇〇にあてはまる語句を考えさせる。この時点で答えがもうわかる生徒もいる。用意してある厚紙を両手で持ち、厚紙を軽く曲げたり元にもどしたりを繰り返してみると、答えがわかったという生徒がさらに増える。答えはわかったが自信のない生徒やまだ答えのわからない生徒のために、「〇〇にあてはまる言葉は教科書に載っているよ」と、該当ページを指定して、最後のヒントを与える。教科書で確認して自分の答えの正しさを確信した生徒は、満足げに〇〇の部分正しい言葉に書き換え始める。何人かの生徒を指名して答えを確認した後、〇〇の部分“変形”と書き直す。

6 自分で納得のいくまで教材研究する

今でこそ当たり前のようにパソコンを使いこなし、コンピュータについては何でも知っているという顔をして情報教育をしている私であるが、20年ほど前に学校にコンピュータが導入されたときは大変だった。当時はワープロ（日本語ワードプロセッサ）が全盛で、授業プリントや各種文書の作成に大活躍していた時代である。それまでコンピュータに関する学習は一切してきていないが、授業開始までにある程度の知識を身につけ、コンピュータを使いこなせるようにしなければならない。大げさな言い方かもしれないが、血のにじむような努力がそれから始まった。

学校教育でのコンピュータ使用に先立ち、職員研修用として2台のコンピュータが配備された。新しいソフトウェアを組み込むため、コンピュータ附属のマニュアル片手に操作を始めるが、うまくいかない。それもそのはずで、マニュアルに記載されているコンピュータ独特の用語が理解できない。やむなく、初心者向けのコンピュータ関係の書籍を何冊も購入して勉強を始めた。しばらくしてから、自前のコンピュータ（ノートパソコン）も購入した。その当時のコンピュータは、マウスの操作での作業が中心の現在のものとはちがひ、キーボードからのコマンド入力が主体のものであった。また、記録メディアは、今ではあまり使われなくなったフロッピーディスクであった。

勉強した甲斐があったか、使いたいソフトウェアを自分のノートパソコンに

自ら組み込み、パソコン内にあるCONFIG.SYSとAUTOEXEC.BATという2つのファイルを書き換えて（これらのファイルはテキストファイルなので、ワープロソフトを使えば簡単に書き換えられる）使えるまでになった。そうこうしているうちに、コンピュータを使つての授業が始まった。

何ごとでも、はじめてのものに挑戦するのにはかなりの勇気と努力がいるものである。しかし、意を決してやると決めたからには、とことんやるという気持ちが必要だと思う。私の場合はこのような心持ちで今まで取り組んできた。これからもその気持ちは変わらない。

7 授業を受ける子どもに最良と思われる授業をする

技術・家庭科には「技術分野」と「家庭分野」の2つの学習内容があり、それぞれの分野の免許状を所持する教師が授業をするのがふつうである。その教師は専任の場合もあれば、非常勤講師の場合もある。ところが、学校規模や学校事情により、家庭分野を技術科の教師が教えたり、逆に、技術分野を家庭科の教師が教えたりすることがある。現に、私の勤務校では、技術分野の一部を家庭科の教師が教えている。これは、学校規模や教師の持ち時間数の関係から、1つの学校に技術科あるいは家庭科のどちらかの教師しかいない場合もあるからである。

私も、家庭分野の指導をしたことが今までに何回かあるが、授業準備から成績評価に至るまで、大変な思いをした。専門外の学習内容を指導することになるうえ、わからない点に即座に答えてくれる教師が、そばにいないことがほとんどだからである。

私の場合は、家庭分野の授業をやらなければならないとわかったとき、「やるからには、子どもが学んでよかったと思える授業をやるぞ」と心に決めた。それからは必死で授業準備に取り組み、教材研究に明け暮れる日々がしばらく続いた。そのとき授業で使ったプリントが今も残っている。その一部を次ページ（図3、図4）に紹介する。

このプリントは調理実習の事前学習の際に配り、実習後に学習したことをまとめて提出させたときのものである。プリントには“実験”という表記があるが、ふつうの調理実習と何ら変わりはない。実習で何を作るかをあらかじめ生徒に伝えてから作る場合に“調理実習”という言葉を使い、実習が終わるまで何を作るかを生徒には一切伝えずに作り始めた場合に“調理実験”という言い方をしたまでである。できあがったものを見たり試食したりして見て、何がで

実験 1

テーマ:卵の熱凝固(その1)

月 日 実験

2年 組 番 名前

(1) 卵の栄養成分

卵には良質の[]と[]がたくさん含まれ、ビタミン[]を除いた各種のビタミンとリン・鉄などの[]も多く含まれている。
卵は、卵黄は[]と[]が、卵白は[]がおもな成分となっている。

(2) 卵の調理上の性質(全卵の場合)

卵は熱を加えると固まる性質(これを熱凝固性という)があり、卵白と卵黄ではそれぞれ固まる温度が異なる。

卵白は[]℃から固まり始め、[]℃前後で完全に固まる。卵黄は[]℃から固まり始め、[]℃で完全に固まる。

全卵を65~68℃の湯に長くつけておくと、卵黄が固まり、卵白がどろりとした卵ができあがる。これを[]卵]とよんでいる。

(3) 卵が熱によって固まる性質を利用した調理例(その1)

- 卵(全卵)を使い、しかも、卵以外のものを材料として使わない調理をあげてみなさい。
- 卵が熱によって固まる性質を利用した調理を実際に行ってみよう。

できあがった料理の名前

<材料と分量(4人分)>

だし汁	…… カップ 3	片栗粉	…… 小 2
卵	…… 1個	水	…… 小 4
みつば	…… 1/2束	塩	…… 小 3/4
にんじん	…… 1/5本	しょうゆ	…… 小 1/2

<つくり方>

- 具の下ごしらえをする。
みつば……水洗いし、水気を切ってから2~3cmの長さに切りそろえる
にんじん……せん切りにする
生しいたけ…柄を取って、せん切りにする
- ボールに卵を割り入れてほぐす。(あわだてないように)
- だし汁をつくる。
なべに6カップ分の水を入れ、沸騰させる。沸騰(沸騰までは強火、沸騰したら中火にする)したら、だしパックを入れ、3分間煮出す。煮出しが終ったら、火を止め、なべの中からだしパックを取り出す。
- だし汁3カップを火にかけ(火は中火)、にんじんと生しいたけを加えてあたためる。煮たったら、塩としょうゆで味を整える。味みをして、味加減を調節する。
- 再び煮たったら(火は中火)、汁をかき混ぜながら、水でといた片栗粉を回し入れる。
- 汁が煮たったら(火は中火)、割りほぐした卵を穴じゃくしをとおして回しながら全体に細く流し入れる。ふたをして、弱火で20秒くらいおき、ふたを取ってみつばを加え、いったん火を強め、すぐに火を消す。
- だし汁について
できたてのだし汁のかおりは? だし汁の色は? (水と比べてどうちがう?)
- 片栗粉のおもな成分は何? 片栗粉とコーンスターチとはどこがちがう?
- 調味料を入れてから片栗粉を入れるのはなぜ?
- 片栗粉を粉のまま使わずに、水でといてから入れるのはなぜ?
- だし汁が沸騰してから片栗粉を入れるのはなぜ?
- 実験を振り返って、わかったこと・気づいたこと・感想などをかきなさい。

図3 授業プリント (2)

実験 2

テーマ: 卵の熱凝固(その2)

月 日 実験

2年 組 番 名前

(1) 卵の調理上の性質(卵液の場合)

卵は、だし汁や牛乳でうすめても、加熱すると固まる。卵液の濃度はうすいほうがやわらかくなるが、限度をこえると固まりにくくなり、汁は分離しやすくなる。

卵液は、加熱温度が高すぎるとなめらかさがなくなり、口あたりが悪くなる。これを[]あるいは[]とよんでいる。

(2) 卵が熱によって固まる性質を利用した調理例(その2)

a. 卵(全卵)に他の食品を加えたり、卵(全卵)に水やだし汁・牛乳などを加えてうすめたりして、加熱調理したものをあげてみなさい。

b. 卵は、うすめても、加熱すると固まる性質を利用した調理を実際に行ってみよう。

できあがった料理の名前

<材料と分量(4人分)>

卵	…… 2個	みつば	…… $\frac{1}{2}$ 束
だし汁	…… カップ 2(卵の3倍)	にんじん	…… $\frac{1}{3}$ 本
塩	…… 小 $\frac{2}{3}$	生しいたけ	…… 1枚
しょうゆ	…… 小 $1\frac{1}{2}$		

<つくり方>

- ① ボールに卵を割ってほぐし、さまじだし汁を少しずつ加えてときのぼす。さらに、調味料を加えて混ぜ合わせる。
- ② 卵液をこし器をとおしてこす。
- ③ 具の下ごしらえをする。
みつば……水洗いし、水気を切ってから3cmくらいの長さに切る
にんじん……せん切りにする
生しいたけ…柄を取って、せん切りにする
- ④ 蒸し茶わんに具を入れ、卵液を注いでふたをする。
- ⑤ 具の入った茶わんを蒸気の上がつた蒸し器に入れ、強火で3分、中火で10分蒸す。このとき、蒸し器のふたは少しずらしておく。
- ⑥ 中央に竹ぐしをさしてみて、にごった汁が出なくなったら蒸しあがりである。みつばを散らして、1～2分蒸して、火を止める。
- (3) 卵どうふと茶わん蒸しとどこがちがう?
茶わん蒸しは火加減と蒸す時間に注意する。蒸す時間が長すぎるとすが入ったりする。
- (4) 実験を振り返って、わかったこと・気づいたこと・感想などをかきなさい。

図4 授業プリント (3)

きあがったのかは、だいたいの生徒がわかったようである。

8 まとめにかえて

ベテランといわれている教師には、その人なりの持ち味というものがある。こうした教師は、それまでに失敗に失敗を重ね、そのなかから自分に合うやり方を見つけ出し、授業で活用しているのに過ぎない。こうして培われてきた授業手法がその人の持ち味というものだと考える。したがって、経験の浅い教師がベテラン教師の授業をそのままねてやったからといって、授業が

失敗なくうまくできるというものではない。

経験の浅い教師は、機会を見つけて、経験豊富な教師の授業をなるべく見せてもらうのがよい。その場合も、ただ漫然と見るのではなく、その授業を見て何を学び取るのかをあらかじめ考えておいたうえで行う。これだけでもかなりちがうのではないか。授業見学がむずかしい場合には、授業案を教えてもらうだけでもやむを得ない。そうした授業のなかから自分に合いそうなものを選んで、まずはそのままやってみる。次に、それをもとに、やりやすいように自分流にアレンジしてみる。この繰り返しを続けることで、その人なりの持ち味が次第に形成されていくのではないか。

こうしてみると、経験の浅い教師が気軽に参加できる授業研究の場が多くあるとよいと思うことしきりである。 (神奈川・鎌倉市立大船中学校)

イラスト版 子どもの技術

子どもとマスターするものづくり25のわざとこつ

金子政彦・沼口博 監修 1,680円(税込み) 合同出版

子どもたちは、自然に働きかけ、ものを作り出すことで五感を発達させ、豊かな感性を身につけていきます。と同時に、完成させたという満足感や充実感も実感します。

誰にでもできる、比較的簡単な木材や金属の加工について取り上げ、現場の教師たちが、子どもに伝えたいものづくりの技術や身近な道具の使い方を知りやすく説明しています。

〈投稿のお願い〉

読者のみなさんの実践記録、研究論文、自由な意見、感想などを遠慮なくお寄せください。採否は編集部にてさせていただきます。採用の場合は規定の薄謝をお送りします。

原稿は、ワープロソフトで1ページが35字×33行で、6ページ前後の偶数でお願いします。自由な意見は1ないし2ページです。

送り先 〒247-0008 横浜市栄区本郷台5-19-13 金子政彦方

「技術教室」編集部宛 電話045-895-0241

特集▶ 技術・家庭科の学習とものづくり

技術・家庭科担当教師の切なる願い

北海道郡部の技術教育・家庭科教育の現実

内糸 俊男

1 技術科教師は何でも屋さん??

技術科19年、家庭科16年、美術12年、数学6年、社会2年、国語2年、理科2年。これは私がこれまで授業を担当した経験のある教科とその年数である。ちなみに、これらにはチームティーチングを行っている授業にサブの教師として入っている授業は一切含まれていない。なお、私の教師経験は、平成22年度末で19年である。私の所有教員免許は技術科と工業、それに、特別支援で、技術科以外の教科はすべて免許外担当である。

こうになってしまう背景には、学校規模の問題がある。今、私の勤務校は1学年1学級で、全校で3学級の中学校である。この学級数の場合、配置される職員は校長1名、教頭1名、教諭7名、養護教諭1名、事務職員1名で、このうち教科担当をしている職員は教諭の7名である。7名で9教科の担当をするとなると、1人1教科で足りないのは当たり前である。複数の教科を担当する教諭が7名の中にいなければならない（9教科とはいえ、技術科と家庭科は別免許なので、各教科の免許所有者10名が必要であることは言うまでもない）。また、中学校は教科担任制で、各教科の指導はその教科の教員免許所有者が行うこととなっている。話をまとめると、各学年1クラスの中学校では、7名の教諭の中にうまく具合に複数教科の教員免許を所有している人がいなければならないということである。北海道郡部の学校では、現実問題として、ほぼすべての学校ですべての教科の免許所有者が揃っていない。具体的に言えば、教職19年の私は美術の教員がいる学校に勤めたことがない、といったことが現実としてある。「免許所有者が教えるために、非常勤講師に担当してもらえばよいのではないか?」という考えもあるが、これもまた郡部では無理な話である。そもそも、通勤できる範囲内に免許所有者がいないのである。定年退職した教員は、その多くが都会へと移住する。交通の便や医療のことなどを考えれ

ば、そうした選択も十分に共感できる。蛇足になるが、ここ江差では、数年前から出産ができる病院にかかるには、車で1時間半ほどかけて峠一つ越えていかなければならない。こういうわけで、郡部には多くの免許外教科担当者が存在する。

2 11年前の悩み—道具と機械

以下に紹介するのは、私が11年前に参加した教育研究集会に持ち込んだレポートの一部である。

実習題材の選定で、もう一つ重要な条件があった。それは「使用する工具が学校にあるもの」というものだった。北檜山中は、私が来るまで技術科を数名の教員で学年ごとに分担していた。今でも檜山管内のほとんどの学校には技術科の免許を持った教師がいないので、同じ状態は続いていると言える。

ちなみに、管内に24の中学校が存在する。この学校数に対して、技術科の免許を持った教師（職業の免許も含んで）は23人いる。ところが、そのうちの13人は小学校に在籍している。すなわち、小学校の免許も持っている人が23人中13人である。中学校には10人いるわけだが、そのうち4人は管理職である。残り6人のうち、1人は組合専従で学校を離れている。24の中学校があるが、そのうち5校にしか技術科免許を持った教師がいないのである。この5人の中で私のように技術や職業、あるいは工業の免許しか持っていない人が3人（この中に組合専従の人が1人）。

技術の免許以外の免許を持っている場合、他教科の免許でやっていこうと考えている人のほうが多いのではないかと思う。小学校の免許があれば小学校で、理科や社会など他の免許があればそちらを第一として考えるのである。「自分は理科の教師ですが、技術科も持てますよ」といった感じだ。当然のことだが、私のように技術科の免許しか持たない者は技術科でやっていくしかない。町単位の教科ごとのサークル活動などの場面で、技術・家庭科サークルに入ることを希望する。ところが、他の免許状もある人は人数が少なく活気のない技術・家庭科のサークルに入るよりも、他の教科のサークルに入ってしまう傾向が強い。結局、どういうことになるかというと、町単位の教科ごとのサークルで技術・家庭科のサークルが存在する町が数えるほどになってしまっている。ちなみに、私の中学校のある北檜山町には技術・家庭科サークルが存在こそしているが、2名で活動している。もう1人は家庭科教師である。したがって、日常の教材研究に関する情報交流が進みにくい。檜山管内では、過疎化の

影響もあって、各学校の規模が小さい。各学年2学級、特殊学級1学級、計7学級、生徒数160人の北檜山中学校ですら、管内では大規模校なのである。この大規模校でも、仮に私が免許を持っている技術科の授業しか持たなかったとすると、週に6時間しか持たないことになる（実際は技術科と家庭科で12時間、選択技術で1時間、学級活動と道徳で2時間の合計15時間。これでも一番少ない時数で他の先生方には申し訳ないと感じることもある）。これでは、他教科を持っている先生との持ち時間数の差が激しすぎる。

そんなわけで、教員になって以来8年間続けて免許外教科を担当しているのである。1年目は数学と家庭科、2年目から4年目にかけては美術と家庭科、現在は家庭科を免許外で担当している。家庭科を免許外で持っている、不思議なことに他教科の先生方からすると免許教科を持っているように見えるようだ。技術科と家庭科の免許が別のものであることを理解していない人も多い。この免許法の問題やこれから先ますます差が大きくなる持ち時間数差の問題が解決されるには、まだまだ時間がかかるであろう。私が免許外教科担当から離れることができる日は来るのだろうか。

ちょっと本題からはずれてきたが、檜山管内に今でも普通に見られる技術・家庭科領域別分業体制が大きく影響しているのかは定かではないが、工具などの備品が悲惨な状態だった。そのため、実習題材を選ぶうえで「使用する工具が学校にあるもの」という条件は欠かせなかった。まともに使えるのこぎりが数本、ペンチも5～6個などという状況だったのである。8年かかって工具とか、私の授業ネタもほんの少しずつ充実してきたのだが、8年の実践のなかでずっと扱い続けてきた実習題材がある。それが「テーブルタップ（延長コード）」である。このテーブルタップの授業での扱い方の変遷をみると、「本当に大切にしなければならない実習題材選定の視点」が見えてくるような気がする。テーブルタップは、やり方によっては1時間で作り終わってしまうような題材である。「時間がかかるもの」という条件には全く当てはまらないが、「使用工具がある程度学校にある」という条件と「価格が安い」というのが、当時の私がこの題材を選んだ決め手だった。

このレポートを書いてからほぼ10年。今では檜山管内の中学校数は13校になっている。10年でほぼ半分で、「道具と機械」の問題も変わらない。これまでの授業時数削減の流れのなかで、実習題材は私自身が中学生だった頃と比較すると簡単なものになっている。旋盤や角ノミ盤などのように、以前は使用していたが最近是用いない工作機械もあるが、ボール盤、糸のこ盤など現在も活

躍している工作機械も多い。郡部では、技術科の授業担当者は教員間の授業時数あわせの結果、決定する、いわゆる調整弁のような状況になっているので、こうした工作機械や工具のメンテナンスもひどい状況になっている。

私の免許外担当は延々と続いている。北海道の中学校のうち、技術科はほぼ6割、家庭科ではほぼ7割の学校で教科担任許可書が発行され、免許外の方が担当している。もはや郡部だけの話ではなくなっている。都市部の函館市内においても、技術科の免許を持った教員しかいない学校、家庭科免許を持った教員しかいない学校が出てきている。市内28校中、技術科、家庭科ともに免許所有者が揃っている学校は4校のみである。

3 現場の奮闘と今後の課題

免許外担当や道具や機械の整備状況について北海道郡部の現状を紹介してきた。これらの問題は、教師や学校がそうなることに対して何の対処もせず見過ごしてきたというわけではない。むしろ、厳しい状況のなかで、よりよい技術教育・家庭科教育を行うために精一杯の努力を重ねてきている。そのような具体的な例として、函館市内の中学校に技術科の教師として勤務されている小田桐智氏が、本誌2011年1月号で免許外担当者を対象とした実技講習会「道南ものづくり塾」について紹介している。

私の周辺では、免許外担当者が積極的に研究サークルに参加している例もある。私の勤務校のある道南の江差町では、かつて町単独で教育研究協議会を組織し、各教科ごとにサークルを構成して研究・研修活動を進めてきたが、学校数の減少に伴い、町単独での活動継続が困難となり、隣町の上ノ国町、厚沢部町で1つの教育研究協議会を組織し、活動を進めるようになり8年になる。私はこの南部三町教育研究会の技術・家庭科サークルに8年間通して所属している。この間、毎年、免許外担当者がサークル活動に参加している。参加の形態はサークルそのものの構成員となって1年間、活動をとにもする場合と、技術・家庭科サークル主催の講習会に参加し、研修される場合とにわかれるが、いずれも免許外で担当している技術科の授業、家庭科の授業を少しでも魅力的なものにしたい、子どもたちに目を輝かせながら技術・家庭科を学んでほしいといった願いがこうした活動の活性化につながっていると言える。もちろん、このような現場の奮闘だけで、これまで紹介してきたような課題が解決されるわけではない。子どもたちが技術・家庭科を学ぶことにどのような意味があるのか、技術・家庭科で何が育つのかといったことを広く一般の大人たちに発信していかなければ状況は改善できない。（北海道・江差町立江江北中学校）

安心して失敗や間違いができる授業を

飯田 朗

1 失敗を恐れる子どもたち

2009年度までの5年間、特別支援学級（通級）の勤務で、ほぼマンツーマンといえる授業をしていたが、2010年度から、通常学級へ転勤した。ひさびさに40名近い生徒の授業を受け持ち、戸惑うことが多かった。

通級学級に通う生徒のほとんどがそうだったように、失敗や間違いを恐れる子どもたちが多いことは予想していたが、これほどとは思わなかった。たとえば、授業の冒頭、作業の説明をした後、「えー、意味わかんない」と大声をあげ、その後すかさず「ねえーっ!」と周りに同意を求める生徒が数名いて、困らされた。そのときは、よりわかりやすい説明を試みたが、その後も同様の場面が何度かあり、他の生徒が作業を始めても、「わかんない」「できない」の繰り返しだった。

自己肯定観が低い青少年が多いというが、他人より劣っている自分を見せたくないために、「できないのは、教師が悪いから」と宣言しているように思えてきた。それならば、失敗してもよい、間違えても安心な授業を組み立てたらどうかと考えた。

2 考える授業の実際

年度当初の区内の技術科部会で、私が授業研究をすることになっていたの
で、前記の理由とあわせて、若手教員への問題提起として、生徒が協同で考
える授業を試みたものである。この実践では、中・高の協力という形で、専門家
である工業高校電気科の先生に専門的な話を生徒にさせていただくと同時に、授
業研究の講師と助言をお願いした。

〈主題設定理由と指導目標〉

電気コードの名称としくみや接続方法などは教科書に載っているが、電気コ

ードはなぜ単線ではなく撚り線（芯線が数十本）が使われているのかの説明はない。法律で決められていることは教科書をよく読めばわかるが、それだけだろうか。こうした単純な疑問を生徒に投げかけ、生徒同士で意見を交換しながら、生活に生かされている技術について学ばせたいと考えた。あわせて、電流は

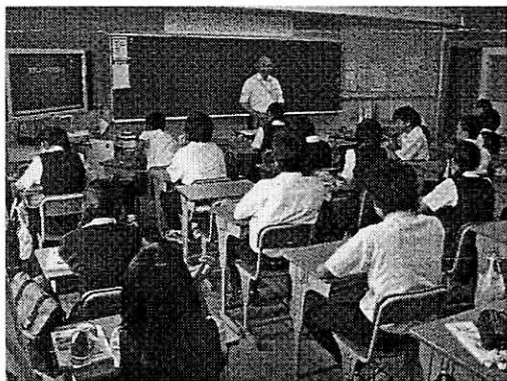


写真1 普通教室での授業

「電気の流れ」と頭で理解しているだけの生徒に、電気コード（特に、芯線）を観察することで、電子がこんなにも細い線の中を流れているということを実感してもらえることも期待している。

また、道徳的観点、言語活動、生活指導的側面からの指導目標を以下のように考えてみた。

主題：電気コードのしくみ、副主題：協同学習をととして学ぶ楽しさを知る。

技能的観点：工具を正しく使える、道徳的観点：「違い」を認めあえる。

言語活動：①自分の考えを発表でき、他人の考えを聞くことができる。

②討論ができ、班の意見をまとめることができる。

生活指導的側面：主体的に参加でき、班員と協同できる。

①1つのテーマで協同の作業や討議を進め、自分と違う考えを持つ人があることを認め合える。

②司会や記録係を決めて、平等の立場で討論ができ、代表が発表できる。

〈授業の実際〉

事前の学習：5月11日、①電気コードを切断する（ニッパ使用）。②芯線の本数を予想する。③皮膜をむいて、実際に本数を数える。④ワークシートに記入する。

本時の学習：9月15日、午後2時45分授業開始。

実施クラス：2年〇〇組33名、生活班がこの授業だけの司会、記録、発表の3つの係を分担。

協同の授業：準備するものは家庭用電気コード（芯線50本のもの）で、作

業としては、①電気コード(20cm)をニッパで半分に分ける。②芯線の本数を予想し、班ごとに発表する。③電気コードの両端の皮膜をむいて、実際に本数を数える(班ごとに手順を考える)。④数えた本数を班ごとに発表する。

質問:「なぜ、同じ断面積の細い銅線(芯線)を50本も使っているのか」。

班ごとに考える:ワークシートは記録係が発言者とその内容を記入する。内容としては、①同じようなコードはどんなところで使われているか、②心線を太くして、本数が少ないほうが作りやすくないか。あるいは、同じ断面積の1本の導線でもよいのではないか、③太い銅線と比べてどんなことが長所か、④班の統一見解をまとめる。

発表:用紙にまとめたものを掲示して発表する。時間があれば、質疑応答ならびに意見交換を行う。

指導・講評:〇〇工業高校〇〇先生

授業シナリオ:以下のように、授業シナリオを作成した。実際にはこのとおりにはいかなかった部分もあるし、アドリブもあったが、作成当初のまま記す(以下の部分で、Tは教師を表わす)。

T:こんにちは。今日は、5月に1回授業をした電気コードについての学習を深めます。覚えていますか?これが、そのときに提出してもらった記録用紙です。もう忘れたという人もいるでしょう。また、今日がはじめての人もいますので、改めて説明をします。ここにあるのは、家庭用の電気コードです。このコードの中には、髪の毛くらいの細い線が何本も入っています。この細い銅線を芯線といいます。

T:さて、ここで問題です(電子黒板にパワーポイントのスライドを出す)。

- ①この芯線の本数を予想してもらいます。5月にも同じことをしましたが、今回は、班ごとに作業をしてもらいます。生活班にわかれてください。
- ②作業を始める前に係を決めてもらいますので、この用紙(役割分担が記載されている)を持って行ってください。
- ③生活班の班長さんはそのまま、司会・記録・発表を決めてください。
- ④時間は1分です(ジャンケンでもよいです)。
- ⑤班長さんは電気コードと記録用紙を持って行ってください。
- ⑥準備ができれば、芯線の本数を予想してください。時間は1分です。

(1分経過後)

T:はい、1分たちました。記録係の人は予想本数を用紙に大きく書いてください。それを発表係さんが、前の黒板に貼ってください(班ごとに黒板に

揭示)。

①だいたい予想がわかれま
したね。ほとんどの班
が、〇〇本くらいと予
想しましたね。

②それでは、予想があっ
ているか、実際に確か
めてみましょう。

③班で協力して、電気コ
ードの被覆を取って、
芯線の本数を数えてみて
ください。

④班長さんは、ニッパを取りに来てください。

⑤ニッパの使い方は覚えていますよね。刃と刃の間の丸い穴のようなこ
ろでコードを挟んで、被覆を取ってください。

⑥準備ができれば、始めてください。作業時間は3分間です。

(3分経過後)

T: ①はい、3分たちました。班ごとに、実際の本数をさっきの記録用紙に上
書きしてください。

②予想と一致した班は、〇〇班でした。やったね。

T: はい。次に、いよいよ今日の本題です。

①この電気コードは、今確かめたように、50本もの細い芯線を束ねて作
られています。皆さん
は疑問に思いませんか？

(間)

わざわざ50本も細い線を作
って束ねるよりも、もう少し
太い芯線を20本束ねるとか、
もっと太いもの1本にすると
かのほうが、電気コードを作
るときに簡単で、しかも安上
がりに作れると思うのだけ

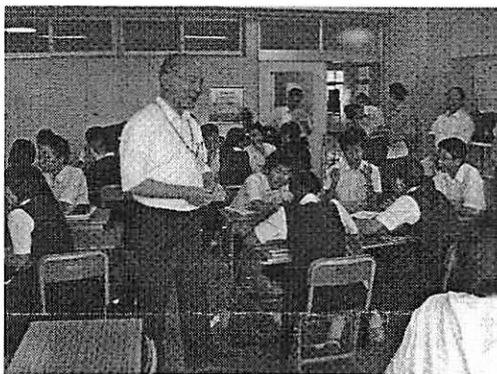


写真2 班ごとに作業



写真3 「何本ある？」—芯線の本数を数える

ど、それなのに、どうして50本も芯線を束ねて使うのか、疑問に思いませんか？

②さて、ここで新たな問題です。なぜ、家庭用電気コードは芯線をたくさん束ねて（この場合は50本ですね）いるのでしょうか？ 班で相談して、考えをまとめてください。時間は3分です。記録係の人は、記録用紙をもらって、そこに記入してください。

（3分経過後）

T：①はい、3分たちました。班ごとに発表してもらいます。発表係は報告用紙を持って前に来ててください。1班からお願いします。

（各班ごとに20～60本くらいの数字が発表された後）

T：①ありがとう。1班と同じ考えの班は班長が手をあげてください。

②それでは、違う意見の班に発表してもらいましょう。〇〇班。

③ありがとう。〇〇班と同じ考えの班は班長が手をあげてください。時間がない場合は、他の意見の班もあると思いますので、それぞれの意見を書いた用紙を発表係が黒板に貼ってください。

④いろいろな意見が出ました。はたして、正解はあるのでしょうか？ さて、答えは？

（間）

T：実は、今日は電気の専門家をスペシャルゲストとして呼び出していますので、解説をお願いしたいと思います。〇〇工業高校電気科の〇〇先生です。よろしくお願いします。

この後は、この件について、電気の専門家の立場から解説をしていただきます。

（以下、省略）

3 集中度の高かった授業

この授業では、「授業では間違ってもいいんだよ」「自分の頭で考えてみよう」「隣近所の人と協力し合おう」「失敗してもいいから」と、生徒に言いながら授業を進めた。今回の授業では、電気コードは何本も予備を用意しておいたので、切りすぎた生徒にはすぐに違うものを手渡すことができた。

芯線の本数を予想するときには、個人だと発表しながらないが、班ごとの予想だと気軽に発言するし、発表した生徒も自分だけの責任ではないので安心していった。そして、芯線を50本も束ねている理由についての発表の場合も同様で

あった。さらに、その後の専門家の説明は、集中して聞いていた。

自画自賛ではあるが、このときは集中度の高い授業ができたと自負しているし、この後、このクラスの生徒との親密度が増したように思う。

4 手と頭を鍛える授業

生徒は、技術科の授業とは「何かモノを作る」「コンピュータを操作する」ことなどと受け取ってはいないだろうか。若い教師の中には、技術科の授業は「設計図を見て、決められたモノを作ることができる技術を身につければよい」と考えている人もいよう。そして、授業展開については、いかに「教師の言うとおりに生徒が動く」かが重要だと考える教師も多くなったように思う。

私は、技術科は「脳と手を鍛える教科」だと、生徒には説明している。同時に、手を鍛えることは、脳を鍛えることでもあると考えている。また、教育課程はそれぞれの学校が作るものであり、教科の年間指導計画や授業内容も、それぞれの教師が作り出すのが基本だと考えている。

今回の授業は私のオリジナルとは言えず、他の教科の授業実践から学んだことも取り入れている。それでも、「このように、普通教室でも技術科の授業ができるんですね」という感想を他校の教師から聞いて、問題提起になったと自負している。

5 「道徳」と教科との関連

最後に、新学習指導要領では、「道徳」が非常に重要な位置に置かれていることについて、一言触れておきたい。

今回の学習指導要領の改訂で、全教科の年間指導計画の中に、道徳的観点を入れなくてはならなくなった。技術科では、しばらく選択扱いだった「栽培」が、「生命の尊重」と「人間の力を超えた崇高なもの」を教えるために「生物育成」という形で必修になったのではないだろうか。

教師の多くは、取り立てて授業のなかで「道徳」を意識せずに、必要に応じて協力・団結・安全・平等、そして、差別の禁止などを教えてきたのではないだろうか。今回の学習指導（案）では、「道徳的観点」を入れているが、それは「道徳」のために取ってつけたような授業をする必要がないことを言いたかったからである。しかし、新年度から新学習指導要領の全面展開がなされているだけに、「道徳」と教科の授業との関連については、さらに研究を深める必要があると思う。

(東京・荒川区立第九中学校)

特集▶技術・家庭科の学習とものづくり

職人の技から学んだ杉のミニ箆筒づくり

選択技術で日本の伝統工芸に挑戦

岡田 孝一郎

1 14年間の実践から生まれた「杉の箆筒」

かつて、杉板を使った「引き出しつき本棚」の製作実践を本誌で紹介したことがあります。杉板の粗面を自動かんな盤などで削ったときの“木の匂い”が子どもたちにとって驚きであり、木材に対する新鮮な思いとなって現われていたのが強く印象に残っていると、そこに記しました。この実践を報告するかなり前、夏の全国大会（技術教育研究会主催、確か、京都市内聖護院の御殿荘で開催）で学んだことを生かして、東京都新宿区立淀橋第二中学校で行ったものを報告したものでした。

さて、定年退職後の14年間、非常勤講師として中学校に勤め、選択の技術を担当しています。取り上げる教材は図1に示すような「ミニ箆筒」です。昨年度（平成22年度）も、東京都渋谷区立鉢山中学校の3年生とともに取り組みました。

2 授業での新たな生徒との出会い

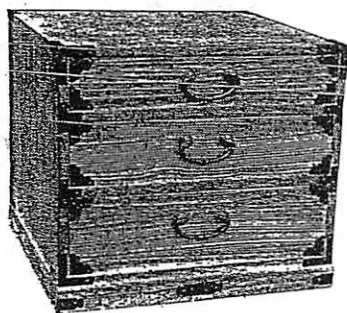


図1 ミニ箆筒

新学期の4月には、選択教科のオリエンテーションがあります。このオリエンテーションの場では、ミニ箆筒の写真とともに完成品も提示します。“ものづくりは人類の永遠の営みである”ということと、この作品は焼杉で作るということを話し、さらに材料費2000円でできあがるということも説明でつけ加えると、生徒たちのほうから「えっ!」という声があがり、完成品の箆筒に見入ります。女子生徒も大いに選択

してほしいということを最後につけ加えておくのを忘れないようにします。

3 製作図をかくことから始める授業

最初の授業で、まず本体部分の図2をかかせ、次に、図3の製作図をかかせます。次の2回目の授業で、厚さ14mm、幅150mm、長さ1900mmの杉板が搬入されるので、1枚を2人で分け合います。粗面を自動かんな盤で荒削りすると、「いい匂い」という声が起こるとともに、木材加工における工作機械にも強い興味を示します。両面を削ったところで、板の側面にあたる木口と木端の部分の名称を説明します。

次は、木工具の華、「かんな」の刃の調整です。刃の出し方の目安は、「髪の毛1本分」、つまり、

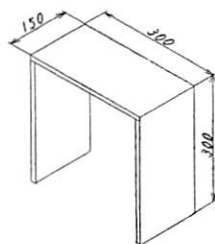


図2 製作図 (1)

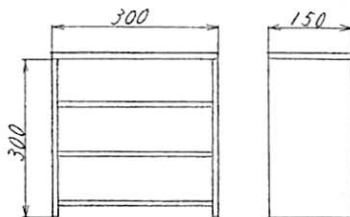


図3 製作図 (2)

0.1mm以上出さないようにということを強調します。当然、平面の目（板目）から“さか目”や“ならい目”にも注目させます。

図2および図3の製作図から、長さ900mmの板を300mmに3分割します。この部分の切断には胴つきのこぎり、パネルソーやゼットソーなどによばれる精密のこぎりを使わせます。切りしろとして2～3mmを取ることはしないで、けがき線で切断し、3枚中2枚そろったものを側板とし、残りを天板と決めさせます。

4 木材の科学も教える

組み立てに入る前に、「木材の性質」（木材の科学）を学ばせます。なかでも、「木表と木裏」に最も注目させます。一般に、箱づくりでは、「木裏」を外側に向けるという定説がありますが、実際に検証します。板面にぬれ雑巾を押し当て、30分経過後にどう変形したかを見ます。これで杉板が生きていることが実感できます。最近は木材加工の材料として集成材などを利用することが多くなったので、この大切な科学が欠落しがちではないかと思ひます。無垢材

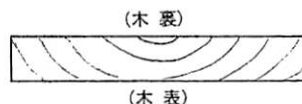


図4 木表と木裏

を建築材として使うのは贅沢とされる今日、無垢の杉板を使うことで「木材の科学」の真髄に迫ることができると、自信をもって言えます。

5 “引き出し”の前面板が先—はたがねの出番

本体（図2および図3）ができた頃合いを見計らい、厚さ15mm、幅90mm、長さ1900mmのぬき板を搬入し、各自で引き出しの前板を作ります。前面の板は引き出しの顔ともなる部分です。最初に、教師のほうで、丸のこ盤（できればチップソーがよい）を使って、底板（厚さ2.7mmのベニヤ板使用）のはめ込み用として、板厚の1/3くらいの深さに溝切りをしてやるのがよいでしょう。

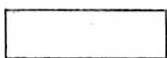
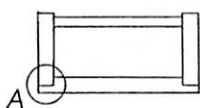
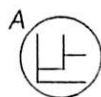


図5 製作図 (3)

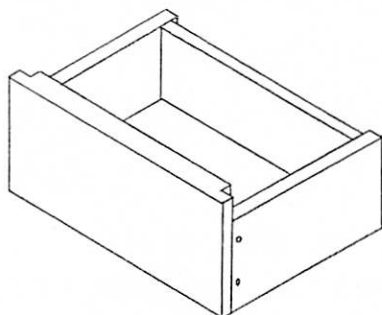


図6 製作図 (4)

う。引き出しの底面を一定にするため、引き出し部の溝は端から10mmくらいで、すべて同じにすることです。

図5および図

6に示すよう

に、釘による接合の効果を考え、引き出しの側板と前面板の接合は原則として図5のA部のようにすることを強調します。前面側からの釘打ちは絶対やらないように、くどいほど説明します。したがって、図5のA部の“相欠き”は、これも教師が丸のこ盤でプレカットしてやるのが鉄則です。プレカットが待てない生徒は、胴つきのこぎりなどで切断するのもよいと思います。

6 はたがねで固定して釘を打つ

前面板を本体の^{うちのり}内法に合わせ、作りたいと考える棚の数だけ製作すると、いいよいはたがねの出番です。

引き出しの1段目の棚板は、用意されたぬき板から前面板と同じ長さの板を作ります。前面板の下側に棚板を当て、天板にはたがねで固定します（図7参照）。本体の側板側から、四つ目ぎりで釘の下穴をあけ、そのまま釘で接合します。その後、中段や下段の棚板も、同様に、はたがねで固定したまま釘打ちします。すなわち、「引き出し先にありき」で、引き出しに合致するように棚

を固定するので、引き出しは各棚に合致しないはずはないという理屈です。

職人の作る箆笥は、棚に合わせて引き出しが入るように作りますから、ここでとった方法は邪道ですが、かんながけに熟達していない中学生に、正統派のやり方を求めるのは至難のわざです。そこで、その逆をやって、つじつま合わせで引き出しを合致させるわけです。これが誰にでも必ずできる引き出し作りということでしょう。

7 前面板を引き立たせる

引き出しの側板は前面板より高さを低めにします。図6のように、「引き出し」の中、つまり、身の部分をゆるやかにすることで、引き出しの出し入れは滑らかになります。職人の製作と異なる点は、「先に前面板ありき」で、前面板は図7に合わせて、はたがねまたはFクランプで一時固定して、本体側板に釘打ち箇所をけがき、しかも、幅の狭い棚板を作る点です。したがって、図6の引き出しの「摩擦」も少ないわけです。箆笥職人は「先に棚板ありき」で、引き出しの上面・下面とも、匠の技でかんながけをして、あたかも空気ポンプのような気密性を保ち、使う者に驚きと利便性を与えています。もちろん、杉板などではなく、使う材料である桐の材質のよさも加わってのことですが。

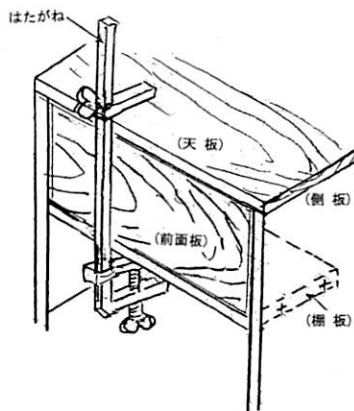


図7 はたがねを使っでの組立て

8 まとめにかえて

現在、桐材としては、会津桐はほとんどなく、かつて桐箆笥工業の盛んだった埼玉県春日部市でも、作っているところは現在2社となり、販売会社も細々とやっている2社だけになってしまったということです。今は中国産の桐で、現地の中国で生産されたものが逆輸入されている状況です。岩手の岩屋堂も、独特の「箆笥金具」の職人不在で、伝統工芸は滅亡の途をたどっています。

箆笥づくりは木材加工の粋ともいえるものです。ですから、材料を桐ではなく、杉に頼るとしても、木目の美しい材を使って製作することで、匠の技の一端を学びとらせたいとの思いで実践してきました。これからも、可能なかぎり続けていきたいと思っています。

(東京・元公立中学校)

測量家・小菅智淵の生涯

産業教育研究連盟常任委員

池上 正道

1 はじめに

こすげともひろ

小菅智淵（1832～1888）は、国土地理院が行っている地図の原型を作った測量家と伝えられている。戦前、参謀本部測量部長在任中に亡くなっているが、測量家としての生涯は国土地理院や藤井陽一郎（茨城大学名誉教授）によって紹介されている。しかし、上司の山県有朋とは、かなりの確執があったのではないかと考えられ、榎本武揚の箱館政府を支えた前半生こそが、小菅智淵の本当の生き甲斐だったのではないかと考える。それで「幕府脱走軍」に加わった経過、自分の家族に対する態度など、多くの側面から、新たな智淵像を求めたい。

なお、この原稿は日本技術史教育学会誌第10巻第2号（2009年3月）に掲載されたものに手を加えたことをお断りしておく。

小菅智淵は、徳川幕府に仕えた関定孝の次男で、小菅豊の養子になり、榎本武揚の後輩として昌平黉に学び、軍艦操縦所、幕府の洋学研究機関であった開成所に籍を置き、砲兵指図役頭取となり、「幕府工兵隊」の創設の準備をする。しかし、「大政奉還」となり、江戸城明け渡しに反対、「幕府脱走軍」に加わり、1868（慶応4）年、4月11日市川の大林院に土方歳三らと



図1 小菅智淵（木部一樹氏画）

「幕人」として参加、宇都宮、会津若松に転戦するが、仙台から榎本武揚の軍艦に乗り込み、10月19日、鷲の木に上陸、五稜郭に入り、五稜郭政府の閣僚になる。しかし、1869年、政府軍の攻撃で土方は亡くなり、榎本らは降伏するが、小菅らは榎本らとともに黒田清隆の助命嘆願により、処刑を免れる。

箱館・弘前で獄中生活を送るが、1870（明治3）年には釈放されている。榎本武揚より早い。和歌山藩に呼ばれ、工兵教育に従事し、1872年、東京海岸防御取締員となり、参謀本部測量課長を兼ねる。以後、山県有朋の部下として測量の仕事に当たる。現在、国土地理院に引き継がれた5万分の1の地図は、小菅智淵の指導によって作られた。現在も使用されている地図上の学校や寺などの記号は、この参謀本部の地図から始まる。しかし、1888年12月16日、測量中に腸チフスを発症し、名古屋の愛知病院で56歳で亡くなっている。

小菅智淵の後半生については、先行研究があり、特に茨城大学名誉教授の藤井陽一郎氏によって深められているが、五稜郭までの仕事については、本人も多くを語らず、資料もほとんど残っておらず、これから研究する必要がある。今回は、その一部の発表に止める。

2 「小菅智淵氏事跡」で空白の部分

小菅智淵の没後すぐに私家版でだされた「小菅智淵氏事跡」（早川省義）は、今日もなお価値のあるものだが、「官軍若松城ニ迫ルニ及ンデ仙台ニ赴キ蝦夷ニ航ス」としか書いてなく、五稜郭での仕事は全く記されていない。当時は「書けなかった」のであろう。上司の山県有朋との確執は間違いなくあったものの、「敗者」としての前半生に対するプライドは強かったと思われるが、本人が語らないまま亡くなっている。助命嘆願した「敵将」黒田清隆も首相になるが、その後を次いで山県が首相になったのは、小菅が没した1888年の翌1889年12月24日であった。山県の権力は絶大で、反対意見は公然とは発表できなかったのではないかと。しかし、小菅智淵は内心、決して山県有朋に心服してはいなかったと筆者は思う。

小菅智淵は、将軍・慶喜の「大政奉還」後に1868（慶応4）年「鳥羽・伏見」の戦いに幕府軍が敗れ、江戸に逃れた土方歳三らと合流し、「幕府脱走軍」に加わったのは、単に幕府に恩義を感じて「徹底抗戦」しただけではなく、北海道開拓に賭ける榎本武揚との合意もあったのではないかと。小菅が「幕府工兵隊」の設立に力を入れていたのも、欧米の科学を広く学びたいという姿勢があったからで、このことは武士の誇りを最優先した土方歳三にも影響を与えたの

ではないか。

3 和田幸之進の書いた「箱館脱走人名」

小菅が「幕人」として「幕府脱走軍」に加わった経過は、大島圭助の「幕末実戦史」に詳しく書かれている。ここでは、小菅辰之助の幼名で通している。「幕末実戦史」によれば、1868年4月11日、市川の大林院に結集した「幕府脱走軍」には、土方歳三、吉沢勇四郎、小菅辰之助、山瀬司馬、天野電四郎、鈴木蕃之助の氏名が記されている。一行は北に向かい、宇都宮城を攻め、占領するが、奪い返されて会津を目指す。「小菅智淵氏事跡」には「会津藩主厚ク遇シシヲ以テ軍師トス」とあるが、どのような役割をしたかは明らかでない。鶴ヶ城が陥落する前に仙台から榎本武揚の軍艦に乗りこんだと見られるが、開陽丸、回天、蟠龍、長鯨、神速、大江丸のいずれに乗り込んだかはわからない。10月12日に仙台を出発して、10月18日に鷺の木沖に着く。

「鷺の木」に上陸した中に小菅辰之助が本当にいたのか。「五稜郭タワー」の木村朋希氏の協力で、鷺の木に上陸した人の人名を記した「箱館脱走人名」という名簿が存在することがわかった。その実物は霊鷲院にあるというが、見ることはできなかった。森町教育委員会と木村朋希氏からそのコピーをいただいた。これは、16歳で鷺の木に上陸した和田幸之進が七重村の戦闘で負傷し、人事係書記をしていたが、間宮魁と改名し、記憶を頼りに名簿を作成し、1917（大正6）年に霊鷲院に寄贈したという。「箱館脱走人名」とする名簿は「本人名簿為記念貴院江寄付致候也大正6年12月間宮魁」と書かれた表紙がついてい

る。歩兵頭並工兵隊頭、吉澤勇四郎に続いて小菅辰之助の名がある。それだけではなく、その後どうなったかについても書かれている。吉澤勇四郎については「五稜郭出生死不分」とある。小菅辰之助には「陸軍工兵大佐参謀本部測量課長」とある。自分のことについては「士官」「辰10月7日七重村傷後、間宮魁改メ」「十六才」とある。榎本



図2 箱館脱走人名（森町教育委員会・木村朋希氏より提供）

武揚については「海陸軍総裁、明治政府ノ海将通將外相文相農相ヲ歴任ス子爵、榎本釜次郎」と書かれている。土方歳三については「陸軍奉行並海陸軍裁判役頭取兩館市中取締」「一本木死」となっている。

これで、小菅辰之助が五稜郭まで来たことは間違いのないと思われる。また、和田幸之進が後から書き加えた一人になっているのも、強い印象を与えられていた一人であったと思われる。

4 箱館政府の閣僚

鷺の木から戦鬨を繰り返しながら五稜郭に向かう。10月26日に五稜郭を占領する。そこで選挙で閣僚を選んだ経過については、大鳥圭助は「この正月、我等元来蝦夷島開拓北門の守衛を励むる見込みなれば之を朝廷に嘆願し、相成るべくは徳川氏血統の一人を請い島主となさん事を欲すれども、稟准の程も覚束なく、且つ、この脱走烏合の衆にては事も定まり難き故、夫夫有志を立てずんばあるべからずと評議し、乃ち海陸軍士官の入札を以て之を定めたり。」として、自分で「脱走烏合の衆」だと認めている。「選挙」という文言もまだなかったもので、「入札」としている。「幕府脱走軍」という名称は蔑称としてつけられたのかと思っていたが、そうでなく、彼ら自身も認めていたのである。

その結果決まった閣僚名簿は、「総裁 榎本釜次郎、副総裁 松平太郎、海軍奉行 荒井郁之助、陸軍奉行 大鳥圭助、海陸裁判官 竹中春山、同 今井信郎、陸軍奉行並 土方歳三（以下12名略）、工兵隊並 吉沢勇四郎、同 小菅辰之助（2名略）」となった。五稜郭の出城として「四稜郭」があるが、小菅辰之助は、この築城を指導したらしい。

NHKが放映した「土方歳三―最期の戦い」は、降伏を提案する榎本や大鳥圭助を卑怯者のように描いているが、土方を美化するあまり、事の本質を歪めているのではないかと危惧する。

5 「測量家」以外の生涯

とにかく、五稜郭は敗戦に終わり、多くの閣僚が処刑されるなかで、最高指導者の榎本武揚、松平太郎、大鳥圭助、小菅辰之助などは助命され、明治政府に加わるが、この人たちはやはり少数である。したがって、生き残った人も、多くの戦死した同志（小菅智淵にとっては吉沢勇四郎が念頭にあったであろう）に申しわけないという気持ちがあったに違いない。これも「多くを語らない」理由の一つになっていると思われる。今、語られている「測量家・小菅智

淵」は本当の「生涯」を描き切っていないのではないか。そのような疑問から、個人生活、家族のことに多く触れていく。小菅智淵は、1958（安政5）年に妻・さくと結婚している。さくは徳川幕府に仕えた土肥貞蔵の2女、1842年生まれで、1862年、智淵30歳のときに長女（種田）茂子が生まれた。1864年、智淵32歳のときに次女（笹尾）ぬいが、1868年、智淵36歳のときに3女（得能）麻子が生まれた。1870年、智淵38歳のときに「幕府脱走軍」に参加することを決意し、家族を浜松に送り、家族との別れを決意する。1869年、五稜郭陥落、獄中の身となる。1年の獄中生活の後、「明治3（1870）年、赦ニ遭ウテ親ヲ東京ニ省シ、浜松ニ赴キ止マル数月、居徒四壁鍋釜ノ外マタ言ベキノ財ナクモ敢テ意トセス、児ヲシテ蚯蚓ヲ採ラシメ、終日江畔ニ釣ヲ垂ル」曰く「計ラザリキ此ノ如キ無事ノ日アラントハ」（早川省義「小菅智淵氏事跡」）。ここで、4女・ハマが生まれる。浜松で生まれたのでハマと名づけた。上の3人とは、比較にならない貧乏生活のなかでハマは育つことになる。この後、5女・芳子、長男・如淵が生まれる。

智淵・さくは自分の子どもに英語教育を受けさせる。長女・茂子は前橋の実業家・種田誠一と結婚するが、その前に17歳でキリスト教の活動を行っている。次女・ぬいは、自由民権運動の活動家・高津仲次郎が1888年に関わったとされ逮捕された「鍋屋事件」に関係し、本人も自由民権運動に関わっていた。自由民権運動を弾圧した山県有朋にとっては許せない存在であった。これに対して、親として智淵のとった詳しい態度はわからない。「鍋屋事件」で逮捕された人たちが釈放された日が、共愛学園の開校記念日とされており、笹尾ぬいが、創立者の一人となっている。小菅智淵が社会的に名声を受けたにも関わらず、小菅家の家計は貧しく、1889年にさくは東京府に「相当の扶助料を賜りたく」という嘆願書を出している。種田誠一が保証人になっている。この点でも山県有朋とは天と地の違いがある。如淵は、東京帝国大学を出て会計検査院第2部長になったが、1928年に48歳で亡くなっている。さくは、その1年前の1927年に85歳で亡くなっている。それでも、「昭和」のはじめまで生きたことになる。ハマは智淵が身を寄せたことのある会津の会津藩士・池上武助の二男・四郎と再婚し、四郎が朝鮮総督府政務総監の現職中に1929年に亡くなるまで支え、本人は太平洋戦争の敗戦後の1949年に亡くなっている。

ハマは筆者の祖母であるが、筆者が19歳の時に亡くなっている。しかし、心のやさしいお祖母さんという印象はない。智淵のことを話すことはなかった。ただ、亡くなるときに「小菅智淵氏事跡」を自分で製本して持っていたの

を筆者の母に渡された。父・小菅智淵については、かなり複雑な感情があり、簡単には話すことができなかったのではないと思う。自分で勉強して理解できるようにするまで待つという気持ちがあったのかも知れない。

筆者は1929年に四郎が亡くなって後に生まれているが、智淵の子どもで面識のあるのは祖母のハマ、その妹の板垣妙子だけである。種田茂子は、筆者が生まれたときに手作りのチョッキをいただいたということを聞いた。しかし、ハマは3女であると聞かされ、自由民権運動に関わった笹尾ぬいの存在は、共愛学園の藤岡一雄氏からの問い合わせではじめて知ったのである。家族にも存在を隠しておかなければならない存在だったのである。それほど山県有朋の存在は大きかった。

6 「小菅智淵氏事跡」による測量家としての「生涯」

1870（明治3）年、浜松で一服した後、和歌山藩に聘せられ、工兵学の教師となる。智淵43歳。1871（明治4）年、工兵隊が大阪に置かれると、教導団に出仕し、工兵教育に従う。1872（明治5）年、東京に来て築造局に出仕し、兵学大助教に補せられ、教導団附を兼ねる。工兵操典を編集した。「工兵操典」については、藤井陽一郎氏の研究では、「巻の一」は明治6年4月刊となっており、工兵教師「如児旦」関、小菅智淵謹校、堀田敬直謹訳と書かれているようで、そうだとすれば、この時代にジョルダンと接触があったことになる。

同年8月、兵学小教授に進み、七等出仕に補せられ、士官学校教官を命じられる。同10月、陸軍少佐に任じられ、従6位に叙せられ、教導団教官を兼ねる、とある。

1879（明治12）年、海岸防禦取調員を兼ね、参謀本部測量課長を兼ねるとなっている。1873（明治6）年から1878（明治11）年までのことが抜けている。これが、後で記すが、フランスの軍事顧問団のジョルダンやルイ・クレットマンと接触して「地図形式」を作ったのである。

士官学校での自由な仕事が、小菅智淵にとって最も楽しい日々だったのではないか。1879年、山県有朋に見込まれて参謀本部測量課長となったときから、山県有朋に支配される身となったのではないか。

1880（明治13）年、勲3等に叙せらる。士官学校設立の功あるを以てなり、としている。1881（明治14）年、参謀本部測量課長に補せらる、とあり、兼職でなくなったのであろう。

1882（明治15）年、陸軍工兵中佐に任ぜられ、正6位に叙せらる。

1883（明治16）年、工兵会議議員に兼補せらる。参謀本部地図課長を兼ね、また海防局御用係を兼ねる。

1884（明治17）年、参謀本部測量局長に補せらる。

1886（明治19）年、陸軍工兵大佐に任じられ、従5位勲4等に叙せられ、工兵局御用係を兼ねる。

1888（明治21）年、陸地測量部が置かれるや、その長に補せらる。この年の12月18日、名古屋の愛知病院で亡くなる。亡くなる直前に正5位に叙せられる。

7 フランス軍事顧問団との接触

作家の辻由美氏の『若き祖父と老いた孫の物語—東京・ストラスブール・マルセイユ』という本が2002年3月に新評論から出版された。ピエール・クレットマンは、自分の祖父のルイ・クレットマンの120年前に書き遺した日本滞在時代の日記と写真に出会う。それが、1876（明治9）年から1878（明治11）年、小菅智淵が研究生活に復帰したときであった。日本でのルイの仕事は、設立後間もない陸軍士官学校で、地図作製や建城術や数学や化学を教えることであった。このときの日記、歴大な写真がそのまま残されていることを、ピエール・クレットマンが発見する。これは、『フランス士官から見た近代日本のあけぼの』としてアイ・アール・ディ企画から2005年に発行された。この手紙を読み、この事情を紹介した『若き祖父と老いた孫の物語』に小菅智淵が登場する。フランス政府は、徳川幕府が日本の支配権を持っていた時代から軍事顧問団を派遣していた。その一人ブリュネは、幕府降伏時の混乱に紛れてフランス公使館に駆け込みフランスに帰るが、外地における脱走の罪で予備役に回され、翌年、プロシャとの戦争が始まるとただちに現役に復帰し、一等大尉に昇進し、師団長になり、少将にまで昇進した。故早乙女貢氏は『敗者から見た明治維新』の中で、フランス軍部の寛大な措置を賛美しているが、このブリュネは、五稜郭で榎本、小菅らとともに戦った人物で、小菅智淵がフランス語もできたので、人間関係も深かったに違いない。

ところが、明治新政府の要請を受けて、来日したフランスの軍事顧問団のジョルダン大尉は、小菅智淵と仕事を始め、明治6年「地図形式」という小冊子をジョルダンの監修、小菅智淵執筆で残していることが、辻氏によって紹介されている。ジョルダンは、千葉県の習志野原で行われた野営演習には、演習地の地図作製の監修を行っており、「フランス式彩色地図」が現在残っている。

「この冊子には羊牧場の色、湿地の色、荒地の色といったぐあいに、さまざまな種類の土地を、どんな色彩で表現するかが細かく指示されている」「その後、日本の軍政全体がフランス式からドイツ式に変わったことで、誰にも注目されなくなり、100年もの間、国土地理院の倉庫で眠っていた」という。このことでも、小菅智淵は山県有朋に逆らえなかった。ジョルダンと後任のルイ・クレットマンの歓送迎会の様子がルイの手紙に詳しく書かれており、この席で小菅智淵は20代の若者のような敏捷さで踊ったということが、辻氏の本で紹介されている。プリューネとの親交、さらにジョルダンやルイ・クレットマンとの共同作業が小菅智淵にとって忘れることのできない時間ではなかったか。「小菅智淵事跡」には、やはり山県有朋に気兼ねしてか、この「地図形式」のことは一言も触れられていない。

8 小菅智淵の人柄の評価

「小菅智淵氏事跡」には、制約された条件ながらも、同時代の人による評価が書かれている。陸地測量の目的については、「陸地測量ハ富国強兵ノ大本ナリ」と言ったとしているが、同時に「政治ニ、教育ニ、農務ニ、工業ニ必要ナラザルハナク、租税ヲ徴シ、訴訟ヲ断ジ、産ヲ殖シ、業ヲ興ス等ノコト、コレニ基カザルハナシ」とも言ったとしている。陸地測量についての目標をしっかり持っていたことを示す。

智淵の執務態度については、次のように述べている。

「氏ノ事ヲ執ルヤ実ヲ勤メテ理ニ偏セス、簡ニ從ッテ理シ、宜シキヲ計ラツテ処ス。故ニ事渋滞セス、又、抵触セス。ソノ人ヲ率イルヤ公正ヲ經トナシ愛ヲ緯トナス。故ニ人畏服シ、之ガ用ヲナスヲ樂シム。」

「氏ノ嘗テ手ノ舞イ、足ノ踏ムヲ知ラストイフノ語ヲ賛シテ曰ク、オヨソ人ヲ使フ応サニ此ノ如クナル可シト。」「威ヲ以テ形ヲ役セントセバ事終ニ廢スルニ至ルベシ」、これが人を使う要訣だとしている。

〈参考資料〉

- 1) 日本測量協会の発行する「測量」2005年3月号の表紙に、木部一樹氏による小菅智淵の肖像画が掲載されている。4女ハマにも似たところがある。
- 2) 辻由美『若き祖父と老いた孫の物語』新評論2002年3月発行
- 3) 福本龍『われ徒死せず—明治を生きた大島圭介』図書刊行会、2004年7月発行
- 4) 藤井陽一郎「小菅智淵の生涯」「測量」1971年3月号
- 5) 『共愛学園百年史上巻』1998年、共愛学園発行

電気と電波の周波数おもしろばなし

東京電気技術高等専修学校
福田 務

1 はじめに

日本では電気を起こして、送電や配電によって電力エネルギーを家庭やビル、工場に届ける場合、その周波数は、静岡県の富士川を境にして、東は50ヘルツ、西は60ヘルツとなっているがどういう経緯でそうなったのだろうか。

旅行や引っ越しのときは面倒そうに思えるが、将来、全国で統一される予定はないのだろうか。ないとすれば、技術的に難しいからなのだろうか。日本以外の国でも、電気の周波数は、やはり2通りに分かれているのだろうか。

一方、空中には無数の電波が飛び回っていて、ラジオやテレビ、携帯電話など、われわれの情報通信を支えてくれている。これら情報通信の機器は、アンテナを用いて、このアンテナからそれぞれの機器に固有の周波数の電波を取り込んで働いている。電気の周波数と電波の周波数とどんな違いがあるのだろうか。しかも、初期の携帯電話にはアンテナがあったのに、最近の携帯電話はアンテナが見えない。アンテナはどこにいったのだろうか。アンテナと周波数の関係はどうなっているのだろうか。いろいろ周波数に関する疑問はつきない。

テレビや携帯電話では「電波」という用語を使い、送電や配電による電気では「交流電圧波」という用語を使っているが、いずれも電磁波の仲間である。

電磁波を分類すると表1のようになる。以下の記述で、これらの電磁波と周波数にまつわる興味深い疑問や話題をていねいに説明しよう。

2 50ヘルツと60ヘルツの境はなぜ富士川

電池（直流）と違い、電力会社が売る電気は、電圧を調整しやすいように、流れる向きが周期的に変わる交流である。ヘルツ（記号はHz）は、1秒間に電気の同じ変化が何回切り替わるか、その回数を示す単位で、発電所の発電機と関係がある。そのため、周波数が違うと、単純にはつなげることができない。

現在、日本国内には10の電力会社があるが、今のところ、北海道・東北・東京が50 [Hz] 陣営であり、北陸・中部・関西・中国・四国・九州・沖縄が60 [Hz] 陣営で、その境が富士川と新潟県糸魚川市を結ぶあたりとなっている。このように、周波数が東西で50と60に分かれてしまった理由は、明治時代に東京電力の前身の東京電灯がドイツ製の50 [Hz] の交流発電機を、関西電力の前身の大阪電灯がアメリカ製の60 [Hz] の交流発電機を採用したことが起源となっている。

日本では、1945年の終戦前後に周波数の統一が検討されたことがある。しかし、統一するためには、一方の民間工場の設備を更新しなければならず、そのための経費が膨大になってしまう。その後、ますます設備が大きく増加した今では、もう統一は困難となってしまっている。なぜ、50 [Hz] か60 [Hz] でなければならないのか。100や20など、他の周波数ではいけないのかについては、このあとの世界の周波数の歩みの中で説明することにする。

3 周波数が違うとどうなる

周波数が違うと困るのは、主にモータを使う電化製品である。たとえば、50 [Hz] 用の電気式タイマーを60 [Hz] 地区で60分にセットすると、約50分で切れてしまう。器具によっては正常に動かないばかりか、故障することもある。しかし、現在は、関東と関西の間を引っ越しても、特に不都合は感じなくなっている。それは、周波数などを制御するインバータという装置が主流になって、「周波数の違いによる影響は限定的」になったためであるが、念のため、商品の表示は確かめたほうがよい。

ところで、新幹線は25,000 [V] という交流高電圧をトロリー線から車両に取り入れて長距離を走るので、50 [Hz] と60 [Hz] 区間をまたがる路線がある。富士川を渡る新幹線はどうだろうか。東海道新幹線はすべて60 [Hz] なので、富士川から東側では、自前の周波数変換所で60 [Hz] に変えている。

JR東日本の長野新幹線も軽井沢―佐久平駅間で50 [Hz] から60 [Hz] に切り替わる。でも、こちらはどちらにも対応できるよう車両側に仕掛けがある。長野新幹線の車両は、理屈上、どこの新幹線にもなれることになる。

4 海外の周波数はなぜ50ヘルツと60ヘルツに落ち着いたのか

海外では、米国・カナダ・韓国・フィリピンなどは60 [Hz] で、ヨーロッパやアフリカなどは50 [Hz] で統一されている。日本のように混在する国は

まれである。これらの周波数は、最初から一定した方針や設計のもとに決められたのだろうか。いや、そうではなく、紆余曲折ののち落ち着いたものである。歴史的経過を眺めてみよう。そもそも、電気が実用化されたのは、エジソンが直流の電気で電灯を灯したことから始まった。時は1882年9月4日、ニューヨーク市発電所から白熱電球1,200個を点灯させる目的で電気が送電されたのである。その後、1890年代に、ウェスチングハウスらによる交流送電システムの優れた性質が知られ、交流による電力供給が普及するようになった。

交流が使われ出した初期の頃の周波数はまちまちで、高いほうは133 [Hz] から、低いほうは25 [Hz] まで、8種類ほどの周波数が使われていた。このわけは、交流発電機の設計者が白熱電球、変圧器、モータなどの設備にそれぞれ都合のよい周波数を選んだためで、これらの装置も進歩し変化したから、周波数も混乱する状態にあったのである。たとえば、133 [Hz] というのは、白熱電球のちらつきを減らすためには、高い周波数がよいとの考えから選ばれたものである。一方、1895年にナイアガラ滝の発電所ができたことにより、長距離送電が始まると、遠方に電力を送るためには、周波数が高いと電圧が下がってしまうので、なるべく周波数を低くすることが望ましいとの理由で、25 [Hz] による送電が選ばれたのである。電灯には、ちらつき防止から100 [Hz] 付近がよいし、送電上の利益のためには25 [Hz] がよい。また、変圧器やモータもあまり周波数が高くないほうがよい。これらの理由から、アメリカでは、60 [Hz] を標準周波数とすることになった。イギリスやドイツでは、第一次世界大戦後、周波数の標準化が決定され、50 [Hz] を標準周波数とすることになった。こうした事情を経て、現在、世界で使用されている電力の周波数は50・60 [Hz] に落ち着き、日本にも影響を及ぼしたことになる。

5 電波はどのように発生し、どうやって分けるか

現在、周波数の単位となっているヘルツ [Hz] は、世界最初の電波の発見者の名である。ハインリッヒ・ルドルフ・ヘルツは、ドイツの大学教授の職にあった29歳の1885年、導線を通る電流の変化をすばやいものにすることができれば、まわりの空間に電波を送り出せると考え、感応コイルと呼ばれる速い電気振動を発生させる装置を作った。これが電波発生のルーツである（図1）。ヘルツは、さらに、電波は、電気振動が生じて空間に送り出されると、同じ変化を繰り返しながら光と同じ速さで飛んで行き、直進や反射することも確かめた。

電波を分類するためには、周波数、周期、波長という3つの要素がある。周

波数は、先に述べたように、1秒間に同じ変化が繰り返される回数を示したものであり、周期は1回の変化に何秒かかったを示し、単位は[s]、つまり秒で表わす。また、波長は周波

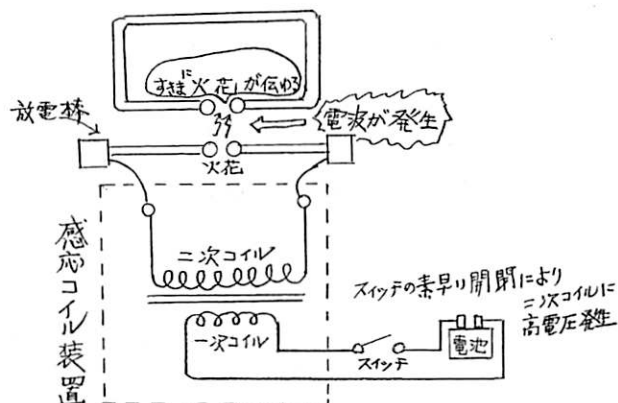


図1 ヘルツにより電波の発見

数の1回の長さ(距離)のことで、単位はメートルで表わす。

電波が飛ぶ速さについては、同じ電磁波の仲間の光と同様に「1秒間に地球を7回半回る」である。地球の赤道の周りは4万キロメートルだから $4万 \times 7.5 = 30万 km$ (秒速)となる。

たとえば、ラジオのNHK第1放送の電波の周波数は594 [kHz] である。こ

表1 電磁波の区分

電 磁 波	周波数 f ヘルツ	波 長 λ メートル
光(人間の可視光)	430~750テラ	0.4~0.7マイクロ
衛星放送	3~12ギガ	2.5~10 センチ
電子レンジ	2.45ギガ	12.24 センチ
携帯電話	800メガ~2ギガ	15~37.5 センチ
テレビ放送	91.25メガ 473.14メガ	アナログ 3.29 デジタル 3ch 63.4センチ
ラジオ放送	594~1500キロ	200~500
商用周波数	50, 60	5000, 6000 キロ

の場合の波長を求めるには、電波の速さが1秒間に30万キロメートルだから、電波の波長を λ [m]、周波数を f [Hz] とすると、 $\lambda = 300,000,000 \div f$ の関係にある。したがって、周波数594 [kHz] の波長は、 $\lambda = 300,000,000 \div 594,000 = 505m$ ということになる。他に、ラジオの放送局の周波数は500 ~ 1,500

[kHz] の範囲が使われており、波長は200～500mとなり、中波とよばれる。テレビ電波は30～300メガヘルツ [MHz] と周波数が大きく、波長も1～10mと短く、超短波とよばれる。光や電波など、電磁波はすべて波長をもっており、その区分を例で示せば、表1のようになる。

6 電波の出入口には人間の鼻の役目をするアンテナが必要である

人間の鼻は臭いを嗅ぎ分ける能力を備えているが、電波に対するアンテナの役目もこれに似ている。人間の鼻が空気を空中から取り込む場合には、鼻毛で塵埃を取り除いて空気をろ過するが、電波を取り込むアンテナの場合には、それにも増して、相手の電波の選択には神経過敏といえるくらいの厳しさが要求される。選択の方法としては、まず、周波数によって選択をする。それから、アンテナの指向性（電波の飛んでくる方向にアンテナを合わせる）を利用する。その他の機器などを併用して相手の電波を見分けるのである。

電波を使う目的は、できるだけ遠方まで電波を送ることだから、次第にアンテナを高くし、波長を長くした。しかし、結果は混信がひどくなり、しだいに波長の短い電波を使わざるを得なくなってきた。人間が電波の発信器を作ってから、地球上にはさかんに人工の電波が飛び交うようになった。今では、地球上は電波の洪水である。それに、宇宙衛星が飛ぶようになってからは、一段と電波の活動範囲が広くなり、さらに、太陽系の端々までも探査が進められている。

電波の送信や受信に必要なものは、アンテナ、送信機や受信機という機器と空間との境に置かれた電波の出入口である。電波が送信される場所と受信する場所とは異なるので、その間を電波は飛んで行かなければならない。受信アンテナは電波によって誘起される微弱な電圧と電流を取り扱うのに対し、送信アンテナでは強電にも負けないほどの高い電圧と大電流を取り扱うことになる。

7 携帯電話からアンテナが消えたのはなぜだろう

10年ほど前の携帯電話には15センチ程度の長さのアンテナがついていたが、いつの間にかアンテナが消えてしまった。もしかしたら、アンテナを不要にするような大発明があったためだろうか。まさか、そんな大発明が起きるなんて信じられない。実は最近の携帯電話では、アンテナが極端に短くなってしまい、電話機の中にすっぽりと収まるようになっただけのことである（図2）。

では、どうしてアンテナを短くすることができたのだろうか。その原因は携

帯に使われる電波の周波数が変化したからである。初期の携帯電話に用いられていた電波の搬送波（音声などの低周波を電波に乗せて送信するために必要な高い周波数）は800メガヘルツ〔MHz〕であった。しかし、現代になって、NTTなどの基地局からなるべく無駄な電波を出さない（押さえる）ような時代の要望（出力調整）が大きくなり、基地局の電力を下げる方向に送信技術が進んだ結果、800〔MHz〕でなく2ギガヘルツ〔GHz〕というより高い周波数が使われることになったのである。800メガと2ギガを比べると、2ギガは0を3個増やして2000メガのことだから、周波数は2.5倍になったわけである。

初期の携帯電話では、このアンテナの端をつまんで引き伸ばして通話していたわけである。ところで、周波数が2.5倍になったことによって、その分だけアンテナを短くすることができる。なぜなら、アンテナの長さは周波数ではなく、波長に比例するのである。周波数 f と波長 λ の関係は先に述べたので、これを利用して波長の計算をしてみる。

800メガの場合の波長は $\lambda = 300,000,000 \div 800,000,000 = 0.375\text{m}$

2ギガの場合の波長は $\lambda = 300,000,000 \div 2,000,000,000 = 0.15\text{m}$

比べてみると、800メガヘルツの電波は、波長37.5センチで飛んでいくのに対して、2ギガヘルツの電波は、波長15セ



図2 携帯電話の違い

ンチで飛んでいくことになる。この波長の差が携帯電話のアンテナの長さに利いてくる。受信感度を考慮して、アンテナは波長の4分の1から2分の1の長さに作られているのである。

結局、2ギガヘルツ帯を用いる携帯電話の場合は約6センチのアンテナで間に合うので、電話機の中に閉じ込めてしまったというわけである。

アイコンとイコン

技術史研究者
小林 公

絵文字

携帯電話の普及とともに、若い人たちの間で「絵文字」が流行している。この社会現象を、語彙が貧弱だとか言語表現力の低下などと、大げさに憂える有識者がいる。そうと言えなくもないが、そもそも、文字の起源は、素朴な絵や物の形をシンボル化することから始まったのである。世界最古の文字の一つで



図1 ヒエログリフ

ある古代エジプトのヒエログリフは、絵文字の要素を少なからず残している（図1）。また、われわれに身近な漢字も、その源流を遡れば、絵文字に行き当たる。そうすると、若者が独特の絵文字を生み出しているのは、いわば原初の文字への回帰であり、人類が文字を創造してきたプロセスの追体験であるとも言える。しかも、若者の絵文字は、言葉だけでは表現し難い微妙なニュアンスを伝えることが可能なのだ。

絵文字を意思や情報の伝達に用いたのは、何も古代人だけではない。モアイ像で有名な南太平洋の孤島イースター島では、ずっと長く絵文

字が使われていた。島の名は、1722年の復活祭（イースター）の日にはオランダ人が上陸したので、そう名づけられたようだ。イースター島の絵文字は「ロンゴ・ロンゴ文字」と呼ばれている。ちなみに、ロンゴ・ロンゴは「もの言う木」という意味で、その文字は木の板に刻まれた。その後、この島にヨーロッパのキリスト教宣教師たちが上陸すると、ロンゴ・ロンゴ文字は「悪魔の文字」として、次つぎと焼き捨てられた。一種の焚書である。現在、絵文字の板は、たった21枚しか残っていないそうだ。そのため、ロンゴ・ロンゴ文字は

十分に解説できないままになっている。

文字の読めない人が多かった時代には、文字の代用として絵図を使った文化があった。宗教の布教活動で、説話や抽象的概念を絵図で示すことは、世界各地にその例が多く見られる。江戸時代には、和暦の月の大小や農事の情報などを、文字を知らない人でも理解できるように工夫した絵暦があった。また、江戸期に、遊びの一種として、ナゾナゾのような「判じ絵」が流行した。たとえば、「人の頬に蝶が止まる」絵(図2)から、「包丁」を意味し、「穴をあける錐2本」と「蜘蛛の巣」の組み合わせから、「きりぎりす」を表わす、といった具合である。



図2 判じ絵

絵を主体に、それを文字で補うのが絵本である。現在では、幼児や児童向けの読み物になっているが、その初期には、文字の苦手な大衆が対象であった。日本の絵本の起源は平安時代の絵巻物であり、江戸時代には草双紙が出版された。江戸時代の子どものための絵本としては赤本があげられる。ヨーロッパでは、18世紀に最初の児童書が登場し、19世紀中期には、絵に文字を添えた現代の絵本の形式が完成した。ただし、世界最古の教育絵本は、宗教改革時代の人で、ボヘミナ出身のヨハン・アモス・コメニウスが著した「世界図絵」とされる。

絵と言葉が融合した読み物として、漫画を忘れてはならない。滑稽な絵という意味での言葉のない漫画なら、平安時代の絵巻物「鳥獣戯画」が最古である。ヨーロッパにも影響を与えた葛飾北斎の「北斎漫画」には、いわゆる「フキダシ」の原形となる鼻息を表わす線が描かれている。絵に言葉が添えられた滑稽な読み物としては、江戸時代の黄表紙があり、現在の漫画に通じる言葉を入れるフキダシが使われている。世相や政治家の似顔絵を漫画で風刺する時事漫画は、北澤楽天によって開拓された。楽天は福澤諭吉の紹介で、週刊英字新聞で活躍していたオーストラリア人の漫画家フランク・A・ナンキベルに師事した。

アイコン

現代はインターネットを利用する人が爆発的に増えている。お隣の中国は、世界一のインターネット人口を占めるそうだ。なるほど、パソコン画面のアイコン「インターネット・エクスプローラー」をクリックすると、直ちにイ

インターネット回線に接続される。アイコンは、初心者がコンピュータを容易に操作できるように、1970年代に米国のゼロックス・パロアルト研究センターではじめて開発された。その後、これを発展普及させたのがアップル社のマッキントッシュである。現在、多用されているInternet Explorerは、米国のマイクロソフト社が開発した、対応OSがWindowsのウェブブラウザである。アイコンの使用で、GUI (Graphical User Interface) 経由でパソコンを操作でき、直接、機械語でコンピュータ・チップに命令を与える煩雑さを、大幅に省略できる。

アイコン (icon) とは、物事を簡単な絵柄で記号化して表現したものである。たとえば、上述のインターネット・エクスプローラーでは、eマークを輪が斜めに囲んでいて、地球を周回する人工衛星を思わせる。アイコンには、絵柄に短い文字を添えるのが普通である。アイコンはユーザー (利用者) 側で自由に作成することができる。頻繁に扱うデータとその処理は、専用のアイコンを作っておくと、簡単に起動させることが可能だ。このようなものを「ショートカット・アイコン」と称し、これをクリックすると、直ちに立ち上がる。いわば、作業現場に至る近道のようなものである。なお、交通標識、非常口サイン、トイレ記号、そして禁煙サインなども絵柄の一種であり、巨大なアイコンともみなせる。これらの視覚記号はピクトグラム (pictogram) と呼ばれるが、グローバル化が進むと、非常口サインのように国際的に統一された絵柄に集約されていくだろう。

アイコン

上述の icon はアイコンとも発音できる。実は、英語のアイコンはギリシャ語

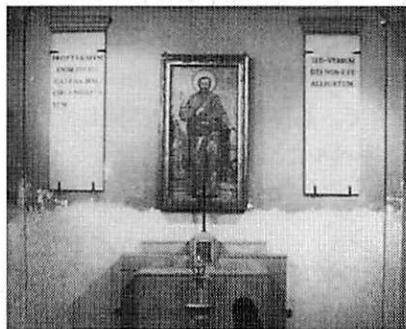


図3 アイコンの例

のアイコンに由来している。アイコンとは、キリスト教の世界において、神や天使や聖人を敬拝 (崇敬) の対象として、目に見える形で表現した絵や像を意味し、教会では聖像とも呼んでいる (図3)。戦前の日本に御真影^{ごしんえい}というのがあった。額縁に入れた天皇と皇后の写真を言うが、一般に高貴な人の肖像画や写真を敬って呼ぶ言葉である。この御真影とアイコンとは通ずるところが

あるだろう。^{あらひとがみ}現人神の天皇であれば、姿や形は具体的である。しかし、自然を超越した存在の神は、具象化が可能であるのか。これは大きな課題であった。

イスラム教は、唯一最高神のアラーへの絶対信仰を基本としている。そして、アラーを絵に描いたり彫像に作ったりすることを禁じている。これを形像拒否という。旧約聖書では神を描写することが禁じられていたから、ユダヤ教やキリスト教でも形像拒否が守られていた。そのため、初期のキリスト教では、イエス・キリストや使徒たちの人物像を直に描くことはせず、植物、燭台、羊、葡萄、文字などの象徴モチーフが用いられた。喩えれば、「坊主憎けりゃ袈裟まで憎い」の袈裟は象徴モチーフと同類である。しかし、キリスト教はイスラム教ほど形像拒否は強くなかった。キリスト教信仰が拡大し、教会が公共施設として建てられるようになると、その内部の装飾に具体的形像が持ち込まれるようになった。

ここで問題となったのが、聖像として神を描くことが可能かどうかであり、また、聖像が旧約聖書で禁止されている偶像崇拝に該当するかどうかであった。前者については、神の描出は不可能であっても、「三位一体」の教説から、神の象徴として、神の子キリストを人の姿で描くのは許されると考えた。後者は、俗に喩えるならブロマイドという解釈である。好きな恋人や俳優の写真は本人自身ではないが、そのコピーを通じて本人の存在を想起させる。故人の遺影も同じである。すなわち、聖像の使用は、像そのものを崇拝するのではなく、像から想起される神に敬意を示すのであって、偶像崇拝ではないと考える。仏教でも、当初は聖なるものを人間の形で表わすことに抵抗があった。このタブーが破られたのは紀元後100年頃であり、それ以降、仏像や仏画が制作される。

多くの場合、板絵に金地を貼り、テンペラ技法で描いたものをアイコンと呼ぶが、他にフレスコやモザイク、ステンドグラスなどが用いられることもある。日本人最初のアイコン画家としては、明治期に活動した「山下りん」が知られる。1875（明治8）年に工部美術学校に入学し、その後、聖像画家としてロシアに留学した。1891（明治24）年に竣工したニコライ堂のアイコンは、彼女が描いた。当時のニコライ堂は関東大震災の被害を受け、彼女のアイコンも焼失した。作風は西欧カトリックの宗教画の影響を強く受けている。アイコンは絵画としての芸術性は求められていないので、一見すると稚拙な絵が多いが、透視画法を用いた優れて写実的なアイコンも登場した。だが、アイコンは絵画としての価値よりも、それを窓口として、その深奥に広がる聖なる存在を想起することに意義がある。キリシタン弾圧に利用された踏絵もアイコンのようなものだ。

天体観測儀器とからくり師たち

西洋時計が生んだ日本のからくり

作家
鳴海 風

何度見ても楽しい茶運び人形

私は子どもの頃から工作や機械いじりが好きで、その延長で大学では機械工学を専攻し、会社では長年生産技術開発を担当してきました。最先端の技術には胸が躍りますが、古典的なからくりも味わいがあって好きです。

愛知県に住んでいる関係もあって、尾陽木偶師（尾張のからくり師）として活躍されている九代目玉屋庄兵衛さんの実演を、これまで4回も拝見しています。九代目の実演の醍醐味は、からくり人形のパフォーマンスだけでなく、内

部の機構から製造方法まで解説してくれることです。

たとえば、有名な茶運び人形には、7種類の木材が使われていて、頭かしらと手は檜、肩や胴体は桜、歯車かりんは花梨、軸とピニオンは赤檜あかがし、天符とアングルは黒檜こくたん、ガンギ車は黄楊、押し棒は竹です。文字どおり適材適所になっているそうです。

からくり人形は古典的なロボットかもしれませんが、頭部の表情には能面の技法が使われているなど、芸術性の高さも感じます。こういった技術はどのように発達してきた



写真1 茶運び人形（九代目玉屋庄兵衛作）

のでしょう。

浅草の天文台で使われた測量機器

連載の第15回で解説したように、1782（天明2）年に完成し、^{してんだい}司天台とも呼ばれた浅草の天文台が、最も規模が大きく、幕末までその機能を果たしました。司天台には高さ3丈1尺（約9.4m）の測量台（人工の築山）があって、その上に測量機器が設置されていました。

円環を組んだ^{かんてんぎ}簡天儀は、かつて、吉宗が長崎の天文学者の西川^{じょけん}如見（1648～1724）に命じて作らせたもので、天球上の星の位置を測定する道具です。円環の多い^{こんてんぎ}渾天儀が主として説明用に使われたのに対し、簡天儀は天体の時角と赤緯の測定に特化して、円環が少なくなっています。実用性を重んじた吉宗らしい発想といえます。

大型の^{しょうげんぎ}象限儀をおさめた小屋も測量台の上にありました。象限儀は天体の高度を測定する道具です。航海士が船上で使う^{しぶんぎ}四分儀

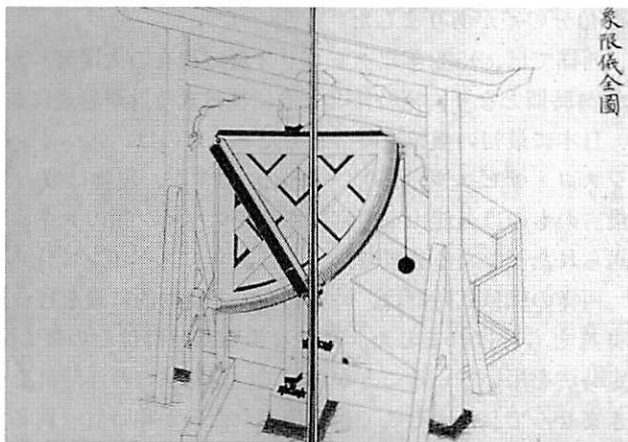


写真2 象限儀『寛政暦書』（国立天文台蔵）

（quadrant）のほうが有名かもしれません。円の4分の1すなわち1象限の形状をしています。司天台の象限儀は、1797（寛政9）年に、問重富が京都の時計師の戸田東三郎に作らせたもので、望遠鏡も備えています。半径が6尺3寸（約191cm）ありました。分度器のように周囲に目盛りが刻んであります。当然、大きいほど目盛りは細かくできますが、この象限儀は単純な目盛りではありません。対角斜線が引いてあり、目測でさらに細かく読み取ることができました。

司天台には、他に天体が南中する瞬間を観測する^{しごせんぎ}子午線儀、日食や月食の割合を測定する^{そくしよくていぶんぎ}測食定分儀などがありました。それらの改良には、問重富の貢献が大きかったといわれています。

江戸時代の天体観測はチームプレーで、多くの人が関わります。ある測量項目に関して、そのデータを読み上げる人とそれを記録する人、そして、その瞬間の時刻を測って読み上げる人が必要でした。

いずれの測量時にも時刻の決定が非常に重要でした。

不定時法に合わせるため進歩した時計技術

当時、一般の人が用いていた時刻は不定時法で、そのままでは天体観測には不便なものでした。

不定時法をもう一度説明しておきましょう。当時は、昼と夜それぞれを6等分して、1刻としました。1年で最も昼が長い夏至と短い冬至では、昼の1刻に約40分の差がありました。

西洋では、1582年にグレゴリオ暦（現在の太陽暦）が制定されてから、1日が24時間となり、定時法とともに機械式時計が急速に進歩しました。

日本に最初の機械式時計をもたらしたのは、スペイン生まれの宣教師フランシスコ・ザビエル（1506～1552）ですが、現物は残っていません。現存する最古のものは久能山東照宮にあり、スペイン領のメキシコ総督から徳川家康に送られたゼンマイ式置時計で、1581年にスペインで作られたものです。

西洋の機械式時計は、時刻になると自動的に鐘を打つ機構も備えていて、自鳴鐘めいしょうとも呼ばれました。巧妙な機械式時計はその後も入ってきましたが、不定時法を用いていることが障害で、定時法わどけいの西洋時計をそのまま使うことができませんでした。そこで編み出されたのが和時計（別名大名時計）でした。

文字盤の文字は当然、日本の不定時法に合わせますが、時刻を調整する方法は大別すると2種類ありました。まず、文字盤の示す位置を等間隔でなく、季節によって合わせる方法です。次が、昼夜それぞれの時計の動きの周期を季節によって変化させる方法です。前者の例としては割駒式の尺時計、後者では二にちようてんぶ天符時計が有名です。

初期の機械式時計の原理を簡単に説明します。動力は、巻き上げたおもりの落下を利用します。サイクリックな動きを得るために脱進機だっしんきという機構があり、この周期を決定するのが往復回転運動をする棒天符です。時計のカチカチという音は、脱進機構によるものです。周期は、棒天符に吊るされた分銅の位置で調整しました。たとえば、二に天符時計では、これらのメカニズムを2つ持っていて、昼夜で切り替えました。

こういった和時計を作る人たちを時計師と呼びます。日本で最初に和時計を

作った記録は、1832（天保3）年編纂の『尾張志』に、「名古屋の津田助左衛門という鍛冶職人が、徳川家康の時計を修理し、またそれを手本に同じものを作って献上し、1598（慶長3）年に召抱えられた」とあります。

その後、時計師は各地に誕生し、主に大名の時計を作ったり修理したりしました。そして、不定時法に合わせる機構だけでなく、日本人らしい装飾も施され、大名時計と呼ぶにふさわしい美術的な価値も備わってきました。

一方、この歯車などを用いた技術は、からくり人形に応用されました。1662（寛文2）年に竹田近江が大坂の道頓堀でからくり芝居の興行をしました。竹田からくりと呼ばれたものです。

また、全国各地の山車からくりにも使われるようになりました。冒頭に紹介した玉屋庄兵衛の初代は、1734（享保19）年に京都から名古屋へやってきた、山車からくりを扱うからくり人形師でした。

からくりの指南書も出ました。1730（享保15）年に刊行された『からくり訓蒙鑑草』は、和算家の環中仙（生没年不詳）が竹田からくりを取り上げたものといわれます。1796（寛政8）年に出た『機巧図彙』は、からくり半蔵とて有名な技術者の細川半蔵（1741～1796）が著したものです。からくり儀右衛門と呼ばれた発明家の田中久重（1799～1881）も参考にしたのではないのでしょうか。

天文学者が求めた時計

初代天文方の渋川春海（1639～1715）の頃は、1年の長さを確かめることが大事でしたから、日時計レベルで十分でした。実際には圭表（西洋式の名称はノーモン gnomon）という道具で、日影の長さを測定し、冬至点を決定していました。

1日を100等分に区切って測ることができる日時計「百刻環」も作ったようですが、どれくらい役に立ったのでしょうか。日時計は天候に左右されますし、夜間は使用できませんから、やはり機械式の時計が望まれます。

不定時法に改造する和時計ができるなら、天文学者が必要とする時計もすぐ作れたでしょうか。

天文学者は時刻よりも時間のほうが大切でした。季節によって変わる時刻でなく、決まった時間が必要でした。そういう意味では、不定時法は不要で、定時法の西洋時計のほうが便利でした。ところが、初期の西洋時計は、だいたい1日に1時間程度の誤差がありました。秒針はおろか分針もなく時計だけの時

計でした。精密な観測を求めている天文学者には不満でした。

そこで、天文学者は、自鳴鐘から鐘を打つ機構を取り去って、少しでもシンプルにした百刻時計（あるいは授時^{じゅじかん}筒）というものを時計師に作らせた。さらに刻みを小さくして、1日を1万分に細分化した尺時計や万分規などが作られましたが、機構的には同じですから、誤差が格段に小さくなったわけではありません。

西洋ではどのように時計が進化したのでしょうか。

ガリレオ・ガリレイ（1564～1642）は、振り子の等時性を発見しました。振り子の支点から錘の中心までの長さが一定であれば、振幅の大きさによらず、周期が一定になるという法則です。夜のミサでランタンに次つぎに火を点す動作を観察しながら発見したといわれています。

棒天符を用いた機械式時計の誤差を格段に減らすヒントがここにありました。それを実現したのが、オランダの物理学者、クリスチャン・ホイヘンス（1629～1695）です。1656年のことといわれています。棒天符を振り子に換えた時計の誤差は、1日に10分程度に縮まりました。

振り子時計はすぐには日本に伝わりませんでした。一般の時計師の興味は不定時法への改造でしたし、メカに強い天文学者が少なかったからです。

■ 間重富の工夫

天文学者は、振り子時計を知る前に、振り子の原理を知りました。フランドル出身の宣教師フェルビースト（中国名は南懷仁：1623～1688）が、中国で編纂した『^{れいだいぎしやうし}靈台儀象誌』という本の^{すいせんきやう}中の「垂線球儀」の記述からです。振り子の等時性から時刻を測る方法が書いてありました。どのようにするかというと、たとえば、正午から翌日の正午まで振り子を振って、その振動数をあらか

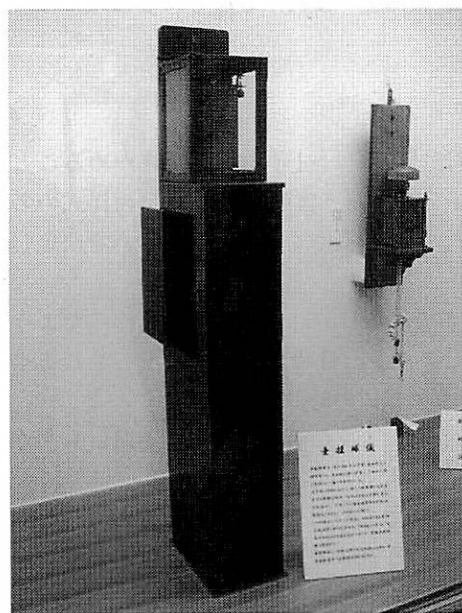


写真3 垂揺球儀（近江神宮蔵）

じめ知っておくのです。停止しそうになったら加振してやる必要がありましたが、1日に1万回の振り子ができれば、万分規よりも精度の高い1分が得られます。86,400回振動する振り子なら、現代の1秒と同じ精度です。しかし、天文学者は現在の時刻表示と同じでなくてもかまいませんでした。1日に何回振動しようと、あとから比例計算で1日1分すいようきゅうぶに変換できたからです。

間重富が京都の戸田東三郎に作らせた垂揺球儀という時計は、天符の代わりに振り子を用いた振り子時計でした。

重富は、『霊台儀象誌』を読んでいましたし、西洋式機械時計の知識もありました。しかし、重富の垂揺球儀は、西洋の振り子時計をそっくり真似たものではありません。独自の工夫が盛り込まれていました。

その一つが文字盤です。重富が作ったある垂揺球儀の振り子の長さは1尺9寸5分（約59cm）でした。計算すると周期は約1.54秒で、1日の振動数は約56,000回になります。その振動数を直接表示するための文字盤を持っていました。万、千、百、十と一桁です。一種のデジタル時計です。

また、重富は、寒暖の差で振り子の長さが変化し、振動数が狂うこともちゃんと知っていました。寛政の改暦のときには、何らかの原因で止まってしまうことを回避するため、双子のように2台の垂揺球儀を並べたものを用意しました。冗長設計でシステムの安全率を高めたともいえます。

江戸にも優秀な時計師がいました。大野弥五郎、弥三郎父子です。司天台の測量機器の製作を担当していました。重富は、戸田東三郎に作らせていた測量機器の技術を大野父子にも伝えました。

寛政の改暦のため、高橋至時よしときと間重富が江戸へ出た1795（寛政7）年、後に全国を測量して精密な日本地図を製作した伊能忠敬いのうただたか（1745～1818）が高橋至時に入門してきました。天文暦学を学ぶためでした。

忠敬は、重富から測量機器や測量方法を学びました。伊能家に伝わる垂揺球儀は、忠敬が入門してまもなく重富に依頼して作ってもらった、戸田東三郎製です。また、測量旅行に携帯していった象限儀は、大野父子の手になるものでした。

さらに後のことになりますが、大野弥五郎の孫、大野規周のりちか（1820～1886）も時計師になりました。幕末、徳川幕府がオランダに開陽丸というとても大きく大きな蒸気軍艦を発注したとき、その製造技術を含めて西洋の近代技術を学ぶため、榎本武揚えのもとけいあき（1836～1908）ら16人の留学生を送ることが決まり、その中の一人に規周も選ばれました。

ガラスビンの大量生産

編集部 藤木 勝

協力 AGC旭硝子

1 ガラス容器製造のはじまり

一休さんと和尚の物語に登場する水飴（麦芽飴）の入った容器は、陶器の甕かめでした。梅干しなども、大量に漬けるときは樽や甕を使っています。食べ物には粉食を主とする地域と粒食を主とする地域とがありますが、飲み物にも同様な特徴があるのかもしれませんが。今、目の前にウイスキーのビンとビールビンがあります。密封する蓋の形式は異なりますが、どちらも口元の細い細口ビンです。よく見ると、ウイスキーのビン（角ビン）には、胴部と口元部分に走る2本の細い縦線があり、底部にも周囲4面に線があります。丸いビールビンには見当たりません。この線は、ビンの製法に関係しているようです。

ビールとワインは古代メソポタミアやエジプトで盛んに飲まれていたそうですが、その容器はガラスではなく、主として陶器や樽でした。容器がガラスで作られた最初は「サンド・コア・ガラス」製法による小型のもの、香油入れだっただろうと考えられています。ガラス容器の全形ができたとしても、心棒部分を分解して芯材を掻き出さなければならないビンの製法では、限界があることがすぐわかります。ところが、紀元前1世紀頃のローマ時代に吹きガラス技法の発明があり、これが基になって、油やワイン、ビールなどの保存用として細口ビンが、食べ物用には広口のビンが考えられるようになっていきます。

2 口元の仕上げが大変だったビンづくり

吹きガラス技法が考えられて、“ガラスの風船”が作られるようになりましたから、いろいろな形の器物が考えられます。形も宙で吹けば自由になるし、どこか絞れば細身のビン状態にもすることができます。しかし、課題は吹竿からの切り離し部分にあったようです。

はじめは、吹竿から切り離したそのままの形であったようですが、栓のしや

すさや丈夫さを考慮して、口元部分に紐状の軟らかなガラスを巻きつけて再加熱・融着させ、突起部をつけたということです。今のビンビールのような口元の形にできあがったのでしょう。また、ワインボトルの形は、17～18世紀をとおして変化していきました。はじめは、円底をしたずんぐりむっくりの球形が基本で、非常に軽いものでした。この容器は、保持安定化のために、特別に作ったスタンドに上向きで保持されるか、柳を編んだ籠に入れられるなどしていましたが、最終的には底の形が平らになっていきました。

3 ビンの大量生産へ

中身の見えるビンには魅力があります。ビンの需要に応えるために多くの人の研究がありました。口元の仕上げ（口元の仕上げ加工が最も大変で、いつも最後の加工作業になってしまったため、今でも口元と頸の部分を“フィニッシュ”と呼んでいるそうです）をいかに効率よく行って大量生産するか、生産過程の研究がなされました。

今に続く技術開発をしたのは、アメリカのアルボガスト（Philip Arbogast）です。彼の考案（1882年特許）は、「①まず、ネック先端の口元部分を成形する。②次に、バリソンというビンの基になる中空形のものを作る。③最後に、空気を吹き入れて希望する形に成形する。」という3つの基本的段階からなっている製法です。この製法特許が、1898年、同じく、アメリカのオーエンス（Michael Joseph Owens）に引き継がれ、機械によるビン製造が始まりました。

製法特許や大量生産方式については、細部はさまざまにありましたが、基本的には、あくまでも熔融ガラスを吹く（ブロー・アンド・ブロー）か、圧縮して吹いて（プレス・アンド・ブロー）成形するかのいずれかです。少しずつ方法が異なっていますが、ローマ時代の“吹きガラス”の原理が失われることなく活着していることに感心します。

4 ビンの大量生産は“吹きガラス”が基本

図1は、アルボガストの考案（1882年特許）が基になっている、ビン製造の基本工程です。以下の①～⑥は工程の概略説明です。熔融ガラスを落とし込む金型は、胴部と底および口元部分からできています。ウィスキーのビンに残っていた線は、この金型の合わせ目を示していると思われます。

①胴部と口元を組み合わせた金型に、ガラスビン1本分の重量に正確に合わせ

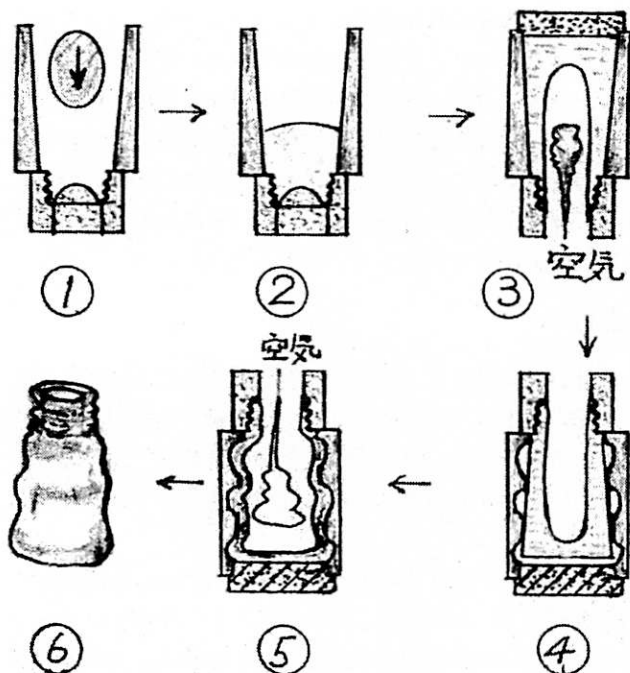


図1 ガラスピンの製造工程

た“ゴブ”を入れます。ゴブとは、熔融炉または坩堝から、まるでチューブから絞り出されるかのようにして得られたガラス素地の塊のことです。

②下にたった“ゴブ”には空気圧がかけられて、口元のねじ部分が成形されます。（底部には圧力をかける装置がセットされます）

- ③ピンの底部に相当する部分に金型が挿入され、②で成形された口元部分から空気が吹き込まれます。この工程でピン形の基本（粗型：パリソン）ができます。
- ④これまでの工程とは上下反対に金型がセットされています。胴部と底部の金型は、仕上げるピンの外形（凹凸など）に合わせてデザインされたものに交換されています。この金型に③で作られた中空のパリソンがセットされます。
- ⑤強く空気が吹き込まれ、圧力によって中空のパリソンは金型に押しつけられ、各部の形が整えられます。（口元の金型は外している説明もあります）
- ⑥胴部と底部および口元部分の金型が外されると、ピンの形ができあがります。この後、ガラスピンは徐々に冷やされ、機械と人の目でチェックされて出荷されます。

5 ビンの加工精度の向上とともに栓や蓋も工夫された

ビンの口元部分の寸法精度、特に、口径精度が高まるとともに、栓や蓋も工夫されてきました。今使われている王冠やコルク、牛乳ビンのように、蠟引きの厚紙を圧入する方法などが考えられ、実用化されてきました。

〈コルク栓〉

ビンの口元部分の寸法精度が十分に高まっていない頃の栓は、蠟や樹脂を浸した布、油に浸した繊維束、木栓、コルクなどで、私たちが臨時的に行う方法と大差のない栓のしかたでした。なかでも、1650年頃から大量に使われ出したというワインのコルク栓がいまだに使われている理由は、コルクが栓として材質的に大変すぐれた性質を持っていることからくるものと思われます。

フックの法則で有名なロバート・フック (Robert Hooke 1635～1703) は、「なぜ軽くて軟らかく、弾性に富むのか」という疑問を解こうと、南ヨーロッパに野生するオーク属のコルク櫟の樹皮であるコルク (8年ごとに樹皮を剥ぐことができる) の組織構造を調べています。そして、コルクは「①防水性のある5層の細胞膜から成り立っている。②その内部に密閉された空気は移動しない。③その被膜の厚さは約 $2\mu\text{m}$ とごく薄いものである。」ことを明らかにしました。これらの物理的な構造ゆえに、栓として求められる次のような条件「①液体が細胞内部に浸透しない。②細胞内の空気は圧力で圧縮されるが、5層の細胞膜は丈夫で破れにくい。③弾力性に富む。④ゴムや皮より摩擦係数が大きくて、ビンから栓が抜けにくい。⑤湿度と気温の変化によって変質しにくい。」などの性質を備えたものとして利用されています。

〈王冠〉

1892年に米国のウィリアム・ペインター (William Painter 1838～1906) が、現在の形のものと同形式の一薄いコルクのシール材と特殊な紙からなる一王冠の特許を取っています。これも、ビンの口元の加工精度が高まったからできたことです。

〈参考文献〉

- 1) 黒川高明：『ガラスの技術史』アグネ技術センター、2005
- 2) 日刊工業新聞社：『モノづくり解体新書』1の巻、1992

いよいよ収穫です

味のよい作物が収穫できるためのポイント

浜松市立天竜中学校

竹村 久生

おいしいトマトとはどんなトマトか

今回は、ミニトマトの栽培を例に、よりおいしいものにするため、どう工夫したらよいかを紹介したいと思います。

トマトには、ビタミンCやミネラル類だけでなく、糖やアミノ酸、さらに、カロテンやリコピンというカロチノイドが豊富に含まれています。特に、ミニトマトにはこれらが豊富にあります。リコピンやカロテンは、葉緑素が少なく

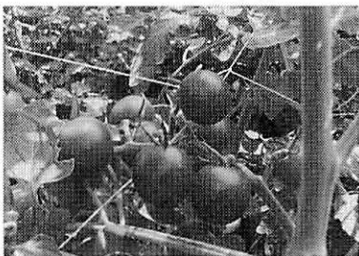


写真1 赤く色づいたミニトマト

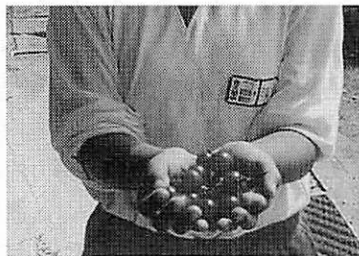


写真2 手にしたミニトマト

なって赤くなる、つまり、完熟する最後に急増します。最後まで太陽

の光を浴びた完熟トマトがおいしいといわれる所以です。

トマトの甘さを客観的に判断する方法

味覚には個人差があり、甘さを比べるときに困ります。そこで登場するのが

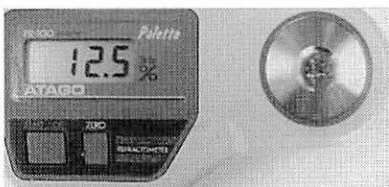


写真3 デジタル糖度計

糖度計です。デジタル糖度計を使えば、客観的な糖度が数字で計測できます。あいまいさの残る屈折糖度計に比べて、液を数滴落とすだけで、小数第1位まで数字で表示してくれるデジタル糖度計は、一目瞭然で説得力があります。

トマトの甘さアップ・マル秘大作戦

完熟トマトの味がよい理由は前述したとおりですが、さらにおいしくするための工夫を子どもたちに考えさせると、学習意欲が増すこと請け合いです。子どもたちが考えた、甘さアップの秘策を紹介します。



写真4 甘さアップマル秘大作戦
（音楽を聞かせる、鏡を使う）



写真5 甘さアップマル秘大作戦
（反射板を利用する）



図1 糖度アップ・マル秘大作戦 (1)

さて、どの方法が効果があったでしょうか。



写真6 糖度測定の様子

糖度測定の結果

子どもたちが自分たちなりに考えて世話をしてきた結果が、糖度の測定で明らかになります。それまでの努力の成果がここで試されるわけですから、子どもたちも真剣にならざるを得ません。ここは、図2のような、糖度測定会を企画してみると、授業がさらに盛り上がることまちがいなしでしょう。

糖度測定の結果がメロンなみの甘さの13.5度になった方法もあり、総じて、糖度がスイカなみの甘さの10度以上になりました。市販のトマトの糖度が3～4度ですから、桁外れ

に糖度が高いことになります。

糖度アップのマル秘作戦が功を奏した方法は節水栽培でした。ふつう、水やりというと、底穴から流れ出るまでたっぷりかけますが、節水栽培



図2 糖度測定会の授業の流れ

培では、毎朝1株に1～2ℓを全面にかけます。日中は葉がしおれ気味になりますが、我慢をし、夕方に様子を見て、再度、1株に1～2ℓを全面にかけます。やる水の量を少なくして回数を多くし、土の水分量の変化を少なくして、乾き気味の状態を維持していくことがコツです。水分の急激な変動は、裂果や

落花、根腐れ、尻腐れなどを引き起こします。節水栽培すると、茎葉は細く小柄になり、果実も皮が厚くなって小粒になりましたが、糖度が上がっていました。こうした方法

がとれるのも、コンテナ栽培のマイ畑だからこそできる作戦です。水やりの加減で水分調整ができるからです。

塩水かけも糖度が高

くなりましたが、濃度が濃すぎたためか、下葉が枯れ、果実の先端が腐る尻腐れの果実が多くなってしまいました。まさに、糖度を上げるトマトも命がけです。

次回は、栽培の最終段階の収穫に関することを取り上げてみたいと思います。

注：図1～図3は拙著『図解おもしろ子ども菜園』（農山漁村文化協会）より

【鏡やミラーボールで光を反射させる】

陰の葉や葉の裏に光をあてて
光合成を2倍にするため



【塩水をかける】

先生の話を海の近くのトマトの実
が甘くなるというのを聞いたから



【音楽や歌を聞かせる】

海の近くのトマトが
甘いというのを聞いたので
毎朝の音を聞かせる

歌をうたう
クラシックが
いいって聞いた



【お米のとぎ汁をやる】

栄養があると聞いた
ので 追肥のかわり
にやると思うから



図3 糖度アップ・マル秘大作戦 (2)



写真7 甘さアップ・マル秘大作戦 (鏡をたくさん使う)



写真8 甘さアップ・マル秘大作戦 (ビニル袋をかぶせる)

電磁気学を開拓した先覚者の像

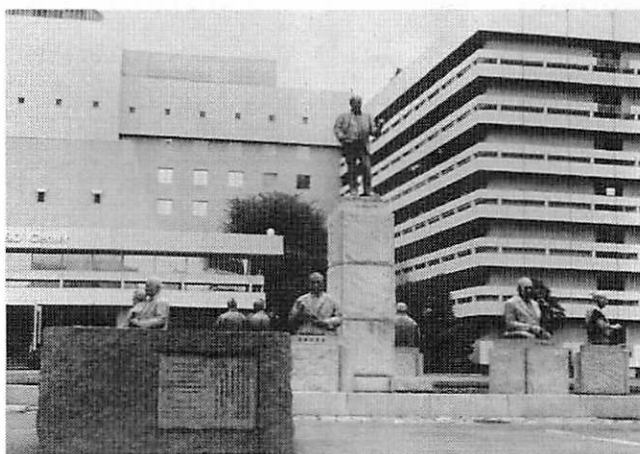
アンペール、オーム、ファラデー、マルコーニ、エジソン、フィリップス

西條 敏美

門真市のパナソニック本社へ

電磁気学とその技術の発展に貢献した世界の先覚者の銅像が一堂に置かれているところが日本にある。大阪府門真市にあるパナソニック本社（旧、松下電器）の中央研究所前の広場である。

所在地は門真市であるが、京都と大阪とを結ぶ京阪電鉄の「守口市駅」が最寄り駅である。この駅に降り立ち、線路に沿って京都方面に5分ほど歩くと、もうパナソニックの広大な敷地が見えてくる。入口には警備員が立ち、受付に回るようにという。ここで、科学者の銅像を見に来たことを告げると、担当部署に電話をかけてくれた。帰り際にわかったことであるが、ここはパナソニック電工（旧、松下電工）の構内であった。



パナソニック本社の中央研究所前広場に立つ科学技術者の銅像群

銅像のある本社は、この広い構内を突き進んで、地下道を通って国道を渡ったところにあるという。10分ほど歩くと、本社前に着いた。入口近くに来ると、塀越しに銅像の頭の部分がちらりと見えるようになった。本社の受付で用向きを告げる

と、担当者が出てきてくれ、丁寧に案内して説明してくれた。

広場に立つ電磁気学の先覚者の銅像群

銅像群は中央研究所前の広場に立っていた。一際目立つのは、電球を片手に持った発明王エジソンの立像である。高い台座の上に立っているので、見上げるばかりである。そのエジソンの周りを、5人の西洋人科学技術者と5人の日本人科学技術者、あわせて10人の科学技術者の半身像が取り囲んでいる。「どうぞ一体一体見て、写真に撮ってください」と促され、私は銅像群を一回りして写真に撮った。

電流相互間にはたらく力の法則を見出し、電流の単位名になっているフランスのアンペールがいる。電気分解の法則や場の概念を明らかにし、電磁気学の基礎を築いたイギリスのファラデーや、電気抵抗の概念を明らかにし、オームの



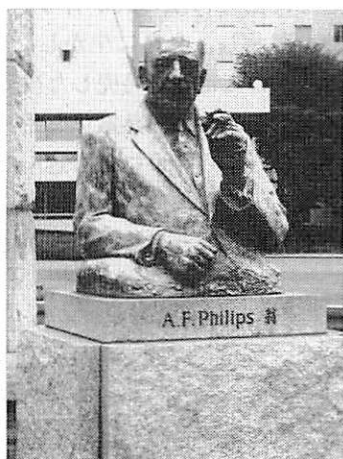
オーム (1787 ~ 1854)



エジソン (1847 ~ 1931)



マルコーニ (1874 ~ 1937)



フィリップス (1874 ~ 1951)



アンペール (1775 ~ 1836) (左) とファラデー (1791 ~ 1867)

法則を打ち立てたドイツのオームがいる。無線通信の実用化に成功したアメリカのマルコーニや小さな電球会社から世界の大企業へと発展させたオランダのフィリップスがいる。

日本人では、ライプニッツと並び称される数学の先覚者関孝和がいる。自動織機を発明し産業の発展に大きく貢献した豊田佐吉がいる。摩擦起電器を発明し、電気的基础実験を行い、この道を開いた3人の先覚者、橋本曇斎、平賀源内、そして佐久間象山がいる。

みな教科書にも名前が出てくる、よく知られた科学者や技術者ばかりである。これだけそうそうたる人物の銅像が何体も一同に集まると荘厳というほかない。

松下幸之助の願い

この銅像は、「科学と工業の先覚者」の銅像として1968 (昭和43) 年に完成して、12月に除幕式が行なわれたという。創業者松下幸之助の「先覚者の精神を継承し、今日に生かしたい」という願いから出たものであった。幸之助は、かつて電球を発売した当時、エジソンが京都の八幡市の竹から炭素フィラメントを作り、白熱電球を発明した話を耳にして、自室にエジソンの写真を掲げ、ひたすら仕事に打ち込んだ。このことを懐かしく思い出し、先覚者の偉業を讃え、若い世代の指針にすることも意義深いことだと考えて、銅像設置を思い立ったという。この銅像が完成したとき、幸之助はこう訴えた。

「これらの銅像の建立をひとつの契機として、私たちは幾多の先覚者が残された汲めども尽きぬ無限の功績に、尊敬と感謝の念をささげるとともに、朝夕その遺風に接し、それぞれの立場から新たに湧き起こる発奮と努力をもって先覚者にあやからせていただき、世界に誇れるより進歩した技術開発に打ちこんでゆかねばならない。」

私は、科学や技術の先駆者のことを思い、幸之助のことを思った。担当者は、「技術館や歴史館もあります。予約申込みをしておけば、一般公開もしていますから、こちらもぜひ見学に来てください」と話された。受付まで見送られ、私はパナソニックを後にした。

先覚者とともに

駅に向かう道すがら、私は考えた。幸之助が言うように、朝夕その遺風に接していれば、それぞれの立場から新たに発奮の気持ちが湧き起こってくるのではないだろうか。少なくとも、科学や技術を特別なものとは見ずに、人間が作った文化の一つとして、これを楽しみ支えていく人間が育ってくるのではないかと思った。

学校の音楽室の壁には、ベートーベンだとかモーツァルトといった作曲家の肖像画がずらりと架かっていることが少なくない。それに対して、理科室の壁にニュートン、アインシュタインといった科学者の肖像画が架かっていることはあまりない。

先覚者はひとり西洋人ばかりではない。優れた実績を残した日本人も少なくはない。パナソニックの研究所前には5人の日本人先覚者の半身像が置かれていたが、多くの日本人に知られているわけではないだろう。まずは日本人の先覚者をよく知ることも大事なことだと思う。

〈参考文献〉

- 1) ボールドウィン著、椿正晴訳『エジソン—20世紀を発明した男—』（三田出版会、1997）
- 2) ジョセフソン著、矢野徹・白石佑光・須山静夫訳『エジソンの生涯』（新潮社、1968）
- 3) 島尾永康著『ファラデー—王立研究所と孤独な科学者—』（岩波書店、2000）
- 4) 田中剛三郎著『G.S. オーム博士の生涯』（オーム社、1954）
- 5) ゲッデス著、岩間尚義訳『グリエルモ・マルコーニ』（開発社、2002）
- 6) パレーシェ、デーニャ・マルコーニ著、御船佳子訳『わが父マルコーニ』（東京電機大学出版局、2007）

農と自然と食を結んで (9)

農村の視点から大震災と福島原発事故について考える

茨城大学農学部

中島 紀一

田んぼに早苗が植えられないことなく

先月号では「6月には梅雨の雨を受けて田んぼで早苗がすくすく育つ」と書きましたが、大震災、大津波の被災地では田植えができない田んぼが広がっています。これはとても深刻なことです。そこで、今月号では予定を変更して、大震災や原発事故について、農業や農村の視点から考えてみたいと思います。

被害地は農業と漁業と食品加工の地域だった

「東日本大震災」と命名されたように、今回の大震災は青森から千葉まで東日本の太平洋側を襲った広域震災ですが、被災地のほとんどは、農業と漁業、そして農産物や水産物を加工する食品加工の土地でした。これまで私たちの食べ物の生産を担ってきた農漁村が大きな被害を受けたのです。

健康な食生活のモデルとして「日本型食生活」(和食)が国際的にも高く評価されていますが、そのベースにはお米と魚介類がありました。今回の被災地は、美味しいお米の産地であり、美味しい魚が獲れる港町でした。私たちの食

生活の大切な生産拠点が壊滅的被害を受けて、いまでも呻き続けているのです。

美味しいお米や魚介類の恩恵を受けてきた都市の消費者は、大震災のいま、これまでの産地からのご恩をしっかりと思い起こしながら、被災地支援の取り組みを広げることが求められているように思います。震災被害のダメージは少なくとも数年に



写真1 津波で一階が壊れた家(福島県新地町)

及ぶでしょう。被災地の田舎を守ろう、被災地のお米や魚介類を美味しく食べ続けようという取り組みを、幅広く展開していきたいですね。

田んぼの被害の実態

田んぼについて見ると、まず大津波で田んぼには、大量の土砂や瓦礫が堆積し、打ち上げられた漁船、倒壊した家屋等もそのままとなっています。これらを除去しなければ耕作は始められません。田んぼは海水に浸かり、海水が溜まったままの田んぼも少なくありません。塩水を排水させ、土に付着した塩分を除去しなければなりません。除塩には降水だけでは無理なので、農業用水が必要ですが、その農業用水網が震災でズタズタにされて田んぼに水が来ないのです。低湿地を埋め立てて広げた田んぼでは、地震による液状化で、地下から砂が吹き上げられたり、地盤沈下してしまった田んぼもあちこちに見られました。



写真2 津波が残したもの（仙台市若林区）

先月号に書きましたが、「梅雨を待っての田植え」に示されているように、元々の水田耕作は地域の降雨に依拠した農耕方式でした。地域に降った雨を集めて田ん

ぼを耕作するやり方を天水田と呼びますが、これが水田耕作の原型でした。しかし、地域の間近な降水だけでは、耕せる田んぼは狭く限られてしまうので、川の上流から水路を掘って水を導く土木工事が工夫され、農業用水路網が整えられてきました。おおよそ江戸時代以降のことで、これが日本の田舎の象徴としての「春の小川」となりました。ところが20～30年頃前から、「春の小川」は地下パイプに取り替えられ、田んぼでは蛇口をひねれば水が出るしくみが作られてきました。田んぼのパイプライン化と呼ばれる大工事でした。

今回の震災では、この地下に埋設されたパイプラインの破損が特に深刻でした。「春の小川」のままならば、破損しても耕作者による修復は比較的容易でしたが、破損したパイプラインの修復は専門業者に頼らざるを得ません。今回の大震災でも昔ながらの天水田ではほとんど被害はなく、近代化されたパイプライン水田や干拓水田では大きな被害に見舞われてしまいました。近代技術とは何だったのかを考えさせられる事実ですね。

原発事故と農業

大地震、大津波による被害は深刻でしたが、それでも頑張って時間をかければ修復可能です。しかし、原発事故はまだ続いており、事態は深刻で、修復の見通しも全く見えません。

福島第一原発内には、コントロール不可能となった膨大な量の放射性物質があります。一番心配される最悪の事態は、それが爆発などで大量に飛散することですが、爆発がなくても、放射性物質は徐々に周辺に流失し、汚染を広げて



写真3 海水に浸かったままの水田（仙台市若林区）

います。特に海洋汚染は深刻ですね。沿岸漁業は壊滅的打撃を受けています

農地汚染も広がっています。農地汚染で一番問題となるセシウム137の場合は半減期は30年とされていますから、いまの農業者一世代での除染は無理という深刻さです（ヨウ素131の場合は半減期は8日なので農地汚染としてはそれほど深刻ではないとされています）。

ここで放射能汚染について簡単に整理しておきましょう。

大気放出された放射能は、汚染されたチリや雨等から直接人の体を侵し、また、農産物や飲用水や土などに付着してそれらを汚染源としてしまいます。

農産物等の汚染については、放射性物質の外部付着の汚染と根から吸収し作物の体内に移行した汚染があります。ヨウ素131の場合は半減期は短いので危険性はほぼ外部付着に限られ、セシウム137の場合は半減期は長いので、後者の作物の内部汚染も深刻に心配されています。

土壌の汚染については、まず、雨水やチリから土の表面が汚染され、土にしみ込んだ雨水は土の内部に浸透し汚染してしまいます。高濃度汚染の場合には、田畑を耕すと汚染が土の中に埋め込まれ、土の粘土粒子に吸着され、長い期間、土の中から放射能を出し続けることが心配されています。また、耕作者は放射能で汚染された土埃を吸い込み体内汚染を受けることになります。

水や食べものと一緒に体内に取り込まれてしまった放射能は、ヨウ素131は甲状腺に取り込まれやすく、局所的な内部被曝が深刻に心配されています。セ

シウム137の場合には、体内に100日から200日くらいは滞留すると考えられており、長期にわたる内部被曝が心配されています。

続いて、野菜、牛乳、お米などの農畜産物の放射能汚染とそれへの対処方策について考えてみましょう。

いま、広域で問題とされている農産物の放射能汚染は、3月中頃の原因建屋を吹き飛ばした水素爆発等によるものが主であり、4月上旬の時点では汚染レベルは健康障害を懸念するほどには高くはありません。しかし、原因周辺地域での土壌や環境の放射能汚染は、深刻な高レベル汚染となりつつあります。

いま、農産物への放射能汚染は、主として出荷制限、作付制限が問題とされています。そこでの視点は食べものの安全性の確保、すなわち消費者利益の確保におかれています。お米についても同様の視点から作付見合わせが求められている地域もあります。

こうした消費者利益の視点も、それとして重要ではあります。しかし、現実には深刻な放射能汚染が進行し、それによる高レベルの被曝に苦悩しているのは、都市の消費者ではなく、原因周辺の汚染地域で生活している人びとであり、田畑を耕している農業者たちなのです。

原因事故の当初は、その時々放射能測定値が汚染被害の指標とされてきましたが、その後には「積算線量」という概念も注目されるようになっていきます。そこでは時々放射能線量だけでなく、その地で暮らして被曝し続けることによる累積した被曝が問題とされており、そこには地元被害者の視点があります。原因に近い地域では、原因から遠く離れた都市の消費者よりも高レベルの被曝を継続的に被っているのです。そして、それでもなお生計をたてるために、田畑を耕して農産物を都市の消費者に提供し続けようとしているのです。

こう考えていくと私たちには安全性確保の視点だけでなく、社会的倫理の視点が必要となっていることに気づきます。福島原因は東京電力の施設であり、その電力は原因のある福島県ではなく、首都圏に供給されてきたのです。今回の事故の一義的責任はもちろん東京電力とそれを認めてきた政府にあります。首都圏の消費者たちは福島原因の受益者であったことも事実なのです。この側面からみれば、首都圏の消費者は原因者に近い位置にいても言えるのです。

首都圏の消費者は、原因被災地の農業者や漁業者とどのように向き合うべきか、被災地の農産物を食べ支える責任について、真剣に考えるべきではないかと思うのです。そして、それぞれの地域で食の自給の体制を作っていくことを、いま改めて真剣に考えるべきだとも思うのです。いかがでしょうか。

金型を使わない金属立体成形

森川 圭

はじめに

精密板金加工の平出精密（長野県岡谷市）は、金型を使わずに薄板金属を複雑な立体形状に成形するインクリメンタル成形に乗り出した。インクリメンタル成形は、特定の工具を逐次的（インクリメンタル）に押し当てることによって成形する薄板成形法。

簡易治具だけで作る工法と、樹脂型（下型）を使用する工法の2通りがあり、金型使用の加工法に比べてコストが10分の1～4分の1に抑えられ、工期も短縮できる。量産加工の受注競争が激しくなるなか、同社では試作開発向けの新技術として、医療機器、家電メーカーなどに売り込み、競争力強化につなげる考えだ。

精密板金加工の元祖

同社は、戦前の航空機鋁金を基本技術として、戦後の早い時期から精密板金加工に取り組み、現在は爪先から手のひらサイズの小物部品加工を得意とする。「精密板金」という言葉を日本で最初に使用した会社としても知られ、金属で折鶴を折ることも可能な高度な技術力を持つ。

しかし、従来は売上高の約5割を半導体製造装置関連の加工に依存し、利益率の高いその他の分野の試作開発加工は1割程度に留まっていたため、景気変動の影響を受けやすかった。そこで、新技術によって、これまで縁の薄かった業界にも顧客層を広げることにした。

同社が指向するのは「ジャスト・イン・タイムのモノづくり」。大量生産・大量消費時代が終わった今日、必要なときに必要なモノを必要な量だけつくことは、ムダなコストを削減するだけでなく、環境にも優しい。現在、産業界では小さなワークを加工するときでも大きな機械を使うのが一般的だが、同社

では、小さなものは小さな機械で生産するDTF（デスクトップファクトリ）に取り組むなど、合理的な手法を取り入れている。インクリメンタル成形もその一環として位置づけられるものだ。

富士山の形状を成形するイメージがわく

直接のきっかけは、ある取引先から、湾曲した複雑形状のパイプ加工を依頼されたことだった。材料に耐熱性ニッケル合金のハステロイ（Hastelloy=米国Haynes Stellite社の商品名）を使用し、深絞りでパイプ形状にしたあと、湾曲成形する加工だ。しかし、ベンディングマシン（金属曲げ加工の専用機）による通常の加工では対応が難しく、かといって堅牢な金型を製作するには採算が見合わない案件だった。

そこで、インクリメンタル成形を思い立った。「富士山の形状を成形するイメージがわき、研究したいものになるのではと思った」と同社生産技術担当取締役の平出琢磨氏は話す。

一番の魅力は金型レス加工が可能なことである。試作加工では金型製作にかかる費用が足かせになることが多いが、それが不要にな

る。そこで2009年10月にその成形に適したNC（数値制御）工作機械を導入。社内に技術・設計部門の3人によるチームを作り、成形のノウハウを研究した。

インクリメンタル成形は、材料となる薄板を固定治具で挟み込んで固定し、コンピュータで制御された棒状工具を薄板に押付け、XYZ方向に移動させながら薄板を少しずつ引き伸ばし、所望の形状に成形加工するもの。工具の動きを工夫することで、たとえば従来のプレス成形法では加工の難しい複雑な曲面



写真1 インクリメンタル成形用のNC加工機

形状でも、金型レスで成形できる。工具の動きの制御には、普通のNC機械なども利用でき、材料の削り出しなども行える。

金属加工の一種のへら絞りを参考に

しかし、インクリメンタル成形には弱点がある。金型を使用しないため、寸法精度が従来のプレス成形に比べて悪いことだ。特に曲率が大きく、緩やかな形状を成形する場合などは、スプリングバック（材料を曲げ加工したとき、工

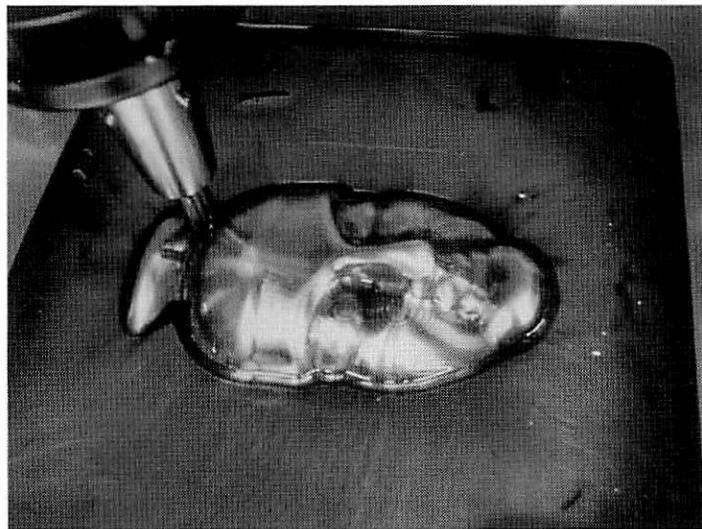


写真2 加工中の仏像面

具を離すと、材料に施した変形が若干もとに戻る現象）の影響を受けやすく、形状が固まりにくい。もう一つは、成形後の板厚が局所的に薄くなる点。これは、材

料の変形が局所的であるため、周りから材料が流入してこないことによるものだ。

これらを克服するためにさまざまな対策をした。その一つが、工具の動きに付加価値をつけたことである。「テストを開始したときから、この工法はへら絞り加工に似ていると思った」と平出氏。

へら絞りは、板状や管状の素材となる金属材料を回転させ、専用工具を使って、局所的な塑性変形を徐々に繰り返し与えて全体の製品形状を創成していく加工方法。簡易金型1つ（パンチのみ）で行えるが、上から下に向かって板を延ばしていくと下のほうの板厚が薄くなる。そこでへら絞りでは、何回かにわけて素材をこすることで、精度を出す。それに倣い、プログラムデータを変えて複数回こすることで、偏肉や形状補正できるように改良したのである。

他の工法と組み合わせる

もう一つは樹脂型の活用である。インクリメンタル成形は簡易治具だけでも成形加工は可能だが、樹脂を切削して下型を作り込めば、より加工精度の高い絞り成形が可能になるためである。また、現在は樹脂型を使用しているが、今後は光造形機で下型を作ることも検討中だ。

同社では、アルミ合金やステンレス鋼などの一般鋼材のほか、先述の Hastelloy 合金やチタン合金などの材料にもインクリメンタル成形を適用している。ただし、同社ではこの工法だけで、加工を完結しようとは思っていない。「角度に加工限界があるので、この機械だけで完結する仕事というのはほとんどない」(平出氏) ためである。

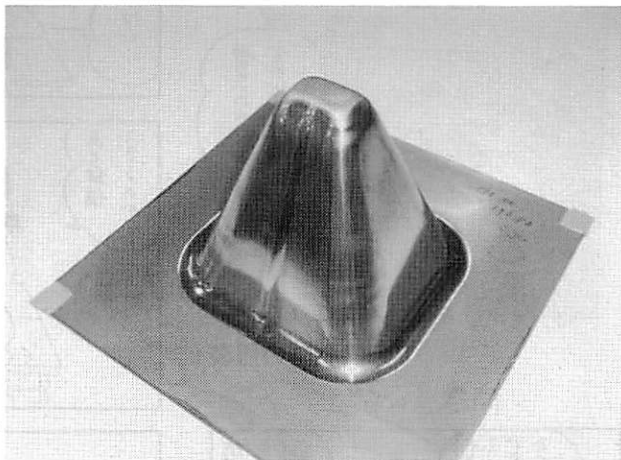


写真3 インクリメンタル成形のサンプル

したがって、インクリメンタル成形は、あくまでも加工の1工程として、金型工法を含む他の板金工程と組み合わせたり、補完する考えだ。実際に、油圧プレス機の前加工で使用したり、後加工で絞りを加えるために使用するなど、使い方は多岐に渡る。

同社では今後、現在力を入れている医療機器部品をはじめ、ノートパソコン筐体、デジタルカメラ筐体、自動車ボディパネルなどのサンプルモデル作成などに活用していく考えだ。フレキシブル加工が可能になることで、「とくに従来、納期やコスト面でプラスチック成形加工に負けていた分野で、金属加工の復権を目指したい」と平出氏は語る。

イクール ライフ

計画停電実施中 NO 64



試験時の服装

問題集の提出



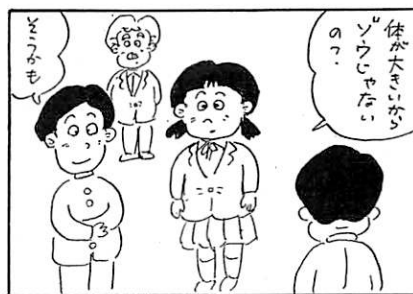
教育相談の内容



試験時の服装



動物ランキンク



2011年3月11日〔金〕
午後2時46分ごろ、三陸沖を震源とするマグニチュード8.8（後に9.0と変更）の巨大地震と巨大津波で青森、岩手、宮城、福島、茨城の海沿いの地域は壊滅的な打撃を受けた。防潮堤は破壊され、地震の発生源の断層は600kmに及び陸前高田市〔岩手県〕や石巻市、気仙沼市〔宮城県〕、相馬市〔福島県〕など町全体が水没し、死者、行方不明者は3万人と報じられた。

陸前高田市は7、8割の地域が水没。奇跡的に助かった人を含めて1万人以上が避難生活を送るが、市役所自体が津波に流されたため、行方不明者の人数も把握できない。最初のうちはボランティアも入れず、ガソリンもなく道路が寸断されて被災者はいろんな形で助け合って命をつないでいた。

福島第一原発の被害の状況も、給油タンクが津波で流されてしまったことが報じられたのは22日で、最初は炉心冷却システムが作動せず、炉心溶融の恐れが出てきたことが報じられた。12日午後3時30分ごろ第1号機で水素爆発が起こり、建屋の屋根が吹っ飛び、3人が被曝した。1986年旧ソ連のチェルノブイリ原発4号が爆発した時との比較は、たとえば12日「朝日」では被曝で死亡したのは約50名となっていたが、2000年のロシア当局の発表では55,000人が被曝死しているのを見てもわかるように、真実は報道されなかった。この時は炉本体から大量に放射能が空中に飛散したのだが、今回世界のマスメディアは、福島第一原発でも原子炉本体の爆発の恐れを報じ、国外に退去する外国人が急増した。

日本政府は12日の「緊急事態宣言」

教育時評



3月11日以後

で「あわてて避難を始めることなくそれぞれの自宅や現在の居場所待機し、防災行政無線、テレビ、ラジオ等で最新の情報を得るようにしてください」と言ったが、長期化するとは言わなかった。14日には2号機も水素爆発11名が負傷し、6名が被曝した。政府は半径20kmの住民に避難指示を出した。1、3号機

には空から水をまき、温度を下げようとしたがあまり効果はなかった。今度は放射能を含んだ水が海に流出していることが分かり、4月2日には高濃度の汚染水が2号機の取水口付近から見つかった。水をためておけなくなり、低レベルの水を海に流すことを決めたが、漁業関係者に相談なく行ったことで漁協から厳しく抗議された。9日までに11,500トンの水を流した。4月3日になって政府は原子炉の安定冷却に到るまで数ヶ月かかると発表。地元の双葉町は県内の川俣町から、さいたま市のスーパーアリーナへ、さらに埼玉県立旧騎西高校校舎へと町役場ごと避難しているが、20kmから30kmの間の南相馬市などは、ばらばらにされての避難で、20kmから先の避難は「自主避難」なので、戻ってくる人も増えている。小・中学生は、避難した土地の学校に入る手続きが進んでいるが、将来の進路を決めるのに苦労している。

4月17日には、政府は、今度の事故を「レベル7」に引き上げ、18日には収束に6～9か月かかるという工程表を発表した。22日には20km圏内も計画避難地域を設け、20km圏内は強制力を伴う封鎖とした。避難場所を移されるなかで、どこで学んだらよいかわからない小・中学生の被害は深刻である。（池上正道）

- 2日▼自民党の石破茂政調会長は記者会見で、日本を侮辱する目的で日の丸を傷つけたり汚したりした場合、2年以下の懲役または20万円以下の罰金とする「国旗損壊罪」を新たに盛り込んだ刑法改正案を国会に提出する方針。「君が代」の替え歌なども刑事罰を科す改正案を検討。
- 3日▼大学の入試問題が試験中にネット掲示板に掲載された事件で、仙台市の男子予備校生が逮捕された。
- 11日▼法務局や人権擁護委員が相談を受け調査した「人権侵犯」、いじめへの学校側の対応が不適切だったとする内容のものが前年の1.5倍の2741件に達した。
- 11日▼M9.0の巨大地震、東北地方太平洋沖地震が発生。津波による甚大な被害。福島第一原子力発電所1～6号機のすべての冷却能力が奪われた。
- 12日▼東北地方太平洋沖地震の被災地で、高台にあった学校は津波被害を避けることができ、避難所として使用されている。学校の教員は、避難所で避難民の支えとなっている。
- 14日▼余震は、岩手県沖から茨城県沖の長さ約500km、幅約200kmの領域で発生。この領域は、本震の震源域に相当する可能性が高く、余震は、このような広い領域で発生していることから、過去の地震の事例から見ても、極めて活発な状況。
- 19日▼港湾空港技術研究所が、東北地方太平洋沖地震による津波に被災した地域の20%の分析で、最も高かった津波は、岩手県大船渡市の23mだった。国内で過去最高の津波は、1896年の大地震の際に観測された高さ38.2m。
- 21日▼警察庁によると死者8600人を超えた。行方不明者は約1万8千人にのぼり、合計で2万7千人を超えた。今後も犠牲者は増えそうである。
- 15日▼東京電力計画停電開始。電気依存社会が明らかに。食料、電気などの外部依存度が高い東京の現実が明らか。エネルギーも地産地消か。
- 21日▼規制値を超える放射性物質が検出された農産物について、福島、茨城、栃木、群馬県に対して、県単位で出荷停止を指示。食品衛生法による出荷停止は、規制値を超えた農産物を生産した農家にしか適用できず、そのため県単位で出荷停止を指示できる原子力災害特措法に基づく措置に踏み切った。
- 22日▼被災した子どもたちの支援として、必要書類がなくても弾力的に転入を認める動きも広がっている。香川県三木町小学生200人、中学生40人を一般の家庭で預かるホームステイ事業を始める。大阪府は、3000人を無試験で府立高校に受け入れ決定。
- 22日▼原子力安全委員会の班目春樹委員長は東京電力福島第一原子力発電所の事故に関し、原発設計について世界的に見直しがなされなければならないと述べた。
- 23日▼全国の大学で卒業式の中止が相次ぐ。この春の入学式中止も多く見られる。(鈴木賢治)

『生物から学ぶ 流体力学』 望月修・市川誠司著

A5判 170ページ 2,400円(本体) 養賢堂 2010年10月刊

「ゆく河の流れは絶えずして、しかももとの水にあらず。よどみに浮かぶうたかたは、かつ消えかつ結びて、久しくとどまりたるためしなし」(『方丈記』鴨長明)と言われるように、うつろいやすい世界である『流れ』を数理的に表わすことが、流体力学なる学問の醍醐味であり、興味深いところである。

巨大な鯨から小さなバクテリアまですべて生き物は空気や水をはじめ流体の中で生きている。私たちも血液や呼吸をはじめ流体の運動で生命活動を維持している。昆虫や鳥の羽ばたきや、魚の泳ぐ姿を考えてみると流れと密接に係わっている。動物の生態と進化にも流れが大きく関わっていることは、誰でも想像がつく。

一方、「空気のような存在」と言われるがごとく、流れは目に見えず、それを感じることもすらないほど、流体は我々の日常に当たり前のことになっていることも確かである。「流体の速度が大きくなると圧力はどうなるか」と尋ねると、ほとんどが「圧力が大きくなる」と答えが返ってくる。流れを見ても圧力の大・小がわからない。流れの様子をとらえることが苦手な学生が年々増えている。これからの世代では、生き生きとした自然観が失われていることを想像するのに難しいことではなくなっている。

こうしてみると、興味を持って『流れ』を見ることは大切である。しかし、

流体力学の教科書は、流れの数理解析に主眼が置かれるために、流れの持つ不思議さやそれを巧みに利用している事柄にはあまり触れない場合が多い。流れの持つ魅力を学生に少しでも紹介することは、授業の改善だけでなく、学問を教える教師としての使命かもしれない。

本書は、このような期待に応えてくれる専門書である。本書の構成も、生物に主眼が置かれ、運動や流れの観察から始まり、流体力学の基礎理論を学習する。そして3章からは、すぐに生物の具体的な各論に入る。テッポウ魚、水鳥の着水、イカの推進、カワセミのくちばし、カエルの泳ぎ、フグの瞬発的泳ぎ、サメの泳ぎ、ムササビの飛行、鳥の飛行、蝶の飛行、アメンボが水面に浮かぶ理由、微生物の移動、クラゲの泳ぎ、蚊の吸血。本書では、このように多様な現象を流体力学でよく説明している。流体を学びたい人や教える立場の人には、ぜひ一読してほしい。また、生き物に興味のある方も読んでみる価値がある。

じっとして捕まりそうになるとさっと動くカジカの尾びれと、いつも泳ぎ回っているアジやカツオの尾びれでは、それぞれ形状が違うわけが本書でよくわかった。形と流れは、表裏一体の関係にあり、自然の摂理を改めて学んだ。生き物を通して『流れ』を学ぶこともおもしろい。

(鈴木賢治)

『餘部鉄橋物語』 田村喜子著

四六判 208ページ 1,500円(本体) 新潮社 2010年7月刊

この物語は、昭和61年12月28日午後1時25分に発生した列車転落事故の回想から始まる。第I部は、列車転落事故までの回顧録である。事故そのものは、テレビや新聞でよく知られているが、餘部事故技術調査委員会報告書の概要について知っている人は少ない。報告書中の、列車停止方法の改善策、(1) 最適な位置に風速計を設置すること、(2) 速やかに列車の停止ができること、(3) 風速検知装置を常に最善の状態に整備しておくこと、(4) 風速情報の表示は人間工学的な配慮すること、の4点は現在でも通用しそうである。特に「報告書では、人間工学という難解な用語を使っているが、どんなに科学や技術が進歩しても最後は人間だ」とのフレーズには著者の思いが感じられる。

さらに、餘部鉄橋の建設計画では、6案が比較・検討され、最終的に「トレス式高架橋」に決定したとのことである。この間、鉄筋コンクリート橋の比較案が検討されていたことには一種の驚きを感じる。この時代、鉄筋コンクリート橋は実績がなく、未知の技術であったため、日の目を見ることはなかった。

実を言うと、餘部鉄橋は常に潮風にさらされ、腐食のしやすい環境にあった。海水中の塩分が悪さをするのである。したがって、錆を防ぐための塗装が大切で、塗装作業にあたった2名の「橋守」がする保線作業は大変な仕事である。こ

のことは、「花の建設、涙の保線」と鉄道の世界で使われている言葉からも類推できる。加えて、保線には完成というものがない。ひたすら列車走行の安全を守るために、終わりのない業務を続けるだけである。餘部鉄橋の命を第二次世界大戦を経てつないだ背景には、このような技術者のたゆまない努力があったことが本書から読み取れる。こうした保守方式で橋の安全を確保できるのだろうかとの議論から、ルート変更による橋梁新設案が検討され始めた。このような中、列車転落事故が起こったのである。

そして、第II部が始まる。餘部鉄橋の健全度調査結果が公表されると、「一日も早く、鉄橋に防風壁をつけてほしい、そして定時性を確保してほしい」との声が高まり、「冬場でも列車を停めないで平常通り運行してほしい」との地元の要望は日ごとに増していった。こうした状況下で、JR西日本は「新橋設置」を正式に表明した。PCラーメン橋案が提案されたのである。この案は、関係者にとっては青天の霹靂であったろう。近代土木遺産である鉄橋が消えるとは考えもしないことだったと思う。その後の検討会の審議の様子は、一つのドラマをみているようである。歴史・景観学的立場からの意見と地元民の生活体験に基づく意見との対峙は文化遺産の考え方に一石を投じているように感じた。(依田照彦)

第60次 技術教育・家庭科教育全国研究大会

主催 産業教育研究連盟 後援 農山漁村文化協会

大会テーマ 「巧みな手、科学する頭、人と人を結ぶ心を育む技術教育・家庭科教育」

- 研究の柱
1. 今の技術教育・家庭科教育の問題点について情報交換し、今後どのように進めていくべきかを幅広い立場から検討します。
 2. 改訂学習指導要領の内容を仔細に検討するとともに、教科のなかで子どもに真につけさせたい力は何か、授業実践をとおして探ります。
 3. 子どもをひきつける教材についてさまざまな角度から検討し、魅力ある授業の内容と方法を探ります。

会 場 湯の川観光ホテル祥苑

〒042-0932 北海道函館市湯川町2-4-20
TEL 0138-36-1000 FAX 0138-57-4700

日 程 2011年8月6日(土)、7日(日)、8日(月)

8月6日：はじめの全体会、分科会、特別講座
8月7日：分科会、匠塾、教材・教具発表会
8月8日：分科会、おわりの全体会

交 通

- ◆函館空港から タクシーで約5分 バス約8分徒歩約5分
- ◆J R 函館駅から タクシーで約15分
ホテル専用シャトルバスで約15分(1日6往復)
市電で約30分、徒歩約8分
- ◆函館港フェリーターミナルから 車で約15分
函館まで
飛行機 羽田空港から1時間20分、中部空港から1時間25分
関西空港から1時間35分
J R 東京から 約6時間 札幌から約3時間
車 東京から 約12時間 札幌から約5時間
フェリー 青森—函館間3時間50分

「授業をつくる」分科会

教材の魅力と授業展開のおもしろさを探求する分科会です。教材準備、展開、生徒の受けとめなど実技も交えながら討論していきます。メインレポートを中心としながら関連するレポートもあわせて討議します。

「電気・機械・エネルギー変換」と「食物」の授業をとりあげます。

実践交流分科会

参加者が持ち寄ったレポートを発表し討議をします。ものづくりや情報・制御、生活・消費・環境など日々の授業実践から学び合ひましょう。

課題別分科会

教育課程や新しい教科書について検討したり、新たに必修となった「生物育成」の可能性についてなどテーマごとの分科会を設けます。

教材教具発表会

手づくりの教材や教具の発表会です。実習題材、演示教具、視聴覚教材など多様なものを持ち寄っての発表です。ぜひ、とっておきの教材教具をご持参ください。

産教連「匠塾」

すぐに使える教材・教具をその場で作って持ち帰ることができます。材料費として実費をいただきます。

特別講座

仮テーマ「災害と技術」

避けることのできない自然災害に対して、被害を抑えるためにどのようなことができるのか。また、日本のエネルギーはどう確保すればよいのか。安心と安全のためにどのような技術が必要なのかを探ります。

全体会

基調提案、分科会討議など大会全体で出された課題を討議します。

※企画については一部変更になる場合もあります。

参加費 全日程参加 4,000円（会員 3,000円、学生 2,000円）

1日だけの参加 3,000円（会員 2,000円）

申込方法や宿泊については、

産教連 web ページでご確認下さい。 <http://www.sankyoren.com>

特集▼エネルギー変換の授業のポイント

- 見えない電波をつかまえよう
- エネルギー変換の基礎実験と教具
- 蛍光灯を作ろう

- 村越一馬 ●エネルギーコストを考えた商品開発
- 藤木 勝 ●蛍光灯の製作
- 太田考一 ●サイエンスカフェで学ぶ新エネルギー

- 佐俣 純
- 吉田 豊
- 吉川裕之

(内容が一部変わることがあります)

編集後記

●今月の特集は「技術・家庭科の学習とものづくり」。技術・家庭科の授業でかなりの比重を占めているのが、ものを作る活動をはじめとした、実習を伴う学習活動である。その実習では、ケガや失敗はつきものである。こうしたことに対して、経験豊富な教員はどう対処してきたか、本号の特集は参考になろう

●授業で取り扱う教材には、それを取り上げる教師のこだわりや思い入れがある。「これを学ばせるにはこの教材をおいて他にない」という強い思いがある場合、同じ教材を何年か続けて取り上げることがよくある。岡田孝一郎氏は、十数年間にわたって筆筒づくりを取り上げている

●教師は学校で教科指導だけをしているわけではない。子どもの生活指導・部活動指導から校務分掌の仕事や各種の事務処理に至るまで、さまざまな仕事をこなしている。日常のそうした仕事をやりながら、授業準備や教材づくりなどを進めているのがふ

つうである。時間に追われて、「時間もないことだし、今年も昨年と同じ教材を扱うのだから、作品見本の製作は省略してしまおう」などと考え、教材準備を簡略化してしまったところ、部品の仕様の一部が変更になっている、あわてたなどということを経験している

●技術・家庭科の授業が各学年ともに週3時間あった頃には、技術科および家庭科の教員がともに複数配置されている学校がふつうであった。それが、授業時間が減った現在、生徒数の減少による学校規模の縮小とも相まって、技術科あるいは家庭科のどちらかが専任で、あとは非常勤講師で対応するという学校がふえている。地域によっては、他教科の教員が臨時免許で技術・家庭科を受け持っているという例も多く見られる。内糸俊男氏がそのあたりの実情を報告している。こうした教育条件の問題は、共通課題として広く訴えていく必要があるだろう。(M.K.)

■ご購入のご案内■

☆本誌をお求めの場合はお近くの書店に定期購読の申込みをしてください
 ☆書店でお求めになれない場合は農文協へ、前金を添えて直接お申込みください。毎月直送いたします。
 ☆直送予約購読料は、1年間8640円です(送料サービス)。☆農文協へのご送金は、現金書留または郵便為替00120-3-144478が便利です。
 ☆継続してお届け致しますので、中止の際は1ヵ月前にご連絡下さい。
 ☆1993年3月号以前のバックナンバーのご注文・お問い合わせは民衆社(TEL03-3815-8141)へお願いします。

技術教室 6月号 No.707©

定価720円(本体686円)・送料90円

2011年6月5日発行

発行者 伊藤富士男

発行所 (社)農山漁村文化協会

〒107-8668 東京都港区赤坂7-6-1

電話 編集03-3585-1159 営業03-3585-1141

FAX 03-3589-1387 振替 00120-3-144478

編集者 産業教育研究連盟 代表 沼口 博

編集長 金子政彦

編集委員 池上正道、沼口 博、藤木 勝

真下弘征、三浦基弘

連絡所 〒247-0008 横浜市長区本郷台5-19-13 金子政彦方

TEL045-895-0241

印刷・製本所 凸版印刷(株)