

5. 平成21年度・平成22年度の小委員会活動

5. 1 大学・大学院教育小委員会

1. はじめに

戦後は社会インフラが圧倒的に不足し、量的な充足が強く求められた時代であった。長大橋梁、海峡横断トンネル、高速道路などのビッグプロジェクトは若者を魅了し、工学部土木系学科の入試倍率は決して低くなかった。同一規格の道路や橋、河川堤防やライフラインなどを大量に造ることが社会からの要請であったこの間には、仕事がモジュール化され、それに対応すべく個別の要素技術の習得を教育目標とする専門教育を高等教育機関が行ってきた。

20世紀末以降、公共事業投資の急激な減少で国内市場が急速に縮小した。社会インフラの一定の充足が得られた後には、構造物の新設から維持管理へと重心が移り、また人口問題、資源エネルギー問題、地球環境問題など多様化・複雑化する社会情勢や経済的な制約の下で、持続可能でよりよい社会を支えるための社会基盤整備を行う人材の育成に重点を置いた教育へ移行すべく多くの大学において改革の取り組みが行われている。

平成21年9月から1年半の期間、大学大学院小委員会では我が国における今後の土木教育カリキュラムの検討に資すること目的とし、我が国の大学土木教育カリキュラムの変遷を概観すると共に、幾つかの大学の現在の土木教育カリキュラムを収集して分析した。

2. 大学の土木教育カリキュラムの変遷

2.1 新制大学発足までのカリキュラム

工部省所管の工部大学校を全身とする帝国大学工科大学が明治19年に誕生し、当初から土木の専門教育が行われていた。その後、明治30年に京都大学が創設されたのを皮切りに、第二次世界大戦までに、東北（明治40年）、九州（明治44年）、北海道（大正7年）、京城（大正13年）、台北（昭和3年）、大阪（昭和6年）、名古屋（昭和14年）の順に帝国大学が設置された。帝国大学工科大学の修業年限は3年であった。これらの大学では設置と同時に土木工学科が発足したわけではなく、専門学校を含めても戦前は極限られた期間においてのみ土木専門教育がなされていたことがわかる。

この時代の日本の高等教育の特徴は、極端なまでの実学指向応用的な知識や技術を伝授することが学問の主流となり、思考力よりも記憶力が重視され、ヨーロッパの学問の土台となった思想や哲学はほとんど無視されるようになった。こうした状況は、欧米に早く追いつこうとする近代化路線を選択した以上ある程度やむを得ないことであったかもしれないが、実利至上主義とも言えるこの教育は、真理の探究や人格形成の側面を無視し、底の浅い教育観や学問感を助長させることになったことも否めない事実であることを草原克豪は指摘している（草原，2008）。

戦後、昭和24年に新制大学制度が発足し、また大学数は国立大学だけでも70へと激増した。修業年限は4年間になると共に一般教育（教養教育）が導入されたため、専門教育

については旧制大学よりも年限が実質的に短縮された。

表-1 は新制大学発足後までの我が国の土木専門教育のカリキュラムを比較したものである。なお、この表の科目分類は筆者によるものであり、また科目名も一部簡略化して標記している。この時代の工学の基礎的科目は、数学、物理、力学系の科目が中心となり、電気や機械などがある。専門の基礎的科目では、明治期には測量や製図に重点が置かれ、その後材料学、力学および都市計各科目が設置された。また、専門の応用的科目では、橋梁・鉄道・道路・隧道・港湾・上下水道・水力などの当時欠乏していた社会インフラの個別科目が新制大学発足直後に林立しており、カリキュラムの構成において戦前の実利至上主義の継承が見て取れる。

表-1 帝国大学・東京帝国大学・東京大学における土木工学科専門教育科目の変遷

科目	明治 19 年	明治 34 年	昭和 6 年	昭和 34 年（土木構造専修）
工学の基礎的科目	数学 物理学 物理実験 応用重学 機械学 地質学	数学 応用力学 熱機関 機械製造法 地質学 電気工学大意	応用力学 応用弾性学	応用力学演習 応用弾性学 数学及び力学 数学及び力学特論 応用物理学実験 計測通論 電気工学通論 電気工学実験大要
専門の基礎的科目	土木工学 製図測量学 実地測量製図 測地学 実地測量製図	土木工学 測地学 実地演習 計画及び製図 計画及び演習 建築材料 水力学	土木工学大意 測量 土木製図 土木材料 土木材料試験 水理学 鉄筋混凝土 都市計画	測量学 測量学実習 土木製図 材料力学 材料実験 流体力学 水理学 鉄筋コンクリート 都市計画 土質力学
専門の応用的科目	家屋構造 工芸経済学 工学行政法	家屋構造 製造冶金 河海工学 鉄道 橋梁 衛生 工芸経済学 実地演習 地震学 土木行政法	施工法及び施工機械 橋梁 鉄道 市街鉄道 水力 河川 灌漑及び排水 港湾 上水 下水 上下水水質検査法 土木行政法 石工学 石工学計画製図 橋梁計画および製図 河川港湾実験 河川水力計画及び製図 港湾計画及び製図 上下水実験 鉄道計画及び製図	橋梁工学 鉄道工学 地震学 土木機械 道路工学 港湾工学 上水道学 下水道学 土木地質学演習 溶接工学 土木法規 隧道及び基礎 水力学 河川工学 工業意匠 橋梁設計及び製図 鉄筋コンクリート設計・製図 橋梁工学演習 建築学通論 一般火薬学 金属材料 工業経済
卒論等	実地演習 卒業論文意匠	実地演習 卒業計画		卒業論文

※科目名は一部省略して表記しているものがある。また、必修、選択科目の別なく記載している。

2.2 近年の日本の大学のカリキュラム例

新制大学制度発足から 1990 年頃までは、カリキュラムの変化は比較的小さい。コンピュータの発達に伴い確率統計、情報処理といった科目、交通工学や景観工学などが加わったことが目立った変化である。

20 世紀末からは、土木工学分野にとって大きな変革の時期となった。公共事業投資の激減による国内市場が急速に縮小し、社会インフラの一定の充足後に構造物は新設から維持管理へと比重が移り、また少子高齢化、環境問題など多様で複雑な社会情勢と経済的制約が顕在化した。表-2 は 4 つの国立大学における 2007 年度の専門教育科目の一覧であり、幾つかの分野に分けて表示してある。ここでは、表-1 には含まれている数学や物理学、電気学など工学の基礎的科目は含めていない。これらの科目は現在多くの大学で共用教育科目として開講されているためである。表-1 に比べて大幅なカリキュラムの変更がなされたことがわかる。そのうち、主な特徴を以下に列挙する。

- ・ 構造力学、水理学、土質力学、材料力学、計画学の 5 分野における基本的な科目には変化がない。
- ・ 発展的な内容の科目が追加され、科目数は昭和 34 年に比べて大幅に増加している。
- ・ 上述 5 分野の基本的な科目を除き、大学間のカリキュラムの違いが拡大している。これは、1991 年の大学設置基準の大綱化やその後の外部評価の導入の影響を受けたものと考えられる。また、土木分野は単なる構造物の建設から領域を拡大し、大学および大学で輩出する人材の多様化を社会が求めるようになったことも影響要因であるものと考えられる。
- ・ 表-1 には示していないが、新制大学発足から 1980 年代までは、土木工学科のカリキュラムの大学間の違いは非常に小さかった。
- ・ 鉄道、道路、隧道工学など、特定の構造物に特化した科目が大幅に減少した。また、岩盤力学が開講されなくなった。
- ・ 環境分野が拡充した。内容は、従来の衛生工学に生物や生態学、マクロあるいはグローバルな視点からの環境学である。
- ・ 倫理に関する科目が新設された。
- ・ デザイン教育科目やプロジェクト型の科目が開講されている。
- ・ 一部の大学では国際化に対応した多くの科目が開講されている。

現代社会の直面している諸問題に関する知識の習得に加え、知識の活用能力や問題解決能力、マネジメント能力が育成されるようカリキュラムや、知識の一方向的な伝達だけでなく、討論を含む双方向型の授業の数を増し、学生が自ら調査や研究を行う能動的な活動に参加する機会を積極的に取り入れたカリキュラムが増加している。

成長めざましい東アジアの国々など、世界の中にはインフラ整備に最重点を置く国が多くある。国内における公共事業やODAが縮小する中で、海外展開を積極的に推し進めることが日本の建設業界の重要な課題となっている。海外でのプロジェクト獲得と実施、事業全体のマネジメント能力の育成を目指す意欲的な科目を開講している大学も見られる。

表-2 5つの国立大学土木系学科の科目（2008年度）

	A大	B大	C大	D大	E大
専門基礎	環境建設工学総論 確率統計 基礎力学 数理解析学 数値計算法 情報処理 地球科学 測量学 測量学実習 設計製図	社会基盤の技術と歴史 社会基盤システム計画序論 物理数学の基礎 土木設計論 社会資本概論 空間情報概論 基礎数学 基礎情報学 情報システム設計 性能照査と設計 動的システムの設計 評価論 情報社会基盤論	地球工学総論 情報処理 情報処理演習 確率統計・演習 一般力学 社会基盤デザイン 資源エネルギー論 環境衛生学 物理探査学 測量学・実習 連続体の力学 空間情報学	市民工学概論 創造思考ゼミナール 測量学 測量実習 土木CAD 連続体力学	力学演習 計算機演習 測量学・実習
構造	構造力学・演習 実験 構造解析学 鋼構造学	構造の力学 橋の計画と設計 風と構造物 構造設計特論 計算力学	構造力学・演習 波動・振動学	構造力学 構造動力学 橋梁工学	構造力学・演習 エネルギー原理と構造解析 実験
水理・流体・海洋	水理学・演習 実験 応用水理学 海岸工学 海洋物理学	河川再生技術論 基礎流体力学 河川・資源計画 水理学 海岸工学 沿岸環境計画 流砂保全計画 乱流境界層力学	水文学基礎 水理学・演習 水理実験 水理水工学 海岸環境工学 水資源工学	水工学 管路・開水路の水理学 河川・流域工学 水文学 海岸・港湾工学 環境流体解析学	流れの力学 水理学・演習 実験 環境水理学 河川工学 海岸工学 水文・水資源工学
土質・岩盤	土質力学・演習 実験 地盤基礎工学	地盤工学概論 地盤の工学 地盤工学のフロンティア 地盤の構造学 地盤耐震工学	土質力学・演習 土質実験・演習 岩盤工学 岩盤環境工学	土質力学 地盤基礎工学 地形工学 地盤調査施工法	土の力学・演習 実験 地盤工学 地盤防災学
材料	建設材料学 実験 コンクリート構造設計	材料の力学 コンクリート工学 コンクリートの耐久設計とリサイクル	材料学 材料実験	材料工学	材料力学・演習 材料学 コンクリート工学 実験 鉄筋コンクリート構造・演習 コンクリートの環境化学
環境	環境学概論 生態学 衛生工学 生態系保全工学 海洋環境学	地球環境学 地球水循環と都市防災 生態学・生態工学	基礎環境工学 大気・地球環境工学 水質学 上水道工学 下水道工学	上下水道工学 地球環境論 水圏環境工学 都市環境工学	環境科学基礎 環境保全論 生態工学 気象学 環境衛生工学・演習 海洋大気圏環境学

計画	土木計画学 交通計画 都市・地域計画	都市学 基礎経済学 数理手法 数理分析手法 空間情報学 交通学	社会システム計画論 都市・地域計画 計画システム分析・演習 公共経済学 交通マネジメント工学 交通政策論	計画学 都市地域計画 交通工学	計画学 交通システム工学 都市・地域計画学
デザイン・プロジェクト・国土マネジメント・景観・政策	産業経済論 学外実習 特別演習Ⅰ 特別演習Ⅱ 卒論	ストック管理技術とマネジメント 土地学 国土学 公共経営学 社会技術論 信頼性とリスク分析 企業と技術経営 景観学 基盤技術政策論 環境エネルギー政策論 社会意志決定論 開発経済の理論と実践 非営利組織論 基礎プロジェクト 空間情報学実習 応用プロジェクト 少人数セミナー 総合プロジェクト演習 卒論	都市景観デザイン 地球工学デザイン 学外実習 卒論	シビックデザイン 卒論	高耐久・リサイクル・廃棄物工学 維持管理工学 社会基盤環境デザイン 現場見学 学外実習 卒論
国際	技術英語	開発とインフラ 国際コミュニケーションの基礎 国際プロジェクト概論 国際プロジェクト実習 国際プロジェクトの発掘・形成 技術移転論 マネジメント原論 プロジェクトマネジメント 国際協力学 国際社会の協調と交渉 アジアの経済開発 途上国プロジェクト特論			科学技術英語演習
防災	防災工学 振動・地震工学	自然災害と都市防災	地球防災工学	都市安全工学 地震安全工学	耐震・耐風構造
その他	建設倫理とマネジメント 工場管理 知的所有権 土木事業と関連法	法学基礎 財務学	土木法規 工学倫理		技術者の倫理

2.3 近年の国内外のカリキュラム具体例

(1) 北海道大学土木系コース

①人材育成の目標

土木系コースにある2つのコースのうち、シビルエンジニアリングコースでは、社会基盤となる施設・構造物の設計・施工および運営に携わる人材の育成を目標としている。

(2つの土木系コースのうち、シビルエンジニアリングコースについては2011年度から社会基盤学コースに名称が変更される。)すなわち、土木工学を基礎とし、安全で快適な社会活動に必要な空間・環境を創造するための基礎となる種々の施設・構造物の計画・建設・維持管理・再生に関する技術を学び、また、自然環境と共生できる社会基盤を作るための基礎学力を身につけ、さらに、創造性・論理性・国際性・表現力豊かな技術者や研究者となる人材を育成することをめざしている。

一方、国土政策学コースでは、社会基盤となる施設・構造物の維持・継承・発展に求められる技術的知見を、公共政策の立案・実行・評価に生かせるような創造的ソフト・ハード融合型デザイン力のある人材育成を目標としている。すなわち、土木工学を基礎とし、最初に社会基盤整備に必要な政策・計画立案・都市デザイン・計画システムの基礎を学ぶ。次に、自然環境と社会環境の両者に基づいた空間的な配置やネットワーク計画などについて学ぶ。これらにより、未来の課題解決に向かって社会基盤施設を計画・建設するための政策を立案・評価し、それを執行する能力を持った人材を育成することをめざしている。

②カリキュラムの特徴

北海道大学では、教育研究の理念として、「フロンティア精神」、「国際性の涵養」、「全人教育」、「実学の重視」の4つを掲げている。「フロンティア精神」に関しては、新しい発想で物事を考え、極めるといった精神を養うため、基礎知識以外の潜在的応用能力を育成するための創生科目をカリキュラムに加えている。「国際性の涵養」については、学部専門科目に英語演習を加え、国際コミュニケーションの充実を図っている。「全人教育」では、専門教員による土木技術者倫理に関する事例情報を学生に伝え、コアカリキュラムによる倫理に対する感性の涵養を發揮させ、実社会に入った際の対応能力を身につけさせようとしている。「実学の重視」の観点からは、広く実学を極め、国際的な分野で活躍できるように、国内および海外でのインターンシップ研修の奨励に努めている。

専門教育科目は、「学部共通科目」、「学科共通科目」、「コース専門科目」の3つで構成されている(図-1および図-2)。また、土木系コースの専門科目の特色は、「計画系科目」、「構造系科目」、「地盤系科目」、「水圏系科目」に加え、「基礎科目」と「総合科目」を充実させている点にある。「基礎科目」については、「応用数学Ⅱ」、「応用数学演習Ⅱ」、「数値計算法演習Ⅰ・Ⅱ」、「土木工学創生実験Ⅰ・Ⅱ」、「測量学」、「測量学学外実習」、「科学技術英語演習Ⅰ・Ⅱ」などからなり、少人数グループによって土木工学に必要な基礎的な専門的知識を学習できるようにしている。一方、「総合科目」では、「技術者倫理学Ⅰ・Ⅱ」、「パブリックデザイン論」、「パブリックデザイン演習」、「国際プロジェクト論」、「環境工学」、「卒業論文」などからなり、土木工学に必要な専門的知識を総合的に身につけることができるように配慮されている。

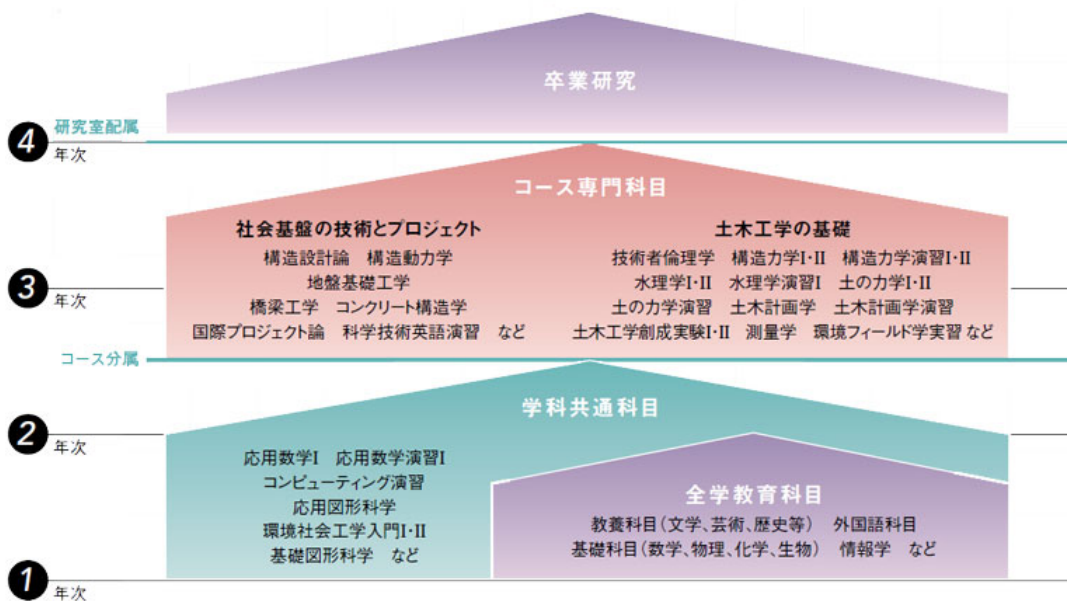


図-1 シビルエンジニアリングコースのカリキュラムの概要
<http://www.eng.hokudai.ac.jp/edu/course/civileng/intro.html> より引用)

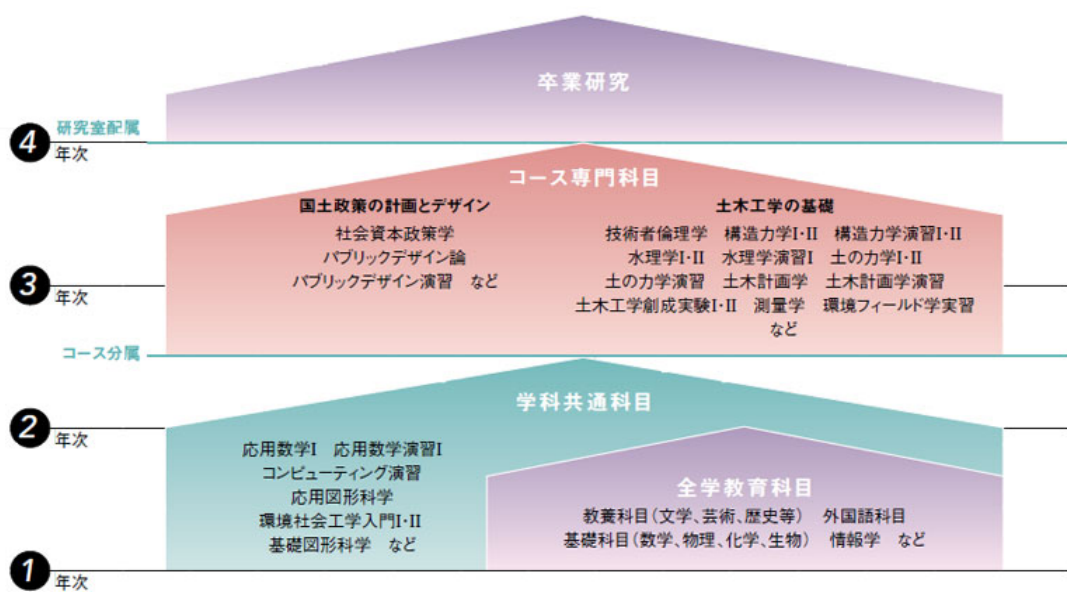


図-2 国土政策学コースのカリキュラムの概要
<http://www.eng.hokudai.ac.jp/edu/course/civileng/intro.html> より引用)

(2)オハイオ州立大学 Civil & Environmental Engineering Department

(http://www.ceg.eng.ohio-state.edu/sites/ceg.web.engadmin.ohio-state.edu/files/page/2009/10/2011-12_ug_curriculum_guide.pdf)

オハイオ州立大学の中で、工学部は三番目に大きな学部であり約 5,600 人の学部生を擁する。オハイオ州立大学の工学部には土木工学、環境工学、航空宇宙工学、生医学工学、化学工学、電気情報工学、機械工学など、我が国の工学部と同様に様々な専攻が計 15 存在する。

工学部の新生は専攻を定めず入学することもでき、一回生の間に工学の基礎教科を取得し、自分の適性をみながら決めることができる。日本の大学のいわゆる教養課程

にあたるものは、社会科学や歴史などの全学共通のものと、工学部により提供される数学、物理などに力点をおいた工学基礎科目である。

ブレ専攻という各専攻の基礎的な知識を取得できる授業も存在し、様々な分野に興味がある学生や、専攻を決めていない学生の専攻の決定に役立っている。表-3 に科目名と単位数の一覧を示す。

表-3 PRE - CIVIL ENGINEERING CURRICULUM

The following courses are required for admission to the civil engineering major and are factored into the Secondary Point Hour Ratio. Please refer to the Master Schedule of Classes and the current University Course Offering Bulletin available through Buckeye Link for course descriptions and offerings. Mathematics

Calculus & Analytic Geometry I	5
Calculus & Analytic Geometry II	5
Calculus & Analytic Geometry III	5
Calculus & Analytic Geometry IV	5
Accelerated Calculus with Analytic Geometry I	5
Accelerated Calculus with Analytic Geometry II	5
Accelerated Calculus with Analytic Geometry III	5
Physics	
Introductory Physics: Particles & Motion	5
Introductory Physics: Electricity & Magnetism	5
Introductory Physics: Particles & Motion	5
Introductory Physics: Electricity & Magnetism	5
Earth Science	
Dynamic Earth	5
Chemistry	
General Chemistry I	5
Engineering (requires completion of one Intro to Engineering sequence)	
Engineering Survey (prefer 100.04)	1
Introduction to Engineering I	3
Introduction to Engineering II	3
Introduction to Engineering TI	2
Introduction to Engineering TII	2
Introduction to Engineering TIII	2
Introduction to Engineering I (FEH)	4
Introduction to Engineering II (FEH)	4
Introduction to Engineering III (FEH)	4
Programming and Graphics (choose one course from this section)	
Engineering Graphics	4
Computer Science & Engineering	4
Computer Science & Engineering	4
Mechanical Engineering	
Statics	4
Statics	4

三回生の時点でほぼ専攻は決定しコアカリキュラム (表-4) を履修し、さらに四回生では専攻の中から専門分野を定めることとなる。学生の希望によりジェネラリスト、土木施工、地盤工学、水理学、構造力学、交通工学中の中から専門を選択し、それに応じた序行を履修することとなる (表-5)。なお、卒業論文は選択制であり必須ではない。必要単位を取得した学生は、晴れて Bachelor of Science の学位を取得し、産業界に就職も

しくは大学院でさらに研究に励むこととなる。また、Accelerated Bachelors/Masters Programs という制度も存在し、5年間で学士号と修士号が取得できる。なお、夏期休暇期間中には多くの学生が自主的に企業へのインターンシップを実施する。これは、インターンシップに行かないと採用の可能性がほとんどないという現実的な理由からである。大学側も就職活動とあわせてインターンシップについてバックアップする体制ができています。

表-5 CIVIL ENGINEERING CORE CURRICULUM

The following courses are required of all Civil Engineering students and are monitored under the Academic Standards policy. These courses should be completed prior to beginning the technical electives requirements. Mechanical Engineering

Strength of Materials	4
Dynamics	4
Engineering Thermal Sciences	4
Civil Engineering	
Surveying & Measurements in Civil Engineering	4
Observational Analysis	4
Fundamentals of Civil Engineering Analysis	4
Fluid Mechanics	4
Structural Engineering	3
Materials Engineering	4
Professional Aspects of Civil & Env Engineering	1
Water Resources Engineering	4
Design of Treatment Facilities	4
Basic Reinforced Concrete Design	5
Civil & Environmental Engineering Systems	4
Geotechnical Engineering	4
Transportation Engineering & Analysis	4
Engineering Economics and Planning	4
Capstone Design	3
Capstone Design	3

表-5 Major Option の例 (Geotechnical Engineering)

Technical electives for major option in Geotechnical Engineering:

I. Required courses:

Soil Mechanics	4
----------------	---

II. Plus any three of the following:

Principles of Rock Mechanics	4
Principles of Foundation Analysis & Design	4
Introduction to the Finite Element Method	4
Structural Geology	5
Geomorphology	5
Hydrogeology	5

(3) ペンシルバニア州立大学 Civil Engineering Technology コース

(<http://www.pct.edu/catalog/majors/BCT.shtml>)

表-6 ペンシルバニア州立大学 CET コースのカリキュラム

First Semester		Credits
	First Year Experience	1
	Surveying I	3
	Computer Applications for Civil Engineering and Surveying	3
	English Composition I	3
	Calculus I	4
	Information, Technology, and Society	3
	Fitness and Lifetime Sports Elective	1
	TOTAL CREDITS	18
Second Semester		Credits
	Surveying II	3
	Topographic Surveys and Mapping	3
	Technical and Professional Communication	3
	Calculus II	4
	College Physics I	4
or		
	General Physics I	4
	TOTAL CREDITS	17
Third Semester		Credits
	Statics	3
	Origin, Distribution and Behavior of Soils	3
	Highway Engineering	3
	Principles of Macroeconomics	3
	Elementary Statistics with Computer Applications	4
	TOTAL CREDITS	16
Fourth Semester		Credits
	Fluid Mechanics	3
	Strength of Materials	3
	Hydraulics and Hydrology	3
	Materials of Construction	3
	College Physics II	4
or		
	General Physics II	4
	TOTAL CREDITS	16
Fifth Semester		Credits
	Land Development for Civil Engineers	3
	Structural Analysis	3
	Fundamentals of Speech	3
	General Chemistry I	4

Open Elective	3
TOTAL CREDITS	16
Sixth Semester	Credits
Structural Steel Design	3
Water and Wastewater Systems	3
Dynamics	3
Engineering Economics	3
Open Elective	3
Humanities/Social Science Cultural Diversity Elective	3
TOTAL CREDITS	18
Seventh Semester	Credits
Geotechnical Engineering Technology	3
Reinforced Concrete Design	3
Civil Engineering Estimating and Scheduling	3
Senior Capstone Design-Planning	2
Humanities Elective	3
or	
Social Science Elective	3
TOTAL CREDITS	14
Eighth Semester	Credits
Design for Capstone Project	2
Engineering Ethics and Legal Issues	3
Art Elective	3
Humanities Elective	3
Fitness and Lifetime Sports Elective	1
TOTAL CREDITS	12

(4) ケンブリッジ大学工学部

ケンブリッジ大学工学部の新入生は専攻を定めず入学する。日本の大学のいわゆる教養課程にあたるものは、工学部により提供され、数学に力点をおいた技術者としての基礎的な授業が一、二回生の時に実施される。その中で、すべての学生が構造力学、機械工学、情報工学、電気工学などの基礎的な知識を取得する。さらに、**Super Vision** と呼ばれる個別指導（一人の教員に対して二人の学生）が週に一回二時間実施され、その場で学習の進捗状況などが確認される点が大きな特徴である。

三回生になると専攻を選択することとなる。前述のようにこの専攻選択時において土木工学が一番人気の年もある。これは、石油などのエネルギー産業や建設コンサルタントへの就職の人気の高いことも関係していると考えられる。なお、夏期休暇期間中には多くの学生が自主的に企業へのインターンシップを実施する。これは、インターンシップに行かないと採用の可能性がほとんどないという現実的な理由からである。三回生の終了時点で BA（学士）となることができるが、ほとんどの学生は技術士の資格を取るために四回生まで修了し、MEng（修士）を得る（図-3）。

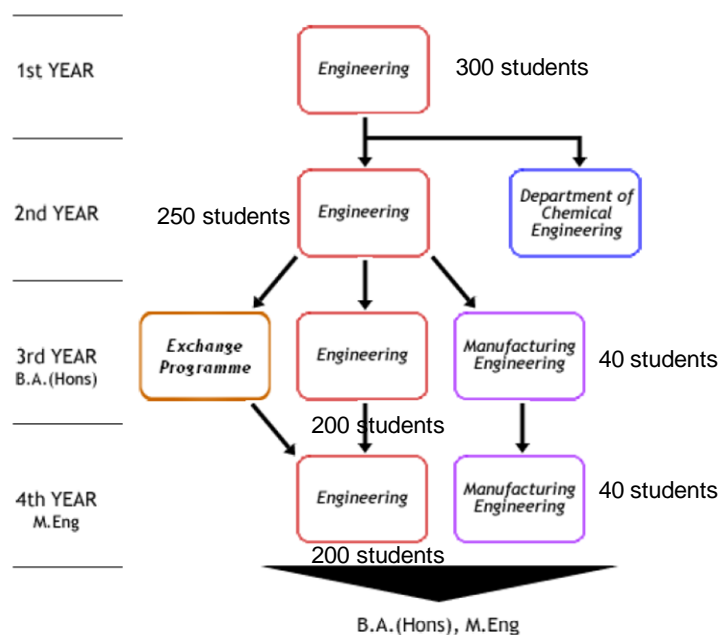


図-3 工学部の進路

授業は基礎理論から実務までバランスよく教えられ、基礎理論がどのように実務に用いられるかを学部生が把握できるようになっている。一、二回生のころから実施するプロジェクト研究も「ジェットエンジンの作り方」など実務に直結したものが多く、学部生の興味をいかに惹いてその専攻に来てもらえるか、よく考えられたものとなっている。このような工学教育を受けた結果、ケンブリッジ大学を卒業した学生は、各分野にまたがる技術者としての基本的な能力を持ちながらも、実務的な業務もこなせることが期待される。

大学院生は、指導教官のもと専門的な研究プロジェクトに従事する。指導教官と大学院生の個別指導によって、研究の進捗状況と今後の方針が議論され、研究を進めていく。研究内容は、指導教官が産業界から受けた研究資金により、大学院生の学費と生活費を負担（雇用関係に近い）し、研究を進めることが多く、自ずと実務的な色が強く出る。また、大規模研究プロジェクトには、他の分野の人間も関わることから、学際的な研究の実施が求められる。なお、大学院生が自分の研究以外の事に関して無知、無関心（専門バカ）とならないように、Transferable Skills（身につけなければならない能力）というコースを設け、コミュニケーション能力や交渉能力などを磨けるようになっている。

(5) ロンドン大学 Imperial College

(<http://www.imperial.ac.uk/college.asp?P=3879>)

Imperial College ではこれまでのマスター制度に対し、社会の要請に対応する新たなマスタースペシャリストを養成して輩出する制度に変更しようというもので、企業等の要望も取り入れて教育分野を細分化し企業や学協会との連携を含めた制度を構築したものである。この背景や目的は、わが国の現状と類似している。すなわち、

「社会の発展やエネルギー問題、さらには防災の観点より社会基盤整備や維持管理に対する社会の要求は高いが、限りある建設投資と国内企業の受注率の低下より、High risk – Low profit といった状況により国内建設産業は疲弊し、土木を目指す入学者も図-2のように減少している。このような状況下において、現在の企業において最も望まれるのは、専門技術を備えた即戦力としての、およびマネジメントにも精通したスペシャリストである。そうすることで、国内産業の技術力とマネジメント力向上によるシェアの回

復と利益率のアップにつながり、建設産業再生に寄与し得るとというのが企業側との協議で得られた結論である。特に今後持続的な発展が望まれる中、このための専門技術も備えたスペシャリストは不可欠であり急務である」といったものである。

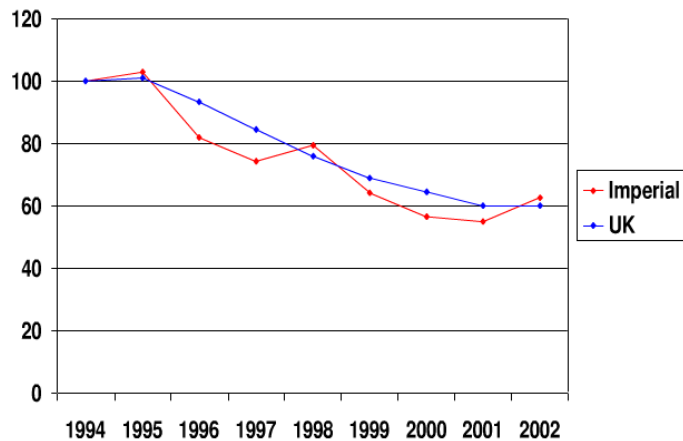


図-2 土木学部生の推移 (縦軸は1994年を100%とした場合)

カリキュラムは、表-6 に示すように 4 グループに大別し、それぞれに Business and Management と Sustainable Development という科目を設けている。

表-6 Imperial College のカリキュラム

Advanced Structural Engineering Cluster	Concrete Structures
	Concrete Structures & Business Management
	Concrete Structures & Sustainable Development
	Structural Steel Design
	Structural Steel Design & Business Management
	Structural Steel Design & Sustainable Development
	Earthquake Engineering
Geotechnics Cluster	Integrated Structural Engineering
	Soil Mechanics
	Soil Mechanics & Engineering Seismology
	Soil Mechanics & Environmental Geotechnics
	Soil Mechanics & Business Management
	Soil Mechanics & Sustainable Development
	Engineering Geology
Environmental Cluster	Engineering Geology & Business Management
	Engineering Geology & Sustainable Development
	Environmental Engineering
	Environmental Engineering & Business Management
	Environmental Engineering & Sustainable Development
	Hydrology for Environmental Management
	Hydrology & Business Management
Transport Cluster	Hydrology & Sustainable Development
	Transport
	Transport & Business Management
	Transport & Sustainable Development

(6) カリフォルニア工科大学

California Institute of Technology における土木工学の大学院教育の概要

(<http://www.ce.caltech.edu/academics/info.html#coursework>)

カリフォルニア工科大学では Civil Engineering & Applied Mechanics (土木工学および応用力学専攻) として、6名の教員により構成されている。ただし、ほぼ全ての教員が他専攻 (Mechanical Engineering : 機械工学, Environmental Science and Engineering : 環境科学・工学, Geophysics : 地球物理学) と兼務である。

・講義体系

Civil Engineering & Applied Mechanics を専攻する大学院生は、以下の 22 個の講義から必要な講義を選択して受講する。

CE 90 abc. Structural Analysis and Design. 9 units (3-0-6);
CE 100. Special Topics in Civil Engineering. Units to be based upon work done,
Ae/APh/CE/ME 101 abc. Fluid Mechanics. 9 units (3-0-6);
Ae/AM/CE/ME 102 abc. Mechanics of Structures and Solids. 9 units (3-0-6);
CE/Ae/AM 108 abc. Computational Mechanics. 9 units (3-0-6);
CE 130 abc. Civil Engineering Seminar. 1 unit;
AM/CE 151 abc. Dynamics and Vibrations. 9 units (3-0-6);
CE 160 abc. Structural Dynamics and Earthquake Engineering. 9 units (3-0-6);
CE 180. Experimental Methods in Earthquake Engineering. 9 units (1-5-3);
CE 181 ab. Engineering Seismology. 9 units (3-0-6);
CE 200. Advanced Work in Civil Engineering. 6 or more units as arranged;
Ae/AM/CE/ME 214 abc. Computational Solid Mechanics. 9 units (3-0-6);
Ae/CE 221. Space Structures. 9 units (3-0-6);
CE 300. Research in Civil Engineering. Hours and units by arrangement.
ACM 100. Introductory Methods of Applied Mathematics. 12 units (4-0-8);
ACM 118. Methods in Applied Statistics and Data Analysis. 9 units (3-0-6);
CDS 110. Introductory Control Theory. 12 units (3-0-9) first, 9 units (3-0-6)
CDS 212. Introduction to Modern Control. 9 units (3-0-6);
EE 111. Signals, Systems, and Transforms. 9 units (3-0-6);
Ge 101. Introduction to Geology and Geochemistry. 12 units (4-0-8);
Ge 162. Seismology. 9 units (3-0-6);
Ge 165. Geophysical Data Analysis. 9 units (3-0-6);

上記のリストのうち、CE と書かれているものが土木工学専攻の講義である。(Ae : 航空工学, APh : 応用物理, ME : 機械工学, AM : 応用力学, ACM : 応用/計算機数学, CDS : 制御工学, EE : 電気電子工学, Ge : 地球物理学) 博士号取得のためには、上記の講義群から選択し、必要数の単位を取得した上で、Candidacy Exam に合格することが要求される。Candidacy Exam は、講義の習熟度を評価する Coursework Component of Candidacy Exam と、研究の進捗を評価する Research Component of Candidacy Exam の 2 つからなる。Research Component of Candidacy Exam は、日本の大学院の中間審査に対応する。

アメリカの大学院の特徴的な制度は Coursework Component of Candidacy Exam である。上記の土木工学専攻の講義の単位を取得した上で、さらに下記の科目群から、必修科目数学を含む 3 科目を選択して、これらについての口頭試問に合格しなくてはならない。

Mathematics : ACM 100, ACM 101, ACM 104, AM 125, CDS 201, CDS 202

Fluid Mechanics : Ae/APh/CE/ME 101

Solid Mechanics : Ae/AM/CE/ME 102

Thermal Sciences : ME 118, ME 119, ME 120

Structural Dynamics and Earthquake Engineering : CE 160

Dynamics and Vibrations : AM 151

Dynamical Systems : CDS 140

Engineering Design and Mechanical Systems : ME 115, ME 171

Control Theory : CDS 110, CDS 212

Microstructure and the Mechanical Properties of Materials: MS 105, MS 124, MS 133

Caltech の大学院教育においては、もはや土木工学に特化したカリキュラムは存在しない。土木工学特有の専門知識を取得することよりも、数学を中心とした基幹科目群の基礎を徹底的にたたき込むことに主眼が置かれている。

博士論文の指導教員の学問的バックグラウンドが土木工学である場合に、博士論文の研究テーマが土木工学にまつわるものになる、という点にのみ土木工学の特化した教育が残っているといえる。

3. まとめ

明治時代に外国人教授により始まった我が国の土木分野の高等教育は、終戦までの約60年間は極限られた数の帝国大学で行われており、そのカリキュラムは年と共に急速に発展した。戦後、新制大学制度の発足後、土木教育を行う高等教育機関の数は急増したが、社会インフラ欠乏の時代にあつて、全国均一な構造物の設計・建設を担う人材輩出を社会が求めていたため、カリキュラムの内容の大学間の相違は小さいものであつた。

1991年の大学設置基準の大綱化および土木を取り巻く社会情勢の急激な変化に伴い、大学のカリキュラムには、構造物の新設から環境や維持管理、国際化などが取り入れられるとともに、大学間の相違多様化が進展した。また、多くの高等教育機関で JABEE の認証評価を受けるようになり、学力観が知識量の拡大から知識活用力の養成重視へと変化することによりエンジニアリングデザイン教育科目の導入が進み、また倫理教育科目も導入された。

近年では技術者教育の国際整合性が図られているが、近年の土木教育カリキュラムの科目を比較すると、日本の大学と欧米の大学とは依然として隔たりがあるように見える。すなわち、欧米（特に欧州）の大学では、土木の専門教育よりは数学や力学などの工学基礎科目の、また専門教育では構造・土質・材料・水理などの基礎的科目の比重が多いのに対し、日本では工学基礎科目が少なく専門の応用的な科目が多い。これについては、欧米に追いつくことを命題として必要とされる特定の構造物の建設を担う人材育成が求められた戦前および高度成長期の影響を依然として色濃く受けているものと考えられる（この傾向は、土木分野に限らず我が国の他の工学分野にも共通に見られる傾向である）。

教養教育については、明治期に帝国大学に招聘された外国人教授が繰返しその重要性を指摘したが、当時は富国強兵で極端なまでに実学を重視した。その後、新制大学制度への移行、大学設定基準の大綱化を経て教養教育軽視の問題点はいっこうに解決せず、むしろその傾向が強くなっているとすら言える。

2010年度に行われたアンケート調査では、産業界からは大学に対して、拡大している情報・環境・防災・エネルギーなどの諸分野において即戦力となる人材の養成を求める声が高く、大学およびその卒業生に対する調査では、専門分野において応用科目より基礎的科目の重要性が指摘されている（産業界教育検討小委員会）。また、2010年には OECD 主導の高等教育における学習成果の評価（AHELO : Assessment of Higher Education Learning Outcomes）の試行が開始されるなど、土木教育界を取り巻く状況は変化し、さらなる外圧も加わってくる。120年に亘る我が国の土木教育の功罪を今一度自ら分析し、今後の進むべき道を見据えることが重要である。

参考文献

日本の大学制度—歴史と展望—, 草原克豪, 弘文堂, 2008

大学の沿革史資料（多くの大学の沿革史を参考にしました）：たとえば
東京大学百年史，百年史編集委員会，1987
東北大学百年史四部局史，東北大学百年史編集委員会，2003
北大百二十五年史 通史編，北海道大学百二十五年史編集室，2003
京都大学工学部土木工学教室六十年史，京都大学工学部土木工学教室，1957
世界の大学危機，潮木守一，中公新書，2004
Educating the Engineer of 2020, National Academy of engineering, 2005
Civil Engineering Body of Knowledge for the 21th Century, ASCE, 2008