10年後ビジョン策定WG報告

Report on the Working Group of the Future Vision of JSEE for the Next 10 Years

黒田 光太郎^{※1}

Kotaro KURODA

1. はじめに

日本工学教育協会には、事業企画委員会が設置され、そのもとにいくつかのワーキンググループ（WG）が2年間の活動を続けてきている。2006年度に「10年後ビジョン策定WG」が設置され、2009年度までの4年間の報告が英によって行われている¹⁾。

2010年の秋に石川事業企画委員長から、10年後ビジョンWGの主査を依頼され、2年間に4回のWGを開催した。企画委員長からは、(1)産業動向の調査（科学技術の発展予測をベースに検討）、(2)産業動向と工学教育・技術者教育との関連性の検討、(3)工学教育・技術者教育における産学連携の推進、という3つの課題が提案され、この3点を2年間の検討課題とした。その報告はすでに2012年に行っている²⁾。

2012年12月7・8日に開催された2012年度第1回WGにおいて、議論の基本的な方向性について、「日工教の10年後のビジョンを考えるには『工学のあり方』を基本とし、工学を学び社会に出た学生が活躍する20～30年後の工学の姿を考えるべきである」ことを確認して、WGでの議論の枠組みを「エンジニアリング・イノベーター教育」とすることにした。新たにWG委員に就任していただいた小林信一氏の『アメリカの工学教育改革を牽引するオーリン・カレッジ³⁾ + α 』と題する報告を受けて、議論を行った。2013年6月21・22日の第2回WGでは、エンジニアリング・イノベーター教育を大テーマとしたが、関連することをフリーディスカッションした。2013年12月13・14日の2013年度第1回WGでは、前年度のエンジニアリング・イノベーター教育を踏まえたフリーディスカッションを行い、日本における工学教育の課題を議論した。2014年5月16・17日の第2回WGでは、2年間行ってきたエンジニアリング・イノベーター教育の総括的な議論を行った。本報告では、特にオーリン・カレッジをめぐる議論を紹介して、WGの報告としたい。

2. オーリン・カレッジ³⁾

オーリン・カレッジ（Olin College）は米国ボストン

郊外の工学系大学で、2002年に学生受入を開始した若い大学であり、学生数も各学年80人程度ときわめて小さい。それにもかかわらず、開学当初からアメリカの工学教育関係者のあいだで注目の的になっている。オーリン・カレッジは工学の学部教育に特化しており、大学院はない。後述するように学際性を重視していることからdepartment（学科）はなく、教員はひとまとまりになっているが、ABETが認証しているメジャー（学生の専攻分野）としては、電気・コンピュータ工学、機械工学、工学一般の3種がある。

カリキュラムには大きな特長がある。第1に、徹底的なアクティブ・ラーニング指向である。全科目のうち半分程度が、現実的問題を対象とする、特定分野の知識に偏らない包括的、学際的なチームによるPBL（project-based learning）である。第2はPBLを通じたエンジニアリング・デザイン教育の重視である。PBLには、何らかの意味でエンジニアリング・デザインの要素が組み込まれており、そのような教育を、入学直後から開始し、初期には各学期の学生の学習時間の20%、最終的には60%を充てるようにカリキュラムが設計されている。第3は学際性である。学科別カリキュラムではないので、さまざまな分野の科目が提供され、また履修可能である。注目すべき点は、芸術・人文社会科学（AHS, Arts, Humanities, and Social Sciences）およびビジネス（Entrepreneurship）の重視である。教科書がなく、全員が同じパソコンを持って、授業内容はすべてパソコンの中に入っている。

Engineering Innovatorsの養成がミッションとしてあげられ、Olin TriangleといわれているEntrepreneurshipとArt humanities and social sciencesとSuperb engineeringが重要な要素であると考えられている。

コースワークとプロジェクトワークとの割合は、1年から4年にかけてしだいにプロジェクトワークが増えており、学生が実際に手を動かす教育が行われている。とくに4年生で行われているSenior Capstone Program in Engineering（SCOPE）は、スポンサーの提示する課題に1チーム6人の学生が1年かけて取り組んでいる。会社から必要な資金も提供される産学連携教育として実施されている。教員やアドバイザーの

2014年10月14日受付

※1九州産業大学基礎教育センター

図1 オーリン・カレッジにおけるエンジニアリング概念

助言もされているが、プロジェクトは全部学生が自らで組織化してやっていく仕組みになっている。

オーリン・カレッジが志向しているエンジニアリングの概念は図1に示されている。一番上にpeopleがあり、一番下にmarketがある。peopleのほうから見ていくとproblem, concept, それからspecificationsがある。marketの一つ前にはproduct, その前がprototype, それでdesignとなっている。これまでの工学教育では狭い意味でこの図の中心部分をエンジニアリングと考えてきたが、オーリンでは、人からマーケットまでつながる全体をエンジニアリングの対象と考えている。日本でもデザイン教育が工学教育の中で重視されようとしているが、人々の要求から始まって市場までつながるエンジニアリングという概念は、現在の日本の工学教育の中ではほとんど考えられていない。

3. 日本におけるエンジニアリング・デザイン

3.1 実践例

工学院大学グローバルエンジニアリング学部におけるエンジニアクリニックプログラム教育は学部3, 4年生が対象であり学内を主体に実施され、構成は6名程度のグループで約70名が活動している。また、資金については学生が管理している。テーマは(1)学生の考えるもの、(2)企業から提供されるものを合わせて毎年20から30テーマの提示と担当教員から説明の後、希望する学生が参加する方法を採用している。

これらには、いわゆるpeopleのニーズとするテーマからスタートするもの、工学の現象から考えるものがある。学生は解決に向けて活動すると工学以外の必要性に気づくことになる。一部専門性に乏しいとの批判もあるが、学生には問題に直面してから学ぶという新たな学習が発生することによって、学生が自主的に活動しようとする気運が育まれる。教員1人、企業人1人を交えて2か月に1回の検討会が行われている。

金沢工業大学では、工学設計(現プロジェクトデザイン)が2000年から実働している。

- 1) 教員はコーチ役で、実践するのは学生である。
- 2) 知識教育, 実践教育を統合することが重要である。
- 3) テーマは教員側が示すが、選ぶのは学生(グループ)である。

- 4) アクティブ・ラーニングによって、半期で成果(結果)を出すことが求められる。

現在はプロジェクトデザイン(PD)入門, PD I, PD II, PD III(実践)で構成されている。

- PD Iはアイデアを出す(訓練)
- PD IIでは実際にデザインする(訓練)
- PD IIIでは実践する

となっている。(以上の構成はCDIOに類似している。)

支援教員は20数名で、その構成は企業OBのシニア教員(大半)と新任教員が行っているが、プログラム実践にあたり「学生に対して何が出来るか」について考えるような学内の意識改革が必須である。

教員採用にあっては、教育者であることが求められていることから、教育に50%, 研究に30%そして社会貢献に20%を割り当てることを確認している。更に、教育論文は研究論文と同等に扱われていることから、日工教の年次大会における講演発表件数の多いことが判る。このことから他の高等教育機関においても、教育論文と研究論文は同等に扱う必要がある。

3.2 意見交換

- (1) 工学部長の経験者が教育への理解があるのではなかろうか。一般に日本では研究志向が強く教育に対する評価の(必要性)理解は、工学部長に就任して初めて分かるようである。
- (2) 高等教育機関では、小学校から高校までの教育を改めて行ったり、やり直しをする必要もあったりするため、なかなか専門教育にたどり着かない現状もある。オーリン・カレッジのように優秀な学生が入学している学校の例を持ち込んでも、日本に適応できないのではなかろうか。それぞれ抱えている問題に対して実現の方向が異なっている。オーリン・カレッジのような方法を日本でも採用するには日本的対応(engineering innovators)形式を検討する必要がある。
- (3) 日本の大学はオーリン・カレッジどころか、米国の普通の大学の真似でさえ出来ていない。米国には工学部は実践的なものであり、教育が世の中を良くするという社会環境がある。
- (4) 欧米の高等教育機関では、人材育成と社会貢献を強く掲げている。
- (5) リードする先端の人材とともに、分布の中央値を上げていく方法としてオーリン・カレッジの考え方が使えるのではなかろうか。
- (6) 日本ではエンジニアリングを通した教養教育をあまり考えていない。専門科目をどの程度まで教育するかを決める必要があるが、工学の領域を広く取るという考えも大切ではなかろうか。
- (7) 人間が行っていた大部分が機械に代わってきている。機械が進めば進むほど人間ならではの仕事が必要となっていく。

- (8) 工学部の活動を継続できない学生に、何も気づかせることなく卒業させていることがあるのではないのか。日本の工学部にはどこへ行けば良いのか判らない学生が入ってくる実情もある。
- (9) オーリン・カレッジは組織の規模がコンパクトであるから出来るのではなかろうか。また企業家レベルの教育は深くなくとも広いことが必要なのではなかろうか。
- (10) 九州地区では高専卒の起業家が多い点に注目すると、高専の教育内容が大学よりも深くはないが、幅広い概念を教えていることが結果として良いのではなかろうか。
- (11) 豊田工大のような小さな規模であれば社員教育のように出来るのではなかろうか。
- (12) 日本ではアクティブ・ラーニングが重要視されているが、熱心実践しているのは文系の先進大学ではなかろうか。文系の大学は理系の科目を取り入れる努力をしているが、理系が文系の科目を取り入れるところは少ない。
- (13) 日本の大学は大規模であり、技術者教育は難しいのではなかろうか。
- (14) 日本では分布の中央部分に合わせた教育が必要であろう。
- (15) 日本の工学はもっと視野を広げる教育が必要である。ローカルな問題、現実問題を対象として研究開発等を行うことが、新しいグローバルな知識や技術を生み出す可能性も現実のものになって来ていることから、教員もマーケットから工学につながる必要があることを学ぶ必要がある。

4. 工学リベラルアーツ

小林は「オーリン・カレッジの目指すところは、伝統的な工学教育や技術者養成ではなく、アントレプレナーシップ教育や人文社会科学教育と統合された工学リベラルアーツによるイノベーション時代のリーダーの育成である」と指摘し、工学リベラルアーツの意義として、「大学史の中では、元祖リベラルアーツは自由七科であり、その後人文学が、さらに19世紀末頃には自然科学が加わった。工学はいまだにリベラルアーツには含まれていないし、したがって、学士課程教育の伝統的要素とは位置づけられていない。工学リベラルアーツというのは、かつて自然科学がリベラルアーツに統合された『大学革命』のように、工学をリベラルアーツの中へ統合したいという、大学史上の革命的願望を意味する。単に学士課程で工学を教育するという以上の意味がある」と述べている⁴⁾。

技術のあり方が人間生活に大きく影響にする現代にあって、工学が学士課程で教養科目として幅広い学生たちに教えられる学問となることが求められていよう。この実現から、工学を通じたりベラルアーツ教育

という意味での学士課程工学教育が登場する可能性が出てくる。小林はオーリン・カレッジの教育を「工学を通じての教養教育、リーダー養成と理解する方が適当かもしれない。オーリン・カレッジの狙いは、日本で行われているような学士課程の工学専門教育（学科別工学教育）なのではない。「イノベーションの時代のリーダーとなる技術者の育成である」と意義づけている。技術の細分化が進んでいる現在こそ、こうした工学高等教育の転換が求められていよう。オーリン・カレッジが米国でも例外的な成功であることを認識すると、工学リベラルアーツを創りだしていくには多くの困難があるであろうが、かつて工学高等教育の場として工学寮を設立した経験を持つこの国では不可能ではないはずである。

日本の大学のひとつの源は、1873年に発足した工部省工学寮（のちに工部大学校）に始まるように、欧米の大学と違って、工学部を中心にすえたことが大きな特徴である。「帝国大学令」に規定されるように「国家ノ須要ニ応ズル學術技芸ヲ教授シ及其纏奥ヲ放究スル」目的をもって帝国大学が開設されている。近代化を国是とする国家の要請で、帝国大学は国是の実現に必要な技術者を育成してきた。その時期、大学には学術研究で成果あげるよりも人材育成のための教育が期待されていた。これは世界史的には異例なことであったが、工業発展の基礎を形成するのに貢献したといえるであろう。

工学寮の都検（教頭）として日本の工学教育の基礎を作ったヘンリー・ダイアー（Henry Dyer, 1848～1918）が第1回の卒業生に宛てた講演録のタイトルは Education of Engineers（エンジニアの教育）となっていた。ダイアーはエンジニアが学問ある専門職とならねばならないと主張し、エンジニア教育には次の3点が重要であるとしている⁵⁾。1) 専門職であるからには、当然のことながら専門分野の学力を必要としその水準は大学の学位に相当するものでなければならない。2) 専門職という以上、専門の学力が実践能力となって工業の実務の中に発現する必要がある。3) エンジニアがとかく陥りがちな思想や行動の偏狭さを克服するために、広い教養教育が大切である。100年以上も前に教養教育（リベラルアーツ）の重要性は指摘されていたのである。

5. おわりに

WGの議論の中で、エンジニアリング・イノベーター教育に関わる日本の工学教育の課題として以下のような意見が出された。

- (1) 過去の追いつけ追い越せが身に付きすぎており、イノベーションの仕方を教えていない。
- (2) 追いついた後、日本の技術者が世界にどのような貢献ができるかという教育がなされていない。

- (3) エリートには革命家であると同時に、企業家でなければならないことが知的能力として求められている。
- (4) 工学教育では、解が一つでないことを徹底的に教え、出来るだけ沢山の解を見出せる人材を育てなければいけない。
- (5) しかし、境界条件を決めれば、唯一解が求められるという現実の世界もあるので、解の多様性を強調すべきでないとの意見もある。
- (6) 一方、境界条件を決めるのは難しいこともあるので、工学では社会性の難しさも教える必要がある。
- (7) 技術者教育が社会に役立つものを作ることであれば、それに必要なカリキュラムの実践と質保証が求められる。
- (8) 社会に出てから仕事が出来るということが、もっとも重要なことになっている。
- (9) ゆとり教育の理念は自我の形成では良かったが、最低限の知識に欠けるところがある。
- (10) 大学の教育は基礎であり、形式や段取りの教育は大学で出来るが、真剣勝負は社会に出てからとなるので、社会との関連性が課題になる。
- (11) 諸外国に比べ日本は大学への入学者人口（25歳以上）は極端に少ない。生涯教育の位置づけが乏しい。
- (12) 生涯教育の場などにおいて、リベラルアーツ（教養）を基本に据えた新しい学問のあり方を探ることが日本の将来のために必要である。
- (13) 「明るく中退、元気に復学」のシステムに変えて行くことも考える必要がある。

本WGの活動の方向性に関する意見も出されている。「10年後の日工教」の立ち位置をどのようにすれば良いかについての討議に傾注しないと活動の方向性が見えなくなる。これからの討議では軸足を「日工教」にシフトしてほしい。以前、日本工学教育協会ではプレス発表を行ったが、あまりインパクトはなかった。2年経った時点で、議論の結果をプレス発表出来る方法を具体化する必要もあるが、それなりの工夫も

必要である。本WGは、インパクトのあるプレスリリースをも考慮しつつ、どのような方向に舵を取るかを検討すべきである。次期の本WGでは、こうしたことも念頭に入れて、新たな課題の検討に取り組んで欲しい。日工教の将来のビジョンを考えるにあたっても重要になるであろう。

【10年後ビジョン策定WG委員】

主査 黒田光太郎（名城大学）
 委員 石川 憲一（金沢工業大学）
 大輪 武司（金沢工業大学）
 亀山 正俊（三菱電機㈱）
 京谷美代子（㈱FUJITSUユニバーシティ）
 草加 浩平（東京大学）
 小林 信一（筑波大学、現在、国立国会図書館）
 柴田 清（千葉工業大学）
 島田 彌（日本能率協会）
 田川 智彦（名古屋大学）
 瀧澤由美子（㈱東芝 社会インフラシステム社）
 長井 寿（物質・材料研究機構）
 英 英夫（徳島大学）
 原田 昭治（崇城大学）
 水谷 惟恭（豊橋技術科学大学）
 ほか

参 考 文 献

- 1) 英 崇夫：10年後ビジョン策定WG報告, 工学教育, 58-6, pp.73-78, 2010
- 2) 黒田光太郎：10年後ビジョン策定WG報告, 工学教育, 60-6, pp.205-208, 2012
- 3) 小林信一, 稲永由紀, 大来雄二, 玖野峰也, 齋藤芳子：アメリカの工学教育改革を牽引するオーリン・カレッジ, 工学教育, 60-5, pp.18-23, 2012
- 4) 小林信一：紙上フォーラム「イノベーション時代の技術者の能力とその教育」, EAJ NEWS, No.143, 2011
- 5) 三好信浩：ダイアリーの日本, 福村出版, 1989