

令和 2 年 6 月 28 日現在

機関番号：54301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2019

課題番号：26350256

研究課題名(和文)「NIRSによる脳機能測定」を異分野の共通課題とする高等専門学校の分野横断的教育

研究課題名(英文) Interdisciplinary education in electrical engineering at KOSEN by introducing the theme in medical engineering to many subjects as a common problem

研究代表者

竹澤 智樹 (Takezawa, Tomoki)

舞鶴工業高等専門学校・電気情報工学科・教授

研究者番号：60413796

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：現在の技術者育成に要求される分野横断的な専門教育を効果的に実施できる教育プログラムを開発した。プログラムを舞鶴工業高等専門学校、電気情報工学科の教育課程に導入し、その効果の検証を行った。プログラムの特徴は異分野の医学分野の課題を電気系教育に共通に取り入れたことである。学生は本学科の教育分野(電気、電子、情報、通信工学)のすべての知識が、異分野の課題解決において分野横断的に要求されることを理解した。異分野の課題解決の提案として、学生による研究発表や実習での装置開発が行われ、その成果から教育プログラムの効果が確認できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在の工業製品開発は技術者に幅広い分野の知識を要求する。たとえば、電気系分野(電気、電子、情報、通信など)の基盤技術は、様々な他の分野の製品開発などで利用される。本研究では、医工学分野の課題を電気系教育に取り入れた分野横断的な技術者育成のための教育プログラムを開発した。また、そのプログラムの工業高等専門学校の教育への適合と教育効果を確認した。本研究の成果は、現在の社会が要求する分野横断的な技術者の輩出に貢献する。

研究成果の概要(英文)：The interdisciplinary education is required by the current engineering education. The interdisciplinary education program which effectively educates students for an excellent practical engineer was developed and introduced to the department of electrical and computer engineering, the National Institute of Technology (NIT). The problems in the field of medical engineering were incorporated into many subjects in the fields of electricity, electronics, information, and communications as a common problem. The students understand that cross-sectional knowledge of the field of electricity, electronics, information, and communications is needed to solve the problem in a different field. The education results have been confirmed by the publication of research activities and the developments of devices in practical training and hands-on activities.

研究分野：電気・電子工学、物性物理学

キーワード：分野横断的教育 工業高等専門学校 生体信号測定 近赤外分光 脳機能測定 医工学

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

分野横断的な技術者の社会的な需要を背景に、その育成のための教育プログラムの研究を、舞鶴工業高等専門学校の電気情報工学科の教育課程において行った。

舞鶴工業高等専門学校では実践的開発型技術者の育成を教育理念にしている。中学校卒業後の5年間の教育課程で社会のニーズに対応する技術者を育成する必要がある。分野横断的な能力の重要性を学生が認識し、また幅広い分野の専門知識を短期間で効果的に学ばなければならない。特に本学の電気情報工学科においては、電気、電子、情報、通信の4分野を幅広く学び、かつ他分野にも応用できることが分野横断的な能力の習得になる。

高等専門学校の特徴である実践的教育においては、特に分野横断的な能力の育成が重要である。学生の研究活動においてはもちろん、実習や課題解決型授業における装置開発でも、電気、電子、情報、通信の4分野に加えて、電気分野以外の知識を要求される場合が多い。実践的教育をより効果的に、また、より高いレベルで実施するため、電気系の電気、電子、情報、通信の4分野の多くの科目間の連携を明確にするだけでなく、異分野とこれらの分野の連携をも意識した分野横断的教育プログラムの開発が必要であり、その研究に至った。

2. 研究の目的

高等専門学校の特徴を活かした、分野横断的課題解決能力に優れる実践的開発型技術者育成のための効果的な教育モデルの開発とその教育効果の検証を行うことが目的である。舞鶴工業高等専門学校、電気情報工学科の工学教育課程の全ての段階の幅広い分野の教育内容に、全ての分野に通ずる実社会の具体的なただ一つの分野横断的な共通課題を取り入れる。この教育モデルは、課題をただ1つにし、より実践的なものにするのが特徴である。またその課題は電気系ではない異分野の課題とし、電気系技術の他分野への応用も教育する。工業高等専門学校の5年間一貫教育は工学の基礎から卒業研究までの高度な段階に及ぶ。一つの分野横断的な課題の解決に関する教育が低学年から高学年の卒業研究等にまで継続されることになる。したがって卒業研究などの学生の装置開発や研究の成果には、実社会に貢献できる高い結果が期待できる。異分野の共通課題として「NIRS (Near Infra-Red Spectroscopy) による脳機能測定」を採用する。

3. 研究の方法

本研究においては、分野横断的な能力を育成するための教育プログラムを構築、導入する過程と、その教育効果を検証する過程がある。以下に研究の方法として、教育プログラムの構築や導入に関する詳細を説明するが、これらは研究の成果でもある。

(1) 電気情報学科の第1～5学年の全ての学年の多くの授業科目に、ただ1つの異分野の共通課題を系統的に導入する。異分野の課題として、医学分野の「NIRS による脳機能測定」を導入する。この課題の考察や解決には、本学科の電気・電子回路、アナログ・デジタル回路、電気磁気学、アナログ・デジタル信号処理、ソフトウェアなどの多くの教育分野の知識が要求されるので、これらの分野に関連する授業科目において共通の応用課題として「NIRS による脳機能測定」を講義や実験・実習の一部に導入する。低学年は講義科目を中心に、高学年は課題解決型授業や卒業研究に、「NIRS による脳機能測定」を共通課題として導入する。高学年の課題解決型授業や卒業研究においては、課題解決のための提案、装置の設計、試作のより高度な分野横断的教育を実施する。

各学年への課題導入は年次進行で行う。初年度は第1学年の授業科目に導入する。次年度においては、すでに課題を導入済みの授業科目は継続して実施し、第2学年の授業科目に新規に課題を導入する。以降の年度は同様に、高学年の授業科目に新規導入し、導入済みの授業科目においては継続して実施する。

第1学年においては、講義科目「電気概論」に「NIRS による脳機能測定」を課題として導入する。講義科目「電気概論」は、「身近にある電気」をキーワードに座学と教室で行うことができる実験を中心に学習が進められ、これから電気情報工学科で履修する科目と「身近にある電気」との関連を理解することに重点が置かれる。「NIRS による脳機能測定」のデモ実験を行い、本学科における科目間の連携や、実社会での応用事例を示し、多くの電気情報工学分野の学習の動機づけを行う。

第2学年においては、講義科目の「交流回路」と実験実習科目の「電気情報工学実験」に導入する。講義科目「交流回路」は、交流理論の習得を目的とし、その基礎となる電流・電圧のフェーザ表示やインピーダンス、共振回路や電磁誘導結合回路について学び、交流回路網の計算能力が養われる科目である。「NIRS による脳機能測定」においては、その測定回路や測定において得られる信号の解析など、交流回路や交流信号の知識が要求される。「NIRS による脳機能測定」の測定回路や信号解析を例として実際の交流理論の活用について学習させる。また、実験実習科目「電気情報工学実験」は、電気・電子・情報・通信という幅広い分野に共通する基礎的な現象と、工学的応用を実験により習得し、基本的な実験技術、電気電子機器組立法と計測器の取り扱い、報告書の書き方、データの取り扱い、グラフ、表の書き方について学ぶ科目である。実際に「NIRS による脳機能測定」の実験を行わせ、測定機器の取り扱い、データの取得方法を学ばせる。

第3学年においては、講義科目の「アナログ信号処理」、「インターフェース」、「回路理論」、

「電気磁気学」と、実験実習科目の「電気情報工学実験」に導入する。中心的に課題を導入する講義科目は「アナログ信号処理」である。講義科目「アナログ信号処理」は、計測・制御信号、音声信号等の信号処理技術を学び、信号の基本的な処理手法であるフーリエ級数展開、フーリエ変換、ラプラス変換などと、連続系システムの解析手法を習得する科目である。「NIRSによる脳機能測定」により得られる脳機能信号の解析を課題として学習させる。また、実験実習科目「電気情報工学実験」は、電気電子工学・計算機工学分野および情報通信分野の基礎的実験を行い、計算機を用いたシミュレーション、インターフェースおよびネットワークの基礎技術・計測技術を修得する科目である。実際に「NIRSによる脳機能測定」の実験を行わせ、計測技術の習得やデータ解析を行わせる。

第4、5学年においては、講義科目の「デジタル信号処理」、「電気磁気学」、「電磁気計測」、「伝送工学」、「シミュレーション工学」と、実験実習科目の「創造工学<課題解決型授業>」、「工学基礎研究」、「卒業研究」に導入する。主に実験実習科目に「NIRSによる脳機能測定」を課題として導入する。「創造工学」は課題解決型教育法を取り入れた実習を通して創造性の育成、電気系・情報系分野に関連した基礎知識の総合的強化を目指す科目である。「NIRSによる脳機能測定」においては、脳にストレスを与える検査手法や信号解析の方法など解決すべき課題が残されている。授業において学生にこれらの課題を与え、その解決手法を提案させることで、電気系・情報系分野の知識を総合して活用し異分野の課題を解決できる創造性ある実践的開発技術者の育成を目指す。「卒業研究」においては、特定の学生に「NIRSによる脳機能測定」を研究テーマとして与える。

(2) 教育効果の検証は分野横断的な能力が育成されているかを指標に実施されなければならない。各学年の授業科目に課題として導入した「NIRSによる脳機能測定」が異分野の課題であっても電気情報工学分野に幅広く関係することが学生に認識されたか、また、特に高学年の学生には、低学年から一貫して1つの異分野の課題を授業科目に取り入れたことによる効果があったかを評価する。すなわち、電気情報工学分野の多くの学習科目の密接な連携や、電気情報工学分野の総合的な知識が異分野の課題解決に生かされることが学生に理解され、実際に他分野への知識の応用が実践されたことを検証する。具体的には、高学年の授業における学生の学習成果としての装置開発や研究成果により分野横断教育の効果を確認する。

4. 研究成果

教育プログラムの構築は1つの研究成果であり、その説明は、導入方法などの詳細とともに上の「3. 研究方法」で示す通りである。もう一つの成果は教育効果の検証である。高学年の実践的教育における分野横断的教育の成果として学生の高い達成度が確認できた。すなわち教育プログラムの効果が確認できた。以下に代表的な授業科目における分野横断的な教育の結果としての学生の成果を示す。

(1) 4年生実験実習科目における教育効果の検証

「3. 研究方法」で説明した通り、科目「創造工学<課題解決型授業>」は、学生に実際的な課題を提示し、学生自らが課題の明確化、その解決の提案を行う授業である。実際に電気分野の知識を生かした装置やソフトウェアをグループごとに開発し、電気技術者として課題解決の提案を行う。開発される装置は、電気、電子、情報、通信分野の知識が総合されており、さらには異分野の知識をも利用している。学生が開発した多くの装置のうちのいくつかを例として以下に示す。いずれの例も分野横断的な教育を背景に医工学の分野とも関連している。これらの活動は報道の対象となったり、展示会などに出席したりしており、その成果が確認できている。



(朝日新聞 2019年11月21日)

・脈拍計測を利用したイルミネーションの提案

この課題は、JR東舞鶴駅に設置される大型イルミネーションの設計、開発を行うものである。学生は舞鶴市の要望(課題)を受け、その実現に取り組む。学内におけるポスター成果発表の後、実際に本学の学生が協力し、大型イルミネーションが設置される。このグループは、脈拍に連動してイルミネーションの点灯を制御する装置やソフトウェアを開発している。学生には、試作品の開発スケジュール、予算、成果報告というプロジェクト管理の能力までもが要求される。右に、成果発表におけるポスターと新聞報道の一部を示す。



(「創造工学」ポスター発表例)

- ・身体障害者のための電動車いす（コントローラの改良など）

本活動も「創造工学」の課題として学生が取り組んだテーマである。舞鶴こども療育センターの体の不自由な子供たちが楽しく操作できる電動車いすの開発が課題である。学生は舞鶴こども療育センターにおける調査から始め、そのニーズから課題を明確にし、試作品の開発を行った。開発の一例が、手の不自由な子供でも楽しく操作できる電動車いす用コントローラである。学生の開発したコントローラの試作品は展示会で披露され実際に障害のある子供たちがコントローラを操作し電動車いすに試乗した。



- ・機械学習を用いた脈波解析による年齢予測

本活動は、上述の科目「創造工学」に引き続き、また「卒業研究」へと引き継がれる科目の「工学基礎研究」において実施された。「創造工学」がグループ活動であるのに対して、「工学基礎研究」は学生が個人で行う課題解決型授業である。本テーマにおいて学生は生体信号を情報工学的に処理することを考えた。学生は異分野である医学分野と本学の教育分野である情報分野が関連するテーマで研究活動を行った。学生には医学分野への電気分野の技術応用が強く意識され、分野横断的教育の効果が高い活動である。

（2）卒業研究などの研究活動における教育効果の検証

「卒業研究」においても学生の研究成果から教育効果を検証している。以下に主な学生の研究成果を示す。研究成果は学会などの発表に至っており、その成果から教育効果の確認ができています。ここでも本学の電気分野教育による知識を医工学の分野などに応用した学生の研究例を示す。いずれの研究も分野横断的なテーマで研究が行われており、低学年から実施している教育プログラムの効果が確認できた。

- ・「盲ろう者のための入出力一体型の指点字デバイスの開発 - 入出力部に低電圧で駆動する圧電素子を用いた場合 - 」

この研究では、盲ろう者の意思疎通の手段の一つである指点字に着目し、盲ろう者と健常者間の双方向のコミュニケーションを図る指点字システムを構築している。

- ・「歩行者の転倒を防ぐ支援装置に関する研究 - 筋電位を利用した膝関節角度の推定の検討 - 」

この研究では、足に装着し適切なタイミングと強度で電気刺激を行う歩行支援装置の開発を行っている。歩行支援装置は、筋電位により膝関節と足首の角度を導出し、歩行状態を推定して歩行の正常性を機械学習で判断する。機械学習から得られる情報をもとに、適切なタイミングと強度で足に電気刺激を与えて足を背屈させたり下腿を前に進めたりして転倒を防ぐという原理である。

- ・「NIRS 脳血流量計測信号のウェーブレット解析」

この研究では、近赤外分光(NIRS)によって得られた脳血流量データを、精神疾患の診断に利用するため、そのデータに対するウェーブレット解析の有効性を検証している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 福田裕輝, 丹下裕
2. 発表標題 ALS患者の生活支援を目的とした入力支援装置の開発
3. 学会等名 産業応用工学会全国大会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中越篤, 竹澤智樹
2. 発表標題 NIRS脳機能計測信号のウェーブレット解析
3. 学会等名 第24回高専シンポジウム in Oyama
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Fukuda and Y. Tange
2. 発表標題 Manufacture of Input Support Device for Livelihood Support of ALS Patients
3. 学会等名 The 6th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 丹下裕, 竹澤智樹, 中川重康
2. 発表標題 「NIRSによる脳機能測定」を異分野の共通課題とする分野横断的教育
3. 学会等名 全国高専フォーラム
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	丹下 裕 (Tange Yutaka) (50435434)	舞鶴工業高等専門学校・電気情報工学科・准教授 (54301)	
研究 分担者	中川 重康 (Nakagawa Shigeyasu) (60155679)	舞鶴工業高等専門学校・電気情報工学科・教授 (54301)	