

ソフトウェア可視化モデルによる インターネット上のCAIコースウェア －UNIX基本操作習得について－

Implementation of CAI Courseware on the Internet by software visualization

成田 恭子
Kyoko NARITA

あらまし CAI コースウェアとは、数学・算数・英語などのカリキュラムをコンピュータ向きにプログラミングしたソフトウェアを構築し、個人の学習を助け、教師の負担を緩和しようという教育システムである。本論文では、UNIXに関するCAIコースウェアをHTML言語で構築し、それをインターネット上に実現する。コースウェアは、プログラミング構成を統一し、解答方法も選択式に統一した。本論文では、はじめにCAIの歴史と目的に関して述べ、次にUNIXに関するCAIコースウェアについて述べる。

キーワード CAI, コースウェア, UNIX

1 はじめに

教育分野へのマルチメディアの活用が益々盛んになってきた。教育実習校の高等学校でも学内LAN等の環境設備を整え、これからの情報教育に向けての取り組みをしている。教師の間でもCAIシステムを大いに活用し、教育効果を上げようという動きが見られている。

これにより、コンピュータ教育に利用されるCAIシステムのもつ教育効果について興味を持ち、このテーマを選んだ。また、実際CAIコースウェアを作成する事でより深くCAIについて習得できるテーマであると考えた。

本研究ではHTMLでコースウェアを作成することにより、ネットワーク上での学習を目的とする。そこでUNIX講義ノートを基に300フレームのコースウェアを作成し、コンピュータ初心者がUNIXを理解、利用できるようにする。

2 準備

2.1 用語

- CAI (Computer Assisted Instruction) システム : コンピュータを利用したプログラム学習で、教師を介在させずに学習者個人がコンピュータと対話しつつ進められる教授学習システム。個人の学習を助け、教授の負担を緩和する。
- CMI (computer-management instruction) システム [学習運用管理システム]: 教師が指導の際に活用できるように、学習者1人1人がどのような解答をしたか、またどのような問題を間違えたかといった学習パターンを記録・蓄積・統計化して提供する機能。
- コースウェア: 算数や数学、英語などのカリキュラムをコンピュータ向きにプログラミングしたソフト

トウェア.

- ・ オーサリング・システム [教材作成支援機能]: コンピュータ初心者教師であっても比較的容易にコースウェアを作成できる機能.
- ・ ICAI (Intelligent CAI): 学習者との問答をしていく中で、プログラムされていない学習者の反応に対しても、自分の中の知識ベースから解を組み立てて、KR 情報や問題を作成するシステム.
- ・ KR (knowledge of Results) 情報: 学習者の回答によって、生徒の能力と学習パターンに最も適した情報を与える事.
- ・ 学習者モデル (student model): 学習者の状態、すなわち目標に対する達成度や、学習内容に関する理解状態 (正しく理解されているか、誤って理解されているかなど) を示すもの. 質問に対する反応や過去の学習履歴、学習習慣などを手掛かりとして、学習者の達成度や理解状況を推定する.

2.2 歴史的背景

1959 年, 米国イリノイ大学の D.Bitzer 博士が, コンピュータを教育に応用しようと CBE(Computer Based Education) の研究に着手.

1960 年代, 内容は教科書をコンピュータに記憶させたに過ぎないのではないかという理由で, 世の中の関心は冷え切る.

1980 年代

- ・ 技術的進歩と経済性の達成
- ・ 安いパソコンが年間 100 万台出荷を越し大衆の身近な存在
- ・ 通信市場の完全自由化でパソコンをもっている塾や家庭で, 居ながらにして CAI オンライン学習を行える
- ・ 文部省の社会教育審議会教育放送分科会が関心を持つ

上記のような理由により, 最注目される.

また, 認知科学や人工知能の研究の進展とともに, 学習者の中にある認知・思考のメカニズムが研究されるようになる. そして, そのメカニズムを重視した教育環境の重要性が指摘された. コンピュータ教育においても, 人工知能やマルチメディアを利用した CAI が多く開発され, 利用されるようになった. [11][12][13]

1990 年代, 文部省は 21 世紀初頭までに, 1 人 1 台のパソコン授業や, 学内 LAN 等の環境設備に関して目標を挙げ, マルチメディアに対応する為の主要課題を挙げ, 課題ごとに取り組むべき具体的な検討事項を例示した事により, コンピュータ教育, すなわち CAI システムの開発はより注目された.

2.3 CAI について [2][3][5]

2.3.1 CAI の目的

CAI システムの教育における目的をその機能から考えると, 大きく次の 3 つに分けることが出来る.

- (1) 授業と学習の個別化と, 教授の最適化をはかり, 1 人 1 人の学習の学習過程と学習成果を連続的に改革して, 学習者の特性に応じて効果的な学力を形成する.
- (2) コンピュータによるシュミレーション・グラフィックのような, コンピュータの持つ固有な機能を使って, 幅広い高度な教育目標を達成する.
- (3) コンピュータによって学習者の要求にも応え得るようにし, 相互に応答する教育環境や, より豊かな教育環境を確立する事によって, そのシステム特有の教育目標を効果的に達成する.

CAI 教育は, この目的 (1) のシステムを活用し, 主に知的能力の形成に役立ててきた. 目的 (2) と (3) のシステムを, 思考や意思決定能力の形成をねらって役立てる方向の研究に向かっている.

2.3.2 CAI 教育の特徴

メリット

- ① 学習の動機付けになる
- ② 学習意欲を高める
- ③ 能力開発に役立つ
- ④ 個別指導しやすい
- ⑤ 指導改善の刺激になる

デメリット

- ① 人間性の喪失（人間同士が話す機会が減る）
- ② 思考過程の軽視
- ③ コンピュータに頼りすぎる
- ④ ソフト作りの負担増
- ⑤ 経済的負担増

2.3.3 CAI の分類

CAI は種々の分類方法があるが、次の分類が一般的であると思われる。

(1) アドリブ型

コンピュータまたはプログラミング言語を素材として生徒に与え、自由（アドリブ的）に使うことで勉強してもらうという方式。これは最近強調されている思考過程を重視した教育にむいている。しかし、対象が児童であるとか、比較的時間の余裕のある場合は良いが、目標があって短時間に成果を上げたいときには不向きである。成功している例としては、MIT（マサチューセッツ工科大学）のパート教授の開発した LOGO がある。

(2) ゲーム&シミュレーション型

ゲーム、またはシミュレーションによって教育しようというもの。
ゲームは競争、勝ち負けの面白さを取り入れたもの

だが、昨今のマイコンブームからも分かるように、コンピュータと競うゲームが子供達にうけている。その魅力を CAI レッスンに取り入れたもの。

シミュレーションは生徒の間違いやすい箇所、理解しにくいところなどは、現実のものより、易しいものから段階的にシミュレート出来るようにすると、更にもっと進んで、ベテランの人がその箇所をどのように理解し、こなしていくかを徹底的に調べ、それを生徒に自然に身につくようにシミュレーションを工夫したもの。

(3) アドホックフレーム型

フレーム単位で教材の提示、または生徒の応答を受け付け次のフレームへと分岐していく。これは教科書のイメージからくる典型的な CAI レッスンである。いわゆるドリル&プラクティス型のレッスンもこれに属する。

(4) 知識ベース型

教師が持っている知識をレッスンにデータベースとして貯えておこうとするもの。最近のパソコンの性能向上、記憶媒体の廉価さがこの方向に拍車をかけている。技術的には、「知識の表現とデータ構造」、「推論・検索等のアルゴリズム」が重要とされ、これからはこの知識ベース型がますます研究開発されると思われる。

(5) 質問応答（Q&A）形

知識ベースを利用して自然語に近い文で質問応答を行うもの。

(6) 知識獲得型

知識ベース、またはデータベースを持つが、それらの内容（知識またはデータ）を使用者である生徒自身が付加していく型のこと。一般に知識ベース、またはデータベースは構築、維持・更新が非常に煩わしい。それらを使用者自身に行わせようとするもの。

以上の（１）～（６）は明確に区別出来ないが、現場の要求に応じて、適当に各々の長所を取り入れレッスンを開発すると良い。

2.4 教育工学 [4]

2.4.1 教育工学について

教育は人間対人間のものであるが、ティーチング・マシン、視聴覚教材、計算機など、科学技術を応用した教育法が採られてくると、「教育」と「工学」との結びつきが生まれてくる。ここに「教育工学」と言う分野が生まれてきた。

教育工学は3つに内容を示す事ができる。

- (1) 教育の目的のために用いられる電氣的、機械的な器具を提供するような工学技術の応用のこと。テープレコーダ、映写機、OHP、VTR、ティーチング・マシン、計算機を使った教育システム（CAI システム）などがこの対象である。
- (2) 人間の学習過程に関する科学的な知見を教育技術化することで、学習理論、認知理論などの行動科学の工学科と言うような意味。
- (3) 教育場面での人間工学の適用と言う事で、教室や学校の建築、教科書の活字から黒板の色、更には人体の成長と学習机・椅子の適合化、などの工学。

これら3つはそれぞれ別々の方向をもつのではなく、教育場面の最適化と教育の効率化に関して、一致した立場で追求する学問として密接に関連しあったものである。

2.4.2 教育工学の方向から見た CAI の歴史

「教育」のある部分を機械によって行おうとする試みは、古くから行われてきた。教える機械としてのティーチング・マシンが初めて考案されたのは、オハイオ州立大学のプレッシー教授によってであった。

プレッシー教授は1926年に4肢選択法によるテスト・マシン（プレッシーの機械）を開発した。これはロール・ペーパーの一区画に、問題ともっともらしい解答4つが一組になって提示され、その番号に相当する解答機のキーを押すことによって、学習者が解答群の中から正しいと思われるものを1つ選ぶのである。正答であれば次

の問題へ進む事が出来、もし誤答であれば、正答が出るまで次へ進むことなく静止している。

1940年頃には、ハーバード大学のスキナー教授により、学習者が解を考え、提示された正解と同じであれば次へ進み、一致しなかったらその理由を考える事により、学習が行われる仕組みをもつ機械（スキナーの機械）が開発された。

一口にティーチング・マシンと言っても現在では種々な使われ方をしているが、基本的にはプログラム学習の効果的な実行手段としての機器であって、問題の提示、回答の入力、速やかな正誤の判定の仕組み、かつ個人ペースの学習、が満たされる機械であった。

1950年頃テープレコーダ、スライド、オーバーヘッド・プロジェクタ、テレビ、8ミリカメラや映写機などの普及に伴い、教師と学習者間の情報伝達の機械として視聴覚（AV-Audio Visual）的教材を利用する視聴覚教育が、学習の効率化に有効であると認められ、新しい教育理論が生まれた。

1960年頃になると、プログラム学習による個人別教授のシステムを発展させ、各フレームの提示装置、応答装置が直接計算機によって制御され、計算機と会話する形式で学習する CAI システムが開発され始める。

単に学習者がコンピュータと対話しながら行う CAI 機能だけに留まらず、教師が生徒個人の学習パターンを記録、蓄積、統計化して提供する CMI 機能に加えて、コンピュータ初心者講師でも、比較的容易にコースウェアを作成できるオーサリング・システム等も発達した。

これまで販売されてきた数学における CAI 教材は、ドリル型のもので計算結果に着目したものがほとんどである。また、入力された回答に対する処理も、それが正答か誤解かのみを判断して次の問題へ進むといったものが多い。

しかし、重要な事は教師にとっても、つまづいている生徒にとっても結果のみでなく、解に至るまでの経過の妥当をチェックすることである。

このような要求に対処する為には従来のドリル型 CAI では不十分であると思われる。そこで1970年代に入ると、それまでの CAI のもつ欠点を是正する為に、自然

言語処理や知識表現，推論といった人工知能の技術を利用した CAI の研究が活発化した．このような CAI を ICAI (Intelligent CAI) と呼ぶ．

それまで実現が困難であった機能，例えば

- ・ 自然言語を用いたシステムと学習者間の対話機能
- ・ 汎用的な教材や質問の自動生成機能
- ・ 任意の質問に対する応答機能
- ・ 学習者の理解状況を正確に診断する機能

などを実現し，より人間の教師に近い知的な振る舞いをする CAI の開発が ICAI 研究の目的であった．

教材の自動生成に重点をおくものや，学習者の誤り状態の診断機能を重視したものなど，多岐にわたっている．現在でもなお研究・開発途上にある技術が多く，今後の発展に期待している．

2.5 ICAI[6]

2.5.1 ICAI について

開発されてきた知的 CAI を目的・機能特色で分類すると，

- (1) 相互主導チュータ型知的 CAI (mixed initiative tutor) : コンピュータと学習者が自然言語を用いて相互に主導権を握りながら対話し，発見学習法で用いられるソクラティック問答法によって学習者が主体的に学ぶのを支援するシステム．
- (2) 高次診断評価機能をもつチュータ型知的 CAI (diagnostic tutor) : 学習者がおかす”誤りの指導”を行う診断機能をもつ知的 CAI．これは表面的な照合をするのではなく，学習者が問題を解く際にもっていると仮説的に推論される「より深い思い違い・誤り原因」を同定する”誤り目録知識”で駆動される．
- (3) マイクロワールド型知的 CAI : マイクロワールドは，子供に幾何学・物理学や音楽のような問題領域を探索させ，子供が自由に描く心の世界をコン

ピュータの世界に表現させながら探索的に学習を展開するのを支援するコンピュータ環境である．

- (4) コーチ型知的 CAI : コーチである．コーチは学習者の成果を注意深く観察し，”タイミングよく適切なアドバイス”を与える才能をもつ．問題解決的課題(シミュレーションとゲーム)に最も適している．
- (5) 明確な説明のできるエキスパート型知的 CAI : 質問に対して明確な理由が述べられる説明機能をもつシステムで，それには現象や会話より”深い知識”をシステムがもつ必要がある．問題解決や意思決定技能における教育訓練として利用できる．

上記の 5 つのタイプがある．

知的 CAI のシステム構成には，3 つの主要な機能について述べることができる．

- (1) 領域知識エキスパート (教材) : 専門家がもつ体系化された知識を構造化し，記憶された知識や不完全に見える知識から，新しい知識を生成して柔軟な対話を実現する．事柄・概念に対するオブジェクト知識，事柄を関係付け・推論する知識，知識を使う・計画を立てるメタ知識をいかに知識表現するか，教育的に発展性のある形で知識の構造化をはかる必要がある．
- (2) 高次診断エキスパートと学習者理解モデル : 学習者が事柄を概念化し，どのような推論を用いてきたか，その知識と推論の質，理解の特質をとらえるのが診断エキスパートで，その知識をルール化してシステム表現する．それを駆動して学習理解モデルを推論する．

提案されている代表的な学習者理解モデルの構築の枠組みを紹介すると，

- (a) オーバレイ・モデル (overlay model) : 学習者の獲得する知識や推論方法は，本来獲得しなければならないその部分集合であるとみなす考え方で，学習者の示す誤りは基本的に知識の欠落とみなされる．この方式は誤りの

種類が限定されるという欠点をもっているが、実現が比較的容易であること、また理解できているものとそうでないものの区別ができるという点から、多くの CAI システムで利用されている、

- (b) バギー・モデル (buggy model) : 知識の誤りや知識適用の誤りも学習者が獲得する知識・推論であり、その中にたまたまバグが含まれているとみなすものである。したがって、知識の欠落ばかりではなく、誤った理解や推論の誤りも同定できるという特徴をもつ。それには、学習者がおかしやすい”誤り目録”をあらかじめ分析用意し、学習者の応答行動から”誤り原因”を同定するための推論機構の構築が鍵になる。

- (3) 指導法略エキスパート : 知的 CAI の指導方略は、どんな教授や対話内容をいつどのように提示すべきかの最適化を記述する。教師主導の最適化モデルとともに、発見学習・主体的学習を支援するモデルが焦点になってくる。

以上は本格的な ICAI が実現した場合の機能である。このように ICAI への期待は膨らむが、それに比例して、実現の困難さが大きく認識されている。

2.6 コースウェアについて [4]

2.6.1 プログラム学習の原理と特徴

プログラム学習はテキスト・ブック、スライド、ティーチング・マシンなどにより学習プログラムを提示し、学習者に個別的学习をさせながら一定の課程を無理なく、確実に終了させる学習の方法を指す。

プログラムの組立ての形状にはいろいろ考えられているが、プログラムの展開に関して次の原理をふまえておく事が最小限必要な事とされている。

- (1) スモール・ステップの原理: 学習者は、各フレームを 1 つ 1 つ理解していけば、苦労が少なくしかも効果的で、永続性のある学習が出来るという点か

ら、フレームとフレームの間の知識の展開に大きな飛躍がない事が基本である。

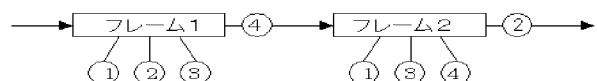
- (2) 積極的反応の原理: 各フレームは、原則として質問を含んでいて学習者がそれに答える事により、積極的にプログラムに働きかけ、思考するようになっていなければならない。
- (3) 応答の正誤の即時確認と強化の原理: すぐに正誤の判定が出されるとともに、正答に対しては適当なコメントを与え、成功感により学習意欲を振興する方法を採る。これは学習の強化 (Reinforcement) の原理である。
- (4) 自己ペースの原理: 理解力のあるものや、既に学習している内容については適当にスキップさせて、各自のペースに合った進捗で学習が出来る。
- (5) 反復練習の原理: 正しく学習が行われても、時間が経つとともに忘れていくものであるから、一度の学習でなく、同様な行為を何度も繰り返す事により記憶を定着させる。

2.6.2 学習プログラムの諸形状

上のような原理に基づく学習プログラムは、大きく直線形 (リニア形: Linear) と、分岐形 (ブランチング形: Branching) に分けられ、次のように区分されている。

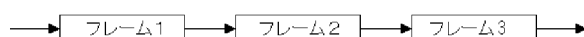
- (1) プレッシー形プログラム

各フレームは、知識を提示する部分とそれに関する質問が含まれ、同時にもっともらしい 3 ~ 5 つの解答群 (選択肢) が用意されている。学習者は解答の中から正答と考えるものを選択し、正答である場合だけ次のフレームに進む事ができる仕組みとなっている。



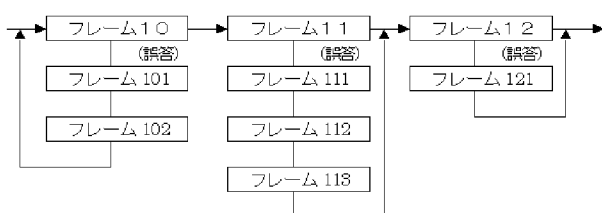
(2) スキンナーの線形プログラム

各フレームの質問には解答の選択ではなく、学習者自ら解答を試みる事を求めている。その為、学習プログラムは、解答完結式のフレームが直線的に配列され、逐次 1 ステップずつ進んでいく形式である。また Skinner は正しい行動が学習される為には、それが強化されることが必要と考えるため、誤答は直ちに訂正される事を原則とし、プログラムの途中で誤答を出さないように各フレーム間の知識の飛躍を出来るだけ少なく、手がかりとなる情報を適宜に挿入している。



(3) クラウダの分岐形プログラム

Skinner 形のプログラムでは、出来るだけ誤答をしないように工夫されるのに比べ、クラウダのものは誤答が他のフレームへの分岐として使われる。学習者はもっともらしい解答群の中から正答と思われるものを 1 つだけ選択し、正答を選んだ場合は次のフレームへ進み、誤答であれば他の回路にブランチし、誤りを訂正する情報を得て、正確に理解してからもとの流れに合流する。



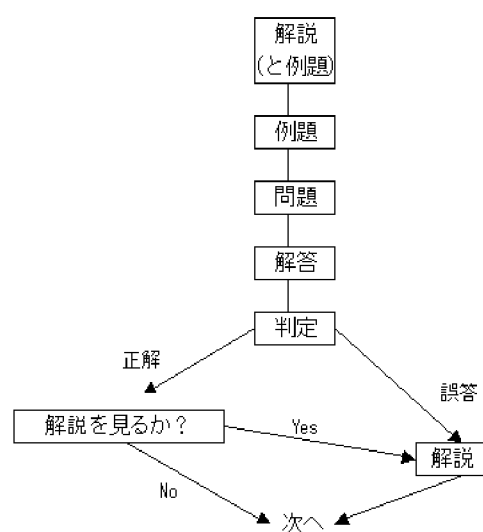
3 結果

3.1 コースウェアについて

UNIX についてのコースウェア学習終了時に、初心者が UNIX の基本操作を習得し、メールでのやりとり等及び、簡単なプログラムを書き、実行する事が出来るようになる事を目標とする。

また、本研究では対象者が初心者である為、図を取り入れるように努めている。図は必ず例題や解説と対比出来るようにしている。

コースウェアの流れとしては、クラウドの分岐形プログラムに基づき、流れとしては、解説、例題、練習問題の順に進むように作成している。練習問題では、正答の場合、誤答の場合で流れが変わる。正答の場合は、解説を見るか次に進むかを選択出来る。誤答の場合には必ず解説に進むようにし、次に確認のための類題に進む形をとっている。流れ図は以下の通り。[1]



コースウェアの流れ図

3.2 コースウェアの内容

UNIX を使うにあたって、最低知っておいてほしいことに内容を絞って作成してある (cf.[7][8][9][10]). 1 章から学ぶ事で、徐々に難易度の高い内容を学習していける

ような構成にしている。また、最初に章選択を設けているので、必要な部分からの学習も可能にしている。

作成したコースウェアについては以下に示す URL に設置してある。

<http://www.am.chs.nihon-u.ac.jp/~yaku/archive/thesis/a5497065-cai>

コースウェアの内容は以下の通り。

「UNIX 基本操作習得」

1 章 UNIX とは

2 章 基本操作法

2-1 UNIX 使用の為に

2-2 ファイル操作

2-3 ディレクトリ操作

3 章 会話 (talk)

4 章 電子メール (mail)

5 章 ファイルシステムの理解

5-1 カレントディレクトリ

5-2 ホームディレクトリ

6 章 保護モード

6-1 ファイルの保護モード

6-2 ディレクトリの保護モード

7 章 標準入出力

7-1 標準入出力, リダイレクション, パイプ

7-2 デバイスファイルの理解

8 章 画面エディタ vi の使い方

8-1 基本操作

8-2 基本コマンド

8-3 ファイルの便利な作り方

9 章 プログラムの作成及び実行

10 章 便利なコマンド

11 章 終わりに

3.3 ファイル構成

基本操作習得に必要な事は、以下のフレーム数でも学ぶ事ができる。しかし、より深い理解の追求から、必要に応じてフレーム数を増やしていく事も考えている。

作成フレーム数は以下のように構成されている。

	テキスト	GIF	問題
第 1 章	5	0	0
第 2 章	43	13	5
第 3 章	12	2	2
第 4 章	21	2	3
第 5 章	18	8	3
第 6 章	18	11	3
第 7 章	18	7	3
第 8 章	31	7	5
第 9 章	22	3	4
第 10 章	20	1	3
第 11 章	1	0	0
合計	209	54	31

ファイル構成

ディレクトリにあるファイルの指定。 - 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)

中止 更新 ホーム 検索 お気に入り 履歴 メール サイズ 印刷

アドレス(D) A*コースウェア*UND*2*cpcasu216.html 移動

リンク HotMail の無料サービス Microsoft Windows Update Windows インターネットの開始 チャンネル ガイド

ディレクトリにあるファイルのコピー (cp)

【例】

1、cp d1/aaa aaaと入力。

<画面>

```
% cp d1/aaa aaa      /*ディレクトリd1にあるファイルaaaをコピー。
%
```

この場合、ディレクトリd1にあるファイルaaaは次の図のようにディレクトリd1やd2と同じ階層にコピーされます。

```
graph TD
    Root[ ] --- D1[d1]
    Root --- D2[d2]
    Root --- EmptyDir[ ]
    D1 --- AAA1[aaa]
    D2 --- AAA2[aaa]
    EmptyDir --- AAA3[aaa]
```

ここにコピーされる。元のファイルは残る。

ページが表示されました

マイコンピュータ

216練習問題 - 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)

アドレス(D) 移動

リンク

練習問題

ディレクトリd1にあるファイルaaaを、ディレクトリd2の下にファイルa46
 という名前でコピーしたい。結果を下図のようにするにはどのようにコマン
 ドを入力すればよいか？正しいと思うものを下の選択肢から選べ。

```

graph TD
    Root[ ] --- File1[aaa]
    Root --- d1[d1]
    Root --- d2[d2]
    d1 --- File2[aaa]
    d2 --- File3[aaa]
    d2 --- File4[a46]
    
```

- 1、cp d1/aaa a46
- 2、cp d2/a46 d1/aaa
- 3、cp d1/aaa d2/a46
- 4、cp aaa a46

4 まとめ

本研究では UNIX 基本操作習得を目的とするコースウェアを作成した。初めて学ぶ人にわかりやすいことを目標として作成してきたので、最低これぐらい知っていればとりあえず UNIX を使える、という内容に絞った。その為、UNIX をより深く学びたい人にとっては物足りないと感じる内容かもしれない。

今後の課題は、より複雑な操作に関するコースウェアの追加とともに、学習者の意欲を高めるような工夫の必要であると思われる。ICAI の実現や、JAVA を利用した動画・音声を取り入れるなど、更なる開発の必要がある。

参考文献

- [1] F.Terada, M.Matsuyama, T.Syakushi, K.Sukoh, and T.Yamamoto, ENGLISH EDUCATION USING MULTI-MEDIA CAI SYSTEM—USE OF THE SYSTEM IN MEETING THE NEEDS OF ENGLISH LANGUAGE EDUCATION (1986), 319 – 324
- [2] Y.Adachi, T.Yaku, Y.Miyadera, K.Tsuchida, ADVANCED SOFTWARE MECHANISMS FOR COMPUTER-AIDED INSTRUCTION IN INFORMATION LITERACY, APECCIL'97, session8-4
- [3] 山本米雄, CAI の活用法, 夜久研究室資料 (コピー)
- [4] 山下英雄監修, 総合コンピュータ辞典, 日本経営出版会, 455 – 464
- [5] コンピュータ教育, 夜久研究室資料 (コピー)
- [6] 共立総合コンピュータ辞典日本ユニシス編第 4 版, 1247 – 1255
- [7] 中井猥著, わかる&使える UNIX 基礎講座 入門編, 技術評論社, 2000, 東京都, 183
- [8] 戸川隼人, ザ・UNIX, サイエンス社, 1991, 東京都, 170
- [9] 羽山博, 入門 UNIX, アスキー出版局, 1990, 東京都, 239
- [10] 竹島雄一郎, UNIX 講義ノート
- [11] 富山聖宣, HTML によるインターネット上の CAI コースウェアの実現, 日本大学文理学部応用数学科夜久研究室資料 (1998)
- [12] 佐々木俊, HTML によるインターネット上の CAI コースウェアの実現, 日本大学文理学部応用数学科夜久研究室資料 (1999)
- [13] 須郷志保, HTML によるインターネット上の CAI コースウェアの実現, 日本大学文理学部応用数学科夜久研究室資料 (1999)