

PSI 方式に基づく個別学習支援プログラムの開発

ー 基礎ディジタル回路補完学習プログラム ー

博多 哲也* 永田 正伸* 大塚 弘文** 柴里 弘毅* 松本 勉***

Development of Self- Learning Supporting Program Based on PSI Method ー Supplementary Learning Program for Basics of Digital Circuits ー

Tetsuya HAKATA*, Masanobu NAGATA*, Hirofumi OHTSUKA**, Koki SHIBASATO*, Tsutomu MATSUMOTO***

Abstract Many students, for example foreign students and alumni from high-school, transfer into the national colleges of technology (KOSENs) in Japan. Furthermore, some students transfer into the department which is strictly different area for them. In such cases, their shortage of technical knowledge and skills, of that most of students of KOSEN have already learned before their admission, often becomes obstacle to master the advanced and sophisticated technical knowledge and skills. So, the self-learning supporting program has been in highly demand at KOSEN. In this project, we have tried to develop the supplementary self-learning program based on PSI (Personalized System of Instruction) method which involves not only the learning about the technical knowledge but also experiments in order to get technical skills and to fix their knowledge. Specially, in this report, the recent result of development of such a self-learning program for the basics of digital circuit is shown.

キーワード：補完学習プログラム，個別化教授システム，e-ラーニング

Keywords： learning support program, PSI, e-Learning

1. まえがき

編入学生や留学生に関して、低学年時開講の専門科目に関する技術や知識の習得不足のために編入後の成績低迷につながる事が問題となっている。本校熊本キャンパスは電子情報系の3学科構成であるが、例えば、全学科で開講している計算機工学についても、ディジタル回路の基礎知識の理解など個人のレベルがそれぞれ異なる。編入学後の短期間で編入年次の授業を理解できるレベルに知識および技術力を引き上げる必要があるが、従来は個別の対応策としてチューター制度の導入や補講を実施してきている。しかしながら、そのような指導のもとでの学習時間を十分に確保できない。さらに、留学生受入数の拡大要請に対応す

る上でも、より効率的かつ効果的な補完学習支援体制の整備が課題である。

また、工学分野の補完学習を行う際に学習内容に対して理解を深めるためには、座学のみでなく実験演習を通じて学習内容を体験することが望ましい。すなわち、実機実験演習を実施しないシミュレーション演習のみでは実践的技術の習得度が不十分となる重大な問題がある。そこで筆者らは、補完教育として、技術教育において必須の実験演習を学習コースに含む PSI (Personalized System of Instruction：個別化教授システム) 方式⁽¹⁾に基づく個別学習支援プログラムの構築を検討する。具体的には、上述の計算機工学に関する補完学習を対象とする。

2. 個別化教授システム (PSI)

PSIはKeller⁽¹⁾が1968年に提唱した大学における大人数授業を改善するための教育手法である。これは、受講生の多さからくる学習の受け身化、処遇の不均等、他人による弊害、フィードバックの困難などの弊害を取り除き、受講者個人が大集団の中に埋没することを防止することを目的として提案された。近年、インターネットの普及によりオン

* 制御情報システム工学科

〒861-1102 熊本県合志市須屋 2659-2
Dept. of Control and Information Systems Engineering,
2659-2 Suya, Koshi-shi, Kumamoto, Japan 861-1102

** 専攻科

〒861-1102 熊本県合志市須屋 2659-2
Advanced Course,
2659-2 Suya, Koshi-shi, Kumamoto, Japan 861-1102

*** PBL・総合教育センター

〒861-1102 熊本県合志市須屋 2659-2
PBL and Integrated Education Center,
2659-2 Suya, Koshi-shi, Kumamoto, Japan 861-1102

ラインコースのデザインのための基礎となるモデルとして PSI 方式の授業フローが適合しているとして注目されている⁽²⁾⁽³⁾。

2.1 PSI の特徴

本来の PSI は次のような特徴を持つ^{(1)~(3)}。

(1) 学習内容を難易度に応じ、段階的に単元を設定する。単元それぞれに、導入、明確な目標、学習資源、課題が含まれている。教材は、一人で学習を進められるようにステップバイステップでデザインされる。

(2) 受講者は各自のペースで学習し、段階ごとに設けられた試験を 100% クリアしていくことで次の段階へ進む。また、単元毎に実施する通過テストは合格するまで何度でも受けられる。

(3) 講義は学生の動機付けを高めるためのみ行い、基本的に学生を集めて行う講義は必要としない。

(4) 教師なしで独習できるよう分かりやすく作られた単元ごとの学習ガイドを使用する。

(5) プロクターと呼ばれる指導員が受講者への助言や通過テストを実施する。プロクターは学生からの質問や要望に対して、適宜アドバイスを与える役割も担う。図 1 に PSI 方式の授業の流れを示す。

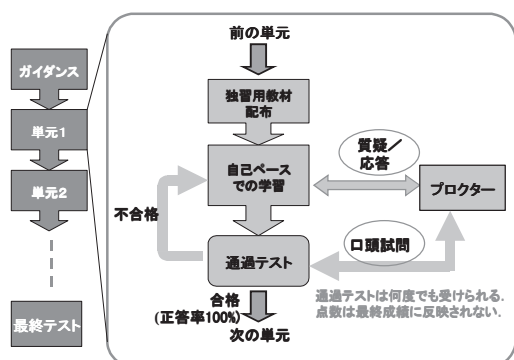


図 1 PSI 方式の授業フロー⁽²⁾

2.2 インターネット利用による PSI コース

インターネットを利用した PSI 適用事例^{(2)~(4)}では、学習ガイドを印刷物でなく Web テキストによって受講生に供給する。また、データベースを併用することで、受講生の学習進捗状況を把握し効率的な学習進捗管理を容易に行うことが可能となる。一方、実機実験演習を実施しないシミュレーション演習では実践的な技術習得（機器操作技術、実機実験遂行時に頻繁に直面する初歩的ミスに起因したトラブル解決力など）の養成ができないという重大な問題がある。

3. デジタル回路学習プログラムへの適用

本報告では、高専 4 年次編入学生を対象とした実験演習を含む PSI 方式に基づく補完学習コース（図 2）の e-Learning システムを活用による試作結果について述べる。

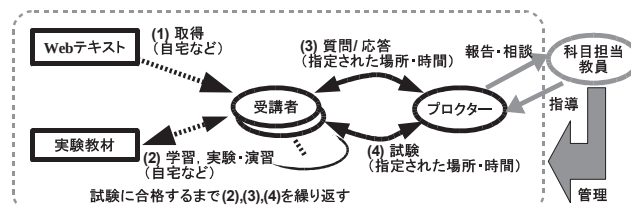


図 2 各単元の学習の流れ

3.1 インターネット利用による PSI コース

試作する補完教育コースの受講対象は、工業高等学校卒業後、高専4年次への編入学生と設定した。工業高校在籍中、当該学生は組合せ論理回路の基礎および順序回路の基礎項目については概略として学習済みであるものの、詳細な回路設計演習経験に乏しい。聞き取り調査の結果、論理回路の簡単化以降順序回路設計についての補完学習が必要であると判断した。学習の期間は1ヶ月程度と設定し、準備学習を含め自宅での独習を基本的な学習形態とする。ただし、週2日放課後2時間のプロクターによる面談形式での指導時間を設定し、そこでは実験を通じた実践的技術習得度評価および単元通過テストの実施に充てることとする。

3.2 コースの概要

学習は基本的な組合せ論理回路の設計および簡単化から各種フリップフロップ回路の動作と状態遷移図を用いた順序回路設計ができるようになるまでを段階的に4単元に分けて行う。各単元には学習項目に沿った演習内容、そして実験項目を含む。また、各学習項目には標準学習時間を設ける。単元は論理関数の簡単化を中心に学習する前半部と順序回路設計の後半部2つに分けることができ、それぞれを2つの単元で構成することとした。各単元の学習時間は4～5時間を標準と設定している。学習者に対し、学習項目ごとの標準学習時間を提示することで自身の理解度を考慮して自主的に学習計画を立案できるよう配慮した。

各単元においては、デジタルICによる論理回路実験を含ませ、実験課題の提示と指導書はe-Learningコースを用いて提示する。実験回路の作成と動作確認を自宅で行える水準の実験課題に設定する。

また、単元学習および実験の内容や必要とされる技術要素に対して質問対応を確実に与えるように、教員の指導を受けた専攻科学生をプロクターとして選任し配置する。プロクターは学習者の学習状況や学習者への対応で不具合が生じた際等、科目担当教員に報告や相談を行う。このとき、科目担当教員はプロクターに適宜指導を行う。

3.3 PSI方式e-Learningコース

受講生は、放課後や自宅において、本校の全学生が利用可能なe-Learningシステム（WebClass:株式会社ウェブクラス）を利用して構築されたPSIコースにより学習する。学習テキストはこのシステムから学習者に提供する。Webテキスト例を図3に示しておく。

各単元の学習はWebテキストを用いた解説コースとテスト環境を利用して行われる。システム内に用意された単元内には1時間を標準的な学習所用時間と設定した学習項目と演習を基本構成要素とし、演習を正答することにより、つぎの学習項目へと進行できる構成となっている。

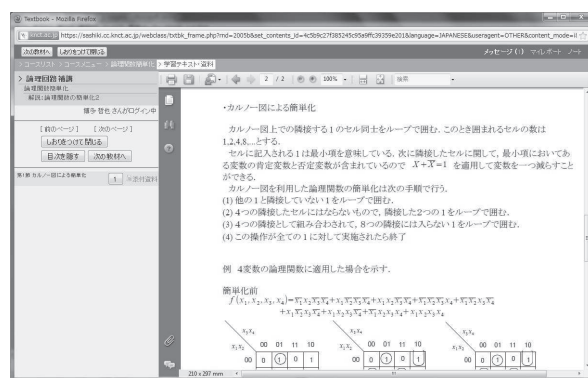
演習に対する学習者の解答はWeb-Classシステムにより自動採点され、採点結果の提示と同時に、模範解答例を学習者に提示する（図3(c)参照）。誤答のある場合は、次項目の解説コースのWebテキストは提示されず、学習者は模範解答の確認後、類題による演習に再度取り組むか、解説テキストの再確認による学習項目内容のさらなる理解定着を図ったうえで、類似問題による演習に取り組むことができる。ここでは、各項目に対して2種類の例題を用意することとした。上述した項目ごとの学習プロセスを図示すると図4となる。e-Learningシステムは、電子メールメッセージ配信機能を有している。学習者は、これによりプロクターに学習プロセスで生じた質問をメールにより問い合わせできる。プロクターはメールによる学習者からの問い合わせに対しては、原則としてメール返信による対応と直近の面談において補足解説・理解度確認を行うよう教員から指導されている。

項目学習およびプロクター面談（通過実験と通過テスト）の組み合わせとなる提案手法のフローを図5に示す。e-Learningシステム利用の項目学習では自分のペースで学習可能であるという特長がある一方で、学習継続や進度調整が学習者自身に依存するために適切な学習進度維持が困難であるという短所もある。これに対して、提案している学習プログラムによれば、逐次実施するプロクター面談でe-Learningシステムに自動記録される学習者の学習ログ確認結果に基づく学習ペース補正指導を行うと同時に理解度不足を補足説明によって補えるという特長がある。

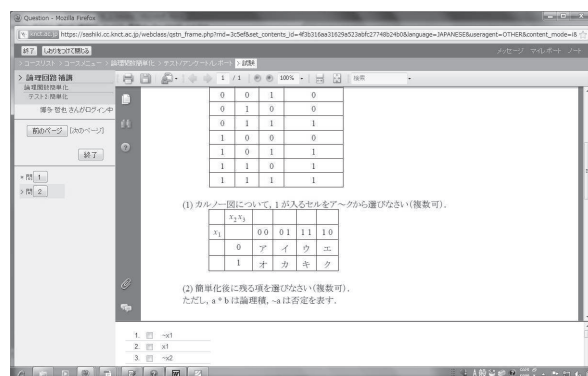
3.4 単元通過テストと実験

各学習項目に関する主たる学習は、e-Learningシステムを活用した自主学習が時間的にその大半を占めることとなるが、単元終了は、週2日設定するプロクター面談において実施する通過実験および通過テストによってのみ判定される。学習者は通過テスト（口頭試問）の完全正答および実験技術習得に関する要件をすべて満たさなければ、つぎの単元へと進むことができない。

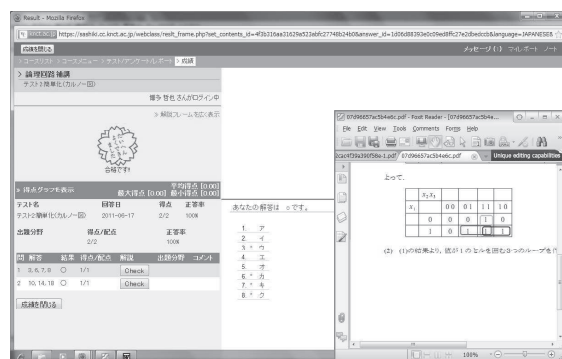
全ての単元通過実験は、受講者に配布貸与されるプレッ



(a) 解説テキストの提示



(b) 演習の提示



(c) 演習の採点結果および模範解答の提示

図 3 Web テキスト例

ドボードベースの実験演習教材（サンハヤト製ICトレーナーCT-311R, 図6参照）の使用を前提としている。e-Learningシステムから提示される実験課題に従い、学習者の自由な時間に自宅においても実験を実施することを可能としている。プロクター面談時に、学習者は実験演習教材による実験成果を提示するとともに、技術習得度と知識定着度の見極めを目的としたプロクターの口頭試問による評価を受ける。通過実験の後で、口頭試問による単元通過テストを実施し、学習者が基準要件を満たしていないとプロクターが判定した場合、適宜、面談時間を利用して適切な指導や

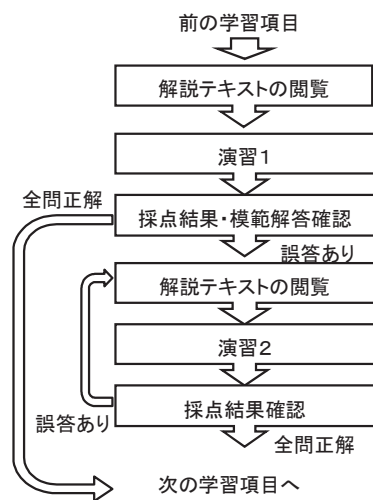


図4 項目ごとの自主学習プロセス

補講を実施するとともに、週内の次回プロクター面談で実施される再実験・再評価通過テストに向けた学習をプロクターが促す。

学習者の単元修了を認定した場合、プロクターは即時に次の単元に進むために必要となるパスコードを学習者に対して発行する。学習者はこのパスコードをe-Learningシステムに入力することによって、次単元のPSIコースの解説テキスト閲覧から学習再開が可能となるよう設定している。

4. おわりに

PSI 方式に基づく e-Learning システムを活用した個別学習支援プログラムの構築に向け、補完教育コースの試作を行った。

今後、試行実施を図り、利用者評価アンケートに基づく詳細な分析に基づく、演習のバリエーション充実やテキスト教材群の改良に取り組むことを計画している。また、プロクターは専攻科学生を充てることから、養成のための体制整備が重要であり、プロクター用指導要領の作成が必須である。

（平成 23 年 11 月 9 日）

参考文献

- (1) Keller, F.S.: “Good-bye teacher …”, J.Appl.Behav.Anal, 1, pp.79-89 (1968).
- (2) 向後千春: 「大学における Web ベース個別化教授システム(PSI)による授業の実践」, 教育心理学年報, 第 42 集, pp.182-191 (2003).
- (3) 森田祐介 他: 「国際的 Web ベース個別教授システム(PSI)によるプログラミング学習の実践」, 日本教育工学会論文誌, 30(Suppl.), pp.37-40 (2006).
- (4) 山崎一法, 向後千春: 「PSI 方式の授業における個人進捗データベースの設計と評価」, 日本教育工学会誌, 23(Suppl.), pp.95-98 (1999).

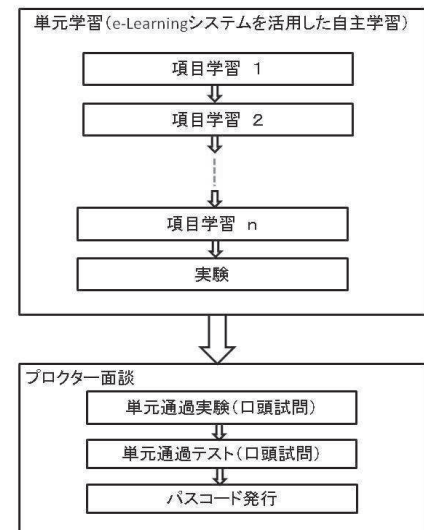


図5 提案手法に基づく単元学習フロー

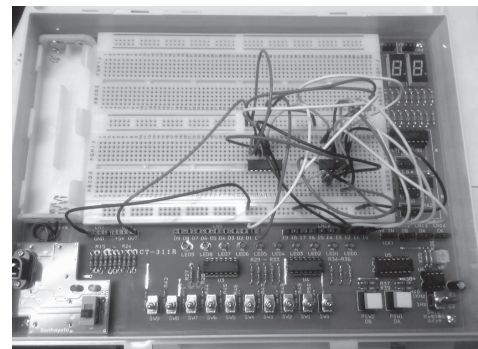


図6 ブレッドボードベースの実験教材