２００５年度博士前期課程（ソフトウェア情報学）論文

謝辞

Operation and development of an educational data analysis system

岩手県立大学大学院
ソフトウェア情報学研究科

２００６年３月

要旨（和）

本論文は、学部生時の研究「教育データ解析システムの試作」を継続し、旧システムの改善と機能の追加を行い、システムを試験運用して評価を行ったものである。

旧研究では、教育データ解析を行ったことのない利用者でも、難しい計算無しに気軽にデータ解析を行ったり、学んだりすることが出来るシステムを Web 上に試作した。システムには、12種類のデータ解析を行うことが可能なデータ解析機能、各種データ解析法の説明をすることにより、利用者の希望に適する解析法を提示する解析法診断機能を実装した。

それに引き続き本研究では機能の追加・改善として次の７点を行った。

①練習問題機能の追加

②トンティンのデータ作成

④データファイル追加・確認フォームの改善

⑤解析法診断機能における利用者が回答した質問と選択肢の情報表示

④データファイル追加・確認フォームの改善

⑤解析法診断機能における利用者が回答した質問と選択肢の情報表示

⑥解析法説明機能の説明文の簡易化

⑦リンク集の作成

改善したシステムを試験運用し評価を行った結果、教育データ解析を行ったことがない利用者でも本システムを利用して、データ解析を行ってその結果を理解することができるということが示された。また、旧システムよりユーザビリティが上昇し、大幅に使いやすいシステムになったということも確認された。

第1章 研究の背景

第1節　前研究について

教育工学の分野の中で、データ解析と呼ばれる分野がある。そしてその目的は「教育分野にはテスト得点や試験成績をはじめとして、多くの数量的データが存在する。そうしたデータを数学的手法により分析して、教育の目的に有意味な情報を引き出すこと。」（日本教育工学会 2000）とされている。具体的には、教育データ解析によって、テストの項目が被験者(生徒)間の特性(能力)の違いをきちんと識別できるかどうか、テストの項目がどれだけ難しいのか、生徒の中でどの生徒に問題があるか、生徒の学習状況、テスト改良のための指標を把握することができる。

と考えた。データ解析に興味を持ち、様々なデータ解析手法をWeb上で行うことが出来ないかと考えた。データ解析が行えるし、深い数学の知識を持たない利用者も知りたい情報を得ることができる。利用者はデータを入力するだけで様々なテストの解析が可能なので、操作面でも難しいことはなくあまり知識のない人にも使ってもらえるのではないかと考えた。

またそれだけでなく、利用者が望む解析目的や利用者のもつデータに適した解析法を提示する機能があればデータ解析に関する知識が無い人を支援できるのではないかと考えた。

そういう背景のもと、私は学部生時に「教育データ解析システムの試作」という題で卒

数種類のデータ解析を行うことができるデータ解析機能、各種データ解析法の説明を見ることが可能な解析法説明機能、システムから出題される質問に利用者が回答していくことに

第２節　研究の動機

卒業研究で試作した「教育データ解析システム」は

（１）データ解析を行い結果を表示する

（２）データ解析手法の説明を表示する

（３）利用者の希望に適したデータ解析手法を表示する

という３つの機能を持っており、目的の一つとして「実際の教師に自分のデータを使用して、自分の作成したテスト、または担当する生徒の傾向を分析して役立てて欲しい」といどの個人データを扱うにはセキュリティの面から無理があるという問題点が挙がった。そ

どの個人データを扱うにはセキュリティの面から無理があるという問題点が挙がった。そ

こで、私は発想を転換し、最初にデータを打ち込んでデータファイルを作成し、解析を行うという従来の機能の他に、利用者が画面上でデータを入力し、データが少しでも変わる毎にその画面内に解析結果を表示できる機能があれば、教育データ解析の手法を学ぶ教材としてシステムを拡充できるのではないかと考えた。

そうすれば、利用者は自分の入力したデータと解析結果の対応関係が一目でわかるようになり、どういうデータを入力するとどういう結果が出るのかという予測もたてられるな

になり、どういうデータを入力するとどういう結果が出るのかという予測もたてられるな

ムを実際にどのような場面で使うのが有効で、システムにどのような機能を追加すれば「利用者に使ってもらえるシステム」になるのかを再考察し、開発を行うことにした。

そして、データ解析に関する深い知識を持たない利用者の理解を促すために、本システムは実用化を志向するのではなく、教育データ解析の手法を学ぶ教材として拡充する方向とした。

前システムでは、利用者が自分で入力したデータを用いてデータ解析を行った場合とサ

析についてあまり知識のない利用者に、本システムを利用してデータ解析に関する理解を深めてもらう」という目的を実現するために、以下の四つが必要であると考えた。

1. 教育データの解析を行う「データ解析機能」
3. 質問項目に回答させることによって利用者に適するデータ解析法を表示する、または
3. 質問項目に回答させることによって利用者に適するデータ解析法を表示する、または利用者の持っている教育データに適するデータ解析法を表示する「解析法診断機能」
4. 利用者が画面上でデータの中身を操作し、逐次結果を確認することができる「解析法シミュレーション」

また、本システムの対象者は教育データ解析を学びたいと考えている人を対象とする。そして、各機能が主とする対象者としては以下のように考えた。

- 自分の行いたいデータ解析法が明確にわかっている人（データ解析機能）
- データ解析手法について学びたいと考えている人（解析法説明機能・解析法シミュレーション）
- データファイルの内容の確認（テーブル表示）

現状ではファイルの内容の確認の時にデータファイルの中身がそのまま表示されるよう

能）

第3節　追加・改善する機能

前研究でシステムに実装されていた機能と、本研究で追加・改善する機能を各機能毎に分割し、その対比を表 3.1 に示す。

表 3.1　機能比較表

	旧システムの機能	追加・改善する機能
データ解析機能	・10 種類のデータ解析手法によるデータ解析(サンプルデータ or 自分で入力したデータ) ・データファイルの作成 ・ファイル内容の確認(コンマ区切りの生データ表示)	・サンプルデータ使用時のより詳細な解説表示 ・データファイル追加フォームの改善 ・ファイル内容の確認(テーブル表示)
解析法説明機能	・17 種類のデータ解析手法の説明表示(参考書に載っている説明程度)	・17 種類のデータ解析手法の簡易な説明表示(初心者の人が見てもある程度理解できる
解析法診断機能	・利用者に質問を出しその回答から利用者の希望に合った or 利用者の持っているデータに適したデータ解析手法を提示	・利用者が今までに答えた質問と選択肢の提示
その他		・データ解析とはどういうもので、どういう事に利用できるかの説明ページ ・各機能の使い方ページ ・リンク集

・サンプルデータ使用時のより詳細な解説表示

前システムでは、利用者が自分で入力したデータを用いてデータ解析を行った場合とサンプルデータを用いた場合のどちらでも同様のレイアウトの結果画面が表示されるようになっていた。

しかし、初心者の人にはただ解析の結果を表示しただけではその結果がどういう意味を

2. 各データ解析法の詳細な説明を表示する「解析法説明機能」

要だと考えた。また、前システムではサンプルデータに実際にどのようなデータが入っているのかの情報の表示が無かったので、その情報も表示することが必要であると考えた。

・データファイル追加フォームの改善

データファイル追加フォームのレイアウトが悪く、データを入力する際にどこに自分のデータを入力すればよいのかが分かりにくいという問題点があったので、レイアウトを改

・ファイル内容の確認（テーブル表示）

現状ではファイルの内容の確認の時にデータファイルの中身がそのまま表示されるようになっているので見づらいという問題点がある。そこでファイルの中身をテーブル形式で

になっているので見づらいという問題点がある。そこでファイルの中身をテーブル形式で

第3節　追加・改善する機能

うな説明書きに改善）

前システムの各解析法の説明文は専門書に書いてある解説をそのまま載せてあるので、専門用語や統計などの知識が無いと理解し難いであろうという問題点がある。データ解析手法の知識の無い利用者が、この説明を見ることによってデータ解析手法を理解できるように、簡単でわかりやすい説明をすることが必要であると考えた。

・各解析法に関するリンク集

本システムを使用した利用者に、データ解析手法を知る上で参考になると思われる他のサイトを紹介して、よりデータ解析への理解を深めてもらうために、リンク集があると便利であると考えたので、解析法説明文の中に各解析手法に関する参考ページへのリンクを張ることにした。他サイトへのリンクを設けるによって本システムの説明文よりも詳しい解説が欲しい利用者へその情報を提供することにもつながると考えた。

・利用者が今までに答えた質問と選択肢の提示

前システムでは、最初に1問目の問題を表示し、利用者が1問目に答えたら次の画面に2問目が表示される、そして最終結果が出るまでに質問を繰り返すという形式であった、故に、利用者がいままでにどのような質問にどのような選択をしてきたのかを確認する方法がなかった。そこで問題を表示する際に、利用者がいままでにどういう問題にどういう選択肢を選んできたかの情報を表示すれば、利用者にどういう分岐で結果が導き出された

のかが一目瞭然になり、また利用者が間違って回答をしてしまっていないかどうかの確認にも使えるのではないかと考えた。

・データ解析とはどういうもので、どういう事に利用できるかの説明ページ作成

前システムでは、TOP ページからすぐ３つの機能のうち利用者がやりたいものをどれか選択するようになっていたが、それでは唐突すぎて初心者の人は何をしてよいのか分からないという問題点があった。そこで、このシステムは何をするためのもので、その結果何を得ることができるのかという事を明示することが必要であると考えた。

・各機能の使い方ページ

TOP ページには各機能でどういう事ができるかの説明はあったが、実際に各機能をどういう手順でどのように使っていくのかの説明が無かった。そこで、システムのオンラインマニュアルを作成することにした。

・リンク集

解析法説明機能にあるリンクと同様に、他の参考サイトへの総合的なリンクを設けることにした。リンク集にはそのサイトがどのようなページなのかの紹介文、そのサイトではどのような解析手法を扱っているのかという情報を加えることとした。

第４節　解析法シミュレーション機能の設計

第１項　システムの仕様

に解析法の教育データ解析の手法に関する理解を促し、学ぶことができるようにするため

１．一つの画面でデータの変更が出来る

に解析法・々を変更するた機能解析結果が再計算されることにした。

１．一つの画面でデータの変更が出来る

２．データを変更するたびに解析結果が再計算される

３．データを生徒(行)の正答率順、問題(列)の正答率順にソートすることができる

４．チェックボックスでチェックした行、列については計算から除外することができる

５．一括して行・列に数値を入力することができる

また、データ解析手法に実装されている解析手法が出来るだけ行えるように、実装されているデータ解析手法を使用するデータごとに分類し、その形式に対応した数のシステムを開発する。

第２項　データ解析手法の分類

データ解析機能に実装されている 12 種類の解析手法を使用するデータによって３つに分類した。四角で囲んでいる解析法を実装し、プロトタイプとすることにした。

○0,1 データを用いるもの（七つ）

点双列相関係数、α係数

○各問題に配点のあるテストの得点データを用いるもの（三つ）

点双列相関係数、α係数

○各問題に配点のあるテストの得点データを用いるもの（三つ）

偏差値、折半法、相関係数

○多肢選択式問題で何を選択したかのデータを用いるもの（二つ）

G-P 分析、等価選択肢数(情報量)

分類した３つの形式の実装に必要な情報・機能を表 3.2 に示す。

表 3.2　実装に必要な情報・機能

必要な情報	各生徒の正誤情報	各生徒の取得点数	各生徒の選んだ選択肢
必要な機能	ノーマル形式の入力フォーム	ノーマル形式の入力フォーム	ノーマル形式の入力フォーム
	ソート機能	ソート機能	列・行の削除
	ソート機能	ソート機能	列・行の削除
	列・行の削除	列・行の削除	
	数値一括変更機能		

第4章　システム開発

第1節　開発環境

本システムに追加・改善した各機能を Perl 言語を用いた CGI、Java Script、HTML で開発した。各機能と開発手法の対応関係を表 4.1 に示す。

表 4.1　追加・改善点と開発環境の対応

	CGI	Java Script	HTML
サンプルデータ使用時のより詳細な解説表示			○
データファイル追加フォームの改善	○		○
ファイル内容の確認	○	○	○
解析法説明機能の説明表示簡易化			○
各解析法に関するリンク集			○
解析法シミュレーションの開発		○	○
利用者が今までに答えた質問と選択肢の提示	○		○
データ解析説明ページ			○
オンラインマニュアル			○
リンク集			○

第２節　データ解析機能の開発

第１項　結果画面の詳細化

データ解析機能の結果画面の説明文を図４１のように詳細化した。説明文には、できる

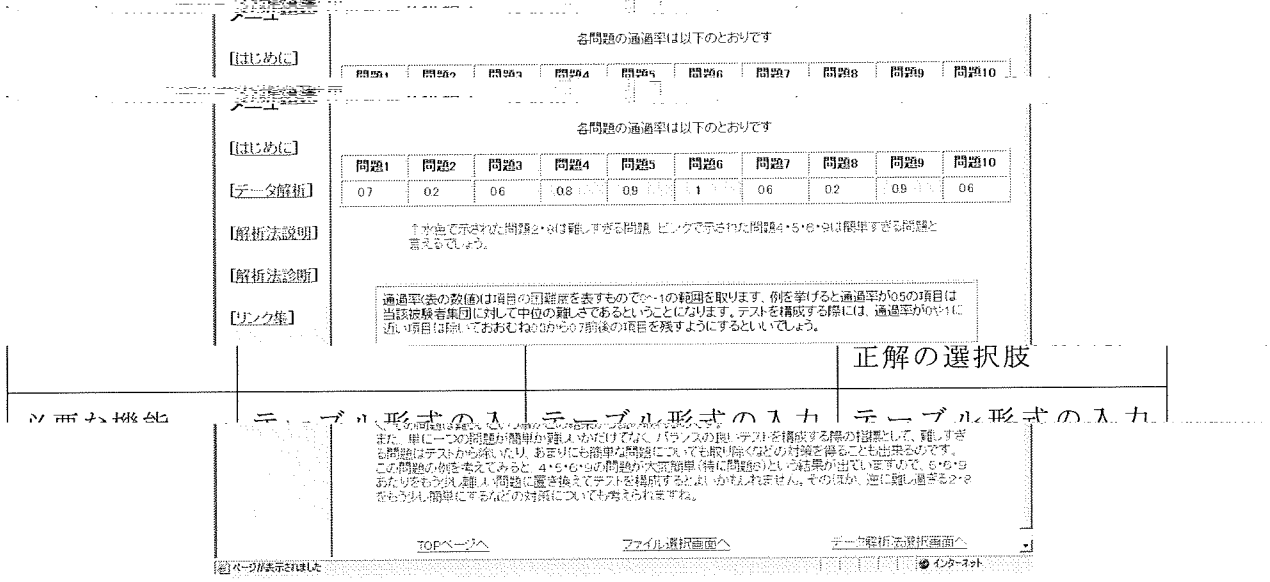


図 4.1　データ解析結果画面

第２項　データファイル追加フォームの改善

データファイル追加フォーム図 4.2 のように改善した。追加フォーム内にはデータファイルの書式や実際の入力例を設け見やすい工夫をした。

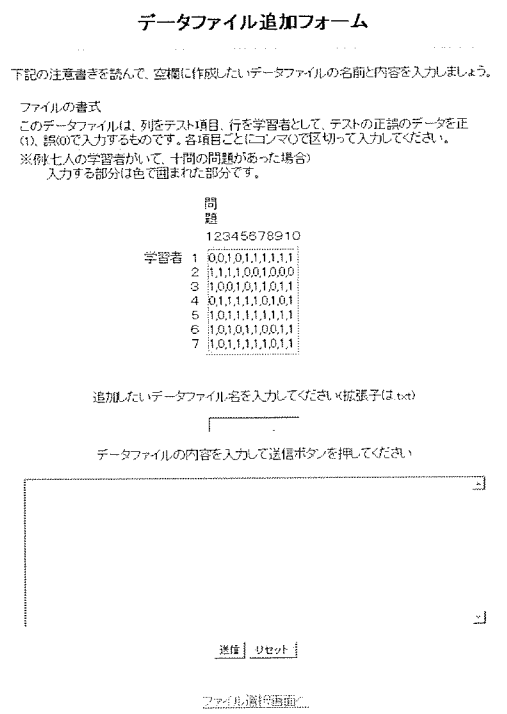


図 4.2　データファイル追加フォーム

第３項　ファイル内容確認スクリプトの開発

データ解析に使用するデータファイルを選択する時、選んだデータファイルの中身を画面下のフレームに表示するスクリプトを開発した(図 4.3)。

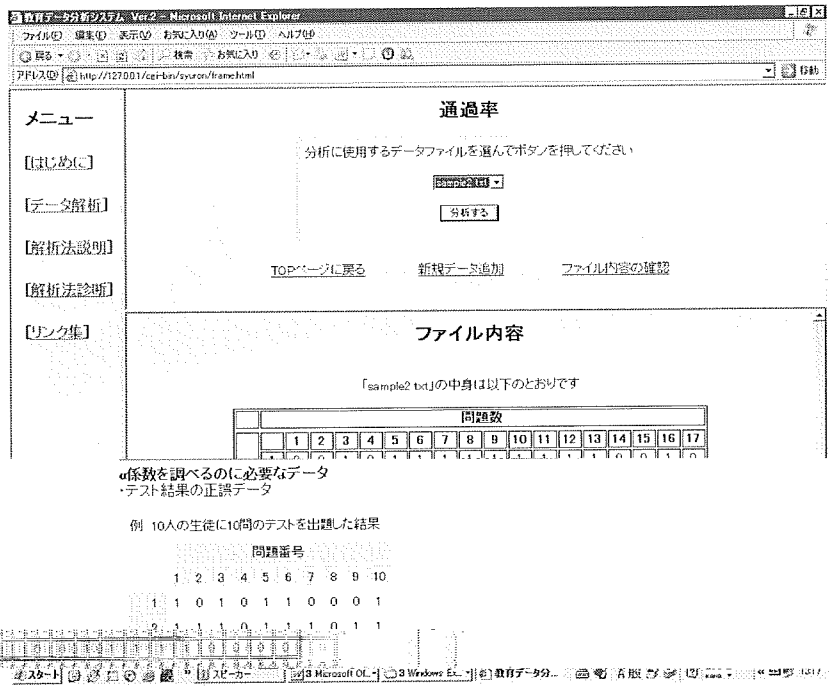


図 4.3　ファイル内容確認スクリプト

デフォルトで下のフレームに表示されるようにし、利用者がセレクトボックス内のデータファイルを選択する毎に逐次読み込むようにした。

情報も表示するように改善した(図 4.4)。また、いままでには診断が終了してから「あなたに適するデータ解析手法は！」という部分をクリックすると診断結果が表示されるようになっていたが、その工程を短縮し、診断が終了したらすぐ画面に解析手法が提示されるように改善した。

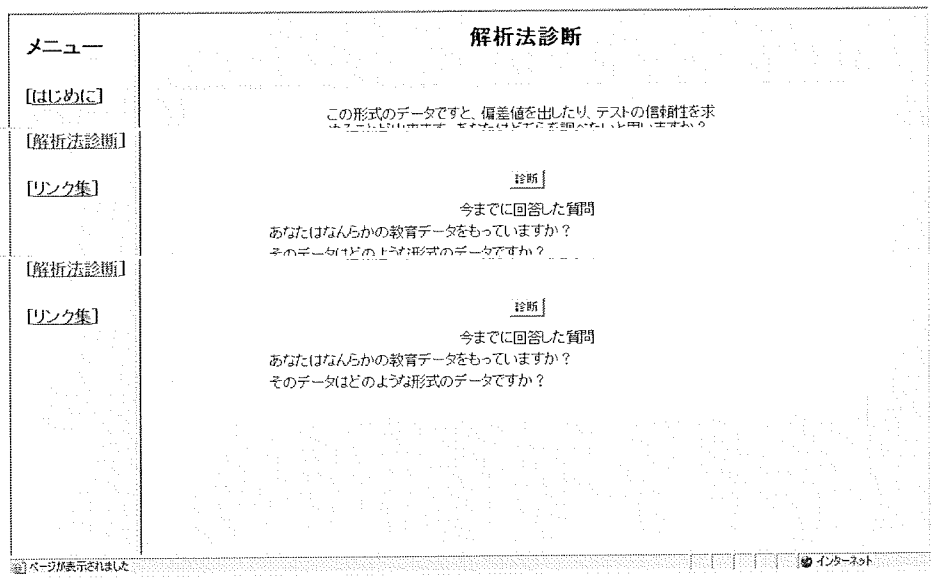


図 4.4　解析法診断画面

の形式、そのデータ解析手法を学ぶ上で役に立つであろうサイトへのリンクを設けた。

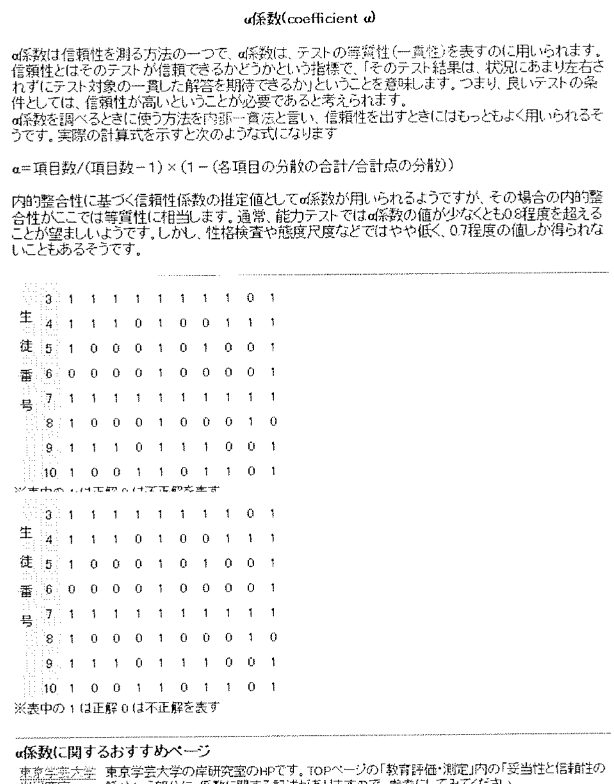


図 4.5 解析法説明画面

第２項　解析法シミュレーションの開発

画面上で解析に使用するデータの中身を任意に変更することが出来、数値を変更するごとに結果が表示される解析法シミュレーションを開発した(図 4.6)。開発は JavaScript と Perl 言語を用いた CGI で行い、利用者はこの機能で解析結果とデータファイル内のデータパターンとの相互関係を見たり、いろいろなデータパターンをシミュレートして解析結

点のあるデータ」「多肢選択式問題の選択データ」を用いる３パターンの解析法シミュレーションを開発した。

解析法シミュレーションI

いろいろ値を変えて、各係数の変化とや傾向を読み取ってみましょう。

縦	問題正答順 横 / 生徒正答順	☑1 問題1	☑1 問題2	☑1 問題3	☑1 問題4	☑1 問題5	☑1 問題6	☑1 問題7	☑1 問題8	☑1 問題9	☑1 問題10	合計
☑1	生徒1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
☑1	生徒2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
☑1	生徒3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
☑1	生徒4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
☑1	生徒5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
☑1	生徒6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
☑1	生徒7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
☑1	生徒8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
☑1	生徒9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
☑1	生徒10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	平均(通過率)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	分散	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	標準偏差	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	点双列相関係数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

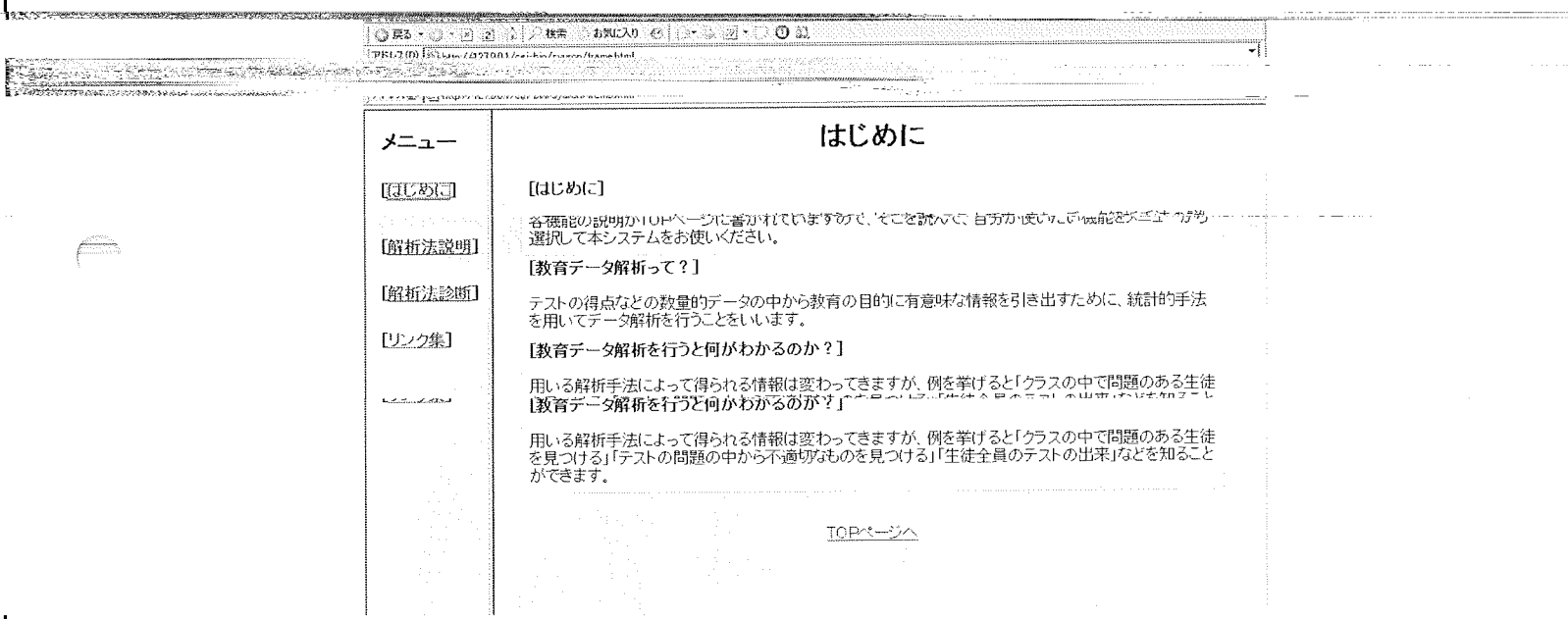
分散 0　　標準偏差 0　　α係数 0

操作ボタンの解説	
●データ変更	
「1」・「0」ボタン	各生徒が問題に正解したかどうかを記入する場所です。 押すと正解「1」、不正解「0」を切り替わります。
問題番号の上にあるチェック(有効・無効)と「1」・「0」のボタン	チェックありで、その列を計算に使用する。なしで、計算から除外する意味になります。 「1」・「0」ボタンで一列すべて正解「1」、または不正解「0」にします。
生徒番号の左にあるチェック(有効・無効)と「1」・「0」のボタン	チェックありで、その行を計算に使用する(有効)。なしで、計算から除外する(無効)意味になります。 「1」・「0」ボタンで一行すべて正解「1」、または不正解「0」にします。
●並び替え(ソート)	
「横」:	正答率の高い(合計点の多い)問題順に列を並び替えます。 無効にしている列は、正解の合計点0として並び替えます。
「縦」:	正答率の高い(合計点の多い)生徒順に行を並び替えます。 無効にしている行は、正解の合計点0として並び替えます。

図 4.6　解析法シミュレーション画面

第５説　その他の改善

このシステムが何を目的とするシステムなのか、そして教育データ解析とはどういうものなのか、また教育データ解析を行うことによってどのような事がわかるのかというのを利用者に理解してもらうために説明ページを作成した(図 4.7)。



・解析法シミュレーションについて

画面が見やすかったかどうか

操作方法が理解できたかどうか

・データ解析について

解析結果は理解できたかどうか

データファイルを作成できたかどうか（解析手法とファイル内容はこちらで指定）

・マニュアル・リンクについて

操作マニュアルは分かりやすかったかどうか

リンクは役に立ったかどうか

・機能について

各機能が操作しやすかったかどうか

・全体について

全ての機能についてよかった点、悪かった点の自由記述

といった観点を用いた。

また、評価を行う際に用いたアンケートついては５(とても当てはまる)から１(とても当てはまらない)までの５段階評価とした。

第2節　評価結果

表 5.1　5段階によるアンケート結果

	質問	1	2	3	4	5
解析法説明について	1.説明画面は見やすかったですか	0	0	0	3	1
解析法診断について	3.診断画面は見やすかったですか	0	0	3	2	0
解析法診断について	5.診断画面は見やすかったですか	0	0	1	2	0
解析法シミュレーション	9.画面は見やすかったですか	0	0	1	3	0
解析法シミュレーション	9.画面は見やすかったですか	0	0	1	3	0
データ解析について	13.解析結果は理解できましたか	0	0	1	1	2
データ解析について	13.解析結果は理解できましたか	0	0	0	0	0
	14.データファイルを作成することができましたか	0	0	0	2	2
マニュアル・リンクに	17.操作マニュアルは分かりやすかったですか	0	0	3	1	0
機能について	19.データ解析機能は操作しやすかったですか	0	0	0	2	2
機能について	19.データ解析機能は操作しやすかったですか	0	0	0	2	2
	20.解析法説明機能は操作しやすかったですか	0	0	0	3	1
	22.解析法シミュレーション機能は操作しやすかった	0	0	1	2	0

※質問 3.4.7.8.11.12.15.16.23.24.は自由記述なので表に含めない

※質問 3.4.7.8.11.12.15.16.23.24.は自由記述なので表に含めない

次に自由記述による結果について以下に示す。

□ 3.解析法説明画面のよかった点

果については、「レイアウトを考えたほうがいい」「詳しい解説があったほうがよい」とい

・おすすめのサイトがのっているのが良い

□ 4.解析法説明画面の悪かった点、直したほうが良い点

・専門用語の説明、具体例の提示があるとよい

・専門用語が難しい

□ 7.解析法診断画面のよかった点

・回答した質問が見られること

・希望に合った解析法がわかるのがよい

□ 8.解析法診断の悪かった点

・質問がより具体的なほうがよい

・希望に合う解析法がわからない

□ 8.解析法診断の悪かった点

・質問がより具体的なほうがよい

・レイアウトをもう少し考えるとよい

□ 11.解析法シミュレーションのよかった点

・簡単な点

・自由に数値を変えて結果が見られる点

・行や列の数を変更したり、一度に数値を入力できるのがよい

・結果がすぐに反映される点

□ 12.解析法シミュレーションの悪かった点

・もう少し速く動いて欲しい

・データファイルにどんなデータが入っているのかが一目で分かって良い

・サンプルデータを使うことができるのがよかった

・もう少し詳しくて、易しい解説を

・文章を分かりやすくしてほしい

□ 23.各機能についての意見・感想

・シミュレーション機能がさわっていて楽しかった

□ 24.システム全体に関する意見・感想

・メニューの順番を並び替えるとよいのではないか

・もう少し使いやすくしてほしい

・レイアウトがもっとよければ、より良くなると思います

アンケートに答えてもらったところ(表 5.1)、画面の見易さの質問に対しては 1.「解析法説明画面は見やすかったですか」9.「解析法シミュレーション画面は見やすかったですか」という質問に対し、好評価が得られた。また、それに対し 5.「解析法診断画面は見やすかったですか」13.「解析結果は理解できましたか」という質問に対しては 5 段階評価の 3 が多いなど思ったような評価が得られなかった。また、自由記述欄のコメントでは「そこそこ解りやすい表現を使っている」「どのようなデータを使うのかがのっていて良い」「おすすめのサイトがのっているのが良い」等のコメントをいただき機能の改善の効果が大きかったということが証明された。良い評価が得られなかった解析法診断画面、データ解析結

[illegible]

[illegible]

的であった。

[illegible]

的であった。

その他評価している最中に、被験者が一番時間をかけてさわっていたのが解析法シミュレーションだった。この機能は新たに設計・開発したものであり、この機能が効果的に動いているかどうかを知ることが、この評価で一番のポイントであると考えていたが「画面がみやすかった」「結果がすぐに反映されてよい」等のコメントや、評価実施者の私が意図していたようなデータパターンを被験者が試行錯誤して見つけているのを観察し、この機能が効果的に動いていると推察した。また、インタビューでも解析法シミュレーションはよかった、やって理解が深まったという意見が貰え、この機能を使って練習ができたということの証明になったのではないかと考えた。

第6章　おわりに

本研究では、卒業研究時に試作した教育データ解析システムを完成させ、システムの実用化を志向するのではなく、教育データ解析の手法を学ぶ教材として拡充した。

また、新たな機能として、利用者の教育データ解析に対する理解を促進させるために、画面上でデータを変更しながら逐次結果を確認して練習を行うことができる解析法シミュレーション機能を実装した。

システムの形成的評価を行った結果、改善点はおおむね効果があったということが示唆され、新機能である解析法シミュレーション機能においても、練習できて理解が深まったとの意見が得られたので、教育データ解析の手法を学ぶ教材として拡充できたのではないかと考えている。

今後は形成的評価で得られた問題点を改善し、生の意見を取り入れてシステムを運用していく必要がある。生の意見とは、実生活で教育データ解析を学びたいと考えている人たちの意見のことで、そういう人たちに本システムを利用してもらい、さまざまな意見を貰って行きたいと考えている。

そのような意見を貰うためには、システムを本格的に運用していく必要があり、運用するに耐えうるシステムを構築していきたいと考えている。