

自然エネルギー利用型ハイブリッド発電学習システムの提案*

南部幸久** 大塚正雄** 三橋和彦** 高比良秀彰** 茂木貴之***

Development of Educational Product for the Hibrid Power Genetation System using Natural Energy

Yukihisa NANBU Masao OHTSUKA Kazuhiko MITSUHASI Hideaki TAKAHIRA Takayuki MOGI

1. はじめに

近年、エネルギー問題は深刻であり、この分野の研究者・技術者の養成は、工学系教育機関にとって重要な課題である。しかしながら、現在の学生にとって、電気系におけるエネルギー分野は、情報通信分野に比べ古い分野と判断される傾向があり、その意識をかえると同時に、エネルギー分野の重要性和魅力を示す必要がある¹⁾。

一方、高等専門学校においては、独立行政法人化に伴い、地域企業のみならず初等・中等教育機関との連携事業としての取組も奨励²⁾され、佐世保工業高等専門学校においても様々な事業や取組が遂行されている³⁻⁹⁾。

本研究では、電気系におけるエネルギー分野の導入教育を学生にとって魅力あるものとするような実験実習装置の開発を目的として、「自然エネルギー利用型ハイブリッド発電学習システム」の提案と試作モデルの構築を行う。特に本稿では、上記研究目的に加え、地域連携事業としての発展性を視野に入れ、小中学生を対象とした電力及びエネルギー分野に関する導入学習システムの提案と試作教材の構築を行い、佐世保市立福石中学校の協力を得て実現した試作教材の試行運用、及び、学外を対象とした学校開放行事を利用した試行の結果についてまとめる。本研究は、早期専門教育の経験を生かした地域連携事業の推進、ならびに理科離れ対策事業へ向けた試行的な取組として有用である。

2. ハイブリッド発電教育システムの概要

2. 1 学習システムの構成

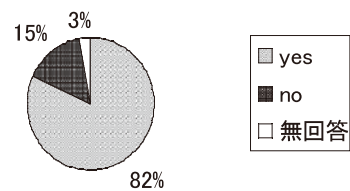
学習システムを構成するにあたり、平成 18 年 10

* 原稿受付 平成 19 年 10 月 2 日

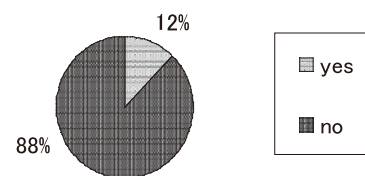
** 佐世保工業高等専門学校 電気電子工学科

*** 佐世保工業高等専門学校 学生課

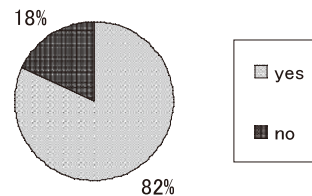
質問1. 近いうちにエネルギー資源が不足すると思うか？



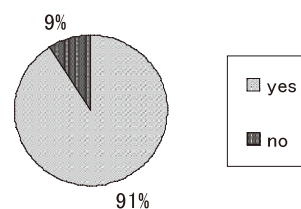
質問2. ハイブリッド発電のことを知っているか？



質問3. 風力発電を知っているか？



質問4. 太陽光発電を知っているか？



質問5. 風力発電や太陽光発電に興味があるか？

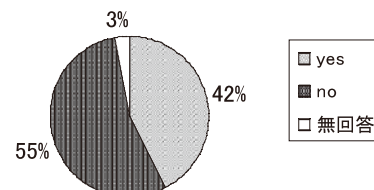


図 1. 事前アンケート(回答数: 33 名)

月に本校において小中学生を対象とした学校開放の行事「おもしろ実験大公開」において、参加した小中学生の中で電気系の実験・展示に興味を示した 33 名に、アンケートによる事前調査を行った。その結果を図 1 に示す。サンプル数が少ないが、これらの結果より、傾向として、①一般的な化石エネルギー枯渇に対する危機感はあるが、その代替エネルギーの一部となる自然エネルギー利用に対する興味はさほど高くない、②風力発電及び太陽光発電について、それぞれ単独ではその存在を知っているが、これらを組み合わせたハイブリッド発電については、まだ知らない児童・生徒が多いことがわかる。

よって、小中学生向けの学習システムには、実験・展示等を行う前に、ハイブリッド発電についての存在と原理を学習するための導入用教材が必要であると考え、番組形式による DVD 教材及び授業用プレゼンテーション・シートを作成した。そして、これらを利用した導入教育の後に、実際に触れることのできる学習用ハイブリッド発電システムの試作モデルを作成することとした。

この学習システムを利用した学習の一連の流れは、一般企業における工場見学に近い形式となる。則ち、ビデオによる概要説明の後、担当者によるプレゼンテーション形式の説明が行われ、実際の施設・設備の見学という流れになり、限られた時間で受講者或いは見学者に予備知識を持たせ、実物を見て理解させるには、この流れに落ち着くようである。

2. 2 DVD教材とプレゼンテーション・シート

DVD 教材は、動画編集とアニメーション作成を Adobe Premiere Elements 2.0(Adobe 社)で、ナレーション等の音声及び音響に関する編集を Audacity(開発 : Source Forge)で行い、最終的な教材の書き出しは、avi(MPEG II)ファイル形式とした。図 2 に、Adobe Premiere Elements 2.0 の編集画面を、表 1 に試作した DVD 教材の仕様を示す。なお、試作教材は初版、第 2 版、第 3 版まで作成し、各版完成の都度に中学生によるモニタ調査を行い、改善作業を行った。

プレゼンテーション・シートは、マイクロソフト社の PowerPoint を使用し、紙芝居形式で指導者に特別な専門的知識がない場合でも授業での使用に耐えることを念頭に置いて制作を行った。シートの例

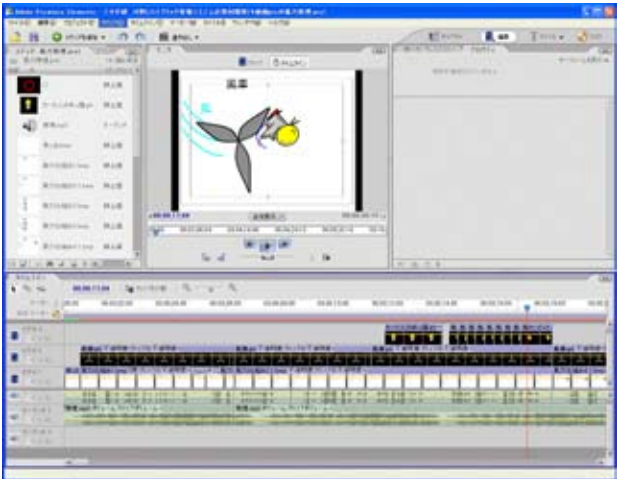


図 2. Adobe Premiere Elements 2.0 の編集画面

表 1. 試作した DVD 教材の仕様

D V D 教 材 の 仕 様	内 容 (最 終 版)
ファイルの種類	WMV 9
フレームサイズ [ピクセル]	720×480
フレームレート [fps]	30
フレームビットレート [bps]	平均 1Mbps (可変)
オーディオ形式	WMA 9.1
オーディオビットレート [kbps]	192
ファイルサイズ [MByte]	370.27
作 品 時 間	12 分 7 秒



図 3. パワーポイント(マイクロソフト社)によるプレゼンテーション・シートの例



図4. 自然エネルギー利用型ハイブリッド発電
学習用体験&実験教材

を図3に示す。このプレゼンテーション・シートについても、DVD教材と同様に初版、第2版、第3版まで作成し、中学生によるモニタ調査及び改善作業を行った。

2. 3 学習用ハイブリッド発電試作モデル

DVD教材の視聴及びプレゼンテーション・シートによる座学的な学習の後に使用する「自然エネルギー利用型ハイブリッド発電学習用体験&実験教材」の概要を図4に示す。

風力及び太陽光の持つエネルギーを電気エネルギーに変換する発電系展示システムには、ゼファー社の「OWL ECO-10ZXP」を基本システムとして使用する。このシステムをAC100Vの電源とし、電気自動車の蓄電池を負荷として充電すると、電気自動車の走行距離等により自然エネルギーの具体的な量を体験的に知ることができる。しかしながら、充

電には長時間を要するので、実際に教材として用いる場合は、展示を中心とした利用となる。よって、自然エネルギーの利用体験には電気自動車を使うこととなる。「OWL ECO-10ZXP」システムで最大限に充電する場合の時間と電力量を事前に説明し、電気自動車の走行距離を調査することにより、一定量の自然エネルギーを得るためには、どの程度の発電システムでどのくらいの充電時間が必要かを学習させ、エネルギーを具体的な量として理解させることができる。

以上の発電系展示システムと負荷装置(電気自動車)の学習を終えた後、近年注目されている燃料電池に関する実験へ導く。そのための実験装置が、「太陽光発電&燃料電池自動車実験キット」である。この実験装置では、太陽電池によって得られた電気エネルギーにより、模型の燃料電池自動車がどの程度の距離を走行できるかを実験することができるので、提示型実験装置として有用である。燃料電池自動車も試乗できるものがあれば、蓄電池方式の電気自動車との比較実験を行うことができるが、燃料電

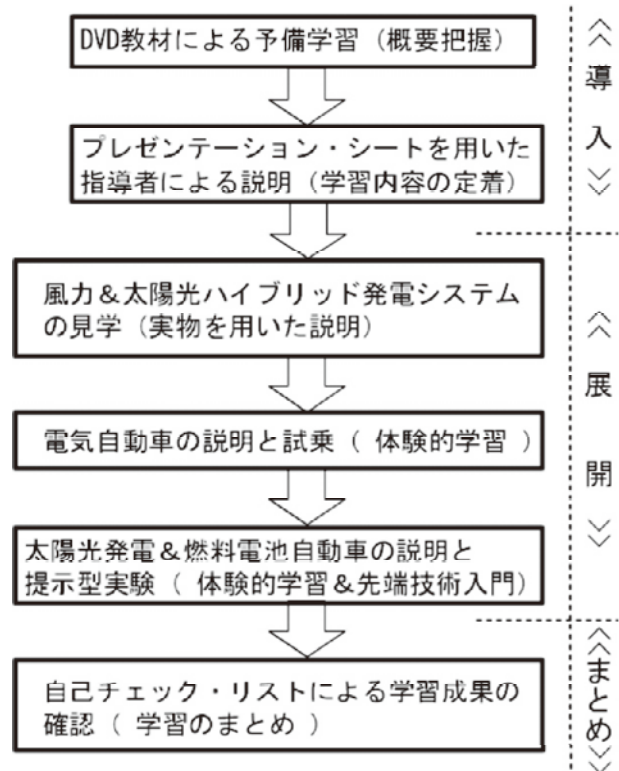


図5. 「自然エネルギー利用型ハイブリッド発電
学習システム」を利用した学習の流れの例

池自動車が高価であるため、現状では提示実験の構築で止まっている。

2. 4 教材を用いた学習の流れ

図5に、構築した教材：「自然エネルギー利用型ハイブリッド発電学習システム」を用いた学習の流れの例を示す。従来、このような教材開発の研究においては、教材の評価及び改善のためのアンケート調査の実施が定番であった。本研究では、学習者の理解度や定着度を学習者自身に伝えることを目的として、学習が終了した時点で、学習内容をクイズ形式にまとめたセルフ・チェック・リストを用意する予定である。

3. 試作教材の試行運用及びアンケート調査

3. 1 導入用メディア学習システムについての試行運用とアンケート調査

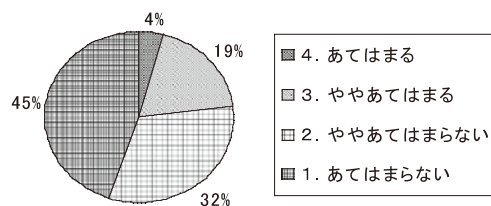
試作した DVD 教材及びプレゼンテーション・シートを用いて、佐世保市立福石中学校の協力のもと、平成 18 年 12 月に同校 3 年生の生徒(75 名：2 クラス)に対して第 1 回試行運用及び調査を実施し、その結果の基づいて修正及び改善を行った教材を用いて平成 19 年 1 月に同校 2 年生の生徒(79 名：2 クラス)に対して第 2 回調査を実施した。図 6 に、試行運用として実施した模擬授業の様子を示す。



図 6. 試作教材を利用した模擬授業の様子

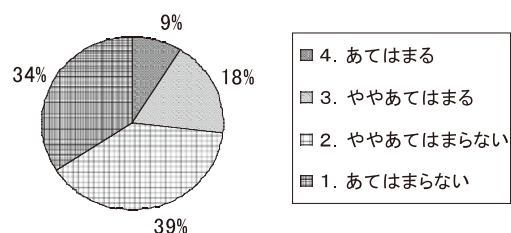
図 7 に、事前調査として行った「ハイブリッド発電」についての認知度の調査結果を示す。両学年とも、「ハイブリッド発電」については各学年の約 4 分の 3 の生徒が知らないという状況であった。ただ、

質問：ハイブリッド発電について知っていた。
(聞いたことがある)。



(a) 3 年生の回答

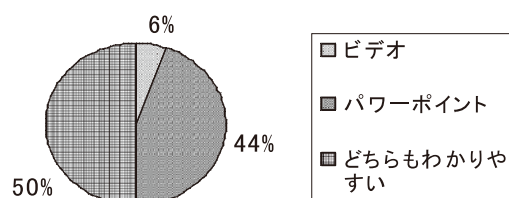
質問：ハイブリッド発電について知っていた
(聞いたことがある)。



(b) 2 年生の回答

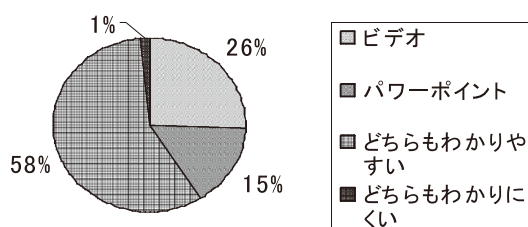
図 7. 「質問：ハイブリッド発電について知っていたか？」に対する回答

質問：ビデオとパワーポイントで、
わかりやすい方は？



(a) 3 年生の回答

質問：ビデオとパワーポイントで
わかりやすい方は？



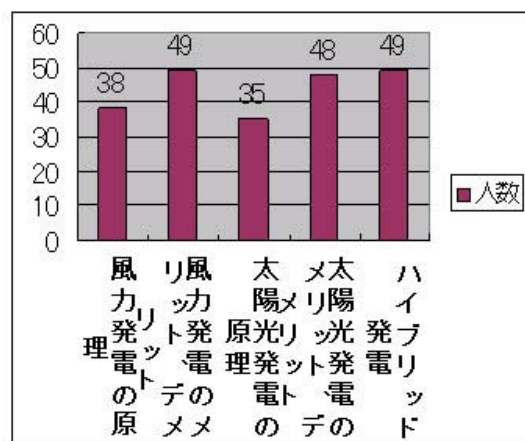
(b) 2 年生の回答

図 8. 「質問：ビデオ (DVD) とパワーポイント (プレゼンテーション・シート) で、わかりやすい方は？」に対する回答

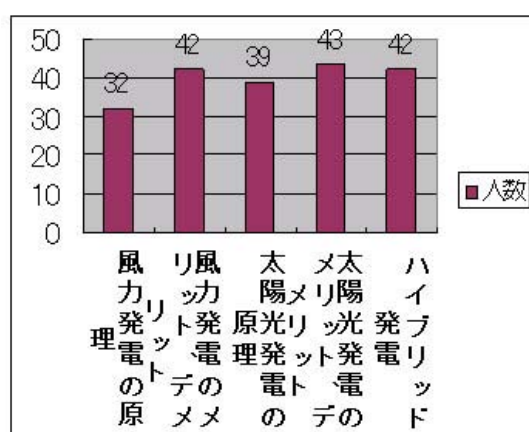
自然エネルギー利用型ハイブリッド発電学習システムの提案

太陽光発電や風力発電などの単独の発電方式に対する認知は両学年とも高く(各クラスの約8割が単独の発電方式については知っているという回答)、これらを組み合わせた方式の存在をまだ知らないという状況のようである。構築する学習システムにより、自然エネルギーの効率的な取得の仕組みに興味を抱かせ、その有用性を小中学生の時期に伝えることができる。

図8に、3年生(12月)及び2年生(1月)に実施した模擬授業後に「DVD教材とプレゼンテーション・シートでは、どちらがわかりやすいか?」という質問に対する回答の集計結果である。両学年とも総じて半数以上の学生が、どちらの教材もわかりやすいと回答してくれた。ビデオ(DVD教材)に関し



(a) 3年生の回答



(b) 2年生の回答

図9. 「質問：ビデオ(DVD)とパワーポイント(プレゼンテーション・シート)の2つの教材を体験して理解できた項目は?」に対する回答

ては、2年生の方が「わかりやすい」という回答が多くなっているが、これは、3年生に対して模擬授業を実施した後、アンケートに基づいて修正と改善を行った結果、教材の内容が向上したものと考えられる。パワーポイント(プレゼンテーション・シート)を用いた説明は、2年生の方が低くなっているが、ビデオ及び両方わかりやすいという回答にシフトしたようである。よって、両教材を、単独で使用するのではなく、DVD視聴の後にプレゼンテーション・シートで説明を行うことにより、内容の理解と定着がより良くなるものと期待される。

図9に、「質問：ビデオ(DVD)とパワーポイント(プレゼンテーション・シート)の2つの教材を体験してみて、理解できた項目は?」に対する回答である。両学年において共通しているところは、原理に関する説明の理解度が、他の項目に比べ低くなっていることである。この箇所は、教材作成において特に注意を要するところであり、原理の説明を詳細に行うと小中学生からは「難しいもの」と捉えられがちであり、逆に簡単にしてしまうと、教材としての役割が薄れてしまう。小中学生に興味を失わせない範囲で、教材としてのレベルで原理説明が展開できるよう、十分な調査と検討が必要である。

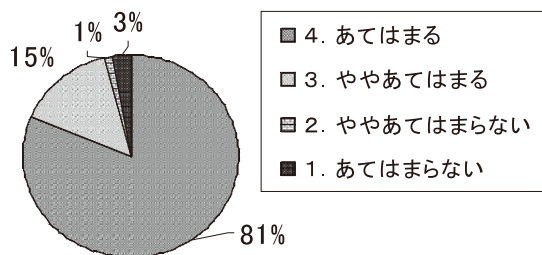
図10に、「質問：将来的にハイブリッド発電は重要になると思いますか?」に対する回答を示す。ハイブリッド発電については、両学年とも4分の3の生徒が知らなかったと答えているが(図7参照)、DVD教材及びプレゼンテーション・シートによる説明後は、両学年とも90%以上の生徒が「ハイブリッド発電は重要な技術」という認識を持ってくれた。各クラスにおいて、両教材を用いた説明により、ハイブリッド発電について、これだけ多くの生徒に必要性を抱かせたことは、本研究にとって大きな成果である。今後更に改善を加えて教材の内容を充実させ、自然エネルギー利用技術の紹介とその必要性を、多くの児童・生徒に知ってもらえるよう教材開発を行っていきたい。

以下に、アンケートの自由記述欄に記載されていた代表的なコメント及び感想を示す。

[3年生]

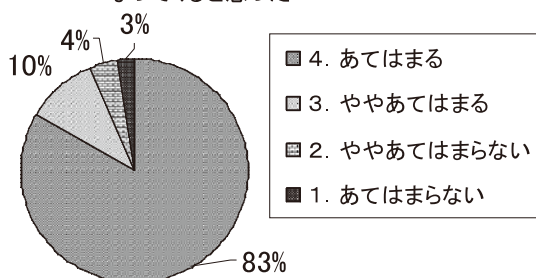
- ・各発電について、たくさん学ぶことができた。
- ・これからハイブリッド発電が増えるといいと思う。

質問：将来的にハイブリッド発電は重要になってくると思った



(a) 3年生の回答

質問：将来的にハイブリッド発電は重要になってくると思った



(b) 2年生の回答

図 10. 「質問：将来的にハイブリッド発電は重要になるとおもいますか？」に対する回答

- ・発電コストについて知りたかった。
 - ・ハイブリッド自動車も取り扱うべき。
 - ・DVD 教材では「増速機」、パワーポイント教材では「調速機」になっていた。
 - ・水力発電の仕組みを見たいと思った。
 - ・将来的にハイブリッド発電は重要な課題になると思った。
 - ・ビデオの音楽が大きすぎて、声があまり聞こえなかった。
 - ・全体的に難しかった。
 - ・パワーポイント教材では、クイズを出したところが、興味を持てていいと思った。
 - ・ビデオは言葉や文字だけでは楽しくないので、キャラクターなどを入れると見やすくなる。
- [2年生]
- ・あまり興味が無かった発電が、こんなに大切だったんだと改めて思った。
 - ・パワーポイントの時、太陽電池の実物や、ミニチ

ュアの風力発電を回して電球をつけたりすると実感がわく。

- ・ビデオのキャラの「電気君」がかわいかった。
- ・ビデオはパワーポイントのみたいに重要なところが文字で書いてないから頭に入りにくいと思う。
- ・ビデオとパワーポイントを分けることはしないでいいと思った（ビデオとパワーポイントはまとめればいいと思った）。
- ・初めて太陽光発電にメリットとデメリットがあることを知った。
- ・もっとユニークに作ったほうがいい。

3. 2 発電系展示用教材の試行運用

図 11 に、平成 19 年 8 月に実施された「1 日体験入学」時に展示及び説明を行った太陽光&風力発電システム：「OWL ECO-10ZXP」を示す。

通常、「OWL ECO-10ZXP」は、一般家庭用ハイブリッド発電システムとして使用されるので、据え付け箇所は固定となるが、本研究では可搬型の教材として利用するため、車輪つきの代車を作成し、その上に据え付けを行った。よって、屋外にて展示及び学習を行う場合、晴れていれば太陽光発電に関しては問題はないが、風力発電を行う場合は、風車位置が低いため、十分な発電電圧を得られない。よって、現在、校舎内の廊下(長さ約 40 m)を簡易風洞実験システムとして利用できないかを検討中である。屋内の廊下を簡易風洞とできれば、大型の扇風機を送風源として、拡張された学習システムを構築できる。しかしながら、廊下には窓や各部屋への扉のノブ、掲示物等があるため、風洞として利用するには壁面の条件を整える必要がある。送風機の選定から廊下断面内の風速分布を確認するなど、実現を目指し、今後の課題としたい。

「1 日体験入学」時に、電気電子工学科の体験授業に参加した 78 名の中学生に対して、「OWL ECO-10ZXP」の見学時に、口頭でのアンケート調査を行った。質問内容は、「『ハイブリッド発電』という言葉聞いたことがあるか?」、及び、「ハイブリッド発電に対して少しでも理解できたか?」の 2 つである。結果、「ハイブリッド発電」を知らないと答えた生徒は 90 %で、これまでの調査と大きな違いはなかった。しかしながら、実際にハイブリッド発電システムを提示しながら、電気電子工学科 5



(a) 風力発電部



(b) システム全景

図 1 1. 可搬型教材として構築した太陽光&風力ハイブリッド発電システム：「OWL ECO-10ZXP」

年生による約 5 分間の概要説明の後には、96%の生徒が理解できたと回答してくれた。実物での説明は、DVD 教材やプレゼンテーション・シートで説明を行うことに比べ、短時間でもその原理や機能を説明できるが、実際に受講者の知識としての定着を考えると、必ずしもどちらが有効とは断言できない。メディア教材と提示・実験教材を直列に連携させることで、学習効果はより高まると考えられるので、今後は、総合連結試験としての調査を行う予定である。その際、児童・生徒が「わかったつもり」で終わることがないように学習内容のチェックリストを、各自にとって一種の自己点検用試験となるように整備し、受講者の学習内容定着に配慮すると共に、調査を行う予定である。

4. まとめ

電気系におけるエネルギー分野の導入教育をより魅力あるものとするための教育システムの開発と、同システムを小中学校で運用できる教育プログラム構築を目的として、本稿では、小中学生を対象とした「自然エネルギー利用型ハイブリッド発電学習システム」の提案と試作モデルの構築について報告を行った。加えて、佐世保市立福石中学校における訪問授業による教材の試行運用、また、学外に対する学内開放事業に参加していた小中学生を対象に実施した各種アンケート調査の集計結果を示し、検討を行った。

今後の予定として、メディア教材から展示・実験教材までの全学習システムを統合的に運用するための学習プログラムの整備、また、近隣小中学校への訪問授業及び学内外行事や各種イベントを利用した当該学習システムのモニタ調査を行う予定である。

本研究は、地域連携及び地域貢献としての小中学生を対象とした科学技術系教材及び学習システムの開発と構築に有用である。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、協力頂いた佐世保市立福石中学校：大石周二校長、山本みづほ先生、近藤省二先生に深く感謝申し上げます。また、各教材の構築作業及び各種アンケート集計に協力頂いた電気電子工学科：河野通敬君(現 出光興産株式会社勤

務)、石井輝彦君(現 熊本大学工学部在学中)、福田将功君(5年生)、山口皓史君(5年生)に感謝申し上げます。本研究の一部は、独立行政法人日本学術振興会科学研究費補助金:基盤研究(C)[課題番号:17500615]の助成による。

参考文献

- 1) 吉田直, 須田義昭, 品川政春, 吉田克雅, 南部幸久, 山口英明, 茂木貴之, 熊井悠城, 根本實, 佐世保高専電気工学科の教育に関する企業評価, 佐世保工業高等専門学校研究報告, 第39号, pp.23-34, 2002
- 2) 独立行政法人国立高等専門学校機構業務方法書, 第6条, 2004
- 3) 南部幸久, 茂木貴之, 高専生による近隣中学校への学習支援事業:「放課後サポート教室」の試行, 独立行政法人国立高等専門学校機構主催平成19年度高専教育教員研究集会講演論文集, pp.43-46, 2007
- 4) 森 保仁, 原 久之, 小中学校の先生方を対象とした理科実験講座(第2報)ー佐世保高専一般科目物理科の取組ー, 独立行政法人国立高等専門学校機構主催平成19年度高専教育教員研究集会講演論文集, pp.59-62, 2007
- 5) 南部幸久, 高比良秀彰, 田崎弘章, 三橋和彦, 中学生から高専生までの IT 環境及び意識に関する調査ー IT 倫理教育のための基礎調査ー, 電気学会:教育フロンティア研究会資料, FIE-07-3, pp.9-12, 2007
- 6) 南部幸久, 田崎弘章, 高比良秀彰, 三橋和彦, 茂木貴之, 高橋ちあき(佐世保市立黒島小学校), 小学生のための IT 倫理教育用マルチメディア教材開発の試みーネット社会を異文化として捉えた IT 倫理教材作成の検討ー, 電子情報通信学会技術報告(異文化コラボレーション研究会), AI2005-49, pp.13-18, 2006
- 7) 南部幸久, 高比良秀彰, 茂木貴之, 三橋和彦, 高橋ちあき(佐世保市立広田小学校), 高専による小学校 IT 教育支援の試み, 国立高等専門学校協会 論文集「高専教育」, 第27号, pp.763-768, 2004
- 8) 三橋和彦, 南部幸久, サイエンス・パートナーシップ・プログラムを通じた地域社会との教育連携, 第9回高専シンポジウム講演要旨集, p.222, 2004
- 9) 南部幸久, 高比良秀彰, 茂木貴之, 三橋和彦, 高橋ちあき(佐世保市立広田小学校), 佐世保高専電気工学科における小学校 IT 教育支援事業, 第9回高専シンポジウム講演要旨集, p.223, 2004