

意欲喚起と自学自習支援による情報システム クリエイタの育成

金寺 登[†] 山田洋士[†] 小村良太郎[†] 堀田素志[†]

システム開発への意欲喚起と実践，自学自習支援とトリプル評価による専門基礎知識の定着により専門基礎教育の質の改善を試みた。専門基礎知識を定着するため，電子情報基礎科目の演習問題データベース・課題生成システムを開発した。また，従来の受講した時点での評価に加えて，1～2年後の実力試験による評価，自己評価により，3重に確認するシステムを実践した。

Encouragement to ECE Students Through Project-Based Learning and A New Self-Learning System for Achievement Test

Noboru Kanedera[†], Yoji Yamada[†], Ryoutaro Komura[†] and
Motoshi Horita[†]

This paper describes outline of several new efforts to improve achievement of ECE students at the Ishikawa National College of Technology. In this new learning scheme, the students who got course credits of fundamental/core ECE subjects are required to get through comprehensive achievement test. To make effective use of the achievement test, a new self-learning system was developed. In this system, every question is tagged with its own difficulty level and technical field so that every student can work on appropriate problem-solving exercises. In addition, a new 16 weeks project-based learning (PBL) was introduced into the ECE course curriculum. This PBL offers engineering design education based on the FPGA-based system design lab. Before starting PBL, another 16 weeks lecture of the FPGA system was provided to the student. All of these strategies were aimed at helping improve student achievement.

1. はじめに

本校では，図 1 に示すように，入学生の興味・関心や学力レベルが多様化するともに，編入生や留学生など多様な学習履歴をもつ学生のニーズにも応えることが必要になってきている。

さらに，電子・情報工学およびその関連分野は発展を続けており，教育内容を新しい技術に対応させなくてはならないという要求が絶えず存在する。限られた人的資源で多様な新技術に対応していくためには，他の高等教育機関との連携や e-Learning コースの開発などに対する取り組みが必要である。

そのため，本校では，全国高専の既存の教育資産を互いに有効利用できる「高専間教材共有システム」1) や，多くの e-Learning コンテンツの開発・活用を行ってきている2)。また，本校の中期計画・中期目標で，卒業生の質の保証の方策の一つとして，専門科目における学習達成度試験を，高専本科4年次の学生を対象として実施することとし，平成20年度から導入した。学習達成度試験は，全国55校の国立高専において平成



図 1 意欲喚起と専門基礎知識の定着

[†] 石川高専
Ishikawa National College of Technology

18年度に3年次学生に対し数学を、平成19年度には同じく3年次学生に対し数学・物理を対象として、共通の試験問題で一斉に実施している。

しかし、専門科目における達成度評価の枠組みは、個別の高専において検討が始まった段階であり、これを定着させる取り組みが必要とされている。総合評価の概念を取り入れて、複数科目をカバーする実力試験として専門科目に対する達成度試験を実施することは、卒業生の質の保証・評価に資する有力な方策の一つであると考えている。

本報告では、平成20年度に採択された教育G P「学習到達度試験による専門教育の質の保証」における電子情報工学科の取組概要を報告する。本取組では、図2のようにインストラクショナルデザイン(ID: Instructional Design)手法に基づく専門学習到達度試験・小テストなどの教材開発、評価、改善を中心とした一連の取り組みの実施により、学生および社会のニーズに応えうる教育の質の改善を行う。専門学習到達度試験は、図3に示すように専門基礎科目の到達度確認を行う専門基礎科目学習到達度試験と、専門分野の総合的コア科目としての専門演習科目での学習定着度のチェック

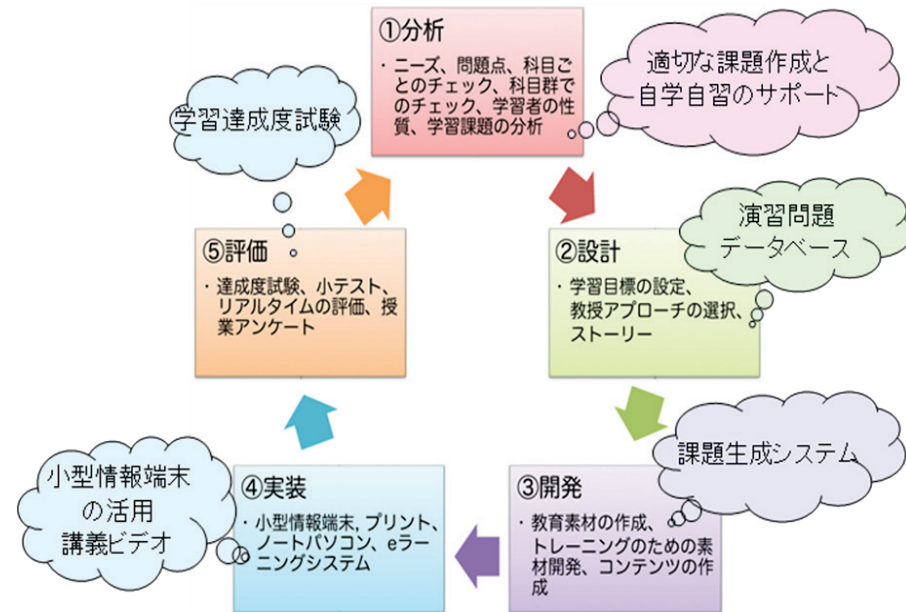


図2 ID手法の適用による問題点の分析

を行う枠組みからなっている。この枠組みにより、学習成果として基礎学力の定着を確認し、専門教育の質の保証を行うとともに、学生の意欲喚起・多様な興味・関心に対応することを目指している。

2. 専門教育の質の保証

2.1 インストラクショナルデザイン

よりよい学習方法を総合的にデザインするインストラクショナルデザイン(ID: Instructional Design)手法3)を用いて、専門教育の質の改善を試みた。

まず、専門基礎知識の定着を阻む要因として、以下が考えられる。

- ・何を勉強(復習)したらよいかわからない。
- ・時間がない。忘れてしまう。
- ・学校教育を受けているときには、必要性が見えにくい。
- ・学生の理解度の即時把握が難しい。
- ・練習問題が体系化されておらず、偏りがある。

これらの要因に対処するため、適切な課題を作成し、講義ビデオ、小型情報端末の活用などにより自学自習を支援することとした。また、学習の成果を、受講した時点での評価、1~2年後の実力試験による評価、自己評価により、3重に確認する。従来は単位修得時の1回だけの評価のため、基礎知識をすぐに忘れ、問題解決に応用することが難しいという問題点があったが、これを改善する。

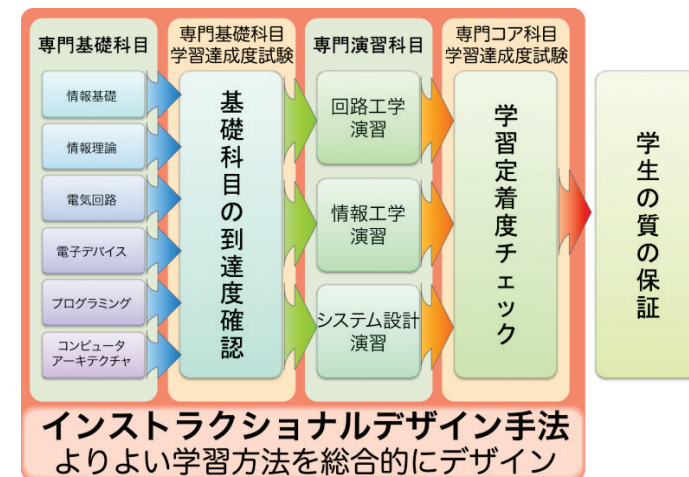


図3 専門学習達成度試験の枠組

2.2 演習問題データベースの構築

2.1 で述べたように、適切な演習問題の拡充を図り、出題傾向を多様化することで学習内容の偏りを軽減するため、高専 IT 教育コンソーシアム 4)を通じて全国の高専にも協力を依頼し、電子情報分野の演習問題や試験問題を収集しデータベース化に取り組んでいる。平成 21 年度末時点で、8 高専から 12 科目、のべ 67 名の教員が作成した問題をデータベース化した。このデータベースの利用により、図 4 に示すように苦手分野の克服や自学自習のサポートへの活用が期待できる。

演習問題データベースを利用し、出題分野、難易度、問題数を指定すれば、自動的に問題と解答例を作成できる課題生成システムを WebClass 社 5)の協力を得て作成し

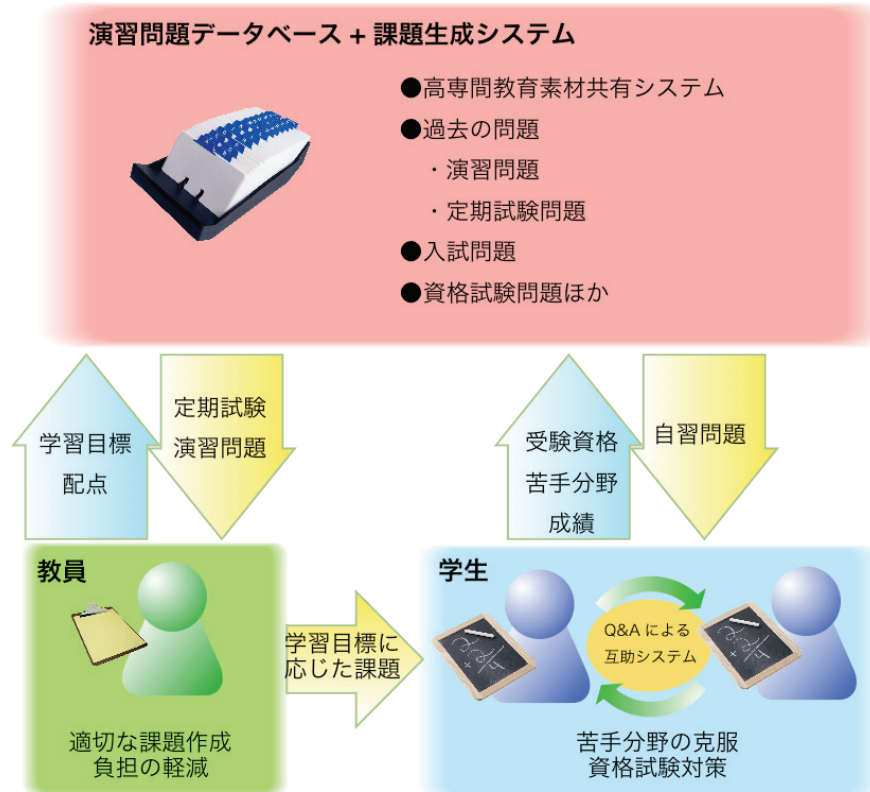


図 4 演習問題データベースと課題生成システム

た。出題分野を狭く指定すれば、日頃の授業の小テストや課題の素材として利用可能であり、出題分野を中程度にすれば、定期試験問題の素材として利用可能である。さらに複数の関連科目を指定すれば、実力試験（専門学習達成度試験）等の素材として活用できる。出題分野は、予め付与したキーワードばかりでなく、問題文に含まれるキーワードでも指定できるため、柔軟な運用が可能である。回答の自動判定が可能な問題のみを選択すれば、オンライン試験を実施し即座に集計したり、自学自習に活用可能である。

2.3 講義ビデオの収録

3 年生までの電子情報専門基礎科目（15科目）の授業をビデオに収録し、図 5 のように、随時閲覧できるようにしている。これにより、留学生、編入生など多様な学習履歴を持った学生に対応できるばかりでなく、一般学生の復習に活用され、わかるまで何度も聞くことができ助かる旨の感想を得ている。

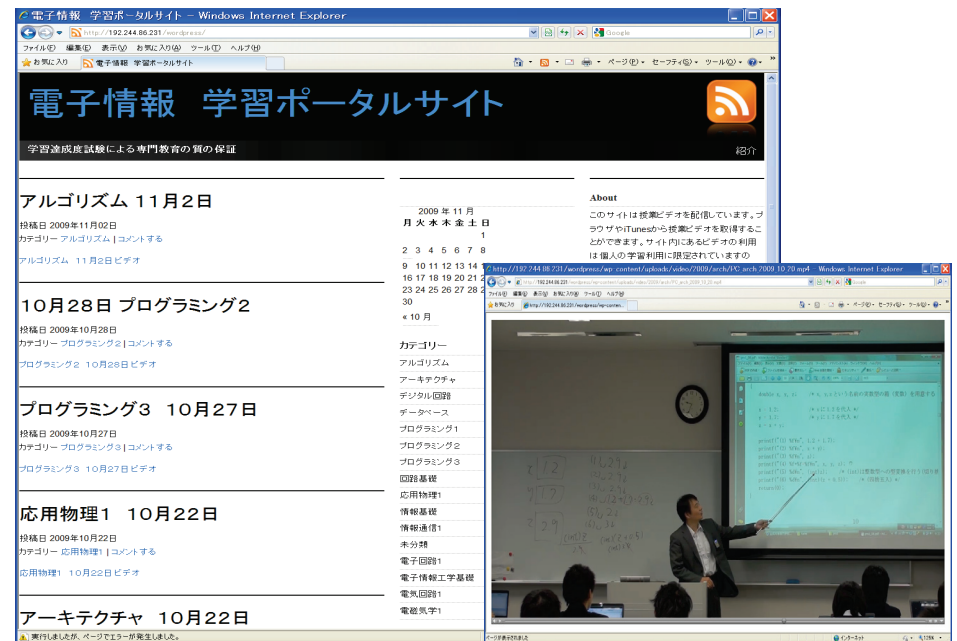


図 5 講義ビデオの活用（留学生・編入生・復習）

2.4 小型情報端末の活用

授業中の学生の集中力は、最初と最後が高く、途中は集中力が低下するため、授業途中に学生からの能動的な応答を求めるとよいことが知られている。そこで、図 6 のように、iPod touch などの小型情報端末を活用し、より対話的な授業をすることで、中だるみに対処を行う。具体的には、iPod touch を持って挙手すると、それを自動検出し、集中力が低下しにくいシステムを開発した。小型学習端末を持って定期的に挙手を求めることにより、中だるみ防止効果が期待できる。

一般に、多くの学生に対して、一人の教員が授業を行うことが多い。そのため、教員はリアルタイムにすべての学生の理解度を把握することは困難である。また、大人数の中で質問をすることが苦手な学生も多く存在する。そこで小型情報端末で挙手を検出し、座席表形式で学生の応答を一覧表示することにした。また、小型情報端末による出席確認システムを用いて、図 7 のように座席理解状況をリアルタイムに把握可能になった。高専本科 3 年生 43 名、2 年生 34 名にアンケート調査した。「挙手回答システムを用いた授業に、集中して取り組みましたか?」との問いに対して、5 段階で回答してもらった結果、平均 3.6 (1: 普段より集中できなかった, 5: 普段より集中できた) であった。また、「挙手回答システムを用いた授業は、自分の授業の理解度を教員に伝えやすいと感じましたか?」との問いに対しては、平均 3.9 であった。

さらに、小型情報端末で講義ビデオも閲覧可能であり、自宅や通学中に復習できる。

2.5 トリプル評価による繰り返し学習

科目ごとの学力評価、専門分野別の基礎学力評価（専門学習達成度試験）、学習目標の自己評価による 3 重チェックと繰り返し学習により、専門基礎学力の定着を図っている。

従来は専門基礎科目を受講した時点でのみ評価していた。受講時点からの時間経過とともに卒業時点では学習内容を忘却し、定着していないことが多かった。

そこで、高専本科 4 年次の学生を対象として、専門科目における学習達成度試験を、平成 20 年度から導入した (図 3 参照)。専門学習達成度試験は、コンピュータハードウェア (デジタル回路, コンピュータアーキテクチャ), コンピュータソフトウェア (プログラミング, アルゴリズムとデータ構造, データベース), 情報工学 (情報基礎, 情報理論), 電磁気学, 回路工学 (電気回路, 電子回路, 電子デバイス) について実施している。復習による繰り返し効果で基礎学力が定着することを目的としている。また、評価結果は、演習科目にシラバスに明記した割合で反映し、復習するモチベーションを高めるように工夫している。

さらに、シラバスに記載されている学習目標がどの程度改善されたかを調査するために、学習達成度試験前後でアンケート調査 (自己評価) を実施している。コンピュータハードウェア系科目の各学習目標 (28 目標) について、5 段階で自己評価を求めた結果を図 8 に示す。「できる」を 5, 「できない」を 1 とした場合、学習達成度試験

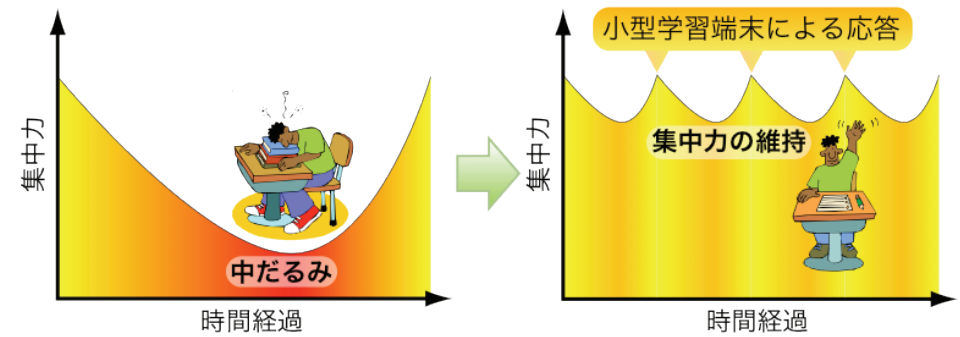


図 6 小型情報端末による集中力の維持



図 7 挙手システムによる理解度のリアルタイム把握

前後の平均は、2.8から3.5に改善した。達成度試験前に復習すべき事項をチェックし、復習・達成度試験を受験することによって、自己の修得状況を確認する効果があると考えている。

3. 意欲喚起・興味関心の高揚

3.1 システム設計演習

図3に示した3つの専門コア演習科目の内、システム設計演習（電子情報工学科4年次開講・2単位通年・必修）に平成20年度からプロジェクト型学習を導入し、学生の意欲喚起を図っている。

この科目では、受講者が興味を持った各種センサ等とFPGA (Field Programmable Gate Array)ボード（アナログシステムの混在も可）等を活用することにより、何らかのシステムを開発することを課し、前期にはハードウェア記述言語の講義を行い、後期にプロジェクト型の演習を実施した。

各チームは、グループごとに独創的なシステムを企画、設計、開発、発表、相互評価することが求められている。さらに、必要な部品等の価格や代理店の調査、発注も要求され、これまでに学んだハードウェア・ソフトウェアに関する知識を活用する演習となっている。

演習風景を図9に示すとともに、本演習での作品例を以下に示す。

- ・簡易スペクトラムアナライザ（FPGAによる高速フーリエ変換，ドットLEDマトリクスによる表示，周辺回路から構成）
- ・Webカメラによる物体自動追尾システム（Webカメラからの物体をパソコンにリアルタイムで取り込み，赤色物体をFPGAを介して自動追尾する。）

39名の受講学生に、興味をもって取り組めたかどうかを5段階でアンケート調査した結果を図10に示す。約7割の学生が、興味をもって取り組めたと回答した。また、図11より、ものづくりに必要となる能力を身につける上で、演習が役立っていることがうかがえる。

3.2 Webシステム構築演習

前節で述べたプロジェクト型科目と同様の目的で、4年次学生に対しオペレーティングシステム（2単位・通年・必修）の授業の中で、8週間に亘りWebシステム構築演習を実施した。多くの学生が興味を持ち、学生の意欲喚起に効果的であったと考えている。実施内容を下記に示す。

- Webサーバ構築
- PHP等を自己学習し、自分のためのマニュアル（メモ）を提出
- プロジェクト管理手法をe-Learning等で学習
- ブレインストーミングを実施

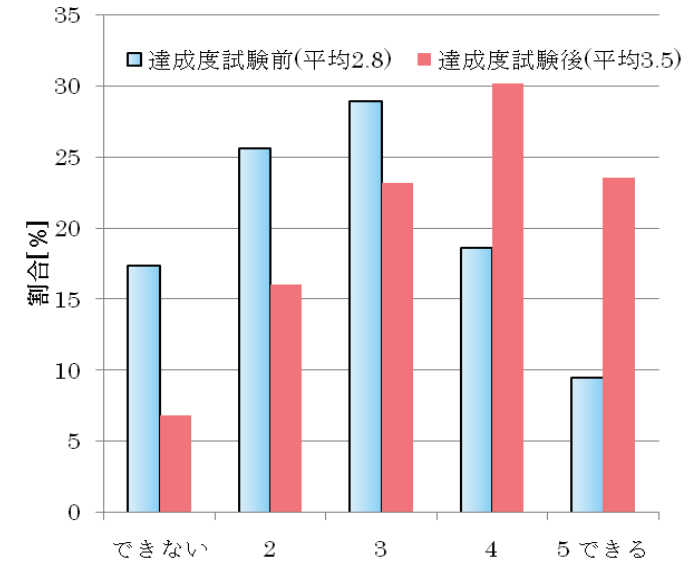


図8 学習目標に対する自己評価

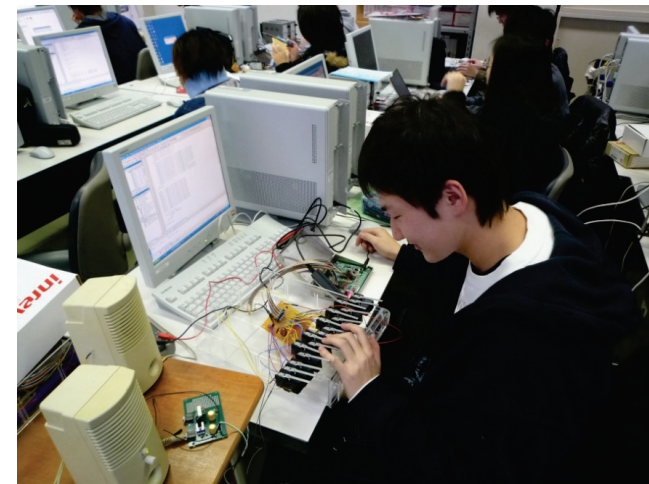


図9 システム設計演習風景

興味をもって取り組みましたか？

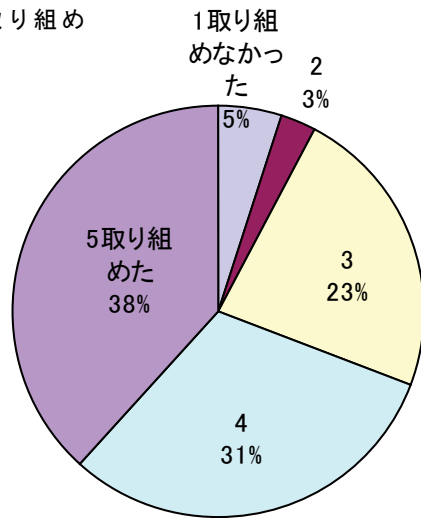


図 10 システム設計演習アンケート結果

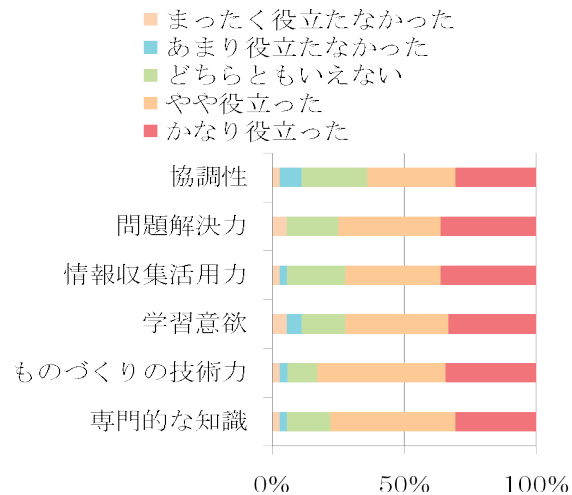


図 11 システム設計演習アンケート結果

- 仕様作成, 役割分担, 日程計画
- 必要部品の発注
- 画面設計
- プロジェクト計画書の提出
- マニュアル作成
- システム開発
- 動作確認
- プレゼンテーションをe-Learning等で学習
- 発表
- 反省

3.3 興味・目的に沿ったロードマップの作成

図 12のように, 「プロコンに出るには何を勉強したらいいの?」「基本情報処理などの資格を取るにはどうしたらいい?」といった疑問に答えるWebページの作成を進めている。

4. 教育効果・他機関の教育への波及

以下の点について教育効果が認められ, 他機関への教育の参考になるとと思われる。

■ 情報基礎知識の定着

- 情報基礎科目の演習問題データベース, 課題生成システムを開発した。これらのデータベース等は情報システムを学ぶ多くの学生が共有可能である。
- シラバスに記載されている学習目標が達成できたかどうかを, 実力試験前後で5段階評価させた結果が平均2.8から3.5に向上したことにより確認できた。
- 従来の受講した時点での評価に加えて, 1,2年後の実力試験による評価, 自己評価により, 3重に確認するシステムを実践した。従来は1回だけの評価のため, 基礎知識をすぐに忘れ, 情報システム開発に応用することが難しいという問題点を改善し, 繰り返し学習が可能となった。

■ 情報システム開発への意欲喚起と実践

- 興味を持ったことを実際に確認できるセンサや, 放課後等演習時間外であっても思い立った時に実験設備を自由に利用できるようにすることで, 学生の意欲喚起・多様な興味・関心に対応することができた。
- システム設計演習, 及びオペレーティングシステムにおけるWebシステム設計演習実施後にアンケート調査を実施したところ, 7割の学生が興味を持って取り組めたと回答した。
- 「プログラミングコンテストにでるためにはどうすればよいか」など興味・目的に沿ったロードマップの作成を進めている。

5. まとめ

システム開発への意欲喚起と実践，自学自習支援とトリプル評価による専門基礎知識の定着により専門基礎教育の質の改善を試みた。

専門基礎知識を定着するため，電子情報基礎科目の演習問題データベース・課題生成システムを開発した。これらのデータベース等は電子・情報系を学ぶ多くの学生が

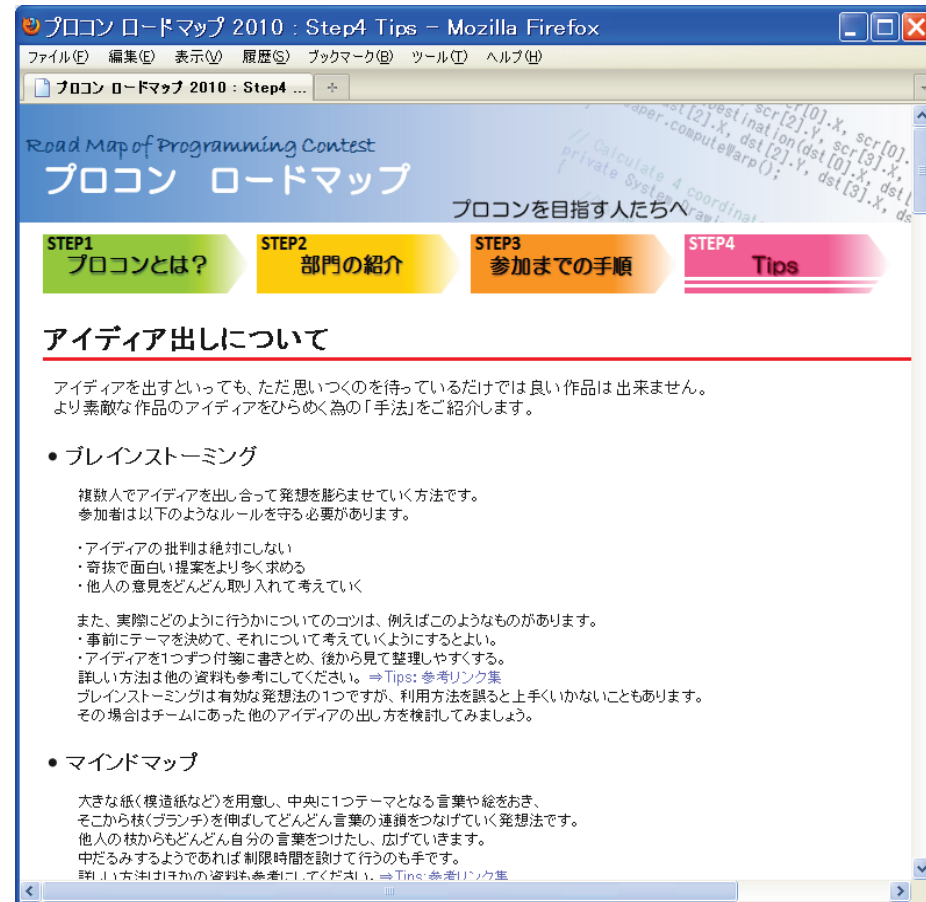


図 12 プロコン ロードマップ

共有可能である。また，シラバスに記載されている学習目標が達成できたかどうかを，実力試験前後で5段階評価させた結果が平均 2.8 から 3.5 に向上したことにより確認できた。従来の受講した時点での評価に加えて，1～2年後の実力試験による評価，自己評価により，3重に確認するシステムを実践した。

システム設計演習及び Web システム設計演習などのプロジェクト型学習を導入し，学生の意欲喚起，多様な興味・関心への対応を図った。演習実施後のアンケート調査では，それぞれ7割の学生が興味を持って取り組めたと回答した。さらに，校外15名，校内27名，計42名の教員等による図13に示す本取組のアンケート結果でも，本取組の有効性が確認できた。

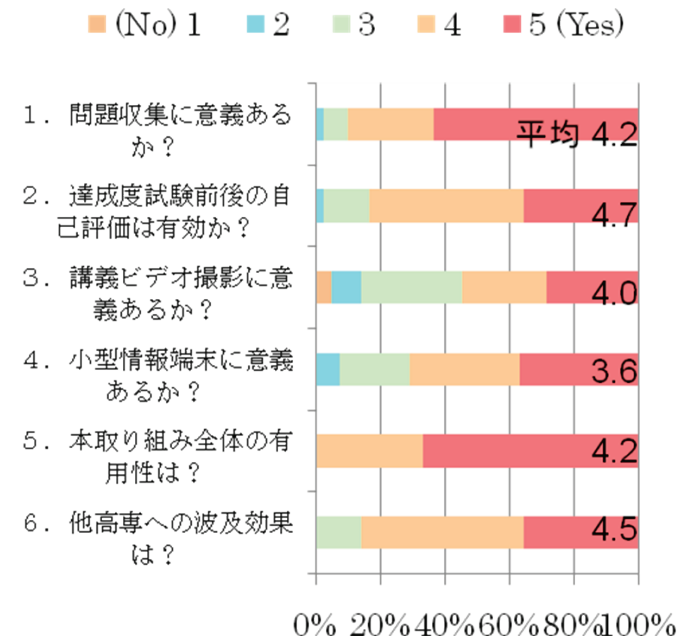


図 13 教員による本取組の評価結果

参考文献

- 1) 高専間教材共有システム <http://ctm.kosen-it.jp/>
- 2) インターネット高専スクール <http://kosen-e.jp/>
- 3) 実践インストラクショナルデザイン eラーニングコース
http://lbs-study-studio.ddo.jp/ID_contents/index.html
- 4) 高専 IT 教育コンソーシアム <http://www.kosen-it.jp/>
- 5) WebClass <http://www.webclass.jp/>