

## 択一問題集を学習するための教育支援システムの開発

程 鵬<sup>†</sup> 梶田 建夫<sup>†</sup>

<sup>†</sup>名古屋学院大学商学部  
〒456-8612 名古屋市熱田区熱田西町1-25  
E-mail: †{cheng, kajita}@ngu.ac.jp

**あらまし** 近年, e-Learning という言葉に象徴されるように ICT を活用した学習・教育システムの構築に関する研究が盛んに行なわれている. 本稿では, 択一問題集を効率よく学習するための教育支援システムを開発したことを報告する. 本システムの特徴としては, 択一問題集の問題を組み合わせることで活用することにより学習効果を向上させることや, 学習利用者の理解度を適切に評価できることなどが挙げられる.

**キーワード** e-Learning, 教育支援システム, 自学自習, 択一問題, 組み合わせ手法

## Computer-Aided Education System for Learning Problems of Choosing One from the Specified Options as an Answer

Peng CHENG<sup>†</sup> and Tateo KAJITA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Faculty of Commerce, Nagoya Gakuin University  
Atsuta Nishimachi 1-25, Atsuta, Nagoya, 456-8612 Japan  
E-mail: †{cheng, kajita}@ngu.ac.jp

**Abstract** It is well-known that computer-aided education systems have been developed by applying information and communication technology. In this paper, we propose a new computer-aided education system, by which we can efficiently learn knowledge from a collection of problems with the type of choosing one from the specified options as an answer. The computer-aided education system has the main features stated as follows. A learner can efficiently master knowledge by answering problems that are chosen from the collection by algorithms, and easily obtain an evaluation on a level of understanding knowledge on the problem collection.

**Key words** e-Learning, computer-aided education system, self-learning, problem of choosing one, combinatorial method

### 1. はじめに

近年, いろいろな分野で仕事の効率化などを図るために ICT(Information and Communication Technology) が最大限に活用されている [2]. 教育分野においては, e-Learning に象徴されるように

多種多様な教育システムが開発された [3], [5], [7]. 一方, 学習システムの理論と実現に関する様々な研究 [8] も知られている.

資格検定試験に現れるように, 専門知識 (例えば, 用語, 概念, 仕組み, 等々) を有するかの認定手段として択一問題を用いた方法が有効である

ことは一般的に認められている。このため、択一問題集による学習・教育システムがいくつか開発された[1],[4],[6]。しかし、これらの学習・教育システムが十分な効果を得るような学習機能を提供しているとは言い難いところである。そこで本研究では、択一問題集の問題を有効的に組み合わせることで活用することにより効果的な学習を実現できるのではないかとすることに着目し、それを実現するための教育支援システムの開発を試みた。

本稿は、開発したこの教育支援システムの基本設計、諸機能、利用法などについて報告するものである。とりわけ、本システムの主な特徴としては次のことが挙げられる。

■**多様な出題方法** 本システムでは、学習利用者が択一問題集から出題された問題を解くこと(以下、テストという)によって問題集の知識を学習する。この方式での効果的な学習をサポートするために、択一問題に問題の属性(例えば、難易度、キーワードなど)を付けることにより、有効であると思われる出題方法が提供される。

■**能力評価** 本システムでは、学習状況(ベスト・平均成績、キーワードの習得状況など)を確認する機能、問題集の知識に対する理解度を評価する機能、等々を使って学習利用者の能力を評価することが可能である。

■**択一問題集の分野に対する無制約** 分野を問わず択一問題集であれば、本システムを利用して知識の学習を行うことが可能である。

■**学習利用者の専用ブック** 本システムは学習利用者の専用ブックになる。いわば、この択一問題集を利用者専用の電子ブックとすることができる。

以下、特に断らない限り択一問題集を単に問題集という。

## 2. システムの基本設計

### 2.1 システム開発の目標

一般的に学習効果はその学習過程を構成する様々な要素によって左右される。知識の習得に役に立つような問題集があって、さらにその問題を有効に活用することにより学習効果を一層高めよ

うという狙いがあるのは自然である。

それに応える一つの方法は問題集を効率よく習得できるような教育支援システムを開発することである。そこで本研究では、問題集の問題を有効的に組み合わせることで活用することで問題集を短期間に習得できることを主な開発目的とし、次の設計目標を達成するような教育支援システムを試作した。

■**効果的な学習の実現** これは次の学習プロセスをサポートすることである。問題集から出題(以下、出題された問題をテスト問題という)⇒解答⇒採点⇒結果学習⇒学習アドバイスを参考にして次の学習にゆく。特にこの学習プロセスにおいて学習効果の向上に有効と思われる機能は学習サポート機能として提供される。例えば、学習の進捗状況に合わせる各種のテスト問題の出題や、出来のよくないテスト問題の反復解答などが挙げられる。

■**学習進捗状況の評価** これは学習状況の確認、問題集全体の理解度の評価を可能にすることである。

■**システムの汎用性** 分野によらず択一問題集であれば、本システムを利用可能にすること、いわば、本システムが汎用性をもつことである。

### 2.2 システムの基本構成

ここでは、問題集を学習利用者の専用電子ブックとして使用するというイメージを前提とした。Microsoft Excelをインストールしてあるパソコンであれば利用できるというようにするため、本研究では、Microsoft Excelをベースにしてシステム開発を行った。

本システムは、問題集、学習データなどを保存する複数のワークシート、および、諸機能を実現するためのVBAマクロより構成され、全体は一つのブックになる。このブックを開くとシステムが自動的に立ち上がり、トップ画面(図1参照)が現れ、そこから学習などが開始できる。

また、問題集、学習データを保存するワークシートの基本構成(すなわち、データ構造)は以下の通りである。

■**択一問題集** 問題集の問題を有効に活用するた

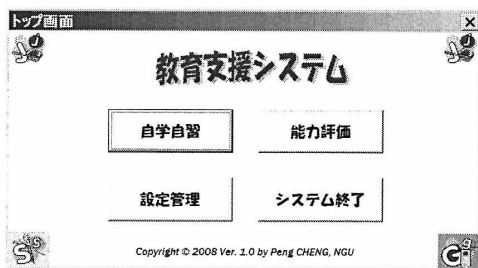


図1 教育支援システムのトップ画面

めに、問題の属性（難易度、キーワードなど）を導入する。ここで、問題の難易度を1（やさしい）から5（難しい）までの5レベルとする。その分類を示すために問題に適用するキーワードを3つ導入する。問題集は基本ファイル（1枚のワークシート）、各難易度に対応する5つの属性ファイル（5枚のワークシート）から構成される。具体的な構成項目が図2に示されている。

IDコード	問題本文	解答群	正解	作成日付	解説	難易度
-------	------	-----	----	------	----	-----

問題の基本ファイル

IDコード	キーワード 1, 2, 3	利用回数	正解回数	最新利用日付
-------	------------------	------	------	--------

問題の属性ファイル

図2 問題集を構成するファイル

■学習データ 問題集の理解度など学習の進捗状況を把握するために、学習利用者の学習状況、問題の利用状況等のデータがそれぞれ3つのファイル（図3参照）に保存される。

同じキーワードが各難易度の問題に使用されるため、キーワード学習成績ファイルには問題難易度ごとにキーワードを有するすべての問題における出題回数と正解回数（すなわち、正解率）が保存される。同様に学習成績ファイルにはテスト種類ごとの成績データが保存される。節3.1.1に説明するように、本システムでは、初級、中級、上級、未使用問題、苦手問題、自由設定という出題方法によりテスト問題を出題できる。いわば、6種類のテストが行える。

IDコード	利用回数	正解回数	最近利用日付
-------	------	------	--------

問題利用状況ファイル

キーワード	難易度1		●●●	難易度5	
	正解回数	出題回数		正解回数	出題回数

キーワード学習状況ファイル

初級	実施回数	0	●●●	自由設定	実施回数	0
点数	設問数	日付		点数	設問数	日付

学習成績ファイル

図3 学習データを保存するファイル

なお、問題集、学習データ以外にシステムの諸機能を実現するために必要なデータ（例えば、評価に使われる基準値など）も別にそれぞれのワークシートに保存してある。

### 3. システム機能とその実現手法

#### 3.1 学習をサポートする機能

本システムが採用した詳細な学習過程は次の通りである。

- (i) 学習利用者がテスト種類と設問数からなる出題要求を要求設定画面で入力する。
- (ii) システムが出題アルゴリズムに基づいて出題要求を満たすように問題集からテスト問題を作成する。
- (iii) 学習利用者が解答画面（図4参照）でテスト問題を解答する。
- (iv) 学習利用者が採点指示を出すとシステムが自動的に採点を行い、採点結果、テスト問題の本体・正解・解説、学習者の解答、ならびに学習アドバイスを結果学習画面（図5参照）に表示する。
- (v) 学習利用者が問題の解説などを結果学習画面で閲覧（学習）し、採点結果、学習アドバイスなどを参考にして次の学習内容を決めてゆく。この学習方式において効果的な学習を実現するには、有効と思われる出題方法の提供は必要であ

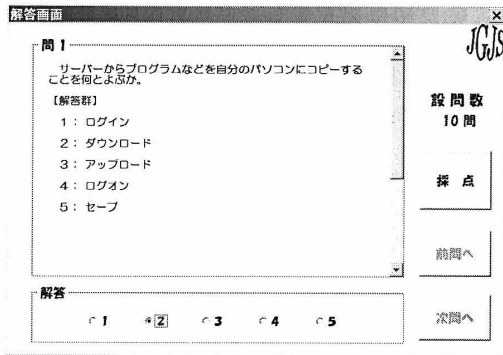


図4 解答画面

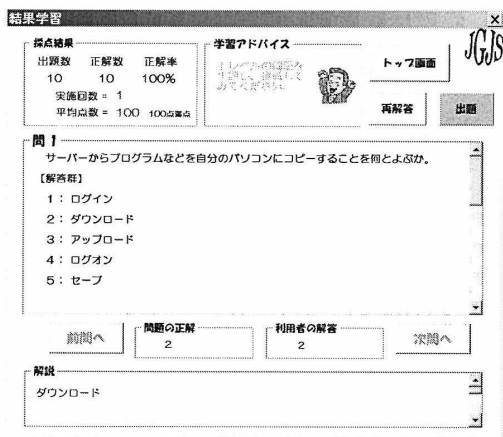


図5 結果学習画面

る。また、適切な学習アドバイスの提示、出来のよくないテスト問題の反復解答などを可能にするという補助機能を用意すると、より高い学習効果が得られると考えられる。次の諸小節では、これらの機能を実現する手法について述べる。

### 3.1.1 出題方法

一般的にテストの難易度はそのテストを構成する各問題の難易度によって決められるものである。本システムでは、初級、中級、上級というレベルのテスト問題を出題する基本方法を提供するとともに、学習状況に応じた未使用問題、苦手問題よりテスト問題を出題する方法を提供する。さらにテストの難易度を自由に設定できるような自由設定の出題方法を学習者にも提供する。それぞれの具体的な出題方法（すなわち、アルゴリズム）は

次の通りである。

■**初・中・上級** 予め決められた各難易度の出題割合に基づいて、要求設問数から各難易度の出題数を決定し、そして問題集にある各難易度の問題の中から決定した出題数の問題をランダムに選ぶ方法は初・中・上級の出題方法である。ここで、初級、中級、上級は難易度の問題の中から出題の割合によって決められる。ただし、問題難易度1～5の出題割合の合計を100%とする。

■**未使用問題** 出題された回数（以下、問題の使用回数という）が指定回数より少ない問題集の問題は未使用問題と定義される。例えば、使用回数が1回以下である問題を未使用問題と定義する。この出題方法は、難易度と関係なく、問題集の未使用問題の中から要求設問数の問題をランダムに選ぶ方法である。

当然のことながら、問題の使用状況に応じて問題集の未使用問題数が変わる。なお、この出題方法により問題集の問題は漏れなくすべて出題される。

■**苦手問題** 正解率が低い問題は苦手問題と定義される。例えば、正解率が60%以下である問題を苦手問題とする。この出題方法は、同様に難易度と関係なく問題集の苦手問題の中から要求設問数の問題をランダムに選ぶ方法である。

■**自由設定** 初・中・上級の出題方法が予め決められた各難易度の出題割合を利用するのに対し、学習者自身が出題割合（図6参照）を自由に指定し、そして指定した出題割合に従って出題する方法は自由設定と呼ばれる出題方法である。特にこの出題方法は、初・中・上級の出題方法の一般化として考えられるものである。

これらの出題方法をうまく組み合わせることで学習効果の向上を狙うが、節4.ではその具体的な組合せの利用方法を検討する。

### 3.1.2 学習アドバイス

学習アドバイスの内容を決定する方法は種々考えられる。本システムでは、今回のテスト問題の解答状況、実施回数、設問数などによって決めた基準に従って学習アドバイスを決定する。

具体的に表1のような基準（実施回数、今回の



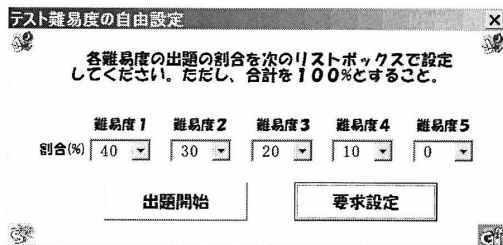


図 6 テスト難易度の自由設定

テスト点数、実施回数に対する平均点数、設問数)によって学習アドバイスを決定する。ここで、「設問数」以外の項目において、空白は無条件、数値はそれ以下なら満たすという条件を表している。「設問数」項目の条件はその数値以上なら満たすということである。

学習アドバイスの決定条件はその行の各項目条件をすべてクリアすることであり、その決定アルゴリズムは基本的に平均点数を基準にして上から下へ当てはめてゆき、条件を満たすとそれに対応している学習アドバイスを提示するものである。

なお、問題集分野の特性によって学習アドバイスの決定基準値を変えても同様の決定アルゴリズムを用いて学習アドバイスの提示が可能である。

### 3.1.3 反復解答

今回のテスト成績がよくないため、そのテスト問題を勉強してもう一度解いてみたい場合がある。本システムでは、テスト問題を再度解答するたび、前回に示した解答群の解答表示順番をランダムに入れ替えてテスト問題を再提示する。このような細かい工夫は反復解答により一層の学習効果を狙うものである。

## 3.2 理解度を評価する機能

学習利用者の学習データを活用すると、最近の学習成果があるか、どのキーワードにおける知識をよく理解しているか、問題集全体に対する理解度がどのくらいあるか、等々、学習の進捗状況に関する情報を学習者に示すことができる。

このような情報は学習者自身が学習状況を把握できるのみならず、これからの学習行動を決める際にも役に立つものである。具体的に本システムが次のような機能をもっている。

表 1 学習アドバイスを定めるための基準

決定条件				学習アドバイス
実施回数	今回点数	平均点数	設問数	
		60		解答、解説をよく学習してから、再度解いてください。
	80	61		解答を確認し、再度解いてください。
	81	61		同じレベルのテスト問題を新たに 出題して学習してください。
6		81		同じレベルのテスト問題を新たに 出題して学習してください。
5		81		1つ上のレベルのテスト問題を 出題して挑戦してください。
3		90		1つ上のレベルのテスト問題を 出題して挑戦してください。
2		95		上レベルのテスト問題を 出題して挑戦してください。
	100			同じレベルのテスト問題を 新たに 出題し、学習してください。
5	100			1つ上のレベルのテスト問題を 出題し、挑戦してください。
2	100		15	上レベルのテスト問題を 出題し、挑戦してください。
1	100	100		上レベルのテスト問題を 出題し、挑戦してください。

### 3.2.1 ベストテンと平均

毎回のテスト成績を学習成績ファイル（図 3 参照）に記録したことにより、図 7 のような情報を学習者に提供できる。



図 7 ベストテンと平均

なお、出題種類ごとでベスト X までの情報を調べることができる。

### 3.2.2 キーワードの習得状況

各キーワードにおける学習者の習得状況をキーワード学習状況ファイル（図3参照）に記録したことにより、キーワードの平均点数が算出される。この平均点数に基づいてキーワードの習得情報（図8参照）を学習者に提示することができる。

キーワード	平均点数	習得程度
表現技法	100.0	優
グラフ	100.0	優
インターネット	90.9	優
ハードウェア	80.0	良
ワープロ	80.0	良
基礎	75.0	普通
専門用語	74.1	普通
情報処理	70.3	普通
表計算	67.9	合格
操作	63.0	合格
一般常識	52.8	全1分

図8 キーワードごとの習得状況

なお、問題の難易度ごとでキーワードの習得状況の情報を調べることができる。

### 3.2.3 問題集全体に対する理解度

学習者が問題集全体の知識をどのくらい習得できたかを評価するために、総理解度を導入する。ここで、総理解度は各種（すなわち、初・中・上級、未使用問題、苦手問題、自由設定）のテスト成績の平均点数に重みを掛けて合計したものと定義している。ただし、6種テストの重みの合計を100%とするため、それによって算出した総理解度は0%～100%の間になる。

また、総理解度と同様の評価方法で、最近X回までの各種テスト成績の平均値によって算出した部分的な総理解度を学習者に提示する機能（図9参照）が用意された。

この機能を利用すると、総理解度と最近X回までの部分的総理解度との比較により最近の学習効果があるかを確認できる。

## 3.3 汎用性に対応する機能

本システムの設計目標の一つは分野によらず同一問題集であれば、本システムを利用して学習すること、すなわち、汎用性を持たせることである。

成績全体	値
実施回数(合計)	53
平均評価(100満)	81.5

指定回数	値
最近	2
回まで	94.8

図9 総理解度の確認画面

これを実現するには、問題集の分野に適合するために各種の基準値を変えればよい。

本システムに使われている基準は、各難易度の出題割合基準、総理解度の評価基準、キーワードの習得状況の判定基準、未使用問題の認定基準、苦手問題の決定基準、等があるが、それらの設定変更が設定画面（図10）で行える。

また、学習利用者のすべての学習データをリセットしたい場合があるため、学習データをリセットする機能も用意された。

## 4. システムの利用法

この節では、自学自習と能力評価を利用目的とした本システムの使用方法を検討する。

### 4.1 自学自習

本システム開発の主な目的の一つは問題集の知識を効率よく自学自習できるようにサポートすることである。本システムに用意された6つの出題方法（初・中・上級、未使用問題、苦手問題、自由設定）を学習状況に応じて巧みに組み合わせて活用することによって効果的な学習を実現する。

表2は本システムの機能をうまく活用するための自学自習プランの一例である。この基本プランは実施ステップ1～5から構成され、基本的にはステップ1から順に次々実施しにゆくものである。ただし、設問数や次のステップへゆく条件を問題集分野の特徴に合わせて調整できる。以下、この実施ステップ1～5を学習サイクルという。

基本的にはこの学習サイクルを繰り返して実行して学習を進めてゆくが、学習サイクルをある程

**基準値設定**

初中上級の各難易度の出題割合 (%)

難易度1: 40 | 難易度2: 30 | 難易度3: 20 | 難易度4: 10 | 難易度5: 0 | テストレベル: 初級 | 設定更新

「設定更新」ボタンを押すと表示値に更新されます。合わせて100%と設定してください。

総合理解度の評価基準 (各種テストの重み割合 %)

初級: 10 | 中級: 20 | 上級: 30 | 自由設定: 5 | 未使用問題: 15 | 苦手問題: 20 | 設定更新

「設定更新」ボタンを押すと表示値に更新されます。合わせて100%と設定してください。

キーワード習得程度の評価基準 (平均点)

優: 90 | 良: 80 | 普通: 70 | 合格: 60 | 問題難易度選択: 1 | 設定更新

合格より少ない点数は不十分と判定されます。  
「設定更新」ボタンを押すと表示されている設定値に更新されます。

未使用・苦手問題の基準

未使用とされる問題の使用回数: 1 | 設定更新

苦手となる問題の不正解率 (%): 60 | 設定更新

設定管理 | トップ画面

図 10 各種基準値の設定変更

表 2 自学自習の基本プランの一例

実施ステップ	テスト種類	設問数	次の実施ステップへゆく条件
1	初級	10	100点を取ること
2	中級	10	同上
3	上級	10	同上
4	未使用問題	10	同上
5	苦手問題	10	同上

度 (問題集の問題数によって変わるが、例えば、5 サイクル) 実施してから、学習進捗状況 (すなわち、テスト成績の平均値や、問題集の理解度など) に応じて重点的な学習を行うと更なる学習効果を図ることが可能である。ここで、重点的な学習とは、例えば、「苦手問題」出題方法によって出来のよくない問題を集中して学習すること、「自由設定」出題方法によって学習者の希望に合わせるような難易度のテスト問題を出题して学習すること、等々である。

次の表 3 は、本システムを利用した実験データ

を示しているものである。実験に使用した問題集に情報処理関連の 200 問がある。参加者は 10 名で、3 回の学習サイクルを実施してから重点的学習を行うという指示に従って学習を行った。ここで、テストの実施回数は各種テスト (すなわち、初・中・上級、未使用問題、苦手問題、自由設定) の全ての実施回数の合計である。

最近 2 回までの部分的総理解度がその総理解度、最近 5 回までの部分的総理解度のそれぞれより高いという確認ができた。最近 5 回までの部分的総理解度が総理解度より低いという現象が見られたが、これは最近 5 回までの成績がまだ良くて、最近 2 回の学習成績が非常に良くなっていたと思われる。すなわち、総理解度と部分的総理解度を見ると最近の学習効果があるかどうかという確認ができる。

#### 4.2 能力評価

資格検定試験で 1 回のみテスト結果によって可否の判定を行うのは一般的である。しかし、ただ 1 回のみテスト実施による可否の判定は合理性を十分もつとはいえない要素がある。例えば、

表 3 学習サイクルを用いた実験データ

学習者	テストの実施回数	総合理解度		
		全体	最近5回まで	最近2回まで
u001	42	88.4	66.5	93.7
u002	41	70.5	85.6	96.8
u003	55	66.1	63.9	88.0
u004	47	70.1	64.3	94.5
u005	65	75.5	54.7	87.0
u006	41	83.9	92.4	95.0
u007	50	65.7	79.4	94.0
u008	50	84.2	79.5	96.5
u009	48	76.9	58.6	91.5
u010	32	79.2	80.6	91.5

出題したテスト問題の範囲や難易度などに偏りがあることが挙げられる。

この判定方法を改善する一つの方法としては1回のみテストの結果によって合否を判定することなく、全範囲の知識を含む、数回のテストを実施して得た平均成績によって合否を判定すればよいと思われる。これを実現するには、本システムを使用すればよい。その具体的な実現方法は以下の通りである。

まず、指定した範囲（例えば、資格検定試験、大学授業など）の知識に関してテストすべき択一問題を集めて択一問題集を作成する。そして実施すべきテストの出題方法と実施回数、ならびに提出締切期間（例えば、一日、一週間）を決定しておく。なお、必要ならその評価基準も明示される。

次にテスト用の問題集をセットした本システム（すなわち、電子ブック＝Microsoft Excelブック）を受験者に渡す（すなわち、テスト実施の開始）。

最後、締切になったら、この電子ブックを回収し、合否を判定し、結果を発表する。

## 5. おわりに

本稿では、本研究で開発した教育支援システムに関する基本設計、機能、利用法等について述べた。特に択一問題集による知識の習得プロセスに

おいて、よりよい学習成果を得るためには、有効と思われる出題手法、および、学習データの活用手法が提案された。また、どの程度の知識を有するかという能力の評価手法も提案された。

本研究に提案された教育支援システムの有効性を持たせるためのオリジナルな考え方は情報（択一問題とその解答群の解答、学習データなど）を有効的に組み合わせることで活用できるようにしたところにある。このように情報の多種多様な組み合わせをデジタル電子媒体によって自由、かつ、簡単に実現できるというデジタル電子媒体の特徴を最大限に活用することにより、更なる様々な効果的な学習方法の開発が期待される。

本研究で開発したこの教育支援システムをさらに発展させるには、学習効果の向上に情報の組み合わせ方を探求することが必要である。これは今後の研究課題になると思われる。

**謝辞** 本研究が名古屋学院大学 2007 年度研究奨励金による研究成果の一部である。

## 参考文献

- [1] 岩代正晴, 新妻拓己:「初級スィアド 午前後短期速攻問題集」付属ソフト DEKI-DAS (試験対策・学習ソフト), 技術評論社 (2008).
- [2] 片方善治 (監修):「e-コマースシステム技術大系」, フジ・テクノシステム (2001).
- [3] 教育システム情報学会:<http://www.jsise.org/>
- [4] 司法書士試験: <http://www.kcc.zaqone.jp/kokecitizen/siho-s/quiz/>.
- [5] 全国大学 IT 活用法研究発表会 (各年度の発表アブストラクト): <http://www.juce.jp/LINK/houhou/houtop.htm>
- [6] 名古屋学院大学, キャンパス・コミュニケーション・システム (CCS): <http://www.ngu.jp/index.php>
- [7] 日本 e ラーニング・コンソシアム: <http://www.elc.or.jp>.
- [8] 渡部澄夫, ほか:「学習システムの理論と実現」, 森北出版 (2005).