

令和 2 年 6 月 26 日現在

機関番号：52601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00995

研究課題名(和文) 多様な障害を持った学生に対応した早期技術者教育における実験実習教材の開発

研究課題名(英文) Development of experimental training materials in early engineer education for students with various disabilities

研究代表者

西村 亮 (Nishimura, Makoto)

東京工業高等専門学校・情報工学科・講師

研究者番号：80259829

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：東京工業高等専門学校1年次において開講されている「ものづくり基礎工学」において、障害を有する学生に対応する教材開発を行った。主として聴覚障害を有する学生に向けて、実験内容の解説を行う字幕付きの動画教材を制作した。色覚障害を有する学生に向けて、化学反応時の色を検出するスマートフォン用アプリケーションを開発した。

また、4年次の「社会実装プロジェクト」において、学生が教材開発を行い、健全者と障害者が共生する社会への理解を深めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高等専門学校における実験実習教材開発を通じて、障害を有する学生への合理的配慮を実現するための事例を蓄積した。実験実習は理工系の高等教育機関における基幹となる教育活動である。そこで合理的配慮を実現することは、障害者の社会進出を促し、その環境で学んだ健全な学生に共生の意識を醸成することが期待できる。これは障害者差別解消法の立法趣旨である共生社会の実現に資するものである。

研究成果の概要(英文)：For handicapped students, we have developed teaching materials of "Fundamental Engineering Laboratory" which is placed to the first year students of National Institute of Technology, Tokyo College. Mainly for students with hearing impairments, we have created video materials with subtitles that explains the contents of the experiment. We have developed a smartphone application for students with color blindness that detects colors during chemical reactions. In "Social Implementation Project", which is placed to the 4th year students, students developed teaching materials and deepened their understanding of the society in which healthy persons and handicapped persons coexist.

研究分野：音声信号処理

キーワード：工学教育 障害学生支援

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 障害を理由とする差別の解消の推進に関する法律が平成 28 年 4 月に施行された。これにより我が国においては、障害を有する者でも有しない者でも、互いに認め合いながら共に生きる共生社会の実現に向けて、行動することとなった。本法では事業者に対して、障害者の不当な差別的取扱いを禁止するほか、障害者に対して合理的な配慮を求めており、高等専門学校においても、それを実現する必要がある。

(2) 近年、高等専門学校においても、様々な障害を有する学生が入学している。これらの学生に対して、学生相談室等を中心として対応がなされ、組織的な支援体制が整いつつあり、支援を受ける学生は増加する傾向にある。一方、高等専門学校は実験実習を中心とした早期技術者教育を特徴としている。上記のように、障害を有する学生個々への対応は整いつつあるものの、実験実習においては、一般的な対処に加え、講義科目とは異なった特有の対処が必要となるが、それに対応する教材はなく、その開発が求められている。また、共生社会実現のためには、健常者が常に障害者の存在を意識して行動する必要があり、学校教育においてもそれを実践する場が必要である。

2. 研究の目的

本研究では、早期技術者教育において、多様な障害を有する学生に対応した実験実習教材を開発する。それと同時に、高等教育機関の理工系の実験実習において、障害者と健常者とが自然な形で共存できる教材事例を蓄積する。また、健常な学生を開発に参加させることによって、障害者への理解と共感を増進し、健常な学生が社会と向き合う力を醸成するとともに、障害者や高齢者が生活しやすい社会構築への礎とする。

3. 研究の方法

東京工業高等専門学校 1 年次において開講されている実験実習科目「ものづくり基礎工学」において、現行の実験実習の到達目標を変えずに、障害を有する学生でも受講できることを目指した検討及び新規学習教材開発のための試行を行う。

(1) 四肢障害を有する学生を念頭に置いたハードウェアの整備を行い、障壁の解消を図り、障害を有する学生が実験実習を受講する際の対策を検討する。

(2) 四肢障害に加えて、視覚障害、聴覚障害等を有する学生が利用することを念頭に置き、動画教材とスマートフォンを利用した教材を開発する。開発した教材については、予習、復習、実験時の説明において活用する。

(3) 東京工業高等専門学校 4 年次において開講される「社会実装プロジェクト」において、「ものづくり基礎工学」の教材開発を行う。問題点とニーズの発見、教材開発、教材の検証を行わせることにより、障害者と健常者の共存の意義、ユニバーサルデザインの必要性を意識させ、社会に向き合う力を持った学生の育成を図る。

4. 研究成果

(1) ハードウェア整備においては、旋盤にマシンセーフガードを取り付け、実験実習で利用している。「ものづくり基礎工学」の機械工学分野においては、旋盤を用いた切削加工、ボール盤を用いた穴あけ、ねじ切り、アルミニウムを用いた鋳造の各実習を実施している。機械工学の基本としてこれらの実習を幅広く体験させることは有用であるが、健常な学生であっても、他分野と比較して危険を伴う内容である。この対策によって、旋盤作業における工作中的作業者の巻き込み、切粉の飛散等を防止することにより、四肢に障害を有する学生であっても安全な実習を行えるようになった。

(2) 動画教材については、実験実習内容の学習のほか、実習上の安全教育にも利用する目的で制作を行い、利用した。説明動画には字幕を付け、聴覚に障害を有する学生にも内容を伝えられるようにするとともに説明音声の聞き逃しにも対処できるようにした。

機械工学分野においては、上記のように危険を伴う内容が含まれる。これに対して、事前に危険性を具体的に示す安全教育を実施することにより、事故の発生を抑止することが期待される。上記の実習のうち、鋳造実習においては、摂氏 700 度程度の高温で溶解したアルミニウムを取り扱っている。通常の生活で溶解した金属を観察する機会はほとんどなく、口頭の注意のみでは実感に乏しい。そこで、鋳込み時における湯とその周辺の温度分布情報を提示することによって、実感を持てるようにした動画教材を制作した。温度分布情報の取得にはサーモグラフィカメラを用い、その画像と作業画像、説明音声を合わせたものとなっている。この教材を実習時に提示したところ、温度の高いところがわかりやすかったとの回答が得られている。

電子工学分野、情報工学分野においては、四肢の障害に対する制約、実習上の危険性、色の認識が健常者と異なることが実習の実施に及ぼす影響は小さい。しかしながら、学習障害や発達障害等、一斉の説明のみでは実験実習内容を理解することに難を示す学生が存在する。これらの学

生に対応するため、事前学習や実験実習中の見直しに利用できるよう、実験内容の説明を行った動画教材を制作した。

電子工学分野においては、電気回路と電磁気現象に関する実験実習を行っている。この実験実習には手作業を伴い、一斉説明だけでは内容が伝わりにくい。また、電磁気については、本実験履修後、2年次に電子工学科に配属された学生であっても、その多くが苦手意識を持っている。これらのことから、電子工学分野で開設している実験のうち、「電磁力」について、概要を説明する動画教材を制作した。この実験はクリップモータの製作、電磁誘導を利用したLEDの点滅実験を行うことにより、電磁気現象を直感的に捉え、関連する法則との関係を考えさせる内容となっている。これにより、学習障害等で一斉説明に難を感じる学生だけではなく、健常な学生にとっても内容を理解しやすくなるようにした。実験後のアンケートから、事前学習として動画教材を視聴することによって実験時に余裕が生まれることにより、現象を深く考え、興味を持つ学生が増加したことが示された。また、動画教材に対する改善提案としては、画質や撮影技術に関する事項が多数を占め、具体的な指摘が目立っていた。現在の学生はソーシャルメディア等によって多様な映像に触れる機会が多く、目が肥えていることが要因として挙げられる。そのため、動画教材の完成度が学生のやる気を引き出す重要な要素になっていると考えられる。

情報工学分野においては、プログラミングを中心として、PCを用いた実験実習を行っている。開発した教材は「音の波形と分析」と題する実験における動画教材である。音の波形の概念、デジタル信号処理の基本的な概念であるサンプリング、量子化、サンプリング周波数について説明している。概念的な説明だけではなく、実際の波形を利用して量子化ビット数やサンプリング周波数を変化させた信号を波形で示したうえで再生している。これによって、これらの操作が信号に及ぼす影響の面にも触れ、低学年の学生であっても直感的に学習できるようにしている。

物質工学分野においては、1年次で学習する化学に関する基礎的な実験を行っている。これらにおいては、無機定性分析などで生じる沈殿反応、炎色反応を確認する実験、酸・塩基反応を確認するためのpH試験紙や紫キャベツ色素等の色の識別など、色の認識が重要になる実験が含まれている。そのことから、説明用の字幕に色名を加え、聴覚障害だけではなく、色覚障害を有する学生にとっても適切に学習できるよう配慮した動画教材を制作した。

スマートフォンを利用した教材については、物質工学分野における活用を目的としたAndroid用アプリケーションを開発した。このアプリケーションは滴定実験等において利用できるものである。カメラから取得したある時点における着目した場所の色を登録し、その地点における色が登録した色に近いことを検出したときに音や画面上のマーカ表示によってユーザに通知する機能を持つものである。これによって、色覚障害を有していても、滴定等の実験を健常者と同様に行えるようになった。また、アプリケーションの開発は伴っていないが、電子工学分野においては、前述の動画教材を動画公開サイトで限定的に公開することによって、事前学習においてスマートフォンの利用ができるようになっている。情報工学分野においては、後述する取り組みでスマートフォンを利用できる教材の開発を行った。

(3) 学生に障害を有する学生の存在を意識させ、学びの場を共有する学生の意識を醸成する取り組みとして、本校4年次で開講されている社会実装プロジェクトにおいて、本実験の教材開発を取り入れた。情報工学科4年生4人の学生からなるグループに対して、教材開発の経緯を説明した後、開発する教材の構成を検討させ、開発を行わせた。その結果、コンピュータグラフィックスを題材とするプログラミングを行う実験について、学習障害を持つ学生を対象とした教材を開発した。あらかじめ録画した実験時の講義動画や実験テキストのほか、用意した説明用資料によって、実験時の説明だけでは理解が不足した場合でも、追加の説明を閲覧できるようにしたものである。これらの説明用のコンテンツをサーバによって管理し、WebサイトやQRコードを用いてアクセスすることにより、スマートフォン等を用いてあらゆる場所で学習ができるようなものとしている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 鈴木 慎也, 木村 知彦, 井口 雄紀, 大塚 友彦	4. 巻 67
2. 論文標題 工学系学生のGRIT指標と社会人基礎力の関連性分析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 4_100-4_103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.4307/jsee.67.4_100	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 安富義泰, 大塚友彦, 土居信数	4. 巻 67
2. 論文標題 学生調査法による汎用的能力評価の有効性に関する考察	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 3_66-3_71
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.4307/jsee.67.6_66	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 庄司良, 大塚友彦	4. 巻 67
2. 論文標題 東京高専における内部質保証システムの改善: JABEE受審をきっかけとして	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 1_66-1_68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.4307/jsee.67.1_66	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 一戸隆久, 新田武父	4. 巻 51
2. 論文標題 実験科目における事前学習用ビデオ教材の活用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 東京工業高等専門学校研究報告書	6. 最初と最後の頁 35-41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 高橋三男	4. 巻 790
2. 論文標題 酸素センサで魅力ある理科授業	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 理科の教育	6. 最初と最後の頁 13-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 木村知彦, 大塚友彦	4. 巻 66
2. 論文標題 卒業研究による社会人基礎力向上効果に関する一考察	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 77-81
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 井口雄紀, 大塚友彦	4. 巻 66
2. 論文標題 社会人基礎力「前に踏み出す力」の主観的な評価手法に関する一考察	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 54-57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 多羅尾進, 林文晴, 大塚友彦	4. 巻 65
2. 論文標題 社会実装教育における枠組みの構築と実装活動の客観的・主観的評価手法の開発	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 29-34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 佐藤知正, 林丈晴, 大塚友彦	4. 巻 65
2. 論文標題 科学技術イノベーション実現のための社会実装教育～社会実装コンテスト～	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 3-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 清水昭博	4. 巻 120
2. 論文標題 身近な材料を使い、ゼロから始めるものづくりスチロール容器で風力発電機を作る！(おもしろイベント報告)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本機械学会誌	6. 最初と最後の頁 43-43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 安富義泰, 永井翠, 大塚友彦
2. 発表標題 社会実装教育による学生の社会人基礎力への教育効果
3. 学会等名 日本工学教育協会令和元年度工学教育研究講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清水昭博, 中村源一郎, 藤野宏, 鈴木塔二, 降矢司, 小山幸平
2. 発表標題 温度情報を含む実習手順教示用動画
3. 学会等名 日本機械学会技術と社会部門講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 一戸隆久, 新田武父
2. 発表標題 ビデオ教材による専門基礎実験の事前学習効果
3. 学会等名 2019年度日本物理教育学会第36回物理教育研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋三男
2. 発表標題 手作り酸素センサを用いた理科教育への普及
3. 学会等名 電気化学会第92回化学センサ研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋三男, 後藤顕一, 羽田宜弘, 川島徳道
2. 発表標題 口ウソクの消炎反応に関する教材開発 - 気流を考える -
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大塚友彦, 鈴木慎也, 木村知彦, 井口雄紀
2. 発表標題 学生のコンピテンシーと「やり抜く力 (GRIT)」との関連分析
3. 学会等名 日本工学教育協会第66回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 一戸隆久, 大塚友彦, 多羅尾進, 山下晃弘
2. 発表標題 「社会実装フォーラム」の取組み
3. 学会等名 日本工学教育協会第66回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 城石英伸, 伊藤 篤子, 庄司 良, 高橋三男, 中野雅之, 石井宏幸, 雑賀章浩, 西村 亮
2. 発表標題 物質工学分野における多様な障害を持った学生に対応した早期技術者教育における実験実習教材の開発(2)
3. 学会等名 2018年電気化学秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 城石英伸, 雑賀章浩, 伊藤篤子, 庄司 良, 井手智仁, 中野雅之, 高橋三男, 石井宏幸, 西村 亮
2. 発表標題 物質工学分野における多様な障害を持った学生に対応した早期技術者教育における実験実習教材の開発(3)
3. 学会等名 電気化学会第86回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大塚友彦
2. 発表標題 「やり抜く力」の主観評価の有効性に関する考察
3. 学会等名 日本工学教育協会平成29年度工学教育研究講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西村亮, 竹岡久慈
2. 発表標題 若手技術者の学び直しのためのMOOC教材開発 - 電気回路教材の開発 -
3. 学会等名 日本工学教育協会平成29年度工学教育研究講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 城石 英伸, 伊藤 篤子, 庄司 良, 高橋 三男, 中野 雅之, 井手 智仁, 金澤 亮一, 石井 宏幸, 雑賀 章浩, 西村 亮
2. 発表標題 物質工学分野における多様な障害を持った学生に対応した早期技術者教育における実験実習教材の開発(1)
3. 学会等名 2017年電気化学秋季大会
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	高橋 三男 (Takahashi Mitsuo) (40197182)	東京工業高等専門学校・物質工学科・教授 (52601)	
研究分担者	大塚 友彦 (Otsuka Tomohiko) (80262278)	東京工業高等専門学校・電子工学科・教授 (52601)	
研究分担者	清水 昭博 (Shimizu Akihiro) (90149914)	東京工業高等専門学校・機械工学科・教授 (52601)	

6. 研究組織（つづき）

	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	松井 義弘 (Matsui Yoshihiro) (40300545)	東京工業高等専門学校・電気工学科・教授 (52601)	
研究分担者	大前 佑斗 (Oomae Yuuto) (00781874)	東京工業高等専門学校・電気工学科・助教 (52601)	
研究分担者	一戸 隆久 (Ichinohe Takahisa) (40290720)	東京工業高等専門学校・電子工学科・准教授 (52601)	
研究分担者	城石 英伸 (Shiroishi Hidenobu) (30413751)	東京工業高等専門学校・物質工学科・准教授 (52601)	
研究分担者	濱住 啓之 (Hamazumi Hiroyuki) (30822027)	東京工業高等専門学校・電気工学科・教授 (52601)	