

化学工学は「絶滅危惧学科」か

我が国の産業を支える基盤技術の維持に向けて、
講義内容が縮小された科目の重要性と位置づけを再考・提言する

化学工学と化学工学科の歴史

時代とともに大きく変遷してきた

本シリーズのテーマは「絶滅危惧科目」であるが「絶滅危惧学科」という語もあり、「絶滅危惧学科」が論じられる際には必ずと言っていいほど化学工学について言及される。そこで、本稿ではまず化学工学・化学工学科の歴史をたどり、その変遷の原因と教育内容に与える影響について考えたい。

化学工学の最初のテキストは、W.H.Walker, W.K.Lewis, W.H.McAdamらによる「Principles of Chemical Engineering」(1923年)と考えるとよいだろう。彼らはMITの教授であると同時に石油産業のコンサルタントでもあり、「Principles of Chemical Engineering」では石油産業や化学工業における装置設計・運転の経験や技術が、単位操作の概念で整理され体系づけられている⁽¹⁾。単位操作とは、製造プロセスを構成する諸操作を分類し、共通の機能でまとめたもので、蒸留、混合、抽出、攪拌、反応などの要素から成る。化学工学は単位操作を体系化した学問として誕生したと見ることもできる。単位操作の確立やWalkerらのテキスト出版の背景には、19世紀後半からの米国での大規模油田の発見・開発、20世紀初頭のガソリンの発明、自動車の大量生産、石油化学産業の勃興があった。

日本では、MITに留学した帝国大学教授たちによって単位操作を軸とした化学工学がもたらされ、1939年に金沢高等工業に化学機械科、1940年に京都大学に化学機械科、東京工業大学に化学工学科が設置された。戦後は、高度経済成長期と重なる1955年から1970年代はじめてかけて、全国の大学に化学工学科が急速に増加した(図1)。

1970年代前半にその数はピークに達するが1970年代後半から漸減し、1990年以降は減少の速度が増した。1991年の大学設置基準の改正により大学に対する規制が大幅に緩和され、各大学で学科の改組や名称変更が行われたことが理由の一つである。また、競争的研究資金の先端分野への重点配分によって、成熟した学問領域がイ

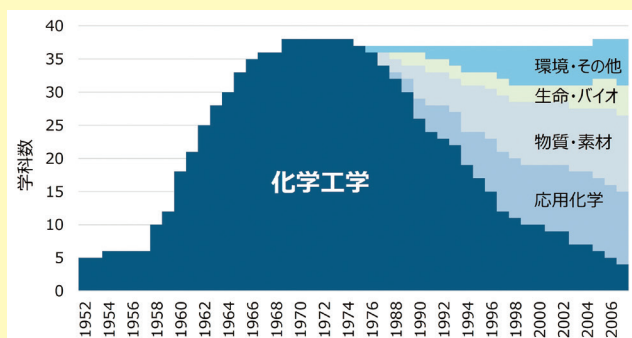


図1 化学工学科名称の推移(全国の国公立大学と一部の私立大学(5校)。文献(2)ならびに各大学のホームページをもとに作成)

メージされる化学工学から、より時代の要請を反映した名称へと変更されたこと、小講座制から大学科・大講座制への転換による学科の統合も理由としてあつただろう。図1には、化学工学科、化学システム工学科、工業化学科として発足した学科の名称の推移も示している。化学工学が応用化学、物質や素材、生命・バイオを冠した学科名に置き換えられていっている。高等専門学校の化学系学科は、1960年代に創設された際にはすべてが工業化学科だった。1989年から改組が行われ、2000年までにほぼすべてが物質工学科に名称変更された⁽³⁾。今日では、半数近くが生物・バイオ、環境、素材を学科名に含んでいる。

化学工学が「絶滅危惧学科」とされるのは、図1に示した化学工学科という名称の消滅が最大の理由だろう。

学科名減少と改組の影響

化学工学の全体性が失われた

多くの大学で化学工学科がなくなった影響はどのように表れるだろうか。学科名は消えても、応用化学科など化学系学科の下に化学工学コースとして存続している大学もあり(図1中には4校)、名称は化学工学ではなく、例えば環境反応工学教育研究分野や環境プロセス工学講座などに変わっても、化学工学を構成する科目の教育は行われている。しかし授業時間数や教官数が限られており、化学工学を

網羅的に教えることは難しいのが多くの大学の現状である。

化学工学の特色は、物質収支、エネルギー収支、熱力学、移動速度論、反応工学、システム工学などの方法論を横糸とし、材料、エネルギー、環境、バイオなどの対象分野を縦糸としたマトリックスにおいて、プロセスを俯瞰的視野でとらえて課題解決のためのアプローチを考えることにある。化学工学を構成する科目の中から一部を抜き出しての教育で、この俯瞰的視野を獲得することができるだろうか。

科目・教育内容の推移

時代の要請による変化の歴史でもあった

化学工学が他の学科に先んじて学科名を変更したのは、先に述べた大学の制度改革、研究資金獲得、最先端のテーマ設定といった理由のほかに、バイオ、ナノテク、新素材など時代の流れにいち早く対応しようという積極性の現れでもあっただろう。それを教育科目の変遷から見てみよう。

従来の化学工学の標準的な講義項目を図2の左列に示した。大きく分けて移動現象・単位操作、反応工学、プロセス設計と制御、の三つが化学工学の中核をなす科目である。その後、化学工学会 50周年記念号⁽⁴⁾で化学工学の将来展望として提案された新体系では、高压技術、工場設計といった現場に即した科目がなくなり、物性学や粉体工学が入っている(図2中列)。現在ではこれを基本に、環境工学、生物化学工学、エネルギー、安全工学などを加えて、大学によって異なる多様な科目構成になっていると思われる。

社会の側からの要望はどうだろう。図2右列は、米国で行われた企業が求める化学工学分野の調査結果である。従来どおり移動現象・単位操作、反応工学、プロセス設計と制御が中心となり、材料、バイオ、ナノテクノロジーが新たに加わっている。1990年以降の日本の化学工学科名称変更とそれに伴う新規科目は、2014年に米国企業が重視した分野でもあった。

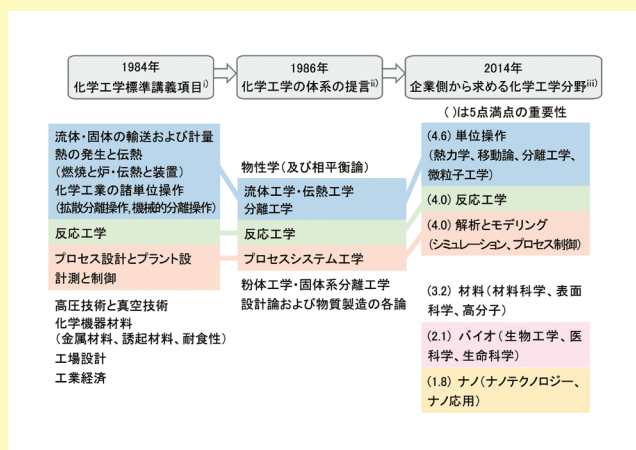


図2 化学工学教育内容の変遷

(本図と図に関する記述は文献(5)に拠った。i) 斉藤正三郎、化学工学 ii) 竹内雍、化学工学 iii) AIChE, CEP Magazine)

これからの化学工学

危惧と期待

今日においても、化学産業は製造業の中で事業所数10%、従業員数12%、出荷額14%、付加価値額18%を占め、経済や雇用にとって欠かせない産業分野である⁽⁵⁾。また、原油から主としてナフサ、各種樹脂材料を経て、汎用製品から半導体材料などの先端素材まで、自動車、電機電子、医薬品、消費財、建設土木業界へと至るサプライチェーンへの素材供給として広い産業分野を支えている。さらに、冶金や金属工学は素材が金属でなければ応用できる技術や知見は限定されるが、原料が石油からバイオ材料やカーボンリサイクル材料になっても、製品開発、装置設計、スケールアップのさまざまな過程で化学工学の手法のほとんどは適用できる。これからも社会にとって必要な学問分野である。

図1のように、学科名は変わっても化学工学という学問分野を擁する大学数は減少していない。しかし名称の変更・改組は講義科目の減少を伴い、化学工学の特性を曖昧化した。講義科目の減少によって、基礎学科教育も脆弱になっている。化学工学会が所属企業に対して行ったアンケートでは、「自分の職場にとって特に重要と思われる化学工学の知識」、「人材や能力が不足していると感じられる知識」、の設問のいずれでも、基礎科目(化学工学量論、化工熱力学、物質移動論、伝熱工学)が上位を占めた⁽⁶⁾。

もともと化学工学は他の化学系学科に比べて科目数・単位数が多かった。全学年の単位数の合計が、応用化学科の2.3倍であるという調査結果もある⁽⁷⁾。ここに先端技術に関連した科目を導入すれば、欠落する科目は当然出てくる。さらに組織改変による講義時間や専門教員の減少が伴って、化学工学の全体像は見えにくくなった。一分野に特化して特色を出そうとする大学も多い。どうすれば化学工学独自の俯瞰性・全体性を失わずに、新たな科目も取り入れて行くか。これに対する明確な解決策はないが、「絶滅危惧」と称されるような急速な変化の持つ負の効果を認識し、これからの化学工学のあるべき姿を考えて行くことが必要だろう⁽⁸⁾。

参考文献

- (1) 公益社団法人化学工学会編, 日本の化学産業技術(1997), pp.19-20.
- (2) 国立大学, 文部科学省, https://www.mext.go.jp/b_menu/link/daigaku1.htm(参照日 2024年1月10日).
- (3) 伊藤章ら, 化学工学科の変遷, 化学工学(2011), vol.75, No.13, pp.156-166.
- (4) 竹内雍, 化学工学教育の将来展望, 化学工学(1986), vol.50, No.13, pp.64-74.
- (5) 伊藤章, 化学工学, vol.50, No.1, pp.3-75.
- (6) 安居光國, 「我が国の化学工学教育の今と未来をまとめて」, 化学工学会誌(2015), vol.79, No.1, pp.43-44.
- (7) 佐藤剛史, 化学工学, vol.79, No.1, pp.6-9.
- (8) 化学産業の現状と課題(2021), 経済産業省, https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/seizo_sangyo/pdf/010_04_00.pdf(参照日参照日 2024年1月10日).

<正員>

藤岡 恵子

◎(株) ファンクショナル・フルイッド 代表取締役社長
◎専門: 化学工学、熱工学