



## 米国の大学における 化学教育あれこれ

柳 田 祥 三\*

米国は、1919年から大企業が競って大化学研究所を建て、1930年頃には、当時の化学界に君臨していたドイツが投じた研究費の100倍もの研究費を導入し、化学上の数多くの業績と指導的理論を展開し、ついにドイツを追い越しました。指導的役割を果たした米国化学会は、今年100才を迎えようとしています。しかし、最近の米国化学会誌には、化学者に対する少年の印象が魔術師であるとか、実生活には無関係の存在であるとか、化学専攻希望の学生の数が年々減少の傾向にあるとか、米国特許の米国人による出願件数の割合が、低下の傾向にあるとか、いろいろ思わしくないニュースも報告されています。一方、米国の大学における化学教育のあり方に対する批判と、それに対応した改革には、注目すべきものがあります。

「大学のカリキュラムは、工業界よりは大学の回廊にふさわしい門下生を輩出するために作られている」(R. W. Cairn 教授, 米国化学会賞受賞講演会1969年), 「大学は化学を専攻する学生が現実に選ぶ経歴に必要なものにより近づけるよう化学カリキュラムを修正すべきである」(米国医学会/米国化学会合同会議合意事項1968年)。同じような事実認識が、1968年の9カ国化学会会長会議でも確認されていますので、先進国共通の大学教育批判のようですが、米国ではこれらの批判に答えるべくすでに改革の試みがなされています。フロリダの St. Leo 単科大学の EPIC (Education of Prospective Industrial Chemists) プログラムがそのひとつかと思えます。このプログラムでは、工業界で最も重要視している製品開発に重点を置き、学生に物質の組成と性質の関係を理解させ、最

終目的にあう製品の諸問題を多角的に分析する能力を与えようとするものです。学生の受講しなければならない科目には、一般化学、有機化学、無機化学、物理化学、分析化学、化学工学、各科目の外に、物質の組成と性質に関するいわゆる材料科学としての工業化学科目、工学上の報告、伝達についての工学伝達科目、実験計画、実験結果の分析のための統計とコンピュータ科目があり、最後に製品開発科目があって、そこでは学生が、経営陣に対し、研究開発に対する支持をとりつけるためのプロジェクトの提案を行うことになっていて、経済的感覚も当然養うことになっているようです。Exxon 教育基金によってそのプログラムが実施されていて、昨年3名の卒業生が出たと報じています。(Chem. & Eng. News, 1975年2月17日号)

一方、先に述べた批判は、化学者が理論と実際の接点で、どのように対処するかという問題であって、現在の基礎と理論中心の化学カリキュラムに、経済や化学工学の科目を持ち込んで解決されるものでないという立場の人もいます。フロリダ工科大学の C. A. Clausen, G. C. Mattson 両教授によってまとめられた“工業化学の真相”という講義内容は、従来の化学教育体系を犠牲にしないで、学生に工業化学についての理解を深めさせる試みとして、注目を浴びているようです。(Chemtech 1975, 535)。信じ難いことですが、米国の化学専攻の学生の多くは、工業化学には全く無知で、ひどいになると一種の敵がい心さえいだいている者がいるようです。

さて、その講義内容ですが、2部に分れていて、1部では化学工学上の諸問題を紹介し、化学工業における経営概念を紹介しています。化

\* 柳田祥三 (Shozo Yanagida), 大阪大学, 工学部応用化学科, 工学博士, 有機工業化学

学プロセスの経済性の評価方法を概説し、経営に対する理解を深めさせ、さらに化学者が、他の技術者、経営者などどのように協力して技術革新における決断をなしてゆくかを教授することになっています。2部では、具体的な例を挙げ、革新的な化学製品、化学プロセスの開発の実情を紹介します。その内容は、一連の化学理論が、意味のある工業製品、工業プロセスに応用されてゆく過程、また、工業化学者その他の技術者との協力作業に関するもので、実際にその開発に携わった技術者、およびその会社の協力を得て具体的に編集したものです。企業の秘密という制限もあって、次の7つの工業化学の真相がまとめられています。亜鉛メッキにおける亜鉛粉末の一部代替品の開発。ポリウレタンの製造と利用。尿素の製造。原油の評価。クロロマイセチン製造プロセスの開発。ステレン製造プロセスの開発。キユメン法によるフェノールの製造。百科辞典の記述を避けるために、あらゆるデータを掲載して、学ぶ者が学問理論の世界から工業化学の実際への応用過程を理解する好材料で、学部学生のみならず大学院学生にも好評を得ているようです。

第2の化学教育批判は、カルホルニア大学の G. C. Hammond 教授によるものです。Hammond 教授は、日本では有名な有機化学の教科書の著者のひとりとして知られていますが、有名な物理化学者であり、1974年の米国化学会の教育賞を受賞され、米国では、研究、教育面での me-tooism (私も主義、模倣主義の意) に対する痛烈な批判者として知られています。彼の批判は、20年も前に確立された、無機化学、有機化学、分析化学、物理化学、生物化学という分類に基くカリキュラムに対するものです。無機、有機という二分法は、歴史的にみれば妥当なものであることは当然ですが、多くの化学、生物化学、有機金属化学の知識が蓄積された現時点では、その分類に固執するのは、化学教育上失うことはあっても、得ることは少ないことを主張されています。「自然は、その生体の発現で、無機化学と有機化学を何ら差別していないではないか」という教授の言葉に新

鮮な発想の転換、見通しの鋭さが感じられます。とにかく、この批判には、米国においてあまりにも均一な方法で化学教育を行ってきたことに対する反省がこめられています。米国の大学は、過去に数多くの化学者を養成してきたにもかかわらず、学際的にやらねばならぬ現実の重要な化学上の仕事が未解決のまま残されている原因は、従来の旧態依然の教育体制にあるというものです。化学教育の多様化と、そのための学際的プログラムの推進を強調されています。具体的な、いわゆる、Hammond カリキュラムについて知りたいところですが、とにかく、New York 州立大学 (Albany) では、従来のカリキュラムを解体し、新しいものに組立て直しているようです。彼の説によれば、教育上の改革には多くの仕事を伴うものであるが、大学当局者が、改革に意欲を示すときはじめて達成されうるものだそうです。

現在、米国の化学専攻の大学院学生の多くは、研究に対する意欲が低く、大学か企業に就職する時期になっても、創造力とか、研究に対する公約といったものに、見かけ上欠けているように言われています。第3の興味ある批判は、そのような情況に至らしめた原因のひとつと考えられる大学院学生の研究テーマの選択の仕方に対するものであります。

米国では、学部を卒業すると大抵は、他大学の希望する専門の何人かの教授と連絡を取り、そのうちのひとりを自分の研究助言者として選び、研究と教育に励むというシステムになっています。一応学生側に選択の自由はあるのですが、多くは化学科の主任教授の取り計らいで助言教授が決まるようです。また優秀と思われる学生に対しては、連絡を受けた教授側が青田刈りの行動にでて、ひどい場合は、報文の数を約束したり、卒業後の大学での地位を保障するといった口約束で学生を引きつけ、まるで強姦か、駈落ちに近い形で、学生と指導教授の Scientific marriage が成立し、研究テーマはそれからということになります。したがって、テーマによっては、Scientific Divorce または、Unhappy marriage の状態になるわけで

す。

ニューヨーク州立大学(Buffalo)のLansbury教授は、最近の米国化学会の教育誌に、幸福なScientific marriage は、学生が指導教官の研究哲学を知り、注意深く選択することによって成り立つことを提言しています。その大学では、研究テーマ選択のためのカリキュラムが設定されていて、学生にできる限り多くの教授と議論する機会を与える。そのあと、3名の教授を選ばせて、さらに、各教授の研究哲学、独創的考えを知らせる。具体的には、教授のこれまでの研究業績、現在研究中のテーマ、今後の研究方針についての別刷、前刷を学生に与えて議論する。特に、現在と未来の研究については、報文の数の多い老教授と、数の少ない若手教授を対等にさせる意味で、より重要視するそうです。学生は、現在の研究上の問題点、その解決方法について理解を深めることができ、一定の手続きを終えて選んだ教授の指導のもとに研究に着手することになります。Lansbury 教授

は、次のように述べています。「大学院の学生の研究、教育の研修には創造力と研究意欲の発揮が大切なことは言うまでもないが、学生が良く理解したテーマを選びそれが学生の科学的興味に訴えるところのものであれば、良い研究のスタートを切るのみならず、研究に対する意欲を失うことは少ないであろう。教授が学生に対して成しうる最良の好意は、学生に自立心をもたせることである」と。

米国に留学中、時間の許す限り自動車で走り回りました。そのお蔭で、帰国後2年余りたちますが、通過した都市や大学でのできごとの便りに親近感が感じられます。以上述べたことは、そのような親近さから読んだ一連の化学教育に関する報告の断片的な紹介であります。

Education is what survives when what has been learnt has been forgotten. という名言をみつけました。教育の本質は、無形の能力を育てることにあるようです。大学ではとりわけ創造力といったところでしょうか。