

新潟大学工学部における工学教育改革に関する国際調査活動

新潟大学工学部

岡 徹雄、佐藤 孝、阿部 和久、山内 健、鳴海 敬倫、山際 和明、
鈴木 敏夫、田邊 裕治、西村 伸也

新潟大学

金子 双男

事業創造大学院大学

仙石 正和

1. はじめに

近來の教育環境の変化には社会全体の国際化が強く影響している。企業の海外進出や、商品サービスの国境を越えた取引は、従来の大企業を中心とした流れだけでなく、都会か地方かを問わずあらゆる業界の企業にとってその生き残りを賭けた課題である。高等教育の国際化はこれに準じてようやく加速しつつあり、大学卒業後まもない技術者や研究者にも、国際的な視野をもった行動が必要であろう。

新潟大学工学部は、工学教育における国際的な活動を進めてきた。その一つは、工学教育改革の成果を国際的な場で公表する活動であり、またそれに伴う工学教育に関する海外調査である。工学教育における現代的な課題は多くの国や大学において共通に取り上げられており、国際的な協調や情報交換は我々にとって有効である。今ひとつは、短期あるいは中期に亘る学生や教員の大学間交流である。これらの活動を通じて、現在進行中の教育改革やその重要性に対する共通認識を得ることができたと考えており、今後の工学教育の在り方を考える上で重要な知見となっている。

2. 国際会議における成果公表の活動

表 1 にこれまで実施してきた国際会議での発表数を挙げる。ものづくり教育や技術連携教育など主に 5 つの国際会議での 8 つの教育分類に亘って 50 件の発表を行った。これらのいくつかでは発表後に充実した討論の機会が設けられており、海外における工学教育への取組状況が議論されている。

世界継続工学教育会議 (WCCEE) では、大学卒業以降の工学教育や大学と社会との連携の中で工学教育に関する事例が議論される。2004 年の参加以降、文科省の教育改革公募に採択された事業 (GP 事業とよぶ) の成果をもとにその実施状況や問題点を議論してきた。アジア工学教育会議 (ACEE) は、国内のいくつかの大学が韓国や中国とともに順次開催し、

各大学の工学教育の取組に関する発表の場となっている。国際融合技術シンポジウム (ISFT) は新潟大学工学部が韓国と中国の 4 つの大学と連携して開催する特徴ある研究や教育に関する総合的な国際シンポジウムである。世界工学教育フォーラム (WEEF) はあらゆる国と地域から広く参加者が集まる、工学教育全般にわたる世界規模の会議である。世界工学会議 (WECC) は展示会を含む大規模な会議で、2015 年に工学教育のセッションが設けられたことから、筆者らが工学教育に関する国際調査をテーマに論文投稿とポスター発表を行った。

米国工学教育協会 (ASEE) が主催する国際会議のひとつである WCCEE において、筆者らはこれまでに 22 件の発表を行ってきた。その規模は大きくないが、各々の口頭発表後に十分な討論時間を設け、当該の課題に対して活発な意見交換がなされる。ここで筆者らが公表してきたのは、大学と社会が共同で取り組む学生教育としてのプロジェクト・ベースト・ラーニング (PBL) やインターンシップなどのキャリア教育などであり、同時にその国際化であった。たとえば PBL では、正解があらかじめ用意されていない現実的な問題を学生が取り組むべき課題として捉え、その解決の過程が教育プログラムとなる。従来からの自然科学分野の各教科に加え、学部段階の早い時期からその学問領域を超えた教育方法が求められている中¹⁾、スタンフォード大学の d.school に象徴されるように、工学教育におけるこのようなデザイン教育は一つの大きな流れであり、すでに世界的に共通なものとなっている²⁾。

2009 年から参加した ACEE では工学教育に関して 13 件の発表を実施してきた。提出した論文の一部はピア・レビューを経て学術誌 *Journal of Engineering and Educational Research* に掲載される。ここでは教員や研究者による教育分野の発表の他に、学生による研究発表も行われ国際的な発表経験の場となっている。

表1 工学教育に関する国際会議での発表数 (2007-2015)

分類	WCCEE	ACEE	ISFT	WEFF	WECC	Total
1.ものづくり教育	2		1			3
2.技術連携教育	7	2	7	1		17
3.キャリア教育	2	2				4
4.初動教育	1	2				3
5.リーダーシップ教育	1	2		1		4
6.国際協調	5	4			1	10
7.教育改革	2	1	2			5
8.その他	2		2			4
計	22	13	12	2	1	50

WCCEE:世界継続工学教育会議、ACEE:アジア工学教育会議、ISFT:国際融合技術シンポジウム、WEFF:世界工学教育フォーラム、WECC:世界工学会議

本学工学部の国際的な教育調査活動の本格的な取組は2007年のFusion Technology (ISFT) にその端を発する。図1にその構成を示す。初回を新潟大学が主催したこの会議は、5つの大学で進められている特徴ある研究を広く発表しあうもので、あらゆる技術分野の融合した形を示している。教員や研究者による研究や教育に関する発表のほか、学生セッションが設けられ、学生による研究発表が行われてきた。上記ACEEとともに学生による発表は、本学工学部が特徴あるリーダーシップ教育として進めるスマート・ドミトリーの学生にとって絶好の機会である。卒業研究を開始する以前の学生による国際会議での発表実績は、学生にとって大きな研究キャリアになると同時に、国際的に通用するリーダーとして卒業時に認定されるトップ・グラデュエイツへの要件でもある³⁾。

世界規模で隔年開催される工学教育に関する国際フォーラムWEFFはASEEや欧州工学教育協会、国際工学教育学協会IGIPなどに支えられた大規模な国際会議である。世界各国の工学教育の実践例がセッションごとに発表され、討議されるこの会議に投稿された論文は、米国電気電子学会IEEEのInteractive Collaborative Learning (ICL)の特集号として出版された⁴⁾。また2015年に京都で開催されたWECCでは、本学が行ってきた工学教育に関する国際調査について論文投稿とポスター発表を実施した。

これら工学教育に関する国際会議発表では、上記の文科省GP事業の成果公表とともに、各国各大学における工学教育のもつ問題点や課題に触れ、討論を通じてその理解と共有化ができる大きな利点があ

る。これは今後の教育改革や教育プログラムの立案に大きく寄与すると考えている。

3. 工学教育改革に関する国際調査

もうひとつの取組は海外大学との教育に関する研究調査の共同実施である。本学工学部と欧州の大学との交流は20年前のマグデブルグ大学との連携から始まる⁵⁾。この活動の中で、夏の学校と称する学生と教員の短期交流が、各年の学生と教員の派遣と受入を通じて共同で実施されてきた。

海外からの教員や研究者の来訪に関して、筆者らは2008年に文科省に採択されたグローバル・サーカス事業を通じ、欧州から工学教育に関する講師や技術者、学生を招聘し、以下に述べる国際シンポジウムや教員研修(FD)のための講演会、学生とのワークショップへの参加によって活発な情報交換を実施した。

欧州において統合的な教育改革を目指すボロニャプロセスなどの国際的な教育の質の保証に関する取組が活発に行われていたことから、2007年にドイツのダルムシュタット工科大学から講師を迎えて、本学の教員へのFD講演会を行った。日本と同様に、工学を取り巻く技術の進歩により、工学部学生への人間性教育の重要性が示され、技術者は倫理観をもった哲学者でもなければならないという論旨が展開された。また、ダルムシュタット工科大学の電気エネルギーに関する若手研究者を招聘し、研究・教育の両面から交流に関する意見交換と情報収集を行った(図2a)。さらに、学外の技術者と研究者を招いて学生指導をおこなう教育成果発表会への参加を通して、工学部学生への授指導と意見交換を行った。2013年に



図1 国際融合技術シンポジウム (ISFT)

締結した全学交流協定によって、年間 2 名の学生の派遣と受入ができるようになり、相互の教員による大学紹介を通じて、学生交流の活性化を図ってきた (図 2b)。

一方、海外において実施した工学教育に関する調査対象は米国ヒューストン大学、英国グラスゴー大学、韓国プサン大学、ハンヤン大学、ドイツのドレスデン工科大学、ダルムシュタット工科大学などである。各大学はその特長を生かした取組を実施しているが、例えばヒューストン大学では、高校の女生徒を対象とするサマーキャンプに女性宇宙飛行士を講師として派遣するなど極めて特徴的な活動があった。このように自らの大学がもつ特徴や強みを積極的に打ち出した教育プログラムの開発が重要である。

ダルムシュタット工科大学に関しては、2009 年から教育に関して教員の交流を進め、現地訪問による

大学紹介や学生の交流を進めて、全学交流協定の締結に至った (図 2c)。その流れからさらに学術に関する共同研究の可能性を調査し (図 2d)、2015 年からは材料科学の分野で学生を含めた共同研究を開始し、学生と教員の双方について派遣と受入を行っている。これらには科研費あるいは日本学生支援機構 JASSO の海外留学支援制度による奨学金を利用している。

アジアに関しては、韓国での工学教育改革を推進するハンヤン大学の担当教員を招聘し、国際協力と教育に関する FD 講演会を実施した。韓国では日本の日本技術者教育認定機構 JABEE に相当する ABEEK と呼ばれる教育の質保証への取組があり、大学を挙げて精力的な取組行われている。その熱意は日本のそれをはるかに超えると感じられた。



図2 工学教育改革に関する国際調査



2010年3月 ドレスデン工科大の教員と学生

(a)



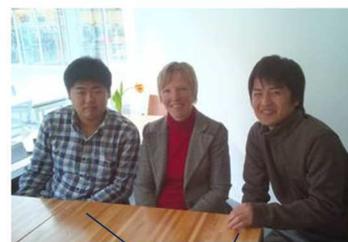
2012年8月 ドレスデン工科大からの受入学生

(b)



2012年10月 ドレスデンへの派遣学生

(c)



2015年3月 ドレスデン工科大への派遣学生

(d)

図3 研究交流に関する学生の受入と派遣

4. 学生の相互交流による実践教育

これらの大学連携の多くは教員のもつ個人的な研究活動の繋がりから生じた。例えばドレスデン工科大学とは、材料科学に関する研究での繋がりをもとに、2013年に部門間の交流協定を締結してその連携を深めてきた。現在では、研究を通じて行う連携のもとに、相互の学生の中期的な派遣と受入を行っている。その他の研究分野でも共同研究の可能性を模索しながら、学生の派遣や受入を行っている。図3a、bに本学工学部に3カ月の期間で受け入れた学生と、短期的に訪問したその担当教員を、図3c、dに本学工学部からドレスデン工科大学に3カ月あるいは1学期間派遣した学生を示す。いずれも日独双方の同じ分野の研究室に滞在して、材料科学に関する研究を実施してきた。筆者らの派遣した学生はこれまでに7人、受入学生は6人である。教育改革の目的には必ずしも直接合致しないが、いずれの学生にも留学による教育的効果は顕著である。学生が単独で行う3カ月から1学期の滞在は、学生自身のキャリア形成に大きな利益がある。同時に、先端的な学術研究を日独双方で行うことは、学生の研究意欲の向上に極めて有効である。これらは国を跨いだ研究室間で行う双方向のインターンシップであり、研究分野における極めて実践的なPBLでもある⁶⁾。

5. おわりに

文科省の採択を受けたいわゆるGP事業に関して新潟大学工学部が行ってきた教育改革の進捗の中から現れた成果を国際会議において公表し、2015年度までに50件の発表実績を得てきた。国や地域によっ

て元来の教育環境はそれぞれ異なるが、工学教育をめぐる多くの課題には共通する部分があり、これらを討論し情報を共有することは新たな教育改革や教育プログラムの立案にあたって利益のあることと考えられる。また、個別の共同研究などに基づく国際的な相互理解は、学生や教員の相互交流に対して重要な役割を果たす。同時に、3カ月乃至1学期の現地滞在は学生の研究意欲の促進や教育効果の向上に対して有効である。

謝辞

本調査研究に協力頂いたヒューストン大学のサラマ教授、ワインシュタイン教授、プサン国立大学のリー教授、ダルムシュタット工科大学のハンペ教授、シュテンツェル教授、ラウ教授、エーピング博士、シュタイナー博士、ゲネンコ博士、グラスゴー大学のタンナー教授、ドレスデン工科大学のシュルツ教授、ハスラー博士、現カールスルーエ工科大学のホルツアプフェル教授、現名古屋大学の飯田教授に厚く感謝する。この活動は新潟大学工学部の羽田卓司氏、羽鳥拓氏、寺澤久美子氏、石井友理氏、中野祥子氏の協力によって進められたことに感謝する。本取組は文部科学省の採択を受けた新潟大学工学部による教育改革(GP)事業と新潟大学大学院自然科学研究科によるグローバル・サーカス事業、ならびに日本学生支援機構JASSOの海外留学支援制度により進められた。

参考文献

- 1) R. Miller, "From the Ground Up: Rethinking Engineering Education for the 21st Century," Symposium on Engineering and Liberal Education, Union College, Schenectady, NY, June 4-5, 2010.
- 2) 仙石正和、「工学教育の変遷と工学研究の広がり」、IEICE Fundamentals Review, vol. 9, No. 1, pp. 5-13.
- 3) K. Yamagiwa, T. Yamauchi, K. Abe, T. Narumi, "Research Internship Project Smart Dormitory for Freshmen, Sophomore and Juniors," Proceedings of 4th Asian Conference on Engineering Education (ACEE2014), 11 October 2014, Kumamoto, GS-2-3-4, pp.315-316.
- 4) T. Oka, T. Yamauchi, K. Abe, T. Narumi, and Y. Tanabe, "Educational Programs for Freshmen Based on Forefront Scientific Researches on the Environmental Purification Project with Intense Magnetic Fields", IEEE-Interactive Collaborative Learning (ICL), DOI: 10.1109/ICL.2014.7017931, pp. 1068-1072.
- 5) T. Sato, L. Wisweh, S. Sakamoto, T. Shimizu, H. Ikeda, T. Oka, Y. Tanabe, "International Cooperative Activities for the Engineering Education between Otto-von-Guericke University Magdeburg, Germany, and Niigata University, Japan," J. Engineering Education Research, Vol.13, No.5, Nov. 2010, pp. 49-54.
- 6) T. Oka, S. Harada, Y. Tanabe, N. Ishii, S. Nishimura, T. Sato, M. Sengoku, "Characteristic Internship Activities on Collaborative and Practical R&D Projects", 14th IACEE World Conference on Continuing Engineering Education (14WCCEE), Session 3-2, 27 June 2014, Stanford, CA, paper ID 85.

以上