

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 5 月 8 日現在

機関番号：33302

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24300275

研究課題名(和文) アジア太平洋地域における適正技術教育を含む連携工学設計教育ネットワークの構築

研究課題名(英文) Developing a Network of Joint Engineering Design Education Including Appropriate Technology Education in the Asia-Pacific Region

研究代表者

松石 正克 (MATSDUISDHI, MASAKATSU)

金沢工業大学・教育支援機構・教授

研究者番号：60329373

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、適正技術の思想を持ってユニバーサルデザインができる能力およびプロジェクト活動を通して国際的な問題が俯瞰できる能力を育む教育プログラムを外国の大学と共同して実施するために必要な工学設計教育ネットワークの構築とその運営法を検討した。それらの研究成果を日本および海外の学会で発表し、適正技術教育および工学設計教育の権威者と情報交換し、適正技術教育を含む工学設計教育の展開に必要な事柄を調査した。地域環境問題に関連したプロジェクトに備えて環境データを整備した。

研究成果の概要(英文)：We developed a network system of joint engineering design education in order to strengthen universal design capability using appropriate technology and to nurture global engineers. We carried out collaborative engineering design education including appropriate technology education with foreign universities and investigated how to promote collaborative engineering design education. We presented our achievements at various international conferences and exchanged information on appropriate technology and Engineering Design Education with many authorities. We accumulated environmental data to be used by projects on regional environmental issues.

研究分野：総合領域

キーワード：適正技術教育 ユニバーサルデザイン 工学設計教育 国際交流 地球環境計測

1. 研究開始当初の背景

エンジニアの活躍の場が国境を越えて急速に広がっており、専門知識の獲得だけを目指した従来の伝統的な技術者教育では不十分であり、グローバルな市場で活躍できる能力を備えた技術者育成を目指す国際的な工学設計教育が重要であることが世界各国の工学教育関連機関で指摘されてきた。さらに近年、持続可能な社会の構築が緊急の課題となっており、そのための適正技術教育を含めた国際的な工学設計教育の推進が非常に重要な課題となってきた。

2. 研究の目的

本研究では、①技術者が、グローバル市場で持続可能な社会を構築するために必要な能力を同定し、②それらを備えた技術者を育成するために必要な適正技術を含む工学設計教育プログラムを構築し、③海外の協力校と連携した教育実践を目的とする。さらに、持続可能な社会を実現するための環境問題関連のプロジェクトに備えて、地域環境データの計測と整備を目指す。

3. 研究の方法

(1) グローバル市場で持続可能な社会を構築するために必要な能力を同定するために、同様な取り組みを行っている関係者への聞き取り調査、国際会議における研究調査および文献調査を行う。

(2) 適正技術を含む工学設計教育プログラムを作成する。

(3) ネットワークシステムを構築し、海外の協力校と連携工学設計教育を実践し、連携授業実践に対する意見交換を行う。

4. 研究成果

(1) グローバル市場で持続可能な社会を構築するために必要な能力の同定に関して以下の事柄を明らかにした。

①グローバル市場で持続可能な社会を構築するために必要な能力は、グローバル市場で仕事をするための工学設計能力と持続可能な社会を構築するために適正技術を活用する能力の2つである。そのために必要な工学設計教育と適正技術教育は、橋梁の基礎構造に相当していると考えられることができる(図1参照)。

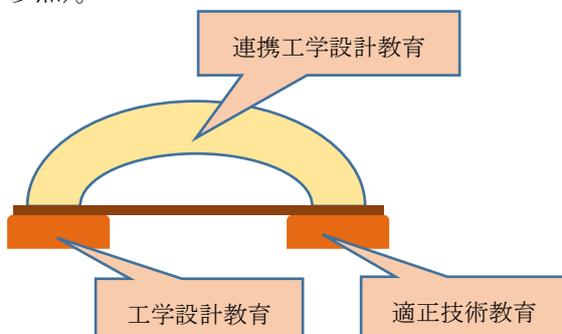


図1 連携工学設計教育のイメージ

②グローバルエンジニアに必要な工学設計能力は、課題発見・解決能力、幅広い教養と

深い専門性、コミュニケーション能力、チームワークとリーダーシップ、チャレンジ精神、主体性、協調性、柔軟性、責任感・使命感、語学力、異文化に対する理解と日本人としてのアイデンティティ、倫理観である。適正技術を活用する能力は、持続可能性を制約条件として、先端技術と成熟技術を駆使して、要求される性能、品質、コストおよび納期を満足させる製品を設計・製作することができる能力と定義することができる。

(2) 適正技術教育を含む連携工学設計教育システムの構築

適正技術教育を含む連携工学設計教育システムの学習内容は、その学習内容を検討した結果、“持続可能性を制約条件として、先端技術と成熟技術を駆使して、要求される性能、品質、コストおよび納期を満足させる製品を設計する学習活動(プロジェクト型学習:PBL)”であるべきことが明らかとなった。図2にその学習プロセスを示す。

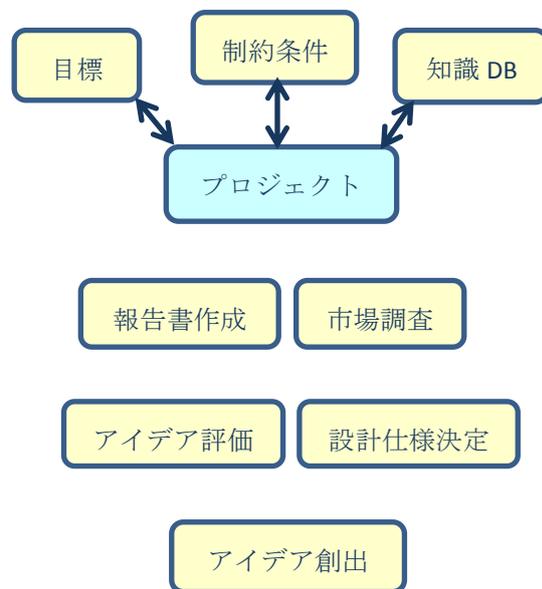


図2 学習プロセス

連携工学設計教育では、学生が海外の大学生とグループを結成してプロジェクト型学習を実施することが教育目標を達成するために必要である。

(3) 学生の学習成果

適正技術教育を含む連携工学設計教育として、学生たちは自然エネルギーを最大限利用して快適な生活を可能にする課題に取り組んだ。具体的なプロジェクトとして、携帯電子機器、例えばスマートフォンのバッテリーの持続時間が短い不便さを解消するために再生可能エネルギーを活用するプロジェクトが多数実施された。その中で適正技術の観点から斬新であると評価される取り組み例を以下に示す。

①歩いて発電する靴

日常的な歩く動作で発電できるアイデアは、

靴にピエゾ素子、バッテリーユニットとブリッジダイオードを組み込んだものである。靴の中敷きに埋め込んだピエゾ素子が歩行時に生じる足からの圧力を受けて発電し、ブリッジダイオードが変換した直流をバッテリーユニットに充電する(図3参照)。アイデアの有効性を確認するために、ピエゾ素子を靴の中敷きに取り付けて歩行によって発電できること、および発電された電流がブリッジダイオードで直流に変換できることを確認した。このアイデアは新規性と独自性に溢れており、また先端技術である発電及び蓄電ユニットと成熟技術である靴が組み合わせられたユニークなものである。

### プロジェクトテーマ: 発電できる靴

**解決しようとする問題点**

携帯端末の電池の持たが悪い歩行時に発生するエネルギーが無駄になっている

**チームで考え出したアイデア**

1. バッテリーをかかどに 2. 中敷きに圧電素子をつける

**検証項目**

1) 圧電素子から出力される電圧波形と電流

2) ブリッジダイオードの整流特性

3) 参考文献によると整流可能な性質を有していることが分かった。

**検証方法**

1) 圧電素子から出力される電圧波形と電流を測定する。200μmの銀線を5mm、10cm、15cmの電圧の幅とし、フレキシコスコプを用いて測定する。電圧はオシロスコープで測定する。

2) ブリッジダイオードの整流作用を確認する。ブリッジダイオードも圧電素子に繋がって電圧が整流されているかどうかを測定する。

**検証結果**

1) 圧電素子から出力される電圧波形と電流

	5mm	10cm	15cm	単位
平均値	111.8	130.0	189.4	V
最大値	5.207	4.268	4.964	ms
平均電圧	12.62	15.83	17.73	V
最高電圧	194.9	256.2	268.8	Hz

※ 1.5cm、10cm、15cmのそれぞれ銀線幅とした結果、電圧をオシロスコープで計測した結果、0.01ms以下だった。

2) ブリッジダイオードの整流作用が確認できた。

**検証結果の考察**

圧電素子で発生する電圧は、発生する時間一瞬でも非常に大きい。しかし、発生する電圧はプラスのものとマイナスのものが発生するためになる。そこで、ブリッジダイオードの整流作用を利用することにした。今後は、実際に靴に取り付け実験を行う。

H28年度プロジェクトデザイン高専チーム「発電できる靴」チーム名: KOKI-E JAPAN II  
メンバー: 成井 優聖、赤田 有英、大野 光、岡田 雄志、小嶋 寛、長久 崇行、公野 大暉、小嶋 寛、長久 崇行、公野 大暉  
担当教員: 平岡 先生

図3 発電できる靴のポスター

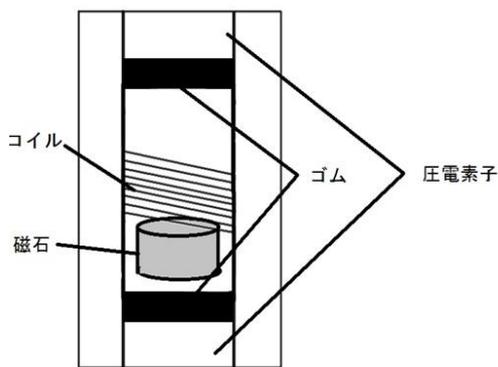


図4 複合発電機の断面図

② 歩くだけで充電できる複合発電機  
日常的な歩く動作で発電できる複合発電機  
のアイデアは、磁石とコイルと圧電素子(ピエゾ素子)を埋め込んだものである(図4参照)。この発電機は腕、脚、腰に装着すれば、あるいは靴に入れて持ち歩けば、歩く時の振

動により磁石がコイル内を移動することによる電磁誘導発電および磁石が圧電素子に衝突したときの衝撃力による発電が可能となる。この発電方式に取り組んだプロジェクト活動の成果を図5のポスターに示す。

### 振動発電で充電

～いかに効率よく発電するか～

**現状**

- ・スマホの電池が足りない
- ・節電ブーム
- ・充電器のコストが高い
- ・クリーンエネルギーを使った充電器が少ない

**組み合わせ**

振動発電 × 電磁誘導 × 形状

**要求仕様**

- ・小型化、軽量化 (スマホより小さく)
- ・さまざまな機器を充電できる
- ・コストがかからない

**具体的なアイデア**

**問題点**

- ・発電効率が低い
- ・動かないと発電できない

**今後の展望**

- ・軽量化のための材料の選定
- ・発電部分の詳しい回路の考案
- ・発電量、発電効率の数値化

クラス: 4E301-2  
チーム名: 光栄人の人がばらばら  
メンバー: 成井 優聖、赤田 有英、大野 光、岡田 雄志、小嶋 寛、長久 崇行、公野 大暉  
担当教員: 平岡 先生

図5 複合発電機のポスター

#### (4) 学習達成度の評価

① 適正技術を含む工学設計教育プログラムを受講した学生の問題発見・解決能力がどのように向上したかを調査した。学生が6段階で評価した問題発見・解決能力を図6に示す。評価レベルの6、5、4、3、2、1は、それぞれ100%、80%、60%、40%、20%、6%可能であることを示す。

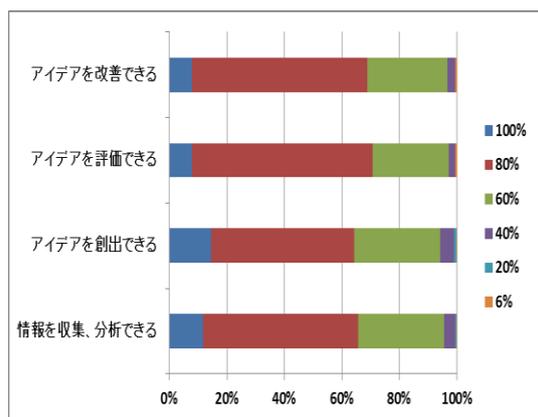


図6 問題発見・解決能力の評価結果

② グループで仕事をするために必要な能力が身についたかどうかを調査した。学生はコミュニケーション能力、知識を応用する能力、専門分野の基礎知識、必要な情報を調査する能力、スケジュール管理能力、グループ運営能力およびものづくり能力が修得できたか

どうかを6段階で、自己評価した結果を図7に示す。

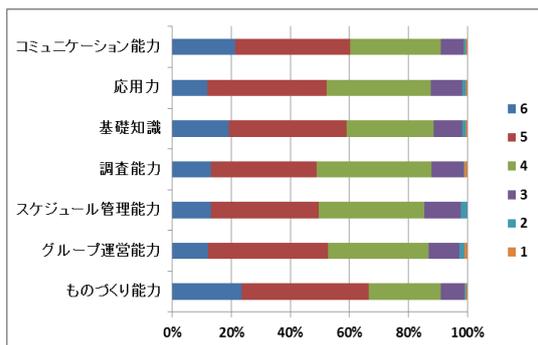


図7 仕事をするための能力の評価結果

(5) それらの研究成果を日本および海外の学会で発表し、適正技術教育と工学設計教育の権威者と情報交換し、適正技術教育を含む工学設計教育の展開に必要な事柄を調査した。

(6) 今後の展望

3 カ年間の研究によって、①技術者がグローバルな市場で、持続可能な社会を構築するために必要な能力を同定し、②適正技術教育を含む連携工学設計教育の教育プログラムを作成し③連携工学設計教育の実践によってその運営方法を明らかにした。今後の推進方策は、実際の教育現場で適正技術教育を含むグローバルな工学設計教育を実践していくことである。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0件)

[学会発表] (計 9件)

- ① 竹俣一也、南出章幸、小高有普、中村純生、THE Strategy to Carry Out Design Project Classes Smoothly、International Network for Engineering Education and Research (iNEER)、2014年6月3日、リガ市 (ラトビア)
- ② 松石正克、The Factory for Dreams and Ideas -Students' Projects to Enhance Professional Technical Competence-、41st SEFI Conference、2013年9月18日、ルーベンス市 (ベルギー)
- ③ 松石正克、竹俣一也、中村純生、ENGINEERING EDUCATION TO DEVELOP INNOVATIVE AND SELF-DIRECTED ENGINEERS、International Conference on Engineering & Business Education, Innovation and Entrepreneurship、2012年10月3日、シビウ市 (ルーマニア)

[図書] (計 0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況 (計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
取得年月日：  
国内外の別：

[その他]  
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松石 正克 (MATSUISHI MASAKATSU)  
金沢工業大学・教育支援機構・教授  
研究者番号：60329373

(2) 研究分担者

中村 純生 (NAKAMURA SUMIO)  
金沢工業大学・情報フロンティア学部・准教授  
研究者番号：20367444  
竹俣 一也 (TAKEMATA KAZUYA)  
金沢工業高等専門学校・電気電子工学科・教授  
研究者番号：50167491  
南出 章幸 (MINAMIDE AKIYUKI)  
金沢工業高等専門学校・電気電子工学科・教授  
研究者番号：20259849

(3) 連携研究者

( )

研究者番号：