

# 高等学校教科「情報」の Web リメディアル学習システム Web Remedial Learning System for Subject “Information Studies” of High-School

山口 偉史  
Takeshi YAMAGUCHI

山口 真之介  
Shin'nosuke YAMAGUCHI

大西 淑雅  
Yoshimasa OHNISHI

西野 和典  
Kazunori NISHINO

九州工業大学

Kyushu Institute of Technology

あらまし：高等学校では現状として普通教科「情報」の十分な授業時間確保ができておらず、このため高等学校における情報教育は生徒たちの理解度にばらつきを生じさせており、高等学校教科「情報」の理解の格差を補うためのリメディアル教育が必要である。本研究では、大学新入生に対して、未習得の学習内容を学習者が個別に学習することができる WBL の開発を行い、その実践結果とともにその WBL の有用性について考察する。

キーワード：普通教科「情報」、大学新入生、リメディアル教育、WBL

## 1. はじめに

18歳人口の減少でいわゆる「大学全入」の時代が到来している。高等学校での教育内容の減少に加え、大学入試の科目数の減少や易化によって、学習しなくても大学に入学できる学生が増加している。それに伴って、高等学校で学習するはずの内容を理解していない大学生が増加しており、大学の授業に入る前に高等学校の授業内容を補充するリメディアル教育が盛んになってきた。日本の大学におけるリメディアル教育は、大学の講義を理解する学力が不足している学生を対象に行う教育と位置付けている[1]。

高等学校普通教科「情報」（以下、教科「情報」）は、ほぼすべての高等学校で授業が実施されている。しかし、教育システム情報学会情報教育特別委員会（以下、情報教育委員会）が2007年に行った調査[2]において、高等学校での情報教育は、実習を主体とした「情報活用の実践力」の育成を中心に行われており、「情報の科学的な理解」や「情報社会に参画する態度」に関する知識や理解が相対的に低いことが報告されている。現状では、「情報 A」だけを学んで卒業する生徒が全体の約7割であり、生徒の理解度にばらつきが生じている[3]。今後さらに「情報の科学的な理解」や「情報社会に参画する態度」に関する知識が不足すると考えられ、高度に発展すると考える情報社会を生きるためには、高等学校卒業や大学入学までには情報教育の3観点の内容をバランスよく理解する必要があると考える。

本報告では、高校生および大学新入生など教科「情報」の履修を終えた生徒および学生を対象に、そのリメディアル教育を行える WBL の設計・構築を行う。具体的には、全学習者を対象にリメディアル教育を行う前にプレースメントテストを実施し、知識・理解が不十分であると判断される学習内容についてのみリメディアル学習の対象とする WBL である。さらに、構築した WBL を用いて実践を行い、利用後のアンケートの結果より教科「情報」のリメディアル教育用 WBL としての有用性を検証する。

## 2. 教科「情報」のリメディアル教育

### 2.1 WBL を利用したリメディアル教育

リメディアル教育の方法として、近年では Web を利用した e ラーニング、WBL (Web Based Learning) が注目されている。e ラーニングは時間的・場所的制約が無く、さらに学習者それぞれによくあった教材を提供でき、さらに Web を介して複数のシステム利用者（以下、学習者）と学習成果を共有できるメリットがある。これらのメリットを活かし、推薦入試などでの早期入試合格後から入学までの間に学力を持続させるため、WBL を利用して高等学校での未履修教科や大学教育に必要な学力に未到達の学生を対象に実施する“教科教育復習型リメディアル教育”が盛んになっている。このように用いられる WBL の多くは、学習前の理解度に関わらず全ての学習者に同じ量・同じ内容の学習を課し、図 1(b) のような学習内容について一部の学習者については完全に理解している場合、その学習者についてもリメディアル教育の対象とするのは非効率である。そのため、リメディアル教育に臨む前に学習者ごとに学習内容を予め決定できる WBL が望ましいと考える。

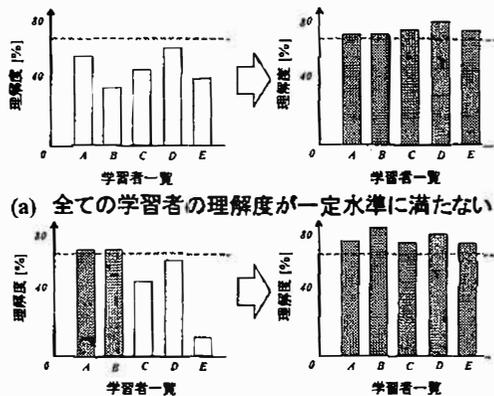


図1 リメディアル学習前後の理解度のイメージ

## 2.2 教科「情報」の理解度調査

### (1) 学習内容とキーワード

情報教育委員会では、2000年に出版された高等学校学習指導要領情報解説編、および教科「情報」の各出版社の検定教科書に基づいて、情報教育の目標の3観点の内容（以下、学習領域）を細目化した。表1は、「情報の科学的な理解」の学習領域を6つに細目化したうちの学習分野の1つである「2-1 情報のデジタル表現」を7つの学習内容（2-1-ア～2-1-キ）に分類した表である[4]。さらに、出版された「情報 A」「情報 B」「情報 C」の全検定教科書（2003年度版）の索引をデータ化し、重要度を判定して各学習内容のキーワードを設定した。

### (2) 大学新入生の「情報」理解度調査

情報教育委員会は、表1の各学習内容のキーワードの理解を普通教科「情報」の授業で習得する知識・理解と捉え、2006年に教科「情報」診断評価テストを開発した[5]。4選択肢方式の問題であり、表2に問題例を示す。各学習内容に対応して全80問（20問×4セット）を作成し、1セット単位で利用する。

2008年4月、情報教育委員会が全国の大学新入生2204名を対象に行った同テスト[6]で、各テスト問題に関する学習経験を質問した。その結果、表3に示すように、領域1（情報活用の実践力）で68%、領域2（情報の科学的な理解）と領域3（情報社会に参画する態度）で76%の新入生が、高校卒業までにその問題に関する授業を受けていないことがわかった。

一方、図2は学習経験と問題の正答率との関係を示している。学習経験が高いほど正答率は高くなる傾向があり、リメディアル教育で学習すれば、キーワードに関する知識が身に付くと考えられる。

### (3) リメディアル教育の必要性

以上の教科「情報」の理解度診断評価テストの受検結果から、以下のことが分かった。

- i. 教科「情報」で習得すべき知識・理解に偏りがある（表3：正答率）。
- ii. 同じ所属の新入生でも、その理解度にばらつきが生じている（表3：標準偏差）。
- iii. 教科「情報」で学ぶべき知識・理解を“習っていない”と認識している新入生が多い（表3）。
- iv. “学習した”と認識している新入生ほど、理解度は高くなる（図2）。

これらの調査の結果より、新入生の教科「情報」に関する知識・理解の程度に応じたリメディアル教育が必要であると考えられる。

## 3. WBLの設計および開発

### 3.1 WBLでの学習の流れ

WBLでの学習の流れを図3に示す。学習者は図3.1に示すような以下の①～⑦の学習を行う。④～⑦はリメディアル学習が必要と判断された学習内容の数だけ繰り返す。

表1 「情報の科学的な理解」の学習内容の一例

分野	内容	キーワード例
2-1 情報の デジタル 表現	ア. 情報と情報量	「情報量」「2進数」
	イ. アナログとデジタル	「アナログ」「デジタル」
	ウ. 文字と数字の表現	「文字コード」
	エ. 図形と画像の表現	「画素」「JPEG」「ベクタ形式」
	オ. 音の表現	「標準化」「量子化」「符号化」
	カ. 動画の表現	「フレーム」「MPEG」
	キ. データ圧縮	「jpg」「zip」

表2 「情報」診断評価テスト問題例

内容	2-1-ウ. 文字と数字の表現
問題	日本語文字コードとして当てはまらないものはどれか
選択肢	「Unicode」「EUCI」「フォント」「シフトJIS」「わからない」

表3 「情報」受検内容の既習状況と受検結果

	領域1	領域2	領域3	全体
高校	17.9%	15.2%	17.4%	16.8%
小中学校	14.2%	8.5%	6.4%	9.8%
習っていない	68.0%	76.3%	76.2%	73.4%
正答率	70.3%	54.2%	60.2%	61.6%
標準偏差	18.8	18.5	19.9	20.2

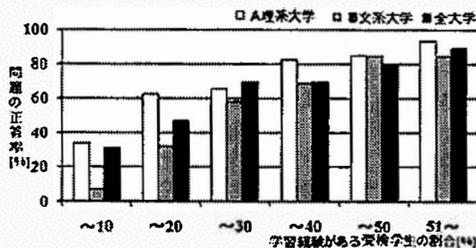


図2 学習経験による正答率の違い

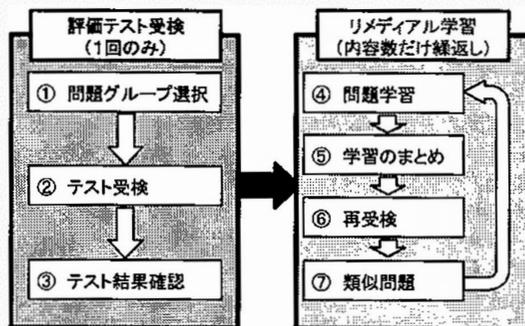


図3 WBLでの学習の流れ

- ① 複数の問題グループのなかから、学習する問題グループを選択する。
- ② 評価テスト問題を受検する。
- ③ 評価テスト問題の受検結果を確認し、リメディアル教育前の理解度を把握する。
- ④ 知識・理解が不十分であると診断された学習内容について、WBLが提示するヒントのページを閲覧しながら正しく理解する。
- ⑤ 学習した内容をまとめる。
- ⑥ 正答できなかった問題を改めて受検する。
- ⑦ 理解をより深めるために、④の学習内容の類似問題を数問受検する。

本研究で構築する WBL では、学習者が既に理解している部分はリメディアル学習の対象としない。これにより、従来の WBL と同じ利用時間の間により多くの知識・理解が不十分な学習内容のリメディアル学習を行うことができる。

### 3.2 WBL の開発

WBL の開発環境を表 4 に示す。表 4 に示すように WBL を制御するシステムを PHP+MySQL を利用して開発した。

WBL の概略図を図 4 に示す。学習者が PC から Web サーバーにアクセスして学習画面を表示し、学習の進行状況に応じてデータベース内のデータの読み込みやデータの書き込みを行い、学習画面に提示することによって先述の①～⑦を実現する。Web サーバー内に構築する WBL 制御システムの処理の流れを図 5 に示す。WBL 制御システムは複数の PHP ファイルで構成され、学習進行に応じて適宜それぞれのページファイルを呼び出す。データベース内には問題データベースの他に、教科書データや日常生活での具体例をまとめた知識データベース、学習履歴データベース、ID データベース、さらにアンケートデータベースを設置する。学習進行に応じて適宜データベースの内容を呼び出し、画面に提示して学習を誘導する。これらの学習の過程は学習履歴データベースに適宜保存される。

そのほか、WBL 制御システム全体において設定を行った。「トップページ」(図 6) にはフレームを使用せず全画面に表示しているが、「トップページ」を除く全ての画面においてフレームで画面を左右に分割しており、左側画面および右側画面をそれぞれメイン画面およびサブ画面とする。サブ画面にはメイン画面での操作方法、学習の流れ、その他にも学習者にとって役立つ情報を表示する。ログインページにおけるサブ画面の表示を図 7 に示す。また、「トップページ」および「ログインページ」を除く全ての画面ではサブ画面右上に学習者名およびログインからの経過時間をそれぞれ掲載している。

画面の中には至るところでその画面のイメージに合う画像を挿入している。これらの画像は全て実教出版株式会社発行の『高校情報 A』『最新情報 A』『最新情報 B』『最新情報 C』(いずれも 2007 年度発行) から抜粋している。

他に、全てのページにおいて Web ブラウザに表示されている画面より前画面に戻ることができないように Web ブラウザの「戻る」ボタンやアドレスバーの表示を外しており、さらに BackSpace キーや F5 (ページ更新) キーの使用を不可能としている。また、WBL での各ページにおいて赤・緑・青のマウスカーソルを使用する。赤色は「ログインページ」・「ログアウトページ」や「問題グループ選択ページ」など学習を行う前のページ、緑色は「学習前の理解度の診断ページ」、青色は WBL のメインであるリメディアル学習ページでそれぞれ表示される。

表 4 WBL 開発環境

サーバー OS	Windows Server 2003
Web サーバー	IIS
Web サーバソフトウェア	Apache HTTP Server 2.0.45
データベースサーバー	MySQL Server 4.1
クライアント OS	Windows XP
プログラム言語・スクリプト言語	PHP 5.0 JavaScript
Web ブラウザ	Internet Explorer 7
ディスプレイ解像度	1024 × 768

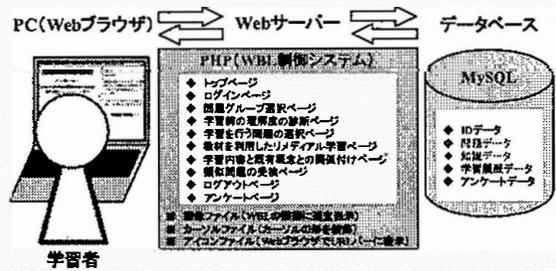


図 4 WBL の概略

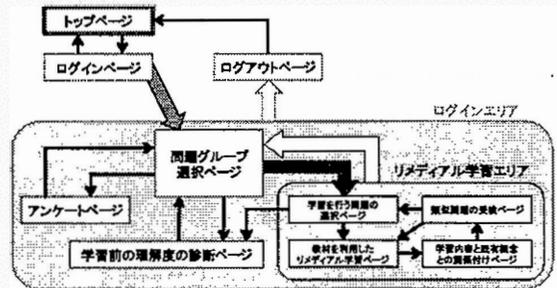
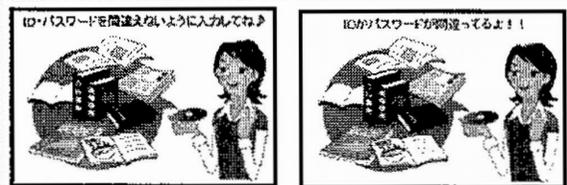


図 5 WBL 制御システムの処理の流れ



図 6 トップページ



(a) 初期画面 (b) ログイン失敗画面

図 7 ログインページのサブ画面

### 3.3 学習前の理解の把握

学習前の理解度診断の画面を図8に示す。評価テストは複数の問題（ $n$ 問）を1グループとし、さらに複数のグループを用意する。問題は全て  $m$  種類の選択肢で構成された選択式問題（正答、 $(m-2)$ 種類の誤答、他に「わからない」）である。選択肢の中に「わからない」を含める理由は、正答が分からない学習者の偶然の正答選択することを避けるためである。

学習者の理解の把握のために評価テストを受検してもらった段階では、 $n$ 問それぞれについて問題終了ごとに解説を行わず、正答・誤答・不明の結果を即座に提示するのみとし、これを  $n$ 問分連続で行う。これは、各問題の解説を後で行うことにより、学習者自身の理解の度合いを把握することに集中させることを目的とする。

$n$ 問受検を終えた時点で正誤結果と解答日時をデータベースに保存する。一方、 $n$ 問未到達時点でテストを中断してしまうとそれまでの受検結果は保存しない。評価テストは1問目から各学習分野に関する問題が並び、 $n$ 問で全ての学習分野を網羅するようにする。そのため、 $n$ 問連続の受検を中断してしまうと理解の診断が正確に行えない。

### 3.4 学習を行う問題の選択

リメディアル学習を行う問題選択の画面を図9に示す。受検した問題グループの問題  $n$  問のうち、誤答または「わからない」を選択した問題はリメディアル教育の対象となる。学習者はそれらの問題の中から学習する問題を1問以上選択する。その際、選択する指標として以下の7点の情報を提示する。

- I. 学習者個人の問題の正誤回数（正答を選択、誤答を選択、「わからない」を選択）
- II. 学習者個人がこれまでに正答・誤答・「わからない」を選択した回数
- III. 学習者個人の所属グループの全正答回数・全受検回数・平均理解度※学習者 ID は予めグループ化（例：大学別、学部別、学科別など）する。
- IV. WBL を利用している全学習者全正答回数・全受検回数・平均理解度。※この全学習者の受検結果は、2章で述べた2007・2008年度“理解度診断評価テスト”を受検した大学新入生の受検結果を含めた総計。
- V. 学習領域・学習分野・具体的な学習内容
- VI. 学習者個人の最新回答日時
- VII. 問題文

### 3.5 教材を利用したリメディアル学習

教材を利用したリメディアル学習の画面を図10に示す。まず、WBLは学習する問題の問題文と選択肢を提示し、併せて3.3節で述べた理解度の診断の際にどの選択肢を選択したか提示し、リメディアル学習前の学習者自身の理解を確認する。次に、その問題を解くヒントとなる情報を閲覧する。あらかじめ全ての問題文に各問題を解くヒントとなる教科書ページを割り当てておき、同じように全ての選択肢にも

各選択肢を説明した教科書中の文章や参考となる外部 Web ページの情報を登録しておき、学習者が閲覧を希望する場合にそのページを提示する。問題文および全ての選択肢に登録されたヒント画面を閲覧しても良い。WBLが提示するヒントを参考に、学習者は学習した内容（4種類の選択肢の違いなど）をまとめる。

WBLが提示した教材で学習したことをまとめ終えたら、そのまとめた文章をヒントにして、正解できなかった問題を改めて解答する。正答を選択できた場合は次の3.6節の内容に進み、正解できなかった場合は改めて問題を解くヒントの閲覧にもどる。

### 3.6 類似問題の受検および学習

類似問題の受検および学習の画面を図11に示す。WBLでの学習を通して一旦正解できなかった問題に正解した後、その問題と同じ学習内容に分類されている問題を類似問題として数問受検する。

2.2節で述べた評価テストの問題80問にはそれぞれ教科「情報」の学習領域・学習分野・具体的な学習内容が割り当てられており、学習者がある学習内容の問題に正解できなかった場合は同じ学習分野・学習内容の知識・理解も不十分であると考えられる。学習後に同じ問題に正解できた後、全80問の問題のうち同じ学習分野・学習内容に分類されている問題を別に数問受検する。類似問題を受検する際、学習者が一旦誤った問題について学習してまとめた文章を提示し、類似問題を受検する際の参考にする。もし、新たに提示された類似問題に正解できなかった場合は、その問題についても3.5節で述べたように同様のリメディアル学習を行う。その際、学習不足としてまとめ文を再編集することができる。

### 3.7 学習内容と既有概念との関連付け

学習者の既有概念と、新たに学習した内容との関連付けイメージおよび実際の画面を図12に示す。学習者はWBLが提示した教材を参考に、正解できなかった問題を正解できた後に3.5節で述べた問題文および選択肢に割り当てた情報を改めて閲覧できる。その他にもこのWBLの特長として、ある問題や選択肢について学習者へ説明する方法として学習者の既有概念を利用することに注目する。このようにして説明を行うことは、学習者の理解をより深めることができるきっかけになると考えられる。図11では“文書処理ソフト”について正しく理解している学習者が、誤って“フォント”は“文字コード”の一種と理解しており、“文書処理ソフト”を利用して“フォント”を正しく学習する例を挙げている。まず、学習者の他の問題の理解状況を参照し、正答を提示した上で学習者が理解している知識を利用して誤答の解説を提示する。全ての問題の問題文および選択肢について、他の概念の内容を利用して正答後に提示する解説文を別に割り当てておき、別に参照した概念を扱う問題を既に正解できている場合についてはこの解説文を閲覧できる。

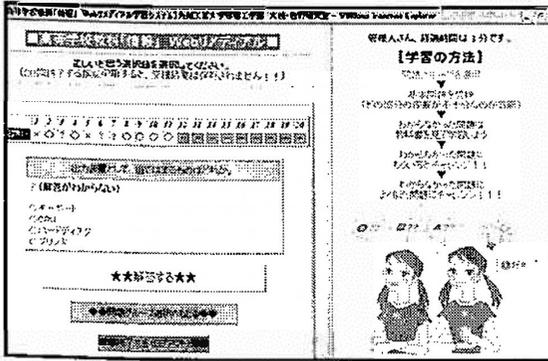


図8 リメディアル学習前の理解の把握

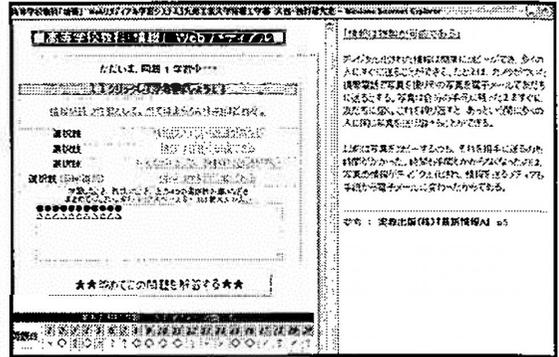


図10 教材（ヒントページ）を利用した学習

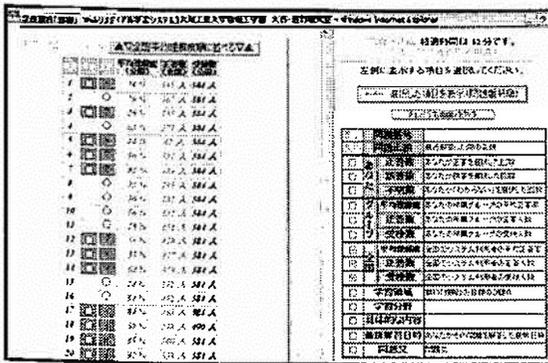


図9 リメディアル学習を行う問題の選択

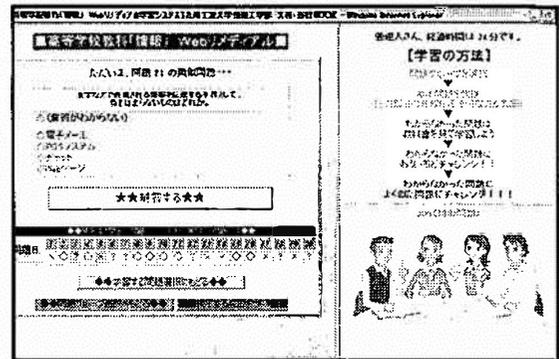
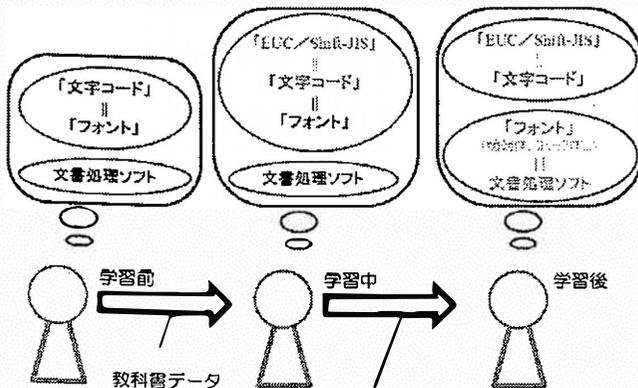


図11 類似問題の受検および学習



Windows Internet Explorer

「フォント」 font

書体のことで、明朝体、ゴシック体、行書体、Times New Romanなどがよく使われる。漢字の楷書・行書・草書・隷書など。活字のイタリック(斜体)・ローマン・ホールド(太字)など。

※あなたは、「文書処理ソフト」について理解しています。

文書処理ソフトでは、明朝体など文字の形を変えることができる(明朝体など)。これを「フォントを変える」と言い、文書を見やすくする工夫である。

※WBLに表示する画面

システムが提示する誤答の解説 文書処理ソフトでは、明朝体など文字の形を変えることができる(明朝体など)。これを「フォントを変える」と言い、文書を見やすくする工夫である。

図11 学習者の既有概念との関連付け

## 4. WBLの評価と考察

### 4.1 WBL利用の学生観

本研究で開発したWBLは、高等学校で教科「情報」の履修を終えた学生を対象として実践を行った。以下に、実践の状況を示す。

#### 【実践1】

実践対象： 2009年度大学新入生（本学情報工学部各学科、2009年度推薦入試合格者）

日時： 2009年1月16日（以降適宜）

場所： 合格者の各自宅および出身高等学校

対象者： 94名（高校3年生）

#### 【実践2】

実践対象： 教科「情報」の履修を終えた高校生（福岡県立Y高等学校各学科）

日時： 2009年1月23日（以降適宜）

場所： 福岡県立Y高等学校コンピュータ教室および各生徒の自宅

対象者： 80名（高校1年生）

実践に先立ち、【実践1】については2008年12月20日に各学習者用ID・パスワードを配布し、WBLの大きな操作方法の説明を行った後、自宅などで適宜行ってもらったようにした。【実践2】については2009年1月23日に各学習者用ID・パスワードを配布し、実際に操作しながら学習を進めた。

学習者は構築したWBLの「トップページ」にアクセスし、「ログインページ」で学習者ID・パスワードを入力する。以降、全学習者に問題グループA～DのうちグループA（20問）の学習を必修とし、さらに各学習者のペースに応じて残り3グループも学習するようにした。いずれの実践においても、各学習者につき1台以上のPCを操作した。

### 4.2 WBLに関するアンケートの結果

WBLを利用した学習およびWBLのレイアウトに関する設問を設けたアンケートを実施し、全ての学習者のうち94名から回答を得ることができた。その結果、具体的に以下のような回答を得た。

- このWBLを利用することにより「ひとりで自習できる」「わからなかった部分が理解できた」「学習のための所要時間がちょうどいい」と8割以上の学習者が回答した。
- 学習前にプレースメントテストを実施した結果、学習者自身が「理解が不十分だった」と意識している部分について学習を行うため、効率の良いリメディアル学習ができただけでなく学習者自身の学習意欲が向上した。
- 理解が不十分である学習内容について一旦学習が完了した後、さらに類似した問題を解答することにより、学習者はその学習内容を理解だけでなく他の予備知識も得られるようになり、学習で得られる成果が多くなった。
- 学習時間の経過を表示することで熱中しすぎを防ぐ効果があった。一方、学習前の理解度を把

握するための問題数を固定せずに、状況に応じて評価テストの問題数を変更することが望ましい。

- WBLの同じレイアウト（配色やボタンの位置など）であっても、学習者によって「見やすい」「見にくい」といろいろな受け取り方をされる。そのため、配色やレイアウトを1通りだけに固定せず、学習者自身がレイアウトをカスタマイズできるWBLが望ましいと考える。

## 5. おわりに

本研究では、大学新入生の教科「情報」の理解度の調査を行い、WBLとしてのシステム設計を行い、開発した。開発したシステムは、大学新入生を対象とした教科「情報」のリメディアル教育を行うWBLとして有効であることがわかった。

本研究で開発したWBLは、実際に高等学校や大学で利用するためにさらに洗練させなければならない。今後の展望として、以下の[A]～[E]の機能拡張を行い、WBLとしてさらに有効であるものにしたと考える。

「診断テスト」機能の拡張として、[A]柔軟な管理が可能な運用システム、および[B]学習者に適応的な学習診断システムとする。さらに「学習」機能は、[C]誤概念の修正機能の拡張、[D]協調的な学習機能の確立、[E]教科「情報」に限らない内容的な拡張を行う。

謝辞：本研究の一部は、平成19年度～20年度科学研究費補助金基盤研究（C）（課題番号19500807）の助成を受けている。

### 参考文献

- [1] 山本以和子：Benesse教育情報サイト「日本の大学が捉えているリメディアル教育とは？」、[http://benesse.jp/berd/center/open/report/kyoikukaika/ku/2000/kaisetu/nihon\\_remedial.html](http://benesse.jp/berd/center/open/report/kyoikukaika/ku/2000/kaisetu/nihon_remedial.html)
- [2] 西野和典：“普通教科「情報」の理解度調査”、教育システム情報学会第32回全国大会講演論文集、pp.10-11（2007）
- [3] 西野和典、山口偉史：“情報科リメディアル教育の方法と設計”、教育システム情報学会第33回全国大会講演論文集、p.p.388-389（2008）
- [4] 西野和典：“情報教育のためのカリキュラムと学習指導法”、教育システム情報学会情報教育推進のための提言、pp.59-75（2003）
- [5] 西野和典、香山瑞恵、布施泉、高橋参吉：“大学新入生の教科「情報」に関する知識の調査と考察”、電子情報通信学会信学技報、ET2006-41、pp.29-34（2006）
- [6] 山口偉史、山口真之介、大西淑雅、西野和典：“大学新入生を対象とした高等学校教科「情報」の理解度調査”、日本情報科教育学会第1回全国大会講演論文集、pp.113-114（2008）