

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：58001

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K03144

研究課題名（和文）課題解決型機器開発と社会実装力向上のための次世代エンジニアリング教育の実践と評価

研究課題名（英文）Next generation engineering education for the development of problem-solving devices and improvement of social implementation ability

研究代表者

神里 志穂子（Kamisato, Shihoko）

沖縄工業高等専門学校・情報通信システム工学科・教授

研究者番号：00442492

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本取り組みでは、「課題解決型機器開発と社会実装力向上のための次世代エンジニアリング教育の実践と評価」を目的として、まず、IoT機器やセンサー類を用いた機器製作の基礎技術学習システムの開発、次に、社会実装におけるコミュニケーション力向上のための教育ステップの提案と実践、ユーザーとの協同によるニーズやシーズの把握及び社会実装による実践力評価とスキルに見える化を行い、次世代エンジニアリング教育に必要なノウハウを明確化する事を目指している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本取り組みは、「課題解決型機器開発と社会実装力向上のための次世代エンジニアリング教育の実践と評価」を目的として、まず、IoT機器やセンサー類を用いた機器製作の基礎技術学習システムの開発、次に、社会実装におけるコミュニケーション力向上のための教育ステップの提案と実践を行い、そのノウハウを構築することで、次世代のエンジニアに求められるこれらのスキルを意識し教育を実践していく事で、今後、エンジニアが社会に求められるスキルの共有と教育方法を示すことができる。また、それぞれのスキルの評価方法とその教育効果の見える化を検討し、学生達にフィードバックする。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this project is to "practice and evaluate next-generation engineering education for the development of problem-solving devices and the improvement of social implementation ability. First, students will learn the basic technology of device fabrication using IoT devices and sensors. Next, we proposed and implemented educational steps to improve communication skills in social implementation ability. Clarify the know-how required for next generation engineering education.

研究分野：福祉工学

キーワード：エンジニアリング教育 コミュニケーション力 課題解決 社会実装

## 1. 研究開始当初の背景

これまで高等教育機関では、PBL 教育、エンジニアリングデザイン教育や COOP 教育などが積極的に行われてきた[1]。これらの教育の最終目的としては、学生に技術者としての本質や感覚を早い段階で身に付けてもらう事などがある。PBL も様々な教育機関で取り入れられているが、どの大学でも社会の問題の解決や要求に応じるためには、技術についての知識だけでは、不十分だと感じていること、学生の学ぶ意欲を引き出すために PBL 教育を効果的に活用していく事が必要だとしている。PBL のような教育の取組みが行われている中で、社会実装を行う事で技術者としての教育を行う取組みがなされている[2]。社会実装を通した学生への教育効果として身に付けてもらいたいと考えている能力として、解決すべき問題を見つけ出す能力、問題を解決するためのシステムと役立つサービスの考案と開発、ユーザーや開発チームとのコミュニケーション力、開発プロセスの分析力、システムを作製するための自己学習能力などがあげられている。我々もこれまでに特別支援学校からのニーズを調査し、肢体不自由児のコミュニケーションを補助する目的で、ジョイスティック型マウス、タッチスイッチなどの e-AT (Electronic and Information Technology Based Assistive Technology : 以下 e-AT とする) 機器の開発と改良を行ってきた[4]。しかし、段階的に学習させるべき思考力や社会実装力を養うための教育内容環境や教育の手順など、手探りで実践している事がほとんどであり、十分とはいえない。

そこで本研究では、「課題解決型機器開発と社会実装力向上のための次世代エンジニアリング教育の実践と評価」を目的として、まず、IoT 機器やセンサー類を用いた機器製作の基礎技術学習システムの開発、次に、社会実装におけるコミュニケーション力向上のための教育ステップの提案と実践、ユーザーとの協同によるニーズやシーズの把握及び社会実装による実践力評価とスキルに見える化を行い、次世代エンジニア教育に必要なノウハウを明確化する事を目指している。

[1]. 山田親稔, 野口健太郎, 神里志穂子: エンジニアリングデザイン教育を目的とした学生主導型実験の取組み, 独立行政法人国立高等専門学校機構論文集「高専教育」第 34 号, pp. 281-286, 2011.

[2]. 櫻井浩子: 情報系大学院生に対する実践教育の効果測定, 工学教育論文集, Vol. 65, no. 1, pp. 52-57, 2017.

[3]. 森下信: 理想的な PBL 教育の事例案, 工学教育論文集, Vol. 65, no. 1, pp. 6-11, 2017.

[4]. 比嘉聖, 神里志穂子, 山田孝治, 眞喜志隆, 佐竹卓彦, 山田親稔: 反応角度を自動調節可能なジョイスティック型コントローラの開発, 電気学会論文誌D, vol. 136, no. 10, pp. 703-710, 2015.

## 2. 研究の目的

本取り組みでは、「課題解決型機器開発と社会実装力向上のための次世代エンジニアリング教育の実践と評価」を目的として、まず、IoT 機器やセンサー類を用いた機器製作の基礎技術学習システムの開発、次に、社会実装におけるコミュニケーション力向上のための教育ステップの提案と実践、ユーザーとの協同によるニーズやシーズの把握及び社会実装による実践力評価とスキルに見える化を行い、次世代エンジニアリング教育に必要なノウハウを明確化する事を目指している。

## 3. 研究の方法

本研究では、PBL のような課題解決型の協同学習と社会実装教育の双方を重要なエンジニア教育として捉え、2つの教育の相乗効果を図っていく。この2つの教育の違いは何だろうか。それは、コミュニケーション力の段階的な向上に繋がる教育が社会実装には不可欠だという点である。協同学習の場合、コミュニケーションを取る相手は、同学年かもしくは同じ目的意識を持ったグループのメンバーになることが多い。一方で、社会実装を行う場合、コミュニケーションを取る相手は、普段自分が会話をしない相手となる事がほとんどである。社会実装教育のフィールドは広く、医療現場や介護、福祉の現場、特別支援学校や土木工場の現場、地域商店街など社会のあらゆるところが教育活動の場となる。そのため、どのような立場、知識、状況の人と協同して課題を解決していくのか考え、その時のコミュニケーションの取り方にも工夫が必要になる。社会実装を進めていくにあたってコミュニケーションの取り方として重要なのは、どの段階で誰

とコミュニケーションを取る必要があるかを把握することであると考えている。そのため、機器の開発力や課題解決力だけでなく、社会実装におけるコミュニケーション力向上のための教育ステップの提案と実践を取り入れ、技術力以外の点でも、次世代のエンジニア教育に必要なノウハウを明確にしていくことを目指す。

#### 4. 研究成果

本研究では、「課題解決型機器開発と社会実装力向上のための次世代エンジニアリング教育の実践と評価」を目的として、以下の事を行った。

- ・IoT 機器やセンサー類を用いた機器製作の基礎技術学習システムの開発
  - ・社会実装におけるコミュニケーション力向上のための教育ステップの提案と評価
- これらの結果をもとに次世代エンジニア教育に必要なノウハウを明確化に繋げている。

#### 社会実装教育の実施

沖縄高専の教育の特徴として、実験・実習・演習を重視したカリキュラムの構成になっており、現在では、1年生から4学科すべての学生にICT/IoTの導入教育を行っている。図1にその様子を示す。また、学生自身が考え、課題解決まで導くPBL教育が、様々な科目で実施され、自ら手を動かし、考える授業が多く設定されている。

その中でも1年生から色々な分野にチャレンジできる「創造研究」では、興味のあるテーマを選び、身近にある課題の解決方法を考え、実装していく科目がある。実践例として、特別支援学校と連携した機器開発の取り組みを紹介する。この取り組みでは、毎年、5月に特別支援学校の先生方に要望調査を行い、月に1度進捗の確認と機器に対する意見交換を行っている。

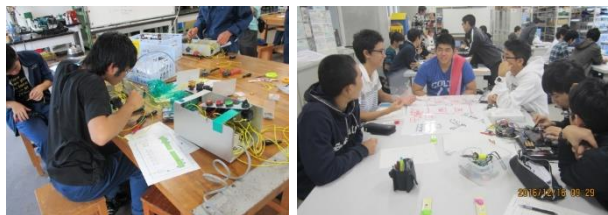


図1 実験及びPBL授業の様子

Fig.1. Experiments and PBL classes

図2に機器開発を通しての行っている社会実装の流れを示す。本稿では、反応角度調節可能なジョイスティック型コントローラの開発と使用評価に関して紹介する。

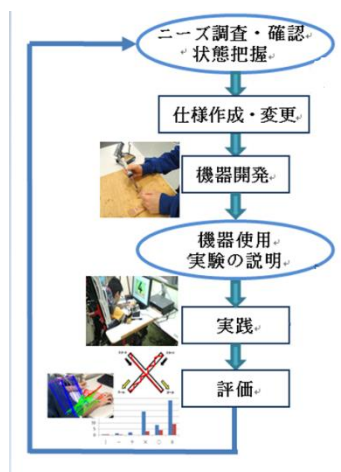


図2 e-AT 機器開発を通しての社会実装の流れ

Fig.2. Flow of social implementation ability through e-AT device development

## 反応角度調節可能なジョイスティック型コントローラの開発と使用評価

近隣の特別支援学校では、ラジコンカーと生徒を乗せた車イスを繋ぎ、ラジコンカーをコントローラで操作する遊びが行われている。これまで、1年目の取り組みでは、肢体不自由児が操作可能なジョイスティック型コントローラを作製し、自立活動の時間に活用してもらった。2年目には、麻痺の程度によってジョイスティックを倒しにくくなる問題点を改良し、ジョイスティックの反応角度を3段階で変更可能にした。しかし、児童が適切な反応段階で操作出来ていないことが定量的に示された。

### 使用評価の実践からの考察

実践から、本取り組みを行った学生は、次のような考察を行った。被験者は進行方向を注視しつつ、ジョイスティックを操作する様子が見られた。被験者の様子から、操作しやすい反応角度でジョイスティックを操作することによって、被験者は進行方向を注視する動作が行えるようになり、安定した走行につながったと考えられる。また、反応角度が使用者に合っていない場合、上肢の加速度が大きい傾向にあるという特徴が得られた。したがって、ジョイスティックの操作中に一定以上の加速度を検出した場合、再び反応角度のキャリブレーションを行うなどのフィードバックが期待できる。加えて、実験中、被験者はコントローラのスティック部分を把持できず、スティックが取れてしまう場合があった。このことより、今後解決すべき課題として以下の項目が挙げられる。1つ目にジョイスティック操作における使用者の注視行動分析 2つ目に反応角度キャリブレーションアルゴリズムの改良。3つ目に各使用者に合わせた容易に把持可能なスティック部分の作製、これらの考察及び今後の課題から受け取れる。社会実装に取り組んだ学生が得られたスキルとして、被験者の生徒の様子を細かに観察し、機器の改良、実験や評価の改善を行うことで利用者の実態に合わせた機器の提供を行えるようになったのではないかと考える。

### 社会実装教育でのコミュニケーション力

本研究では、PBLのような課題解決型の協同学習と社会実装教育の双方を重要なエンジニア教育として捉え、2つの教育の相乗効果を図っていく。この2つの教育の違いは何だろうか。それは、コミュニケーション力の段階的な向上に繋がる教育が社会実装には不可欠だという点である。協同学習の場合、コミュニケーションを取る相手は、同学年かもしくは同じ目的意識を持ったグループのメンバーになることが多い。一方で、社会実装を行う場合、コミュニケーションを取る相手は、普段自分が会話をしない相手となる事がほとんどである。社会実装教育のフィールドは広く、医療現場や介護、福祉の現場、特別支援学校や土木工場の現場、地域商店街など社会のあらゆるところが教育活動の場となる。どのような立場、知識、状況の人と協同して課題を解決していくのか考え、その時のコミュニケーションの取り方にも工夫が必要になる。社会実装を進めていくにあたってコミュニケーションの取り方として重要なのは、どの段階で誰とコミュニケーションを取る必要があるかを把握することであると考えている。学生がコミュニケーションを取る相手として、教員やチームのメンバー、ユーザーや関係者がいるが、どのタイミングでどのようなコミュニケーションが必要かも考えていく必要がある。そのため、機器の開発力や課題解決力だけでなく、社会実装におけるコミュニケーション力

向上のための教育ステップの提案と実践を取り入れ、技術力以外の点でも、次世代のエンジニア教育に必要なノウハウを明確にしていくことを目指す。図3に社会実装中の場面の切り替え部分を枠で示してみる。

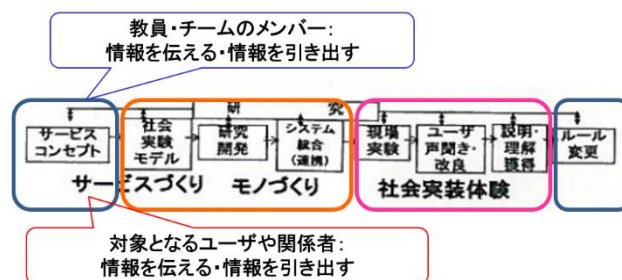


図3 社会実装の変遷

Fig.3. Transition of social implementation.

### 社会実装におけるコミュニケーション力

社会実装教育におけるコミュニケーションに関して、どの段階で誰とどんなコミュニケーションを取る事を把握する事が重要と考える。図6示すように必要となるコミュニケーションとして、「情報を伝えるコミュニケーション」、「情報を受け取るコミュニケーション」、「情報を引き出すコミュニケーション」の3つのコミュニケーションが必要となる。また、情報を受け取る際には、バーバルな情報の受け取りとノンバーバルな情報の受け取りが必要となる。

学生達が、課題解決のための機器開発を進めていく中で、社会実装におけるコミュニケーション力の教育ステップに関して、もっとも重要となるスキルが、「情報を引き出すコミュニケーション力」であると考え。ユーザーや協力者が必要としている物を明確化するために作業内容やその工程など説明内容を言い換えるスキルを身に付ける事で、真のニーズを把握することに繋がる。簡単な問いかけや提案を繰り返し、ニーズと技術のマッチングを行う。必要な技術と作製する物を明確化し、仕様に落とし込んでいくスキルが今後のエンジニアリング教育に求められる事だと示唆される。その時教員には、インタプリターだけでなくファシリテーター的な役割が求められる。社会実装プロセスにおいて、どの段階でどんなコミュニケーション力が必要かを知り、実践することにおいて、「情報を伝えるためのコミュニケーション力」では、言い換えるスキルである誰に何を伝えたいのか意識する事が重要である。また、「情報を引き出すためのコミュニケーション力」では、バーバルな言語コミュニケーションである「声かけ」が重要となり、ユーザーに対する声かけとその内容を工夫する事が重要である。さらに、「情報を受け取るためのコミュニケーション力」では、ノンバーバルな非言語コミュニケーションである「状態把握」のスキルを身につけていく事が重要となると考える。今後、次世代のエンジニアに求められるこれらのスキルを意識し教育を実践していくことで、それぞれのスキルの評価方法とその見える化を検討し、学生達にフィードバックをする方法の構築を進めていく。

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 0件）

1. 発表者名 久場悠誠、神里志穂子、山田親稔、眞喜志治、亀濱博紀
2. 発表標題 簡易視野測定のための自動判定手法の検討
3. 学会等名 電気学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上原元気、比嘉聖、神里志穂子、山田孝治
2. 発表標題 モーションセンサを用いた電動車いすの制御補助システムの開発
3. 学会等名 電気学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 比嘉聖、山田孝治、神里志穂子
2. 発表標題 視線・顔情報に基づく移動意図推定モデルを用いた電動車いすの走行評価
3. 学会等名 電気学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 比嘉風優希、亀濱博紀、神里志穂子、中平勝也、中平勝子、原田宗玄、中川瑚汰
2. 発表標題 ブレイン・マシン・インタフェースを用いた車いす制御の検討
3. 学会等名 電気学会
4. 発表年 2022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	眞喜志 治  (Makishi Osamu)  (70289297)	沖縄工業高等専門学校・機械システム工学科・教授   (58001)	
研究 分担者	山田 親稔  (Yamada Chikatoshi)  (40412902)	沖縄工業高等専門学校・情報通信システム工学科・教授   (58001)	
研究 分担者	金城 伊智子  (Kinjo Ichiko)  (10550262)	沖縄工業高等専門学校・情報通信システム工学科・教授   (58001)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------