

さまざまな工学部学科・専攻で行われた 教育改革の実例

堀宗朗¹・木村定雄²・飯塚敦³・大塚悟⁴・熊谷健一⁵・齋藤利晃⁶・
田村武⁷・橋本親典⁸・平出純一⁹・山口栄輝¹⁰

¹ 東京大学地震研究所 (〒 113-0032 東京都文京区弥生 1-1-1)

² 金沢工業大学環境・建築学部環境土木工学科 (〒 921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘 7-1)

³ 神戸大学都市安全研究センター (〒 657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1)

⁴ 長岡技術科学大学環境・建設系 (〒 940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1)

⁵ いであ株式会社 (〒 154-8585 東京都世田谷区駒沢 3-15-1)

⁶ 日本大学理工学部土木工学科 (〒 101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14)

⁷ 京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 (〒 615-8540 京都府京都市西京区京都大学桂 4)

⁸ 徳島大学工学部建設工学科 (〒 880-8506 徳島県徳島市南常三島町 2-1)

⁹ 国土交通省大臣官房技術調査課 (〒 100 - 8918 東京都千代田区霞が関 2-1-3)

¹⁰ 九州工業大学工学部建設社会工学科 (〒 804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1)

本論文は、土木学会教育企画・人材育成委員会大学・大学院教育小委員会の平成 17・18 年度の活動報告を元に、土木工学科以外の学科で行われた教育改革の実例を調査分析した結果を報告する。さまざまな大学の建築学科、機械工学科、造船工学科、繊維工学系学科、化学工学系学科、電子・情報工学科、そして新設の学際的工学科を対象として、主にカリキュラムの変更に焦点を絞って調査を行った。学科を支える産業等、社会のニーズを分析し、その変化を先取りして改革が行われる一方、カリキュラムで残すべき科目を取捨選択しているとの結論を得た。

Key Words : *education system reconstruction, curriculum reformation, reconstruction of department*

1. はじめに

少子高齢化により高校生の総数は減っている。さらに、理工離れにより工学部を希望する学生は減っている。予備校の調査では、工学の中で土木工学科を希望する高校生・予備校生の数は低く、また、土木工学科の入学に必要とされる偏差値は決して高くない¹⁾。このため、入学時に定員が割れる場合や、入学したとしても土木に対する強い関心や期待を持っている学生が多いとは限らない場合がある。土木学会でも過去に議論されているが、社会が必要とする土木技術者の数に比べ、我が国の大学から排出される学生数は多い²⁾。このため、土木工学に直結した建設産業や建設行政に就職する学生数は長期低落傾向にあるように思われる。

上記を背景として、土木学会教育企画・人材育成委員会大学・大学院教育小委員会は、大学・大学院教育の国際化やカリキュラム再編に関して調査分析を行ってきた。その一環として、平成 17 年度から平成 18 年度の 2 年間、工学部の他学科・他専攻での教育改革の試みを調査した³⁾。本論文はこの調査分析の結果をまとめたものである。

本章の構成は以下の通りである。工学を伝統的な分

野と先進的な分野に大別し、前半を伝統的工学分野の学科(建築学科、機械工学科、造船工学科、繊維工学系学科)、後半を先進的工学分野の学科(化学工学系学科、電子・情報工学科、新設の学際的工学科)とする。学科の変遷をまとめ、改組等の組織変更に合わせた大きな教育改革の実例を調査した。そして、学科が支える産業等の社会のニーズにどう応えたかという視点に立って、改革を分析した。

他学科・他専攻もいわゆる栄枯盛衰があり、発展を遂げるための改革や危機に対処するための改革が行われている。改革を起こすに至った背景、改革の哲学、そしてその実態はさまざまである。成功裏に終わった改革や、必ずしもそうではない改革もある。大学・大学院教育の改革、特にカリキュラム再編を検討する際、他学科・他専攻の改革の実例にある程度の注意を払うことは決して無駄ではないと思われる。

本論文では調査対象となった学科が所属する大学の名称は全て伏せている。ホームページ等、調査対象の学科を直接明示するものは載せていない。また、調査対象の大学には独自の特性があるため、分析結果から一般的な結論を導き出すことには限界がある。この点を考慮し、文章の表現に断定を避け、示唆を多くして

いる。

2. 伝統的工学分野

(1) 建築・機械工学の例

K大学の工学部の入学試験は、工学部全体ではなく、6つの学科に分割されて学生が募集されている。6学科の中で力学を主要な基礎科目としている学科は、土木工学系の学科と建築学科・物理工学科である。この3学科のカリキュラムには共通する点が多い。しかし、建築学科・物理工学科では、大きなカリキュラム改革はもとより、目立った教育改革はなされていない。本章は、力学科目に焦点をあて、建築学科と物理工学科のカリキュラムを調査した。

K大学の建築学科では「建築物を地震や台風などの自然の力から守り、その寿命を全うするための構造工学・構造技術を教育・研究する」という方針のもと、建築構造力学および鉄骨構造を力学の主要科目としている。この科目は土木工学の構造力学に対応する。他の大学の建築学科も建築建物の構造力学を重視する教育方針である。当面、K大学の建築学科では、構造力学重視の教育に変更の予定はないようである。表-1に力学系科目のカリキュラムを示す。

K大学の物理工学科には機械工学に相当する機械システム学コースが設置されている。このコースでは「材料、熱、流体の力学や物性、その基礎となる量子物理、ならびに機械システムの解析と設計・製造・制御について系統的基礎教育を行なう」という方針のもと、材料力学、熱力学、固体物理学、流体力学、統計物理学、量子力学、振動工学、連続体力学等が開講されている(表-1参照)。学部では、材料学・材料力学を減らし、連続体力学を早く教える方向が検討されている。しかし、これはカリキュラムの大きな変更ではない。なお、大学院では、材料、熱、流体、振動、制御、量子力学をコア科目とし、ここから4科目を選択させている。他大学の機械工学系専攻のカリキュラムも同様である。また、K大学では学部・大学院ともカリキュラム変更の予定はないようである。

2つの学科のカリキュラムは近年において大きな変更もなく、また、近い将来に改革をするというものではなかった。その理由として以下のことが考えられる。

- 力学は2つの学科の基礎科目である。この基礎科目を変更することは、学科そのものの改組を意味する。
- 建設業界の不景気の影響は、土木分野と比較して、建築分野では少ない。このため建築学科では改組を検討する必要がない。一方、構造力学を専攻する学生の割合は少なく、一級建築士にかかわる資

建築学科の力学系科目

| | | |
|------|---------|-------------|
| 2年前期 | 建築構造力学Ⅰ | |
| 2年後期 | 建築構造力学Ⅱ | |
| 3年前期 | 建築構造力学Ⅲ | 鉄筋コンクリート構造Ⅰ |
| | 鉄骨構造 | 建築応用数学 |
| 3年後期 | 建築構造解析 | 鉄筋コンクリート構造Ⅱ |
| | 鉄骨構造Ⅱ | 耐震構造 |
| 4年前期 | 建築基礎構造 | 耐風構造 |

物理工学科機械システムコースの力学系科目

| | | | |
|------|--------|---------|--------|
| 2年前期 | 計算機数学 | 材料力学Ⅰ | 熱力学Ⅰ |
| 2年後期 | 材料力学Ⅱ | 熱力学Ⅱ | 工業数学F1 |
| | 固体物理学 | 応用電磁気学 | 原子物理学 |
| | 流体力学基礎 | 材料統計物理学 | 数値解析 |
| 3年前期 | 工業数学F2 | 連続体力学 | 工業力学A |
| | 振動工学 | 制御工学Ⅰ | |
| 3年後期 | 工業数学F3 | 量子物理学Ⅰ | 流体熱工学 |
| | 制御工学Ⅱ | | |
| 4年前期 | 量子物理学Ⅱ | 応用制御工学 | |

表-1 建築学科と物理工学科の力学系科目のカリキュラム。

格制度の変更が多少の影響を与える可能性はある。

- 機械工学系学科では、土木工学系学科と同様、力学が基礎科目のほとんどを占める。機械工学が対応する業界は広く製造業一般であり、好不況の波を受けづらい。

一方、K大学の土木工学系の学科でも、社会のニーズの変化に対応する目的での大きな教育改革はなく、実際、ここ数年カリキュラムは変更されていない。強いていえばJABEE受審に対する議論との絡みで一部の科目内容の変更が議論されている程度である。

カリキュラムの変更とは別に、土木工学系の学科を卒業しながら、それとは無関係な業種に就職する学生が3割程度存在するという現状は、土木工学系の学科で認識されている。上記の建築学科や物理工学科、そして他学科でも同様であろう。土木工学系の学科の場合、この原因として、「土木が面白くない」というよりも「夢のもてる土木に就職できない」という理由が大きいと思われる。すなわち魅力的な職場の数が減ったということである。土木学会土木教育委員会がかつて議論された、学生定員の減少も視野に入れた学科の改組を検討する必要があるように思われる。

(2) 造船工学科の例

T大学の造船工学系の学科は船舶工学科を母体としている。我が国の基幹産業であり、優秀な技術者・研究者を輩出した輝かしい歴史を持つ学科であるが、徐々に業界が縮小するにつれて、その人気は低下していった。人気回復を一因として名称変更等の試みを行ったが、その一つに「システム創成学科」の設立がある。これは、鉱山・原子力・応用物理工学科と連合して作られた学科で、環境・エネルギー、シミュレーション、生態

情報、知能社会という4つのコースが設定されている。造船工学系の学科は主に環境エネルギーコースを担当する。学生の人気が比較的低い学科が連合したにもかかわらず、システム創成学科は高い人気を得た。この成功にはさまざまな理由が考えられる。本章ではカリキュラムに絞ってこの理由を分析する。

4つの学科を連合する際、カリキュラム編成に関しては多くの議論がなされた。単なる模様替えではなく、システム創成という名称に相応しいカリキュラムとすることが合意された。このため「最初に広く工学一般を説明し徐々に専門性を深める」ことを基本方針とした。この基本方針に基づき、カリキュラムは次の5つの段階に分けられている。

1. 汎工学：社会と技術の基礎を学ぶ
2. 講義，情報教育：基礎学問を確実に身に付ける
3. プロジェクト演習：問題解決を総合的に学ぶ
4. 領域工学：専門領域について学習する（領域はコースに対応）
5. 卒業研究・領域プロジェクト：研究室で専門領域を学ぶ

第1段階は、古くは工学原論、新しくはエンジニアリングデザイン教育に通じるものであり、社会のニーズを理解し、そのニーズに応えるべく、自然科学等の技術の基礎を学ぶことを目的としている。第2段階は、従来のように各工学分野の基礎を教える講義であるが、情報教育に力点が置かれている。第3段階では個人やグループでの実験や演習を行うが、専門性の強いエンジニアリングデザイン教育としての性格もある。第4・5段階では従来の工学分野の講義や卒業論文・演習に対応している。3年次の具体的なカリキュラムを表-2に示す。

造船工学系の学科の改革は、他学科と連合し新しい工学領域の開拓を図る、ということに集約される。システム創成という名称には新領域開拓の意気込みが強く伺われる。開拓のために、広い範囲の工学をカバーする学部講義の導入部分を設けた点は注目に値する。第1段階の汎工学では、旧学科に特化した科目を除き、できるだけ汎用を目指した工学的方法論の伝授を試みている。従来の、特に長い伝統を持つ科目を廃止することには精神的抵抗が強く、科目のスクラップ&ビルドは「総論賛成各論反対」に陥りがちである。斬新なカリキュラムを構築した努力は傾聴に値すると思われる。

土木工学は、概ね、構造・材料分野、水・環境分野、計画分野に大別できる。各分野は独自の基礎・応用項目が多いため、多くの大学の土木工学部のカリキュラムでは、比較的早い段階から分野に特化しているようである。分野の垣根を下げ総合性を高めるためには、システム創成工学科で実施された汎工学のようなレベルま

3年夏 知能社会コース

| | 午前 | 午後 |
|---|-----------|-------------|
| 月 | 社会のための技術 | 離散構造とアルゴリズム |
| 火 | 構造力学 | ダイナミックシステム |
| 水 | リスクマネジメント | プロジェクト演習 |
| 木 | 産業情報システム | プロジェクト演習 |
| 金 | 経済概論 | ビジネス概論 |

3年冬 環境・エネルギーコース

| | 午前 | 午後 |
|---|------------|------------------|
| 月 | 地図開発論 | ツールとしての計算機2 |
| 火 | 海洋工学基礎 | 流体資源の形成と開発 |
| 水 | 環境エネルギー政策論 | 環境エネルギーの化学 |
| 木 | 原子力エネルギー工学 | 環境・エネルギー応用プロジェクト |
| 金 | 設計学 | 環境・エネルギー応用プロジェクト |

表-2 システム創成学科のカリキュラムの例。

で分野融合の講義を提供する必要があるかもしれない。

汎工学では、工学技術のみならず、技術と社会との関連も主要な内容になっている。社会基盤を対象とする土木工学は、他の工学分野に比べ、社会との関連は格段に強い。既にさまざまな試みがなされているが、土木工学と社会の関連を強調することは重要であり、カリキュラムの中にこの関連を全面に打ち出した科目を設けることは大きな魅力となると考えられる。

(3) 繊維工学系学科の例

我が国の繊維工学系学科は1950年代に多くの大学に設置され、繊維産業の興隆に貢献した。しかし、繊維産業の低迷に伴い、1970年代から継続的に改組が行われた。その間の教育の変遷をT大学を参考に記述する。同大学では、繊維工学系学科として、養蚕・製糸・繊維・繊維化学科の4学科が1950年に設置された。養蚕学科は農学部へ移行したが、製糸学科は高分子工学科・物質生物工学科を経て生命工学科に移行(1995年)、繊維学科は繊維工学科・繊維高分子工学科・材料システム工学科・物質生物工学科・応用化学科を経て、有機材料化学科に移行(2000年)、繊維化学科は工業化学科・物質生物工学科・応用化学科を経て応用分子化学科に移行(2000年)している。以下、工学部に残った製糸・繊維・繊維化学科の変遷を整理する。

製糸学科の変遷の間には、大学内外から強い改組への要求があったことが見逃せない。移行中には、有機化学や物理化学の開講、生物化学と高分子科学の充実など、継続的にカリキュラムが改正された。また、学生の就職先も製糸業・繊維工業から化学工業・繊維業

へ、さらには化学工業・情報へと変化している。なお、現在の生命工学科では語学教育に力が入れている。外国人による輪講を行い、英語能力の向上に努めている。研究意欲の高揚を目的に学会発表を卒業単位と認める制度も導入している。

繊維学科は1970年代の環境汚染問題を契機に急速に発展した。その後、繊維・高分子材料の教育研究を行うために改組が進み、物質生物学や機能材料化学を取り込み、現在の有機材料化学科に改組した。この改組は社会のニーズを受けたものである。この分野では1960年代までは紡織・染色が研究の中心であったが、1970年代から高分子合成と高分子物理の研究が増加し、1990年代には量子化学計算やシミュレーションを駆使した機能性高分子材料の研究が行われるようになった。このような研究対象の変化に応じるため、学部教育では普遍的な真理を教える基礎科目が増加した。

繊維化学科は重化学工業分野の拡充を受けて発展したが、社会のニーズの変化からいわゆる重厚長大から脱することを余儀なくされた。具体的な方向として、広い視野を持って先導的な研究を行える研究者の養成が求められた。このため、1980年代後半からセラミックスや生体関連の科目や、エネルギー化学・環境物質化学等の科目がカリキュラムに含まれるようになった。さらに、繊維化学科は、繊維工学系学科の他に、化学工学系学科との改組も並行して行われている。

繊維工学系学科では、社会のニーズに合わせ繊維から他の分野へ教育研究の対象をシフトし、これに合わせて改組という学科全体の改革を行った。全体のみならず、講座の入れ替えや統廃合という局所的な改革も行っている。この全体と局所の改革の中では、新しい産業を開拓した分野が発展している。繊維工学系学科で行われた新しい産業の開拓は、土木工学においても活性化につながると考えられる。

製糸・繊維・繊維化学科からなる繊維工学系学科は相応に大きいグループであったため、統廃合は比較的容易であった。しかし、定員の充足を大学内外から強く求められたことが改組の契機となっていることは事実である。土木工学科においても、定員の充足が改組再編の引き金になる可能性は高い。繊維工学系学科の例に倣うのであれば、建築学科のような関連する学科との有機的かつ実質的な統廃合が必要であると思われる。

改組を伴う劇的な組織の変遷の結果、繊維工学系学科では、特色ある専門科目が減少し、全ての学科に共通する基礎的な事項を教えるように学部教育のカリキュラムが変化している。激しい変遷が予想される場合、学部教育での基礎科目重視がカリキュラム改革の1つの方向であることが示唆される。

3. 先端の工学分野

(1) 化学工学科の例

地方国立大学の化学工学系学科の入学志願者の倍率は土木工学科と同程度である。受験生や入学者の大学入試センター試験の最高点や最低点等もほとんど変わらない。しかし、化学工学系学科には、入学志願者の低下という問題意識や定員割れの危機感が全く存在しない。この原因を明らかにすることを目的として、地方国立大学であるT大学の化学工学系学科の教育を調査した。

調査対象の現在の学科名は化学応用工学科である。応用化学科が大正期に発足し、化学工業の発展とともに化学工業科が新設され、2つの学科が統合され現在の学科になった。現在の化学応用工学科は、物質合成化学大講座、物質機能化学大講座、化学プロセス工学大講座の3つの大講座から構成される。

化学応用工学科のカリキュラムの特徴は以下の2点である。

- 必修科目を最小限にとどめ、選択必修科目制(指定された科目中から指定された単位の取得が必修)を取り入れて基礎学力の低下を防ぐ。
- 3年次に練習実験(化学応用工学実験)を通じて、化学の基礎がより一層習得できるようにする。

このカリキュラムの特徴は「実験重視のプロフェッショナル教育」として理解できる。実験の量は多いが、学生もこのプロフェッショナル教育を受け入れている。将来ノーベル化学賞を取ることを夢見ている学生は少なからずいるそうである。

カリキュラムとは別に化学工学系学科の特徴として教員の流動性の高さが挙げられる。工学部出身以外に、理学部出身や薬学部出身の教員がおり、非常に幅が広く混血である。学科に多様な教員がいることは、学生に隠れた魅力となっている。

化学工学系工学科に定員割れの危機感はない一方で、学科の教員が所属する日本化学会を中心に、高校生等の化学教育に少なからぬ努力が定常的に払われていることは注目に値する。以下にその努力を紹介する。

1. 全国高校化学グランプリと国際化学オリンピック：全国高校化学グランプリ⁴⁾は1999年から実施されている。日本全国の高校生を対象とした化学の実力を競い合う場であり、全国の49会場で一次選考を開催、成績優秀者約60名が実験問題を中心とした二次選考へ進出、得点によって表彰、というイベントである。さらに約20名の成績優秀者は翌年の国際化学オリンピック⁵⁾の代表候補として認定される。特別なトレーニングを実施した後、その中の4名が代表選手に選出される。

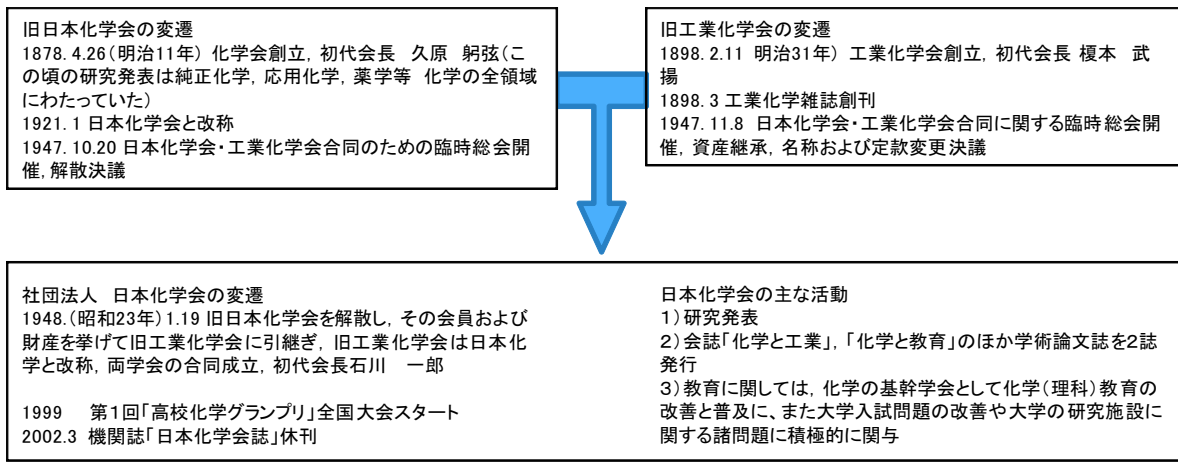


図-1 日本化学会の変遷の概要と若年層への教育啓蒙活動の例。

2. 化学だいすきクラブ: 化学だいすきクラブ⁶⁾は, 小中高校生を対象に化学の普及・啓蒙活動を行う交流の場である。2004年か地域単位で組織的に設置されている。将来の化学会を担う人材を確保するための地道な努力である。
3. ノーベル化学賞受賞者の活用: 日本化学会は日本人ノーベル化学賞受賞者を広告的活用している。化学の人気回復に大いに貢献したとされている。このようなスター科学者の存在が学生を化学分野に引き受ける効果は絶大である。

このような日本化学会の努力は21世紀に入ってから行われている(図-1)。土木学会としてもまだまだやるべきことは多くあると思われる。

化学と化学工学には理学と工学の違いがあるが, この差は高校生には見えない。一方, 土木工学と建築は同じ建設分野に属するが, 高校生の目にはデザインのイメージが強い建築のみが見えている。化学と化学工学を参考に, 土木工学と建築の差を変える⁷⁾ことは必要であろう。なお, これは土木学会と日本建築学会との統合という安易な解決策ではなく, 土木工学と建築の有機的な融合を意味している。

(2) 電子・情報工学科の例

電子・情報工学は比較的歴史の浅い工学分野である。両者とも初期においては電気工学の一部として教育研究が行われていたが, さまざまな電子機器の開発と情報通信技術の発展に伴い, 新たな学問として成立した。特に近年では, 情報の処理・加工・制御を担う人材の育成という社会のニーズに応えるため, 情報科学分野へも進出しつつある。電子・情報工学は, 関連する産業の停滞を経験せずに, 次々と新しい技術の開発と需要の発掘により, その枝を多方面に伸ばし続けてきた分

野である。このため, 今日土木工学が直面している産業の縮小と入学志願者数の減少という厳しい環境とは隔たりが大きい。しかし, 電子・情報工学の発展の中では, 時代の変化を見据えた変革が度々行われていることも事実である。その変遷を眺めることは無駄ではない。はじめに幾つかの大学の電子・情報学科の変遷について眺め, その後, 全体を総括する。

a) N大学の例

N大学の電子情報工学科は1928年に設立された電気工学科に端を発する。集積回路の発明や通信技術の発達に伴って電子工学のニーズが大きくなると, 電子工学が工学の一分野として位置づけられ, 1972年に電気工学科の電子コースとなり, 1978年には電子工学科として電気工学科から完全な分離独立を果たした。その後も光通信や情報技術等, 電子工学の中に通信情報技術が生まれた結果, 1985年に電子工学科内に情報科学コースが設置された。更に情報技術の著しい発展に対応し2001年には電子工学科が電子情報工学科と名称を変更した。この時点では既に情報工学は電子工学と並ぶ対等な学問領域となっている。

電子情報工学科はこれまで数回のカリキュラム改定を行ってきたが, 特にコース分割時に大きな改定が行われた。カリキュラムは材料・デバイス, 回路・計測, 通信, 情報科学の4つの学問分野を基幹としている。材料・デバイスと回路・計測の科目は内容が高度化し, システム工学, 情報ネットワーク, 情報処理, 通信法規も科目に取り入れられている。近年は情報科学系の科目が増えており, オペレーティングシステム, システム工学, データ構造とアルゴリズム, データベース, 情報理論, 確率論とパターン情報, 画像とパターン認識, 人工知能, 情報ネットワーク基礎, コンピュータグラフィックス, 生体情報工学等の科目が開講され, アルゴ

リズムやプログラム言語など文系の学生も学べる情報工学の基礎科目が増えてきている。

b) C大学の例

C大学の電気・電子工学科は1949年に電気工学科として発足し、1989年に電気・電子工学科に改称、更に2000年に電気電子情報通信工学科に改称し、現在に至っている。発足当時のカリキュラムは、最初の2年間に一般教育、その後の2年間で電気工学の専門教育が行われてきた。専門教育では、強電流工学(電力・電気機器工学)と弱電流工学(電子・通信工学)がバランスよく配列されている。これが当時の標準的なカリキュラム構成である。1974年には専門基礎科目が最初の2年次に行われるようになった。後半2年間では十分な専門教育に不十分と考えられたためである。電子工学の発展に伴い、制御と情報処理の技術の習得も必要となり、強電流工学と弱電流工学の両方の履修は不可能となり、このため電子工学に特化するコースを新設したのである。

現在のカリキュラムでは、専門基礎教育の更なる充実が図られている。多岐多様化する電子・情報工学の進歩に対応するため、必修科目を減らし、最新技術に関連する選択科目が増得ている。具体的には、1) 回路ネットワーク系、2) デバイス材料系、3) 計測制御系、4) 情報通信系、5) 電力エネルギー系の5つのモデルコースが示されている。

c) K大学の例

K大学の電気情報工学科は、1911年のK大学工科大学の開設と同時に設置された。1945年に通信工学科が設置され、高度経済成長期には9講座編成(電気磁気学、電気回路学、電気物性学、電気計測学、電力制御学、放電工学・プラズマ工学、電気機器学、発変電工学・送配電工学、電気応用工学)に改組拡充された。電子工学科は、半導体技術や電子計算機技術の技術革新が加速されはじめた1959年に設置された。これに伴い通信工学科も徐々に拡充されたが、情報化の時代の波を受けて1971年に情報工学科に改組された。電気工学科、電子工学科、情報工学科の3学科は社会的ニーズに応えるため改組拡充等の変革を重ねてきた。しかし、互いに関連する研究領域を有するため、緊密な連携は保たれている。一時期、後発の情報工学科が最大となり、情報工学と知能システム工学の2つのコースとなったが、1996年には3学科は電気情報工学科という一つの学科に統合された。

上記で紹介した大学の他に、複数の大学の電子・情報工学系の学科の変遷を図-2に示した(8),9),10),11),12),13),14),15),16),17),18),19)。概ね、最初に電気工学科が産声をあげ、1990年代に電子工学科が誕生、そして2000年前後に電子情報工学科が生まれ

る、という流れである。一方、先駆的な技術開発を視野に入れた学科新設の例もある。実際、電子工学科や情報工学科は幾つかの大学において先行的に設置されている。このような学問分野の広がりに対し、大学側の対応もそれぞれである。電気工学科を電子工学科へ名称変更し、情報工学的分野をも取り込む一方、情報系に独立した学科を設立した大学もある。他方、拡大する分野をそのまま取り込み、学科名としてもそれらを冠した名称に変更していった大学もある。即ち、電気工学科を電子工学科、電気電子情報通信工学科へと変遷させた大学である。さらに、社会のニーズに応じて電気電子工学系の学科を統合した大学もある。

d) 調査結果の分析

電子・情報工学の広がりを眺めていると、「社会のニーズがない工学分野は発展し得るのか」という本質的な問いに直面する。産業の要請に応じて電気工学が電子・情報工学へと発展する一方、土木工学は国主導の社会基盤整備によって発展してきた。社会基盤がある程度整備されたという楽観的視点に加え、国家財政の逼迫が公共事業費の削減を余儀なくさせ、土木事業を担う企業や研究機関の体力を奪っている。また、主要先進国の中では、我が国の建設投資額の対GDP比率は突出し、全就業者数に占める建設就業者数の割合も高い²⁰⁾。建設産業が今後縮小していく傾向にあることは否めない。

この状況の下、土木工学の発展のため、電子・情報工学と同じ道を選ぶとするならば、それは産業との結びつきである。公共事業に依存するのではなく、民需と結びつきを強め、単なる社会基盤整備ではなく、付加価値の高い「商品」を研究・開発・生産することを模索しなければならない。近年、計画学・景観学・環境工学・防災工学等、土木工学の中でも分野創設がなされつつある。この分野がしっかりとした学問分野として成立するためには、その発展を必要とする産業が確立していることが望まれる。逆に言えば、産業を育成できる方向に研究・開発を進めることが茨の道の方向となる。現時点で輝いている電子・情報工学もこの道をたどったのであり、この道を追う姿勢が土木工学の発展に求められている。

(3) 学際的工学科の例

従来の工学分野の枠を離れ、学際的な工学研究・教育を行う学科・専攻が新設されている。その一例として、K工業大学大学院に新設された機能システム創成工学専攻を紹介する。この専攻は2003年に設置された独立専攻である。各専門分野にまたがった新しい学際領域において新しい技術シーズを提供することが専攻の特色である。その一方、この専攻に直結する学部の学科はなく、種々のバックグラウンドをもった学生が進学す

| 大学名 | 学科の変遷 | | 備考 | |
|--------|--|------------------------|---|--|
| 九州大学 | 電気工学科(M44) 電子工学科(S34)新設 通信工学科(S36)新設 →(S46情報工学科へ) | | 3学科が電気情報工学科へ 統合(H08) | 電気工学科, 電子工学科, 情報工学科を改組(H08) |
| 慶応大学 | 電気工学科(S14) | 電子工学科(H08)へ 名称変更 | | H08の改組により, 電子工学科の他に, 物理情報工 学科, 情報工学科が設置された |
| 中央大学 | 電気工学科(S24) | 電気・電子工学科 (H01)へ名称変更 | 電気電子情報通信工学科(H12)へ 名称変更 | H04情報工学科新設 |
| 東京大学 | 電気工学科(M17) | 電子工学科(S33) 新設 | 電子情報工学科(H03)へ 名称変更 | 電子・情報系3学科として他に電気工学科, 電子工 学科有り |
| 東京工業大学 | | | 電気電子工学科(H12)へ 名称変更 | 電気・電子工学科の電力・電子コースと電子物理工学 科が統合。電気・電子工学科の集積システムコース と情報工学科が統合して情報工学科へ |
| 東京理科大学 | 電気工学科(S42) | | 電気電子情報工学科(H14)へ 名称変更 | 理工学部の学科。他に情報工学科, 工学部第一部に 電気工学科, 基礎工学部には電子応用工学科があ る。 |
| 日本大学 | 電気工学科(S28) | 電子工学科(S53) 分離 | 電子情報工学科(H13)へ 名称変更 | 理工学部の学科。生産工学部には電気電子工学科と 数理情報工学科, 工学部には電気電子工学科と情報 工学科がある。 |
| 武蔵工業大学 | 電気工学科(S04) | 電気電子工学科(S60) | 電子情報工学科(H09)分離 (H15電気電子情報工学科へ 名称変更) | S32電気通信工学科が分離 知識工学部に情報科学科有り |
| 横浜国立大学 | 電気工学科(S28) | | 電子情報工学科(H01)へ名称変更 | 電気工学科はなく, 電子情報工学科に電気工学が含 まれている |
| 九州工業大学 | | 電子情報工学科(S61) | | 情報工学部に設置。同学部に知能情報工学科, 工学 部に電気工学科有り |
| 東京工芸大学 | 電子工学科(S51) | | 電子情報工学科(H11)へ名称変更 (現システム電子情報工学科) | S55にコース制(電子工学コース, 情報工学コー ス)採用(定員80名→S60,100→H2,120) |
| 福岡大学 | 電子工学科(S41) | | 電子情報工学科(H10)へ名称変更 | 電気工学科有り |

図-2 電子・情報工学に関連した学科の変遷。

る。専攻の特色である学際的な教育研究を実施しやすいことは利点であるが、学生の知識が様々であるため、通常の専攻とは異なった配慮が要求される。

機能システム創成工学専攻は「新しい学際領域」がキーワードになっているが、具体的な専攻の特徴は次のように整理される。

- 21世紀型技術革新の中核となる高機能マテリアルの創成とマテリアルが組み込まれたシステム技術の開発、特定の専攻分野に偏らない境界のない技術融合をベースとした高付加価値化ものづくり、高機能科学技術を志向した新技術創成システムの構築を行う。
- 工学技術の課題を既存学問分野の枠にとらわれない柔軟な発想で科学技術の研究開発、21世紀のシーズとニーズをグローバルな観点から把握し生産へ結びつける先導的工学系人材の養成、および大学と社会との有機的連携を目的とした産学連携、が

実施される。

なお、「先導的工学系人材」とは、1) 広い視野に立ち社会のニーズを敏感に感知する人材、2) 新しい分野に果敢にチャレンジしていく柔軟かつ積極的な人材、3) 知識詰め込み型ではなく、問題(現場)即応能力を持つ問題発見型の人材、4) 特許等の新技術をビジネスとして起業する能力とマインドを持つ人材、5) 新素材開発能力とコンセプト構成能力を持った高度専門技術者、とされている。人材育成の教育方針は、1) 数学、物理学、化学の基礎教育に加え工学の高機能化に関する教育を行い、創造性豊かな高度システム技術者を養成、2) 専攻内外の教官に加え他の研究機関や企業に所属する教官による連携講座など多彩な講義を通じ、視野の広い人材を養成、3) 他の研究機関や企業と連携したプロジェクト型の共同研究やインターンシップ制度を介し、実践的な教育の実施、となっている。

履修システムとして、5段階の教育が提供されている。

1. 基礎工学：バックグラウンドのレベルアップ
2. 一般科目：グローバルリーダーシップの養成
3. イミigrant科目：学際的融合分野の醸成
4. 修士専門教育：研究実践能力の養成
5. 博士研究：産学融合を目指した高度専門技術者としてのレベルアップ

基礎工学は様々なバックグラウンドの学生に対処するために設けられた科目であり、基礎力学・電磁気学・LSI技術入門に分かれ、実践コミュニケーション英語・経営管理論・ベンチャー企業論・工学倫理論が準備されている。経営管理論ではプロジェクトマネジメント・リスクマネジメント・特許出願技術・知的財産管理、ベンチャー企業論では新会社法・ビジネスモデル・M&A・資金調達・インキュベーションといった科目が提供され、いわゆる工学専門科目とは別の事項を学ぶことになる。イミigrant科目は学部時の専門分野を基礎に異分野との知識の融合をはかるための導入教育として設けられた科目である。

加速化・複雑化する社会の動きに的確に対応するために技術者に要求される資質は、狭い領域に特化した専門知識のみではなく、幅広い工学基礎・工学専門基礎の学力である。機能システム創成工学専攻はこの学力の涵養を目指している。前章で述べたように、土木工学科は構造・材料分野、水・環境分野、計画分野の分化が進んだカリキュラムとなっており、幅広い分野で活躍できる人材の教育には必ずしもなっていない。学生が強い意志をもって臨めば、複数の分野で十分な教育を受けられることは可能であるが、分野をまたがって活躍する人材の育成には現状のカリキュラムでは不十分であるかもしれない。まして土木工学以外の分野の工学知識を身につけることは想定されていないようである。

土木工学科においても、今後、より幅広い分野の知識を有した技術者を一定数輩出していくことが必要とされるように思われる。これは、次の時代の土木工学に要請される技術の育成にも繋がる。とは言え、教育期間は限られており、学生のキャパシティを超えた教育は無意味である。この制約の下、幅広い分野で活躍する技術者をいかに土木工学科で教育するかは、その可否も含め、議論していく必要がある。

4. おわりに

限られた大学ではあるが、建築学科、機械工学科、造船工学科、繊維工学系学科、化学工学系学科、電子・情報工学科、そして学際的工学科で行われた教育改革の例を調査分析した。調査に限りがある他、調査対象の学科・専攻が所属する大学の特性もあり、包括的な結論

を出すには至らないが、以下の3点は調査した教育改革に共通する特徴と考えられる。

- 学科をとりまく現状の冷静な分析：特に学科を支える産業が変化する際、その変化に対応した教育改革を実施する。
- 技術開発の将来を先取りする洞察：特に新しい学術発展・技術開発の方向を見極め、それに対応した教育改革に積極的に挑戦する。
- 残すものの見極めも重要：主要基礎科目を大事にすることや実験重視の教育は伝統的工学である土木工学にとって大きな参考となる。

教育改革の背景には社会の要請・期待があることは強調したい。現在、工学全体に高い基礎能力を持つ技術者の育成が要求され、これを受けて分野融合や新領域開拓が行われている。教育改革を検討する際、土木工学の中にとどまらず工学全体の流れも見据えることも重要である。

大学・大学院の教育改革を検討する際、本論文や元の報告書³⁾が少しでも読者各位の参考になれば幸いである。なお、当然のことであるが、他学科・他専攻は、設立の経緯や産業界との結び付き等、独特の個性がある。土木工学の大学・大学院教育の改革を検討する際、他学科・他専攻の具体的な試みをそのまま模倣することは無意味である。改革の哲学や趣旨等、抽象的な理念に学ぶ点が多いと思われる。

参考文献

- 1) 座談会 教育現場における土木工学の変化と対応：土木学会誌, Vol. 90, No. 7, pp. 18-34, 2005.
- 2) 森地 茂：土木界の3つの課題, 土木学会誌, Vol. 84, No. 7, pp. 3, 1999.
- 3) 土木学会教育企画・人材育成委員会大学・大学院教育小委員会：平成17年度～平成18年度活動報告書, 土木学会.
- 4) 全国高校化学グランプリ, <http://gp.csj.jp>.
- 5) 国際化学オリンピック, <http://icho.csj.jp>.
- 6) 化学だいすきクラブ, <http://www.chemistry.or.jp/chemclub/index.html>.
- 7) 小林一輔：時局を論ずる 土木学会と土木技術者, 土木学会誌, Vol. 89, No. 7, pp. 4-5, 2004.
- 8) 九州大学工学部電気情報工学科 HP, <http://www.eecs.kyushu-u.ac.jp>.
- 9) 九州工業大学情報工学部電子情報工学科 HP, <http://www.cse.kyutech.ac.jp>.
- 10) 慶応大学理工学部電子工学科 HP, <http://www.elec.keio.ac.jp>.
- 11) 東京大学工学部電気工学科電子情報工学科・電子工学科 HP, <http://www.ee.t.u-tokyo.ac.jp/index-j.html>.
- 12) 東京工業大学工学部電気電子工学科 HP, <http://www.u.ee.titech.ac.jp/index-j.html>.
- 13) 東京工芸大学工学部システム電子情報工学科 HP, <http://www.seit.t-kougei.ac.jp/top.html>.
- 14) 東京理科大学理工学部電気電子情報工学科 HP, <http://www.ee.noda.tus.ac.jp>.
- 15) 中央大学理工学部電気電子通信情報工学科 HP, <http://www.elect.chuo-u.ac.jp>.

- 16) 日本大学工学部電子情報工学科 HP , <http://www.ecs.cst.nihon-u.ac.jp/> .
- 17) 福岡大学工学部電子情報工学科 HP , <http://www.fukuoka-u.ac.jp/faculty/f07/s22/index.html> .
- 18) 武蔵工業大学工学部電気電子工学科 HP , <http://www.ee.musashi-tech.ac.jp/indexj.html> .
- 19) 横浜国立大学工学部電子情報工学科 HP , <http://www.dnj.ynu.ac.jp/DNJ/index-j.htm> .
- 20) 社団法人日本建設業団体連合会：建設業ハンドブック , 2006 .

(2008.9.30 受付)

EXAMPLES OF EDUCATION SYSTEM RECONSTRUCTION MADE BY ENGINEERING DEPARTMENTS

Muneo Hori, Sadao Kimura, Atsushi Iizuka, Satoru Ohtsuka, Kenichi Kumagai, Toshiaki Saitoh,
Takeshi Tamura, Chikanori Hashimoto, Junnichi Hirade and Eiki Yamaguchi

This article summarizes examples of education system reconstruction made by departments except for civil engineering, based on the 2005-2006 report made by the subcommittee of university education in the committee of the education promotion and enhancement committee of JSCE. Studied are departments of several universities for architecture, mechanical engineering, ship building engineering, texture engineering, chemical engineering, electronics and information engineering and inter-discipline engineering. It is shown that reconstruction is made by analyzing the current state and the future trend of social demands of industries, with a few core subjects being selected.