

学習成果の評価

— 工学分野の取り組みを例に考える —

深堀 聡子*

1. はじめに

大学教育をとおして、学生はどのような知識・技能を、どれほど習得しているのか。大学における学習成果の評価に関するこの問いが、日本だけでなく世界各国で重要な関心事となっている。なぜなら教員が何を教えたかではなく、学生が何を学んだかという観点から大学教育の質を問う視点は、大学の質保証のあり方に大きな変容を迫るからである。すなわちそれは、大学がどのような教育条件を整え（インプット）、どのような教育方法を取りながら、いかに継続的に教育改善に取り組んだか（プロセス）だけでなく、その直接的な結果として、学生がどのような知識・技能を身につけたか（アウトカム）に、質保証の焦点をシフトさせることが予想される。さらにそれは、大学教育の中身に関する決定権のあり方にも大きな変容を迫るからである。学生に習得させるべき知識・技能の「範囲」と「水準」は、大学が自律的に決定できるものではなく、学協会や産業社会との対話のなかで形づくられていくことになる。その意味で、大学教育の基礎部分における標準化が進む一方で、各大学を特徴づける部分における自覚的な差別化とグループ化が進むことも予想される。

大学が育成すべき人材像について、これまでも産業界をはじめとする社会よりさまざまな教育要求が出され（飯吉 2008）、高等教育政策に一定のインパクトをもたらしてきた。しかしながら学習成果の評価は、大学に直接的な変化を迫ることが予想される。本稿の目的は、こうした学習成果の評価の意義と課題について、とくに工学分野における取り組みに注目しながら検討することである。

工学分野に注目するのは、学生に習得させるべき知識・技能の範囲と水準が、大学・学協会・産業界によって比較的明確に定義されており、それらの連続性と整合性が相対的に高い水準で実現されているからである。一般に、学習成果の範囲と水準は、機関全体としてよりも専門分野別により具体的かつ詳細に定義され得る。それゆえ、大学の質保証の主要なアプローチの一つであるアクレディテーション（適格認定）において、機関全体としての学習成果は、大学の権利として自律的に設定されるが、専門分野別の学習成果は、大学・学協会・産業界との対話にもとづいて、「すでに適格認定を受けた高等教育機関やプログラムの参加を含みつつ、公表・確立された手続きによって設定される」（福留 2009:253-254）。工学分野は、この専門分野別アクレディテーションにおいて、学習成果の評価をとくに積極的に手掛けてきた分野として、学習成果にもとづく大学の質保証の意義や課題を検討するうえで、他分野に有益な示唆を提供すると考えられる。

こうした問題関心にもとづく本稿は、次の構成をとる。はじめに、大学全体の動向として、学習成果の評価が求められるようになってきた背景を整理し、質保証システムのなかでの位置づけを概観する（第2節）。つぎに、工学分野に注目し、学習成果の評価がとくに積極的に展開されてきた背景と具体的な枠組みを整理したうえで、グローバル化が進展するなかでの学習成果の評価の展望について考察する（第3節）。最後に、工学分野の取り組みから導かれる、学習成果の評価の意義と課題に関する示唆について検討する（第4節）。

* 国立教育政策研究所高等教育研究部 総括研究官

2. なぜ学習成果の評価か

2.1 学習成果の評価が注目されている背景

学習成果が注目されるようになってきた背景には、大きく次の三つの要因がある。それらは、相互に密接に関連しており、先進諸国で共通してみられる。第一は、大学教育の重要性の高まりである。先進諸国が、第二次産業を中心とする産業社会から、第三次産業を中心とする知識社会に移行するなかで、「知識」の価値が高まってきている。とくに、卓越した知識、権利として保護されている知識、普及を制限されている知識などは、高い価値を与えられ、富の源泉となっている。技術革新が進むなかで、知識の生産（研究）および普及（教育）に携わる大学の価値も高まってきている（塚原 2008：8-9）。さらに、大学教育をとおして習得された知識・技能は、やがて労働者となる学生の価値を規定する要因としても、重要性を増してきている。

第二は、大学のマス化である。大学教育の重要性が高まるなかで、より幅広い層が大学にアクセスするようになった。入学者の学力も、卒業者の進路も多様化しており、それに対応する教育内容の多様化が必要となっている。とりわけ日本では、大学への進学率（50.9%、平成 22 年速報）が上昇している一方で、少子化によって 18 歳人口が急速に減少しており、それに対応する大学の再編はあまり進んでいないため、希望すればだれでも、どこかの大学に入学できる、いわゆる大学全入時代が到来しつつある。入学者選考の選抜性は全体として低下してきており、学力不問の大学も出現している。一定の学力を備えた者だけが大学に入学できた時代と異なり、大卒者というだけでは、その資質を見極めることは困難になっている。大学はその教育力を発揮して、学生に一定の知識・技能を習得させるとともに、その成果を分かりやすく説明することを、社会から要請されている。そして、このアカウンタビリティ要請は、大学教育への公費および私費による負担が増大するに伴って、ますます強まってきている。

第三は、労働力の国際的移動である。これは国境を越えた経済共同体を形成している欧州においてすでに現実のものとなっており、日本・中国・韓国などのアジア諸国にとっても不可避の流れといえる。労働市場がグローバル化するなかで、学生が習得してきた知識・技能の範囲や水準に関する情報を、他国の雇用者にも分かりやすく伝達する仕組みが求められている。さらに、労働市場のグローバル化は、大学教育のグローバル化を加速させ、学位や資格の等価性や互換性を保証する仕組みづくりを早急の課題にしている。

2.2 学習成果の評価 - 大学の質保証システムにおける位置づけ

各国の大学は、その歴史と伝統に対応した多様な質保証システムのもとで機能している。それゆえ大学教育の重要性の高まり、大学のマス化、労働力の国際的移動への対応は一様ではない。

たとえば欧州では、学位と単位の枠組みを共有する欧州高等教育圏の確立をめざすボローニャ・プロセスが進行中である。具体的には、3 サイクル（学士、修士、博士相当）の学位システムが導入され、学位水準ごとに達成すべき学習成果の水準が「欧州高等教育圏資格枠組」として定義されている。この欧州共通の枠組みに、各国が自国の学位や資格を位置づけることによって、それぞれの等価性や互換性を判断することが可能になっている。さらに、ボローニャ・プロセスを実質化させる大学主導の取り組みとして、「チューニング・プロセス」が欧州委員会の支援を受けて推進されている。チューニング・プロセスでは、欧州高等教育圏における第一サイクルに相当する知識・技能が専門分野別に緩やかに定義されており、各大学がそのなかから、各々のミッションに応じて達成すべき学習成果の組み合わせを選択し、その習得に必要な学習時間に対応する単位数を各科目に配分し、1 年間の学修を 60 ECTS に換算する「欧州単位互換累計制度（European Credit Transfer

and Accumulation System)」にもとづく学位プログラムを構築する仕組みが提供されている。そして、学習成果の評価にもとづく単位認定と学位授与を貫くことで、単位や学位の等価性を保証し、学生による欧州圏内の大学間の移動を促すことがめざされている (Gonzalez and Wagenaar 2008)。

もっとも、ボローニャ・プロセスは欧州の高等教育の構造を共通化する試みであり、欧州共通の大学の質保証の仕組みを提供する試みではない。欧州委員会の支援を受けて 2000 年に設立された欧州高等教育質保証協会 (ENQA)¹⁾ では、各国の質保証システムの多様性が尊重されており、その役割はシンクタンクおよび情報交換の場として機能することで、質保証システムの改善に資することにとどめられている。そのなかで、イギリスでは、高等教育質保証機構 (QAA) によって策定された専門分野別の学習成果である学位水準基標 (subject benchmark) にもとづく大学による自己点検・評価、その有効性に関する QAA による監査、および第三者専門家による単位・学位審査 (学外試験委員制度) にもとづく質保証システムが採られている (安原 2009 : 228 - 234)。一方、ドイツやフランスでは、入学者選抜および入学資格といった入口管理が質保証において重要な役割を果たしつつある (坂野 2009 : 160 - 163; 大場 2009 : 181 - 184)。

学位や資格の等価性や互換性を保証する仕組みづくりが重視されている欧州高等教育圏の国々とは対照的にアメリカでは、マス化に伴って大学や学生の多様化が進行していることへの対応として、学習成果の評価がめざされてきた。アメリカでは従来、強い自律性をもった大学が自主的に相互の質を評価・認定するアクレディテーションが、質保証の主たるアプローチとして採用されてきた。このアクレディテーションの基準に、学生が大学でどのような知識・技術をどれほど習得したかという学習成果の直接的な根拠の提示を求める声明を、全米のアクレディテーション団体を統括する非政府機関であるアメリカ高等教育アクレディテーション協議会 (CHEA) が 2003 年に発表した。連邦政府も、高等教育法の改正を契機に、連邦政府によるアクレディテーション団体の認証を通じて、アクレディテーションの基準に学習成果の挙証を求めることをめざした。結果的にこれは実現しなかったが、それにもかかわらず、アクレディテーションの各団体は、学習成果の直接的な根拠に関する具体的な基準を定めるようになってきている (福留 2009 : 242-260)。

日本でも、認証評価の基準に学習成果の評価が加えられるようになってきている。大学の質保証は従来、教育条件の最低基準を規定する大学設置基準にもとづく審査をとおして行われてきたが、大学設置審査に係る規制緩和への対応として、2004 年より三つの認証評価機関による第三者評価が進められるようになった。そのいずれの基準にも、学習成果の評価が加味されてきている。

たとえば、大学評価・学位授与機構の基準では、「教育の目的において意図している、学生が身につける学力、資質・能力や養成しようとする人材像に照らして、教育の成果や効果が上がっていること」を適切な情報にもとづいて正確に把握するよう、大学に求めている (大学評価・学位授与機構 2004 : 13-14)。大学基準協会では、平成 23 年度以降の評価より、「大学は、その理念・目的を実現するために、教育目標を定め、それに基づき学位授与方針および教育課程の編成・実施方針を明示しなければならない。また、こうした方針に則して、十分な教育上の成果を上げるための教育内容と方法を整備・充実させ、学位授与を適切におこなわなければならない」とする (大学基準協 2010 : 34)。さらに日本高等教育評価機構では、大学の「社会的責務」の一環として、「大学の教育研究成果を公正かつ誠実に学内外に広報活動する体制が整備されている」ことを求めている (日本高等教育評価機構 2010 : 29)。

もっとも、学習成果の具体的な中身についての検討は、始まったばかりである。たとえば、中央教育審議会答申『学士課程教育の構築にむけて』では「各専攻分野を通じて培う学士力 - 学士課程共通の学習成果に関する参考指針 -」が提案され (中央教育審議会 2008 : 12-13)、専門分野別の質保証の枠組みづくりも、日本学術会議において手掛けられている (日本学術会議 2010)。学士と呼ぶにふさわしい知識・技能の範囲や水準についてのコンセンサスは未だ形成段階にあり、各大

学が自律的に学位授与・単位認定の水準を定めているのが現状である。

このように学習成果の評価は、知識社会への移行に伴う大学教育の重要性の高まり、大学のマス化に伴うアカウントビリティ要請の高まり、労働市場と大学市場のグローバル化に伴う実質的同等性への関心の高まりによって注目されるようになっており、多様な対応をもたらしている。そのなかで、とくに積極的な対応を展開してきた、工学分野の事例に注目してみよう。

3. 工学分野における学習成果の評価

3.1 工学分野において学習成果の評価が積極的に展開されてきた背景

工学分野で学習成果の評価が積極的に手掛けられてきた背景として、技術者の職務の公共性の高さのゆえ、各国で古くから技術者の職務・登録資格制度が法的に整備されてきたことが挙げられる。

たとえば日本では、1951年に日本技術士会が発足し、1958年より「技術士」の職務・登録資格が文部科学省所管のもとで付与されてきた。技術士とは、「技術士法第32条第1項の登録を受け、技術士の名称を用いて、科学技術に関する高等の専門的応用能力を必要とする事項についての計画、研究、設計、分析、試験、評価又はこれらに関する指導の業務を行う者」であり、「科学技術に関する技術的専門知識と高等の応用能力及び豊富な実務経験を有し、公益を確保するため、高い技術者倫理を備えた、優れた技術者」として、特別の地位が与えられている。

技術士の資格は、第一次試験に合格、または指定された教育課程を修了した者（技術士補）のうち、所定の年限の実務経験を経て、第二次試験に合格・登録した者に与えられる（図1参照）。文部科学省令で定める21技術部門ごとに、技術士として習得すべき知識・技能が明確化されており、試験が実施されている（表1参照）（日本技術士会 2010：1-21）。

こうした技術者の職務・登録資格の制度は、各国において独自に確立されてきた。もともと、その位置づけは一律ではない。たとえばカナダのように、技術者の職務・登録資格の取得が技術者としての職務を遂行する要件とされている場合もあれば、日本のように必ずしも要求されていないが、公共事業等の入札事業者や管理技術者の任用の際に重視されている場合もある。

このように各国で独自に発達してきた技術者の職務・登録資格も、1990年代以降、圏内・世界共通化が急速に図られてきている。その背景には、1995年の世界貿易機関（WTO）の発足に伴い、貿易自由化の対象がモノからサービスに拡大されたことが挙げられる。サービスの担い手である人間、とりわけ価値の高いサービスを提供する高度専門職の代表として、技術者の職務・登録資格の実質的同等性が厳しく問われるようになったのである。長引く世界不況を打破すべく、各国企業が多国籍チームによる商品開発を手掛けたり、他国での生産や販売に進出したり、国内の外国人の需要を掘り起して、グローバル採用を積極的に展開するようになるなかで、この動きは今後ますます活発化することが予想される。

職務・登録資格の圏内共通化の動きとして、たとえば1999年には、アジア太平洋経済協力（APEC）による技術者協定が発足した。これはAPEC加盟国の技術者の職務・登録資格について、認定の仕組みがAPEC基準を満たす場合には、実質的同等性を相互承認することに関する合意である。この協定によって、圏内14カ国の登録技術者には、APECエンジニアとしても登録し、圏内で幅広く活躍する道が開かれた。さらにこのAPEC技術者協定は、2001年のEMF協定²⁾にもとづいて、圏外のイギリス、アイルランド、南アフリカを含むよりグローバルな職務・登録資格（EMF International PE）へと発展してきている。

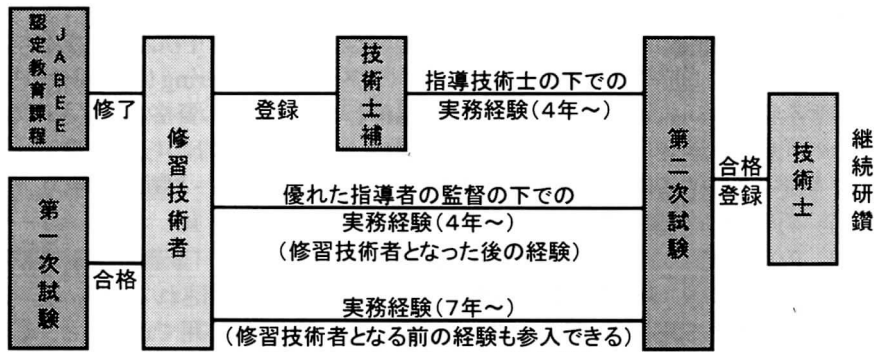


図 1. 日本技術士会技術士制度

出典) 日本技術士会 2010 : 3 にもとづいて作成

表 1. 技術士試験の方法 (方法 ; 試験時間)

第一次試験 (筆記試験)	第二次試験 [筆記試験と口頭試験] 【20 技術部門の場合】
<p>●基礎科目 (択一式 ; 1 時間) 科学技術全般にわたる基礎知識</p> <p>① 設計・計画に関するもの ② 情報・論理に関するもの ③ 解析に関するもの ④ 材料・化学・バイオに関するもの ⑤ 技術関連</p>	<p>【筆記試験】</p> <p>●選択科目 I (記述式 ; 3 時間 30 分) 各技術部門に設定された科目の中から、あらかじめ選択する 1 科目に関する専門知識と応用能力</p> <p>●必須科目 II (記述式 ; 2 時間 30 分) 当該技術部門全般にわたる論理的考察力と課題解決能力</p>
<p>●適性科目 (択一式 ; 1 時間) 技術士法第 4 章 (技術士等の義務) の規定の遵守に関する適性</p>	<p>【口頭試験】(筆記試験の合格者のみ)</p> <p>●技術的体験論文 図表を含めて 3000 字以内、事前に提出</p>
<p>●共通科目 (択一式 ; 2 時間) 数学・物理学・化学・生物学・地学のうち、あらかじめ選択する 2 科目について、技術士補として必要な共通的基礎知識</p>	<p>●試問 (45 分) 技術士としての適格性を判定することを主眼とし、技術的体験、経歴、専門知識の幅および深さ、応用能力、総合技術管理能力等について試問する。</p>
<p>●専門科目 (択一式 ; 2 時間) 20 の技術部門のうち、あらかじめ選択する 1 技術部門に係る基礎知識及び専門知識</p>	

出典) 日本技術士会 2010 : 6-3 にもとづいて作成

注) 総合技術管理部門について : 第一次試験は当分の間実施されない。第二次試験は本表では省略。

職務・登録資格の圏内共通化は欧州でも進んでいる。1951 年に発足した欧州 31 カ国と 350 余りの学協会から構成される欧州技術者協会連合 (FEANI)³⁾ は、大学での基礎教育と実務経験に関する独自の審査にもとづき、欧州エンジニア (EUR ING) の資格を付与している。各国の登録技術者は、EUR ING にも登録することで、その活動範囲を欧州圏内に広げることができる。

職務・登録資格の実質的同等性が問われるようになるなかで、技術者の能力プロフィールに関す

る国際的基準も明確化されてきている。国際技術者連合（IEA）による技術者能力プロフィール（Professional Competency Profiles）では、①知識の応用と構想力を中核能力とするエンジニア（Professional engineer）、②中間的性格をもつテクノロジスト（engineering technologist）、③技能を中核能力とするテクニシャン（engineering technician）という3段階の資格が設定されており、それぞれの能力の「水準」が13の「範囲」について定義されている。すなわち、1) 普遍的知識の理解と応用、2) 特定の知識の理解と応用、3) 課題分析、4) 工学デザイン・問題解決能力、5) 調査、6) 社会の保全、7) 法律と規制、8) 倫理、9) 工学活動のマネジメント、10) コミュニケーション、11) 生涯学習、12) 判断力、13) 決断に対する責任である。たとえば、「普遍的知識の理解と応用」では、教育の幅広さと深さ、および知識の種類にもとづいて水準が区別されており、①エンジニアは優れた業務の基礎となる汎用的な原理に関する高等知識を理解して応用できること、②テクノロジストは広く受け入れられ、採用されている手続き、過程、システム、方法に関する知識を理解して応用できること、③テクニシャンは標準的活動に関する知識を理解して応用できることが求められている（IEA 2009：11-12）。このように各段階の技術者に求められる知識・技能の範囲と水準が明確化されることで、各国における多様な職務・登録資格を位置づけ（ベンチマーキング）、実質的同等性を判断する枠組が提供されているのである。日本の場合、技術士がエンジニアと実質的に同等であり、テクノロジストやテクニシャンに相当する資格は整備されていない。

3.2 工学分野における学習成果の評価の枠組み

各国の職務・登録資格の取得要件には一般に、基礎教育の学修が挙げられている。

たとえば、前述したとおり日本技術士会「修習技術者」の認定をうける要件として、第一次試験に合格するか、指定された教育課程を修了することが求められている。ここで指定された教育課程とは、日本技術者教育認定機構（JABEE）の適格認定を受けた課程をさす。

JABEEは、「大学等の高等教育機関で実施されている技術者教育プログラムが、社会の要求水準を満たしているかどうかを外部機関が公平に評価し、要求水準を満たしている教育プログラムを認定する専門認定制度」を確立することをめざして、日本工学教育協会長の吉川弘之氏を初代会長として、1999年に設立されたア kredィテーション機関である。大学等で実施されている技術者教育の質が適切な水準にあり、卒業生が将来技術者として活動するために必要な最低限度の知識や能力を養成することに成功していることを認定するために、JABEEでは次の適格認定の基準が設けられている。2010年改訂基準によると、認定を希望するプログラムは、1) 学習・教育の目標の設定と公開、2) 学習・教育の量、3) 教育手段（教育方法、教育組織、入学・学生受け入れおよび移籍の方法）、4) 教育環境・学生支援（施設・設備、財源、学生への支援体制）、5) 学習・教育目標の達成、6) 教育改善（教育点検、継続的改善）、および補則（分野別要件）をすべて満たしていることを、根拠となる資料等で説明しなければならない（日本技術者教育認定機構 2010：1-4）。

そのうち分野共通の「学習・教育の目標の設定と公開」では、表2に示す7つの内容を具体化したプログラム独自の学習・教育目標が設定され、広く学内外に公開されており、当該プログラムに関わる教員および学生に周知されていることが求められている。さらに「分野別要件」として、たとえば機械系分野の場合、表3に示す学習・教育目標を具体化することが求められている。とくに機械工学の基盤分野については、基盤分野ごとに4、5個のキーワードが挙げられており、量的ガイドラインとして、各プログラムが重要と考える3つ以上の基盤分野について、総計210時間以上の授業時間をとることが示されている。キーワードは、「当該分野の内容などを理解しやすくするための例示であり、ここに提示されていない内容を当該分野から排除するものではない」として、弾力的運用が許容されている。キーワードを定めるメリットとして、①プログラム設定の参考になること、②認定審査に当たる委員の共通認識の形成に役立つこと、③国際的に分野の水準についてコ

ンセンスを得る一助となることなどが挙げられている（岸本・深堀 2010：122 - 123）。

表2. JABEE 基準 1：学習・教育目標の設定と公開

a)	地球的視点から多面的に物事を考える能力とその素養
b)	技術者が社会や自然に及ぼす影響や効果、および技術者が社会に対して負っている責任に対する理解（技術者倫理）
c)	数学、自然科学および情報技術に関する知識とそれらを活用できる能力
d)	該当する分野の専門技術に関する知識とそれらを問題解決に応用できる能力
e)	種々の科学、技術および情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力
f)	日本語による論理的な記述力、口頭発表力、討議等のコミュニケーション能力および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力
g)	自主的、継続的に学習できる能力
h)	与えられた制約の下で計画的に仕事を進め、まとめる能力

出典) 日本技術者教育認定機構 2010：1 より作成。

表3. JABEE 分野別要件（機械系分野）

1)	数学については線形代数、微積分学などの応用能力と確率・統計の基礎、および自然科学については物理学の基礎に関する知識。
2)	機械工学の基盤分野（材料と構造、運動と振動、エネルギーと流れ、情報と計測・制御、設計と生産・管理）のうち各プログラムが重要と考える分野に関する知識と、それらを問題解決に応用できる能力。
3)	実験・プロジェクト等を計画・遂行し、結果を解析し、それを工学的に考察する能力。

出典) 日本技術者教育認定機構 2010：7 より作成。

JABEE と同様の技術者教育認定の仕組みは各国で整えられており、それらの実質的同等性を相互承認するための圏内・世界共通化も進んできている。職務・登録資格の圏内・世界共通化は、必然的に職務・登録資格の取得要件である基礎教育の実質的同等性を求めるからである。

圏内共通化にむけた最初の取り組みであるワシントン協定⁴⁾は、1989年にアメリカ、アイルランド、イギリス、オーストラリア、カナダ、ニュージーランドといったアングロ・サクソン圏の国々の間で締結され、1990年代半ば以降、香港、南アフリカ、日本、シンガポール、韓国、台湾、マレーシアといったアジア圏を含む国々・地域へと拡大してきた。学生能力プロフィール（Graduate Attributes Profiles）に準拠して、適格認定の基準を共有する各国の技術者教育認定機関の間で締結されており、加盟国で認定された技術者教育プログラムを修了した者は、他の加盟国で職務・登録資格の認定を受けようとした場合、自国で学修した基礎教育を加盟国で学習した場合と同等の価値をもって承認される。なお、このワシントン協定はエンジニアに求められる4年制の基礎教育に関する協定であるが、テクノロジストに求められる3年制の基礎教育に関するシドニー協定、テクニシャンに求められる2年制の基礎教育に関するダブリン協定も同様に締結されている。

欧州圏でも、欧州技術者教育認定ネットワーク(ENAEE)⁵⁾が2006年に発足し、適格認定の基準を共有するドイツ、フランス、アイルランド、トルコ、ロシア、ポルトガル、イギリスの7つの技術者教育認定機関の認定を受けた大学に対して、EUR-ACE 適格認定印を付与するシステムが設けられた。EUR-ACE のメリットとして、認定を受けた大学がその質の高さを欧州諸国に対してアピールできること、認定を受けたプログラムの卒業生が就職や進学の際に優遇されることなどが挙げられている。

アジア圏固有の動きとしては、アジア技術者教育認定機関ネットワーク（NABEEA）⁶⁾が日本、韓国、台湾、フィリピン、シンガポール、マレーシア、タイ、バングラデシュ、パキスタンの9カ国14団体の間で2007年に発足し、技術者教育認定の相互承認に向けた情報交換が進められている。

表 4. ワシントン協定および EUR-ACE の技術者教育認定の相互承認にかかる学習成果の基準

学生能力プロフィール【ワシントン協定修了生】 [JABEE 学習・教育目標との対応関係]	EUR-ACE【第 1 サイクルの学生】
<ul style="list-style-type: none"> ● 工学知識(Engineering knowledge) 数学, 科学, 工学基礎および工学専門知識を, 複合的な工学課題の解決へ応用する能力 [c, d] 	<ul style="list-style-type: none"> ● 知識と理解 (Knowledge and understanding) 専攻する工学分野の基礎となる科学や数学の原理に関する知識と理解, 重要事項・概念の系統的理解, まとまった知識. 工学の学際性に関する理解。
<ul style="list-style-type: none"> ● 課題分析(Problem analysis) 数学, 自然科学, 工学・科学の基本原則を用いて, 複合的な工学課題を見極め, 定式化, 文献調査および分析し, 確実な結論に至る能力 [c, d] 	<ul style="list-style-type: none"> ● 工学的分析(Engineering analysis) 既存の方法を用いて工学課題を見極め, 解決法を考案, 解決したり, 工学の成果, 過程, 方法を分析したりするために, 知識と理解を応用する能力. 適切な分析方法やモデルを選択・適用する能力。
<ul style="list-style-type: none"> ● 工学デザイン・問題解決能力 (Design/development of solutions) 複合的な工学課題に対する解決策を考案し, 公衆衛生や安全, 文化, 社会, 環境に適切に配慮しながら, 特定のニーズを満たすためのシステム, 要素, プロセスを設計する能力 [a, e] 	<ul style="list-style-type: none"> ● 工学デザイン(Engineering design) 特定の定義された要求に応えるデザインを開発して実行するために, 知識と理解を応用する能力. デザインの方法を理解し, 活用する能力
<ul style="list-style-type: none"> ● 調査(Investigation) 複合的な課題の調査能力. 研究にもとづく知識, 研究方法(実験, データの分析と解釈, 情報の総合)を用いて妥当な結論を導く能力 [c, d, e] 	<ul style="list-style-type: none"> ● 調査研究(Investigations) 文献を検索し, データベース等の多様な資料を活用する能力. 適切な実験をデザイン・実行し, データを解釈し, 結論を導く能力. ワークショップと実験を行う能力。
<ul style="list-style-type: none"> ● 最新ツールの利用(Modern tool usage) 複合的な工学活動に対して, 限界を理解しつつ, 適切な技術, 資源, 現代的な工学・IT ツール (予測やモデル化を含む)を創造, 選択, 応用する能力 [c, d, e] 	<ul style="list-style-type: none"> ● 工学実践(Engineering practice) 適切な装置・道具・方法を選択・使用する能力. 理論と実践を統合する能力. 適用できる技法・方法とその限界を理解する能力. 工学実践から導かれる示唆を理解する能力。
<ul style="list-style-type: none"> ● 技術者と社会(The engineer and society) 社会, 健康, 安全, 法律, 文化の諸問題と, それに伴う技術者の専門職実務に付随する責任を見極めるために, 関連知識に支えられた推論をする能力 [a, b, e] 	<ul style="list-style-type: none"> ● 汎用的技能(Transferable skills) 個人としても, チームの一員としても, 効果的に役割を果たす能力. 工学関係者や一般社会と効果的にコミュニケーションを図るために, 多様な方法を駆使する能力. 健康・安全・法律の問題, 工学実践に伴う責任, 工学による解決策が社会や環境におよぼすインパクトに関する理解を示し, 職業倫理, 工学実践の責任と規範に従う能力. リスク・変動マネジメントなど, プロジェクト・マネジメントやビジネス慣行に関する理解, およびその制約に関する認識を示す能力. 生涯を通じて, 自主的な学習に取り組む必要性に気づき, 取り組む能力。
<ul style="list-style-type: none"> ● 環境と持続性(Enviroment and sustainability) 工学の解決策が社会や環境におよぼすインパクトを理解し, 持続可能な発展についての知識と必要性を示す能力 [a, b, e] 	
<ul style="list-style-type: none"> ● 倫理(Ethics) 倫理の基本原則を応用し, 技術者の職業倫理と責任と職業規範に従う能力 [b] 	
<ul style="list-style-type: none"> ● 個人およびチームワーク(Individual and team work) 個人としても, 多様なチームのメンバーやリーダーとしても, 学際的な環境のなかでも, 有効に機能する能力 [f, h] 	

<ul style="list-style-type: none"> ● コミュニケーション(Communication) <p>複合的な工学活動について、工学関係者や一般社会と効果的なコミュニケーションを図る能力。例えば、報告書や設計文書の理解・作成、発表、明確な指示のやり取りなど [f, h]</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ● プロジェクト・マネジメントと財務(Project management and finance) <p>工学とマネジメントの原理に関する知識と理解があり、それをチームメンバーやリーダーとして仕事に応用し、学際的な環境のなかでプロジェクトのマネジメントをする能力 [f, h]</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ● 生涯学習(lifelong learning) <p>技術変化が広範に進展するなかで、生涯にわたって自主的に学習する必要性を認識し、それに備え、取り組む能力 [g]</p>	

出典) IEA 2010 : 9-10 および ENAEE 2008 : 4-7 にもとづいて作成。

表4では、ワシントン協定と EUR-ACE 制度における適格認定の基準のうち、学習成果に関する項目を対比している。ワシントン協定の基準の欄には、表2に示した JABEE 学習・教育目標との対応関係も示している。この表が示すとおり、三つの基準の整合性は比較的高い。このことは、エンジニアの基礎教育における学習成果に関するコンセンサスが、アングロ・サクソン圏、アジア圏、欧州圏の間で成立することが不可能ではないこと示唆している。

技術者教育認定の学習成果を定義するうえで、中心的な役割を果たしてきたのは学協会である。その学協会の活動でも、国際連携が進んでいる。1973年に設立された欧州工学教育協会(SEFI)は、欧州圏内30カ国の165大学と5企業の工学教育協会のネットワークとして活動してきた実績をもつ。また2005年には、世界49団体の連合である国際工学教育協会連合(IFEES)⁸⁾が結成され、工学教育がどのような現代的課題に直面し、いかなる社会的ニーズが発生しており、工学教育をとおして学生にどのような能力を、どのような方法で付与するのかなどをめぐるグローバルな対話が深められてきている。日本工学教育協会もメンバーとして参加している。さらに2010年には、工学教育をめぐる様々な問題について議論を深め、具体的な行動を起こすためのアクション・フォーラム(EUGENE)⁹⁾も立ち上げられた。

学習成果の測定における世界共通化の試みとして、経済協力開発機構(OECD)による高等教育における学習成果調査(AHELO: Assessment of Higher Education Learning Outcomes)に言及しておこう。OECD-AHELOは、国際的規模での大学の学習成果の測定、すなわち世界共通のテストを用いて、大学卒業間際の学生を対象に、大学で習得した知識・技能を測定する試みである。現在進められているのは、そのフィージビリティ・スタディ(実施可能性に関する調査)であり、各国の多様性と特殊性を踏まえつつ、大学での学習成果を適切に測定するテストを開発することが果たして可能なかが検証されている。具体的には、「工学」「経済学」「一般的技能」の3分野について、テスト問題と採点基準を作成し、それらの妥当性を検証する作業が2011年6月完了の予定で進められている。工学の基礎教育の学習成果を測定する具体的なテストのあり方に関する国際社会の合意を形成することができるのか、この実験の行方に注目していきたい(深堀 2010: 85)。

3.3 工学分野における学習成果の評価の展望

このように工学分野において学習成果の評価が積極的に展開されてきたのは、技術者の職務の公共性の高さのゆえ、古くから職務・登録資格制度が整備され、学習成果を測定するための試験が開

発されてきたためである。また、職務・登録資格の取得要件として基礎教育の学修が求められ、技術者教育認定の基準のなかで学習成果が定義され、それが達成されていることを大学が举证するよう求められてきたためである。さらに、グローバル化が進展し、技術者の職務遂行の場が、国内から圏内、世界へと拡大するなかで、職務・登録資格とその基礎教育の実質的同等性を保証するシステムが必要とされてきたからである。

大学教育が技術者養成の基礎教育に位置づけられている工学分野では、学習成果の定義は大学が自律的に行えるのではなく、学協会や産業社会との協働作業のもとで行わなければならない。このことは、大学教育の基礎部分の標準化を余儀なくする。日本では、いわゆる伝統校が、JABEE 認定を受けることに対して消極的な姿勢をとってきたのは、このことに起因すると考えられる。

しかしながら、グローバル規模で進展する質保証システム再編成の動きから大学が離脱することによる不利益を被るのは、学生である。自国で履修したプログラムの価値を他国で承認されないことは、学生の国際的移動が一般化するなかで、次のような実質的な不利益を招く。「日本の有名大学の土木工学科を卒業した日本人学生がスイスに留学した。教授の助言でスイスの土木・建築学会の会員になるべく申し込みをしたが、却下された。彼が卒業した学科の教育は、スイスの大学の教育との同質性が認められていなかったからである。また「日本のある有名大学の土木工学科にマレーシアの国費留学生がいた。帰国後、欧米に留学した同級生の多くが就職するマレーシアの一流企業に就職しようとしたが、彼が留学した日本の大学の学科がどこからも国際的同質性を認定されていなかったために日本での留学経験が評価されず、採用にならなかった。」(長島 2010 : 37)。グローバル展開やグローバル採用が大企業のみならず、中小企業にとっても経済低成長期を生き残る重要な戦略となっている今日、あらゆる大学がこの問題を自己のものとして受け止め、グローバル社会における人材養成機関として、自らを位置づける自覚が求められる。

もっとも、大学教育の基礎部分の標準化を進めることは、必ずしも大学の没個性化や単一尺度上の序列化を招くわけではないことを、工学分野における大学間交流協定の実態は示している。大学は職務・登録資格の取得要件である基礎教育の質を保証しながら、信頼と実績にもとづく大学間交流協定にもとづいて、自覚的な差別化とグループ化を進めるようになってきている。1999年に欧州の工学系の研究大学(英国のインペリアル・カレッジ、オランダのデルフト工科大学、スイスのETHチューリッヒ工科学、ドイツのアーヘン工科大学、2006年よりフランスのパリ・テック)の間で締結されたIDEA リーグ¹⁰がその代表的な事例である。教育アプローチにおける親和性が高く、実質的同等性を相互承認した機関の間で交流協定を締結し、学生の組織的な移動を促進することで、教育機能を相互に補完し、付加価値を高めていくことをめざすこうした取り組みは、今後ますます活発になっていくと予想される。

4. おわりに - 学習成果の評価の意義と展望

工学分野の取り組みから導かれる、学習成果の評価の意義と課題に関する示唆について考察して、本稿を締めくくりたい。工学分野の大学教育が、技術者養成のための基礎教育として位置づけられており、学習成果が大学・学協会・産業社会の協働作業にもとづいて定義されている状況は、医歯薬看護・教員養成・管理栄養士などを除く大多数の学問分野の状況と大きく異なっている。学生の進路先が多様な専門分野においては、学生が大学で習得した知識・技能と、職場で求められる知識・技能との連続性や整合性が高くない。大学生活全体をとおして身につけた批判的思考力、問題解決能力、コミュニケーション能力などの汎用的技能が、専門分野の知識・技能よりも重視される場合も少なくない。こうした専門分野にも、工学分野の取り組みは次の3つ示唆を提供すると思われる。

第一に、各専門分野にふさわしい学習成果の評価のあり方を検討する際に、技術者教育認定の仕

組みは重要なモデルとなり得る。文部科学省の依頼をうけて、専門分野別の質保証の枠組みづくりに関する審議を行っている日本学術会議は、「学士課程において学生は何を身に付けることが期待されるのか」という問いに対して、「専門分野の教育という側面から（途中省略）一定の見解を提示する枠組を構築すること」をその役割とし、専門分野の細かな知識や能力を徒に数多く列挙するのではなく、将来にわたって職業人あるいは市民として世界と関わっていくための基礎となり基本となるようなものを重視するとともに、大学の多様性や自主性・自律性を尊重して、「具体的に学生が何をどこまで身に付けることをめざすのか」という問題は、各大学が自ら判断せざるを得ない」という立場をとることを表明している（日本学術会議 2010：3-4）。本稿で明らかにしたとおり、技術者教育認定における学習成果の基準は、この方針と決して矛盾するものではない。とくに、学習成果の定義の緩やかさ、教育アプローチの多様性への寛容性、変化する社会の要請に応じる弾力性、汎用的技能の組み込み方などは、全ての分野に参考になるように思われる。

第二に、学習成果を定義する際に中心的な役割を果たすのは、主に大学人から構成される学協会である。大学教育の中身に関する決定権を、大学が学協会や産業社会と共有することに対してアレルギー反応を示す大学人は少なくない。しかしながら、学生の大多数が大学から産業社会へ移行している以上、大学が産業社会と対峙することは現実的ではない。大学人が産業社会の要求に縛られるのではなく、学協会における協議にもとづいて、いかに先見性をもって知識社会に求められる知識・技能を定義し、広くコンセンサスを取りつけることができるか、その力量が問われている。

第三に、学生が自国で履修したプログラムの価値を他国でも承認されるシステムに大学が参画することによって、大学教育はより豊かでダイナミックなものになり得る。大学教育の基礎部分における標準化を進めることが、大学を特徴づける部分における自覚的な差別化とグループ化を進め、計画的で継続的なグローバル規模の大学間交流を促進するのであれば、それは 21 世紀のグローバル人材育成機関としての大学の可能性を大きく広げることにつながるのではないかと。

注

- 1) European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA) (<http://www.enqa.eu/index.lasso>, 2010.11.20)
- 2) Engineers Mobility Forum (EMF) (<http://www.washingtonaccord.org/EMF/>, 2010.11.20)
- 3) European Federation of National Engineering Associations (FEANI) (<http://feani.org/webfeani/main.htm>, 2010.11.20)
- 4) Washington Accord (http://www.washingtonaccord.org/Rules_and_Procedures.pdf, 2010.11.20)
- 5) European Network for Accreditation of Engineering Education (ENAE) (<http://www.enaee.eu/>, 2010.11.20)
- 6) Network of Accreditation Bodies for Engineering Education in Asia (NABEEA) (<http://www.jabee.org/OpenHomePage/nabeea.htm>, 2010.11.20)
- 7) European Society of Engineering Education (SEFI) (http://www.sefi.be/?page_id=2, 2010.11.20)
- 8) (International Federation of Engineering Societies (IFEES) (<http://ifees.net/members/index.cfm>, 2010.11.20)
- 9) Academic Network European and Global Engineering Education (EUGENE) (<http://eugene.unifi.it/>, 2010.11.20)
- 10) IDEA League (<http://www.idealeague.org/index>, 2010.11.20)

参考文献

- ・中央教育審議会, 2008, 『学士課程教育の構築に向けて (答申)』.
- ・大学評価・学位授与機構, 2004 (2008 改訂), 『大学評価基準 (機関別認証評価)』 (http://www.niad.ac.jp/ICSFiles/afieldfile/2010/06/21/no6_1_1_daigakukijun23.pdf, 2010.11.20).
- ・大学基準協会, 2009, 『新大学評価システムガイドブック・平成 23 年度以降の大学評価システムの概要』 (http://www.juaa.or.jp/images/accreditation/pdf/distributed/university/documents_01.pdf, 2010.11.20)
- ・ENAAE, 2008, *EUR-ACE Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programmes*. (<http://www.feani.org/webenace/pdf/EUR-ACE Framework Standards 20110209.pdf>, 2010.11.20)
- ・深堀聰子, 2010, 「大学における学習成果の評価」『文部科学時報』12: 84 - 85.
- ・福留東土, 2010, 「米国におけるアクレディテーションのアウトカム評価」羽田貴史・米澤彰純・杉本和弘編『高等教育質保証の国際比較』東信堂, 239 - 264.
- ・Gonzales, J. and Wagenaar, R. eds., 2008, *Universities' Contribution to the Bologna Process*. Publicaciones de la Universidad de Duesto.
- ・飯吉弘子, 2008, 『戦後日本産業界の大学教育要求 - 経済団体の教育言説と現代の教養論』東信堂.
- ・International Engineering Alliance. (2009). *Graduates Attributes and Professional Competencies*. (<http://www.washingtonaccord.org/IEA-Grad-Attr-Prof-Competencies-v2.pdf>, 2010.11.20)
- ・岸本喜久雄・深堀聰子, 2010, 「学部教育の現状と今後」『機械の研究』62(1) : 117 - 126.
- ・長島昭, 2010, 「大学の国際化と技術者教育認定」『大学時報』332 (http://www.jabee.org/OpenHomePage/daigakujiho2010_05-3332.pdf, 2010.11.20)
- ・日本学術会議, 2010, 『大学教育の分野別質保証の在り方について』 (<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-21-k100-1.pdf>, 2010.11.20)
- ・日本技術士会, 2010, 『日本技術士制度について』 (http://www.engineer.or.jp/examination_center/pejseido.pdf, 2010, 11.20)
- ・日本技術者教育認定機構「日本技術者教育認定基準 (2010 年度～)」 (http://www.jabee.org/OpenHomePage/kijun/criteria2010_081112_100715.pdf, 2010.11.20)
- ・日本高等教育評価機構, 2010, 『大学評価基準(平成 23 年度版)』 (http://www.jiheer.or.jp/download/h23_ninsho_system.pdf, 2010.11.20) .
- ・大場淳, 2010, 「フランスにおける高等教育の質保証」羽田貴史・米澤彰純・杉本和弘編『高等教育質保証の国際比較』東信堂, 177 - 195.
- ・坂野慎二, 2010, 「ドイツにおける高等教育の質保証」羽田貴史・米澤彰純・杉本和弘編『高等教育質保証の国際比較』東信堂, 155 - 175.
- ・塚原修一, 2008, 『高等教育市場の国際化』玉川大学出版部.
- ・安原義仁, 2010, 「イギリスにおける高等教育の質保証システム」羽田貴史・米澤彰純・杉本和弘編『高等教育質保証の国際比較』東信堂, 225 - 237.

Abstract

Assessment of Learning Outcomes – Implications from the Engineering Experience –

Satoko FUKAHORI

National Institute for Educational Policy Research

What should college students know and be able to do by the end of their bachelor program? Focusing on what students have learned, rather than on what professors have taught is controversial because it induces change in the quality assurance system, as well as in the relationship between the universities, academic societies and industry regarding university curriculums. Traditionally, the educational quality of universities has been controlled by either input control, via standards for university establishment, student entrance requirements, etc., or process control, via self review, audit, accreditation, etc. The shifting focus towards student learning outcomes will introduce a new mechanism of quality assurance, i.e. outcomes control. Traditionally, universities have enjoyed strong autonomy over their curriculum. Holding universities accountable for student learning outcomes means that they are no longer able to independently decide on the scope and level of knowledge and skills students are required to obtain in order to earn credits or degrees, but that they will need to decide in consultation with, or gain the approval of academic societies and industry. This means that standardization will take place in the basic elements of university education. On the other hand, this may encourage universities to emphasize differences in elements that characterize their uniqueness, facilitating functional differentiation of universities. Industrial and societal visions of university graduates' competencies, and their demands on university education have always impacted higher education policy. However, the learning outcomes focus will directly impact universities in how they organize the learning experiences of their students.

The purpose of this paper is to examine why learning outcomes have come to be seen as necessary, and to clarify the possibilities and limitations of a learning outcomes approach, focusing on the engineering experience. Engineering is a field of study in which the knowledge and skills students are required to obtain have been relatively clearly defined, and coordinated among universities, academic societies, and industry. As such, the engineering experience provides important implications for other fields of study.

In engineering, the impetus to focus on learning outcomes comes from the need for mutual recognition of professional licensing and registration, due to the increased global mobility of engineers particularly after the mid 1990s. This has led to the need for mutual recognition of engineering education, a prerequisite in most countries to obtaining licensing and registration. Implications from the engineering experience relevant to other fields include the following: Academic societies have played initiating roles in defining learning outcomes, in liaison with universities and industry, and must continue to foresee what knowledge and skills will become necessary to sustain human development. Universities must standardize basic elements of their curriculum to assure quality, while at the same time highlighting their own uniqueness.