

明治期の工部大学校の経験が 開発途上国のエンジニア教育に与える示唆

鈴木智良*

要約

工部大学校は、殖産興業を進める明治政府により、各種インフラ事業を担う人材の育成を目的として設立された。1873年(明治6年)の開校以降、明治20年代半ば頃までに近代的な技術を習得した日本人技師が公共事業において主導的な役割を担うに至ったこと、また工部大学校自体も1882年(明治15年)ころから教師の日本人化が図られたことから、工部大学校によるエンジニア教育は一定の成功を収めたと評価される。その要因として、実学重視のカリキュラム、技術教育のみならず、全人格教育を重視し、公益マインドと高い倫理観を有するエンジニアの養成に成功したこと、技術教育の自立化を当初から掲げ、計画的に教師陣の日本人化を図ったことの3点を指摘した。また、工部大学校の経験が途上国に与える示唆として、理論と実地訓練のバランスが取れたカリキュラム、技術教育と全人格教育、官庁の現場での実地訓練をカリキュラムに含めることがエンジニア教育上、有効であることが示唆された。

キーワード

工部大学校、エンジニア教育、カリキュラム、東ティモール大学工学部

Abstract

Under the industrial development policy of Meiji-government, Imperial College of Engineering was established in 1873 to educate engineers engaging in infrastructure development. Engineer education of Imperial College of Engineering is evaluated to be successful to some extent due to that Japanese engineers graduating the college took initiatives to implement infrastructure projects around 1890, and that teaching staffs are replacing to Japanese from foreign professors hired by the Japanese government since 1882. The main reasons for its success are the curriculum focusing on the practical study, fostering engineers with public minds through high-standard

* JICA 緒方貞子平和開発研究所研究員(Suzuki.Tomoyoshi@jica.go.jp)

本稿の作成にあたり、元中央公論編集長 宮一穂様、JICA2018年度理事長ゼミ生各位、中野恭子 JICA 国際協力専門員(高等教育、当時)より、多くの貴重なアドバイスを頂きました。ここに感謝いたします。また、JICA 人間開発部、緒方研究所、国内事業部のレビュワーからも有益なコメントを頂いたこと感謝いたします。なお、本レポートで述べる意見は筆者個人のものであり、組織の意見を代表するものではないことを申し添えます。

ethical education, and systematic replacement of foreign professors to Japanese professors aiming for the independence of engineering education. Implications for engineering education development in developing countries are; curriculum balancing between practice and theory, ethical education in the context of engineering education, and long-term on-the-job-training in the on-going infrastructure projects sites.

Keywords:

Imperial College of Engineering, Engineering education, Curriculum, the Faculty of Engineering, Science and Technology, the National University of Timor-Leste

1. はじめに～実務経験からの問題意識～

琵琶湖疎水と言えれば何を思い浮かべるだろうか。京都の観光名所の一つであり、春の桜の季節はたくさんの人で賑わうという風光明媚なイメージかもしれない。私が、琵琶湖疎水について初めて知ったのは、大学生時代、工学部の土木工学科で学んでいた時だった。土木工学を学びながら、将来は漠然と開発途上国のインフラ開発にかかわりたいと思っていた私にとって、日本が途上国であった明治時代のインフラ事業は興味を引くものであった。なかでも、琵琶湖疎水は、水不足にあった京都に水源をもたらすものであると同時に、水力発電により電力供給も行うことで、天皇が京都から東京に移り、経済的にも社会的にも地盤沈下の状態にあった京都を力強く復興させる壮大な事業であった。私がロマンをかきたてられたのは、この事業は1883年(明治16年)に大学を卒業したばかりの青年技師 田邊朔郎(たなべ さくろう)の卒業設計をもとに計画されたことである。田邊は大学卒業後、京都府庁に就職し、同事業の技術責任者として同事業を完成させたのである。このような当時としては異例の規模の国家事業が大学の卒業設計をもとに実行されたこと、また大学卒の技術者が即戦力として、工事の責任者に就き、工事を完遂させているという事実は、いくら当時の技術者の絶対数が少なかったからとはいえ、まったく驚くべきことである。当時、大学生であった私は、田邊朔郎の才能と能力にただただ感心するほかはなかった。

その後、私は就職し、インフラ分野を中心に国際協力の仕事に携わっていたが、2019年より2020年まで、英国スコットランド(以下スコットランド)に留学する機会を得た。スコットランドでは、イングランドとは異なる紙幣が流通しており、20ポンド札には渡邊嘉一(わたなべ かいち)という一人の日本人技師が描かれている¹。渡邊は、1883年(明治16年)大学卒業後、スコットランドに留学し、当時の難事業と言われたスコットランドのフォース橋の建設工事監督係を務め、その後は日本に帰国し、日本の鉄道建設に生涯を捧げた人物である。フォース橋は、スコットランドの首都エジンバラ北のフォース湾にかかる全長2,529メートルの鉄道用鉄橋で、カンチレバー方式という当時最先端の技術が活用された一大プロジェクトであった。まだ日本が途上国であった明治時代、大学を卒業したばかりの日本人青年技師が、海外のビックプロジェクトに責任ある立場で参画していた事実も私にとって興味深いものであった。その後も、関心を持って両名のことを調べていると、ある共通項が浮かび上がった。二人とも出た大学が同じ、その大学の名は工部大学校なのである。現在の日本では、なじみの薄い学校だが、調べていくと、両名のみならず、明治日本の近代化に技術面から貢献をした多彩な人材を驚くほどたくさん輩出しているエンジニア養成校ということが分かってきた。また、主にスコットランドからお雇い教師団を招聘し、当時として進歩的なカリキュラムを採用していたことなども知られているのである。

開発途上国において、インフラ事業は経済社会発展の基礎となる重要なものであり、その整備に関わる技術者(官公庁勤務であれ、民間企業勤務であれ)の計画的な育成が肝要なことは自明である。しかし実際、途上国の中には、インフラ整備や維持管理に必要な技術者の養成が追いつかず、援助で建設されたインフラの維持管理に失敗し、インフラの効果が十分に

¹ 外務省 HP「スコットランド～日本との知られざる絆と独立問題」を参照。
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/pr/wakaru/topics/vol120/index.html>

發揮されないケースも散見される²。以前、私は、2002年にインドネシアから独立した東ティモールの道路維持管理システム構築のプロジェクトに携わったことがある³。同国では、独立以前の政府の幹部職員はインドネシア人で占められ、東ティモール人はその指揮下で働くという構造が定着していたが、独立後、インドネシア人が一斉に引き上げたことで、東ティモール人自らの手で政府を動かしていかななくてはならない状況になっていた。道路維持管理についても同様であり、まずどこにどんな道路があり、どんな状態なのかを把握し、道路の台帳を作成することからのスタートであった。道路維持管理の方法として、政府の出先機関が直接実施する直営方式と民間企業に委託する方式がある。2008年頃、同国では資源関係の政府収入増に伴い、道路関係予算が急増し、業務量も増大する中で、民間企業委託方式が増大した(国際協力機構社会開発部、2008)。しかしながら、民間委託するにも適切な発注やその契約管理のために、政府機関にも一定の技術力は必要であり、それが欠けていたため、結果として道路維持管理の質が確保されないという問題も顕在化していた⁴。その時以来、とくに紛争後の国など、国家としての成熟度が低い国ほど、当初は官の側にも一定の技術者(技術官僚)が必要という認識に至り、その育成方法について関心を持っていた。

なぜ、工部大学校は近代化の基盤となるインフラ事業をささえる即戦力、かつスター級のエンジニアをこれほど多く、短期間に育成できたのか。工部大学校は、どのような意図で設立され、どういったカリキュラムで教育が実施されていたのか。技術者の個人的な資質のみならず、優れた技術者を育てた仕組みや教育が背景にあったからなのではないか。これを解き明かすことは、国造りの途上にある途上国のエンジニア養成のあり方に、有益な示唆を与えるのではないかと思ったことが本研究のきっかけである。

2. 背景と目的

本研究は、明治日本の近代化の原動力となったエンジニア養成機関である工部大学校に焦点をあて、設立の背景、運営方針、カリキュラム等を概観し、東ティモール大学工学部を事例に現在の途上国のエンジニア養成機関と比較することで、途上国のエンジニア教育の在り方についての示唆を導き出すことを目的とする。なお、対象とする工学分野は、インフラ事業にいちばん密接にかかわる土木工学を中心としつつ、造船、機械、電気、鉱山等の他の工学分野も、必要に応じ、対象に含める。研究の問題意識として、以下を念頭に研究を進めた。

・途上国における官庁勤務の大学卒のエンジニアの課題として、東ティモールの事例のように現場を動かすための技術力を有した人材の欠如や、旧宗主国のシステムの名残による職業

² 例えば、渡邊・溝田(2017)を参照。

³ 東ティモール国道路維持管理能力向上プロジェクト
(<https://www.jica.go.jp/oda/project/0601593/index.html>)

および東ティモール国道路関連技術マニュアル策定支援プロジェクトを指す。

⁴ 東ティモールの道路維持管理への技術協力は継続的に実施され、2010年から2013年には「東ティモール民主共和国道路施工技術能力向上プロジェクト」が、2016年から2019年には「東ティモール国道路維持管理水準向上プロジェクト」が実施された。その結果、道路維持管理業務は概ね適切にマネジメントできるようになったとされている(国際協力機構社会基盤・平和構築部、2014)。

階層分業化⁵の弊害といった問題が指摘されており、自立的な公共事業実施の障害となっている。他方、工部大学校の卒業生は、卒業後、即、第一線の現場で責任ある立場で活躍している。工部大学校の教育は、理論と実践をいかに融合させ、高度な理論を踏まえつつ現場で活躍できる人材養成になぜ成功できたのか。

・エンジニア教育において、個々の技術分野の教育が重視されるあまり、技術者倫理や公益心の養成といった面の教育が十分に行き届かない場合がある。途上国の技術官僚の場合、職務上、大型の公共事業の計画・実施に参与する可能性も高く、倫理観や公共精神の欠如は、潜在的な汚職等の問題をはらむものである。他方、工部大学校の卒業生は、官庁所属にせよ、民間企業所属にせよ、高い倫理観をもって公益事業に一生を捧げた人材を多数輩出している。工部大学校では、エンジニアの倫理教育、人格教育をどのように実施していたのか。

また、調査・分析の視点としては、開発援助の実務者の視点を重視し、今後の途上国のエンジニア教育の発展にとってどのような示唆を持つのかという視点を持って研究を進めた。

3. 先行研究のレビュー

本研究は、明治日本の近代化の黎明期における工部大学校の技術者養成教育が開発途上国に与える示唆について焦点をあてる。工部大学校の包括的な一連の研究として、北(1984)、北(2001)があげられる。北は、スコットランドの社会経済史を専門とする学者であるが、一連の著作において、英国による明治日本への一連の技術協力のうち、イングランドとは異なる文化、歴史を持ち、明治期には英国の一大工業地帯であったスコットランドが日本の近代化に与えた影響が極めて大きかったことを浮き彫りにしている。後述するようにスコットランド人のお雇い外国人である初代都険ヘンリー・ダイアーも含め、工部大学校の教師団はスコットランドからの教師団が大部分を占めている。また、工部大学校のカリキュラムもヘンリー・ダイアーが主導的に策定していることから、工部大学校とスコットランドの関係は切り離せないものがある。北は、スコットランドにおける一次資料の収集等を通じ、歴史的事実からスコットランドが工部大学校の形成過程や教育に及ぼした影響を明らかにしている。

また、三浦(1983)は、工部大学校のみならず明治時代の全般的なエンジニア教育をイギリスのエンジニア教育との比較から分析している。この他にも、工部大学校の設立の政治的な経緯や、いかにお雇い外国人による体制から日本人主体の体制に自立化を図ったか、学則・教育課程、シラバス等、工部大学校についての各側面について幅広い研究がなされており、本稿はこれらの既存研究に多くを教えられて成立している(本稿末に参考文献を記載した)。

上記研究はいずれも工部大学校の設立経緯やその教育の実態を明らかにすることを目的としており、必ずしも工部大学校の経験が開発途上国での当該分野に与える示唆を導き出すことを目的としてはいない。本稿では、開発援助の実務者の視点、別の言葉で言えば、工部大学校の経験が開発途上国のエンジニア教育に与える示唆は何かという観点から既存研究の成果をもとにしつつ、独自の分析を加えて考察する。

⁵ 例えば、パプアニューギニアでは旧宗主国の英国の職業階層制度により、製図は短大や高専卒のテクニシャンが行うもので、大卒のエンジニアは製図をしない(林、2008、p284)。

4. 工部大学校の沿革とその教育課程の特徴

4.1 工部大学校設立の背景と沿革

明治維新を成し遂げた日本にとって、殖産興業すなわち工業化は政府の最優先の課題のひとつであった。明治初期、鉄道、河川整備、電信事業等のインフラ整備を自前で実施することが困難であった明治政府は、殖産興業を担当する工部省を1870年(明治3年)に設置するとともに、欧米各国よりお雇い外国人を招聘し、各種技術指導を受けつつ、公益事業の実施を急いだ。工部省は、鉱山、製鉄、造船、灯台、鉄道、電信などの諸分野の官営事業を推進し、また人材養成機関である工学寮(のちの工部大学校)を設け、近代技術の移植、技術者の養成を通じ、近代産業化を推進することを所掌業務としていた。鉄道分野においては、英国(スコットランド)のお雇い外国人エドモンド・モレルが鉄道技師長として活躍していたが、1871年(明治4年)、モレルは、「明治政府はいつまでもお雇い外国人技術者に頼るのではなく、はやく日本人技術者を養成すべき」との提言を行った。これを受け、当時、明治政府の要職にあった伊藤博文と山尾庸三が、上級エンジニア養成のための工部大学校設立を建議したことが設立の背景である。

1871年(明治4年)、工部省に工学寮が設置された。当初は、基礎教育を行う小学校と専門教育を行う大学校の二校体制を想定しており、同年末から小学校教師の任用と校舎建設を始めたが、1873年(明治6年)に都陔(実質的な校長)として就任したヘンリー・ダイアーは、大学校のみの一校体制の計画を策定し、同年11月に工部大学校は開校した。キャンパスは、現在の千代田区霞が関三丁目、現在の文部科学省および金融庁のある場所に置かれた。同年、初の入学試験が実施され、ヘンリー・ダイアー以下外国人教師が直接、試験を行った。科目は、英語の口答試験、数学、英文解釈、書取り、漢文等であった⁶。同校は、1873年(明治6年)開校から、1885年(明治18年)の廃校まで卒業生211名を輩出した。入学者数493名に対し、卒業生数211名であり(戸田、2007)、卒業率は42%と、厳しい教育課程であったことがうかがえる。学科は、土木、機械、電信、造家(建築)、鉱山、化学、冶金、造船の8学科であった。

工部大学校の教育目的は、(1)外国人教師からの西洋工業技術の習得、(2)日本人教師の手による技術者養成(技術教育の自立化)の二つである。学生は、当初は、官費学生のみであり、卒業後は7年間の官庁勤務が義務付けられていた。1877年(明治10年)頃より私費学生を徐々に受け入れはじめ、少数の成績優秀者を例外的に官費とし、私費学生が原則となった。

教師団は、当時、大英帝国の一大工業地帯であったスコットランドのグラスゴー⁷のグラスゴー大学⁸にゆかりのある人物を中心に構成された⁹。工部大学校の初代の責任者であり、工部

⁶ 当時、工学という概念自体が日本社会に浸透しておらず、大工の学問という認識が世間一般であった。このため、当初は入学者が定員に満たない状態であった。

⁷ 当時、グラスゴーは機械の都と呼ばれた。

⁸ 当時、技術の分野で世界最高峰の大学は1451年に創設されたグラスゴー大学であった。「国富論」を書いたアダム・スミスや、蒸気機関の改良で名高いジェームズ・ワットが卒業している。

⁹ 教師団は、スコットランド出身者やスコットランドの大学出身者のみならず、スコットランド、特にグラスゴーでの鉄道工事や造船所での勤務経験がある者や、ランキン教授等のグラスゴー大学の教授の関係

大学校の創設・運営に中心的な役割を果たした山尾庸三は、産業革命を経て当時、世界でも有数の技術力を有する英国から教師団を招聘するため、旧知の貿易商ヒュー・マセソン¹⁰に相談した。1872年7月(明治5年)に岩倉使節団副使として渡英した工部大輔の伊藤博文がマセソンに正式に協力依頼をし、マセソンから、グラスゴー大学のランキン教授¹¹を通して、スコットランド人ヘンリー・ダイアーを都隄とする教師団が推薦された。ランキン教授は、19世紀イギリス(スコットランド)の物理学者、工学者、技術者であり、1855年から終生、グラスゴー大学の欽定教授となった人物である。物理学者としては熱力学の分野で業績を残し、「エネルギー」の用語と概念を導入した。ランキン教授は、当時の英国における科学技術の権威であり、大きな影響力を有していた。1860年代末、ランキン教授はグラスゴー大学に英国初となる工学部を新設しようと奔走したが¹²、結果的にはかなわなかった。ランキン教授の下で、工学とともに技術者教育学を専攻していたのがヘンリー・ダイアーであった。

スコットランドは、英国の北方に位置し、南方のイングランドとは異なる民族、宗教、法制度、文化、教育的伝統を持つ。もともとはイングランドとは別国であったが、1707年の合併により連合王国(UK, United Kingdom)となった経緯がある。スコットランドでは、イングランドに対し従属的な立場に置かれたことから、手を汚して働く「実業」を重要視し、教育も特権階級のみならず広く市民に開かれていた(北、2017)。18、19世紀の産業革命期、世界の工場と言われたイギリスにあって、スコットランドは英国の工業の中心地となり、なかでもグラスゴーは英国第二の都市となり、鉄道、海運、造船業が隆盛を極めた。従い、グラスゴーゆかりの教師団は、当時の最高の技術水準を有した教師団であったと言えよう。

4.2 工部大学校の二人のキーパーソン: 山尾庸三とヘンリー・ダイアー

工部大学校設立のキーパーソンとして、決定的な役割を果たしたのが、山尾庸三とヘンリー・ダイアーである。山尾は、幕末の長州藩出身であり、1863年(文久3年)、密航して、伊藤博文・井上馨・井上勝・遠藤謹助と共にイギリスへ留学し、長州五傑と呼ばれた人物の一人である。山尾は、英国渡航後、まずロンドンで英語と基礎科学を学び、後にグラスゴーにおいて造船を中心とした徒弟制訓練を学びながら、グラスゴーのアンダーソン・カレッジ(技術者のための夜間学校)に通った。1868年(明治元年)の帰国後は、工部卿など工業関連の政府要職を歴任し、明治政府に工部大学校設立の建議を行い、工部卿として中心的な役割を果たした。また、グラスゴーの造船所で、図面を引く者や大工、鉄工などの作業をする職人の中に聾啞の人たちが含まれており、彼らが手話を通し、コミュニケーションを取っていることを目にして感銘を受けたことから、帰国後は盲学校、聾学校の設置など障害者教育に熱心に取り組んだことでも知られる。

一方のヘンリー・ダイアーは、英国グラスゴー生まれの技術者及び技術教育者である。彼は、

者・門下生であったことから(北、2001)、スコットランドやグラスゴーにゆかりにある教師団とした。

¹⁰ スコットランド生まれの貿易商。1832年、ウィリアム・ジャーディンとともにジャーディン・マセソン商会を設立し、インドから清へのアヘンの密輸、フィリピンとの砂糖と香辛料の貿易、清の茶と絹のイングランドへの輸入等の貿易業務を取り扱う。長州五傑(井上馨、遠藤謹助、山尾庸三、野村弥吉、伊藤博文)の英国留学は、ジャーディン・マセソン商会が支援した。

¹¹ 温度の単位「ランキン度」は彼の名前に因む。

¹² 当時、ヨーロッパにおけるエンジニアリングの地位は、サイエンスに対して低く見られており、英国においては当時、工学部は存在しなかった。

グラスゴーの鉄工所の徒弟制度で技術を習得しながらアンダーソン・カレッジで学び、その後、奨学金を受け、グラスゴー大学に初めて設立された土木工学科¹³でランキン教授から、機械工学、土木工学、技術者教育論を学び、首席で卒業した。そして、卒業したばかりの26歳で、工部大学校都検(学長)に就任し、1873年(明治6年)に来日した。彼は、工学全般にわたる総合工科大学の創立という日本側からの要請を踏まえ、来日に先立って工部大学校の構想を練った。当時は、まだ工学という学問体系が確立されておらず、総合的な工科大学は英国にも存在しなかった。彼は、スイスのチューリッヒ工科大学やフランスのエコール・ポリテクニックなどの教育課程を調査し、独仏の学理的な教育と英国の実地的な教育を折衷した世界でも最先端の工部大学校の組織およびカリキュラムを創設した。そして、都検を9年間務め、技術者教育制度を整え、多くの優れた技者を育てた。

着目すべきは、山尾とヘンリー・ダイアーは同時期にグラスゴーで過ごし、技術教育について共通の経験を持っていたことであり、技術教育に関する理念もかなりの部分、認識の共有があったと思われる点である。具体的には、当時のスコットランドでは、従来より、社会的地位が高かった牧師、法律家、医者に加え、エンジニアも社会的地位が比較的高かった。エンジニアは発明や改良を通じ人々の生活の向上に貢献する、エンジニアは社会発展の原動力であるという思想である。この思想は、エンジニアとは、社会進化の旗手であり、生涯、研究・創作していく専門職であるという考えであった。先述のように、ヘンリー・ダイアーも山尾も、工場の徒弟制による技術訓練とアンダーソン・カレッジの夜間クラスやグラスゴー大学といった理論的な学習の双方を経験し、学理的知識と現場経験を結びつける経験も積んでおり、その重要性について共有認識を持っていたであろう。スコットランド発のこうしたエンジニアの思想と教育スタイルをベースにして、山尾とヘンリー・ダイアーは工部大学校の設立と運営にあたったと推察される。

4.3 工部大学校における技術教育の特色

都検のヘンリー・ダイアーが掲げた教育理念は、「理論と実践の賢明な融合」であった(三浦、1983、p22)。当時、大陸ヨーロッパでは体系的な理論学習が主流であり、英国では実践的な現場自習が主流であった。しかし、理論学習のみでは現場への応用力に欠け、一方、実践的な徒弟制度は技術習得に時間がかかるという短所があった。ヘンリー・ダイアーは、理論と実践の有機的結合、別の言葉で言えば、スコットランドの実学重視の気風と大陸ヨーロッパの理論重視のブレンドを試みた。この試みは世界初であった。

教育課程は、予科2年、専門科2年、実務研修2年の計6年であった。最初の2年間は座学、次の2年間(専門学)は座学と実地訓練を交互に行い、最終の2年間は、工部省の各種事業の現場にて実務研修を行うこととなっていた(図1)。予科の2年間は、1年目に英語、数学、理学、図学、実験、2年目はこれら科目に加え、化学が行われた。専門科の2年間は、予科の試験を経て、進級できることとなっており、土木、機械、電信、造家(建築)、鉱山、化学、冶金、造船の8科目が開設されていた。最終の実務研修は、校内及び校外の実習であり、この実習が工部大学校の教育を大きく特徴づけるものとなっていた。

¹³ 前述の通り工学部自体は創設されなかったものの、理学部の中に土木工学科が創設された。

図 1:工部大学校のカリキュラム



出所: 泉田 (2017)

教育理念としては、理論より実践に重きを置いた教育をめざしており、学生に工場や土木現場で働くことを課した。赤羽工作所¹⁴や、佐渡、生野、三池の各鉱山、品川硝子製造所、長崎造船所など幅広い現場があり、大規模な工事にも生徒を積極的に参加させ、実地訓練を積み重ねた。

また、全人格的な教育を目指し、知識だけでなく、身体、精神の鍛錬も重んじた。ヘンリー・ダイアーは、全人的教育を訴え、「本校ノ目的タルヤ徒ニ読書ヲスル学生ヲ養成スルニ在ズ」とし、スポーツを奨励した。彼自身は、日本人に初めてフットボールを教えた先駆者でもあるが、1878年(明治11年)の学則には体操科目に競走・競漕・水泳など12種目、余暇科目にゴルフ、ラグビー、フットボールなど14種目がとり入れられている。そのような全人的教育を通じて、ヘンリー・ダイアーは工部大学生に「エンジニアは真の革命家であり、有益な市民となり、同胞の物質的・精神的福祉を向上させる人となる」ことを求めた。これは、ダイアー校長の工部大学校第1回卒業式の送辞(以下)にも表れている。

「学校は学問の仕方を教えるところである。日本工業の建設は諸君の双肩にかかっている。技術を磨くとともに、人格の優れた人物になれ。」

授業は原則、英語であり、校内の生活は朝6時から夜10時まで予定が組まれていた。工部大学校においては皆寮制度を採用しており、校内での規律ある集団生活のなかで人格教育は実施されたと推察される。卒業者のうち、優秀者はグラスゴー大学等の英国留学の機会が用意されていた。

¹⁴ 1871(明治4年)に工部省に置かれた製鉄寮を前身とする官営の製鉄所。機械をはじめ、門扉、橋など、鉄を用いた様々なものが製作された。

独自の教育により優れたエンジニア養成を行っていた工部大学校であったが 1885 年(明治 18 年)の官制大改革により、工部省は廃止され、同校は文部省に移管された。当時の文部大臣であった森有礼は、学校教育の中央統制を志向しており、工部大学校は東京大学工学部と合併となり、当初は反対運動も起こったものの、他大学や他学部とも横並びのなかで、工部大学校の実学重視の風潮は次第に薄れていった(北、1984、p101)。

4.4 工学教育の自立化

工部大学校は、開校当初より日本人技術者の手による技術者養成(技術教育の自立化)を教育目的に掲げていたが、1882 年(明治 15 年)頃から、工部大学校の卒業生が教壇に立つようになり、教授陣は順次日本人化していった。工部大学校の教員は、教授、教授補、助教に分類されていたが、まずは教授補クラスにおいて、外国人教師から日本人教師へ教授陣の自立化が図られた。1884 年(明治 17 年)頃より、教授クラスの日本人化が進められている。また、日本人教師の増加にあわせ、外国人教師の数が減少傾向に転じていることから、1882 年(明治 15 年)頃から技術教育の自立化が順次、進められた(戸田、2007)。その後、工部大学校が東京大学に合併された後も、工部大学校の卒業生は、東京大学における技術教育の中心的な役割を果たした。工部大学校は、現場で活躍するエンジニアの養成のみならず、教育面においても必要な人材の養成に十分な役割を果たした。

5. 開発途上国の工学教育と工部大学校の工学教育の比較

本節では、JICA が実施した工学教育支援プロジェクトのうち、国際協力機構人間開発部(2009)、国際協力機構人間開発部(2015)及び関連プロジェクトの Web サイト¹⁵をもとに東ティモールのプロジェクトの概要を整理するとともに工部大学校との比較を行う。

5.1 東ティモール大学工学部への JICA の協力の概要

東ティモールでは 1999 年 8 月の独立を問う直接投票後の政治的・社会的混乱により、多くの住民が避難をよぎなくされ、戦闘により教育機関をふくむ物的インフラの 7 割以上が破壊・使用不可能となった。当時、東ティモールの行政を担っていた東ティモール暫定行政統治機構(UNTAET/ETTA)は 2000 年 11 月に東ティモール大学を開校し、国造りを担うべき技術系人材の育成の観点から、インドネシア時代の旧東ティモール・ポリテクニクを母体として工学部に電気・電子工学科、機械工学科、土木工学科を設置した。しかし、東ティモールでは高等技術教育体制の整備・運営にかかわる経験・知識が不足していた。このため、学生に対しても、高等教育レベルの工学教育を適切に行なえる状態になく、東ティモールの工学教育の正常な運営や、同国に必要な技術者の育成は、困難な状態となっていた。

JICA は、東ティモールの支援要請に応え、2001 年より東ティモール大学工学部各学科の

¹⁵ 以下の Web サイトを参照した。

<https://www.jica.go.jp/project/easttimor/0601585/index.html>

<https://www.jica.go.jp/project/easttimor/007/outline/index.html>

<https://www.jica.go.jp/project/easttimor/002/index.html>

カリキュラムの策定、電気・電子工学科に対して実習指導の専門家派遣による技術協力を行うとともに、施設復旧・機材供与といった資金面での協力を実施してきた。このうち、施設や機材以外の、カリキュラムや教官の能力向上といった技術面の協力は、これまで3期にわたり、継続的な協力が続いており、概要を以下に示す。

第一期:

プロジェクト名:東ティモール大学工学部支援プロジェクト

期間:2006年から2010年

背景:東ティモール大学工学部は、東ティモール国内では唯一の公的高等技術教育機関であり、現時点で国内最高の工学系教育機関であるにもかかわらず、教官のレベルは十分でなく、多くの者は中等教育レベルの数学や物理、英語の能力も身につけていない状況であった。また、指導計画に基づいた形式の確立した授業を行う等の、基礎的指導力も教官に望めない状況である。

このため、学生に対しても、高等教育レベルの工学教育を適切に行なえる状態になく、東ティモールの工学教育の正常な運営や、同国に必要な技術者の育成は、困難な状態となっている。本プロジェクトにより、工学部教官の基礎的な指導能力が向上を支援し、国内で必要とされる技術者の養成に寄与するため、本プロジェクトの実施に至った。

日本側協力機関:埼玉大学、長岡技術科学大学、岐阜大学

プロジェクト目標:工学部教官の基礎的な指導能力が向上する。

想定される成果:

- 1.教官が東ティモール国の工学分野のニーズにあった適切なカリキュラムとシラバスを作成できるようになる。
- 2.教官が基礎的な数学、物理、基礎工学および実験実施のために必要な基礎知識を修得する。
- 3.指導の質、指導方法、および実験資機材を含む指導教材が適切な管理体制の下で改善される。
- 4.将来の工学部において中心人物となる教官が、東ティモール大学外で学位を取得する。

主な活動:

- ・東ティモール大学における工学教育方針を策定する。
- ・現行の東ティモール大学におけるカリキュラムおよびシラバスのレビューを行ない、カリキュラムおよびシラバスを改訂する。
- ・教官の工学分野における知識と技術のレベル向上のためのトレーニングを実施するとともに、授業参観を行なう等で指導の質について確認する。
- ・教員のうち候補者を選抜し、日本へ留学し、学位を取得する。

第二期:

プロジェクト名:東ティモール国立大学工学部能力向上プロジェクト

期間:2011年から2016年

背景:前フェーズの「東ティモール大学工学部支援プロジェクト」では、工学部教官の知識・技能の習得や修士号の取得を促した。他方で、東ティモール大学工学部は教育の質の向上を

目指して現行の3年制学士プログラムから4年制学士プログラムへの移行を計画しており、学部・学科の組織としての管理運営体制の強化と、東ティモールの地域社会に貢献する実践的な調査研究活動に基づく更なる教育能力の強化の必要性が確認されていることから、本プロジェクトの実施に至った。

日本側協力機関:長岡技術科学大学、山口大学、岐阜大学

プロジェクト目標:工学部が適切な管理運営のもとで質の高い教育を提供する。

想定される成果:

- 1.工学部における授業(講義・実験)の実施環境が改善する。
- 2.実践的な調査・研究活動に基づいて卒業研究指導が行われる。
- 3.学部の管理体制が改善される。

主な活動:

- ・工学部3学科が全国標準カリキュラムに沿った4年制学士プログラムのカリキュラムを作成する。
- ・教官が4年制学士プログラムのカリキュラムに沿ったシラバス、教材等を作成する。
- ・教官が地域の調査・研究ニーズを把握し、教官が実践的な調査・研究活動を実施する。
- ・教官(学部)が学生に指導をするための調査・研究実施方法を確立し、学部で学生に対する卒業研究指導が行われる。
- ・工学部が学則に基づき、教育・指導体制改善のための学術委員会を組織する。
- ・工学部が学則に基づき、学部の管理体制改善のための検討委員会を組織する。
- ・工学部が活動計画に基づき、教職員の管理能力強化を行う。

第三期:

プロジェクト名:東ティモール国立大学工学部能力向上プロジェクト・フェーズ2

期間:2016年から2022年

背景:第一期、第二期のプロジェクトにより同大学工学部の教育の質は改善され、教官の研究能力も高まった。他方、市場ニーズに対応した高度技術者を育成するにはまだいたっておらず、実践的な調査研究活動に基づくさらなる教育、研究能力の強化の必要性が確認されたことから、本プロジェクトを実施するに至った。

日本側協力機関:長岡技術科学大学、山口大学、岐阜大学、九州大学

プロジェクト目標:東ティモール大学工学部において社会ニーズに対応した教育・研究機能が強化される。

想定される成果:

- 1.優先課題に取り組む学部運営メカニズムが強化される。
- 2.東ティモール工学部で社会ニーズに即した教育が提供される。
- 3.東ティモール工学部教官による社会ニーズに即した研究が実施される。

主な活動:

- ・学部運営改善のため、以下を含めた優先課題を特定する。
 - 連携ユニット&連携活動
 - インターンシップ・卒業研究制度の改善
 - 機材運営維持管理

- 特別講義
- その他課題(例:卒業生の追跡調査、キャリアサポート、ファカルティ・ディベロップメント活動など)
 - ・特定された課題について、学科長がチーフアドバイザー及び学科支援専門家支援のもと、年間活動計画を策定し、実施する。
 - ・教官が本邦支援大学教員の助言を受けながら卒業研究の実施手順とスケジュールのレビューを行い、社会ニーズに即した卒業研究を行う。
 - ・学術委員会がカリキュラムと社会ニーズにもとづき、シラバスと教材をレビューし修正を行う。
 - ・学科長が教官の能力強化計画を立案し、能力強化計画を実施する。
 - ・教官が研究・調査の社会ニーズを特定し、研究活動を行う。
 - ・また、研究成果を広く共有する／連携先にフィードバックする。

5.2 プロジェクトの成果と課題

第一期の終了段階で、東ティモール大学工学部の教官により、適切なカリキュラムにもとづくシラバス作成がある程度可能となった。カリキュラムは、東ティモール教育省が 2007 年に作成したナショナルカリキュラムをベースとし、毎学期シラバスを作成している教官も増えており、シラバス作成の習慣は浸透しつつある。教官の数学、物理、基礎工学における知識や研究活動のための必要な実験等の技術も日本人専門家の技術協力のもと大部分、習得されつつある。また、授業の指導教材も課題はあるものの改善が見られた。よって、プロジェクト目標であった工学部教官の基礎的な指導能力の向上はおおむね達成されたといつてよい。しかしながら、個々の教員の能力は向上しつつあるも、教官の数や能力がまだ不足していること、あるいは実験機材の不足により、カリキュラムを完全には踏襲することが困難な状況であり、工学部全体としての教育の質の向上までは至らなかった。

これを受けて実施された第二期の終了時の評価によると、カリキュラムに従い、90%以上の科目でシラバスが整備され、90%以上の授業において、工学部教官により講義ノート・実験実習書といった教材が整備される等、工学部における授業(講義・実験)の実施環境が改善された。他方で、工学部の管理体制については、工学部運営委員会、学術委員会が設置され予算計画の策定やクラス評価等の活動を行っているが、活動計画の作成には至らず一部課題が見られる。また、卒業研究指導については、プロジェクト開始前、3 年制プログラムの学生が 4 年制コースに編入できることを想定し、卒業研究指導をプロジェクトの活動に組み込んでいたが、プロジェクト開始後、東ティモール大学は編入制度を認めないことを決定した。これを受け、4 年制学士の第 1 期生の卒業研究指導は、プロジェクト終了後に持ち越されることになったため、卒業研究に関する活動は実施できなかった。

第一期、第二期を経て、東ティモール大学工学部の教育の質は改善されつつあるものの、大学の目的のひとつである東ティモール国内で必要とされる技術者の養成には必ずしも十分に応えられている状況ではなく、第三期のプロジェクトが引き続き実施されている。

5.3 東ティモール大学工学部と工部大学校との比較

5.3.1 カリキュラムの概要

表 1 に東ティモール大学工学部(土木工学)のカリキュラムを、表 2 に工部大学校(土木工

学)のカリキュラムを示した。東ティモール大学が4年生、工部大学校が6年生という期間の違い、工部大学校の科目は詳細に分類されておらず大枠の分類(例えば、数学について、東ティモール大学は微分積分、幾何学といった細かい科目分類に対し、工学大学校は数学といった大枠の分類)といった違いはあるが、学習内容に顕著な違いは見られない。これは、技術の進歩が著しい機械工学や電気工学に比べ、土木工学の基本的な理論は、100年前に比べても比較的、同じであり、カリキュラムの比較も一定程度の妥当性があると考えられる。

表1:東ティモール大学工学部(土木工学)のカリキュラム(単位:時間/週)

学年	学期	科目名	週当たりの就業時間	
			理論	実習
1	1	ポルトガル語I	3	
		英語I	3	
		テトウン語I	3	
		基礎数学	4	
		基礎物理	4	
		基礎情報工学	3	
	2	ポルトガル語II	3	
		英語II	3	
		テトウン語II	3	
		市民教育、道徳・倫理	2	
		化学	2	
		土木工学入門	3	
2	3	微分積分I	4	
		工学への統計適用	3	
		技術設計	2	4
		地質工学	3	
		土木建設材料	2	4
		一般力学I	5	
	4	一般力学II	4	
		地形学	3	3
		微分積分II	4	
		材料抵抗	5	
		水理地質学	4	2
		土質力学I	2	
3	5	流体力学	3	2
		土質力学II	2	3

		幾何学	4	
		構造解析I	4	
		鉄骨造I	4	
		鉄筋コンクリート造I	4	
	6	水理学	2	2
		鉄筋コンクリート造II	5	
		鉄骨造II	5	
		道路舗装	4	
		プロジェクトマネジメントI	4	
		構造解析II	4	
	4	7	灌漑と水力発電	4
プロジェクトマネジメントII			5	
工学経済			4	
基礎			2	2
任意科目			4	
給水と衛生			3	2
8		科学的方法論とプロフェッショナル インターンシップ	1	8
		最終プロジェクト	2	
		計	147	32

出所:国際協力機構ら(2015)より作成

表 2:工部大学校(土木工学)のカリキュラム

学年	科目名	週当たりの 就業時間	
		理論	実習
1	数学	7.5	
	英語	7.5	
	図学	4.5	
	理学実験		4
	理学	4	
2	数学	6	
	英語	6	
	図学	4.5	
	理学	3	3
	化学	3	3

3	地質学	4.5	
	高等数学	3	
	高等理学	4	
	土木工学専門	11	
4	実習		26 ¹⁶
5	現場実習		35 ¹⁷
6	現場実習		35
	計	68.5	106

(単位:時間/週)

出所:植村(2014)の1878年専門学土木学科3年生用時間割をもとに作成

5.3.2 科目別の時間配分

図 2, 3 に東ティモール大学工学部と工部大学校のカリキュラムにおける理論と実習の時間の各割合を示した。東ティモール大学工学部では、理論学習が約 8 割に対し、工部大学校では約 6 割が実習と割合がほぼ逆転している。また、図 4, 5 に、東ティモール大学工学部と工部大学校のカリキュラムにおける語学、工学基礎(座学)、工学専門(座学)、実習の科目別時間配分を示した。語学、工学基礎(座学)については、両者でほぼ同じ割合であるが、東ティモール大学では、工学専門(座学)71.1%、実習 8.9%に対し、工部大学校では、工学専門(座学)16.3%、実習 61%と、専門教育において東ティモール大学では理論教育が重視される一方、工部大学校では実習重視と明確な違いがみられた。

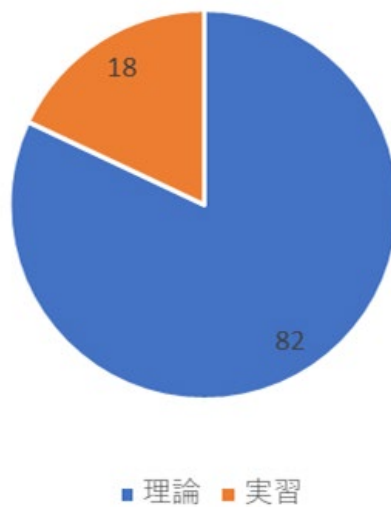
この差異については、二つの要因が考えられる。第一に、工学教育における方針の差異であり、前述したとおり工部大学校の実践重視の方針がカリキュラムにも現れている。第二に、実習プログラムの内部化の観点である。東ティモール大学にもインターンシップの科目があり、東ティモール工学部 OB が就職する官庁や公社、民間企業とのコネクションがあり、インターンの受入れは自体はスムーズである¹⁸。一方で、インターン先はあくまで大学外部の各組織であり、実習と座学の連携には一定の限界がある。これに対し、工部大学校は工部省の管轄であり、工部省自体が現場を持っていたため、実習自体がカリキュラムに内部化されており、座学と実習の有機的な連携の観点でも理想的な条件であったと推察される。また、工部省が持つ実習現場は、大規模な国家プロジェクトであり、そこでの 2 年間の実習は、卒業後、すぐに工部省等の官公庁が有する同規模の現場で指導的な役割を担うにあたり、極めて有効な経験であったと推察される。このような事業官庁が持つ現場と教育機関の連携が有効に機能したことも、工部大学校の実習重視のカリキュラムが成立した背景といえよう。

¹⁶ データがなかったため、1年次から3年次の週当たり授業時間数の平均とした。

¹⁷ 工部大学校の平均的な一日のスケジュールより、午前中 8時から12時、午後 13時から16時の勤務と仮定し、週 35時間とした。

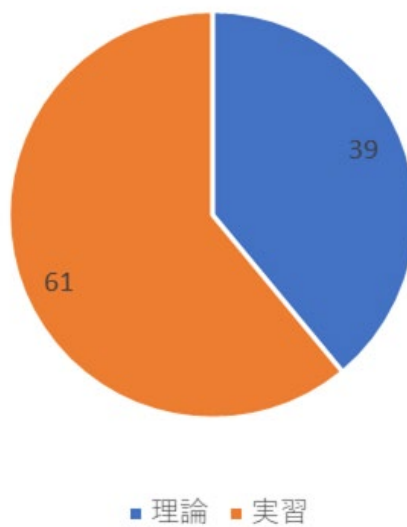
¹⁸ JICA 人間開発部によれば、インターン先から早急な就職を誘われ、インターン後に大学に戻らず(卒業せず)就職する学生も多くいるとのこと。

図 2: 東ティモール大学工学部の理論と実習の割合(%)



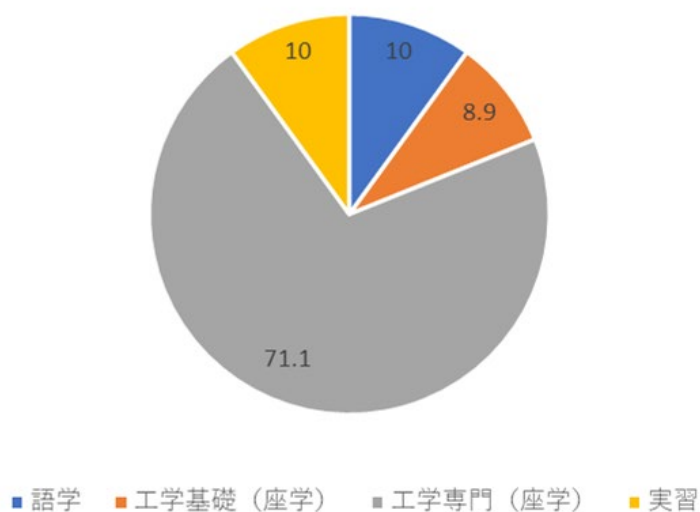
出所: 表 1 のデータをもとに筆者作成

図 3: 工部大学校の理論と実習の割合(%)



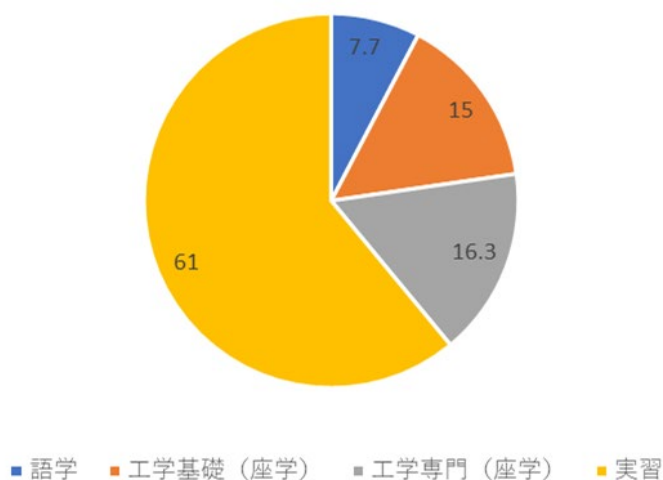
出所: 表 2 のデータをもとに筆者作成

図 4: 東ティモール大学工学部の科目別時間配分(%)



出所: 表 1 のデータをもとに筆者作成

図 5: 工部大学校の科目別時間配分(%)



出所: 表 2 のデータをもとに筆者作成

5.3.3 人格教育、倫理教育

東ティモール大学では、「市民教育、道徳・倫理」の授業が一コマ開講されているに対し、工部大学校においては、皆寮制度を採用しており、人格教育、倫理教育も含めた日常の生活指導も外国人教師が担った。表 3 に工部大学校の標準的な一日の時間割を示す。この時間割は厳格に守られ、運動の時間には、フットボール、クリケット、ベースボール、ボート等が取り入れられた。工学の高等教育において、運動が取り入れられているのは画期的であり、スポーツを通じて、協調性、リーダーシップといったこともおのずと教育されていたことがうかがえる。工

部大学校の学生の回想によれば、都検のヘンリー・ダイアーをはじめ全ての外人教師が意気と熱誠をもって指導にあたり、自己の利益ではなく、国民に貢献すべきことを理念として指導にあたった(土屋、1950)。多くの学生は、外国人教師の指導に尊敬と敬意と感謝を抱いており、ヘンリー・ダイアーの離任時には、卒業生一同より感謝の書簡も送られている。このように工部大学校の倫理教育、人格教育は、座学の講義ではなく、規律のある集団生活の中で実施されていたことが推察される。

表 3: 工部大学校の標準的な一日の時間割

6:00-7:30	習学
7:30-8:00	朝食
8:00-12:00	授業
12:00-13:00	昼食
13:00-16:00	授業
16:00-17:00	夕食
17:00-18:00	体操 (運動)
18:00-21:00	習学
21:00-22:00	休憩

出所: 土屋(1950)

5.3.4 技術協力のアプローチ

東ティモール大学では、教育の現場に立つのは東ティモール大学の東ティモール人の教官であり、日本人の技術協力専門家はあくまで黒子に徹し、原則的には東ティモール人の教師を背後から支援するスタイルである¹⁹。それに対し、工部大学校では、初期は一切の権限を外国人教師に委ね、外国人教師が直接教育にあたり、その教え子の中から日本人教師が育ち、徐々に日本人が教員に就くというスタイルを取っている。工部大学校が存在したのは100年以上前であり、時代背景も異なることから簡単に比較できるものではないが、工部大学校の場合、創設から約10年程度で技術教育の自立化が一定程度、進捗しており、即効性という点では工部大学校のスタイルに優位性がある。ただし、教師の質や教師の人選が非常に重要となる。日本のODAによる技術協力は、東ティモール大学のプロジェクトのように相手国の自主性(オーナーシップ)を尊重するスタイルを基本とするが、紛争後の国などで教育にあたる人材のレベルが著しく欠如している場合、初期段階では技術協力専門家が直接、教育にあたり、徐々に後続にバトンタッチしていくというアプローチも一考の価値があると思われる。

¹⁹ JICA 人間開発部によれば、PDM 上では、学生への直接の教育活動は読みにくいものの、例えば、現フェーズ(フェーズ2)では、学科支援専門家(1~1.5カ月の比較的長期の専門家を学科ごとに派遣)が学生へ直接実験指導や特別講義を行っている(教官への指導も兼ねている)。プロジェクトの対象はあくまで教官の能力強化だが、専門家が必要に応じて前にも出ることもあるとのこと。

6. 結論～工部大学校の経験が開発途上国に与える示唆～

本稿では、明治時代のエンジニア養成に決定的な役割を果たした工部大学校の教育について概観するとともに、その経験が、同じく公益事業の推進に必要な人材養成が課題となっている開発途上国のエンジニア教育に与える示唆について考察した。

工部大学校は、殖産興業を進める明治政府により、各種インフラ事業を担う人材の育成を目的として設立された。その教育目的は、(1)お雇い外国人教師からの西洋工業技術の習得、(2)日本人教師の手による技術者養成(技術教育の自立化)であり、1887年(明治20年)以降、明治20年代半ば頃までに近代的な技術を習得した日本人技師が公共事業において主導的な役割を担うに至ったこと、また工部大学校自体も1882年(明治15年)ころから教師の日本人化が図られたことから、工部大学校によるエンジニア教育は一定の成功を収めたと評価され、その要因として以下の3点を指摘した。

- ・実学重視のカリキュラムが、即戦力となるエンジニア養成に効果的に機能したこと。
- ・技術教育のみならず、全人格教育を重視し、公益マインドと高い倫理観を有するエンジニアの養成に成功したこと。
- ・技術教育の自立化を当初から掲げ、計画的に教師陣の日本人化を図ったこと。

工部大学校の経験が、開発途上国に与える示唆として、多くの開発途上国では、公益事業を推進する技術官僚の養成が重要であるが、即戦力となる上級エンジニアの技術教育には、理論と実地訓練のバランスが取れたカリキュラムが有効と示唆される。また、技術教育のみならず、全人格教育が国家を支える技術官僚には必要である。さらに、現場を有する官庁は教育機関と連携し、官庁の現場での実地訓練をカリキュラムに含めることがエンジニア教育上、有効であることが示唆された。JICAの高等教育支援においても、日本の工学教育のノウハウを凝縮して共有することで、理論と実地のバランスを意識したカリキュラム、官庁との連携による実地研修(インターン)や共同研究が少しずつ実践されてきており、徐々に成果が表れてきているとの情報もあることから、本稿で示唆された視点を意識した高等教育支援の更なる展開を期待したい。

最後に、今後の研究課題として2点あげたい。第一に工部大学校と高等教育全体の関係性についての観点である。本稿はあくまで工部大学校を単体で見た際の、同校の経験が開発途上国に与える示唆を分析したものである。一方で、明治政府全体での人材育成方針の中で工部大学校の位置づけ、工部大学校が他の分野の高等教育機関や高等教育行政にどのような影響を与えたのかといった高等教育全体の視点からの更なる分析は、工学分野の高等教育にとどまらず開発途上国の高等教育支援にとって有益と思われる。第二に、援助の受け手としての経験と援助実施国としての連続性の観点である。例えば、フィリピン大学交通研究センターに対する日本の協力では、日本からの長期専門家を多く受け入れると同時に、フィリピン側が自ら博士を輩出し、学問的に自立できることを目指して行われた。この中長期的な自立化の観点は工部大学校の経験に源流があるとも思われ、更なる研究が望まれる。

以上

<参考文献>

- 泉田英雄(2017)「工部大学校創設再考—学則・教育課程の編成と校舎の設計の視点から—」
日本建築学会論文集 第82巻 第739号 2401-2410
- 泉田英雄(2020)「近代日本建築・技術史のあれこれ」(website)
<https://sites.google.com/site/archismojapan/>
- 植村正治(2010)「明治初期工学教育機関の設立—工学寮について—」社会科学(89) 21-47
- 植村正治(2014)「シラバスを通して見た工部大学校の理学教育」社会科学 第43号 第4号 109-147
- 北正巳(1984)「国際日本を拓いた人々」同文館
- 北正巳(2001)「スコットランドと近代日本」丸善プラネット株式会社
- 北正巳(2017)「明治期日本の産業革命遺産とスコットランド人技師・教師の貢献」創価経済論集 46(1・2・3・4) 1-17
- 国際協力機構・山下設計・インテムコンサルティング・パデコ(2015)「東ティモール民主共和国 東ティモール国立大学工学部校舎建設計画 準備調査報告書」
- 木村麗(2011)「国産の鉄製部材とセメントとガラスの製造のあけぼの その2 鉄製部材や機械の製造 工部省 赤羽工作分局」社会科教育 2011年11月号
- 国際協力機構社会開発部(2008)「東ティモール国道路維持管理能力向上プロジェクト終了時評価調査報告書」
- 国際協力機構社会基盤・平和構築部(2014)「東ティモール民主共和国 道路施工技術能力向上プロジェクト終了時合同評価報告書」
- 国際協力機構人間開発部(2009)「東ティモール民主共和国 東ティモール大学工学部支援プロジェクト終了時評価調査報告書」
- 国際協力機構人間開発部(2015)「東ティモール民主共和国 東ティモール国立大学工学部能力向上プロジェクト終了時評価調査報告書」
- 館昭(1976)「日本における高等技術教育の形成—工部大学校の成立と展開」教育学研究 43(1) 13-21
- 土屋忠雄(1950)「工部大学校を繞る史的考察」教育学研究 18巻 6号 53-78
- 戸田清子(2007)「工部大学校における技術教育—その「自立化」過程をめぐる考察—」奈良県立大学研究季報 17(3/4) 129-138
- 林俊行編(2008)「国際協力専門員」新評論
- 三浦信浩(1983)「明治のエンジニア教育」中公新書
- 渡邊正俊・溝田祐造(2017)「開発途上国の橋梁事情と橋梁維持管理に係る技術移転」コンクリート工学 Vol.55 No.5 429-432