



工学教育の150年

横幹連合副会長 高木 真人*



1. 工学教育の黎明

我が国の工学教育は、1873年（明治6年）に第1期生が工学寮に入学したことに始まり、今年ちょうど150年目にあたる。工学の開明という目的で明治政府の工部省が設置した工学寮は、その後、1877年に工部大学校に改称された。さらに1886年に帝国大学に統合され、現在の東京大学工学部へと発展した [1]。当時のヨーロッパの多くの工学教育は、大学とは異なる専門教育機関において行われていたため、工部大学校が統合された帝国大学は、工学部を有する世界で初めての大学となった [2]。

工学寮（工部大学校）設置の経緯は、明治維新前の1863年、長州藩の5人組（長州五傑、長州ファイブ）である伊藤博文、井上勝、井上馨、遠藤謹助、山尾庸三がイギリスに留学したことに遡る。伊藤と井上馨が早々に帰国して後に政治家となったのに対し、3名は数年間イギリスに留まり、ユニバーシティ・カレッジ・ロンドン（UCL）で分析化学、地質鉱物学、土木工学などを習得した [1]。大学構内には、当時の日本からの留学生の記念碑が建立されている (Fig. 1)。

その後、明治維新を経て1872年7月に岩倉使節団副使としてイギリスを訪問した伊藤博文が、工部寮の設置のためヒュー・マセソン (Hugh Matheson) に教員招聘の協力依頼をしたところ、グラスゴー大学教授のウィリアム・ランキン (William Rankine) が推薦したのがヘンリー・ダイアー (Henry Dyer) であった。ダイアーを中心とする教師団が来日し、1873年9月に学生募集が行われ、11月に工学寮が開校した [1]。

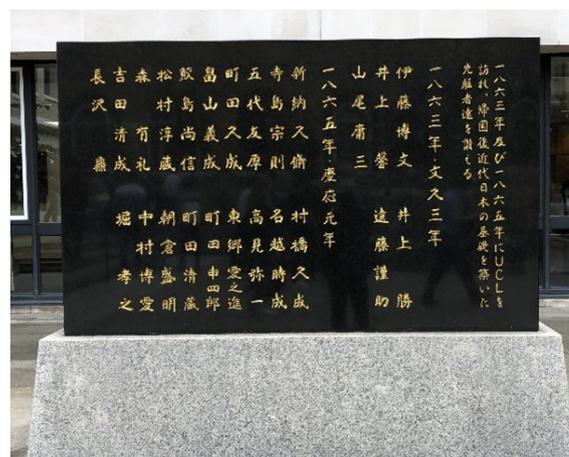


Fig. 1: Monument in UCL Campus. (小林直人氏提供)

2. 理想の工学教育の実践

工部大学校の学期は2年ずつの3期に分かれており、最初の2年が数学や英語などを学ぶ予科、次の4年で電気、鉄道などの専門学を学び、前半の2年が各分野の講義と実験を行う専門科、後半の2年は学校の外の現場での実習を行う実地科であった [1]。すなわち理論重視の教育と経験重視の教育を統合したものであり、当時世界的にも注目されている [3]。イギリスでは18世紀から19世紀初頭にかけて、技術者は「見習い修業」と呼ばれる実地訓練により養成されるようになり、19世紀中期には「見習い修業」が正規の技術者養成システムとなっていた。当時、技術先進国として世界をリードしてきたイギリスの技術者は、このような実地訓練によって育成された背景がある [4]。一方、大陸では、19世紀前半の世界の学術の中心地は、エコール・ポリテクニークに代表されるフランスであった。自然科学の学問的成果を基礎として、その上に技術を構築したもので、自然科学分野に加え社会科学分野でも優れた学者が輩出した。ドイツ

*公益社団法人日本工学会 理事

Received: 20 March 2023.

の工科大学やスイスのチューリッヒの連邦工科大学が、エコール・ポリテクニクをモデルとして創設されている [3].

ダイアーによる工部大学校の教育方針は、ドイツの工科大学、スイスの連邦工科大学やパリのエコール・ポリテクニクによる大陸の理論重視の教育と、自身が修学したグラスゴー大学などのイギリスにおける経験重視の教育を統合したものであった。

この理論と経験を組み合わせるといふ工部大学校でのダイアーの理想に基づいた教育は、開校4年後の1877年に、科学雑誌 *Nature* に『*Engineering Education in Japan*』というタイトルで掲載されている [5-7]. 創刊10年あまりのイギリスの科学雑誌に、遠く東洋の日本での教育が紹介されていることは驚きに値する。

工部大学校は、明治時代の工学分野の教授、産業界の指導者・技術者を輩出し輝かしい成果を上げた。例えば、第1期生の高峰讓吉はタカジアスターゼ、アドレナリンを発見し事業でも成功し、さらに理化学研究所の設立者にも携わっている。辰野金吾は東京駅丸の内駅舎、日本銀行(旧館)など多くを設計、監督し、帝国大学工科大学教授も兼任している。志田林三郎は卒業生初の教授に就任し、榎本武揚を会長に擁し電気学会を創設している。第3期生の藤岡市助も教授に就任するとともに、民間における電気事業にも貢献し、現在の東芝の創業者の一人でもある [1]. 第1期卒業生23名により親睦と情報交換を目的に創立された工学会は、現在約100の工学系学協会が会員として参加する公益社団法人日本工学会へと継承されている [8]. 工部大学校で実践された、当時として理想的な工学教育は大きな成功を納めたと言える。

3. 今日の意義

さて、ダイアーが目指し実践した理想の教育の今日的意義は如何なるものであろうか。横断型基幹科学技術研究団体連合(横幹連合)の英語名称は、*Transdisciplinary Federation of Science and Technology* である。そして横幹連合が取り組む、横断型基幹科学技術は、論理を規範原理とし、自然科学、人

文・社会科学、工学などを横断的に統合することを通して異分野の融合を促し、それにより新しい社会的価値の創出をもたらす基盤学術体系と定義されている [9]. *SDGs, Society5.0* に象徴される現代の社会的課題の多くは、複雑かつ多様であり、単一の学術分野 (*Disciplinary*) では扱うことが困難であり、自然科学と人文・社会科学の諸分野の融合 (*Interdisciplinary*) が必要なだけでなく、さらに民間セクター(企業や産業界)、公共セクター(政府や行政機関)、市民セクター(市民社会とNGO)、市民・コミュニティといった学術以外のステークホルダーとの連携も必要とされる [10,11]. ダイアーが実践した理論重視の教育と経験重視の教育の統合は、まさに *Transdisciplinary* の人材育成だったと言える。学外の現場での実習、実践は、工学にとどまらず異分野知識も必要とされ、それらの融合が求められた。

その結果、卒業生の進路は学術界、産業界と様々であるが、研究とその社会実装に長けた人材を輩出し、産学の分断もなく濃密な連携が可能となり、明治期における急速な近代化に大きく貢献したと言える。

横幹連合では昨年、時代の要請に応じ、取り組む学術分野の構成と活動を表す図である「横幹図」を改訂し、横断型基幹科学技術が *Society5.0* の実現による *SDGs* の達成に貢献することを改めて示した [12]. 同時に、この目標となる *Society 5.0* とはどのような社会であり、どのような理念で構築されるのかについて、横幹連合の今後の活動の道標にするべく、*Transdisciplinary* における民間セクターである産業界の考える *Society 5.0* について、その在るべき社会の姿と共に、理念、価値観、時代の捉え方、そして課題意識について、産業界のキーパーソンに横幹連合コンファレンスにおいて講演いただいた [13]. *Society 5.0* は研究機能だけで実現されるものではなく、研究成果の社会実装が必要であり、それは概ね産業界の活動によるものであり、従って産学官の連携が必須である [14]. マサチューセッツ工科大学など米国のトップ大学では、大学院生は、教員が産官などから得た研究費により学費と給料が支払われる代わりに、*RA (Research Assistantship)* として期待される研究成果を上げる

責任を研究委託元である産官などに対して負う。これらの実践経験により、大学院修了後は産業界では即戦力として活躍し、学术界に進む場合も産学連携を円滑に進められる。またドイツでは、工学は実学として経済と一体となって活動すべきものとの認識から、理工系専門大学の教授職を得るには、産業界で5年以上の勤務経験が必要とされている [15]。すなわち、企業における実務経験を、研究成果の社会実装に繋げるため、大学教授職の就任の条件としている。

4. 未来に向けて

日本の工学教育 150 年を契機に、我が国の工学教育の黎明期を眺めてみた。明治の急速な近代化には工部大学校の特筆すべき教育が大きく貢献している。ダイアラーの理想とした教育により、研究による学術の習熟に加え、社会実装のスキルの向上とマインドセットの醸成が実践されたと言えよう。

イギリスの実地訓練に偏重した技術者養成システムも、その後、技術の高度化や他国との競争により改革が進められた。19 世紀末期から 20 世紀初頭にかけては理論教育の重要性が認識され、大学では理論教育と現場での実地訓練の両者が必須とされるようになった [4]。また大陸では、エコール・ポリテクニークに代表された学術の中心地フランスは、19 世紀後半にはその地位を、教育よりも研究を重視したドイツの大学に譲ることになる。しかしドイツでは専門分化と深化が進むことになり、ドイツの大学で学んだスペインの哲学者オルテガは、ドイツを中心とした大陸の学术界に対して「専門主義の野蛮性」 [16] を警告するに至っている [3]。

本稿では工学教育に着目したが、工学教育の変遷からは、歴史における教育改革、さらには大学改革が垣間見えてくる。現在我が国では文部科学省、内閣府や大学自身での大学改革の議論が進められているが [17]、変化を続ける社会において、教育や大学も中長期的には変革を迫られている。さらに専門分化と深化が進む中で、政府の科学技術政策におい

ても文理融合、異分野融合が謳われている [18]。横幹連合は、今年 20 周年を迎えた。Transdisciplinary の実践は、今後一層その重要性を増していく。

参考文献

- [1] 工部大学校に関する文献は多くあるが、例えば、上田弘之、日本工業の黎明—遣隋使より工部大学校まで—、国際電信電話株式会社、1981。
- [2] 科学技術庁、科学技術会議政策委員会 第 3 回 21 世紀の社会と科学技術を考える懇談会 資料 3-6、1999。
- [3] 関 正夫、世界の大学教育の歴史と国際比較、工学教育、Vol. 43, No. 6, pp. 6-13, 1995。
- [4] 広瀬 信、イギリスにおける技術者養成の歴史的展開、教育学研究、Vol. 52, No. 1, pp. 112-121, 1985。
- [5] C. W. C, Engineering Education in Japan, Nature, pp. 44-45, May 17, 1877。
- [6] 科学技術庁、科学技術会議政策委員会 21 世紀の社会と科学技術を考える懇談会 特別 WG 議事録、1999。
- [7] 瀧澤美奈子、150 年前の科学誌『NATURE』には何が書かれていたのか、ベレ出版、pp. 280-283, 2019。
- [8] 公益社団法人日本工学会ホームページ、<https://www.jfes.or.jp/>
- [9] 横幹連合、“横断型基幹科学技術とは”、https://www.trafst.jp/about_us/aimes/
- [10] 高木真人、Transdisciplinary Research の半世紀、横幹、Vol. 15, No. 1, pp. 1-3, 2021。
- [11] OECD, “Addressing societal challenges using transdisciplinary research,” 2020. (科学技術振興機構・研究開発戦略センター「日本語仮訳：トランスディシプリナリー研究（学際共創研究）の活用による社会的課題解決の取組み OECD 科学技術イノベーションポリシーペーパー（88 号）」）。
- [12] 横幹連合、新しい横幹図、横幹、Vol. 16, No. 2, pp. 112-113, 2022。
- [13] 高木真人、第 12 回横幹連合コンファレンス特別企画報告『産業界が考える Society 5.0』、横幹、Vol. 16, No. 2, pp. 98-103, 2022。
- [14] 安永裕幸、谷口邦彦、高木真人、亀谷祥治、小島芳生、三木基実、産業をとりまくイノベーション・エコシステムの現状と課題、研究 技術 計画、Vol. 34, No. 3, pp. 284-309, 2019。
- [15] 永野 博、ドイツに学ぶ科学技術政策、近代科学社、p. 203, 2016。
- [16] ホセ・オルテガ・イ・ガセット、大衆の反逆、1930。
- [17] 例えば、文部科学省 https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/houjin/1341970.htm など。
- [18] 例えば、内閣府、第 6 期科学技術・イノベーション基本計画、2021 など。