

私の教育改善

桑原 利彦 (大学院 共生科学技術研究部 物質機能科学部門)

Toshihiko Kuwabara (Department of Mechanical Systems Engineering)

[キーワード：塑性, もの作り, パワーポイント, 教材, 雑談, BT賞, 熱意]

はじめに

最初に, 筆者の講義のキーワードである塑性について説明させていただきたい. ゴムひもに力を加えて引っ張ると伸びるが, 力を取り除けば元の形に戻る. このように, 変形させても元の形に戻る性質のことを**弾性 (elasticity)**と呼ぶ. 金属も弾性を有するが, 金属の弾性変形量はゴムのそれに比べてはるかに小さい (1 mの鉄の針金でおよそ1mm程度). その代わりに, 金属には**塑性 (plasticity)**という, すばらしい特性が備わっている. 塑性とは, 変形させたあと形状が元にもどらない性質をいう. 人類は塑性から大きな恩恵を被っている. もし金属に塑性がなかったら, 棒は棒の形のまま, 板は板の形のままでありつづけ, ほかの形に変化することはない. つまり金属に塑性がなかったら, 工業製品を作ることがいっさい不可能になるのである.

金属が塑性変形する性質を実験的・数学的に体系化する学問が塑性力学, 金属の塑性を利用した金属加工法を体系化する学問が塑性加工学である. 塑性加工の技術は, 戦後日本の復興を支えてきた. そしてこれからは, 環境に優しく, 省エネルギーで, しかも高精度な材料加工技術として, 世界的規模でその重要性はますます高まるであろう.

筆者の専門は塑性力学と塑性加工学である. 授業では, 機械システム工学科3年前期の塑性力学を担当している. 塑性には, ロケットやロボットのような派手さはないが, 人類存続の基盤を支えているのである. 塑性の可能性を少しでも多くの学生に伝授し, 志ある学生達を燃える技術者・研究者集団にしたい. これが, 筆者が授業に情熱を傾けるモチベーションのすべてである.

1 講義のコンセプト

筆者は, 塑性力学の講義目標として, 「塑性力学に関する, 学部生として必要最小限の基本概念と理論体系を

丁寧にわかりやすく教える」ことを最も大切に考えている. 塑性力学は非線形力学であるので, それでなくても難しい. であるから, 塑性力学の講義の目的は, 塑性力学の理論体系の大きな流れを, (できれば楽しく) 学生に体得させることでなくてはならない. 筆者も, 学生時代にずいぶんと苦勞したので, 学生たちには同じ思いをさせたくない. 全14回の講義が, あたかも大河小説のような流れを持つように, また塑性力学がいかに人類社会に貢献しているか, その「縁の下の力持ち」的魅力を学生達にいかに伝えるかを考えながら, 講義内容を日々改善している.

以下, 筆者が講義で工夫している点を列挙する.

2 パワーポイントを使う講義の功罪

講義は, パワーポイントを使って進めている. テキスト教材として, A4用紙の上下に, パワーポイントの2画面分を上下に縮刷したものを綴じて (約80ページ), 学生に事前配布している (3項参照). つまり, テキスト内容と同じものをスクリーンに映して講義を進める.

基本的に板書はしない. 板書をするのは, 演習問題を解くときと雑談で絵を描く時のみである. したがって, ご丁寧に黒板のど真ん中にスクリーンが設置されている教室は非常に使いにくい. であるから, 学期はじめに割り振られた講義室を事前チェックし, そのような講義室が割り振られているときは, 事情が許す限り, 教務係に講義室の変更をお願いすることもたびたびである.

パワーポイントを使う最大のメリットは, 講義の内容に関連する最新の (ときには大昔の) 技術研究情報や社会状況などを, 鮮明な画像を使って, 学生たちに紹介できる点である. このような画像情報は, 講義の最中の雑談のネタとなり, それは学生の息抜きにもなる. なにより効果的なのは, 学生たちは, 塑性力学を, 陳腐で退屈なものにとらえることなく, 社会の最先端で役に立つツールとして使われていることを実感できる点である. 塑性加工あつての塑性力学である. 自動車, 航空機, 日用品など, 人類社会における工業製品の製造や, 材料・製

品の特性評価において、塑性力学がいかに解析のツールとして役立っているか、画像教材を使って鮮烈に講義できることは、パワーポイントを使う最大のメリットである。

最新の技術動向のみが教材として有用なのではない。塑性力学史に名を残すような研究論文から、記念碑的実験結果の図表などを紹介することにより、学問の歴史ロマンを学生たちに追体験させることも可能である。また外国の教科書などには、時に非常に斬新で工夫された図表が掲載されていることがある（例えば筆者の分野で言えば、ポーランドの教科書）。筆者はこのような図表も積極的に教材に取り入れている。

パワーポイントを使うことのデメリットも当然ある。よく指摘されるのが、学生が手を動かさなくなることである。教員が板書をせず、話しに夢中になりすぎると（筆者の場合、特に！）、彼らは手持ちぶさたで退屈になり、最悪の場合、寝てしまう。これに対しては、講義の随所で例題を解かせるのがもっとも効果的な対策である。また、テキストのしかるべき箇所をわざと空白にしておいて、板書の絵をそこに描かせるというような工夫もする。複雑な絵を描くために消費される時間を削減できることが、パワーポイントを使うことのもうひとつのメリットである。しかし、工学の分野では、概念図を自分の手で描くことも非常に大切な作業であるから、その訓練という観点から考えると、すべての絵を画像として呈示してしまうのは、かえって教育効果上よくないかもしれない。この点、筆者の自作テキストはまだまだ不十分で、大いに改善の余地があると考えている。

3 テキストへのこだわり

我が国には優れた塑性力学の教科書が数多く出版されている。これは他国には見られない現象である。しかし残念ながら、市販の塑性力学のテキストは「帯に短し、たすきに長し」である。私が見つけた塑性力学に対するこだわりを学生たちに伝えるには、市販のテキストではどうしても無理だと悟ったので、10年前から、自作のテキスト（パワーポイントの画像を縮刷したもの）を作成・印刷して学生に配布している。正確に言えば、テキストを製作するというよりも、講義の骨組みとなる図表、基礎式、画像、動画などのパワーポイントスライドの作成が先行し、それらを講義で話す順番にならべたものがテキストになる、というイメージである。

市販の教科書に掲載されているありきたりの図はめったに使わない。工業製品の例などはインターネットや企業の方からご提供いただいた資料（2節参照）からの引用になるが、それ以外はすべて手作りを心がけている。具体的には、自作の概念図、研究室で設計試作した実験

装置写真、研究室で実際に測定された実験値などである。もちろん、これはと思う画像や図表は印刷費を省みることなくカラー印刷し、見栄えにも気を配っている。

4 第1回目の講義のインパクト

いかなる講義においても、その講義の存在意義を明確に説明し、その講義を受講する意義を学生に納得してもらい、学生の勉学意欲を高める必要がある。その意味で、第1回目の授業で、学生たちにインパクトと覚悟を与えることは非常に重要である。

筆者の場合、第1回目の授業の基本コンセプトは、「塑性力学という学問体系の存在意義、その基礎理論を学習することの意義、ならびにその社会的有用性を十分に説明する」ことであると考えている。この点、塑性力学の講義は非常にやりやすい。塑性力学はもの作りの工学（塑性加工学）と直結しているので、その存在意義や社会的有用性を主張しやすい。ちなみに、第1回目の講義の最初のスライドは、次のような荘厳かつ厳粛なミッションステートメントでスタートする。

+++++

【塑性力学および塑性加工学のミッション】

素形材の弾塑性変形特性および塑性を利用したものの作り技術の基礎研究を通して、人類のもの作りの伝統を科学的に継承・発展させるとともに、世界福祉と地球環境に貢献する。

+++++

これだけ大上段に構えるのであるから、教員サイドにも覚悟が必要である。「このスローガンを読んで感動しない学生は、この教室にいる資格はない。」と言わんばかりの迫力が必要である。

上記ミッションをわかりやすくかつ具体的に説明するための教材資料は豊富にある。筆者の場合、最も有用な教材資料は、じつは学会のセミナーで手に入れることが多い。企業の方が優れたパワーポイント資料で講演なされた場合は、講演終了後にすぐさまご挨拶に伺い、これはと思う画像のご提供をお願いする。たとえば、自動車ボディーパネルの成形シミュレーションの事例、シミュレーションと実際パネルの測定結果の比較、材料の内部組織（結晶粒や転位組織が鮮明に見えるもの）、先進的な加工機械、一見どうやって作ったのかわからないような製品写真、などである。もちろん、授業で学生に見せる用途以外には絶対に使わないと誓約する。たいていの場合快く資料をご提供下さる。なかには、ご親切にも、お願いした以外の資料（会社説明用のビデオなど）を別途お送りくださる方もいらっしゃる。これは本当に有り難い。自分自身の勉強用教材にもなる。

5 講義における留意事項

講義では、次のような点に留意している。

- 授業項目を厳選し、多くの事項を教え込まない。
- 最初の5～10分間は、前回の講義の復習に当てている（パワーポイントを使って、前回講義のスライドをざっと一覧するだけでもよい）。
- 新しい概念を導入・説明するときに、未修得の専門用語や概念を用いない。
- 授業内容と関連する、最新の研究・技術情報（製品や部品の実物、図表、製品写真など）、桑原研究室で製作した実験装置や研究成果を回覧もしくは画像に見せて、講義内容と実社会との関わりをつねに学生に意識させるように気を配っている。
- 時々クイズを出す。
- 折に触れて、自分の体験に基づいた人生論や偉人の処世訓を語る。

種明かしをすると、筆者が一番力を入れているのは、実は最後の項目である。本や新聞などを読んでいる最中に、若い人にとって有益な処世訓になりそうな文言を目にすると、筆者は忘れないうちにワープロに入力し、頭の中の引き出しに収納する。そして講義中にそれを活用するのである。たとえば、宿題でレポートを課して、翌週に返却するとする。他人のレポートをそっくり写して提出する学生はいつの時代でもいるものである。そのようなとき、レポートを返却した後で、私は本気で叱る。そして本田宗一郎が語る次のエピソードを話して聞かせるのである。

「ここなんだな、大切なのは。だいたい、オートバイにしても、われわれは別として、ほとんどの国内メーカーは外国の模倣をやっていた。BMWや、ドイツ、イタリアのものを模倣していた。模倣という奴は、楽なんだね。仕事のとっかかりが、

ところがわれわれは模倣しなかった。みんなのアイデアでつくった。いちばん最初の浅間のレースでは負けて、みんなも悲観したもんだ。そのとき、俺は言ったんだ。「模倣は、元が枯れると、こっちも枯れちまう」と。

われわれは、そうであっちゃあいかん。一度や二度、負けたって問題じゃあないんだ。苦労してえた知恵は、必ず身につくんだな。企業にとってはこれが貴重な財産なんだ。

（中略）

苦労したことは決して損したことじゃあないんだ。世間で言うように本田は馬鹿じゃあないぞ。」（本田宗一郎からの手紙：文春文庫，83）

その他、自分の研究上の体験談・苦労話・自慢話などもよく話す。例えば、研究室で測定された実験値が従来理論と大きく食い違った。測定ミスだと思って、試験機

をチェックしたりして何回も測定を繰り返したが、何度やっても同じ測定値がでる。勇気をもって国際会議で発表したが、案の定、聴衆の反応は芳しくなく、落胆して帰国した。ところが、帰国後まもなくして、講演を聞いてくれていたヨーロッパのある大学の先生がメールをくれて、「貴殿の実験値は自分の計算値とよく会いそうなのでいっしょに共同研究をしてみないか？」との誘いがあった。さっそく、その先生の計算値と自分の実験値を比べてみたら、両者が見事に一致し、それで自分の実験値に初めて自信がもてた、などなど。このような苦労話を聞くときの学生達の目はとてもキラキラしていて美しい。そんな学生達の表情を見ていると、スポットライトを浴びながら舞台の上で演じる役者のような気分になり、自分で自分の話にしばし陶醉してしまうことがある。

6 学生の反応

最近数年間の学生アンケートにおいて、筆者の講義に対して次のような感想が寄せられた（いずれも学生の文章のまま）。学生は、講義技術よりも、講義に対する教員の熱意を評価しているらしい。

- あらかじめテキストが作られており、講義の準備としては万全だと思う。特筆すべき点は授業後半30分の「お話」。とにかく熱い話です
- とても熱心に教えてくれた／先生の熱意が非常に伝わってきた／やる気がありそうだ／最も熱意を感じる授業だった。研究内容についての解説も多く、興味深く聴講できた
- 自作の教材がとてもわかりやすくよかった（4件）。また先生のやる気が学生にも伝わり、自然に集中できた
- 自分のスタイルで教えるため、安価なテキストまで作ってくれた
- 興味をそそる授業の進め方だった
- 自慢話がストレートで気持ちよかった
- 声が大きく通るので聞きやすい（2件）
- プロジェクタによる講義が工夫されていて良かった。
- 講義の目的が明確であり、非常に熱意を感じました。
- パワーポイントが見やすかった。話が分かりやすかった。
- 教材、講義内容とも分かりやすく、何より教育に対する意欲を感じました。勉強が楽しくなりました。
- 受講前は一番つまらなさそうだと思っていたが、実際には一番面白かった。
- 基礎のみならず研究の最前線の様子が生き生きと伝わってきた。
- 学問以外の話、生き方や将来の話に共感するところがあった。

反面、板書の字が汚い、板書とパワーポイントの移り変わりに時間がかかる（桑原注：しかしこれは桑原の責任ではなく、教室の構造の責任である）、自慢話が多過ぎる、演習問題の時間をもっと増やしてほしい、などの要望もあった。これを受けて、最近、自慢話はなるべく控えて、演習問題にもっと時間を割くように努力している。

7 反省点

農工大のFDの一環として、優れた講義を行っている教員を表彰するBT（ベストティーチャー）賞制度が平成11年に発足した。筆者は7年目にしてようやく受賞の栄誉に浴したが、素直に喜べないのが正直な気持ちである。なぜなら、これまで最優秀講義賞を受賞なさった先生方の授業方法に比べると、私の場合は、学生とのコミュニケーションが圧倒的に不足しているからである。

それらの先生方は、毎授業後に、授業内容の理解度をチェックするためのアンケートを実施し、質問を受け、それに直筆で回答して、次回に返す、こういう地道な努力をなさっている。また、別の先生は、授業中に、深く考えさせるための多くの質問を学生たちに投げかける。授業の進度を上げて知識の伝授に重きを置くよりも、思考力と議論力を養うことに重点をおいた授業を実践されている。その先生は、すべての学生の名前を記憶し、授業中に名指しで学生に質問すると聞く。これらの優秀教員の方々には本当に頭が下がる。筆者の授業はどちらも未熟であり、最優秀講義賞を受賞したとしても、それは授業に対する熱意という、どちらかというとい物的な受賞である。今後は、学生との意志疎通に重きを置いた授業手法も取り入れたいと思う。しかし、それだけでなく多くの雑務で研究にまわす時間が少なくなっている昨今、教育（講義改善）にまわす時間を捻出するのは容易なことではない。頭が痛い話である。

おわりに—これからのBT賞のあり方について—

これまでのようなBT賞のやり方を継続するか否かについては議論が必要であると思う。<最>優秀教員が何年も選ばれ続けるのもおかしな話である。例えば、学生による授業アンケート結果を点数化し、毎年、学科毎に上位10%（例えば）の教員を優秀教員として表彰する、農工大HPに掲載するなどしたらよい。授業を熱心に工夫している先生方への励みになるだろう。さらに、例えば5年連続で表彰された教員は校費増額、図書券贈呈などで褒賞するのがよい。10年連続で表彰されたら、その年の国際会議の往復旅費を大学が支給するなどというのはどうだろう。そしてそれらの教員を、外部資金を多く取ってくる優秀研究教員と同等のレベルで、大学として手

厚く遇するべきである。

これまでの最優秀ならびに優秀講義賞を受賞なさった先生方の授業への思い入れ、哲学、具体的な手法などが記された論文集のようなものを発刊して、全教官および新任教官に配布すれば、本学BT賞活動の総決算となるう。