

はじめに

文部科学省は、「大学における実践的な技術者教育のあり方に関する協力者会議」（座長 谷口 功 熊本大学長）を平成 21 年 6 月に設置し、技術者教育の充実、実践的教育の必要性、求められる技術者像などについて検討を行い、平成 22 年 6 月に「大学における実践的な技術者教育のあり方」報告書が提示された。この報告書では、若い世代にモチベーションを高く持って目指してもらうために、できるだけ、夢のある技術者像を描くことを議論し、次のように定義した。「技術者」とは、国際的に Engineer として通用するものとし、「数学、自然科学の知識を用いて、公衆の健康・安全への考慮、文化的、社会的及び環境的な考慮を行い、人類のために設計、開発、イノベーション又は解決の活動を担う専門的職業人」としている。

この報告書を基に、文部科学省より、「求められる技術者像」に至る到達の程度を学習成果の観点から具体化した学習成果評価指標に関して、大学における実践的な技術者教育での学生の共通的な到達目標（最低限の基準）を示すことを目標とする平成 22、23 年度先導的の大学改革推進委託事業「技術者教育に関する分野別の到達目標の設定に関する調査研究」が公募された。本事業の公募後、千葉大学では、上記協力者会議委員及び同会議内「教育内容等に関するワーキンググループ」主査を務めた野口博大学院工学研究科長を中心に、本事業の分析を進め、協力者会議委員を中核とした全国の国立・私立大学の工学系の教職員を中心とした体制を組みつつ産業界等の意見を反映する枠組みを構築し、申請するに至り、平成 22 年 9 月に採択となった。

工学は理学との繋がりが一番近いが、最近では医学、薬学、農学、看護学などの各分野との連携が進み、さらには文科系の学問との連携にまで広がり、それらは「総合工学」や「社会工学」とも言われている。それに伴い、工学が扱う分野も、ものづくりの原点のハードの分野から、ソフトの分野、さらには仕組み、企画や発想を含むようになり、後者は革新的な技術開発に必須なものとなってきている。したがって、社会における工学には、「ものづくり」から「ことづくり」への転換の流れがあり、この流れの中で自主性を持って活躍できる技術者の養成が大学に求められてきているのが現状である。

本調査研究の背景となったのは、上記に示すように膨大となり、細分化されると同時に、都市環境や医工学、農学との連携、さらには総合工学などに見られるような学際領域や複合領域が生まれつつある工学の知識と技術の量を、共通分野と専門分野別に整理するとともに、実践的な技術者教育のあり方についての議論に基づき、「ものづくり」から「ことづくり」への転換のような工学に対する社会のニーズの変化に対応して、工学系の学生が教育内容として履修し、到達すべき目標を提示することが求められてきたからである。

日本学術会議の「大学教育の分野別質保証の在り方検討委員会」は、平成 22 年 7 月 22 日の回答で、「なぜ分野別の質保証なのか」に対し、「学士に共有されるべき、普遍的な意味を持つ者を涵養するという役割を担うことを前提として、各分野の教育における最低限の共通性の確保が課題である。分野での核となるものを明確化し、しっかりと保持するようにすべきである。」と述べられており、「専門教育と教養教育との組み合わせの最適化」については、「各大学は、分野の教育課程ごとに、教養教育と当該分野と、それぞれの教育理念のバランスに配慮した学習目標を具体的に定め、そしてそれ

を実現するために最適と考えられる方法で、科目区分としての「教養教育」と「専門教育」とを組み合わせてカリキュラムを編成すべきである。」と述べ、教養教育を、「民主主義社会を支える市民の育成」と捉えている。

本調査研究では、工学における伝統的な基幹分野として、機械、電気電子、建築、土木、化学、バイオ、情報・通信の7分野を対象とする。工学の分野を示すので、基幹分野名から「工学」の文字をあえて外した。基幹分野を複合する領域や新領域の分野については、これらの基幹分野での到達目標の設定の考え方を準用することで対応も可能と考えられるので、参考にしてほしい。

工学の知識と技術を、専門分野毎に異なる部分と共通する部分に分けて整理するとともに、実践的な技術者教育のあり方についての議論に基づき、工学に対する社会のニーズの変化に対応して、工学系の学生が大学での教育内容として履修し、到達すべき目標を、「コア」と「要望」（入れられる分野について）の2段階とする。「コア」は、基礎的で必修的なものと考え、「要望」はより高度で選択可能なものとして各大学の個性化に繋げる役割を有する。

「分野別の到達目標」は、各大学のカリキュラムの編成・実施の中に有機的に盛り込まれることで、実践的な技術者教育の一定の水準を確保することにつながることを意図した。言うまでもなく、各大学のカリキュラムはそれぞれが自主的・自律的に定めるべきものであるが、各大学が、この「分野別の到達目標」を参照し、理念・状況に即した自らの教育方針に基づき、学生が履修すべきカリキュラムの内容(広がり、深さ)を明確にし、独自の教育課程編成を行うことができるように到達目標をまとめた。従って本到達目標は、教育課程の検討の際の出発点として活用されることを望むものである。また、それをどのように肉付けをして、最終的にどのような具体的な教育課程を編成するかについては、各大学が評価し、到達目標の活用の度合いを判断するものである。なお、各大学における実際の教育課程の編成においては、大学の実情に即して教養教育とのバランスに配慮した学習目標を定めることが望ましい。

分野で基礎的で共通部分である「数学」、「自然科学(物理、化学、情報リテラシー等)」、「工学基礎」、そして分野別の「専門科目」、さらには分野共通部分として専門科目を横串で結ぶ「汎用的な技能」「態度・志向性」「総合的な学習経験と創造的思考力」については、国際的な理解を得、技術者教育の設定項目を国際標準に近づけることを目標に、以下のことを踏まえて整理を行なった。考え方の参照となる基準は、Tuning Texas, ABET, JABEE, 国際エンジニアリング連合(International Engineering Alliance, 以降 IEA) の卒業生としての知識と能力(Graduate Attributes)であり、これらと本研究の設定項目を比較し整理した。この整理から、Tuning Texas, ABET, JABEE, IEA の Graduate Attributes は、それぞれ項目数は若干異なっており、またいくつかをまとめた項目になっている部分もあるものの、内容はほぼ同様な項目立てになっており、本研究の設定項目は国際性を担保していると考えられる。

なお、分野毎の到達目標を示す前に、「数学」、「自然科学(物理、化学、情報リテラシー等)」、「工学基礎」、分野別の「専門科目」、さらには分野共通部分の「汎用的な技能」「態度・志向性」「総合的な学習経験と創造的思考力」を縦軸とし、到達レベルの「コア」と「要望」を横軸にした一覧表を作成し、分野共通の項目はできるだけ統一した表現とし、分野別の専門科目の柱と、共通部分でも分野特有の表現をゴシック体の太字で区別して示した。

最近、工学の広い分野でデザイン能力の重要性が指摘されてきている。また、エンジニアリング・エコノミクスも学部卒業後、企業で活躍する上では、経営的な感覚として今後重要となろう。これらを分野毎に創成能力との関連で、より具体的な形で養成法が問われるが、今回の調査研究では、まだ具現化が十分ではない。各大学が教育課程を検討される際の課題としていただきたい。

本調査研究は、2年間という限られた時間の中で、限られたメンバーで行ったものであるため、それぞれの分野における到達目標としては十分ではないと考え、分野別の到達目標に関して広く一般から意見を募り、それらの意見を考慮することにより公平性の確保と透明性の向上を図り、大学にとって、より使いやすい分野別の到達目標の設定に反映していくために専門のWebサイトを構築してのパブリックコメント募集の手法を採用した。平成23年7、8月には、社会に広く開示して意見を求める分野共通部分の到達目標パブリックコメントの募集を行い、引き続き平成23年12月から平成24年1月にかけて、分野別到達目標のパブリックコメントの募集を行い、それぞれ分野共通部分で94件、分野別で134件のご意見を戴いた。また、日本学術会議を始め、各分野の学協会への紹介とヒアリングも行った。これらのパブリックコメントなどの意見を到達目標の見直しに反映し、その反映度については、分野ごとのまえがきでその分野の到達目標の位置づけとともに記した。

本調査研究での一つの特徴として、パブリックコメント募集の対象範囲である社会一般や学生にもわかりやすく記述する観点から、文章のみでなく、図解を活用して到達目標を構成する構造のイメージとしての可視化を図った。分野別（共通部分を含む）の到達目標設定で利用した能力項目間の相互関係を示すイメージ図や、数学、物理、化学などの基礎、および各専門分野での科目間の繋がりや社会での各科目の役割などを図で表現した。

本調査研究では、到達目標の作成の段階で複数の国際的な基準を参照したが、その代表的な基準である国際エンジニアリング連合(International Engineering Alliance, IEA)の「卒業生としての知識・能力と専門職としての知識・能力(Graduate Attributes and Professional Competency Profiles)」の翻訳作業を、文部科学省高等教育局専門教育課、日本技術者教育認定機構(JABEE)並びに日本技術士会からの要請・協力により、本調査研究の中に翻訳ワーキンググループを設置し、翻訳を行い、最終報告書の参考に収録した。

最後に、報告書は紙媒体でも作成したが、ほかの関連資料も含めて、Webサイトに掲載し、分野共通部分、各分野別、各項目別にもダウンロードできるように表現を工夫し、社会に広く広報することで、各大学などに参照して活用していただくこととした。

関連資料掲載Webサイト URL : <http://hneng.ta.chiba-u.jp:8080/>

なお、本到達目標は、上記で述べたように、到達目標として現段階で十分完成されたものとは考えておらず、また、関係者間での十分なコンセンサスを得られたものではないので、これを1つの材料として各大学における教育課程の編成に係る議論が進む一方で、さらに充実した分野別の到達目標を目指す検討が行われることを期待したい。

平成24年3月

平成22年度、23年度 文部科学省先導的大学の改革推進委託事業
「技術者教育に関する分野別の到達目標の設定に関する調査研究」
代表者 千葉大学大学院工学研究科 教授 野口 博

調査研究体制(委員等)

1)分野別の到達目標の設定促進コア・メンバー

代表	野口博	千葉大学大学院工学研究科	教授	(建築・土木)
	岡崎健	東京工業大学大学院理工学研究科工学系長・教授		(機械)
	大場好弘	山形大学有機エレクトロニクス研究センター長・教授		(化学・バイオ)
	篠田庄司	中央大学理工学部	教授	(情報・通信)
	岩熊まき	株式会社東京建設コンサルタント技師長		(化学・道徳・創造)
	工藤一彦	芝浦工業大学学長室	シニア教授	(機械)
	渡邊敏正	広島大学大学院工学系研究科	教授	(情報・通信・数学)
	小澤哲	茨城大学大学院理工学研究科	教授	(物理)
	山口宏樹	埼玉大学大学院理工学研究科長	教授	(建築・土木)
	石原修	横浜国立大学大学院工学研究院長	教授	(電気・電子)

2)協力者

(機械, 電気・電子, 建築, 土木, 化学, バイオ, 情報・通信, 教育学等の有識者)

	岡裕和	茨城大学工学部	教授	(数学)
	佐藤勲	東京工業大学大学院理工学研究科	教授	(機械)
	前野一夫	千葉大学大学院工学研究科	教授	(機械)
	佐藤之彦	千葉大学大学院工学研究科	教授	(電気・電子)
	松本聡	芝浦工業大学工学部	教授	(電気・電子)
	市坪誠	国立高等専門学校機構 教育研究調査室長・教授		(建築・土木)
	高橋徹	千葉大学大学院工学研究科	教授	(建築・土木)
	宮里心一	金沢工業大学環境・建築学部	教授	(建築・土木)
	宗方淳	千葉大学大学院工学研究科	准教授	(建築・土木)
	若井明彦	群馬大学大学院工学研究科	教授	(建築・土木)
	渡辺真理	法政大学デザイン工学部	教授	(建築・土木)
	井原敏博	熊本大学大学院自然科学研究科	教授	(化学・バイオ)
	佐藤智司	千葉大学大学院工学研究科	教授	(化学・バイオ)
	里中忍	熊本大学工学部長	教授	(化学・バイオ)
	多賀谷英幸	山形大学大学院理工学研究科	教授	(化学・バイオ)
	中村嘉利	徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部	教授	(化学・バイオ)
	湯不二夫	三菱レイヨン株式会社横浜先端技術研究所	主席技師	(化学・バイオ)
	養王田正文	東京農工大学工学研究院	教授	(化学・バイオ)
	柏崎尚也	東京電機大学理事	教授	(情報・通信)
	管村昇	工学院大学学長補佐	教授	(情報・通信)
	杉原明	工学院大学	教育開発課長	(情報・通信)
	高藤大介	広島大学大学院工学研究科	助教	(情報・通信)
	谷口秀夫	岡山大学工学部長	教授	(情報・通信)
	牧野光則	中央大学理工学部	教授	(情報・通信)
	深堀聰子	国立教育政策研究所高等教育研究部	統括研究官	(教育)

3)IEA: Graduate Attributes and Professional Competencies 翻訳ワーキンググループ

代表	野口博	千葉大学大学院工学研究科	教授
	野澤庸則	大学評価・学位授与機構	客員教授
	田中弥生	大学評価・学位授与機構	准教授
	村田稔尚	公益社団法人日本技術士会国際委員会 IEA 対応 WG	技術士
	深堀聰子	国立教育政策研究所	統括研究官
	青島泰之	一般社団法人日本技術者教育認定機構(JABEE)	専務理事・事務局長
	高橋明子	一般社団法人日本技術者教育認定機構(JABEE)	国際部職員
	工藤一彦	芝浦工業大学学長室	シニア教授
	大場好弘	山形大学有機エレクトロニクス研究センター長	教授
	篠田庄司	中央大学理工学部	教授
	岩熊まき	株式会社東京建設コンサルタント	技師長

4)陪席

	内藤敏也	文部科学省高等教育局専門教育課	課長
	神田忠雄	文部科学省高等教育局専門教育課	企画官 (平成 23 年 3 月まで)
	小谷直和	文部科学省高等教育局専門教育課	課長補佐
	柿澤雄二	文部科学省高等教育局専門教育課	課長補佐
	小暮聰子	文部科学省高等教育局専門教育課	科学・技術教育係長
	松田直久	文部科学省高等教育局専門教育課	科学・技術教育係主任
	児玉央子	文部科学省高等教育局専門教育課	科学・技術教育係主任

5)事務局

	鈴木康仁	千葉大学工学系事務センター	事務センター長
	菅野仁	千葉大学工学部事務部	副事務長 (平成 23 年 3 月まで)
	天野千恵子	千葉大学工学系事務センター	副事務センター長 (平成 23 年 4 月から)
	永島希	千葉大学工学系事務センター事業促進室	事務補佐員