



アラカルト

## 北京科技大学で見た材料系学部教育改革の実験

一瀬英爾

京都大学 名誉教授

Eiji Ichise

An Experiment of Undergraduate Educational Reforms  
at University of Science and Technology Beijing

### 1 はじめに

中国では改革開放の旗印の下、急速な経済建設が進んでいることは周知のところであります。粗鋼生産は一億トンを超え、高速道路網の整備は中国人の食生活に変化をもたらしたし、また都市部でのビル建設ラッシュと交通渋滞など、経済発展の早さに驚かされるものがあります。

1997年9月に開かれた共産党第十五次全国代表大会で江沢民総書記は「科学技術は第一生産力であり、科学技術の進歩こそが経済発展の決定的要因である。未来科学技術とくにハイテク技術の発展が総合国力、社会経済構造と人民の生活に及ぼす影響の重大さを認識し、また科学技術進歩の促進を経済社会発展の要に置き、経済建設を科学技術の進歩に依存する軌道の上に載せる」また「基礎的な研究とハイテク技術の研究を強化し、産業のハイテク化を速やかに実現する」さらに「応用技術の開発と普及に努め、科学技術の成果の生産力への転化を促進する」ことを要求しています。

このような状況の下で、高等教育における従来の、先生方に依ればソ連方式を採用した結果である、細分化された学科構成、確立された既存知識注入型の授業方法などは、例えそれが、立ち後れた産業を迅速に立ち上がらせるため即戦力を要求される発展段階では、必要な手法であったとしても、今後の発展を担う創造力のある人材の育成方法としては相応しくないという反省が出てきていたのは当然です。このような授業形態では当然、学生にとって教師が示すものを如何に正確に確実に吸収するかが大事になり、教師も、確実な、確立された知識や情報を学生に与えることを要求されます。教師から学生への、確立された技術や固定的な知識や情報の一方通行的な流れを主な内容とした授業は、創造性のある柔軟な思考力を養うには相応しくないとの認識が浸透しつつあります。現在、過度に細分化され

た学科を再編成して学科数を減少する施策が採られています。また経済が、競争原理を取り入れた市場経済に変わっていくと共に、従来は、就職先は国家の計画に従って決定されていた大学卒業生にも就職の上で選択の可能性が広がって来たことや、産業構造の変化によって技術者への要求が変動することも高等教育を基礎重視の方向へ向かわせる一因となっています。

筆者は1996年から二年間、国際協力事業団(JICA)専門家として、北京科技大学冶金物理化学系、韓其勇先生の研究室に滞在して、この急速な発展を実感すると共に、急激な市場経済化で発生する様々な問題やそれに対する取り組みを垣間見ることが出来ました。とくに高等教育における問題点やその解決に向けての取り組みについて、たまたま北京科技大学が学部工学教育改革の拠点校ということを知り、その中心的な役割を果たして居られる柯俊先生に色々お話をうかがうことが出来ました。わが国でも21世紀に向けて創造力のある人材育成の必要が声高く語られ、また若い人の中に理科離れ、製造業離れの傾向が見られ、わが鉄鋼協会では早くから青少年に対する「ものづくり教育」などに取り組んでいます。このようなときに、お隣の中国で同じような問題意識の下で進行している教育改革の様子を知ることは興味深く、更に進んで、このような問題での情報交換が出来て中国との間のより多面的な交流が深まれば大変有益だと考え、非常に限られた個人的な見聞ではありますがご紹介してみたいと思います。

北京科技大学はご承知のように、以前は鋼鉄学院と呼ばれ冶金工業部所管でありました。筆者の赴任当時、中国では211工程というプロジェクトが展開されていました。これは21世紀に向けて全国の大学から100校の重点大学を選び整備費用を出そうと言うもので、北京大学、精華大学などは別格として、北京科技大学もこの認定を受けるための大学体制の整備が進行していました。その結果、学科構成が

従来の18系、26学科(学部学科)(たとえば冶金系には鋼鉄冶金と鑄造冶金の2学科が、また物理化学系には冶金物理化学学科が属している)、から8学院、計56学科(学部、大学院の学科)(1997年現在)体制に整備されました。冶金学院には鋼鉄冶金および冶金資源工程の2学科が属し、筆者が在籍した冶金物理化学学科は、材料物理、無機非金属材料などの計9学科と共に応用科学学院に属することになりました。聞くと依ると北京科技大学は目出たく認定され、同じく冶金部所管であった東北大学(瀋陽、元東北工学院)も認定されています。中国では北京科技大学が冶金工業部に属し、鉄道学院が交通部に属するなど、専門分野ごとに管理する役所が異なっていましたが、今度の改革では多くの大学が文部省に相当する教育委員会に管理されるようになりました。このようなことも大学教育の在り方に実質的な影響を及ぼすことになるでしょう。また、教育体制の整備とともに、教育の内容についても色々な改革が進行しているようです。

## 2 材料系学科の教育改革

筆者は大学院博士課程の学生や若手教員を相手に講義を行っていましたが、教育の現状について二、三感じるところを書いたりしていたことから、教育改革に取り組んで居られる柯俊先生にお目に掛かる機会を得ました。柯先生はCottrellとペイナイトに関する論文を書かれたTsun Koとして知られている方で、八十歳を過ぎた今も情熱的に教育改革に取り組んで居られます。以下に柯先生にうかがったお話を紹介します。

1996年、材料関係の3学院5系(選鉱、冶金、金属材料と熱処理、無機非金属材料、鑄造、粉末冶金、圧力加工、金属腐食防食など)の学部新入生の中から全体の成績分布を代表するように抽出した学生30名からなる試行学級を編成し、これを拡大材料類学科として、従来型の教育を受けている他の学級と平行する形で新しい理念による教育が始

まった。1997年、1998年にもこの方式による試行が続いている。

そこでは学科や専攻の壁を越えた学科横断的基礎課目と、広い総合的な技術者意識を育てる、より実践的な課目とが組まれている。また、従来の知識注入型教育ではなく、学生は自主的な学習が求められ、教室内の授業時間は極端に削られ自学自習が徹底して要求されるなど、自主性、実践力が教育の目的としてだけでなく、教育の手段としても要求される。また、夏休みには約3週間の工場実習が宝山製鉄所で実施され、1年、2年の学生が同時に参加した。ここでは出来るだけ早い機会に生産にふれさせ、技術者意識を持たせることによって学習意欲を引き出すという考えや、専門知識のほとんどない学生に実習課題に取り組ませることの効果を危ぶむ考えなどが比較検討された。また急速な科学の発展、目まぐるしい技術の変化に対応するための終身教育、あるいは就業後の絶えざる自己研鑽の重要性が強調されているとのことでした。また北京科技大学で進行しているのは科学技術者、あるいは工学者養成のための新しい試みであり、決して一般的な科学者、研究者養成のための教育方法の模索ではなく、中国の経済発展、工業発展を担っていく科学技術者の教育を目指したものであることを強調されていました。

柯先生に初めてお目に掛かったのが帰国一月前、その後一回お目に掛かっただけで、充分お話をうかがえなかったのですが、丁度今、試行が始まって2年経過し、その経験を総括しているところで近く報告書が出る、出来れば送ろうと仰っていただいていた。昨年末この北京科技大学で進められている教育改革を特集した雑誌「高等工程教育研究(1998年11月増刊号)」が届き、かなり詳しい内容を知ることが出来ました。主として同誌に掲載された「材料類学科教育計画の全体構想」<sup>1)</sup>および「大工程観念を植え付けるための新課程システム」<sup>2)</sup>と題する論文を参考に、もう少し掘り下げた紹介をしようと思います。なお伝聞に依るところもあり、正確さに欠けるところもあるかと思いますが、

\* 中国語の〈工程〉の日本語訳は、工事(中日辞典、小学館)、工事、工程、工学；土木建築やその他の生産・製造部門で比較的大きな複雑な設備を使って行う作業(現代中国語辞典、光生館)となっているが、英語では、engineering、project(漢英詞典、商務印書館)となっている。中国語では①土木建築やその他の生産・製造部門で比較的大きな複雑な設備を使って行う作業、②巨大な人力や物力を投入する事業(現代漢語詞典、商務印書館)という説明になっている。先に述べた〈211工程〉などがその例である。従って〈工程〉は日本語の工学に比べてより実践的な意味合いを有しているように考えられる。さらに〈大工程〉と言う言葉が用いられているが、これは工学と経済、社会、自然環境などとの関係、影響や束縛までも考慮に入れた概念のようである。なお中国語の中には工学という言葉は上記いずれの辞書にも出てこない。中国語の〈設計〉の日本語訳は、設計する、デザインする、案出する(中日辞典、小学館)、設計する、デザインする、装幀する、構想する(現代中国語辞典、光生館)となっている。英語では、design、plan(漢英詞典、商務印書館)となっている。我々が一般に設計という場合に比べて中国語でいう〈設計〉は少し大きな概念のような気がする。中国の大学では卒業論文のことを、勿論卒業論文とも言うが、よく卒業設計と呼ぶことがある。卒業研究は本来、目的があって、その実現のための手続きや手段を含めた企画があり実験方法の組立があり、次いでその実施、検討、を経て結果、結論を得るプロセスであるが、中国ではどちらかと言えば企画や組立、即ち研究やプロセスの設計能力の訓練が重視されるのではないかと、従って卒業研究を卒業設計という言い回しが生じたのではないかと考えている。以上のような理由で、〈工程〉、〈大工程〉、〈設計〉などの言葉はあえて日本語に置き換えずに使いました。

中国の文章を読む場合、同じ漢字を似たような意味で使いながら微妙にニュアンスが異なり、しかもそこに国民性の違いのような本質的な違いが見えかくれるという日中間独特の難しさがあることを痛感した次第であります。中国語に詳しい方からご意見が頂ければ幸いです。

全体として教育改革の大筋はお伝えできると思います。

試行学級のカリキュラムを構成する四つの大きな流れ、単元とそのおおよその内容、考え方は次のようなものです。

### 第一単元、〈実験と工程訓練〉

(1) この単元の〈工程訓練〉は工程設計\*の初歩的能力の獲得を目標に置き、学部入学と同時に開始する工程設計に関する実践的課目を四年間の工程教育の中心に置く。従来の金工実習、認識実習、生産実習、課題設計、卒論などの課目を整理統合して、第一学年では学生に初歩的な工程経験を獲得させ初歩的な工程意識を体得させ、学生の学習に明確な実践指向を植え付ける。学年の進行とともに機械設計、機・電制御総合設計、大工程観念による実際の工程項目設計などを履修する。第二単元〈工程学基礎〉の理論的支援がこの単元の実施にとって大変重要である。

(2) この単元の〈実験方法〉は初歩的な科学研究能力の獲得を目標とする。学生が世界を認識するために必要な観察能力、解析能力と研究能力の養成に重点を置く。従来の物理実験、化学実験、力学実験、電工電子実験、専門実験、卒論などを整理統合して、学年の進行と共に、第一段階：データ採取と処理、第二段階：基本量の測定、基本実験方法と実験技術、第三段階：実験設計方法、研究性総合実験、第四段階：専門実験と卒業論文などの項目を履修する。

今回の改革の方針は伝統的な物理実験、化学実験などの課目間の境界を打ち破り、実験方法を中心においた実験授業体系に再編することにあり、それ自身の一貫性を重視し、実験体系の再編に際しては学習事項検証のための実験項目の比重を小さくし、工程と関連のある項目を増やし、学生に工程指向の観念を獲得させるように努める。また実験内容の時代性に注意する。緩やかな実験管理を行い、学生による選択を容易にし、学習に対する興味をもたせ、学習への自主性を発揮させることにより大きな精力を投入しなければならない。

### 第二単元、〈工程学基礎〉

この単元は工程の基礎概念(創造、発明、設計と製造)を提示し、工学の核心的知識、経験、方法と態度をまとまりのある形で示すことを目的としている。また、この課程は直接、複雑な工程体系を対象とするので、種々な自然科学分野が提供する概念を利用する必要があり、学科横断的形態を呈することになる。学際的、分野横断的といった概念はこの課程の理論体系を構築するのに特に有用である。工程を構成する三要素すなわち材料、エネルギー、情報は〈工程学基礎〉の重要な要素である。また、工程システムの解析に特に有用な、伝統的な技術科学(工程力学、電気工学、熱工学)に内在する共通的な法則を統合するとともに、情報技術を中心とした現代ハイテク技術を吸収し、教育内容の

現代化を図っている。

技術は知識と同様、その更新あるいは老化速度はどんどん速くなっている。伝統的な、既存技術の学習を主とした、従来の教育方式は放棄し、学生の技術開発能力を養成することに技術教育の重点を置かねばならない。また学生に技術成果を選択、比較、評価して経済的、効果的に利用する能力を与え、技術進歩に対する興味と共に批判的態度をも身につけさせねばならない。

この単元では、〈工程導論〉、〈製図と製造技能〉、〈工業力学〉、〈電気工学と工業電子学〉などの課目を設ける。このうち、〈工程導論〉は工学に理論分析の道具を提供し、工学の基本要素(システム、材料、エネルギー、情報等)について教育内容を組織するが、個別の具体的な技術を取り上げることとはせず、工程分析に有用な、各種条件、装置や過程に適応した基本原理、抽象概念や共通的な法則と経験方法に重点を置き、また工程を一つの人工システムと見たときの同一性と普遍性を強調する。

### 第三単元、〈数学・自然科学基礎〉

〈数学〉については、伝統的な高等数学、線形代数、確率統計の三必修課目とシミュレーション、数値計算、計画などの選択課目を整理統合し、〈微積分〉、〈工程数学方法〉、〈計算機数学方法〉の三課目を設けた。

〈自然科学基礎〉を学生の科学的素質の教育のための中心的な課目とし、学生に現代的世界観、現代的な思索方式、現代科学の方法論などを受け入れさせる上で重要な役割を担わせる。

自然科学全体が一体化していく流れに適応して、学科の境界を取り除くとともに、現代物理学を中心に据えて他の自然科学の分野を理解していく。内容は、ひろく化学、生物学、地球科学、天文学、宇宙学、材料科学等分野の基本概念と基本原理に及ぶ。各分野における背景知識及び基礎としての数学と現代物理学の役割を十分に発揮させ、自然科学全体と整合した体系として理解させる。

ここで大事なのは古典的自然科学と現代自然科学、自然科学と技術科学の関係の妥当な処理という問題である。自然に関する現代的な記述は、古典的な記述と完全に異なった世界観を提供するとともに最近のハイテク技術の隆盛を支えている。物質体系は階層をなしており各階層はそれぞれ特有の言語を有し、巨視的低速階層(日常の経験範囲)では古典的な言語が用いられていると言うことが出来る。我々は現代的記述を重視し、たとえ巨視的低速領域であろうと現代理論による古典理論の再構築を行い、古典概念と古典法則の現代理論中における位置づけを明らかにし、その適用範囲を示し、新しい内包を賦与せねばならない。これと対応するのが自然科学と技術科学の関係の処理であ

る。特に古典科学によって支えられている伝統的な技術科学(例えば工程力学、電気工学など)は高校の知識水準で教えればよいのであって、大学における自然科学履修後の後続課目として扱うべきではない。さもなければ、大学課程と高校課程に過度の重複を生じ、学生の学習に対する興味を失わせることになる。同時に、古典的内容の授業が多くなりすぎると大学の自然科学教育を19世紀に停滞させ現代科学の発展やハイテク技術の発展から立ち遅らせることになる。

科学の各分野の学際的な発展は、伝統的な分野間の空白地帯に多くの新しい学問分野を生み出し、それが現代のハイテク技術の新しい生長点になっている。また現代の新しい産業群の勃興しているところでもある。これらの分野を学校教育の中に取り入れなければならないが、もし伝統的な課目編成の中で取り込もうとすれば、課目の数を大々的に増やさねばならない。分野間の壁を取り払った総合的な再編成が必要な所以でもある。

#### 第四单元、〈工学者のための人文社会科学基礎〉

この単元の設置はわが国の高等工程教育の狭隘な技術教育から大工程教育への転換を意味する。この単元は、第一群、基礎文科三課目、中国文化述論、国史と国情、哲学と方法論および基礎社会科二課目、現代経済理論、経営と管理、ならびに第二群、総合人文科学三課目、工程倫理学、工程法学、工程環境学からなる。基礎文科新課程は中国文化を基盤に、中国発展の歴史を背景に哲学思想を方法論として中国古代文化、近現代革命、現代社会意識形態に関する知識を組織し工科学部生の人文方面に関する基本的最低限の知識とする。第二群の課目は工学と接点を有する総合的な人文社会課程であり、学生に対して工学の社会的価値、人類の根本利益の価値、持続的発展可能性の価値などの価値観念の教育を行う。工程設計や卒業論文での工程意思決定に役立てることによって大工程観念を養う。

## 3 おわりに

残念ながら授業の具体的な内容を知るまでには至りませんでしたし、学生たちの、このような教育システムに対す

る反応も知ることは出来ませんでした。しかし、教師の側から見る限り、以下に述べるような感想を持ちました。

つねに〈工程〉システムを対象とした実践の重視、技術者教育の中での自然科学教育の位置づけに対する考え方、さらには社会的な価値観をも採り入れた〈大工程〉意識の強調などが、この改革が目指す教育が理学部教育ではなく工学部教育であることを明確に物語っています。ただ教育の目標があまりにも明確に規定されていることにいささか引っ掛かるものを感じたのも事実です。しかし工学の社会的価値や人類の根本利益の価値を若い人たちの心に植え付けていこうとする姿勢は大変大事だと思いました。

改革の手法として従来の教育システムと平行する形で試行学級を設けて改革に着手するのは、香港の取り扱いに見られる一国二制度の考え方と軌を一にするようで興味深く思いました。従来の学問分野の壁を破った学科の整理再編成、自発的な学習の要求と授業時間の大幅短縮、高校教育への依存なども特徴的です。なお上では触れませんでした外国語教育については小中学校などのより初級の学校へ移す考えなどが示されています。

また、教育改革の理念と言うよりは、更にその奥にある、工学に対する〈工程〉という概念や、〈設計〉重視という考え方に新鮮なものを感じました。

このような実践を通じて、新しい教育のあり方を見出しに行くにはまだまだ時間が掛かることですが、同様の問題を抱えているわが国の教育のあり方を考えていく上でも大変興味のあるところであり、教育をめぐる情報の交換、討論が広く行われることを願うものであります。

最後に、この場を借りて、筆者を暖かく迎え入れて下さり、率直な話をさせていただいた北京科技大学の先生方、また今回中国で仕事をさせていただいた国際協力事業団に厚く御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 柯 俊、孙祖庆、朱荣华：高等工程教育研究，(1998) 11月増刊号，3.
- 2) 柯 俊、朱荣华、郭景文、张文江、龚育良：高等工程教育研究，(1998) 11月増刊号，12.

(1999年3月2日受付)