

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 27 日現在

機関番号：53203

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2014

課題番号：24501170

研究課題名(和文)電子教材の長期利用を意図した学習システムの開発と複合的学力育成に関する研究

研究課題名(英文) Development of educational system for a long-term use of digital material to improve students' multiple abilities

研究代表者

成瀬 喜則 (Naruse, Yoshinori)

富山高等専門学校・国際ビジネス学科・教授

研究者番号：00249773

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、同一の教材を利用して長期にわたる総合的な学習を可能にするために、学習教材を開発し、学習デザイン等について検討した。

簡単なプログラムを入力することで、走行データや使用エネルギーを表示するロボットトレインやロボットカーを開発し、他者評価活動を取り入れた学習、専門科目での学習等を行い、その教育効果を調べた。その結果、専門科目に対する学習意識の向上や企画力の向上が見られた。さらに、海外の教育機関でも利用できることがわかった。

研究成果の概要(英文)：Digital material and education design were developed in order that students were able to learn specialized subjects comprehensively using the same material for a long-term. Digital materials are a robotic car and a robotic train developed for this research, and both of them show the results of consumption energy and traveling data after executing a relatively simple program.

Some educational activities using the robotic car and the robotic train were designed to improve students' multiple abilities. Evaluating activities with other students' data were conducted after the learning activities were carried out in specialized subjects. Educational results were scrutinized. Students' willingness regarding studying specialized subjects and their consciousness regarding making plans were improved through the educational activities. It was also found that the educational design and digital material developed for this research were able to be applied to educational institutions abroad.

研究分野：教育工学

キーワード：学習教材 ロボットトレイン 意思決定 課題解決型学習 学習デザイン 学習データ

### 1. 研究開始当初の背景

学校教育では、高度な専門的知識を持ち、グローバル社会で活躍できる人材を育成することが求められており、多くの取り組みが行われている。高専では、技術力を高めるために多くの実験・実習が行われ、国際性を高めるために海外教育機関との連携による教育活動が行われている。このような活動を通して、実践的な技術力を持つ人材輩出を目指している。

特に、自ら課題を設定し、解決する力の育成のために、さまざまな学習方法や学習教材の開発が必要となっている。

筆者らはこれまで、多様な目的で学習することができる電子教材の開発を行ってきた。特に、簡易自律型システムは複数分野での利用が可能であり、教育効果を上げることができた。

そこで、このような電子教材の活用場面をさらに広げることによって、自己の知識の広がりや学力の向上を客観的に知ることができるはずである。

小学校から高専まで、長期間使って学習することができる教材はあまりない。また、学習成果を評価・分析して、他の学習でも活用するという学習方法もあまり検討されていない。学習者が客観的に自己評価をして、達成感や学力向上を実感できるようにする教育システムや海外教育機関との協働学習システムを確立する必要がある。

### 2. 研究の目的

本研究では、課題解決型学習を効率的に行うために、長期間利用できる電子教材や学習デザインの構築を目指す。具体的には、電子教材(ロボットカー・ロボットトレイン)の長期間利用を通して、さまざまな専門科目を総合的に学習し、専門的な知識を融合させる力を育成するための学習コンテンツを開発する。さらに、学習データを活用した協働学習システムについて検討する。

稼働力と稼働時間のデータ入力と得られた走行データ(走行距離、消費エネルギー等)に、できるだけ1対1対応が得られるように改善を行う。これによって、学習者が学習データを保存して、別の学習をするときにこの学習データを活用することができるようになる。これによって学習者は長期間にわたって、電子教材を使って学習することが可能となる。また、他の学習者が学習データを参考にすることも可能となる。

さらに、走行結果に対する評価が可能となる評価システムの開発も行う。以上のシステムを使って、高専の学生が電気・制御・情報を総合的に学習できるようにする。中学生向けの学習プログラムも開発して、授業で活用できるようにする。

最後に、諸外国の教育機関との協働学習を行い、グローバル化のためのカリキュラムについて検討を進める。

### 3. 研究の方法

同一の電子学習教材を長期にわたって利用し、総合的な学習を可能にするために、教材の使用環境を整備すると同時に、学習データを利用して他の学習に活用できる教育システムを実現する。具体的には下記の内容について研究を行う。

#### (1)汎用性の高い学習教材の開発

これまでに開発した電子教材(ロボットカー)は、モーターにかかる電力(稼働力)と稼働時間を組み合わせたデータを入力することによって、走行した距離、走行した時間、消費エネルギー等のデータが出力される。

しかし、入力データに対する走行結果が必ずしも一定ではなく、若干の誤差が生じる場合がある。入力データ(稼働力、稼働時間)と出力データ(走行距離、走行時間、消費エネルギー)に、1対1対応が得られるように改善を行う。走行路を作り、その上を走行するようなシステムに改良すれば上記の課題が解決される。

また、平地走行だけでなく、傾斜をつけて走行コースをある程度自由に作ることができるようにする。

#### (2)評価システムの開発

走行を評価する評価システムを開発する。下記の3つの出力データを総合的に評価して、得点をつける。

走行距離(停止位置と目的地までの距離)

消費エネルギー(未消費エネルギー)

走行時間(制限時間との相違)

また、に重要度を設定して評価できるようにする。重要度は自由に設定変更できるようにすることで、利用価値の高い評価システムを目指す。基本となる評価システムは、これまでの研究で開発済みであるが、教師が授業目的に合わせて、簡単に重要度を設定して、Web上で走行評価ができるようにする。

さらに、Web上でデータを入力し、結果を予想して記入できるようにする。走行終了後、出力データや評価が自動的に表示され、それらを見ながら考察を記入することができるようにする。

#### (3)学習モデルの開発と教育効果の測定

本システムを高専生のみならず中学生に利用してもらい、学習教材としての有効性を高める。制御系や情報系の学習として有効であることは既にわかっているが、エネルギー消費を考えながら最適な走行を考えさせるという学習も可能であることに着目して、学習デザインを構築する。

#### (4)学習データの有効活用と教育実践

他者が作成したデータを分析・評価して改善する学習活動を通して、どのような学力を育成できるかを検討する。この研究を通して、

学習データをさまざまな課題の中で活用できるようなカリキュラムの開発が可能となる。

#### 4. 研究成果

##### (1)教材の改良による正確なデータ獲得

長期にわたる学習が可能になる学習デザインを開発した。具体的には、レール上を走行する列車（ロボットトレイン）を考案し、レール上に電流を流し、ロボットトレインを制御できるようにした。走行後に、制御用コンピュータの画面に、消費エネルギー、走行距離、走行時間など、グラフ表示できるようにした。また、ロボットトレインの前方にカメラを装着し、走行の様子を画面上で見ることができるようにした（図1）。

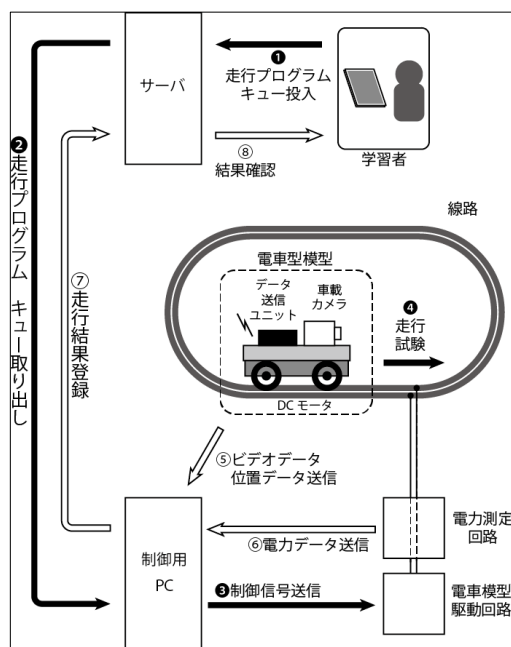


図1 開発したロボットトレインシステム

##### (2)多様な学習の構築と教育効果

意思決定が必要となる課題を学習者に提示した。最適化をテーマとして、与えられた課題をグループ活動によって解決するように指導した。

高学年高専生を対象とした実践では、意思決定法を利用することによって解決する形態とした。安全性や計画遂行性、乗り心地、燃費、正確性などの評価基準の下で複数の走行について評価させた。

学習後、学習活動の内容と身についた力の関係について自己評価させた。それぞれの力と意欲の育成に役に立った学習活動をリストアップさせ、それらを分析した。

これによると、身についた力と意欲については3種類（分析・実行する力、他者と関わる力、企画・表現する力）に分類することができた。また、活動内容については4種類（意思決定について学ぶ学習、具体的手法について学ぶ学習、具体的課題に適用する学習、意

思決定法の計算例の学習）に分類することができた。

分析の結果、分析・実行する力を育成するためには、具体的な課題を通して活動させることが有効であることがわかった。また、企画・表現する力を育成するためには、具体的な手法を身につけることが有効であることがわかった。

##### (3)他者評価を取り入れた学習と教育効果

チームで効率的なプログラムデータを作る活動を行うと同時に、他者グループが作成したプログラムデータを下記の観点で評価・分析する学習を行った。

そのプログラムはどのような走行をさせる目的で作成されたか

結果はどうかと予想されるか

どういう点を改善すべきか

複数回学習を繰り返すことによって、学習者の視点に変化が見られた。これによって、他者の学習成果を評価・分析する活動は、学習者の学習の多様性を引き出すことがわかった。

##### (4)中学生から高専生にまで有効な学習活動

本教材を、中学生にも実施してもらい、教材の有効性を調べた。

中学生に対しては、停止位置、消費エネルギー、走行時間を点数化して総合的に評価できるようにして、ロボットトレインを利用させた。チームで入力データを考えさせて、走行結果について考察させるようにした。

中学生が、エネルギーを身近にとらえることができるように、中学校教員と共同で授業を展開した。

実践後のアンケート結果によると、自分で勉強する力が身についたと考えるようになったことがわかった。

#### 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7件)

Naruse, Y., Shimizu, M. and Miyaji, I., Learning Activities for Community Problem Solving, Proceedings of 9th International Technology, Education and Development Conference (INTED 2015), 査読有, 2015, pp.6729-6734

Naruse, Y. and Nagayama, A., Instructional Design of Collaborative Studies for Problem-Based Learning in English, Proceedings of Ireland International Conference on Education, 査読有, 2014, pp.240-243

Miyaji, I., Shimizu, H., Yoshida, K. and Naruse, Y., Support System Developed for a Beginner's Design of Blended Learning Courses and Its Use

Evaluation, International Journal of Digital Society (IJDS), 査読有, Special Issue, Volume 1, Issue 1, 2013, pp.842-851

Naruse, Y. Educational Materials for Understanding Decision-Making Using AHP, Proceedings of Ireland International Conference on Education (IICE2013), 査読有, 2013, pp.26-28

Toga, S., Y. Hayakawa, Y., Shibata, Y., Hayase, Y. and Naruse, Y., Development of Education System using Robotic Car and Robotic Train, Proceedings of International Symposium on Advances in Technology Education (ISATE2013), 査読有, 2013, pp.289-292

Naruse, Y., Miyaji, I., Toga, S., Hayase, Y., Hayakawa, Y., Educational Effect on Analyzing Others' Experimental Products, Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education 2013 (SITE2013), 査読有, 2013, pp.3996-4000

早勢 欣和 (HAYASE YOSHIKAZU)

富山高等専門学校・電子情報工学科・准教授

研究者番号 : 60238144

(3)連携研究者 なし

〔学会発表〕(計6件)

成瀬喜則、長山昌子、遠藤真、複合的な学習活動を支援するための教材開発、教育システム情報学会中国支部研究発表会、2014年7月12日、YIC ビジネスアート専門学校(山口県山口市)

成瀬喜則、長期活用を意図した学習教材に関する検討、2013年日本科学教育学会中国支部シンポジウム eラーニングからブレンディッドラーニングへPart5、2013年12月7日、岡山理科大学(岡山県岡山市)

成瀬喜則、梅 伸司、長山昌子、技術を客観的に分析する力を育成するための学習方法の検討、教育システム情報学会第38回全国大会、2013年9月3日、金沢大学(石川県金沢市)

成瀬喜則、宮地 功、梅 伸司、早勢欣和、早川幸弘、同一教材の長期利用に関する学習環境の検討、日本教育情報学会第28回年会、2012年8月25日、聖徳大学(千葉県松戸市)

6. 研究組織

(1)研究代表者

成瀬 喜則 (NARUSE YOSHINORI)

富山高等専門学校・国際ビジネス学科・教授

研究者番号 : 00249773

(2)研究分担者

宮地 功 (MIYAJI ISAO)

岡山理科大学・総合情報学部・教授

研究者番号 : 30043722

梅 伸司 (TOGA SHINJI)

富山高等専門学校・商船学科・教授

研究者番号 : 90270248