岩手県立大学ソフトウェア情報学部卒業論文

資格試験のための状態前進型ドリルの開発

Development of "Progressive State Drill Shell"
for qualification examinations

佐野 圭太

Sano Keita

２００３年３月

佐野 圭太

Sano Keita

２００３年３月

論文指導審査教授

5.1.1 ユーザテスト１の目的と方法 39
5.1.2 ユーザテスト１の結果と改善 39

市川 尚

藤原 康宏

指導教員

謝辞

今回の研究にあたり，岩手県立大学ソフトウェア情報学部の鈴木克明教授には多大なるご指導をいただき，誠にありがとうございました．また，支援してくださった講師の藤原康宏さん，助手の市川尚さん，ユーザテストに快く協力してくれた，岡本さん，浦山さん，上小路さん，小関さん，佐藤さん，柴田さん、高橋さん，ありがとうございました．

皆様の御厚意により，本論文をここに提出できますことを心より感謝い

2003年2月13日

ソフトウェア情報学部

社会情報システム学講座

0311999074　佐野　圭太

目次

第１章　研究の背景 1

第１節　開発の動機 1

第２節　資格試験の学習目標について 1

第３節　ドリルシェルとは 2

第４節　本研究の目的 2

2.1.2 状態前進型ドリル(Progressive State Drill) 3

2.1.2 状態前進型ドリル(Progressive State Drill) 3

2.1.5 適応型概念学習ドリル(Adaptive Concept Learning Drill) 6

2.1.5 適応型概念学習ドリル(Adaptive Concept Learning Drill) 6

2.2.1 既存の CBT 教材の学習方法について 6

2.2.2 既存の CBT 教材の問題点について 8

2.2.2 既存の CBT 教材の問題点について 8

第３章　設計 10

第１節　本システムの概要 10

3.1.1 学習項目の提示方法について 10

3.1.2 本システムの構成 10

第２節　ドリルモードの設計 11

3.2.1 状態前進型ドリルによる資格試験学習について 11

3.2.3 模擬試験について 11

3.2.4 分野別学習について 13

3.2.5 ドリルについて 14

3.2.6 ユーザ登録について 15

3.2.7 ユーザの学習状態を保存するデータ構造について 16

第３節　管理者モードの設計 18

第１章　研究の背景

第１節 開発の動機

3.3.1 管理者モードの概要 18
3.3.2 新規ドリルのテンプレート作成について 18
3.3.3 既存のドリルの編集について 19
3.3.4 ドリル内の問題の編集について 19
3.3.5 ドリルの設定と問題の設定に関するデータ構造について 19
第4章 開発 22
第1節 開発環境について 22
第2節 ドリルモードについて 23
4.2.1 ドリルモードの概要 23
4.2.2 登録・解除・ログインについて 24
4.2.3 模擬試験について 25
4.2.4 分野別学習について 29
4.2.5 ドリルについて 30
第3節 管理者モードについて 31
4.3.1 管理者モードの概要 31
4.3.2 新規ドリルのテンプレートの作成について 32
4.3.3 既存のドリルの編集について 34
4.3.4 ドリル内の問題の編集について 35
4.3.5 ドリルの問題の再編集について 37
5.2.1 ユーザテスト2の目的と方法 40
5.2.1 ユーザテスト2の目的と方法 40
5.2.2 ユーザテスト2の結果 40
第3節 「管理者モード」のユーザテスト 45
5.3.1 管理者モードのユーザテストの目的と方法 45
5.3.2 管理者モードのユーザテストの結果と改善 47
第4節 ユーザテスト結果の考察 47

第５節　本システムが抱える問題点と改善案 48
5.5.1　計算や予測不可能な選択肢を持つ問題について 48
第６章　おわりに 51
参考文献 52
資料 53

第1節 開発の動機

現在，数多くの資格試験が実施されており，資格試験対策のための CBT 教材が市販されている．例えば「楽々合格～基本情報技術者試験 2001 年度版～」（富士通インフォソフトテクノロジ　2001）は，学習者が任意に学習分

版～」（富士通インフォソフトテクノロジ　2001）は，学習者が任意に学習分

野を選択して過去問演習を行う教材であり，連続で一定数問題を正解すると，その分野が習得済みという評価を受ける仕組みになっている．資格試験は出

題される前に，その分野が習得済みとなるなど，間違った問題をきちんと習

ため，問題を追加・削除することができるようにしていかなければならない．

第1節 ドリルアルゴリズムについて

ドリルによる学習を効果的に行うには，学習を行う項目を提示するメカニ

第2節 資格試験の学習目標について

第2節 資格試験の学習目標について

資格試験の学習は，認知領域の課題の中でも言語情報と知的技能の学習課題が含まれる．「言語情報とは，教材に出てきた情報を覚えてそれをテストで再び思い出す課題であり，知的技能とは，ある種の約束事を教材で学んでそれをテストで応用する課題（p.51）」（鈴木・井口・鷲尾　1995）である．

資格試験対策の教材は，学習者が問題を間違った際に，言語情報の問題ならば正答を，知的技能の問題ならば正答とそれを導き出すための解説文を，学習者に対して適切な形でフィードバックを行うことが重要となる．

第3節 ドリルシェルとは

ドリルシェルとは，ドリルの動作，画面形式はあらかじめ決まっており，利用者は問題を設定するだけでドリル問題を作成できるというシステムであ
号，漢字の読みなどのような言語情報の学習目標を達成するためのドリルシェルを過去に開発している．
号，漢字の読みなどのような言語情報の学習目標を達成するためのドリルシェルを過去に開発している．

資格試験を取り扱ったドリルシェルを開発した場合は，基本情報技術者試験や初級システムアドミニストレータ試験などのような試験の問題データをシェルに入力するだけで，資格試験の教材を作成できるようになる．入力した問題はいつでも追加・修正・削除が可能である．

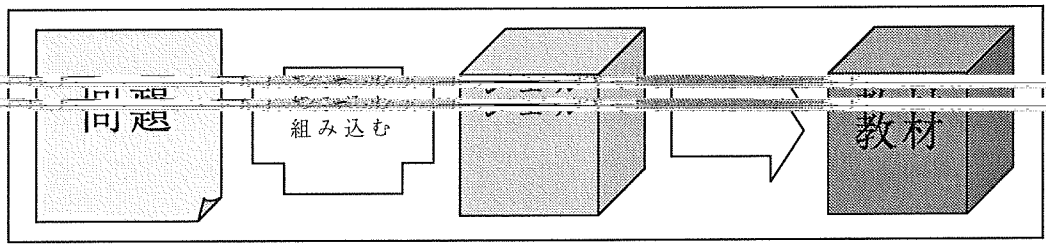


図 1-1　ドリルシェルの位置づけ

第4節 本研究の目的

本研究は，資格試験学習を効果的に行うために，分野別学習の中で間違った個々の問題を重点的に学習していくためのドリルアルゴリズムを参考にした資格試験用ドリルシェルを開発した．なお，開発には，基本情報技術者試験を取り上げることとした．

第2章　　先行研究

ズムを考慮する必要がある．これまでに提案されている項目選択および除去

ズムを考慮する必要がある．これまでに提案されている項目選択および除去

の制御メカニズムには次のようなものがある（Alessi & Trollip 1985,Salisbury 1988, 鈴木 1989）．

2.1.1 項目間変動型ドリル(Variable Item Interval Drill)

項目変動型ドリルとは，学習する項目をランダムに混ぜて提示順序を決定し，第1項目から順次提示し練習するが，正しく答えられなかった項目は列の終わりに戻さずに何問かあとで再提示する（例えば2問目と5問目と9問目の3回）方法である．誤った項目は再び練習する機会をすぐに与え，正しく答えられた項目は間隔をあけて忘れた頃に再提示する　言語情報のための

2.1.2 状態前進型ドリル

状態前進型ドリルとは，事前テスト状態，リハーサル状態，ドリル状態，

状態前進型ドリルとは，事前テスト状態，リハーサル状態，ドリル状態，

復習状態といったように，一つのドリルを徐々に難しい状態に前進させて用いる方法である．状態前進型ドリルのアルゴリズムを図2-1に示す．まず，事前テストで既に知っている項目をドリルから排除して，練習の必要がある項目のみを選定する．次に，リハーサルとして問題と正答を提示して覚えさせる．その後にドリルに移り，さらに復習として一度習得した項目を再び練習する．復習は，第1復習状態ではドリル状態から1日後，第2復習状態では第1復習状態から2日後，第3復習状態では第2復習状態から1週間後のように日数の間隔を設けて復習を行う．学習中の項目はworking pool，復習

状態にある項目は review pool，未学習の項目は item pool に入っている．

言語情報のために提案されたメカニズムではあるが，知的技能にも応用できると考えられる．

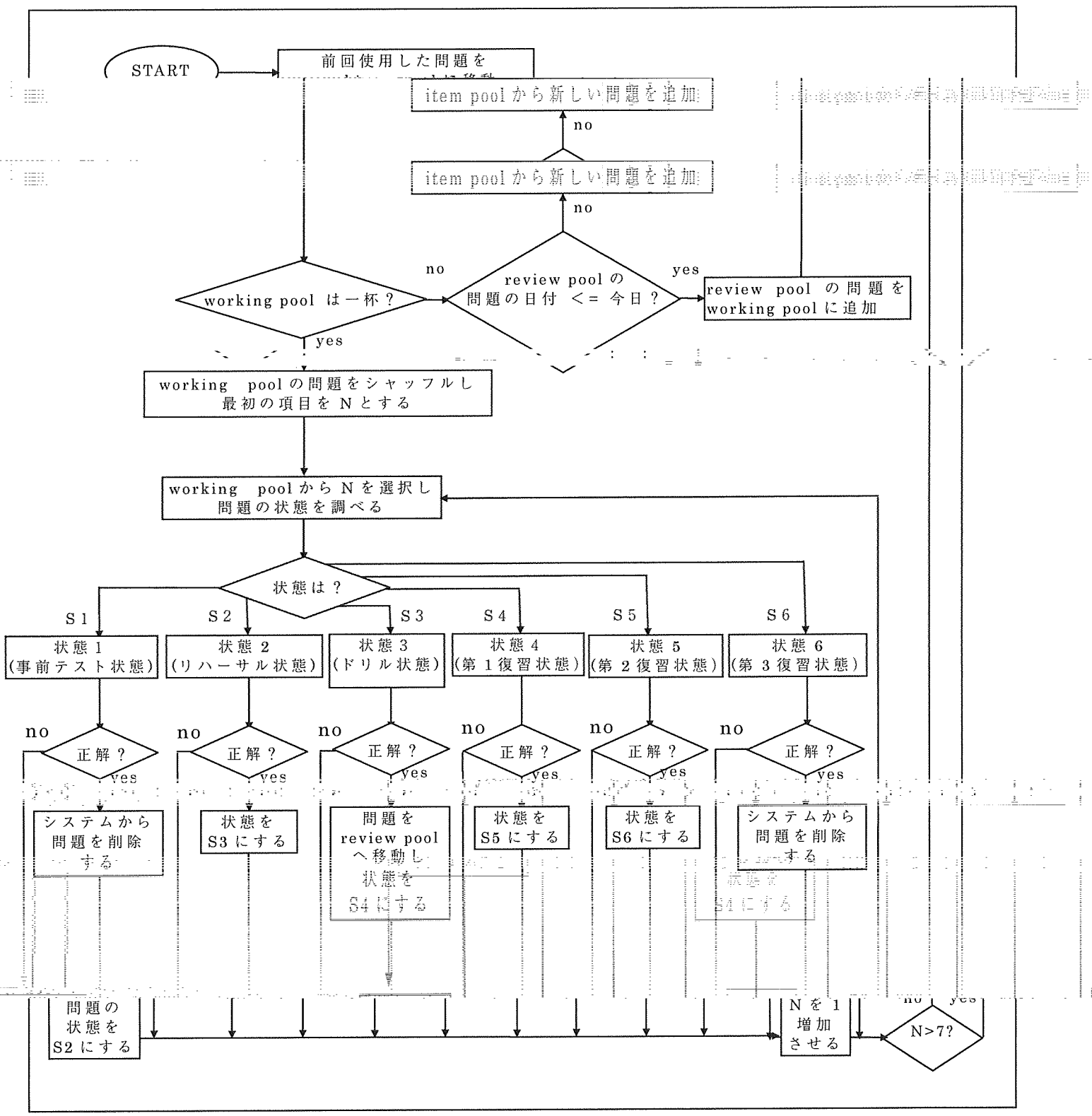


図 2-1　状態前進型ドリルのアルゴリズム

(Salisbury(1988) を筆者が日本語訳したもの)

2.1.3 三重構造のドリル(Three-pool Drill)

三重構造のドリルとは，学習する項目が多数ある場合に，項目を未習項目群，学習中項目群，学習済み項目群の三重構造に分類して制御する方法である．学習中項目群には，一度に覚えられる7項目程度を未習項目群より選択し，習得した項目を逐次学習済み項目群に移動することで除去する．学習中項目群に項目群がなくなり次第，新たな7項目を未習項目群より選択し，練習を続ける．言語情報のためのメカニズムである．

2.1.4 下位ドリル群(Subdrill Grouping)

下位ドリル群とは，関連する知的技能を項目群としてドリルの内部に複数用意し，到達目標のドリルでつまずいた場合に，つまずきの原因となっている当該の下位目標の項目群に自動的に移行し，ドリルを続行する方法である．ある学習目標にむかって練習の出来具合に応じて徐々に難しい問題群へと移動していく場合にも応用できる．

2.1.5 適応型概念学習ドリル(Adaptive Concept Learning Drill)

適応型概念学習ドリルとは，複数の同意概念（どの概念の例かを見分ける事が目標となる，例えば品詞分類など）の練習用に提案されているメカニズムで，学習者の誤りをもとに見分けにくい概念についての練習を中心に制御する方法である．ある項目がどの概念の事例かを正しく答えられた場合（例えば「日本」は名詞と答えた），次の項目は，他の概念の事例からランダムに選択されるが（例えば「暖かい」の品詞は？），間違った場合（「日本」は代名詞と答えたら），次の項目は間違って答えた概念の例が選択される（代名詞の問題群から一つ選んで，「それ」の品詞は？）．

第2節 既存のCBT教材について

2.2.1 既存のCBT教材の学習方法について

資格試験の教材を本研究で開発するうえで，はじめに参考となる3つのCBT教材を実際にパソコンにインストールして学習を行ったみた．それぞれ

の教材の学習方法と挙げられる問題点を表 2-1 に示す.

表 2-1　3 つの CBT 教材の学習方法と問題点

楽々合格　基本情報技術者試験 2001 年度版 **(富士通インフォソフトテクノロジ　2001)**	
学習方法	・2 階層で構成された分野から任意に選択して学習を行う(分野別学習)。 ・学習中、下位の分野の問題を連続で 5 問正解すると、その分野は習得済みの判定が下される。 ・下位の分野の習得率が上位の分野の習得率に影響する。
問題点	・学習中に間違った問題を重点的に学習する機能はない。 ・正解・不正解に関わらず、問題の提示方法は一定の順番で行われる。 ・模擬試験で間違った問題の復習を行うような機能が設けられていない。 ・選択肢の表示の順番が一定であるので、表示箇所で正解してしまう。
基本情報技術者試験 2002 年度版 **(メディアファイブ　2001)**	
学習方法	・電子教科書を読んで学習内容を把握するナビゲーションモードと、任意に学習単位又は学習分野を選択して問題を解くトレーニングモードを主に用いて学習を行う。 ・学習中、間違った問題はいつでも復習することができる。
問題点	・選択肢の表示の順番が一定であるので、表示箇所で正解してしまう。 ・ソフトを終了すると、復習すべき内容がリセットされてしまう。
平成 14 年度春期基本情報　短期集中ゼミ **(日本ユニシス情報処理システム研究会　2001)**	
学習方法	・分野毎に分けられた単元の学習を参考書を用いて学習を行う。 ・付属 CD-ROM をコンピュータにインストールすることで、TEN-TREX(TENacious-Training Examination)という電子模試システムを利用することができる。
問題点	・TEN-TREX で行うことができる機能は模擬試験のみであり、間違った問題に対して復習を行うような機能は盛り込まれていない。

「楽々合格　基本情報処理技術者試験2001年度版」では，2階層で構成される学習分野から任意の分野を選択して学習を行う．下位の分野の学習で連続して5問正解するとその分野は習得済みの判定が下されるようになっており，下位の分野の習得率が上位の分野の習得率に反映される．問題点として，学習中に間違った問題を重点的に学習するような機能はなく，常に問題の出題は一定の順番で行われるので，間違った問題が再び出題される前にその学習分野が習得済みとなってしまうことが挙げられる．学習の実力を試す部分である模擬試験で間違った問題も，解説のみが学習者にフィードバックされるだけで，模擬試験の結果から復習の機会を新たに設けるような機能はない．また，選択肢の順番も常に一定であり，選択肢の表示箇所で正解を覚えてしまう恐れがある．

「基本情報技術者試験 2002 年度版」は，電子教科書を読んで学習内容を把握するナビゲーションモードと，任意に学習単位又は学習分野を選択して問題を解くトレーニングモードの2つの機能を主に用いて学習を行う仕組みになっている．学習中，間違った問題はいつでも復習することができるが，選択肢の順番は一定であるので，選択肢の表示箇所で正解を覚えてしまう恐れがある．また，ソフトを終了すると復習の必要がある問題内容はリセットされてしまうので，日を改めて復習を行うことができないという問題点がある．

「平成14年度春期基本情報　短期集中ゼミ」は，上記であげた2つのCBT教材とは媒体が一部異なる．学習は参考書で行い，実力診断はコンピュータにインストールした電子模試システム(TEN-TREX)によって行う仕組みになっているので，学習と模擬試験は完全に独立した形になっている．TEN-TREXでは模擬試験しか行うことができず，間違った問題の復習は学習者が自ら参考書を開いて行う形になっている．

2.2.2　既存のCBT教材の問題点について

既存のCBT教材を利用した結果から1番の問題点として，学習者が間違った問題の復習を行う機能が設けられていなかったり，復習の機会が少ない

事が挙げられる．資格試験は多岐選択式であるので，復習の際，偶然によって正解してしまうこともありうる．そうした事から復習は同じ問題に対して最低でも２回は行う必要があると思われる．また，復習を行う事は，学習者が直前に理解した問題の正答を単に復唱するだけになることもあるので，復習の目的が失われてしまう可能性がある．復習は学習者の記憶が薄れてきた頃に問題を提示するのが望ましい．つまり，日数の間隔をおいて復習を行うことが効果的であると考えられる．

第 3 章　　設計

第 1 節 本システムの概要

3.1.1　学習項目の提示方法について

第 2 章で述べた，既存の CBT 教材を利用して挙げられた問題点から，資格試験教材は間違った個々の問題をいかに重点的に復習を行うかが重要であるといえる．さらに復習は学習者の記憶が薄れてきたと思われる頃に提示しなければならない．こうした改善案から，本システムの学習項目の提示方法については，復習の機会が何度か設けられている点と，日数の間隔をおいて復習項目を提示する点に着目して，第 2 章で挙げた状態前進型ドリルのアルゴリズムを参考にして設計を行うことにした．

3.1.2　本システムの構成

本システムはドリルシェルとして，ドリルで学習できるだけでなく，問題の作成も行うことができるようにしなければならない．提供する機能は，問題の出題を行う「ドリルモード」と，問題の管理を行う「管理者モード」の 2 つである．資格試験の学習は 1 日で終わるものではないので，ユーザの学習履歴はユーザ毎に保存する必要がある．システムの構成図を図 3-1 に示す．

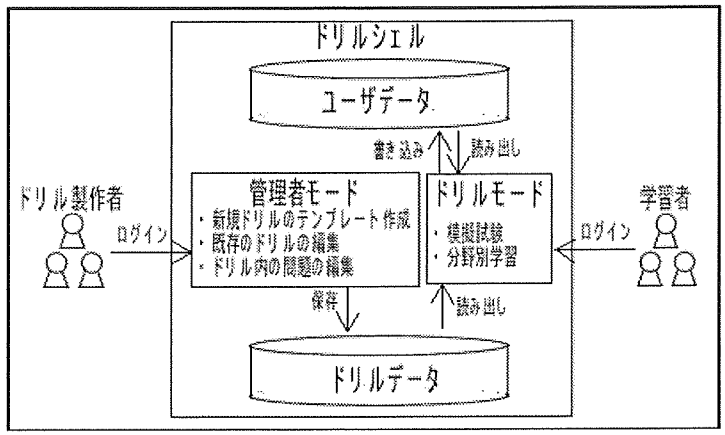


図 3-1　システム構成図

第 2 節 ドリルモードの設計

3 状態前進型学習方法では個々の問題を，事前テスト状態，リハーサル状態，ドリル状態，第 1 復習状態，第 2 復習状態，第 3 復習状態の 6 つの状態に分類して，徐々に難しい状態に前進させることで学習を行う．事前テスト状態とドリル状態と 3 つの復習状態では，問題をそのまま学習者に提示するだけで構わないが，事前テスト状態で間違った問題の学習を行うリハーサル状態では，問題の他に問題を解くための情報を付加して提示する必要がある．この時，付加する情報は，その問題の学習目標が言語情報であれば正答を学習者に提示するだけで構わないが，知的技能の場合には正答を導き出すための解説文を正答とともに学習者に提示する必要がある．また，資格試験の問題には表やグラフを用いているものがあるので，問題を解くための解説情報にも，表やグラフを用いる事ができるようにしなければならない．

3.2.2 ドリルモードで提供する学習方法について

ドリルモードで提供する学習方法は，第 2 章で紹介した CBT 教材を参考にした結果，「模擬試験」と「分野別学習」の 2 つを用いることとした．模擬試験では，いつでも学習者自身が自らの学習の効果や苦手分野を調べることが可能であり，模擬試験後には間違った問題の学習を行うようにした．分野別学習では，幅広い出題範囲を有効的に学習できるように 2 階層に分類した学習分野から任意の分野を選択して学習を行うことができるようにした．模擬試験，分野別学習の詳しい学習の流れについては事項で説明する．

学習中，いつでも学習者がどちらの学習方法を選択しても学習可能なように，学習の履歴は学習方法ごとにとっておくことにした．

3.2.3 模擬試験について

学習者が，自分の実力がその資格試験の合格圏内に入っているかの判定を知ることができたり，学習の成果が以前に比べてどれだけ向上したかを確認できたり，自らの弱点克服の目的で苦手な分野を調べる事ができたりと，学

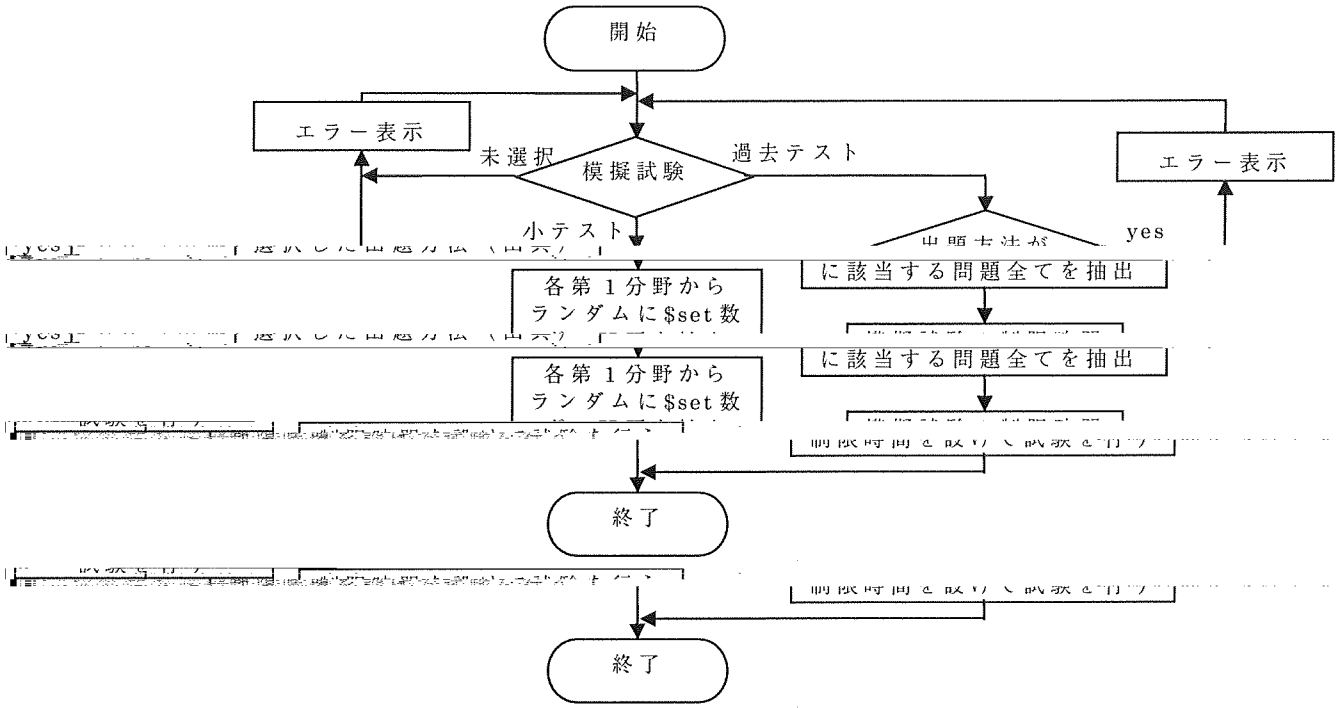
習者が望んだときに，いつでも学習の途中で学習の成果を自己チェックできるようにしなければならない．そこで模擬試験は，学習者の目的と対象に合わせて，「過去テスト」と「小テスト」の 2 種類のテストを設けることにし，制的に試験を中止して採点を行う．対象者は学習経験の長い学習者で，合格圏内に入っているかを確かめる目的で本番同様でテストを実施する．

圏内に入っているかを確かめる目的で本番同様でテストを実施する．

にすることで学習者が一度に学習する問題数の負担を軽くするようにした

第 1 分野が 4 個ある場合には合計 [illegible] 問の問題を出題する．小テストは，過去テストのような本番同様の試験ではなく，気軽に問題数を設定して試験を受ける事ができる．また，各第 1 分野から問題数が均等に出題されるため，比較的勉強を始めて間もない学習者が自分の苦手分野を調べるためのテストであるとも言える．

いずれの模擬試験も，テストの終了後には間違った問題をドリルで復習することが可能である．この模擬試験は，状態前進型ドリルの事前テスト状態に相当するので，ここで間違った問題は全てリハーサル状態に設定して，学習者へ提示する．



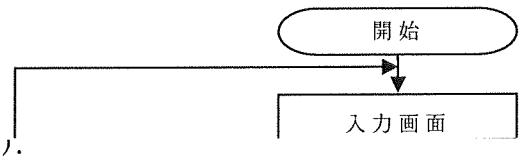
幅広い学習範囲を扱う資格試験学習では，問題をランダム状態遷移ドリルのアルゴリズムの流れに沿って学習者に提示するのでは，学習者の負担が大きく，学習の効率が悪くなってしまう．第 2 章で挙げた CBT 教材で多く用いられているように，学習範囲を分野別に分類して苦手な分野を学習者に重点的に学んでもらうことで，一度に学習を行う量を減らすことができる．しかしながら，分野によっては含まれている問題数の幅が大きいので，富士通インフォソフトテクノロジ(2001)で用いられているように，分野を 2 階層(図 3-3)．

分野別学習では，2 階層で構成されている学習分野から任意の学習分野を(図 3-3)．

分野別学習では，2 階層で構成されている学習分野から任意の学習分野を選択して学習を行う．上位の第 1 分野には，過去の模擬試験の結果から，最も苦手な第 1 分野がわかるようにして，第 1 分野の学習は下位の第 2 分野からランダムに 1 問ずつ抽出してドリルを行うようにする．それに対して，下位の第 2 分野には，それまで item pool から削除された問題の割合が学習の理解度を表す学習率として第 2 分野毎に示すようにして，第 2 分野の学習は

最初に教材を利用するときには，ユーザ登録を行う必要がある．ユーザ登録では，ユーザ名が英数字以外になっていないこと，また，入力項目が空欄になっていない事を確認し，入力したパスワードに間違いがなく（入力した

サの登録を行う(図 3-5).



サの登録を行う(図 3-5).

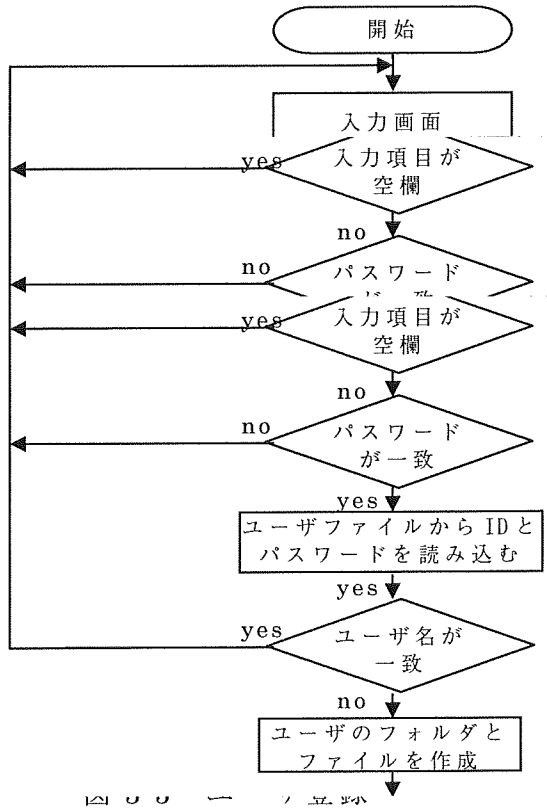


図 3-5 ユーザ登録

3.2.7 ユーザの学習状態を保存するデータ構造について

図 3-5 ユーザ登録 模擬試験・分野別学習での

3.2.7 ユーザの学習状態を保存するデータ構造について

ドリルモードで扱う学習者のユーザデータは，模擬試験・分野別学習での学習データ，模擬試験の試験結果データ，分野別学習の第 2 分野毎の学習率データの 2 種類である．表 2-1 に模擬試験・分野別学習での学習データを

学習率データを示す.

模擬試験・分野別学習での学習データは問題1問，模擬試験の試験結果データは試験1回，分野別学習の第2分野毎の学習率データは第2分野1つにつき，それぞれ1行ずつファイルに保存するようになっている.

表 3-1　模擬試験・分野別学習での学習データ

問題 ID	半角の 6 桁の文字列(char 型)
問題文	全角・半角の文字列(char 型)
問題文に含まれる画像データ	画像データのファイル名(char 型)
選択肢(複数)	義した選択肢数の数だけカンマ(,)区切りで定義
選択肢(複数)	義した選択肢数の数だけカンマ(,)区切りで定義 例）選択肢 1 ,選択肢 2,選択肢 3・・・
解説文	全角・半角の文字列(char 型)
解説文に含まれる画像データ	画像データのファイル名(char 型)
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
第 2 分野	半角の数字(int 型)
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
復習状態の時間	半角の数字(int 型)

表 3-2　模擬試験の試験結果データ

模擬試験の種類	全角・半角の文字列(char 型)
試験実施日	半角の文字列(char 型)
試験の正答数と正答率	半角の文字列(char 型)
分野 1 の正答数と正答率	半角の文字列(char 型)
分野 2 の正答数と正答率	半角の文字列(char 型)
分野 3 の正答数と正答率	半角の文字列(char 型)
⋮	⋮

表 3-3　分野別学習の第 2 分野毎の学習率データ

学習済みの問題数	半角の数字(int 型)
全ての問題数	半角の数字(int 型)
正答率	半角の数字(int 型)

第 3 節 管理者モードの設計

3.3.1　管理者モードの概要

問題の設定を行うことができる管理者モードでは，作成するドリルの設定を行ったり，問題の追加ができるようにしなければならない．提供する機能は，ドリルを新しく作成して設定を行う「新規ドリルのテンプレート作成」機能，既存のドリルの設定変更や問題を含めたドリル全体を削除する「既存のドリルの編集」機能，ドリルに含まれる問題の追加・修正・削除・を行う「ドリル内の問題の編集」機能の 3 つから構成される．

3.3.2　新規ドリルのテンプレート作成について

ドリルテンプレートの作成機能は，ドリルを新しく作成して設定を行う機能である.ここで設定を行うドリル本体の固有情報には,ドリルのタイトル，ドリルを管理するパスワード，ドリルの説明，問題の選択肢数，模擬試験の時間，復習の回数と間隔時間，問題の第 1 分野(複数)と第 2 分野(複数)，問題の出典(複数)の設定を行えるようにする．状態前進型ドリルのアルゴリズムでは，第 1 復習状態，第 2 復習状態，第 3 復習状態というように，復習の回数は 3 回になっているが，学習を行う資格試験の難易度や学習者の知識に応じて，復習の回数は任意に決められる事が望ましい．それに，復習は日数の間隔を設けて行うことになっているが,復習の間隔を 1 日に設定した場合，学習を終了後 24 時間経過しなければ復習を行うことができないので，学習者にとってはもしかしたら 24 時間経過しなくても次の日に復習を行いたいと感じるかもしれない．そこで，ドリルで設定を行う復習の回数とその間隔については，任意に回数を設定できるようにして，その復習間隔も時間の間

隔を設定できるようにした.

3.3.3 既存のドリルの編集について

既存のドリルの編集では，既にあるドリルの固有情報の変更と，問題を含めたドリル本体の削除を行うことができるようにする.

既存のドリルに設定されている固有情報の変更，問題を含めたドリル本体の削除の機能を用いる場合は，新規ドリルのテンプレート作成で設定したドリルのパスワードを用いて利用できるようにすることで，ドリル作成者以外の人間に勝手にドリルを編集されないようにする.

3.3.4 ドリル内の問題の編集について

ドリル内の問題の編集では，問題の追加・修正・削除を行うことができるようにする．問題の追加では，問題の固有情報として，問題 ID，問題文，問題文に含まれる画像データ，選択肢(複数)，解説文，解説文に含まれる画像データ，正解，第 1 分野，第 2 分野，出典の設定を行う．問題文と解説文に含まれる画像データはブラウザからアップロードできるようにする.

ドリル内の問題の編集を行う場合には，新規ドリルのテンプレート作成で作成者以外の人間に勝手にドリルを編集されないようにする.

3.3.5 ドリルの設定と問題の設定に関するデータ構造について

管理者モードで設定を行うドリルデータは，ドリルの設定データと，問題の設定データの 2 種類である．表 3-4 にドリル設定のデータ構造を，表 3-5 に問題設定のデータ構造を示す.

ドリル設定，問題設定共に 1 つのドリル・問題につき，1 行ずつファイルに保存するようになっている.

表 3-4　ドリル設定のデータ構造

ドリルのタイトル	全角・半角の文字列(char 型)
ドリルを管理するパスワード	半角の文字列(char 型)
ドリルの説明	全角・半角の文字列(char 型)
問題の選択肢数	2～9 の 1 桁の数字(int 型)
復習の回数と間隔時間	間隔時間を数字(int 型)で表したものを、復習の回数だけコンマ区切りで定義 例）8,7,6,・・・
第 1 分野(複数)	数分だけカンマ(,)区切りで定義 例）分野 1 ,分野 2,分野 3,・・・
第 2 分野(複数)	ものを、個数分だけカンマ(,)区切りで定義し、さらに第 1 分野ごとにプラス記号(+)で定義 例）分野 1,分野 2,分野 3,+分野 1,分野 2,…
問題の出典(複数)	全角・半角の文字列(char 型)で表したものを、個数分だけカンマ(,)区切りで定義 例）出典 1 ,出典 2,出典 3,・・・

問題 ID	桁の文字列(char 型)で定義
問題 ID	桁の文字列(char 型)で定義
問題文	全角・半角の文字列(char 型)
問題文に含まれる画像データ	画像データのファイル名(char 型)
選択肢(複数)	全角・半角の文字列(char 型)をドリルの設定で定義した選択肢数の数だけカンマ(,)区切りで定義 例）選択肢 1 ,選択肢 2,選択肢 3・・・
解説文	全角・半角の文字列(char 型)

解説文に含まれる画像データ	画像データのファイル名(char 型)
正解	1~選択肢数以下の範囲内での半角の数字(int 型)
第 1 分野	半角の数字(int 型)
第 2 分野	半角の数字(int 型)

の設定データの 2 種類である．表 3-4 に下ネル設定のデータ構造を，表 3-5 に問題設定のデータ構造を示す

第 4 章　　開発

第 1 節 開発環境について

開発したシステム内には基本情報技術者試験で出題された過去 3 回分（合計 240 問）の問題が保存されており、開発言語は Perl, HTML, Javascript を用い，OS は WindowsXP を使用した．

CGI は Web サーバ上に開発し，サーバは UNIX 上の Apache を使用しているので，ドリルモード，管理者モード共に Web 上で行うことが可能である．作成したドリルシェルのトップ画面を図 4-1 に示す．

作成したプログラムはソースコードドキュメンテーションを行い，資料 1 として添付した．プログラムの構成を資料 2 に示す．

登録，ログイン後はユーザ認証の必要があるため，HTML で実現できる表示のみのページも，すべて CGI とした．その中で，プログラム動作をする部分を以下に示す．

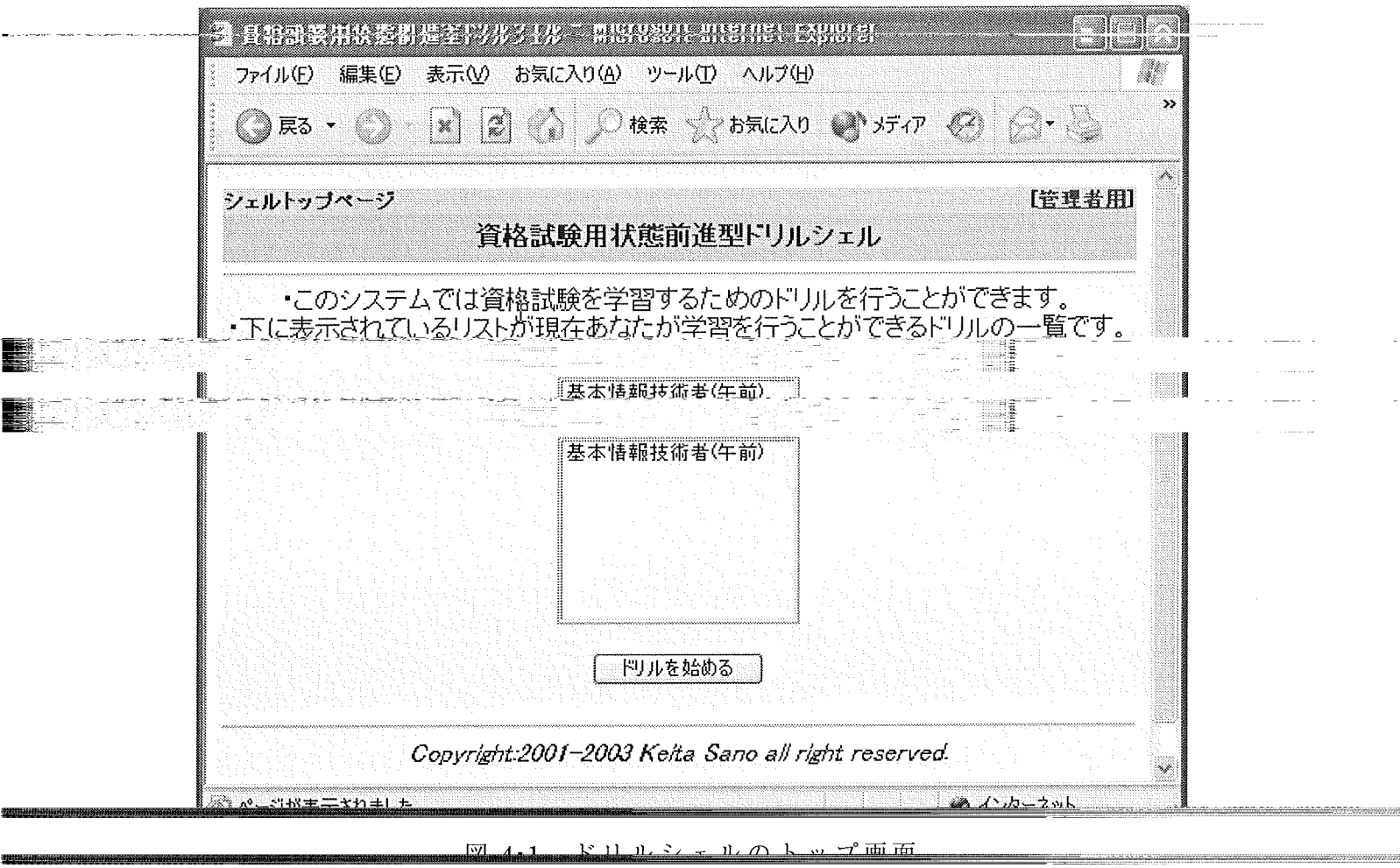


図 4-1　ドリルシェルのトップ画面

第 2 節 ドリルモードについて

4.2.1 ドリルモードの概要

ドリルモードでは，ドリルに含まれる問題データを参照して出題する．学習者は任意のドリルにログインし，模擬試験，分野別学習のいずれかを選択して学習を行う．ドリルは 1 日で終わるものではないので，ユーザの学習履歴は保存され，次回ログイン時に学習履歴を読み込んで学習を再開するようになっている．ドリルモードのメニュー画面を図 4-2 に示す．

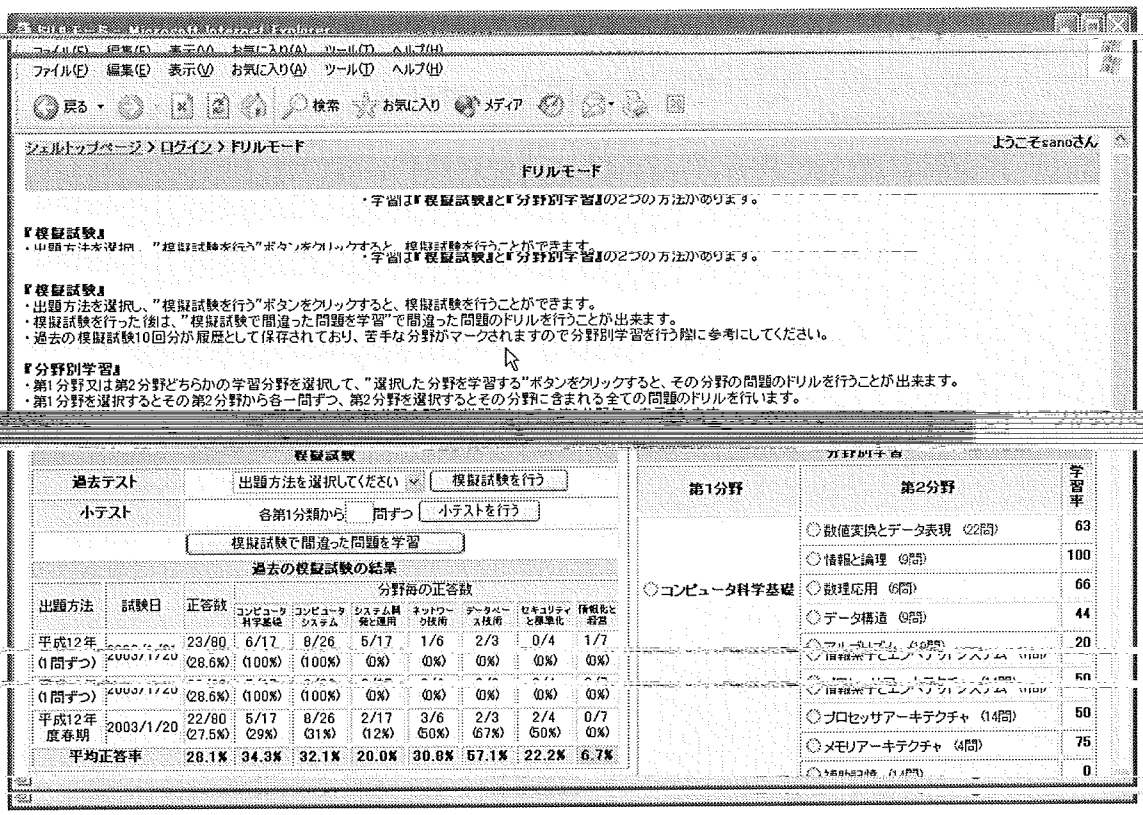


図 4-2　ドリルモードのメニュー画面

4.2.2 登録・解除・ログインについて

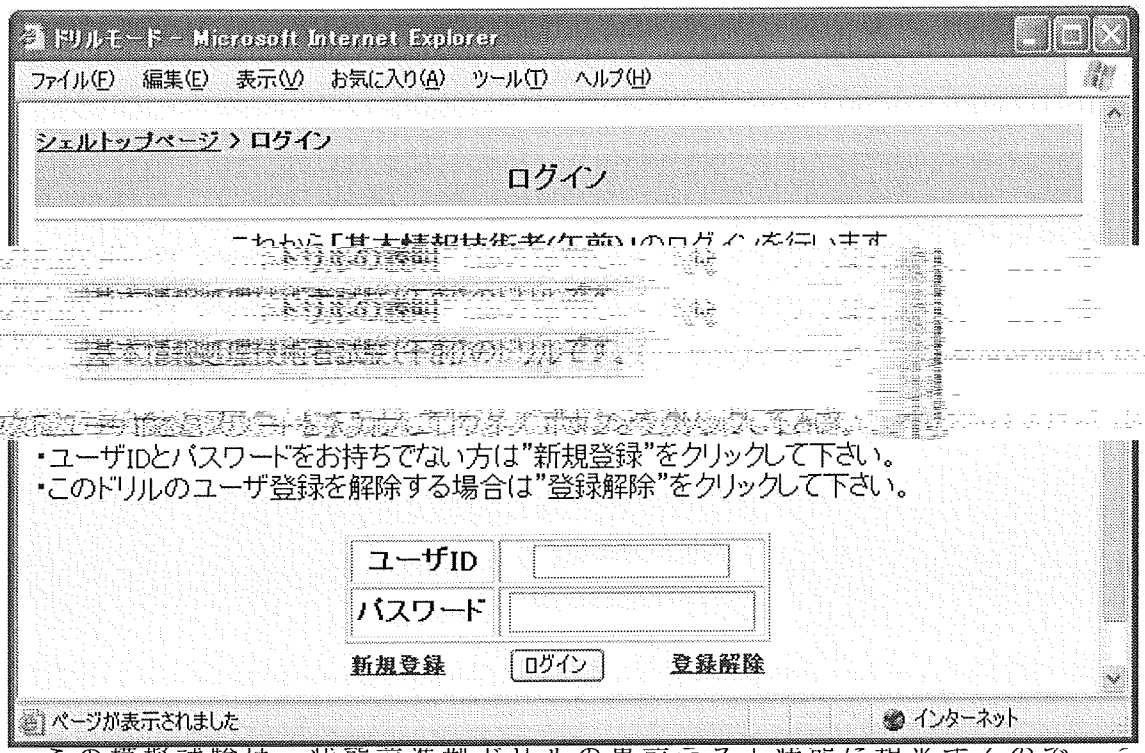
全欄になっていない事を確認し，入力したパスワードに間違いがなく（入力した２つのパスワードが一致），ユーザ名が既に登録されていない場合，ユー
全欄になっていない事を確認し，入力したパスワードに間違いがなく（入力した２つのパスワードが一致），ユーザ名が既に登録されていない場合，ユーザ名のフォルダ，分野別学習フォルダ(group,sub)，学習率フォルダ(study)，模擬試験の履歴ファイル(career.txt)，学習率ファイル(groupX.txt)を作成し，ユーザファイル(usr.txt)にユーザ ID とパスワードを書き込む．入力したユーザ名が既に登録されていた場合，パスワードを間違えていた場合，入力項目が足りない場合はエラー表示をし，入力画面に戻る．

解除，ログインでは，ユーザファイルからデータを読み込み，ユーザ名とパスワードが一致したときのみ，解除又はログインを行う．一致しない場合エラーを表示し，入力画面に戻る．

解除では，ユーザのフォルダとその中にあるファイルを全て削除し，ユー

ザファイル(usr.txt)から解除するユーザ名を削除する.

作成したログイン機能の画面を図 4-3 に示す.



この模擬試験は，状態前進型ドリルの事前テスト状態に相当するので，こ

トも問題は 1 画面に全て表示される．テスト終了後は，出題方法，試験日，正解数(正答率)，第 1 分野ごとの正答数(正答率)を，模擬試験の履歴としてファイル(career.txt)に最大 10 回分保存される．保存された最大 10 回分の模擬試験の履歴は，それまでの試験の正答率・第 1 分野別の正答率の平均と共に，ドリルモードのメニュー画面に表示される．ここで，最も正答率の低かった第 1 分野は苦手分野として分野別学習の欄にマークされるようになっている．

過去テストは，任意の出題方法を選択して行う．出題方法は，管理者モードで設定した出典が選択リストとして表示されており，選択した出題方法(出典）に該当する問題データ全てを抽出して試験を行う．出題方法が選択され

ていないときはエラー画面を出力してメニュー画面に戻る．テスト中は，管理者モードで設定した「模擬試験の時間」を制限時間としてリアルタイムに表示テストは，各第1分野から抽出する問題数を入力して行う．このとき入力した問題数だけ，各第 1 分野からランダムに問題を抽出して試験を行う．入力した問題数が 0 問以下，30 問以上の時はエラー画面を出力してメニュー画面に戻る．小テストについては出題する問題数が不規則であるため，過去テストのような制限時間は設けなかった．

模擬試験で学習者が値を入力後，解答ボタンをクリックすると，解答画面に移動して，各問題の解答・正解・判定と，全体と第 1 分野ごとの出題数・正答数・正答率が表示される．問題番号をクリックすると，別ウィンドウに解説画面が表示され，その問題の問題文・解説文・解答・正解が表示される．

さて間違った問題は全てデータベース状態で設定し，item_pool（pretest.txt, pre_data.txt）に保存される．保存された間違った問題は，「模擬試験で間違
pre_data.txt）に保存される．保存された間違った問題は，「模擬試験で間違った問題の学習」を選択することでドリルを行うことができる．

模擬試験（過去テスト）の画面を図 4-4 に，解答画面を図 4-5 に，解説画面を図 4-6 に示す．

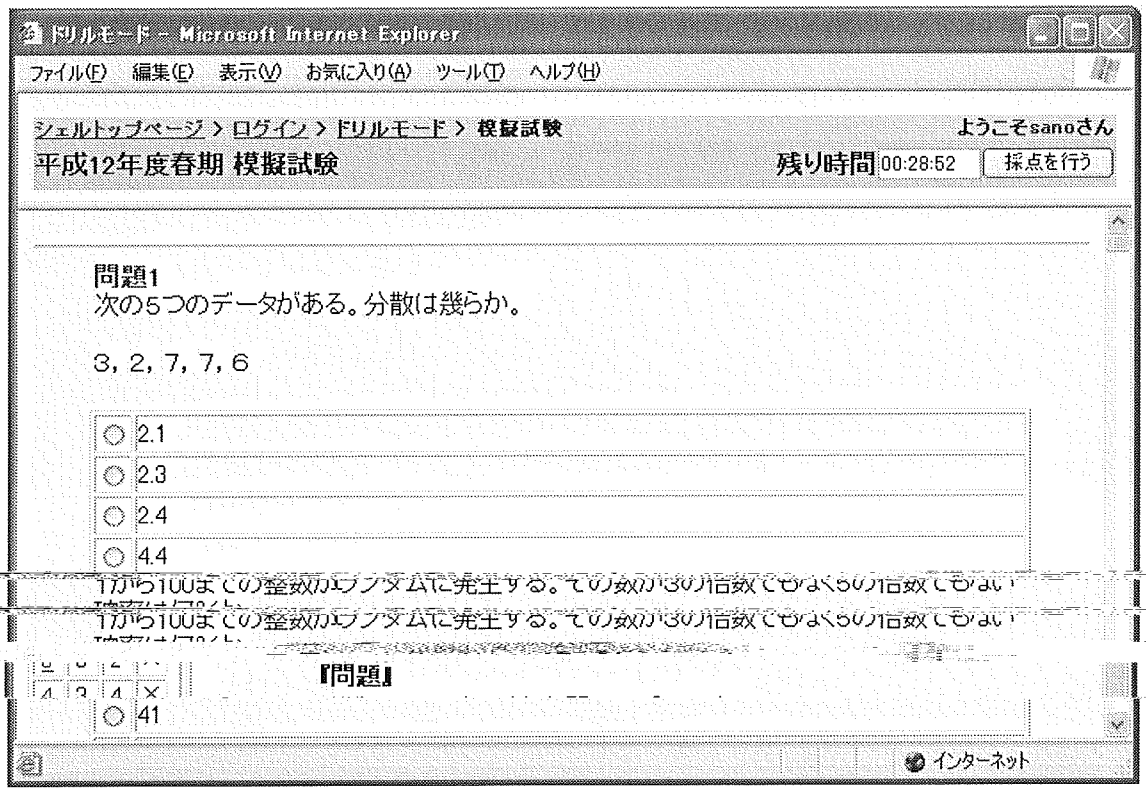


図 4-4　模擬試験（過去テスト）画面

ドリルモード - Microsoft Internet Explorer
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)
シェルトップページ > ログイン > ドリルモード > 模擬試験 > 模擬試験診断結果
ようこそsanoさん
問題 解答 正解 判定
1 4 4 ○
2 2 3 ×
5 3 2 ×
6 1 4 ×
9 3 2 ×
10 - 2 ×
11 2 4 ×
12 3 3 ○
13 4 1 ×
14 3 3 ○
15 2 2 ○
16 3 3 ○
17 4 3 ×
19 2 2 ○
21 3 2 ×
22 - 2 ×
おつかれさまでした。
ここでは模擬試験の診断結果を表示しています。
・問題番号をクリックすると、別ウィンドウに問題・正解・解説が表示されます。
『解答』
・問題の正解番号です。
『判定』
・問題の正解番号です。
『判定』
・あなたが入力した値が正しければ"○"、間違っていれば"×"が表示されます。
＋＋＋ 診断結果 ＋＋＋
あなたは80問中、23問正解しました。
正答率は28.7%です。
分類 出題数 正答数 正答率
コンピュータ科学基礎 17 6 35%
コンピュータシステム 26 8 31%
ネットワーク技術 6 1 17%
情報化と経営 7 1 14%
セキュリティと標準化 4 0 0%
ページが表示されました
インターネット

図 4-5　解答画面

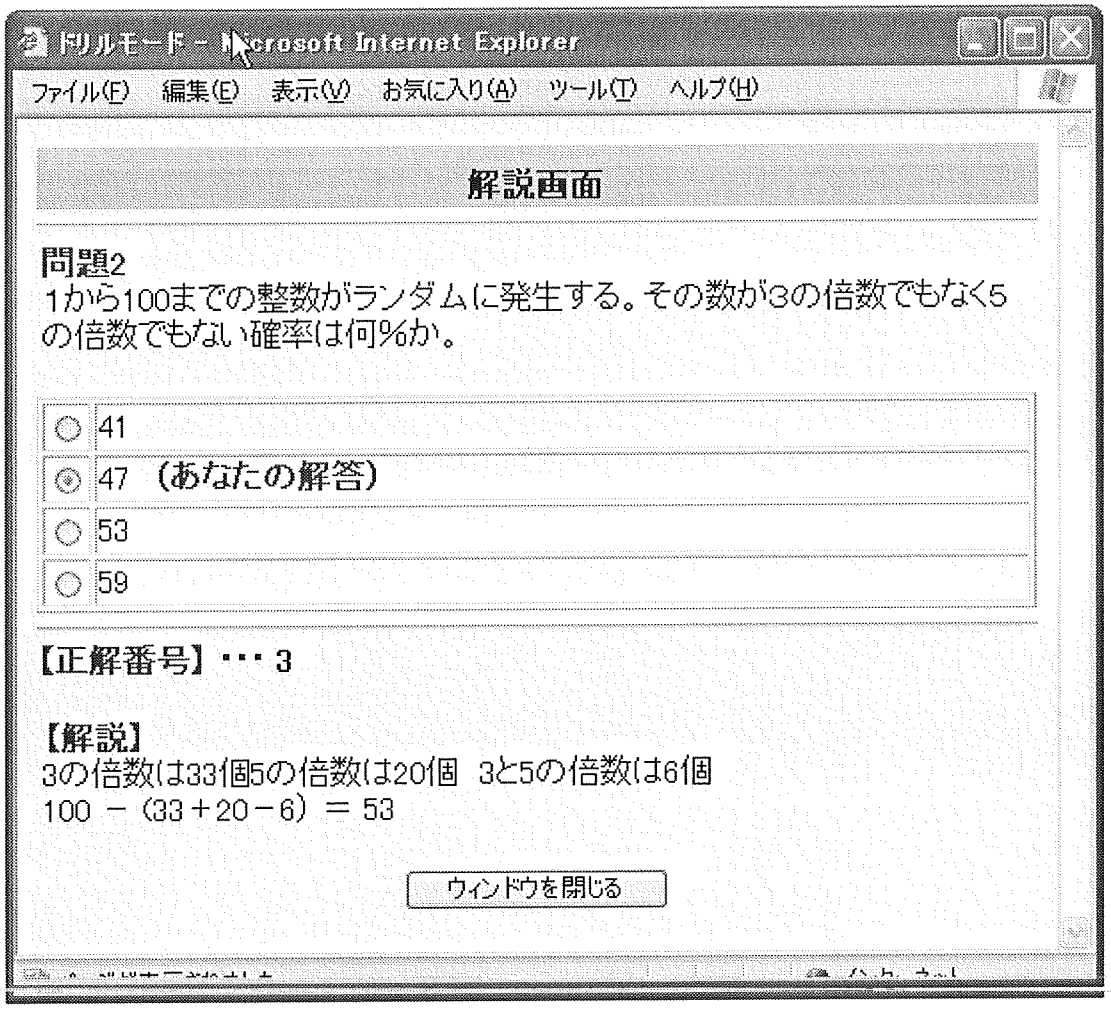


図 4-6　解説画面

4.2.4 分野別学習について

分野別学習では，2 階層で構成されている学習分野から任意の分野を選択してドリルを行う．分野が選択されていないときはエラー画面を出力してメニュー画面に戻る．

上位の第 1 分野には，過去の模擬テストの正答率から苦手分野がマークされており，第 1 分野を選択してドリルを行うと，下位の第 2 分野からランダムに各 1 問ずつ出題される．下位の第 2 分野には，それまで item pool から削除された問題の割合が学習の理解度を表す学習率として表示され，第 2 分野を選択してドリルを行うと，その第 2 分野に含まれる全問題が出題される．

ここで選択した分野全ての問題は事前テスト状態に設定され，item pool（第

4.2.5 ドリルについて

ドリルは，模擬試験終了後に「模擬試験で間違った問題を学習」を行うか，

(図 4-7). 出題時は，解答欄の選択肢の順番がシャッフル可能なものについてはシャッフルを行って出題される．また，問題の状態がリハーサル状態の場合は，問題文の他に解説文を表示して，解説文を読んだ後にクリックするとその解説文を非表示にするボタンが表示される.そして,理解度に応じて個々の問題の状態が前進し，最終的に復習状態を終了すると，その問題は，item poolから削除され，2度と出題されない仕組みになっている．

学習の履歴は，ドリルを7問行う毎にファイル(「模擬試験で間違った問題

item pool の全ての問題が削除されるとドリルは終了し，再び学習単位を選択するという繰り返しで学習を行う．

入力項目にエラーがなければ，ドリルのファルダ(フォルダ名はランダムに作成)と学習者の学習履歴を保存するフォルダ(usr)と問題文・解説文に含まれる画像データを保存するフォルダ(ドリルのフォルダ名と同様)と問題データを保存するファイル(monX.txt)を第1分野の数だけ作成し，ドリルの設定ファイル(settei.txt)に新規ドリルの情報を書き込む．

ドリルの設定ファイル内には，ドリルの固有情報を：(コロン)区切りで，ドリル1個につき1行ずつ書き込まれている．ただし，第1分野や第2分野のように複数入力項目がある場合は，:(コロン)区切りの中でさらに,(コンマ)区切りで書き込まれる．

作成した新規ドリルのテンプレート作成の画面を図4-9に示す．

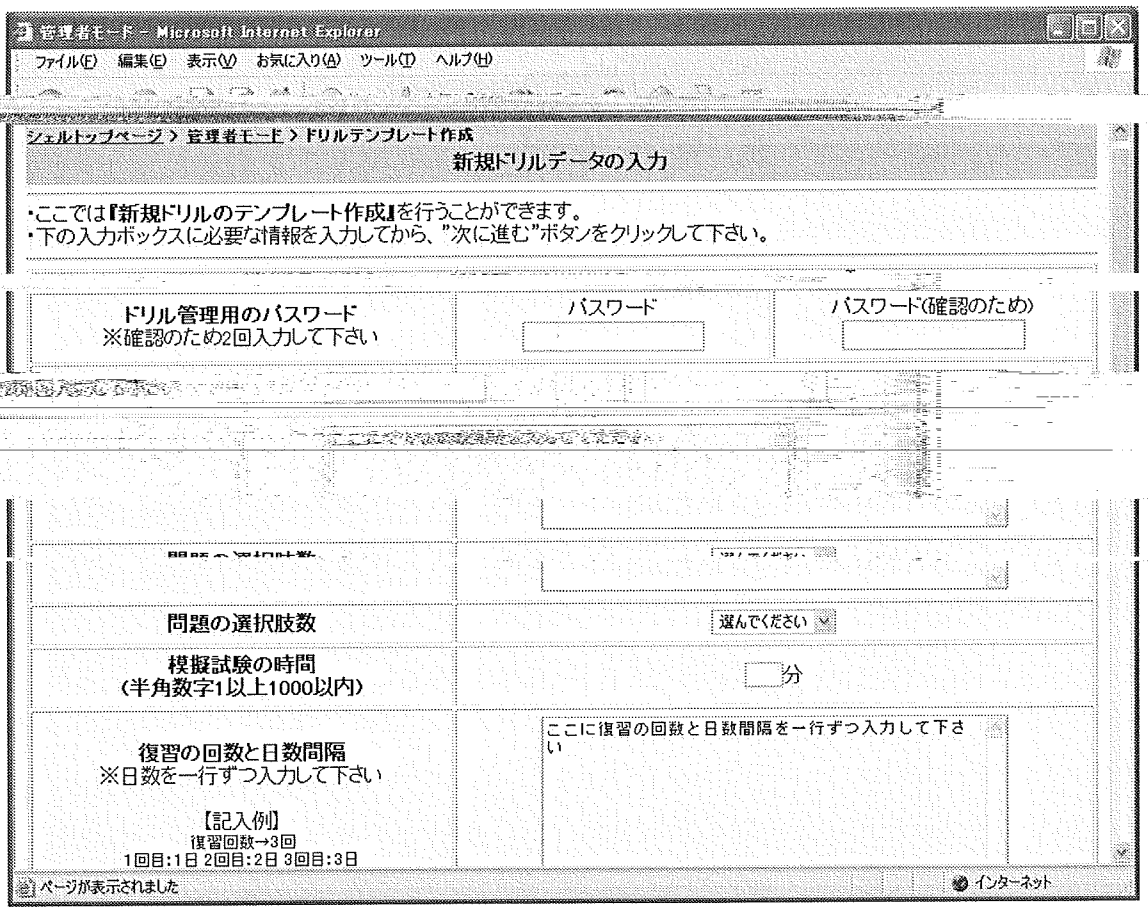


図 4-9　新規ドリルのテンプレート作成画面

4.3.3 既存のドリルの編集について

既存のドリルの編集は，既にあるドリルの固有情報の変更と，問題を含めたドリル本体の削除を行うことができる．ドリル編集者は，編集を行うドリルと，そのドリルが持つパスワードを入力してログインする．

ドリルの固有情報の変更は，任意の入力項目に新たな値を設定して変更を行う．問題を含めたドリル本体の削除は，削除するドリルの固有情報を一度確認してから，再度ドリルのパスワードを入力して削除を行うようになっている．削除を行うと，ドリルのフォルダ，問題文・解説文に含まれる画像データ用フォルダ，学習者のフォルダとその中にある全てのフォルダとファイル，問題ファイルを全て削除し，ドリルの設定ファイル(settei.txt)からそのドリルの固有情報を削除する．

作成した既存のドリルの編集の，ドリルの固有情報の変更の画面を図 4-10 に，ドリル本体の削除を図 4-11 に示す．

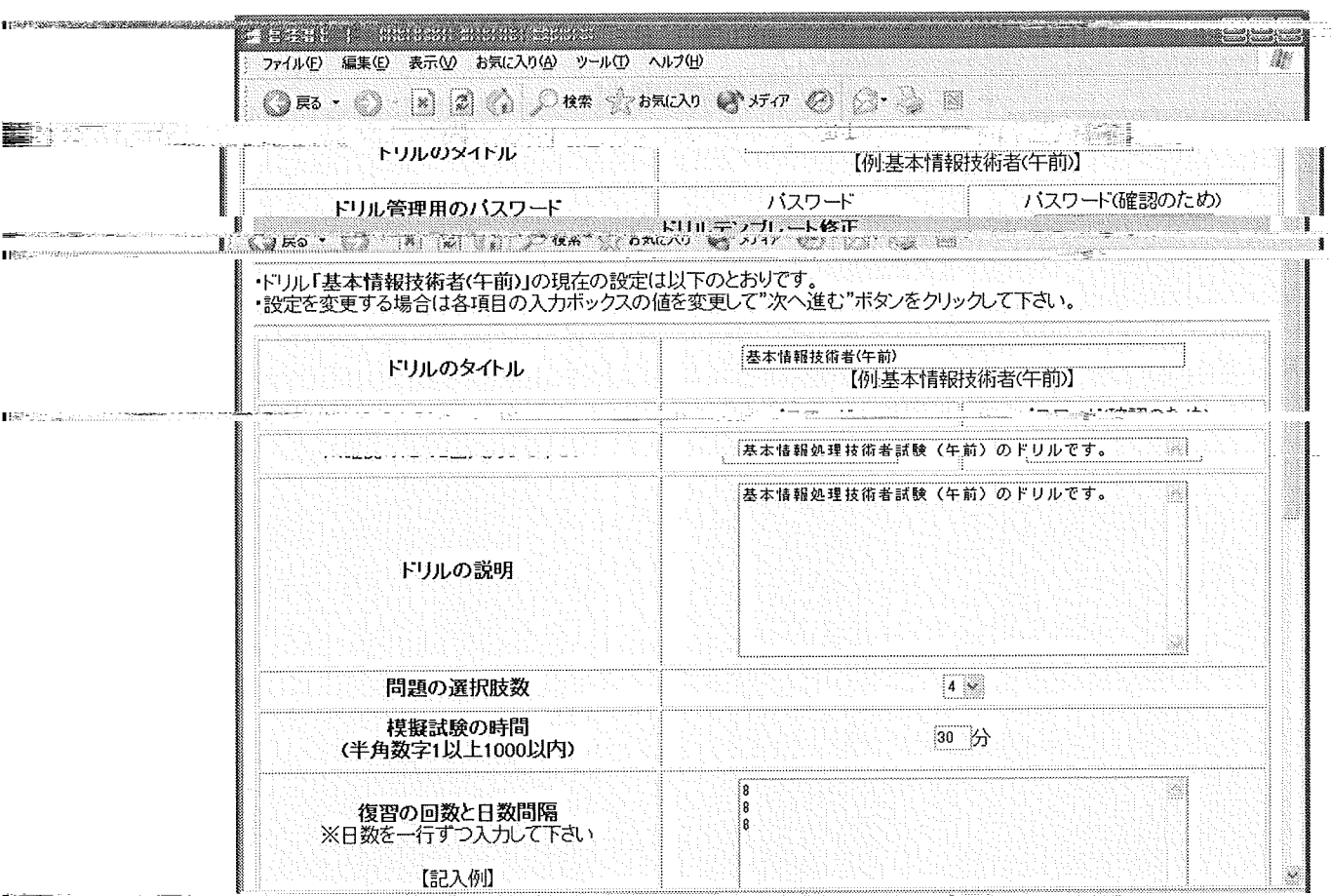


図 4-10 ドリルの固有情報の変更(既存のドリルの編集)

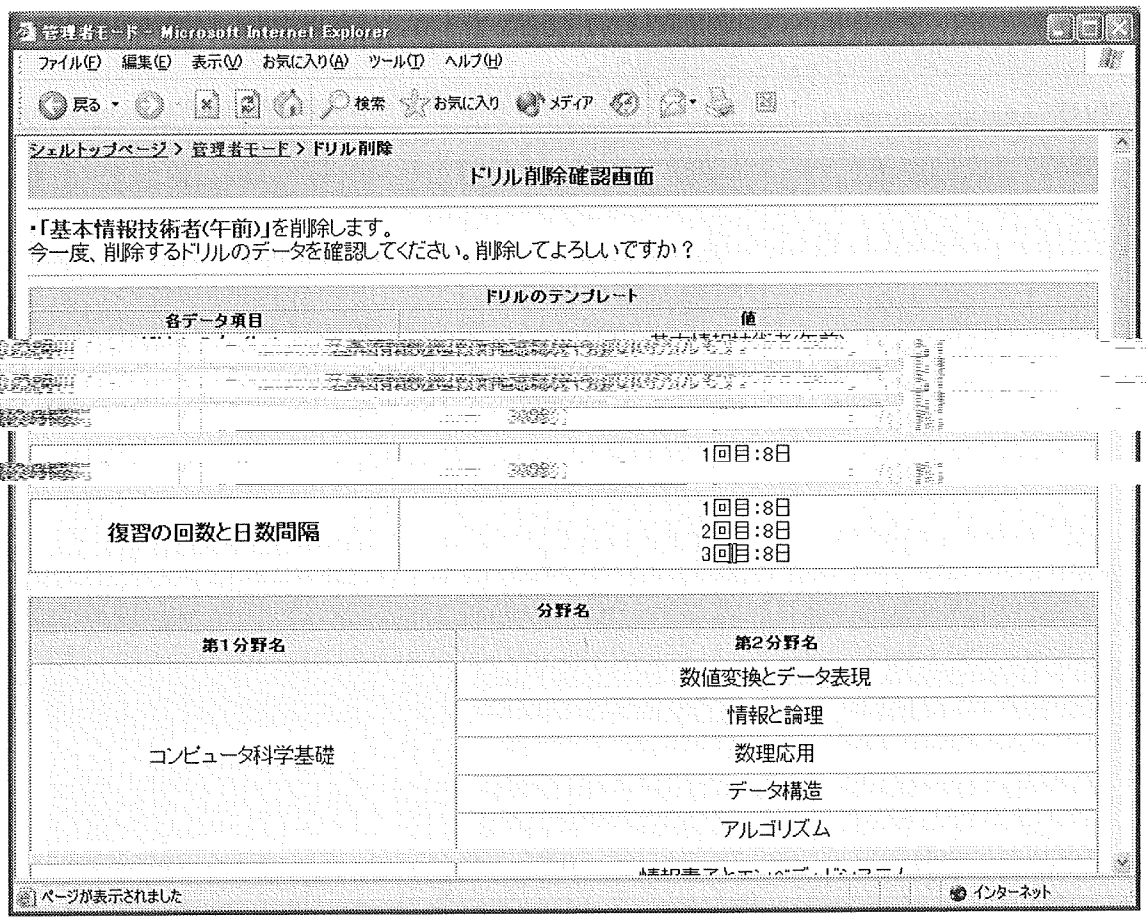


図 4-11　ドリル本体の削除(既存のドリルの編集)

4.3.4　ドリル内の問題の編集について

ドリル内の問題の編集は，問題の追加と問題の修正・削除を行うことができる．ドリル編集者は，問題の編集を行うドリルを選択して，ドリルのパスワードを入力してログインする．問題の追加では，問題の固有情報として，問題文，問題文に含まれる画像データ，選択肢(複数)，解説文，解説文に含まれる画像データ，正解，第 1 分野，第 2 分野，出典の設定ができる．問題文と解説文に含まれる画像データはブラウザからアップロードできるようになっている．

問題の固有情報の保存は，その問題の第 1 分野によって保存されるファイルが異なる．入力された第 1 分野が，第 1 分野全体からみて 2 番目であった

場合は，mon2.txtのファイルに保存される．つまり，問題の固有情報は第1分野ごとにファイルに保存されるようになっている．ただし，ブラウザからアップロードされた画像ファイルはCGIの構造上，ドリルのフォルダに保存することができないので，別のパスにある問題文・解説文に含まれる画像データ用フォルダに保存される．

問題の固有情報は，:(コロン)区切りで書き込まれる．ただし，選択肢のように複数入力項目がある場合は，:(コロン)区切りの中でさらに(コンマ)区切り

入力画面に戻るようになっている．

作成したドリル内の問題の編集の，問題の追加画面を図 4-12 に，問題の修正・削除画面を図 4-13 に示す．

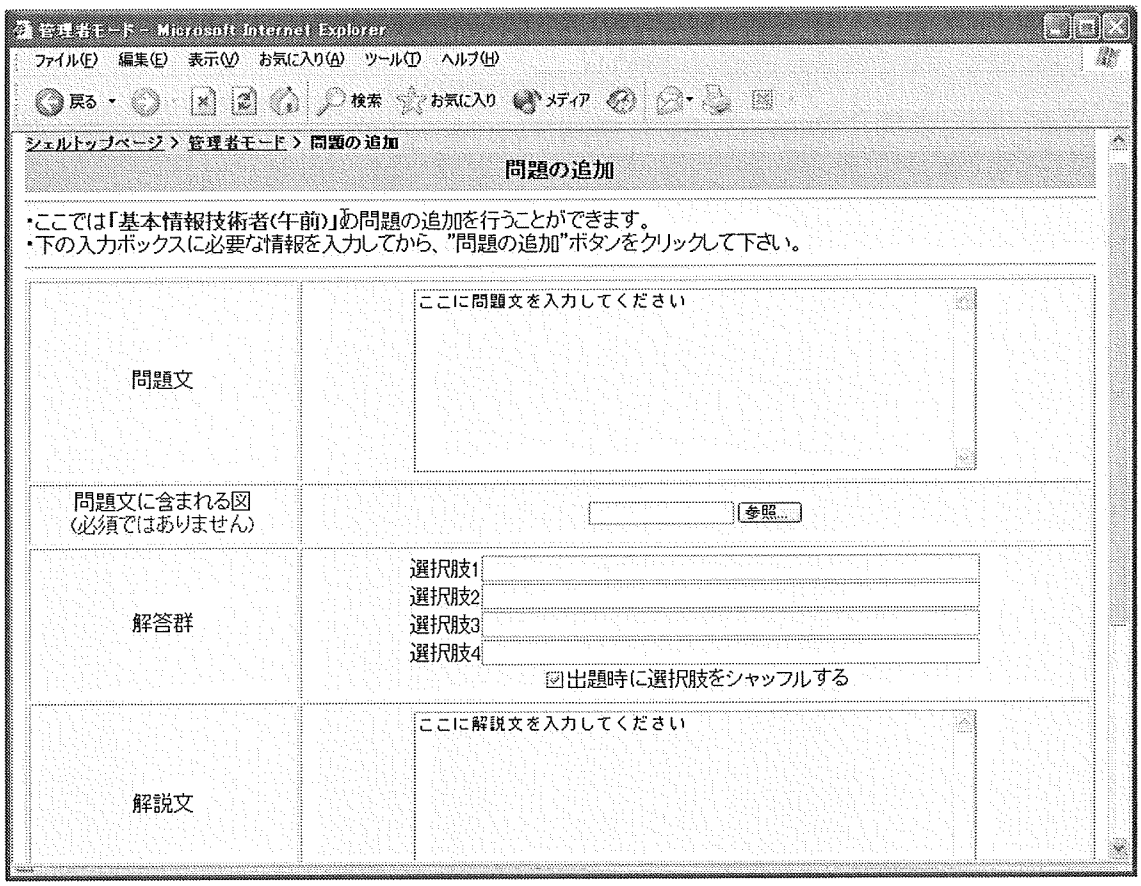


図 4-12　問題の追加画面(ドリル内の問題の編集)

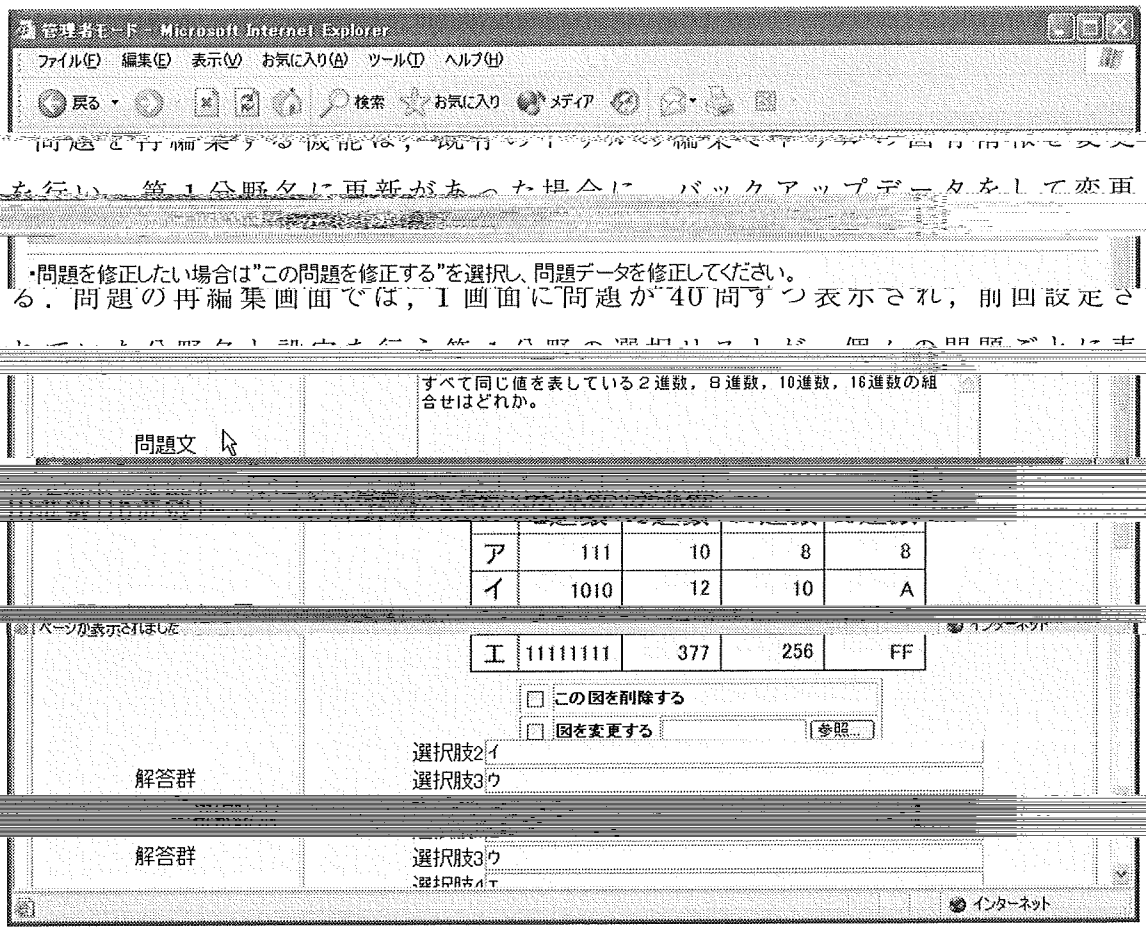


図 4-13　問題の編集画面(ドリル内の問題の編集)

4.3.5　ドリルの問題の再編集について

既存のドリルの編集によって，ドリルの固有情報の第１分野名を追加・削除・修正した場合，そのドリルの問題データは第１分野毎にファイルへ保存しているため，保存している問題によっては本システム上で不具合を生じる恐れがある．そのため，ドリルの第１分野を編集した際，一旦すべての問題データを１つのファイルへ退避して問題データを再編集する機能を設けた．

問題を再編集する機能は，既存のドリルの編集でドリルの固有情報を変更した際，第１分野名に変更があった場合，バックアップデータとして変更前の第１分野データと，全ての問題データを格納するファイルの作成を行う．

作成されたバックアップデータは，管理者モードのメニュー画面から，ド

→「各分野から□問ずつ」から「各第1分野から□問ずつ」に表示を変更した。

4. 模擬試験の画面をフレーム分割して、模擬試験中いつでも「採点を行う」ボタンをクリックできるようにした。

→模擬試験の画面をフレーム分割して、模擬試験中いつでも「採点を行う」ボタンをクリックできるようにした。

第2節 「ドリルモード」のユーザテスト2

5.2.1 ユーザテスト2の目的と方法

ドリルモードのユーザテスト2は，ユーザテスト1の評価結果から指摘箇所を訂正後，2003年1月15日～1月21日までの7日間，ドリルモードの学習効果について評価を実施した．協力者は理系の大学生5名，対象とするドリルは基本情報技術者試験で，実験初日と最終日に行った事前・事後の模擬試験の差で学習効果を測定した．模擬試験は，各第1分野(計7個)から3問ずつの計21問で構成したもので，事前・事後テスト共に全く同じ問題を出題した．

学習期間中は学習者に自ら，学習時間，学習を行ったおおよその問題数，学習の感想を毎日チェックリストに記入してもらった．学習方法は，「模擬試験で間違った問題を学習」を毎日行ってもらい，「分野別学習」については自由に行ってもらった．なお今回は，復習の回数は3回に設定し，復習の間隔はそれぞれ8時間ずつとした．

今回の実験では，学習履歴をとるため，学習者が1問ドリルを行うごとにユーザ名フォルダのログファイル(test.txt)に，学習方法，学習日，学習時間，問題ID，問題の状態，正誤判定を記録した．

5.2.2 ユーザテスト2の結果

学習効果の実験結果を表5-2に示す．item poolから未削除の項目数が0の協力者B,C,Eは事後テストの正答数が高得点であった．事後テストの正答

数が少ない協力者Aは総学習時間がもっとも短く，学習ログを見ると初日し回は正解していたことから，項目削除の前に既に学習できていたと考えられる．

回は正解していたことから，項目削除の前に既に学習できていたと考えられる．

表 5-2　学習効果の実験結果

実験協力者	A	B	C	D	E
事後テスト（正解数）	14	21	19	17	18
総学習時間(分)	38	120	53	79	136
未削除の項目数	12	0	11	0	0

実験後に行ったアンケートでは，参考書よりも本システムで今後学習を行いたいといった意見もあった．しかし一方で，問題に含まれる画像データに選択肢を含んでいる場合は，出題時に選択肢をシャッフル不可能なので選択肢の暗記によって正解したり，計算問題では計算を行わずに答えのみを覚えている事があった．アンケートの質問項目と回答を表 5-3 に示す．

表 5-3　アンケートの質問項目と回答

Q1	「実験用テスト」では問題が見づらいと感じたか？
	1．見づらいと感じる 2．特に何も感じない(協力者全員) 3．見やすいと感じる
・見やすいとも思わないが、次に進んだり戻ったりしやすい。(協力者 A)	
Q2	「実験用テスト」の診断結果の画面で、各問題の解説を見たか？
	1．見た(協力者 B,C,D,E) 2．見なかった(協力者 A)
・気が付かなかった。(協力者 A)	

	□Internet Explorer （ 3　4　5.5(協力者 D)　6(協力者 B,C)）
	□Netscape Navigator （ 3　4.5(協力者 A,B,E)　6　7）
	□その他（　　）
Q4	先程行ったテスト(事後テスト)の結果についてどう思いますか？
・もうちょっと勉強するべきでした。(協力者 A) ・やっぱり答えで覚えていた。それでも満点でうれしい。(協力者 B) ・最初は模擬試験でたくさん正解した問題が解けなかったと思います。(正解者 C)から、本当に力が付いたかどうか疑問。(協力者 D) ・前回に比べ、かなり良くなった。繰り返し、間違った問題を学習した成果だと思う。(協力者 E)	
Q5	毎日学習を行ってもらうことについてどう思いますか？
・好きな時間に勉強。(協力者 A) ・途中で日が開いたけど、やる事自体、苦ではなかった。今回のように学習記録を残す事になると、頑張ろうと思っていた。(協力者 B) ・今回は問題数が少なかったからなのかもしれませんが、何回も全く同じ問題を解いていると、計算方法を覚えるというより、答えの数字を覚えてしまうのでどうかな？って思いました。(協力者 C) ・いいと思う。毎日コツコツやる事は大事だと思う。(協力者 D) ・学習した量がそれほど大量ではなかったので、毎日飽きることなく学習できた。(協力者 E)	
Q6	このシステムは資格試験を勉強するのに有効だと思いますか。
・思います！弱点を集中的に学べるところが良いです。(協力者 A) ・答えで覚えてしまう部分を除けば、繰り返し何度もやるのでいいと思う。(協力者 B) ・単語の意味などを勉強するのにはいいと思いますが、計算の問題には有効かどうかは分かりません。(協力者 C) ・有効だと思う。だけど答えをそのまま覚えるのと、解き方を覚えるのを区別して、各々で工夫して学ぶ必要があると思う。(協力者 D) ・繰り返し学習する事で、着実に自分の知識と鳴っているのが実感できるので有効だと思	

う。(協力者 E)	
Q7	今後、このシステムを利用したいと思いますか？
・思います。(協力者 A) ・使ってみたい(少なくとも本でやるよりは)。(協力者 B) ・利用してみたいとは思いました。(協力者 C) ・思う。(協力者 D) ・分野別学習の問題数が増えるなら、このシステムを利用したい。テキストでの学習よりも、このシステムの方が、自分にとっては有効そうだ。(協力者 E)	
■「間違った問題を学習」と「模擬試験」で行った学習について答えてください。	
Q8	学習を進めている途中で問題の解き方を忘れてしまうことはありましたか？
1．度々あった 2．少しあった(協力者全員) 3．無かった	
Q9	学習中、問題の選択肢で正解を覚えてしまうことはありましたか？
1．度々あった(協力者 A,B,C,D) 2．少しあった(協力者 E) 3．なかった	
Q10	解説文を消去するボタンをクリックして解説を消去することはありましたか
1．必ず消去した(協力者 A) 2．度々消去した(協力者 B,C,D) 3．消去しなかった(協力者 E) ・自信がないことがあったから。(協力者 A) ・消す前に答えを覚えてしまっているので、消しても意味ないと思ったから。(協力者 B) ・面倒くさくなったため。(協力者 D)	
■ドリルモードのメニュー画面について以下の質問に答えてください。	
Q11	ドリルモードのメニュー画面の表示では、ウィンドウを最大化しましたか？
1．最大化して見た(協力者 A，C，E) 2．そのままの状態で見た(協力者 B，D)	

Q12	メニュー画面には多くの情報が表示されていますが、それによって操作がしにくいと感じたり、見づらいと感じたりすることはありましたか？

1．度々あった

2．少しあった(協力者全員)

3．なかった

・分野別が縦に長くて見づらいと思った。(協力者 B)

■今回の作業全体をとおして、以下の質問に答えてください。

Q13	レイアウトや文章の表示方法について気になることがありましたら、できるだけ具体的にお書きください。

・診断結果には、問題番号をクリックすると解説が見られる所を書いてほしいです。(協力者 A)

・初日に学習した時、上のほうに表示されているものが一瞬分からなかった。だけど、問題を解いているうちに分かった。(協力者 D)

・ドリルモードの画面で、分野別学習の表示が縦長すぎるのが、やっぱり気になる。(協力者 E)

Q14	あいまいな表現や学習をすすめていくうえでの疑問点などがありましたら、できるだけ具体的に記入してください。

・解説の意味がわからないところもあった。特にどこという風に覚えていないが、用語の問題だった。(協力者 B)

・解答が答えになっていないものがあった(協力者 D)

	今後、この「ドリルモード」を改善していくためのアドバイスがありましたら、できるだけ具体的に記入してください。

・答えで覚えられないようにすればいいと思う。図表はそのまま覚えてしまうし、単語や数値も。(協力者 B)

・どの程度分かっている学習者を相手にするかを明確にすれば、答えも答えらしくなるのでは、と思った。(協力者 D)

第 3 節 「管理者モード」のユーザテスト

5.3.1 管理者モードのユーザテストの目的と方法

[illegible]管理者モードのユーザテストは、2003 年 1 月 21 日、管理者モードでの価を行った.

評価の方法は、ドリルと問題の作成・編集の作業を順番に行ってもらい、

	2．できなかった
Q5	実際に 1 問ずつ問題の入力作業を行ってみて煩わしさを感じましたか？

作業が一つ終了する度にチェックリストの簡単な質問に答えてもらった. ユーザテスト協力者が作業を行っている時間はこちらで作業毎に計測しておいた(表 5-4). チェックリストの質問項目と回答を表 5-5 に示す.

表 5-4 管理者モードのユーザテスト作業内容

	内容	実時間(分)
作業①	新規のドリルテンプレートを作成	協力者 A…8 分 協力者 B…10 分
作業②	ドリルの設定を変更	協力者 A…3 分 協力者 B…10 分
作業③	問題の追加(ドリル内の問題の編集)	協力者 A…30 分 協力者 B…20 分
作業④	問題の修正・削除(ドリル内の問題の編集)	協力者 A…5 分 協力者 B…5 分 協力者 B…2 分
合計		協力者 A…51 分 協力者 B…47 分
合計		協力者 A…51 分 協力者 B…47 分

表 5-5 チェックリストの質問項目と回答

Q9	あいまいな表現や学習をすすめていくうえでの疑問点などがありましたら、 できるだけ具体的に記入してください

2．できなかった

[redacted]

2．できなかった(協力者 A，B)

[redacted]

2．できなかった(協力者 A，B)

・エラーは出なかったが、最初に分野名を入力する時、第 1、第 2 の区別がされていなかったため、わかりにくかった。(協力者 A)

・“分野”とだけ書かれてあったので、入力しづらかった。(協力者 B)

Q3	「第 2 分野名」に入力されていた『データ構造』は、指示通り削除できたか？

1．できた(協力者 B)

2．できなかった(協力者 A)

・作業②に「削除」とかいてあったので 1 度ドリルの削除を選んでしまった。(協力者 A)

[redacted]

1．煩わしさを感じた(協力者 A)

[redacted]

1．煩わしさを感じた(協力者 A)

2．煩わしさを感じなかった(協力者 B)

Q6	現在のシステムでは 1 画面に 20 問表示されていますが、一度に表示する問題数は多いと思いますか？下の中から選んでください。また、そう答えた理由

3．少ない と思う

[redacted]

3．少ない と思う

・20 問程度ならば見てもいやにならない。あまり多く表示させると見る気がおきない。(協力者 A)

■今回の作業全体をとおして、以下の質問に答えてください。

[redacted]

・見やすくできていて操作は楽だった。(協力者 A) ・色使いが好感持てるものだった。ヘッダ部分にナビゲーションがついていて迷子にならずに済んだ。(協力者 B)	
	できるだけ具体的に記入してください。
・分野が少しわかりづらかった。大分野、中分野・・・みたいなほうがわかりやすい	
	できるだけ具体的に記入してください。
・分野が少しわかりづらかった。大分野、中分野・・・みたいなほうがわかりやすいかもしれません。(協力者 B)	
Q10	今後、この「管理者モード」を改善していくためのアドバイスがありましたら記入お願いします。
－無記入－	

5.3.2 管理者モードのユーザテストの結果と改善

管理者モードのユーザテストを実施した結果，作業の総時間は，大体において協力者 2 人共こちらが予想していた範囲内であった．また作業ごとの時間もさほど違いはなかった．

チェックリストの質問事項と結果より，2 階層の分野の入力で，入力欄に単に「分野名」とだけ表示していたため，誤解を招きやすいとの指摘があった．そこで，分野名を「第 1 分野名」,「第 2 分野名」とそれぞれ表示するようにシステム上で改善を行い，その後動作確認を行った．

第 4 節 ユーザテスト結果の考察

本研究では，学習を行うドリルモードと，問題の管理を行う管理者モードの 2 つの機能を含んだシステムとしてドリルシェルの開発を行った．

システムの開発後，2 つの機能についてユーザテストを実施した．問題の管理を行う管理者モードについては特に問題が見られなかったが，学習を行うドリルモードにおいて，問題の学習中に選択肢の暗記や，シャッフル不可能な問題の選択肢の表示箇所の暗記によって問題が正解してしまうという問題があった．

ドリルモードのユーザテストの結果から，本システムが抱える問題点を紹

介し，今後の改善案について以下の節で述べる事にする．

第5節本システムが抱える問題点と改善案

5.5.1　シャッフル不可能な選択肢を持つ問題について

本システムでは，ドリル画面で問題を出題する際に，選択肢をシャッフル

在のシステムでは，問題の性質上，選択肢がシャッフル不可能な問題もあり，そういった問題については出題時にシャッフルを行っていない(図 5-2)．

現行の管理者モードで問題の編集を行う際，選択肢については画像データを用いる事ができず，テキスト文のみの入力となっている．選択肢にも画像データを用いる事を可能にして，出題時に必ずシャッフルすることで，表示箇所の暗記による正解を避ける必要がある．

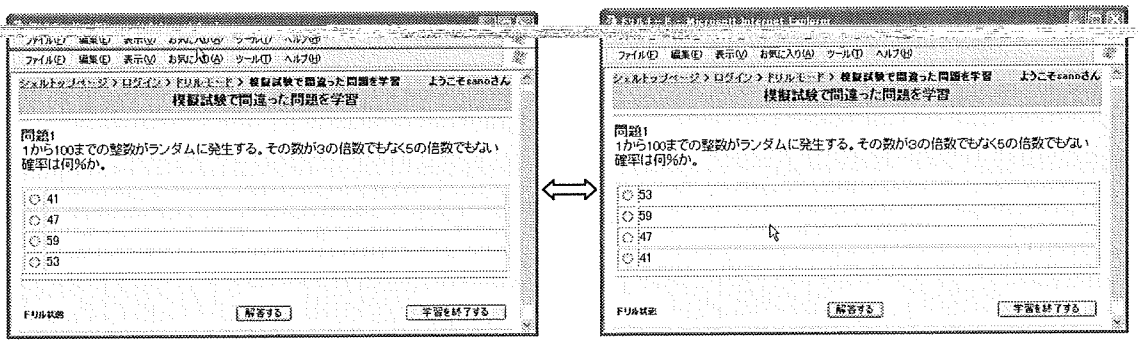
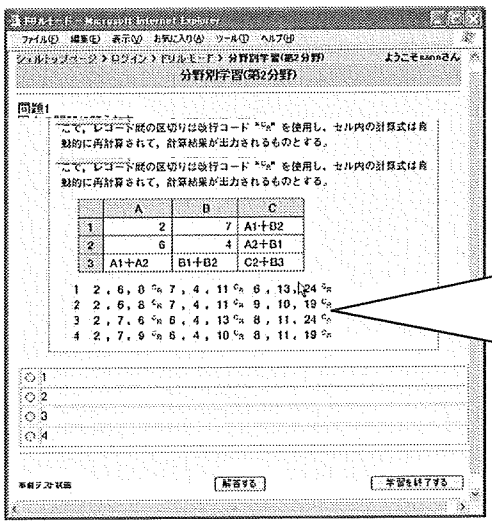


図 5-1　出題時の選択肢のシャッフル



場合、問題文に含まれる画像データ上に問題文と共に固定表示している。
この場合は選択肢のシャッフルは行われないで提示される。

図 5-2　シャッフル不可能な問題

5.5.2　計算を行って正答を求める問題について

問題の中には，与えられた数値から計算によって正答を導き出すような問題が多数ある(図 5-3)．こういった問題は，ある種の約束事を応用して解く知的技能の学習課題を持っている．図 5-3 の問題の場合は，分散を求める公式が，この約束事にあたる。

重要なのは約束事を用いて問題を解く応用力である．このような問題の出題時には常に学習者が未経験の例を用いる必要がある．

現行のシステムでは，問題文の数値も答えも同一であるので，答えの暗記によって問題を正解してしまうことがある．計算を用いて正答を求める知的技能の問題については，個々の問題に正答を求める公式や数値の出題方法を設定しておき，出題時に問題文の数値をランダムにして出題することで，答えの丸暗記による正解を避ける必要がある．(図 5-4)．

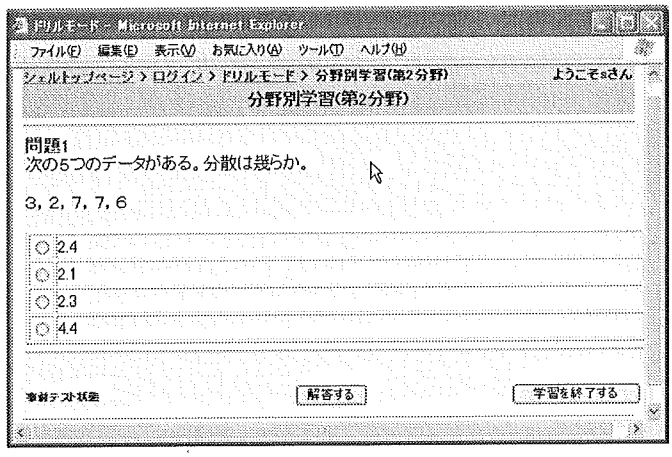


図 5-3　計算によって正答を求める問題例

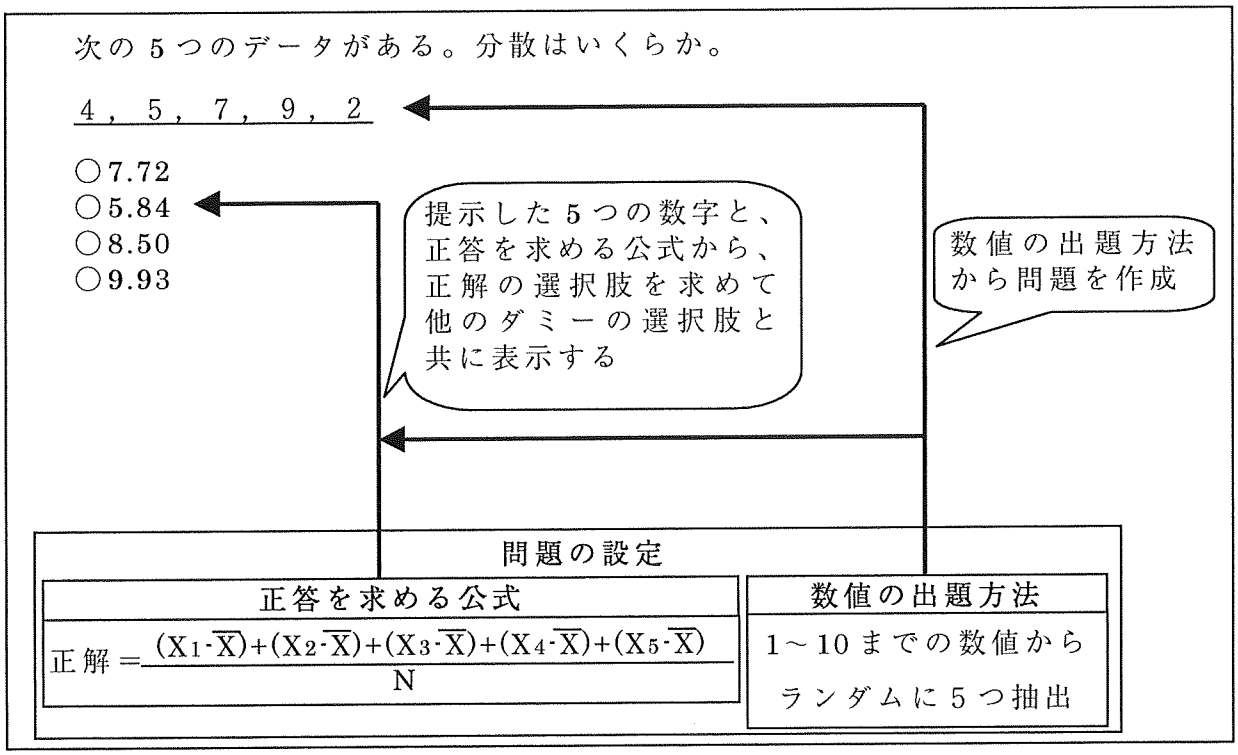


図 5-4　問題の数値をランダム化して出題を行う概念図

第6章　　おわりに

本研究では，既存の資格試験対策の CBT 教材を参考にして改善案を踏まえたうえで，間違った個々の問題を着実に理解してもらうために，状態前進型ドリルのアルゴリズムを参考にしてシステムの開発を行った．学習を行うドリルモードでは，「模擬試験」と「分野別学習」の学習方法を学習者に提供して、学習者のレベルにあった学習を行うようにした．管理者モードでは，いつでもドリルの設定の変更と、問題の追加・修正・削除が行えるようにした．

開発したシステムのユーザテストを行った結果，事後テストで点数の向上が見られたが，答えの丸暗記で問題を正解してしまうことが多々あった．知的技能の問題については，答えを暗記されないような工夫を本システム上に盛り込む事が，今後の課題である．

参考文献

富士通インフォソフトテクノロジ(2001)「楽々合格～基本情報技術者試験2001年度版～」

鈴木克明・井口巌・鷲尾幸雄(1995)「独学を支援する教材設計入門－教えることの奥深さと糸口を知るために－」東北学院大学教育工学研究室

鈴木・岩本・屋代(1989).「ものめずらしさを超えたCAI教材－学習意欲の分析とドリル・シェルの開発」, 第15回全日本教育工学研究協議会全国大会発表論文集, p183-186

Alessi, S.M., &Trollip, S.R.（1985）.Computer-based instruction:Methods and development. Prentice-Hall, N.J.

Salisbury, D. F.（1988）. Effective drill and practice strategies. In D. H. Jonassen (Ed.), *Instructional designs for microcomputer courseware.* Lawrence Erlbaum Associates, USA.

鈴木克明（1989)「テレビ放送番組による外国語教育を補うドリル方CAIの構築について」放送教育研究 17,21-37

株式会社メディアファイブ(2001)「基本情報技術者試験　2002年度版」

日本ユニシス情報処理システム教育研究会(2001)「平成 14 年度春期基本情報　短期集中ゼミ」