

## 生涯学習支援システムのための知識の共有化と個別化の実験

遠隔学習システムの有効性の実証と知識情報の効率的な利用

岡部一光	杉本健二	横田一正	安藤博之
両備システムズ/ 岡山県立大学情報工学部	岡山県立大学情報工学部		リオスコポーレーション
086(264)0124/ okabe@po.ryobi.co.jp	0866(94)2001/ {yokota,sugimoto}@c.oka-pu.ac.jp		086(264)0123/ hiroyuki@rios.co.jp
〒700-8504 岡山市豊成 2-7-16	〒719-1197 総社市窪木 111		〒700-0942 岡山市豊成 2-7-16

あらし

岡山情報ハイウェイ上に実装した、遠隔学習型の生涯学習支援システムのシステムの有効性について、教育システムという視点からの情報リテラシーの向上、および、生涯学習システムという視点からの楽しさややおもしろさの実現という2つの視点から実証した。このシステムでの情報リテラシーの性質に応じた教材の表現と提示のための実現方式、実証実験中に得られた被験者の知識情報(個人のメモ、リンク、質疑応答内容、グループでの討論内容など)を共有情報として教材、指導方針への反映、および、このシステムの有効性を向上させるための今後の課題について述べる。

キーワード 生涯学習支援システム、遠隔学習、電子化文書、情報リテラシー、知識の構造化

### Experiments on Sharing and Personalization of Knowledge Acquired in a Life-Learning Support System

The Actual Proof of the Validity of the Distance Learning System,  
and Efficient use of Knowledge Information

Kazumitu Okabe	Kenji Sugimoto	Kazumasa Yokata	Hiroyuki Ando
RYOBI SYSTEMS Co. / Okayama Prefectural University	Okayama Prefectural University		RIOS Corporation
086(264)0124/ okabe@po.ryobi.co.jp	0866(94)2001/ {yokota,sugimoto}@c.oka-pu.ac.jp		086(264)0123/ hiroyuki@rios.co.jp
Toyonari Okayama 700-8504	Soja Okayama 719-1197		Toyonari Okayama 700-0942

Abstract

The distance learning type lifelong-learning support system has been realized on the Okayama information highway for improving information literacy. As in paper textbooks, it is important for users to attach personal information such memos and markers with a common electronic materials: that is, some knowledge hierarchy. Further, by monitoring contents of questions and answers, group discussion and group learning, and learning histories, we can extract improvements of teaching materials, teaching strategies, and knowledge hierarchies. In this paper, we discuss its effectiveness and extensions from a teaching and learning materials point of view.

key words life-learning support system, distance learning, electronic documents, information literacy, structured knowledge

## 1. はじめに

### 1.1 背景、目的

急速な情報化の進展は、地域における社会環境の急速な変化をもたらしている。これは、学校教育、企業活動のみならず、生活の場を通じた生涯に大きな影響をもたらしており、地方にあっても情報リテラシーの向上は国際社会を力強く生き抜くための最重要課題であると考えられる。このために、あらゆる場を通じて個人がコンピュータを利用して情報インフラに接する機会を提供する必要があり、その整備が急がれる状況にある。

しかし、既に学校教育を終えて社会に出ている大半の人(国民の約3/4の人)にとっては、高度情報通信社会で生活しており、情報リテラシーの必要度が緊急に、かつ、最も高いにもかかわらず、体系的な情報リテラシーを育成する機会は非常に少ない。また、社会環境の変化に対応するために、相互扶助、共同生活、共調生活、いわゆる共生が重要視され、自己の充実や生活の向上を目指して情報リテラシーの習得を含めた学習環境の整備への要求が高まっている。

岡山県においても学習者の期待に対応すべく、学習支援の場として生涯学習センターを設置して指導者の育成を図ると共に、文化活動を支援するための講演会を開催する等の支援を行っている。しかし、支援されているカリキュラムは集合教育のみであり、体系化された幅広いカリキュラムとは言い難く、その充実度は学習者の共通ニーズとなっている。

このニーズに対して、個人が場所や時間に制約されることなく、自由に学べる学習環境を構築し、総合的な運用を図ることが求められている。そこで、岡山情報ハイウェイ上に遠隔学習環境「仮想教室」を実現し、だれもが、情報リテラシーを始めとして、さまざまな学習を行うシステムを実現した。本稿では、まず、そのシステムの概要を簡単に述べ、3節では、使用した教材などのコンテンツを概説し、4節ではその利用について議論する。5節では、本システムの一部の評価結果を報告する。

## 2 生涯学習支援システムの概要

### 2.1 生涯学習支援システムの全体像

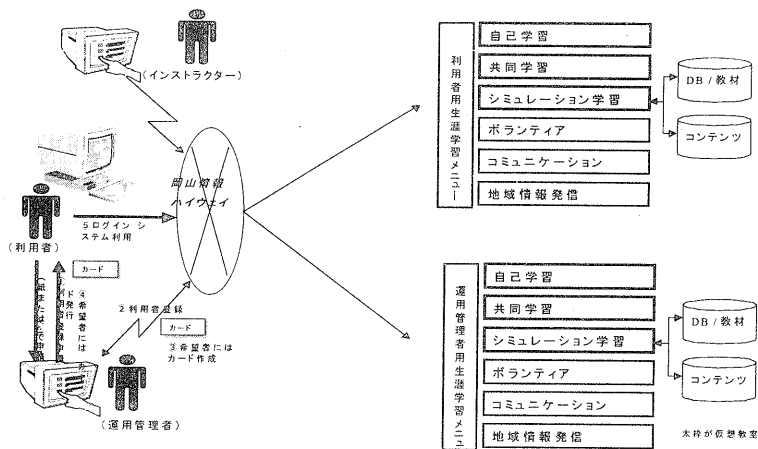


図1 生涯学習支援システム構成図

このシステムは、高度情報化社会において必要な情報リテラシーを、体系的に、いつでも、どこでも、だ

<sup>1</sup> システムの構築は、IPA(情報処理振興事業協会)がスポンサーとなり、SEO(システムエンジニアリング岡山)参加企業(岡山日本電気ソフトウェア株式会社、株式会社システムズナカヤマ、株式会社富士通岡山システムエンジニアリング、株式会社リソースホールション、株式会社両備システムズ)で行った。

れでも、自由に学習できる学習のしきみと拡張可能な学習コンテンツを提供する。

## 2.2 サブシステムの概要

各サブシステムに共通して要求されたことは、教育システムとしての情報リテラシーの向上と、生涯学習という視点からの、「楽しさ、おもしろさ」への工夫であった。

### (1) 自己学習

情報リテラシー基礎(情報機器操作・OAソフト基本操作)能力の向上のために、仮想教室での自己学習機能による「情報リテラシー基礎の学習」の仕組みを提供した。

### (2) 共同学習

自己学習にて情報機器操作・OAソフト基本操作の能力を習得した学習者に対して、新たな情報の創造・伝達能力、及びコミュニケーション能力の向上のために、仮想教室での共同学習機能による「情報創造・伝達の学習」の仕組みを提供した。

### (3) シミュレーション学習

自然に数学や理科等の自然科学分野に関心を持ち、楽しく意欲的に数理処理能力(数値・記号情報の整理・加工)を向上させるため、遠隔共同学習環境「仮想教室」<sup>2</sup>の仕組みを提供した。学習を円滑に実施するための工夫として、仮想教室参加者同士のリアルタイムな会話機能、学習者が任意に入力した数式の解法手順／結果のグラフ表示機能、数学史・数学の不思議さ／おもしろさ等の数学雑学情報表示機能など、気楽に学習できるような様々な工夫を提供した。

### (4) ボランティア

情報の関連付け能力の向上のために、複数の要求から発生した情報の内容を理解し、関連付けることを支援するボランティア機能による「ボランティア業務支援の学習」の仕組みを提供した。

### (5) コミュニケーション

コミュニケーション能力の向上のために、同一の興味を持った人たちにメールと掲示板のハイパーリンクを活用したバーチャル・コミュニティを実現するコミュニケーション学習の仕組みを提供した。

### (6) 地域情報発信

情報の入手・発信・関連付け能力の向上のために、地図上に地域に依存した情報を整理・蓄積して必要な時に取り出せる地域情報発信機能による「地域に依存した情報発信の学習」の仕組みを提供した。

## 3. 教材の内容

前述のサブシステムの中で、自己学習とシミュレーション学習でそれぞれ使用したコンピュータリテラシーと数理処理リテラシーの教材について解説する。

### 3.1 コンピュータリテラシー

対象として選んだのは、コンピュータの基礎(ハードウェア)、コンピュータの基礎(ソフトウェア)、WORD、一太郎、Excel、Powerpoint、Lotus123の7分野であり、各分野での習得内容を確認できる問題数100問を作成した。この特徴は、次のとおりである。

#### (1) 問題パターン:

問題は、選択方式、記述方式、図を1枚使用するもの、図を複数枚使用するもの等、いくつかのパターンに分類できるので、それを問題パターンとした。

#### (2) 問題の記述

記述言語はXMLと互換性をもたせたもので、(1)のパターンとそれに沿ったコンテンツを指定することで、

<sup>2</sup> 岡山情報ハイウェイ上に散在するさまざまな場所の学習者が、仮想教室に参加している学習者同士で、他の参加者の学習状況をWWW画面上から確認できる。リアルタイムに意見交換を行いながら、学習を遂行できる。この仮想教室は、日本電気C&Cメディア研究所が開発したWebLaccoが提供するネットワーク上の作業機提供機能により実現したものである。

問題が生成できる。

### (3) 出題形式と評価

問題は初級、中級、上級に分類し、出題は該当の問題群の中からランダムに選択できるようにした。各段階で一定の点数をあげることで次のステップに進むことができる。複数分野の結果の総合評価も行える。対象となる分野、問題内容と量、出題数、学習ステップ、評価方式などは変更することが可能で、利用者の環境に応じて内容を変更することができる。このねらいは、学習者同士が問題を出し合いながら学習する環境を提供することである。

一般的に、コンピュータリテラシーは、教材を読むよりも実際に使用することで習熟する場合が多く、これらリテラシーの基礎的な問題は、各分野の経験者にとっても有意義な学習機会を与えるものであった。

このシステム開発の課題である生涯学習としての「楽しさと面白さ」をいかに導入するかという点では、このサブシステムでは、ロゴや画像、評価のコメントなど利用者に親しみを覚えさせるに留まった。

## 3. 2 数理処理リテラシー

対象は、小学生高学年(素因数分解)から中学校3年生(連立不等式)に至るまでの問題で、内容的には、文字式の簡約、数値計算、数式計算、グラフなどに分類できる。数理処理リテラシーがコンピュータリテラシーと大きく異なっているのは、知識の内容(学習項目)に依存関係があることである。

### (1) 学習項目と順序

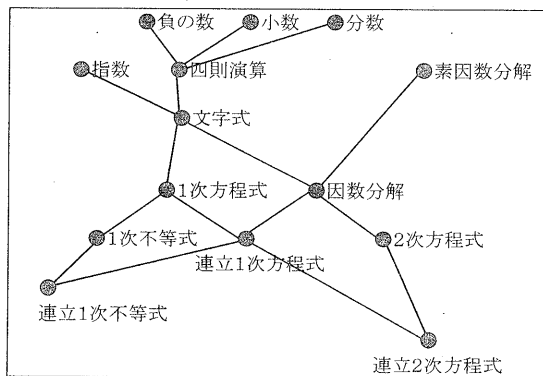


図2 学習指導順序有向非巡回グラフ

学習内容を、負の数、小数、分数、四則演算、文字式、関数式などの学習項目に細分化し、各学習項目間の学習順序の有向非巡回グラフを作成した。学習者は、このグラフに従って学習することになる。

各学習項目間に学習の優先順序を定めたもので、上位階層の学習項目から順に下位階層の学習項目へと実施する。

### (2) 問題の記述

問題のパターンが多様なことから、今回は、個々の問題に応じて妥当な記述方式を行った。数式やグラフなどは、HTML、JavaScriptで記述した。

### (3) 出題方式と評価

各学習項目の問題は初級、中級、上級に分類し、段階的に学習するようにした。出題は各学習項目の学習指導順序に従って実施した。学習者が入力した関数式に対して、その詳細な解法手順とグラフの対応を直接可視化し、シミュレーション表示させることで、数理処理リテラシーの向上促進、及び学習への動機づけの強化のが図れた。

### (4) 雑学情報データ

上記問題の体系とは別に、次のように学習への興味・関心を高めるための雑学情報をもたせ、問題の学習速度に応じて参照できるようにした。

- ・ 数学歴史トピックス(古代バビロニア数学、古代ギリシャ数学、アルキメデス、..)
- ・ 数学の不思議さ/おもしろさ(0の話、完全数、黄金比、..)
- ・ 数式の意味/解き方(移項の考え方、不等式の考え方、因数分解について..)

ここでは、学習意欲を増すために「共同学習」のしくみを導入したが、これについて次節で説明する。

#### 4. 知識の共有化と個別化

前節で述べた教材を使い「仮想教室」で実験を行った。ここで、教材自体と学習内容に関して、共有化と個別化という視点からそれらを再検討する。

(1) 実験中に収集可能な知識とは、次のとおりである。

- ・教材に対する個人情報の付加  
学習中のメモ内容、参照したい内容へのリンク情報、個人の解法
- ・学習者モデル  
学習進度、個々の学習項目に対する学習時間、理解度(成績)、テストの結果、アンケート結果、性格、分析結果
- ・個人学習の質問と回答  
質疑応答の内容情報、教材の各項目に対する質問内容
- ・共同学習中のふるまい  
学習参加者間のコミュニケーション内容、新しい問題の作成

(2) 収集知識の「仮想教室」への反映

一般に、CAI(計算機を利用した教育システム)では、教材への依存が強い。本システムでは、(1)で収集した情報を教材と組み合わせ、共同学習の機能を付加することで、教材の有効性の強化をはかった。

収集した知識を、個人情報、グループ情報、共有化情報に分類し、元の共有情報と体系的に使用できることを検討した。個人情報は、教材への付加だけでなく、個人への問題提示に反映させる。グループ化は、質問内容によって、グループ学習を促したり、問題提示のグループの共通化を行う。

- ・共有知識として再利用できたものは以下のものである。
  - － メモ情報、リンク情報、解法内容等を一般化し、体系化した内容を教材へ反映
  - － 成績分析結果から個別指導方法を検討し、学習パターンとして反映
  - － 質問回答内容を分析し、共通的な模範回答として共通化する。さらに、教材へも反映
  - － テスト結果から誤答情報を分析し、評価基準へ反映
  - － 雑学情報へアクセス回数より、雑学情報へ反映
- ・共同学習における知識は、共有化の可能性は高いと考えられる。
  - － コミュニケーション中に発生した新規問題を共通教材へ反映
  - － 議論された問題点を共通教材へ反映
  - － 質問回答内容を分析し、共通的な模範回答として共通化する。さらに、教材へも反映

#### 5. 実証実験と評価

前節での共同学習についての実験を実施したシミュレーション学習について、その実験内容と評価について述べる。

##### 5.1 実験の目的

この実験で実証すべき内容は、教育システムとしての有効性と生涯学習という視点からの有効性(おもしろさ、楽しさ)である。

##### 5.2 実験内容

SEO参加企業勤務者、およびその子供計60名を対象に2ヶ月間次のような順序で行った。

(1) 実験参加者に対してプレテスト(数式計算とグラフに関する問題を体系的に構成したもの)を実施し、テスト結果からそのリテラシーレベルが均一になるよう1グループ20名ずつの3グループにグループ分けした。

- ・グループA: 当システムを利用した個人学習
- ・グループB: 当システムを利用した共同学習
- ・グループC: 自習書を利用した個人学習

- (2) 学習は、3グループとも学習ガイドラインで指定した学習順序に従って学習する。グループBの共同学習では、質疑応答の十分性を考慮して、学習者5名、インストラクター1名計6名で仮想教室を構成し、学習者間、および学習者・インストラクター間で自由にコミュニケーションを行いながら学習した。
- (3) 実験終了後、全グループを対象にポストテストを実施した。さらに仮想教室による共同学習実施した。グループBの参加者へは、アンケートを実施し、実験中に収集したアクセスログも含めて、総合的にシステムの評価・検証を行った。

### 5.3 実験の評価方法

#### (1) 教育システムとしての有効性の評価

- a) 情報リテラシーの向上の実証は、グループBの実験前後のプレテスト、ポストテスト結果を Wilcoxon の符号順位検定、およびプレテスト、ポストテスト結果をt検定(対応のある)で評価した。
- b) 他学習環境(グループA, B, C)との比較は、実験前後のプレテスト、ポストテスト結果を3グループ間の多重比較検定(Scheffe)により分析・評価した。

#### (2) 生涯学習(楽しさ・おもしろさ)という観点からの有効性の評価

グループBに実施したポストアンケートを多変量解析(因子分析)により分析し評価した。有効性(楽しさ・おもしろさ)は、学習内容(数学)の特性により、興味・関心・意欲という観点に置き換えて評価した。

### 5.4 実験評価結果

#### (1) 教育システムとしての有効性の評価

- a) 情報リテラシーの向上の検証は、t検定、および Wilcoxon の符号順位検定において帰無仮説「プレテスト、ポストテストの平均値の差=0」、対立仮説を「プレテストの平均値<ポストテストの平均値」として実施した結果、p値(優位確率)1%の高度な優位水準で実証された。
- b) 他学習環境(グループA, B, C)との比較

表1 プレ/ポストテストの多重比較検定結果

比較対象	P値(プレ)	有意水準5%	P値(ポスト)	有意水準5%
グループA:グループB	0.9945	棄却されない	0.5507	棄却されない
グループA:グループC	0.9587	棄却されない	0.2598	棄却されない
グループB:グループC	0.9829	棄却されない	0.028	棄却される

A, B, Cの3グループを多重比較検定(Scheffeの手法)を実施した結果、グループBとグループCの間に、その優位性(5%の有意差水準)が実証できた。グループBのみ優位性が実証できたのは、仮想報室共同学習において、他の参加者との意見交換が利用者の学習意欲を喚起したものであると推察できる。また、プレテスト/ポストテスト結果の散布図による相関関係により、次のような考察ができる。プレテストの点の悪かった学習者に着目すると、点の伸びが、グループB、グループA、グループCの順で大きくなっている。特にグループBでは、プレテストの点に関係なく、ほとんどの学習者が高得点となっている。共同学習は、従来の学習と比較して、点の悪かった学習者についても、高得点となっており、他の学習環境との比較によるシステムの有効性は実証されている。

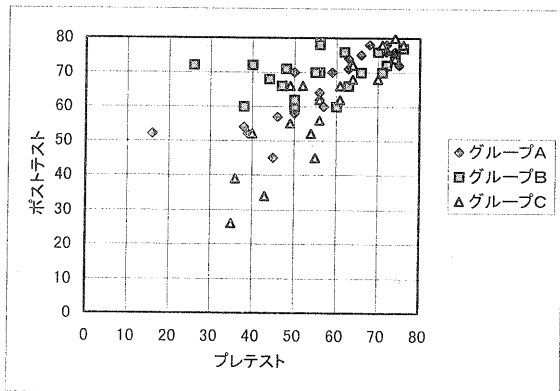


図3 テスト結果相関図

(2) 生涯学習(楽しさ・おもしろさ)という観点からの有効性の評価

グループBに実施したポストアンケートを多変量解析(因子分析)により分析し評価した。

ポストアンケートの結果17項目に対して多変量解析(因子分析)を適用した。因子寄与率が10%を越える因子を対象にした。各因子の因子負荷量の高いアンケート項目から、因子毎に、各因子を構成する因子負荷量が、0.4以上のアンケート番号を因子負荷量の降順に抽出し、各因子の意味解釈を行った。

表2 アンケート内容一覧表

アンケート番号	アンケート内容
問1	今後も続けてこのシステムを利用したい
問2	このようなシステムが利用できる事を他の人にも教えたい
問3	学習で得られた知識は他の人にも説明したい
問4	出題された問題以外に自分で考えた問題を解いてみた
問5	自分にとっては難しい問題でも最後まであきらめずに回答した
問6	わからないことはすべて確認し、疑問を残さなかった
問7	もっと高度な数学に挑戦したい
問8	一人で学習するよりいっしょに学習する方が効率が上がる
問9	数学の歴史的な話題、数学の不思議な性質などは学校でも教えたほうがいい
問10	ひとりで操作できるようになった
問11	操作に関しての不快感は感じなかった
問12	もう他の人に使い方を教えてあげられる
問13	質疑応答が簡単にできた
問14	数式の解法手順はすべて理解できた
問15	グラフを利用すると数式の意味が理解しやすい
問16	自分で作った問題のシミュレーションができるのがいい
問17	システムが解答した解法手順より、自分の解き方がすぐれている箇所があった

表3 因子別ソート因子負荷量

アンケート番号	第1因子(29%)	第2因子(22%)	第3因子(14%)	第4因子(12%)
問7	0.90814	-0.21171	0.14265	0.02606
問2	0.77534	-0.1488	-0.19361	-0.10827
問4	0.6878	0.16924	0.18258	0.41283
問1	0.62638	0.09679	-0.24361	-0.38383
問8	0.60545	0.05537	-0.05795	0.06293
問3	0.57093	0.13146	-0.10422	-0.04651
問11	0.48361	-0.1086	0.24392	-0.75975
問9	0.4294	0.06607	-0.56399	-0.0048
問15	0.2358	0.90958	-0.08142	0.09745
問16	0.24952	0.72174	0.17707	0.38654
問14	-0.10362	0.68495	0.29001	0.02071
問13	0.37468	0.52314	0.47336	-0.38132
問10	-0.15989	0.38561	-0.0722	-0.04827
問5	-0.06342	0.07815	0.74615	0.388
問6	-0.16919	0.2064	0.62462	-0.00665
問12	0.14193	-0.05757	0.47066	-0.2633
問17	0.18872	0.04417	0.06362	0.69386

第1因子軸(因子寄与率 29%)では、このシステムを有効に利用して、対象教科(数学)への興味・関心からやる気とか意欲を意味する因子

第2因子軸(因子寄与率 22%)では、数学をシミュレーション表示形式での学習に対する理解、知識、技術などを意味する因子

第3因子軸(因子寄与率 14%)では、どんな課題でも、任された事に対する責任感・達成感を意味する因子

第4因子軸(因子寄与率 12%)では、数学に対する絶対的な自信と執着心を意味する因子

学習者のアンケート結果を規定する基本因子は、興味・関心・意欲>理解力・知識・技術>責任感・達成感>自信・執着心の4種類が77%以上を占めている。ウエイトの違いはあってもこの4

つの因子で説明できる。今回の実証実験では、特に、第1因子(29%)、第2因子(22%)が大きく現れた。このように、意味解析結果により、生涯学習としての有効性(楽しさ→興味・関心・意欲)は実証された。

## 6. おわりに

広域情報通信ネットワークを用いた本生涯学習支援システムの実証実験では、目的である教育システムとしての有効性(情報リテラシーの向上)、生涯学習システムとしての有効性(楽しさ、おもしろさ)の両面から評価・分析し、所期の成果を得ることができた。

特質すべき点は、生涯学習としての楽しさ、おもしろさなどの情意的な面では、マルチメディア技術、シミュレーション技術を駆使した表現だけではなく、共同学習という学習環境下での、参加者間のコミュニケーションによる相互の刺激が、学習に対するモチベーションの向上に大きく貢献することが実証されたことである。また、幅広い年齢層の被験者から採取した個人ログ情報が、想定していた以上に多くの有益な情報を持っており、共有情報として教材へ反映することができた。

今後の課題としては、被験者のテストの分析結果を反映した理解度診断評価基準の診断部分を自動化することにより、各単元ごとの実力診断テストにおいて、学習者の理解状況を正確に把握し、学習指導に役立てたい。また、共同学習実験において、参加学習者間の性格の問題でコミュニケーションが円滑に行われないような状況が発生した。学習者モデルの性格情報(支持型、統制型、慎重型、適応型)の有効な活用方法を見直す必要がある。

今回のシステムでは、教材や得られた情報は、データベースという形では管理しなかった。しかし、コンピュータリテラシーをXML形式で記述したようにXMLベースのデータベースでの管理と、個別化、グループ化情報の階層管理が今後望まれる。しかし、XMLの構文は制限が強いので、その拡張性も合わせて検討(横田、國島、劉による「異種文書管理のための問合せ機構の考察」、みちのく湯けむりデータベースショップ、花巻、2000)している。

本実験より、生涯学習の多様なニーズに応える社会インフラである情報インフラの整備と人的支援、ならびに、豊富で効用感のある学習教材の供給は不可欠であることが実証された。今後は、本実験で得られた知見をさらに蓄積・発展させて、生涯学習システムのレベルアップを図る予定である。

## 謝辞

本システム企画・開発から実証実験に至るまで、さまざまなご意見を頂きました、情報処理振興事業協会(IPA) 人材育成推進センター／人材育成推進部の皆様、岡山県立大学情報工学部 亀山教授、金川助教授、岡山大学教育学部近藤教授、およびシステムエンジニアリング岡山(SEO)の皆様へお礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] 生涯学習の新しい支援方策 瀬沼 克彰 (株)教育開発研究所 1997/4/10 初版
- [2] 情報教育概論 永田 元康、橋本 孝之、八田 武志、島田 昌敏 コロナ社 1996/11/15 初版
- [3] 情報リテラシー 北澤 正一郎 中央経済社 1996/9/5 初版
- [4] 大学生活のためのコンピュータリテラシー・ブック 赤野 一郎 オーム社 1997/4/15 初版
- [5] アンケートデータ分析 菅 民郎 現代数学社 1998/11/12 初版
- [6] アンケートデータの調査・集計・解析 内田 治 東京図書株式会社 1997/5/26 初版