

英国と日本との比較

— 化学工学教育を例として —



随筆

駒沢 勲*

はじめに

教育について外国と日本を比較し、論ずることは容易ではない。彼我の歴史と文化の相違のためである。大学教育に対する評価、指導ないし規制は、米英両国とも大学教官を主たる構成員とした民間団体によって行われている。米国内大学のアクレディット（資格認定）は、各大学によって自主的に組織された高等教育機関基準認定協議会が、個別大学毎の自己評価を、さらに第三者評価するものである。英国では学科によって異なる。化学工学教育に関しては、職能団体ともいえる I Chem E (The Institution of Chemical Engineers) の指導と規制による。当該委員会のメンバーは大学教官と産業界の有識者である。1992年にはポリテクニクが大学に昇格し、新たに46の大学が誕生した。個別の新大学の教育と研究に対する評価のために、HEQC (Higher Education Quality Control) が設立され、50人の評価委員が活動を開始した。

時代とともに大学の制度と教育内容も変遷していく。日本では戦後40年に亘り、大学入学後は原則として2年間は教養部に属し、その後各学部で専門科目を教育した。教養部を廃止（改組による学部化など）し、新入生を各学部に所属させる制度が広がりつつある。大阪大学では平成6年度入学生より実施される。旧教養

科目は共通教育科目と改称されるが単位数は3/4ていどに減少する。その分だけ専門科目が増加する。英国では、高校で3～4科目に限定し、教養部レベルの教育が行われる。その3～4科目の達成度が国家試験によって評価され、入学資格となる。したがって、15～16才で進学希望学科の大卒を決定しなければならない。

時代とともに各国の産業構造は変化し、したがって、教育・研究内容も変化する。さらに、人口構成の変化による大学進学希望（適格）者数の減少という問題がある。日本では昭和60年来、学科の改組（複数学科の合併、組織変更）が行われ、化学工学科と工業化学科の冠が消滅したケースが多い。しかし、米英両国では化学工学科では殆んどない。しかし、教育・研究内容は着実に変化している。高校卒業生のうち、大学入学有資格者の減少と、それに伴う国庫補助金の削減に対処するための英国内各大学の作戦ないし苦悩についてはさきに報告した¹⁾。日本の化学工学会は化学工学教育と研究の将来展望を論じている²⁾。ここでは日英両国の化学工学科の「時代の変遷への対応（生き残り方）」について論じる。

英国における化学工学教育への指導

I Chem Eは化学工学科そのものと卒業生に対するアクレデテーションのために、コアカリキュラムの指導と個々の学生の教育達成度の調査を1944年に始めた。I Chem Eに認定された学科の卒業生はI Chem Eの正会員 (Corporate member) になるための学力試験が免除される。2年毎に実態調査があり、認定されない学科もでている。コアカリキュラムは、1965、1974、1983、1989年と改訂された。

ここ10年の変遷を示すために、1983年と



*Isao KOMASAWA
1938年8月15日生
1961年大阪大学工学部応用化学科卒業
現在、大阪大学基礎工学部化学工学科、教授、工学博士、化学工学、プロセス工学
TEL 06-844-1151 (内4740)

表1 1983年のコアカリキュラム

学 科 目	時間配分 (全体で100)
基礎科目	
1. 数学, 2. 物理, 3. 化学,	} 25
4. 計算機応用	
専門科目	
5. プロセス工学・解析, 6. 熱力学,	} 25
7. 反応速度論・反応工学	
8. 移動現象, 9. 分離プロセス,	} 25
10. 粉粒体工学	
11. 計測・制御, 12. 工業・工業経済,	} 25
13. プロセス・機器・プラント設計	
設計プロジェクト	
14. 卒業設計 (最低60)	

表2 1989年コアカリキュラム

学 科 目	時間配分 (全体で100)
1. システム設計・制御	11
2. プロジェクト評価 (経済性, 法規適合性, 安全性)	10
3. 熱力学	12
4. 移動現象・分離プロセス	12
5. 反応プロセス	12
6. 材料工学	10
7. 情報工学	11
8. プラント・機器設計	12
9. 管理・経営	10

1989年の項目と時間配分を表1,2に示す。1983年のものは、化学工学をハードな工学とみなす色彩が残っている。1989年のものには、2のプロジェクト評価、7の情報工学、9の管理・経営工学が導入されている。さらに、この時間配分については各学科の歴史(伝統)と実情に応じて改良できること、その場合は当該委員会と合議するよう指導されている。ここ10年の間に化学工学教育は各学科で多様化しており、したがって、I Chem Eのアクレジットのための制約は1989年大幅に緩和されたことになる。前後して、I Chem E発行の高校生勧誘のためのポスターにある化学工学科卒業生の

イメージ絵が、技術者・研究者からオーケストラの指揮者と企業・組織を診察するドクターになっている。

教育内容と学科名称

Cambridge 大学化学工学科は、入学基準が最高であり、学生数も絞っている。同大学の他の工学系学科と同様に、基礎科目ないしはサイエンスを重視している。基礎科学を重視した学科であり、この方針は戦争直後の学科創設以来のものである。1,2年次はサイエンスルートとエンジニアリングルートに分かれ、各々の基礎学科目を教育し、3年次(学部最終年)になって、Basic Chem Engを教育する。3年次のみで学士の資格で卒業するのではなく、4年次を修了して、修士の資格で卒業することを前提としている。当学科は“国際的”と最高の評価が付けられている。

Birmingham 大学化学工学科は、現在では学生数は英国内で最大である。この学科には在来の化学工学コース(Chem Eng)に加えて、生物化学工学、鋳物工学、管理(経営)、環境管理の計5コースがある。各コースとも1,2年次は完全に共通である。3年次において履習する8科目のうち、4科目(経営・経済、物質移動・分離、流体論、熱移動・分散系)は共通であり、残り4科目が各コース独自のものである。5つのコースがあるが、化学工学教育が主力であることに変わりはない。しかし、5つのコースを提供することは、多様化する青年の希望に合わせるためか、あるいは大学院(4年目以降)への準備のためのいずれかである。

日本では、環境問題の高まりとともに各地の大学で環境関連の冠を付けた学科が創設された。このうちいくつかは最近になって冠は消滅している。英国の大学で環境関連の冠を付けた学科は産業大学の1つであるBradford大学のみであり、環境科学科と環境・地理学科の2学科がある。他の大学では既設の学科の中に環境関連の学科目を履習するコースを付加したものである。例えば、Birmingham 大学では、さきの化学工学科の中のコースの他に、化学科に環境化学コースが、地質学科に応用環境地質学コース

が、生物学科に環境生物学コースがある。いずれも既設学科の中に含まれており、既設学科の教育が基盤である。

化学工学科の新設

Oxford大学のEngineering Science学部に1993年入学生を対象に化学工学コースが創設された。同学部にはこれまで土木、機械、電気、情報の4コースと、他学部との複合コースとして、計算科学、工業材料、工業経済、経営の4コースがあった。これにChem Engが加わる。

Oxfordの教育の特徴は、各専門に細分化した専門家を養成するのではなく、原理・原則を重視した広範な教育を施すことと謳われている。4年制であるが、1,2年次は学部共通である。

1年次修了時に次の6課目の試験が全学生に課せられる。(1)数学I, (2)数学II, (3)構造力学, (4)熱・流体力学, (5)固体力学, (6)電気・電子。上記試験をパスした学生に限り2年次進学を認められる。3年次修了時には卒業試験(Part 1, BSc)があり、選択コース(化学工学, 土木など)に応じた選択科目に加えて次の6課目が課せられる。(1)応用数学, (2)工業材料, (3)熱力学・流体力学, (4)構造力学, (5)制御・計算・システム, (6)電気。4年次修了時の最終試験(Part 2, MSc)は各コース毎の試験であり、共通科目はない。

OxfordとCambridgeのOxbridgeは入学生の数も質も限定されており、学生数対教官数の比率はもっとも小さい。他の大学化学工学科はOxbridgeのコピーというわけではない。多くの化学工学科は、特に高等工業専門学校が昇格した大学の化学工学科は入学後、化学量論(物質収支, 熱収支)などの化学工学の基礎専門科目を直ちに教育している。要するに、建学の精神という柱に加えて、入学生の学力と教育陣の数と能力という現実の制約で、各大学化学工学科にとってベストな化学工学教育を行っている。

日本の化学工学科

昭和30年代には化学工学科をはじめとしていくつかの学科創設と講座増があった。昭和59年当時、化学工学科を冠とした学科および

実質的に化学工学であった学科は27大学あった。昭和60年ごろからの国立大学を中心とした学科改組の結果、13校から化学工学科という冠が消滅した。また、工業化学科の冠は12校から消滅した。新名称は物質工業科が4校で最も多く、この他、何らかの形で化学と工学の2語を含む学科(応用化学工学, 化学応用工学, 生物化学工学など)は10校ある。これらの改組は国立八大学(旧七帝大と東京工大)あるいは新制大学のいずれかに偏っていることはない。

改組した理由としては次のようである。

1. 博士課程の新設や講座増を実施するため文部省の要請を受け入れた。
2. 時代の変遷、産業界のニーズに対応するため実施した。すなわち、(i)製鉄、石油精製、エネルギー産業などのプロセス工業は成熟期を迎え、今後は地球環境との調和が大きな問題となっている。(ii)バイオテクノロジーが萌芽技術として、食品、医薬品を中心とした将来の発展が期待される。(iii)人工知能、ロボテクスなどのコンピューター支援技術が産業構造に変化をもたらしている。(iv)セラミックス、半導体、機能性高分子などの新規材料開発へのニーズが高まっている。

上記の1の理由は大学人として理解を示さざるをえない。これまで文部省丸抱えで運営されてきたかぎり受容せざるをえない。2の理由は理解できない。“たてまえ論”の域を出ないことを願っている。高校卒業生を学部4年間で産業界のニーズに対処できる教育が可能であろうか。産業界のニーズは10年も経過しないうちに変化することも予想される。基礎力が不足し、対象の拡大に対応できない技術者のみを養成することになる。

化学工学と化学との基本的な違いは化学の捉え方にあるというのが米英両国の化学工学科教官の考えである。すなわち、化学を学問として捉える学科とシステムとして化学を捉える学科の違いがある。したがって、両学科の違いは基礎教育にあり、教育が進むにつれ、両者は接近し、研究段階では対象領域で見るとかぎり、特に差がなくなる。差はアプローチの仕方にあるといえる。大学院を中心とした大学院大学も必要

生産と技術

である。大学院の教育・研究の基盤は学部教育に立脚しており、学部における基礎教育は極めて重要である。オリンピックに出場するには、まず十分な基礎体力をもち、次に種目に応じた体づくりと訓練とが必要である。

おわりに

民間主導の彼地にある大学化学工学科と、官主導の日本の国立大学とでは教育・研究の変遷に対処する方法も異なる。彼地では自己改革と多様化によって対処している。日本には、平等化ないし均一化を是とする文化がある。安易な、しかも画一的な合併によって対処することも日

本では異端ではない。彼我の化学工学科の歴史にも差異があるように、学科名の消滅も文化の差異によるものであり、是非を問うべきものでないのかもしれない。

参考文献

- 1) 駒沢勲：英国大学の近況 — 大学のスリムダウンと学生寮について —, 文部省高等教育局学生課編, 「大学と学生」287号, p48-53 (1989)
- 2) 化学工学会ワーキンググループ編, 主査竹内雍：化学工学の将来展望 (1992), 化学工学会 (1993)

