これからの工学教育に向けたカリキュラム改訂の一提案

Proposal of Curriculum Reforms for Engineering Education in the Future

川 野 常 夫^{※1}
Tsuneo KAWANO

1. はじめに

わが国における工学教育が古くから抱える問題点がある一方で、工学教育を取り巻く環境の変化により新たにいくつかの問題点が生起している。それらの問題点を順不同に列挙すると次のようなものが挙げられる。

- (1) 学生の自習・学習時間の僅少問題
- (2) 技術者倫理、研究倫理の問題
- (3) 学生のコミュニケーション力、プレゼンテーション力の不足
- (4) 学生のチームで仕事をする能力の不足
- (5) 科学技術の急激な進歩に対する教育体制の遅れ
- (6) 古い技術（基盤技術）と新しい技術（先端技術）の教育バランスの問題
- (7) 製造業のグローバル化に対する教育体制の遅れ
- (8) アクティブラーニングによる教え方改革
- (9) アウトカムズのアセスメントと評価の方法
- (10) 人生100年時代に向けた教育体制の構築
- (11) 持続可能な開発目標（SDGs）に対する教育体制の構築

これらの問題点のうち、本稿では(1)～(8)を対象として、次章で順次取り上げ、それらの問題を解消するための新しいカリキュラムの提案について述べる。

2. 問題の現状と解決策

図1に4年制大学の工学系学部を対象として、本稿で提案するカリキュラムを示す。

(1) 学生の自習・学習時間

大学生が授業の予習・復習に費やす時間は専攻分野によって若干の差はあるものの、週平均約5時間であるという調査結果が出ている¹⁾。これはアメリカの学生の約4分の1である²⁾。また、授業への出席時間と予習・復習時間には相関があるという結果も得られている¹⁾。学生たちの自習・学習時間を増やすにはどうすればよいか、筆者も日ごろ頭を悩ませているが、上記の結果からすれば、学生が履修する授業時間を増やすことが解決策のひとつになると考えられる。後述する工学教育の分量の増加も考慮して、卒業に必要な単位数を現状より20単位を増やして144単位とするのはいかがであろうか。

(2) 技術者倫理、研究倫理の問題

技術データの改竄や捏造など、倫理に反する不正行為

卒業に必要な単位数 144単位	
技術者倫理、研究倫理、倫理演習 【5単位】	新共通領域 データサイエンス、データ分析、 AI、ディープラーニング、… 【6単位】
グローバル人材育成 【4単位】	先端技術（教養） 自動運転、IoT、宇宙開発、 再生医療、スマート農業、… 【4単位】
コミュニケーション力、プレゼンテーション力、 学ぶ力、チーム力、… 【7単位】	卒業研究 【6単位】
従来の教養科目、専門科目 【112単位】	
1年次～3年次	4年次

図1 工学教育における新しいカリキュラムの提案

はあってはならないが、企業や研究機関において度々発覚しているのが現状である³⁾。大学における技術者倫理や研究倫理の教育の実態を顧みれば、倫理教育は不十分であると言わざるをえない。座学のほか、実習・演習をも取り入れて、時間をかけてしっかり身に付くよう教育をすべきであると考え。

(3) コミュニケーション力、プレゼンテーション力

工学教育においては、理論や原理原則、公式などを扱う知識偏重の科目が中心となりがちで、以前はコミュニケーション力やプレゼンテーション力といったものは特に必要としてこなかった。しかし、米国のABETやわが国のJABEEなどの認定審査機関が、審査基準にコミュニケーション能力やプレゼンテーション能力を含めるようになってから⁴⁾、学習・教育到達目標にそれらを身に付けるべき能力として設定し、既設の別の授業の一部に取り入れて指導する大学や高等等が増えてきた。しかし、コミュニケーション力やプレゼンテーション力を養うには、単語カードのように詰め込んだ断片的な知識の集合を、有機的に結びついた集合に置き換える作業が必要であり、授業の一部では不十分である。独立した科目を設け、しっかりと訓練しなければ真に役立つ力は身に付かないと思われる。

(4) チームで仕事をする能力

工学を学んだ学生が社会に出て必要となる最も重要な能力のひとつがチームで仕事をする能力である。しかし、昔の工学教育にはこの能力を養う科目はなく、その能力

2019年6月7日受付

※1 摂南大学理工学部長

の養成はクラブ活動や課外活動に委ねていた。やはり先述のABETやJABEEなどが、この能力を審査基準に含めるようになって⁴⁾、工学教育にもこの能力を養成する授業が取り入れられるようになった。筆者らはものづくりの企画・設計から製造までの一連の作業を半年間の15コマを使って、チームで主体的に取り組む演習を取り入れている⁵⁾。この演習はまさにアクティブラーニングであり、チームで仕事をする能力の養成には効果的である。

(5) 科学技術の急激な進歩への対策

科学技術は日進月歩で発展しているといわれるが、コンピュータのCPUの速度やメモリの容量が指数関数的に増加しているように、科学技術の進歩も指数関数的に伸びてきているように思われる。このような進歩に対して工学を学ぶ学生はどのように対応すべきか。常に新しい科学技術を追いかけるべきか、それとも、それぞれの分野の基礎だけを学んでおけばよいのか。

昨今、発展のめざましいAIやデータサイエンス⁶⁾は工学のどの分野にも利用される技術であると考えられるため、数学が共通に必要な科目であるのと同様に、「新共通領域」として教育すべきではないだろうか。

また昨今、先端的な応用技術として自動運転やIoT、再生医療などが挙げられる。これらの技術は専門の異なる学生にとっても、常識として教養として身に付けるべきではないだろうか。図1には、「先端技術教養」として記載している。現在、摂南大学では専門外の科学技術を教養として身に付ける必修科目として、「科学技術教養」を設けて教育を行っている⁷⁾。

これらの「新共通領域」と「先端技術教養」は4年次開講科目とすることを提案したい。4年次は就職活動や卒業研究で忙しいが、10単位程度はむしろ授業を受けるべきであると考えられる。

(6) 基盤技術と先端技術のバランス

科学技術が発展し、新しい技術がますます増えることにより、学生が学ぶべき理論や技術の量は年々増えているように思われる。このような状況において古い技術は捨てて新しい技術のみ教育を行うという考え方がある。例えば、ドラフターによる製図はなくし、CADによる製図のみを指導する。FEM解析の理論は教えず、CAEが使いこなせればよい。果たしてこれでよいであろうか。

できれば理論や原理原則と新しい技術の両方を教育したいところである。しかし、そのような教育を行うには4年間では足りないため、工学系学部は6年制にしなければならない。工学系学生にとっては大学院の前期2年間は非常に重要な課程であるため、学部の6年制は避けたいところである。ならば、現在文科省が定める卒

業要件の124単位を増やすしかなく、図1に示すように卒業要件を144単位とするのはいかがであろうか。それでも20単位だけの増加で問題が解決するわけではなく、古い基盤技術と新しい先端技術のバランスの検討が必要である。

(7) グローバル人材の育成

これについては、ほとんどの大学や高専において海外インターンシップや海外プロジェクトの展開が行われているところであり、今後も継続する必要がある。

(8) アクティブラーニングによる教え方改革

先述のチーム力のところでも述べたが、主体的で対話的に取り組む演習や自ら学ぶ力を養成する科目をカリキュラムに積極的に組み込んでいく必要がある。

3. おわりに

本稿では、工学教育の諸問題を解消するための新しいカリキュラムの提案を行った。これにより、学生の自習・学習時間の増加、倫理不正の抑制、技術者に必要な能力の向上、新技術のカリキュラム化などが期待される。

参 考 文 献

- 1) 国立教育政策研究所：大学生の学習実態に関する調査研究について(概要), pp.1-21, 2016
- 2) U.S. college students average study hours : Webページ, statista, <https://www.statista.com/statistics/226433/college-student-study-hours-by-major-2011/>, 参照日：2019-5-25
- 3) 近畿化学協会 工学倫理研究会：技術者による実践的工学倫理, 第4版 先人の知恵と戦いから学ぶ, 化学同人, pp.1-232, 2019
- 4) 篠田庄司：工学教育の未来に向けての変化, 電子情報通信学会, 基礎・境界ソサイエティ, Fundamentals Review, 2(3), pp.4-18, 2009
- 5) 諏訪晴彦, 川野常夫, 久保司郎, 長谷川 淳：アルミ製ハイパーヨーヨーの開発を通じたエンジニアリングデザイン教育(第5報)－引き戻しヨーヨーの開発－, 平成30年度工学教育研究講演会講演論文集, pp.116-117, 2018
- 6) 村上祐子：高等教育におけるAIとデータサイエンス教育の動向, 研究報告電子化知的財産・社会基盤(EIP), 12, pp.1-3, 2019
- 7) 頭井 洋, 森脇俊道, 伊藤 譲：理工学部学生のための科学技術教養授業(第2報)：専門外の科学技術の本質をわかりやすく伝える, 平成26年度工学教育研究講演会講演論文集, pp.342-343, 2014