

令和元年6月25日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(B)（海外学術調査）

研究期間：2014～2018

課題番号：26301042

研究課題名（和文）多様な学習歴を活かした工学系高度専門職業人養成カリキュラムの開発

研究課題名（英文）Development of an education program for promoting higher-level engineers by considering their diverse study history

研究代表者

佐藤 孝（Sato, Takashi）

新潟大学・自然科学系・教授

研究者番号：10143752

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 10,400,000円

研究成果の概要（和文）： 課題探求能力と国際的競争力を持った人材の育成を目指す工学教育の検討を行った結果、工学教育におけるダイバーシティの重要性が明らかになった。日本には、工業高校から工学系大学院まで、教育システムとしては様々なレベルの工学教育がある。また、留学生や工学系の女子学生は増えつつあるが、また工学教育の中心にはなっていない。

工学教育におけるダイバーシティは、日本国内において必要であると同時に、グローバル化された国際社会への日本の貢献の観点からも必要である。今後は、工学製品だけでなく、工学教育システムの輸出も含めて、日本の工学教育システムのグローバル化が重要である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

新潟大学工学部には、工業高校並びに工業高等専門学校卒業生、そして留学生が、普通高校卒業生と共に学ぶ環境が形成されている状況と、主専攻と副専攻を通じて学ぶことができる状況がある。これを踏まえ、本研究では交流を進めている海外の研究者との意見交換を通じて、課題探求能力と国際的競争力を持った人材の育成を目指す教育カリキュラムの検討を行った。

研究の結果、工学教育におけるダイバーシティが重要で、グローバル化された現代社会において、工学教育システムとそこに学ぶ学生、教職員のダイバーシティについて更なる推進が必要であることがわかった。

研究成果の概要（英文）： The development of an education program promoting higher-level engineers, that takes their diverse study histories into consideration is our main goal. Education systems in Japan, such as Technical High Schools, Technical Colleges, Technical Junior Colleges, Universities, and Graduate Schools. While it is true that the numbers of both female-, as well as foreign-students in Engineering fields are increasing, they are not yet at desired levels. Diversity in Engineering Education is necessary both in Japan and in the view point of Japanese contribution to international society, which is now globalized in many fields. The globalization of the Japanese Engineering Education System is vitally important for exporting both industrial products and Japanese Engineering Education systems.

We are extremely proud of our success, having grown students who have both the ability to explore the subject and make meaningful contributions in globalized society in our program.

研究分野：工学教育、光量子エレクトロニクス

キーワード：工学教育 課題探求能力 国際的競争力 国際比較 副専攻

様式 C - 19 , F - 19 - 1 , Z - 19 , CK - 19 (共通)

1 . 研究開始当初の背景

第 2 期教育振興基本計画の審議経過報告によると、グローバル化、産業空洞化、少子高齢化に対応するための方向性として、多様で変化の激しい社会の中で自立しつつ、協働できる主体的・能動的に生きる「社会を生き抜く力」を育成し、「未来への飛躍を実現する人材」を養成することが挙げられている。初等・中等教育において培う「生きる力」を基盤として、高等教育では課題探求能力、すなわち「主体的に変化に対応し、自らの将来の課題を探求し、その課題に対応して幅広い視野から柔軟かつ総合的な判断を下すことができる力」の育成が喫緊の課題といえる。

本課題では、これから工学系に求められる人材が有すべき能力を「社会のニーズをとらえ、深い洞察と科学の理解に基づいたアイデアを提案し、そのアイデアを現実の「もの」の形に具現化する能力(以下課題探求能力)」と国際的競争力と捉え、その育成に関する 2 要因について国際比較研究を通して明らかにし、課題探求能力育成カリキュラムを提案することとした。

2 . 研究の目的

本課題は、工学分野における課題探求能力(社会のニーズをとらえ、深い洞察と科学の理解に基づいたアイデアを提案し、現実の「もの」として具現化する能力)と国際的競争力を持つ人材育成カリキュラムの提案を目的とする。社会のニーズの把握には幅広く国内外の社会を見る「教養」が、アイデアの提案には「専門・一般科学」が、「もの」を具体化する能力には「工業的技能」が必要とされるが、高校普通科から大学に進学した者は「教養」「一般科学」において優れるものの「工学的技能」においては劣り、工業高校から進学した者や工業高等専門学校からの編入生はその逆の特性を持つ。そこで、異なった学習歴を持つ学生がその特性を発揮しつつ、自らの課題探求能力を育成する工学教育システムの開発を目的とし、ドイツ及び欧米諸国との国際比較研究を行うと共に、国際化に関しての先進国であるこれらの国々の現状を調査することを目的とした。

3 . 研究の方法

(1) 研究の枠組み

学習者要因に関わる国際比較研究、環境要因に関わる国際比較研究、国際比較研究の知見を生かした教育システムの共同開発研究に分けて述べる。

学習者要因に関わる国際比較研究、環境要因に関わる国際比較研究では、課題解決能力を育成するための工学教育システムに求められる学習理論の構築が目的であり、インタビューデータや文字データ、視察記録と行った質的データに基づく質的研究法によることとする。質的研究法では、ストラウスやコービンによって提唱されているグラウンデッド・セオリー・アプローチが広く知られているが、教育システム開発のための基礎理論構築という研究目的に照らして研究者による制御がやりやすいと言われる「修正型グラウンデッド・セオリー・アプローチ(M-GTA)」が適していると考えられることから、これを採用して調査を行った。

(2) 学習者要因に関わる国際比較研究

(a) 学習者の教育歴に関する調査

我が国における教育歴は普通高校を卒業し工学部に進むケースと、最近多くなりつつある工業高校から大学へ進学するケースがあるが、経験的に普通高校卒業生は「教養」「一般科学」において優れるものの「工学的技能」においては十分ではなく、工業高校卒業生に劣る傾向にあり、工業高校卒業生は「工学的技能」には優れるものの、「教養」「一般科学」において劣る傾向にあるといえる。あくまでも経験的にはであるが、若干のリメディアル教育で改善はみられている。

これらの点について、教育学の見地から、ジェネラリスト養成型教育システムをもつドイツ、リベラルアーツ型の教育システムを持つアメリカ及びイギリスにおける学習者の教育歴、それに対応するための教育システムについて、当初の予定通り実際に調査を行った。さらに、アジア地区の工学教育についても、研究の必要があると考え、中国並びに韓国を主な対象として研究を行った。

(b) 学習者のキャリアパスに関する調査

多様な教育歴を有する卒業生にどのようなキャリアパスが準備されているのか、どのような課題があるのかについて、機械工学系、化学・化学工学系、工学教育、電気電子工学系、医用生体工学の5領域を設定し、現地の調査及び資料調査を行った。

(3) 環境要因に関わる国際比較研究

(a) カリキュラム，教育内容全般

専門領域に関わらず全般として教養教育システムがどのように構築され、運用されているかについての調査研究を行った。

(b) 学内・学外における多様な学習経験

学内・学外における多様な学習経験について、機械工学系、化学・化学工学系、工学教育、電気電子工学系、医用生体工学の5領域を設定し、教育観・学習観に関する実地調査を行った。

(4) 国際比較研究の知見を生かした教育システムの共同開発研究

(a) 工学教育システムの開発

工学教育システムを開発した。基盤となるのは、教養教育に関しては新潟大学副専攻制度である。副専攻制度とは、一連の分野ないしは課題を一つパッケージ化した教養をいわば「マイナー」と見なし、工学という「メジャー」とセットとすることで、124単位という限られた制約の中でジェネラリストとスペシャリストの両面の資質を獲得させようとするものである。例えば、工学教育との融和性が高いと考えられる「国際教養」では、発展途上国における現地の技術レベル（ニーズ）に合わせた「井戸の掘り方」とは、先進国においてしか手に入らないパーツやリソースを用いた技術とは全く異なるものであることを、多様な学習経験を通して学ぶことができる。

教育システム開発は、基礎理論の構築とその実践が同時並行的に行われる点に特徴がある。

(b) 工学教育システムの公開

開発したシステムは国際学会で発表するとともに、公開シンポジウム並びに国際会議を開催し、広く成果を社会に還元した。取り分け、高等教育のニーズが高まりつつもその機会が十分でないアジア諸国に対して、日本型の工学教育システムモデルとして提案することを目指した。

4. 研究成果

本研究課題は、工学分野における課題探求能力（社会のニーズをとらえ、深い洞察と科学の理解に基づいたアイデアを提案し、現実の「もの」として具現化する能力）と国際的競争力を持つ人材育成カリキュラムの提案を目的としている。社会のニーズの把握には幅広く国内外の社会を見る「教養」が、アイデアの提案には「専門・一般科学」が、「もの」を具体化する能力には「工業的技能」が必要とされるが、高校普通科から大学に進学した者は「教養」「一般科学」において優れるものの「工学的技能」においては劣り、工業高校から進学した者や工業高等専門学校からの編入生はその逆の特性を持つ。そこで、異なった学習歴を持つ学生がその特性を發揮しつつ、自らの課題探求能力を育成するダイバーシティのある工学教育システムの開発を目的とし、ドイツを中心に諸国との国際比較研究を行うと共に、これらの国々の現状を調査した。

本研究では、ドイツの大学との間で繰り返し打ち合わせを行うと共に、アジアでの工学教育についても研究を進め、韓国の海洋大学校とも交流を進め、講師をお招きして韓国における工学教育についてご講演をいただいた。また、関連する工学教育の国際比較のため、第7回アジア工学教育国際会議（7th Asian Conference on Engineering Education 2018）を開催し、韓国やマレーシアのからも講師をお招きしてご講演をいただくとともに、情報交換、情報共有を行った。そして、これらの活動で本学を訪問した学生と本学学生の交流も進めた。また、国内外の工学教育に関係する学会にて情報収集と発表を積極的に行うと共に、ダイバーシティ教育の観点からも検討を加え、特

にドイツと日本並びに東アジアと日本の工学教育の類似点並びに相違点について調査した。

研究の結果、詳しく調査を行ったドイツを中心とした西欧諸国とアメリカでは、エンジニアではあるが広い視野を持ったジェネラリストを育てる教育を行っており、日本では深い専門知識を持ったスペシャリストを育てる教育を中心にして教育を行っていることが改めて確認された。それに対して、日本と同様に、韓国や中国といったアジア諸国でも、スペシャリストを目指す教育が中心のようである。そして、グローバル化が進む現代社会において、課題探求能力と国際的競争力を持った人材の育成を目指す工学教育には、これまでの日本の工学教育に欠けていた広い視野を持った人材の育成が不可欠であり、様々なレベルにおいて工学教育におけるダイバーシティが重要であることが明らかになった。

日本には、工業高校、工業高等専門学校、工業短期大学、大学の工学部と工学系大学院と、教育システムとしては様々なレベルの工学教育があるが、これらの異なるレベルの工学教育機関の間の交流が密に行われている訳ではない。ただ、この交流は、入学試験、編入学試験などを通じて行うことが可能である。新潟大学工学部が富山大学並びに長崎大学の工学部と共同で、工業高校卒業生の国立大学工学部への「特別な入試」での受け入れを開始したのは平成5年度からであり、それを切っ掛けに入試説明会での情報交換がなされてきている。また、日本工学教育協会において、大学、工業高等専門学校そして工業短期大学並びに企業も含めて、様々な工学教育の担当者が情報交換をする場があるので、今後の情報交換を如何に進めて行くかについて検討を進めて行くことが可能である。

異なるレベルの工学教育の間の情報交換が進むとともに、主として中堅のエンジニアを育てる工学教育を学んだ学生が、より高度な工学教育を受けることが可能となるシステムは、学生のキャリアパスに関係する動機づけには重要である。しかし、上述の工業高校卒業生に対する特別入試での受け入れが開始される以前は、工業高校からのキャリアパスは非常に限られていた。日本の工学教育システムの輸出を考える際には、これらのキャリアパス確保への検討が必要である。

一方、留学生や工学系の女子学生は増えつつあるが、まだ工学教育の中心にはなっていない。これは、教員レベルでは外国籍の教員そして女性の教員が、工学系の教育の現場で著しく不足していることが原因の一つと思われる。日本工学教育協会の中のダイバーシティに関するワーキンググループでも議論を進めてきているが、子供たちが将来を展望するとき、身近なロールモデルの存在は非常に重要であり貴重である。その意味でも、外国籍教員並びに女性教員といった、教員レベルでの国際化を含めたダイバーシティの進展が望まれるところである。

工学教育におけるダイバーシティは、日本国内においても必要であると同時に、グローバル化された国際社会への日本の貢献の観点からも必要である。今後は、工業製品だけでなく、工学教育システムの輸出でもグローバル化された国際社会に日本が貢献していく必要があると我々は考えているが、そのためには、日本の工学教育システムのダイバーシティが重要であり、様々なレベルの工学教育システムが情報交換を進め、中堅の技術者が時代と共に高度化する工学技術を学び直すことができる工学システムの構築と連携について、更なる研究が望まれる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

岡徹雄, 阿部和久, 山内健, 鳴海敬倫, 山際和明, 鈴木孝昌, 佐藤孝, 鈴木敏夫, 田邊裕治: 「初年次からの学生による研究活動と工学教育への試み」, 北陸信越工学教育協会会報, 第65号, 61 - 64頁, 平成29年3月

T. Oka, K. Abe, T. Yamauchi, T. Narumi, N. Ishii, S. Nishimura, T. Sato, Y. Tanabe, M. Sengoku, "Roles and Effects of Human Network of Supporting Experts out of Niigata University to Practical Engineering Education", International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP), Vol 6, No 1, pp. 44-49 (2016).

T. Sato, S. Sakamoto, T. Shimizu, T. Suzuki, H. Ikeda, A. Hopf, Y. Goto, T. Oka, T. Sasaki, T. Narumi, "Short-Term Student Exchanges for Aspiring International Activities of Engineering Students", J. Engineering Education Research, Vol. 17, No.4, pp. 62-67 (2014).

〔学会発表〕(計 7 件)

Takashi Sato, Takamasa Suzuki, Tadaaki Shimizu, Shuichi Sakamoto, Tomohiro Sasaki, and Tetsuo Oka, “Student exchange program in Faculty of Engineering, Niigata University from program coordinators' point of view”, Asian Conference on Engineering Education 2018 (ACEE2018), paper ID is “8”, Niigata, JAPAN (2018).

T. SATO, S. SAKAMOTO, T. SHIMIZU, T. SUZUKI, T. SASAKI, T. OKA, “Development of International Student Exchange Activities in Two Decades in Faculty of Engineering Niigata University”, Asian Conference on Engineering Education 2017 (ACEE2017), paper ID is “AC1008”, Dali, China (2017).

T. Oka, K. Abe, T. Yamauchi, T. Narumi, K. Yamagiwa, N. Ishii, S. Nishimura, T. Sato, Y. Tanabe, “Difference in Students' Abilities Required by University Teachers and Engineers in the Societies”, 15th IACEE World Conference on Continuing Engineering Education (15WCCEE) (2016).

T. Oka, T. Sato, K. Abe, T. Yamauchi, T. Narumi, T. Suzuki, S. Nishimura, F. Kaneko, M. Sengoku, “International Research Activity for Engineering Educational Reforms Conducted in Niigata University”, World Engineering Conference and Convention 2015 (WECC2015), Kyoto, Poster presentation PS 9-4-6, proceedings in WECC2015, Article No. 20180, pp. 1-6 (2015).

T. Sato, S. Sakamoto, T. Shimizu, T. Suzuki, and L. Wisweh “Two Decades of Cooperative Exchanges between the Faculties of Engineering, of Otto-von-Guericke-University Magdeburg, Germany and Niigata University, Niigata, Japan”, ICBTT2014, pp.149-154 (2014).

T. Sato, S. Sakamoto, T. Shimizu, T. Suzuki, T. Oka, H. Ikeda, A. Hopf, Y. Goto, and L. Wisweh, “Continuing Exchange Activities of Engineering Students between Otto-von-Guericke-University Magdeburg, Germany, and Niigata University, Japan for Two Decades”, ACEE2014, Paper GS-1-3-1 (2014).

T. Sato, S. Sakamoto, T. Shimizu, T. Suzuki, T. Sasaki, T. Oka, Y. Goto, H. Ikeda, A. Hopf, L. Wisweh, and T. Narumi, “Short-Term Student Exchange from 2011 to 2013 for Aspiring Globalization of Engineering Students in Niigata University”, IACEE 14th WCCEE, Paper 103 (2014).

〔図書〕(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：清水 忠明

ローマ字氏名：Shimizu Tadaaki

所属研究機関名：新潟大学

部局名：自然科学系

職名：教授

研究者番号(8桁)：10211286

研究分担者氏名：坂本 秀一

ローマ字氏名：Sakamoto Shuichi

所属研究機関名：新潟大学

部局名：自然科学系

職名：准教授

研究者番号(8桁)：40211932

研究分担者氏名：後藤 康志

ローマ字氏名 : Goto Yasushi
所属研究機関名 : 新潟大学
部局名 : 教育・学生支援機構
職名 : 准教授
研究者番号 (8 桁) : 40410261

研究分担者氏名 : 佐々木 朋裕
ローマ字氏名 : Sasaki Tomohiro
所属研究機関名 : 新潟大学
部局名 : 自然科学系
職名 : 准教授
研究者番号 (8 桁) : 40432067

研究分担者氏名 : 岡 徹雄
ローマ字氏名 : Oka Tetsuo
所属研究機関名 : 芝浦工業大学
部局名 : 工学部
職名 : 教授
研究者番号 (8 桁) : 40432091

研究分担者氏名 : 田邊 裕治
ローマ字氏名 : Tanabe Yuji
所属研究機関名 : 新潟大学
部局名 : 自然科学系
職名 : 教授
研究者番号 (8 桁) : 60143020

研究分担者氏名 : 平尾 篤利
ローマ字氏名 : Hirao Atsutoshi
所属研究機関名 : 新潟大学
部局名 : 人文社会科学系
職名 : 准教授
研究者番号 (8 桁) : 70455111

(2)研究協力者

研究協力者氏名 :
ローマ字氏名 :