

# 37年間の教育を振り返って

工学部機械システム工学科 萩原 芳彦

## 1. はじめに

武蔵工業大学へ1970年4月に着任し、機械工学科に27年間、機械システム工学科に10年間、合計37年間籍を置き、材料力学、工業力学、破壊力学などを担当してきた。この間、様々な経験をさせていただいた。定年に当たり、筆者の担当した科目を中心に、主として学部教育で実践してきたことについてまとめた。今後の参考になれば幸いである。

## 2. 1970年代の教育

1970年代前半は学園紛争もあり、学生も元気であった。初年度は1年生全員、3クラスを通年担当した。当時の機械工学科の入学人数は1学年300名を超え、担当の**材料力学は必修科目**であったこともあり、再履修者を含めると**履修者は500名**を超えた。また、学生ストのため、留年者が増え、1973年度の機械工学科は4クラス編成となり、再履修者を含めると600名近くになった。履修人数を示すと、1970年度は新入生326名（**入学定員220名、定員の1.48倍**）、再履修者を合わせると521名、1973年度は新入生322名、再履修者を合わせると594名であった。

授業は講義と演習を兼ねたもので、受講者に対して演習を隔週で行っていたため、採点は大変であった。なお、再履修者には**受講免除制度**があったが、ほぼ毎月1回の中間試験を授業時間とは別に5時限などに行なっていた。助手の方に演習の採点をお願いした時期もあったが、学生の実態を知るには担当教員が自ら採点することも重要である。現在ではTA制度もあるが、当時は機械系修士課程の在籍者数は合計で多い年でも1学年10名にも満たない、**課程博士第1号**（故浅見克敏教授）が1973年に漸く誕生した時代である。

着任した頃の材料力学は故沖島喜八先生と吉野利男現名誉教授が担当され、教科書は裳華房発行の鶴戸口英善、川田雄一、倉西正嗣著、「材料力学」上巻であった。これを1、2年生、すなわち2年間かけて必修科目として教え、下巻に相当する内容の科目は3年前後期に選択科目として開講されていた。

一方、大学における新入生教育に対し、**基礎教育科目**担当者と**専門教育科目**担当者の間で意見が食い違うことがあるが、70年代においても同様であった。機械工学科では着任前年の1969年度からそれまで通年で配当されていた図学のほかに、材料力学、機構学、金属材料の3科目の専門科目が新たに通年で1年次に配当された。一方、教務委員会を中心として物理学教室と専門学科による検討がなされ、全学共通の**物理学演習問題集**の作成も行なわれ、1975年度から活用された。しかしながら、機械工学科ではそれに満足せず、1978年度から新たに工業力学(1),(2)を開講した。演習重視の科目であり、物理学と平行して1年前後期に配当された。このとき、それまで137単位であった卒業要件単位が131単位となった。

工業力学の教科書としてはベア・ジョンストン著、「工学のための力学」上下巻など、米国の教科書の訳本が内容として最適と思えたが、980ページに及ぶもので、本学には不向きであった。教科書選定の検討は佐藤三祿現名誉教授を中心になされた。初めの頃は青木弘、長松昭男著、「新編工業力学」を用いたが、やや1年生には数学などの関係で難解であり、1983年ごろから「詳解工業力学」、入江敏博著に変えた。しかし、これには物足りなさも感じた。要するに武蔵工大生向けとして、相応しい教科書がなかった。

### 3. 1980年代の教育

工業力学の科目設置に伴い、材料力学 1, 2 は、力やモーメントの釣り合いなど、力学基礎の部分を工業力学で主として教えることとし、1年半に短縮された。一方、70年代終わり頃になると、学生から**教科書が古文**で書かれていると言われるようになった。勿論、前述の材料力学の教科書は昭和 32 年が初版であり、古文ではないが、‘振り’、‘撓み’などの漢字が読めず、‘振り’を‘もどり’と読み、これは何かと質問する学生などが現れるようになった。筆者自身も黒板に書くときには‘ねじり’、‘たわみ’とカナで書く世代であるが、一世代前の教員は‘応力’を‘應力’と書く時代でもあった。なお、この教科書では‘応力’と書かれていた。

この頃は活字離れ、本を読まないなどと言われ始めた時でもあった。教科書を読まない学生も増えつつあり、授業の進め方をどのようにすべきかを見直さなければならない状況になっていた。他大学の教員と教科書を出版したこともあったが、使用中の教科書はよいところが多く、替え難い状況でもあった。

そこで、まず行った方法が、強制的に学生に**教科書を読ませる**ことであった。教科書の主要部分をコピーし、**穴埋め形式**の演習試験を頻繁に実施した。1981~2 年頃のことである。この方式を数年続けた。受講する学生は毎年変わるが、同じ方式を採り続けると、学生は**教員の改善意欲**の減少を感じ取るのであろうか、熱意を示さなくなるものである。このような状況はこれまで 37 年間、様々な場面で感じたことでもある。

また、大学での授業は、基本となる理論の説明から始め、解説や演習は記号で行い、**数値計算**は学生が自分で行えばよいと考えがちであった。そのため数値計算などの具体的事例の演習が不足しがちであった。故黒沢敦先生から、‘学生には数値計算を多くさせたほうがよい’と言われ、改善すべきであると考えたが、多人数の採点を頻繁に行なうのは大変であった。

1979 年 9 月から 1 年間、米国コネティカット州立大学へ行かせていただき、時間に余裕が持て、専門研究の傍らコンピュータプログラミングの勉強も出来、帰国したところでもあった。そこで、上記の教科書を読ませる方式の改善と数値計算演習問題の多用の両方を行なう**採点プログラム**を作り、活用することを考えた。

採点の手間が省略でき、時間も節約できるものと考えたが、プログラムを作り、実施してみると、現実には時間節約にならず、かえって多くの時間をとることになった。穴埋め方式で学生に考えさせる問題を作るとなると、1 回の演習問題作成に 2, 3 時間はかかってしまったからである。丁度その頃、**ワープロ**が進化しつつあり、画面はまだ 4 行ほどしか表示できないものであったが、1986 年に自腹で購入し、問題数を増やしていった。夕食後の時間の多くがこのために割かれた。しかし、このことはその後の教科書作成にもつながるきっかけとなった。こちらが苦勞して作成した問題を用いての演習に対する学生の反応は良好であったが、同じ問題を使い続けると、学生の熱意が薄れていく感じがここでも認められた。

プログラムは改良を重ね、最終的には 3000 行程度になった。ダミーの枠を設けて学生に考えさせること、長い記号式を回答させること、学生ごとに数値の異なる問題を出すこと、四捨五入等を自動採点できることなどを盛り込んだプログラムとなった。ただし、**FORTRAN 言語**で作成したものであり、情報処理センターの大型計算機がなくなり使用できなくなったこと、機械システム工学科ができ、1 クラスの学生数が少なくなり、演習の採点負担が減少したことなどから最近では使っていないが、1984 年から 10 数年続けた。

一つプログラムを作ると、また別のものも作りたくなるものである。採点プログラムに加えて、アンケート集計プログラムも作った。皆さんにご迷惑もかけたところもあったし、**‘趣味のアンケート’**などとも言われながら、1985 年から 2 年間ほどを中心に様々なアンケート調査を学生対象に行なった。学生の高校までの数学、物理学、化学の理解度や履修状況調査、一般教育科目のゼミ形式の是非、外部機関を利用したの

英語力向上策導入の是非、勉学状態、パソコンの学生個人活用状況、大学名称変更の是非、就職あるいは大学院教育に関する調査などである。これらは主として授業時間などに行なったが、機械工学科教員だけでなく他学科の教員の協力も得て行なったものもあった。また、機械工学科教員有志 10 数名による**授業改善アンケートの実施**は、現在全学で組織的に行われている授業改善アンケートのはしりではなかったろうか。これらの結果は教室会議で報告するとともに、一部は教育年報にも投稿した。「**新入生に力学を教えながら考えること**」(2号)、「**機械工学科学生の考えているカリキュラム**」(3号)、「**学生による教授法評価結果の活用に関する一提案**」(4号)である。

これらのアンケートを実施していたときは、定年近くなり、ひまになったらもう一度同じ調査をし、比較を行なうことなどを考えていた。しかしながら、そのような状況にはならず、残念ながら比較をすることはできなかった。

#### 4. 1980年代の教育改革

1980年代はQC (Quality Control) の神様といわれていた石川馨学長の時代であり、事務職員の**QC サークル活動**も行なわれた。また、武蔵工業大学における**団塊の世代** (現在 60~70 歳代) が最も充実した活動が出来る 40~50 歳代の時代でもあった。1982年には教務委員会 (堤井信力委員長) 主催で「本学の教育に関する公開シンポジウム」—教育の理想像を求めて— が5月下旬から7月上旬にかけ、3回にわたり開催され、様々な角度から議論がなされた。さらに、1983年度には**教育年報第1号**が発行された。

また、座学1コマ、半期の単位数がそれまでは1.5単位であったものを、2単位に変更した。1987年度から機械工学科を除き実施され、これに関する議論はかなり続き、全学科が統一されたのは1993年度である。変更後の卒業要件単位は124単位となった。その頃、薬学関係の大学を除くと、1.5単位制をとっていた大学は東京大学と武蔵工業大学ぐらいであったが、一方では演習を含めた科目を3単位 (半期2コマ) とする大学も他にあった。それだけ学生に勉強をさせていたとも言える。これは本学における**‘ゆとり教育’**の導入だったのだろうか。論争が続いたことなどが主因か否かは定かではないが、教育年報が1984年の2号から1992年の3号 (伊藤泰助教務委員長) まで発行されなかった。1985年発行予定の原稿が7年後の3号に掲載された。7年後に掲載されたことを考えると、教育改革の進みは緩やかな、まだ平和な時代であったのだろう。

#### 5. 機械工学基礎試験の開始と機械工学基礎ポケットブックの出版

作成したプログラムによって授業の演習を行い、様々なアンケートの結果は適宜教室会議で報告していたが、学生の学力状況を教員あるいは学生自らが確認することは、教育改善や学習意欲向上のために必要ではないかと考え、**学力試験の実施**を提案をした。この頃は教員同士で飲む機会が割合あり、その席で故浅見教授などと話をしたのが初めである。300人ほどいた機械工学科学生に対する共通試験の実施は、教員の負担もあり、賛成が得られるか心配ではあったが、採点の手間はとらないことなどを話し、教室会議で承認された。すでに科目の単位を認定した4年生に対しての試験であることに対する若干の意見は出されたが、実施に移すことができた。

問題作成は手間のかからない選択式問題を基本とし、公務員試験問題をそのまま利用しての出題なども行った。第1回目の**機械工学基礎試験**は1987年のことである。受験した学生からは次年度の学生にも受けさせるべきとの肯定的意見が多く出された。その後、3年後期に基礎工学研究 (1989年度入学生から実施) が

設置され、3年生も受験対象者に含め、また大学院修士課程の学生にも受験させ、現在に至っている。機械工学科が2学科に分割され、1教員の担当学生数も減少したことから、問題はマークカード方式をやめ、記述式となり出題者が採点している。

このように、学生の学力向上に対する学科レベルの共通の取り組みを考えていたころ、東京工業大学から着任された竹中俊夫教授から**機械工学基礎ポケットブック**作成の提案がなされ、機械工学の基礎に関して17名の教員が執筆し、1989年5月に出版された。国際単位系SI、工業数学、工業力学、材料力学、機械力学、流体工学、熱工学、材料工学、機械の要素、制御工学の10章構成で約350ページからなるB6版ものであった。その後、1993年4月に加工学、計測工学、電気電子工学等を追加補強し、13章からなる増補改訂版として発行した。さらに学科分割後の1998年には新任の教員の方々も参加し、2学科全教員による精査を行い、改訂2版を約480ページのものとして出版した。本書は発刊以来、毎年**フレッシュマンキャンプ**のときに機械工学科、機械システム工学科の新入生に配られ、現在に至っている。学生には絶えず携帯するよう、指導している。

## 6. 1990年代の教育

授業で使っていた穴埋め形式の演習問題がかなり集まり、製本して1989年から学生に配布していたが、竹中教授の目にとまり、出版社に紹介していただけた。「**材料力学の基礎と演習**」として1992年に出版できたが、特殊な形態の教科書であり、本学と共著者の大学以外では授業には使われなかったように思う。なお、弊著を見た中京地区のある大学から**採点プログラム**のことに對して問い合わせがあり、訪ねてこられたことはあった。こちらのお話を聞き、簡単には実行できないと判断したようで、その後連絡はなかった。

工業力学の授業は機械工学科教員が数年ごとに交代しながら行なわれ、筆者も担当していたが、10年程度が経過していた。使用していた教科書には物足りなさを感じていたこともあり、上述の出版社に相談したところ、了解が得られ、担当教員9名（浅井公屋、大上浩、大谷眞一、小林邦夫、杉山好弘、田村宏、萩原芳彦、森沢正旭）で分担し、「**機械力学の基礎と演習**」として1994年に出版した。基本的には前述のピア・ジョンストンの著書構成とほぼ同じとし、約200ページにまとめた。基礎事項を簡潔に記述し、大半を問題形式にしたものである。穴埋め形式も取り入れたが、前述の材料力学で採った特殊な形式を修正した。

とかく一般の教科書では基本原理を初めに述べ、例題あるいは演習問題が続く形であるが、工業力学の基本事項はすでに高等学校で学習している内容でもあり、公式の暗記ではなく**物理的な意味**をしっかりと理解させるため、原理あるいは定理の導出なども演習問題形式とした。1994年度から使用を開始したが、他大学や高等専門学校でもこのような内容構成の教科書を希望していたようで、現在までに1万2000部以上が出版されている。ただし、初版にはミスが多く、読者からの苦情もあった。この教科書が好評であったことから、機械工学関連の教科書をシリーズとして出版する企画を出版社から依頼され、武蔵工大の卒業生3名と他大学に勤める筆者の母校出身者の計6名で編集委員会を作り、「**よくわかる水力学**」、「**よくわかる工業力学**」、「**よくわかる機械力学**」、「**よくわかる機構学**」、「**よくわかる材料力学**」、「**よくわかる工業材料**」が1995年8月から1996年10月にかけて出版できた。機械工作関係と熱力学関係が出版できなかったのは残念であった。

筆者はこのとき機構学も担当したが、関連の書籍を20冊程度購入し、調べた。同名の著書であっても内容に偏りのある教科書が見られた。稲田重男、森田鈞著の機構学、谷口修の機械力学などは参考になった。講義を担当されていた共著者の坂本吉弘、千葉和茂両先生の協力も大きい。機構学は材料力学と並んで、他

の大学や高等専門学校等でも使用されており、いずれもこれまでに1万部を超える数が印刷されている。

筆者が着任してまもなくの頃であったと思うが、武蔵工業大学が今日に至る過程で大なる貢献をされた、故寺沢正男先生が、‘学ぶ’は‘まねぶ(まねる)’に通ずるといわれたことが強く印象に残っている。教育を実践するときには他の人の行っている手法も積極的に活用すべきであると考えて実践してきた。研究の場合、真似ることは業績とならず、追い越すことは大変である。しかしながら、教育の場面ではそうとはかぎらない。教育の対象は生身の学生であり、教育はいわば学生との共同作業であり、結果はそれぞれ異なるからである。大学は教育と研究の場であるが、無意識のうちに真似ることと独創を発揮することの両方を実践するのは難しいところでもある。

また、おそらく**ワープロ**が無ければこれだけのものを短期間に造ることはできなかった。出版社も経費節減のため、ワープロで作成した図面をそのまま用いた。「機械力学の基礎と演習」と「よくわかる工業力学」の図を比較すると、ワープロのリボンテープの幅が1行から3行に広がった時期がわかる。よくわかる材料力学を出版したときにもミスが多く、読者からご注意を受けたが、質問もいただいた。大手企業勤務の50歳ぐらいの方から毎週のようにメールで質問され、閉口したが、計算ミスを教えていただき、助かったこともある。この方からは最近では本学に求人依頼もあった。

## 7. 2000年代の教育

最後に、筆者の研究分野に直結する材料強度あるいは破壊力学関連の教科書を学部上級学年あるいは大学院生向けに出版し、一段落と考え、「よくわかる破壊力学」を2000年6月に出版した。ところが、たびたび述べるように、こちらが一息つくとも学生の対応には熱意が感じられなくなるように見える。また、出版事情もあり、教科書のページ数が制約され、詳しく書くことのできない部分もあった。そこで、学生が材料力学に興味を一層持つよう、**ホームページの作成**を考え、2001年10月に公開した。最初は「よくわかる材料力学」の章末にある演習問題のヒントを中心のページとした。その後、学生の基礎学力の低下も見られることから、より基本的なやさしい問題も作成して掲載し、授業や試験に活用している。

出版社へも教科書にホームページアドレス(<http://homepage2.nifty.com/ymhagisan/>)を印刷するようお願いした。最近では年間6、7千件のアクセスがある。なお、2004年からは**質問コーナー**も設けたが、これに対するアクセスはまだそれほど多くない。質問も初歩の材料力学ではなく、材料強度や破壊力学など、より高学年の内容についてのほうが多い状況である。さらに、昨年秋からは**携帯電話**からもアクセスしやすくした基礎事項掲載のページも設けた。

また、思いつきで様々な形に折り曲げた針金に力を作用させたときの変形図を1年生に描かせたところ予想外の珍答が続出した。高校までに物理現象に対する実体験をする機会が少ないことにあらためて気付かされ、30年ほど前であろうか、ある大学の教員が鶏の絵を描かせたところ**4本足の鶏**を描く学生がいると書いていたことを思い出した。そこで、演習で変形状態を図で解答させる問題などの作画や応力分布の作図などの問題を出すことを積極的に行なうと同時に、有限要素法で解析した変形図をホームページに掲載することも最近はじめた。なかなか改良は尽きないものである。

## 8. 実験実習関係の授業

以上、座学についての流れを話したが、若干実験実習関係についても述べる。筆者は、しいて言えば自身を実験研究者であると考えており、実験あるいは体験など身体で覚えることの重要性を常々感じている。着

任してすぐに気付いたことであつたが、機械工学科の学生の実験実習科目は1年次前後期いずれかに配当された、物理学実験、化学実験、2年前期の機械工作実習、3年前期の機械工学実験、4年前期の電気工学実験であり、2年後期、3年後期には実験実習科目がなかった。筆者の卒業した大学では1年次から4年前期まで何らかの実験実習科目が途切れずに配置されていたこともあり、**実験実習科目の不足**を感じた。

着任後まもなくのころ、そのことを他の教員に話したところ、とても実験科目を増やすことなどできないとの意見であつた。前述のように、定員をはるかに超える学生が在籍していた状況では場所の問題、担当教員の問題等を考えれば当然のことであつたかもしれない。その後、入学直後から専門科目を教えるべきであるとの方針から、機械工作実習も1年次に配当され、2年次には実験実習科目が零となった。このような状況がしばらく続いたが、1989年度から開始した機械工学科におけるコース制の導入にあたり、再度提案し、2年生後期にコース実験として開設することができた。**約20年が経過**していた。

しかしながら、大勢の学生を収容する実験場所が無かつたため、一般教室の片隅に実験装置の収納庫を置き、**普通机での実験**を実施する方式で行なうことを提案し、**小型実験装置**を開発するなどの準備をすすめた。ところが話は様々に動いたようであり、現在の**機械系基礎実験室**ができることになってしまった。この当時は、教務委員会でも他大学の実験施設を見学したりしながら**全学共通基礎実験教育**実施を検討していた。筆者も教務委員であつたこともあり、このような調査にも参加していた。このような施設を設置するのであれば、学科占有ではなく大学全体の共通の場所を設けることに筆者も賛同していた。しかしながら、最終的には学科占有的なものとなつてしまい、気まずい思いをした。それぞれの立場における意思の疎通がうまくいかないのは昔も今もかわらない状況である。その後、他学科でも情報関連教室などへの一般教室の改造利用が進むことになった。世田谷キャンパスの建ぺい率等の関係もあり、スペースが少ないことからなかなか大変ではあるが、一方では計画的な整備がされていなかったと感ずるところも多い。早い者勝ち、話を持ってきたところには対応するといった、場当たりの対応が多く、**組織的な大学運営**に対する取り組みが欠如していた感じがする。

その後、学科としての検討が進み、現在の機械システム工学科では1年次の物理学実験、化学実験、機械基礎実習、2年次の機械システム基礎実験、電気基礎実験、3年次の機械システム応用実験、卒業研究の前段階である基礎工学研究が設置され、1年次から4年次の卒業研究まで途切れることなく実験実習科目が配当されている。

## 9. おわりに

‘馬を水辺に連れて行くことは出来るが、水を飲むことは出来ない’とことわざにあるが、水辺に連れて行くため、37年間材料力学の教育を中心に様々な試みを実施してきたが、これが絶対という方法を見つけることは出来なかつた。最近では水辺につれてゆくことが難しく感じる時もある。本文中でもたびたび述べたが、結局は教員が熱意を持って全力で学生に接し続けることしかないのではないだろうか。

筆者らの前の世代は、大学昇格等、戦前戦後の大変な時代に活躍された大学興隆の功労者ならびにそれらの方々とは寝食をともにされた世代であり、いわば1代目である。前述したように、現在70歳代から60歳代である筆者らの世代は武蔵工業大学では団塊の世代であり、2代目に当たるのではないかと常々考えていた。現在の50歳代、40歳代の方々も続く3代目に相当するであろう。1代目、2代目が武蔵工業大学を万全の体制に整えたとはいえない状況下において、大学環境は厳しくなるばかりである。これからはいよいよ重要な役割を担う、3代目の時代である。只々、ご健闘を祈るばかりである。(2007年2月)