



# インタラクティブ性に着目したコンピュータによる 教育支援に関する研究

柏木, 治美

---

(Degree)

博士 (学術)

(Date of Degree)

2001-03-31

(Date of Publication)

2007-10-16

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲2370

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1002370>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



博士論文

インタラクティブ性に着目したコンピュータによる  
教育支援に関する研究

平成 13 年 3 月  
神戸大学大学院自然科学研究科  
柏木 治美

# 目次

<b>1 序論</b>	<b>1</b>
1.1 研究の背景	1
1.2 研究の目的	2
1.3 本論文の構成	3
<b>2 メーリングリストの教育への応用</b>	<b>7</b>
2.1 はじめに	7
2.2 メーリングリストの特徴と教育への効果	7
2.3 実験方法	8
2.3.1 目的	8
2.3.2 参加者・被験者	9
2.3.3 導入方法	9
2.4 結果・分析	10
2.4.1 ML上の発言の種類と割合	10
2.4.2 学習者の意欲・積極性の向上	10
2.4.3 学習者の理解の深まり	11
2.4.4 教授者の役割と対応	13
2.5 考察	13
2.5.1 適した教授内容・教材について	13
2.5.2 適切な授業形態	14
2.5.3 学習者やクラスサイズについて	15
2.5.4 WWWやチャット, 対面型授業における協調学習との比較	16
2.6 結論・まとめ	16
<b>3 自発的・協調的学習を支援するためのメーリングリストのコーディネート</b>	<b>19</b>
3.1 はじめに	19
3.2 実験方法	19
3.2.1 目的	19

3.2.2	参加者	20
3.2.3	コーディネーション方法	20
3.3	3つのコーディネーション方法の比較	22
3.3.1	各方法におけるメール数とメールの内容について	22
3.3.2	各方法における特徴について	23
3.4	MLを含めた授業設計上のコーディネーション・ストラテジー	28
3.4.1	ML上でのコーディネーションについて	28
3.4.2	学期全体でのMLのコーディネーション・ストラテジーの提案	29
3.5	おわりに	30
<b>4</b>	<b>インタラク션을伴う語学学習教材の開発</b>	<b>33</b>
4.1	はじめに	33
4.2	システムの概要	35
4.2.1	システムの設計方針	35
4.2.2	システムの流れ	36
4.3	誤り指摘機構	38
4.3.1	問題出題部と学習者操作部	38
4.3.2	正誤判定部	40
4.3.3	誤り指摘文生成部	42
4.3.4	学習者の意図の推論と回答の優先化	45
4.3.5	学習者の意図確認問題の出題	47
4.4	試作システムの内部構造	48
4.4.1	オーサリング・システム	48
4.4.2	学習用システム	49
4.5	考察	52
4.6	おわりに	53
<b>5</b>	<b>英語学習 CAI システムにおけるオーサリング・システムの試作</b>	<b>55</b>
5.1	はじめに	55
5.2	システム全体の概要	56
5.2.1	システム全体の基本設計	56
5.2.2	学習用システムの概要	57

5.3	オーサリング・システムの設計思想	60
5.3.1	簡易な問題作成	60
5.3.2	問題作成における汎用性	60
5.3.3	作成した問題の配布・運用面への配慮	61
5.4	オーサリング・システム	61
5.4.1	オーサリング・システムの流れ	61
5.4.2	オーサリング・システムの基本構造	63
5.4.3	オーサリング・システムの構造詳細	65
5.5	考察	69
5.6	おわりに	70
<b>6</b>	<b>結論</b>	<b>73</b>
	<b>謝辞</b>	<b>79</b>
	<b>参考文献</b>	<b>81</b>
	<b>本研究に関する発表</b>	<b>89</b>

## 図・表 目次

図 2.1	授業サイクル	10
図 2.2	理解が深まっていく過程の事例	12
図 3.1	授業サイクル	20
図 3.2	学期中にやり取りされたメール数の変化	22
図 3.3	3つのコーディネーション方法の特徴	24
図 3.4	通常の対面授業より ML の方が良かった点	24
図 3.5	トピックあたりのやりとりの長さ	26
図 3.6	方法②と③における教師の介在について	27
図 3.7	方法①における教師の介在について	27
図 3.8	学期全体での ML のコーディネーション・ストラテジーの例	29
図 4.1	前置詞エリアと前置詞種別, 前置詞句表現例	35
図 4.2	システムの流れ	37
図 4.3	サンプル画面	37
図 4.4	問題出題と正誤判定の方法例	38
図 4.5	CS0/CT0 の確認問題例	44
図 4.6	CP0t の確認問題例	44
図 4.7	UDP が正解エリアを含む地点の場合	45
図 4.8	UDP が正解エリアを含まない地点の場合	46
図 4.9	around エリアの設定	47
図 4.10	学習者の意図が推論できない場合	48
図 4.11	オーサリング・システムの画面	49
図 4.12	学習用システムの内部構造	51
図 5.1	TPR 法用 CAI システム全体の概要	57
図 5.2	学習用システム概要	58
図 5.3	サンプル画面	58

図 5.4	位置を表す前置詞句に対応するエリア	59
図 5.5	オーサリング・システムでの教材作成手順	62
図 5.6	問題文作成画面	66
図 5.7	誤り指摘文作成画面	69

表 3.1	3種類のコーディネーション方法	21
表 3.2	各コーディネーション法で行われたMLでやりとりされたメール数	28

表 4.1	画像オブジェクトの分類	39
表 4.2	問題に出てくる画像・前置詞エリアの略称	39
表 4.3	正誤判定条件と判定内容	41
表 4.4	誤りの種類や回数に応じた誤り指摘文パターン	42
表 4.5	回答の優先順位例	45

表 5.1	クラス定義（ユーザ定義オブジェクト）	64
表 5.2	誤り指摘英文パターン	68

# 第1章

## 序論

### 1.1 研究の背景

社会が変化し教育の形態や方法が多様化するとともに、コンピュータ・ネットワーク技術が教育形態に盛んに取り入れられている。このような中でも、ネットワークを介して協調学習を行ったり、コンピュータにより細やかに学習を支援するといったインタラクティブな教育形態の重要性はよく議論され [秋田 00, 坂元 98], その実現に向けて多くの研究実践が行われている。

このようなコンピュータ・ネットワーク技術を利用したインタラクティブな教育形態に関する研究は、大きく2つに分けられる。1つは学習環境のデザインに関するものであり、もう1つは教育支援用システムに関するものである。

学習環境デザインに関する研究には、衛星通信等を用いた遠隔教育システムの開発や実験 [近藤 99, 三好 00, 中川 97, 白戸 00, 田中 99], 電子メール, World Wide Web (以下 WWW) [亀山 99, 村田 98, 村田 99, 仲林 97, 丹羽 98, Okaza96, 白井 97, 戸越 98], 電子掲示板 [東海林 99, 八崎 98], チャット [Chun94, James00, Kern95], TV 会議 [藤木 99, 廣瀬 97, 望月 99, 南部 99, 大元 99] 等の既存ツールをどのように教育形態に活用するかに関する研究, ツールを取り入れた授業設計や授業実践に関する研究 [天野 00, 長谷川 00, 刈宿 00, 森 00] がある。

教育支援用システムに関する研究では、マルチメディア技術を応用した CAI の研究 [平野 99, 李 95, 田中 96] や人工知能を応用した知的 CAI の研究 [掛川 00, 國近 00, 李 94, 李 97b, 仲林 97, 岡崎 97, 山本 90, 山本 93] から、教育システムにおける音声処理・認識技術 [Bern90, 李 95, 李 96, 李 97a, 峯松 00, 中川聖 97] や自然言語処理技術 [池原 93, 掛川 00, 李 94, 李 97b, 山本 93] といった技術面に関する研究まで幅広く行われている。これらのうち CAI システムに関する研究には、学習者が使う際に教師が介在しないもの [李 96, 西村 99a, 西村 99b, 山本 90, 山本 93] と、教師の手を必要とするもの [池原 93, Ogata98, 矢野 97] がある。またネットワークを利用したもの [仲林 97, Ogata98, 岡崎 97] も見られる。



## 1.2 研究の目的

本研究の内容は、コンピュータ・ネットワーク技術で支援するインタラクティブな教育形態に関する研究のうち、学校教育における協調学習や、教師と個々の学習者との個人学習をコンピュータ・ネットワーク技術で支援することを目的としている。即ちこのような技術により

- ・ 学習者が教師や他の学習者と共に学び合う事や、
- ・ 学習者がコンピュータと対話等を行うことで、より深い理解や習得を得る事を支援するものである。

特にここでは、実用可能な技術やシステムを実際の教育現場にどのようにフィットさせ適用させていくかを研究することに焦点を置いている。教育現場へのこれらの技術やシステムの適用を考えることにより、システムを含めた統合的なカリキュラム、教育方法、教師の役割、教育現場でシステムに求められる機能といった点までを探り、コンピュータ・ネットワーク技術を利用した教育システム全体の構築と運用に貢献できるからである。このため、技術的な視点と教育的な視点の両方を含む総合的な見地からのアプローチが重要であると考え。そこで、

- (1) 既存技術の特性を理解した上で、それらをいかに教育形態に取り入れ、生かしていくか、
  - (2) 教育側からのニーズを把握し、それをいかにシステムに反映させるか
- といった応用技術的な見地からの研究を行う。

本論文では上述した点を考慮して、主に2つの研究分野に取り組む。1つはネットワーク上の学習者間や教師と学習者間の協調学習を支援することを考える。ネットワーク上の協調学習に関する研究としては、電子メールや電子掲示板、WWW、チャット、TV会議等を利用したものがある。なかでも電子メールやメールを利用したしくみであるメーリングリスト（以下ML）はコミュニケーション・ツールとして日常的にも利用され、協調学習環境の構築に活用されている。これらの研究のうち、多くは遠隔地の教師対学生あるいは学生同士のコミュニケーションを支援するもの[赤堀99, Gerler95, Inaba95, 美馬97, 美馬98, 美馬99, 森田99, 中山99, Nojima95, Poling94, Rust95, 田邊99, 山内99, 吉岡99]である。これは直接顔を合わせる対面型コミュニケーションができない遠隔地にいる学習者のやりとりを補おうとするものである。これに対して、クラス内の、即ち対面でコミュニケーションできる、遠隔ではない学

習者の間でネットワーク上の学習環境を作るものはまだ少ない。そのため、電子メールやMLを1つのクラス内の授業に取り入れた場合に、それがどのような役割を果たし、対面の授業とどのように補完しあっていくのかを見ていくことも重要な研究課題だと言える。ここではMLのツールとしての特徴を分析した上で、この特徴をうまく活用することにより、授業とMLを併用した授業形態を作る。この時、どのようにすればうまくMLを取り入れて、より良い授業形態や学習効果を生み出せるかを検討し、ネットワーク技術の特徴を生かした教育形態を考える。

2 つめは教師と個々の学習者との個人学習をコンピュータ技術で支援することを考える。本研究では、インタラクティブに学習を進めていく代表的な形態の1つである語学学習用CAIシステムを取り上げる。語学学習を目的とするCAIシステムに関する研究には、システムと学習者の対話をより自然に行うための音声処理・認識技術といった技術面に関する研究や、構文解析や教授知識といった点に重点を置いた知的CAIシステムの研究などがある。これらの研究では、技術改良や技術利用に重点を置いて研究が行われている。これに対して本研究では、教授者側の視点をシステム開発にうまく取りこむことや、既存の教授法の中でコンピュータ技術が活きることを重点において研究を行う。ここでは外国語教授法の1つであるTotal Physical Response法（以下TPR法）をCAI上で実現することを考える。TPR法は英文指示に対して動作により反応する教授法であるが、これをCAI上で実現するために、コンピュータ上の画像のマウス操作により回答するシステムを作る。これにより、語学教師の役割を支援し、学習をスムーズに進めるようなCAIシステムの開発や、コンピュータと学習者のインタラクションのあり方、教育現場で実際に求められる機能について検討する。

### 1.3 本論文の構成

本論文の2章以下の構成は次の通りである。

- 2章 メーリングリストの教育への応用
- 3章 自発的・協調的学習を支援するためのメーリングリストの  
コーディネーション
- 4章 インタラクションを伴う語学学習教材の開発

## 5章 英語学習 CAI システムにおけるオーサリング・システムの試作

## 6章 結論

2章では、MLというコミュニケーション・ツールとしての特性を生かした上で、協調的・自発的学習を支援することを考える。まずMLが持つ「対話性」「日常性」「非同期」「情報の選択」等の特性により、「気楽さ、学習に対する敷居の低さ」「考える時間」「学習者の興味やレベルに対応」といった、学習に対するMLの特性が生まれることを挙げる。次にMLを通常の対面の授業形態に取り入れることにより、これらの特性が、

- ・学習意欲や学習者の積極性の促進
- ・他者や自己に対して説明を行うことによる理解の深まり
- ・他者が問題解決や説明をしているのを観察することによる知識の獲得

といった学習効果をもたらすことを導き出し、MLがインタラクティブな学習形態を支援し、効果を上げることを示す。そしてMLを取り入れて効果的な学習を行うために、適した教授内容、授業形態、ML上の運営形態等を検討することが重要であることを示す[Kashi97a, 柏木97b]。

3章では2章の結果を踏まえ、さらに教授内容、授業設計、ML上の運営方法、学習者等の条件の違いにより、どのような特徴が生まれるかを分析する。ここでは、学習者の意欲・理解面を支援するためにどのようにMLを運営すればよいかといった「ML上のコーディネーション」に焦点を置き、自発的・協調的学習を実現するために、ML上の様々なパターンのコーディネーション方法がどのような効果をもたらすかを分析し、MLを取り入れた授業設計及びMLのより良いコーディネーション方法を探る[Kasi00b]。そしてそれぞれのコーディネーション方法に長所・短所があることを示す。同時にMLを取り入れた授業計画を考える場合に、考慮すべき点について述べ、MLを取り入れたコーディネーション・ストラテジーを提案する。この例では、学期全体でのMLのコーディネーションについて、特に学習者の意欲面と理解面のバランスを取ることを挙げる。即ち学期前半のML上では、学習者のMLに対する慣れ、これは他の参加者に慣れるという面と、ネットワーク上のコミュニケーションに慣れるという2つの面があるが、これらを重視する。この時期の学習項目については、用語説明や操作方法などの基本的な内容のものにし、基礎知識の理解に重点を置く。学期後半はML

上でのやりとりに慣れてきた時期でもあり、学習項目の理解目標を、複数の知識を組み合わせて考えたり、実社会での応用を考えるようなレベルのものにまで徐々に発展させる。

4章と5章では教師と学習者間のインタラクションを中心に、いかにすればコンピュータが有効なフィードバックを与え、教師対個々の学習者の個人教授等を支援することができるかを考える。

4章では、TPR法を実現するための語学学習教材を題材に選んだ。ここではコンピュータと学習者のインタラクションに焦点を置き、学習者の行ったマウス操作により、「どこをどう間違えたのか」を指摘し、誤りの種類により異なる誤り指摘を行う誤り指摘機構[柏木99]や、複数の回答候補がある場合に回答候補に優先順位をつけることにより、学習者の意図を推論する機構等を試作した[柏木00a]。これにより正解・不正解の単純な表示だけでなく、誤りの種類や回数に応じて指摘内容を変えることができることを示す。また短い間隔で回答→判定を繰り返す「掛け合い的」な学習を実現することができ、TPR法の特徴を生かした学習活動がCAI上でも実現できることを示す[柏木00d]。試作したシステムについては、中学生に試用した結果、上述したマウス操作による回答方法や誤り指摘機能、推論機能により、実際のTPR法で行われるような教師と学習者のインタラクションを、コンピュータにより実現できる可能性があることを確認できた。

5章では、4章のTPR法用CAI教材を作成するためのオーサリング・システムについて述べる[柏木00c]。ここでは実際の教育現場で利用することを想定して、

- ・比較的簡易に問題作成できる。
- ・簡単に問題作成するために限られてしまう条件の中で、問題のヴァリエーションを増やす。
- ・問題の配布や変更が行いやすい。

といった点を考慮して、システムを試作する。

本システムでは、教材作成に必要なデータを取り扱うために複合オブジェクトを作り、学習用システムに引き渡すデータ全てをこのオブジェクトに格納する。これにより、単語と画像データや、単語と問題文・誤り指摘文を連動させ、

画像を自由に配置したり, 1つの場面で画像を複数回利用する事等を実現する。また誤りの種類に応じて誤り指摘文パターンを設定することにより, 問題作成者が単語・前置詞句と誤り指摘文パターンを選択するだけで, 学習用システムでは, 誤りに応じて異なる誤り指摘文を自動的に生成する機構を持たせる。さらに外部ファイルを利用することにより, 問題をテキストファイルで保存する。これによりコンパイルしてオブジェクトをシステム内部に取りこむ必要をなくし, 問題の修正変更や配布を容易にする。

試作したオーサリング・システムについては, 試用結果の考察を行い, 今後の課題について述べる。

6章では, 2章から5章までを総括し, 双方向な教育形態の重要性を再度確認するとともに, これを実際の教育の場に適応させていくために必要な点について述べる。またこれらの教育形態を取り入れた授業実践の将来展望と今後の研究課題についても述べる。

## 第2章

### メーリングリストの教育への応用

#### 2.1 はじめに

コンピュータ・ネットワークの普及により、電子メールや電子掲示板、WWW、チャット等のツールを利用した学習形態が取り入れられ、研究実践が行われている。中でもこれらのツールを協調学習に活用している研究が見られるが、このような研究の多くは1.2で述べたように、遠隔地の学習者間や教師と学習者のコミュニケーションを支援するものである。これに対して、対面でコミュニケーションできる、即ち遠隔ではない学習者の中で、ネットワーク上の学習環境を作るものは少ない。

本研究では後者に焦点を置き、1つのクラス内の授業にMLを取り入れ、通常の授業だけではカバーできない授業外（時間外）学習の部分を支援し、かつインタラクティブな授業形態を実現することを考える。ここでは神戸大学学生に対して、通常の講義にMLを組み合わせた授業を行うことにより、MLが授業中以外の時間を使い授業の効率性を高め、学習者の自発的かつ協調的学習を促進することを検証する。さらに本事例における実際のデータにもとづき、適切な教授内容・授業形態・MLの運営形態を検討し、有効なMLの利用方法を考察する[Kashi97a, 柏木97b]。

#### 2.2 メーリングリストの特徴と教育への効果

本研究では、先に述べた授業形態の実現のために、MLのツールとしての特徴を分析し、それらの特徴を最大限に生かすような授業への利用方法を探る。MLの特徴としては以下のような点が挙げられる。

- (1) 基本的に電子メールによるやりとりなので、操作が簡単である。
- (2) 形態的には手紙の形式とほぼ同じであり、またML上で交わされるやりとりは日常会話型なので親しみやすく、「気楽に・いつのまにか・無意識に」参加している状態になり、教師と学習者また学習者間のコミュニケーションの

垣根が低くなる。

- (3)他の参加者からの発言は自動的に送られてくるため、自分の電子メールボックスを見れば、発言していなくても「受動的に」他人の発言を読むことができる。
- (4)ML は参加者全員に自動的にメールを送ることができる同報性や、双方向性があり、インタラクティブに話や議論を進めていくことができる。また ML 上では対面型の授業とは異なり、教師の ML 上への参加度を変えることにより、「教師の存在」というものをコントロールすることが可能になる。
- (5)メールを読むことができる環境があれば、いつでもどこでも自由な時間に学習できる。
- (6)メールによりやりとりは、実際にはリアルタイムのやりとりではないことにより、考える時間が十分にある。これにより学習者は自分の発言や他人の発言を読みながら自分の思考過程を振り返り、考えを深めていくことができる。
- (7)1つの話題が提供されると、ML 上ではそれについていつでも対応することができ、そのやりとりに一連の流れができる。このようなイベント・ドリブンの形態により、一気に結論や正解へ到達するのではなく、プロセスを追って徐々に理解を深めるといった学習が可能になる。
- (8)メールという形で情報が送られてくることにより、興味のあるメールから読むなどの情報の選択をすることができる。これにより教室という環境の中では実現しにくい複数の話題について同時並行的に話し合う環境を作ることができ、学習者の興味やレベルに対応することが可能になる。

ここではこういった特徴を利用した効果的な協調的・自発的学習の方法について、実際の授業への適応実験をもとに考察する。

## 2.3 実験方法

### 2.3.1 目的

本章では、ML を取り入れることにより一方向的な授業形態を改善し、インタラクティブなやりとりにより協調学習の形態を実現する。ここで言う協調学習とは以下の(1)～(3)をねらいとする。

- (1)通常の講義形式では受け身になりがちな学習者の意欲や積極性を引き出し

自発的な学習を促す。

(2) 授業内容に対する学習者の理解を深める。また(1)(2)を支援する手段として(3)が大きいと思われる。

(3) 教授者は学習者の理解度をモニタすることにより、彼らの学習過程に柔軟で適切に対応する

上記の3点について実現の可能性を検証する。

### 2.3.2 参加者・被験者

神戸大学学部2・3年生35人を対象にした。学生は文科系学生で、コンピュータやネットワークを専門とする学生ではなく、知識や経験は個人により差があった。受講した全員が1年生の時点で、コンピュータの基本操作(ワープロ・通信・グラフィックス・簡単なプログラミング)に関する授業は履修していたが、電子メールに関してはその内の多くが2,3回メールを送った経験を持つ程度であった。しかしアンケートの結果より全員がコンピュータに興味を持っていたり、電子メールを使いたいと思っていた学生であった。講義は「ソフトウェア環境論」という授業で、90分の選択科目であり、授業の主な内容は「オペレーティング・システム(以下OS)の働きとその利用方法」、「アプリケーション・ソフトウェアとOSとの関わり」、「プログラミング技法」等である。

### 2.3.3 導入方法

授業は図2.1に示すような構成で行った。MLは授業を補完するものとして、2,3人の学生に毎回授業で扱った内容をまとめたものを教師の指名によりあるいは自主的に送ってもらうとともに、それに対してまたは原則的に授業に関連する内容について、疑問点を出し合ったり説明・解説を送るという形態で行った。ML上でやりとりされたトピックについては、次の授業で復習・確認のための解説や説明を行った。



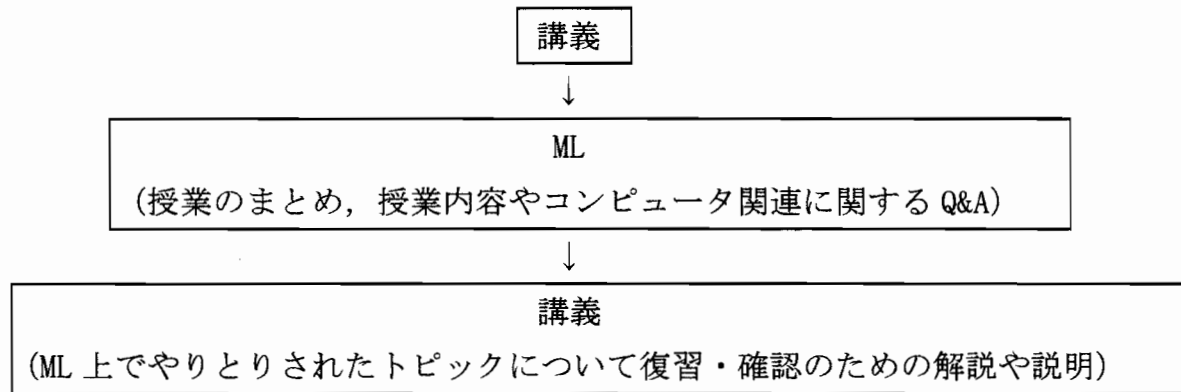


図 2.1 授業サイクル

## 2.4 結果・分析

### 2.4.1 ML 上の発言の種類と割合

ML 上で流れた発言(メール)の種類と割合は以下の通りであった。

授業のまとめ：13%(18 通)

質問：35%(48 通)

解説・説明：32%(44 通)

関連する個人の考え・解釈：7%(9 通)

その他：13%(17 通) (計 100% : 136 通)

(他に課題レポート：28 通，アンケート：20 通があり，それを含めると合計 184 通)

期末レポート・アンケート回答を除く 136 通のメールのうち，2/3 が講義内容やアプリケーションの設定などについてのやりとりであった。また約 20% の学生が発言には参加しなかったが，アンケート結果により，送られてきた発言は全て読んでいたことがわかっている。これにより ML 上で話し合われた話題については参加者全員が共有する話題であると言える。さらにこれらの話題が通常の授業中でも取り上げられるといったことが見られ，学習者の積極性が対面型の通常の授業にも転移してきていることが観察できた。

### 2.4.2 学習者の意欲・積極性の向上

ML 上での発言や教師側からの観察によって学習者の意欲や積極性の向上は

確認できたが、学生に対するアンケート結果によっても「全員が自分から勉強しているという意識を持って」おり、また約2/3の学生が「授業外の学習時間は通常の授業のみの形態に比べて増えた」と答えている。さらに「授業に参加している時の気分は、通常の講義と比べてどうでしたか？」という問いに対しては「集中できる・積極的になれる、気軽、楽しい、新鮮、理解が深まる」と答えた学生が多く、MLを取り入れることにより学習という行為自体も増え自発的な学習環境を実現できている。他の参加者に対する親近感に関しても、アンケート結果から親近感が高まっていることがわかった（学生対教師：70%、学生対学生：90%）。また何人かの学生は発言しなかったが、送られてきた発言は全て読んでおり途中で授業から脱落していくこともなかった。ML上では参加者全員が発言を読むことができ、他の参加者からのメールに刺激されることにより疎外感や挫折感を持つことがなく、発言を読んでいるだけでもいつのまにかMLに参加しているように感じさせることができた。そしてMLでの発言が増えるに従い、授業時の学生からの発言も増えた。ML上でのうちとけたコミュニケーションが、学生同士、学生と教師間の親近感を高め、それが授業にも派生したと考える。

### 2.4.3 学習者の理解の深まり

授業内容に対する理解については、アンケート結果より80%の学生が「理解が深まった」、全員の学生が「MLの情報が授業内容の理解に役に立った」と答えている。またML上でのやりとりから実際に学生の理解も深まっていることが確認できた。これは、ML上での学生同士の対話的やりとりにより「授業中ではできない単純な質問ができた」「学習者自身が文章を書くことにより、また他人のメールを読むことにより、学習事項を把握したり見落としとしていた点を発見することができた」ためと考える。ここでは図2.2のような事例を挙げ、文章を書くことや他人のメールを読むといった学生の活発なインタラクションにより理解が上がった例を挙げ、理解が深まっていく過程を見ていきたい。

事例の話題は「サーバ vs クライアント」である。このやりとりから学生が協調学習の中で徐々に理解を深めかつその理解を参加者の間で共有していく過程が観察できる。また彼らの「～なのでは?」「じゃないでしょうか?」「きっと～だと思う」といった発言から、学生が自分達の考えに対する自信を徐々に深

めていく様子も伺える。

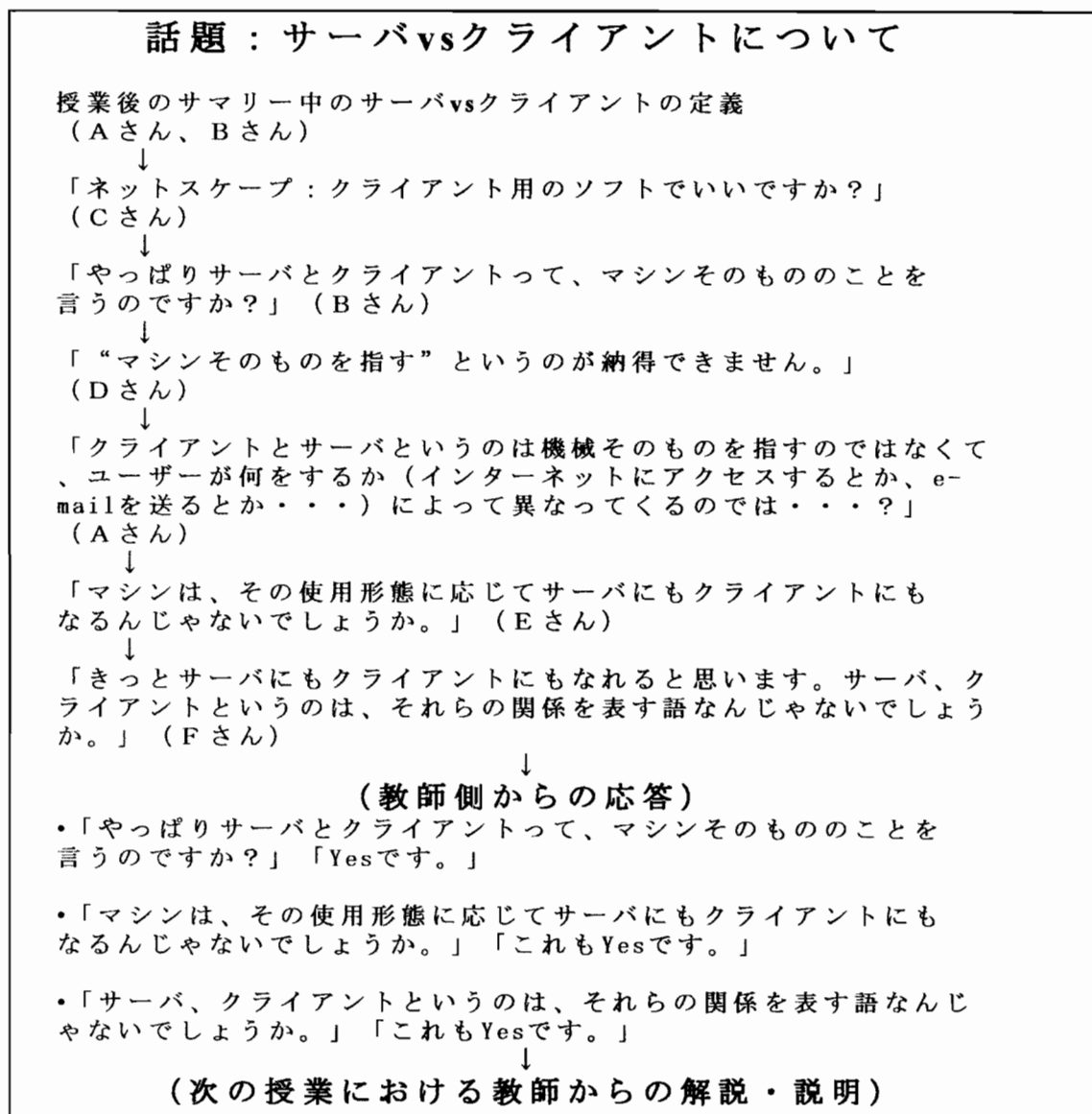


図 2.2 理解が深まっていく過程の事例

さらにこれらの学習過程から、殆ど全員の学習者が自分のレベルに応じて徐々に理解を深めていく様子が観察できた。ML上では「考える時間がある」ことにより、通常の授業だけでは対応できない「授業が終わってから気づいた疑問点」「授業中だけでは理解できなかった学習者」をも支援することができ、またML上では各々の学習者が、自分自身の理解のレベルに応じて、「発言を読む」、「自分から発言する」など、情報や行為を選択することができる。こういった「時間を効率良く使えた」「学習者自身の理解のレベルに応じてMLを利用できた」

ため、学習者全員がそれぞれのレベルに応じて理解を深めていくことができた  
と考える。

#### 2.4.4 教授者の役割と対応

図 2.2 の例をもとに、教師側の役割と対応について検証する。図 2.2 の例で  
は、教師は学生の発言をモニタしながら簡単に応答することにより、彼らの思  
考の方向性が正しいことを示し彼らの理解をさらにおし進めるよう促している。  
そして次の授業の際に、話題に対する解説・説明を行い、学生が不十分な理解  
に終わらないように配慮している。教師側が学習者の学習過程をモニタしながら  
適切に対応したため、学習者は自発性を高め、理解を深めることができた。こ  
のような学習過程の例からも教師の役割と対応の重要性が確認できる。

## 2.5 考察

上述した結果・分析から ML と授業を組み合わせた場合の有効性は実証された  
が、さらに ML を有効に利用するために運営上考慮すべき点について考察する。

### 2.5.1 適した教授内容・教材について

ここでは、前節で取り上げた実験以外に、他の授業に対しても実験を行った。  
これらの実験で取り上げた授業としては情報科学関連の授業が多く、議論が活  
発に行われた話題としては、用語の意味や実社会で具体的に利用されているも  
のに関することが多かった。これらの話題においては、単に知識として知って  
いるだけでなく、実際にどのようなメカニズムなのか、なぜそうなっているの  
かを考える部分が多く、ML 上でのやりとりを通じて学習事項の核となる部分の  
理解を深めていくことができたようである。こういった、教授内容に対してさ  
らに理解を深める場合に ML が有効であった。これと同じように内容のより深い  
理解のために ML を使うことができるかどうかについて、情報科学の授業以外に、  
英語の授業に応用する実験を行った。その結果、単語や英文について、辞書を  
調べれば訳はわかるが、その意図するところや背景がわからないといった部分  
を理解する場合に有効であった。これらから、その他の多くの教科においても、  
教授内容のより深い理解に関わるものに ML は有効ではないかと考える。

### 2.5.2 適切な授業形態

ML と対面型の授業を組み合わせる場合は、授業の目標や学習者の理解度を考慮して形態を考える。

#### (1) ML を取り入れた授業設計について

授業設計については、授業と ML を組み合わせることによる効率性を考えて授業計画をたてることが重要である。ML を取り入れた場合、授業内容が理解できている学習者は必要な部分を選択して読めばよい。また理解が不十分な学習者は ML 上で授業の復習・補足をすることにより、次の授業までに理解できていない部分を補うことができる。このように ML は理解度のレベルに応じて各個人が自身に適した利用のしかたを選択できる点において大きな利点がある。従って授業設計の段階では、ML 上で取り上げる話題の選択や、授業との連携に注意する必要がある。授業との連携については、ML を授業と随時並行して運営するのか、授業の中の一部でだけ運営するのかといった点についても考慮する必要がある。

#### (2) ML 上のコーディネートについて

ML をコーディネートする場合は、特に教師側の介入のしかたが問題である。教師側は場面に応じて、以下のようなモニタリング、理解面での支援、意欲面での支援、ML 上の進行や運営に関わる介入、といった役割を果たす必要があると考えられる。

##### 【モニタリング】

##### ● モニタリング

教師は学習者のやりとりや思考過程をモニタし、彼らの理解レベルを把握するとともに、ヒントや助言に対する学習者のニーズにいつでも応えられるように準備する。

##### ● 待ち・沈黙

学習者に主体的に考えさせるため、教師があえて答えなかったり（沈黙）、他の学習者から発言が出てくるのを待つ（待ち）ということも一つの方策として持っておく。

**【理解面での支援】**

## ● フォロー・理解の整理

教師は学習者自らに考えさせるために、彼らの発言に対して質問を返したり、「そうです」「少し違います」等の簡単な反応を返す。また学習者の発言の中で重要な部分を抜き出す。さらに彼らの発言を教師の言葉で言い換え要約し、やりとりの流れを整理して、話の方向を確認する。

## ● 指導・助言

教師は学習内容をスモールステップに分解することにより、学習者が段階を追って理解できるように細かな助言を行う。またヒントや新しい視点を提示することにより、彼らの理解を促したり、新しい考えが生まれるのを支援する。

**【意欲面での支援】**

## ● 励まし、質問、応答

教師は学習者の発言に対して興味を示したり誉めたり、質問することにより、彼らの意欲やMLへの参加を促す。

**【ML運営上のコーディネーション】**

- 教師は、MLでの発言について基本的なルールを決め、運営上のフレーム・ワークを作る。
- 学習者が学習項目に集中できるように発言の整理を行ったり、場合によっては話題の精選や別MLの立ち上げといったフィルタリングを行う。

**2.5.3 学習者やクラスサイズについて**

学習者については、今回、コンピュータ操作に慣れていたりネットワークに関する内容をよく知っている学生は少なかったが、殆ど全員の学生が電子メールを利用することに興味を持っている学生であった。また学生間で、授業内容に対する知識レベルにある程度差があったため、質問する側と説明・解答する側という役割分担が見られた。こういった学習者のネットワークに対する興味と彼らの授業内容に対する知識レベルの間にバランスが取れているかどうか、MLを活発にし理解を深める一要因になると考えられる。このような興味や知識面に加えて、ML上では直接対面で話すのではなくメールでやりとりをすること

になるため、自分の考えをまとめて、それを伝えることができなければならない。また場合によっては、直接顔を合わせたことのない参加者と話す場面も出てくる。このような状況に対応するために、「ネットワーク上のコミュニケーションに慣れる」「他の参加者に慣れる」といった点に慣れておく必要がある。

クラスサイズについては今回の実験だけでなく、他の授業へのMLの導入を行った結果、30～50人といったサイズだけでなく、100人近いクラスでも運用は可能であった。但し、多人数の場合には交替で発言させる等の運営の仕方を工夫する必要があると考える。

#### 2.5.4 WWWやチャット、対面型授業における協調学習との比較

協調学習には、MLの他にWWWやチャット、対面型の授業を用いたものがある。これらを用いた協調学習方法とMLを用いたものを比較すると、例えばWWWはやりとりされた発言がホームページ上に残るということから情報の蓄積という利点はあるが、気軽に発言しにくくなり、活発なやりとりが減ってしまうという面がある。このため双方向の協調学習というよりは一方向の情報提示に向いていると考える。またチャットや対面型授業といった方法では即答性が必要とされ、時間的に制約が生まれるのに対し、ML上ではじっくりと考えをまとめることができるという特性を持っており、このことが他の方法では実現しにくい、より高い学習レベルでの協調活動を可能にしたと考える。

## 2.6 結論・まとめ

本章では、MLを1つのクラス内の授業に取り入れ、MLの特性を利用した効果的な協調的・自発的学習の方法について、実際の授業への適応実験をもとに考察し、以下のような利点を有することが示された。

- ・MLが持つ日常性、気軽さ、会話性により、学習者の積極性や学習意欲を増進させることができる。
- ・ML上の会話形式のインタラクションにより、学習プロセスを学習者に提示することができ、理解が深まる。
- ・教授者は参加介入度をコントロールすることにより、やりとりにあまり介入せず、学習者のやりとりをモニタし、自発性を保ちつつ彼らの学習過程に柔軟することができる。

これらの結果から ML を取り入れた授業形態は、対面のみでの授業形態の弱い部分を改善し、双方向の教育形態を実現する可能性があると言える。しかしこのような授業形態を考える場合、上述した、(1)適した教授内容、(2)適切な授業形態、(3)ML 上の運営形態、等の検討が重要であるということが示された。





## 第3章

# 自発的・協調的学習を支援するためのメーリングリストの コーディネーション

### 3.1 はじめに

ネットワーク技術の発達により、教育の分野においてもこれまでは不可能だった人間間でのコミュニケーションが可能となり、電子メール、WWW、電子掲示板、TV 会議等を利用した新しい協調学習環境が生まれている。

本研究ではこれらのしくみの1つであるMLを授業に取り入れ、2章ではMLの特徴を分析し、MLを取り入れた効果的な協調学習の方法について、授業における実践をもとに考察した。その結果MLは学習への自発性をもたらし、ML上の学習者同士のやりとりにより、課題によっては徐々に理解を深めていくプロセスを見ることができ、協調学習に有効であることがわかった。それと同時により効果的にMLを取り入れるためには、以下のような

- ・ML上で取り上げる際に適した教授内容・題材
- ・MLを取り入れた授業設計
- ・ML上の運営方法

といった点を考慮しなければならないことがわかった。

本章では、学習者の意欲・理解面を支援するためにどのようにMLを運営すればよいかといった「ML上のコーディネーション」に焦点を置き、自発的・協調的学習を実現するために、ML上の様々なパターンのコーディネーション方法がどのような効果をもたらすかを分析し、MLを取り入れた授業設計及びMLのより良い運営方法を探る[Kasi00b]。

### 3.2 実験方法

#### 3.2.1 目的

自発的・協調的学習を実現するために、ML上での教師の介在度や運営方法を

変えることにより、教育的にどのような特徴や効果があるかを検証する。この検証のために、本研究では複数の授業にMLを取り入れる実験を行った。本章では、これらの実験のうち、1999年度「ソフトウェア環境論」という授業において、3種類の異なるコーディネーション方法をML上に取り入れ、学習者の意欲面や理解面を支援するためのより良いコーディネーション方法を探る。

### 3.2.2 参加者

参加者は神戸大学学部2・3回生88人を対象にした。学生は複数の文科系学部の学生で、コンピュータやネットワークを専門とする学生ではなく、知識や経験は個人により差があったが、全員コンピュータの基本操作は知っていた。

### 3.2.3 コーディネーション方法

授業は基本的に図3.1に示すような構成で行った。MLは授業を補完するものとして取り入れる。毎回の授業が終わるごとに、ML上に2,3人の学生が授業内容のまとめを送ってもらうとともに、それに対してまたは原則的に授業に関連する内容について、疑問点を出し合ったり説明・解説を送るという形態で行った。やりとりは基本的に学生が中心になって行う。教師はML上でやりとりされたトピックについて、次の授業の際に解説や説明補足を行う。

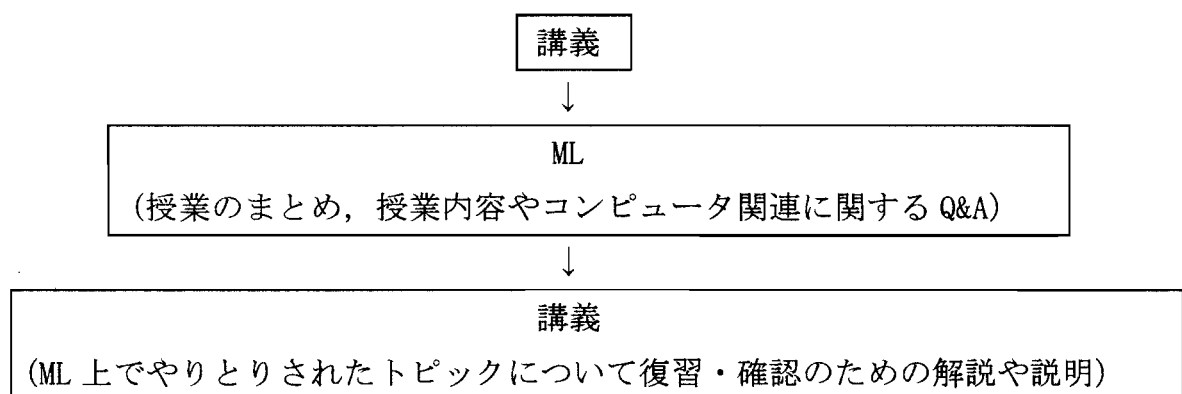


図3.1 授業サイクル

3種類のコーディネーション方法は表3.1の通りである。

- ① 教師はML上でのやりとりには基本的に参加しない。学生によるやりとりが中心に行われ、教師は学生のやりとりをモニタして、授業で、MLのやりとりの内容について追加説明・補足する。

- ② ML上でのトピック提供は学生が行う。教師は学生のやりとりをモニタしながら必要な場合は彼らの発言に対して質問を返したり、「そうです」「少し違います」等の簡単な反応を返す。
- ③ トピック提供は教師と学生の両方が行う。教師はML上のやりとりに積極的に参加し、学生の発言の中で重要な部分を抜き出したり、やりとりの流れを整理して話の方向を確認する。また学習内容を細分化することにより、学生が段階を追って理解できるようにする。そしてヒントや新しい視点を提示することにより、彼らの理解を促したり、新しい考えが生まれるのを支援する。

表 3.1 3種類のコーディネーション方法

コーディネーション方法	トピック提供者	教師の役割
方法①	学生	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 基本的に ML には参加せず、学生のやりとりをモニタする。</li> <li>● 授業の際に ML 上のやりとりについて補足・説明を行う。</li> </ul>
方法②	学生	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 学生のやりとりをモニタしながら、必要な場合にのみ発言する。</li> </ul> <p>→学生の発言に対して質問や簡単な応答</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 別 ML の立ち上げ</li> </ul>
方法③	学生と教師	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ML のトピック提供や発言に積極的に参加する</li> </ul> <p>→学生の発言の中で重要な部分の抜き出し 学生の発言内容のまとめ・要約 学習内容を細分化 ヒントや新しい視点を提示</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 別 ML の立ち上げ</li> </ul>

①～③の方法について、方法①は半年の授業の中の前半に行い、②と③は後半に行う。また②と③の方法では、別の ML を立ち上げ、授業内容と特に関連がないようなトピックについては、その ML で話し合うようなフィルタリングを行う。

### 3.3 3つのコーディネーション方法の比較

#### 3.3.1 各方法におけるメール数とメールの内容について

ML上では全体で約700通、週平均30-70通のメールがやりとりされた。また学生に行ったアンケートでは、80%以上の学生がMLを取り入れた学習形態は新鮮であり、特にML上での他の学生との気軽なやりとりが大変役に立ったと答えている。

図3.2は学期中にやり取りされたメールの総数、授業内容に直接関係のあるメール数、広くコンピュータに関連のあるメール数、別MLでやりとりされたメール数が時間とともに変化していくのを示している。

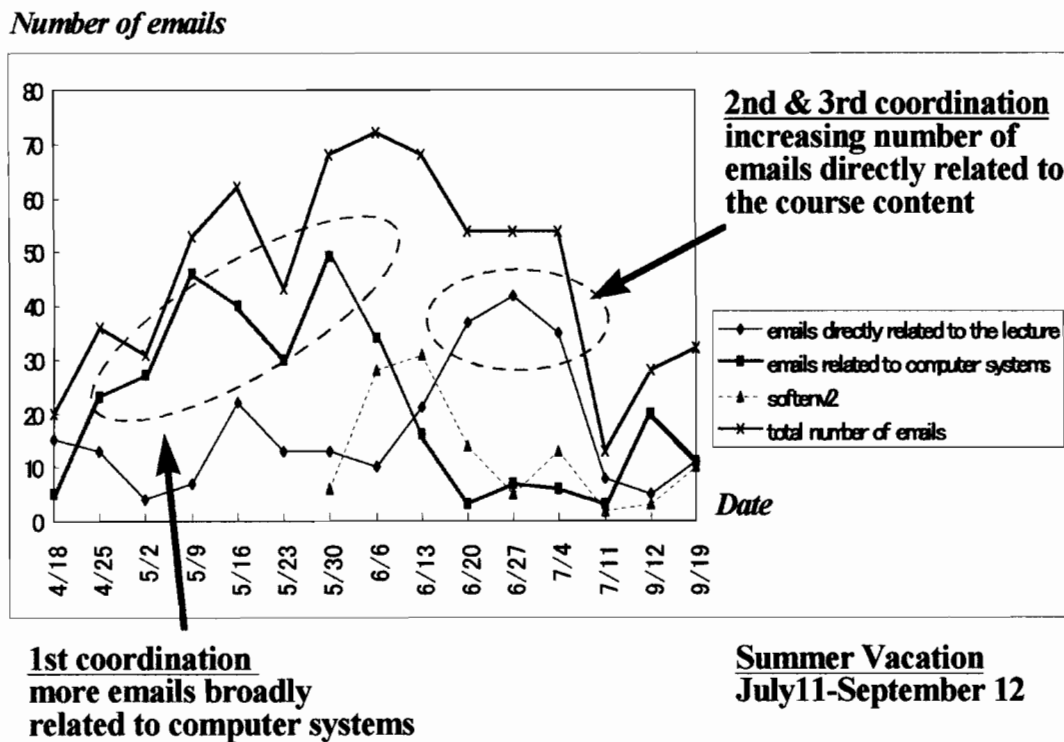


図 3.2 学期中にやり取りされたメール数の変化

図3.2によると、全体のメール数という点で方法①～③に顕著な差は見られないが、ML上に出されたトピックの数は方法①が最も多い。方法①では授業内容だけでなく広くコンピュータに関して自身が疑問に思っていることを気軽に質問していた。アンケートの学生のコメントでも「方法①で出されたコンピュータの基礎知識に関する質問や説明は大変役に立った」と答えていた。これらの

結果から、方法①は自由に質問をしやすい雰囲気であり、参加者はML上で話し合うこと自体を楽しんでいるようであった。このような教師が介在しない方法は、特に学期の最初に、学習者がMLに積極的に参加し、お互いに協力しあう雰囲気を作るために必要であると考えられる。

一方方法②と③では授業内容に直接関わるメールが多かった。また方法②と③では、教師が参加したトピックが他のトピックに比べて、発言に参加する学生の数や、やりとりされるメール数が比較的多かった。これは、教師が参加したトピックは重要だと、学生が考えたことが原因と考えられる。これにより、教師の参加は重要と思われるトピックに注意を向けさせることができると考える。また別MLを立ち上げたことも、トピックを精選し、重要なトピックに焦点を絞ることに有効であった。

### 3.3.2 各方法における特徴について

上述したように3つのコーディネーション方法はそれぞれに長所・短所を持つ。ここでは各々の方法がどのような特徴を持つかを分析する。

図3.3には3つのコーディネーション方法の特徴と各々を実施した際に出された主なトピックが示されている。図中の+++は該当する項目について大変活発なやりとりが、++は比較的活発なやりとりが、+は一応のやりとりが見られた、-はやりとりがあまり見られなかった、ことを表す。

#### a. 学生同士の自由な質問・議論

方法①では学生が自分達自身が興味を持った点や疑問に思った点について自由にやりとりしていた。図3.4のアンケート結果からも、約半分の学生がML上の気軽なやりとりと他の参加者から応答があることを楽しんでいた結果が得られた。同時にこの方法では、「どのプロバイダが良いですか?」といった個人的な質問やコメント等の「ノイズ・メール」も見られた。しかしこのような個人的なコメントはMLへの学生の参加をしやすくし、協調的な雰囲気を作るのに貢献していた部分もあり、特に学期初めの時期にはこのようなメールも必要ではないかと考える。

		+++:agressive discussion    ++:active discussion    in some cases:++ +:less positive discussion    -:poor discussion    in other cases: -									
Method	Main Topics	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Method 1	ROM/RAM										
	Memory	+++	++	++	++	+	++	-	-	+++	-
	change password print out an email			-			-				
Method 2	Packet	++	++	+++	+++	++	++	++	++	++	++
	MD/CD										
Method 3	WWW										
	Mobile Phone	++	+	++	++	+++	+++	+++	++	+	+++
	Computer Virus	-			-						

- a: feel free to ask and discuss on the topics
- b: facilitating questions from the students
- c: detailed explanation from the students
- d: discussion is expanded to the related topic
- e: clear learning goals
- f: reach the complete answer
- g: length of discussion thread
- h: too difficult questions
- i: basic questions on computers
- j: advanced questions on computers

図 3.3 3つのコーディネーション方法の特徴

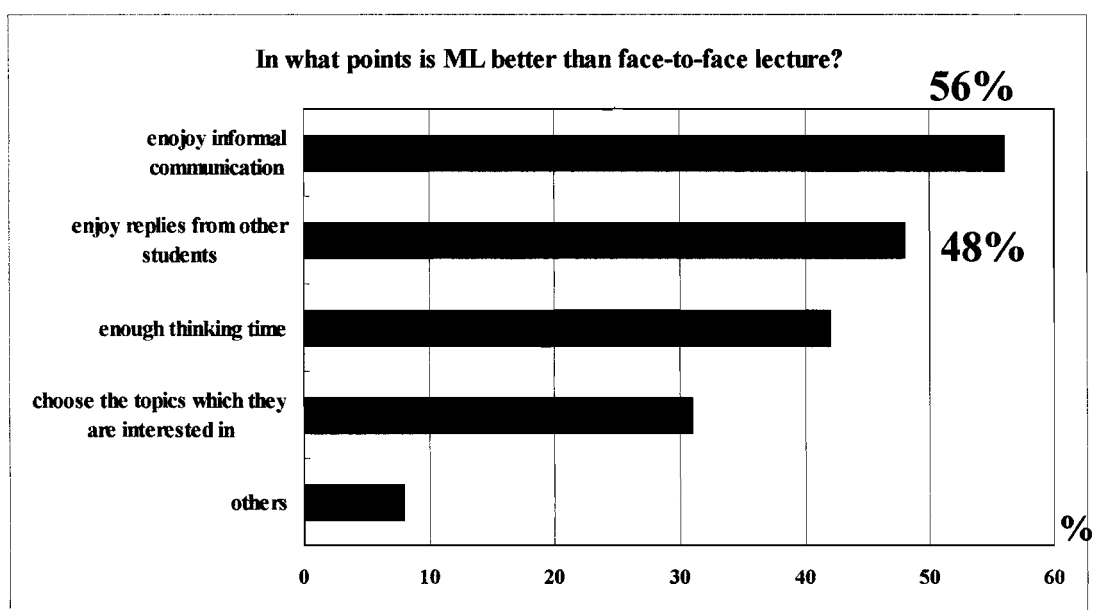


図 3.4 通常の対面授業より MLの方が良かった点

一方、方法③では学生からの質問が少なかった。この方法では教師からのトピックについて応えるあるいは説明する事に集中していたため、自分達の質問を出す時間がなかったようであった。また方法①で見られたような気軽な雰囲気や活発にやりとりに参加するといった部分が、方法③では少なくなる場合も出てくると考えられるため、教師はあまり前面に出過ぎず、学生同士のやりとりに慎重に入っていかなければならない。

#### b. 学生の思考過程と理解をおし進めるような質問

方法①と②では、やりとりに刺激を与え、学生の思考過程と理解をおし進めるような質問が学生側から出ていた。方法③ではこのような質問は少なく、教師からのトピックについて考えることに重きを置いていたようであった。この結果及び上述した a. の分析から、ML 上の自由で気軽な雰囲気が、学生の思考や理解を促すような質問を学生の側から出すことと関連ある場合もあると考えられる。

#### c. 学生側からの詳しい説明

方法②と③では、d. で挙げるような学生側から詳しい説明のメールが送られていた。一方、方法①では詳しい説明や解釈のメールは、方法②や③に比べて少なかった。

#### d. 関連するトピックに波及するようなやりとり

方法②では、現在話し合われているトピックから関連するトピックに波及するようなやりとりが見られた。例えばランダムアクセス・ファイル・システムとシーケンシャル・ファイル・システムについて学習した際に、1 人の学生が MD と CD の例を挙げて説明していたが、これにより学生の興味が増し、やりとりに参加する学生数も増えた。一方、方法③では教師が積極的にやりとりに参加することにより、議論の方向をコントロールしすぎる可能性もあった。教師はやりとりが発展する新しい方向や可能性を考慮しながら、やりとりを進めていくことが必要である。

#### e. 明確な学習目標

方法③では教師がトピック提供することにより、学生は明確な学習目標を持



つことができた。一方、方法①では学生が自由に発言し合える反面、やりとりが混乱し、学習目標に到達しない場合も出てくる。

#### f. 最終的な正解への到達

方法②と③では、学生が最終的な正解に到達するが多かったが、方法①では必ずしも正解に到達しない場合もあった。アンケート結果においても、約30%の学生が正解に到達しない場合があることについてコメントしていた。教師は、学生の自発的な参加と教師側が介在する度合いのバランスに十分配慮しなければならない。

#### g. やりとりの長さ

図 3.5 では3つの方法におけるトピックあたりの平均のやりとりの長さを示している。

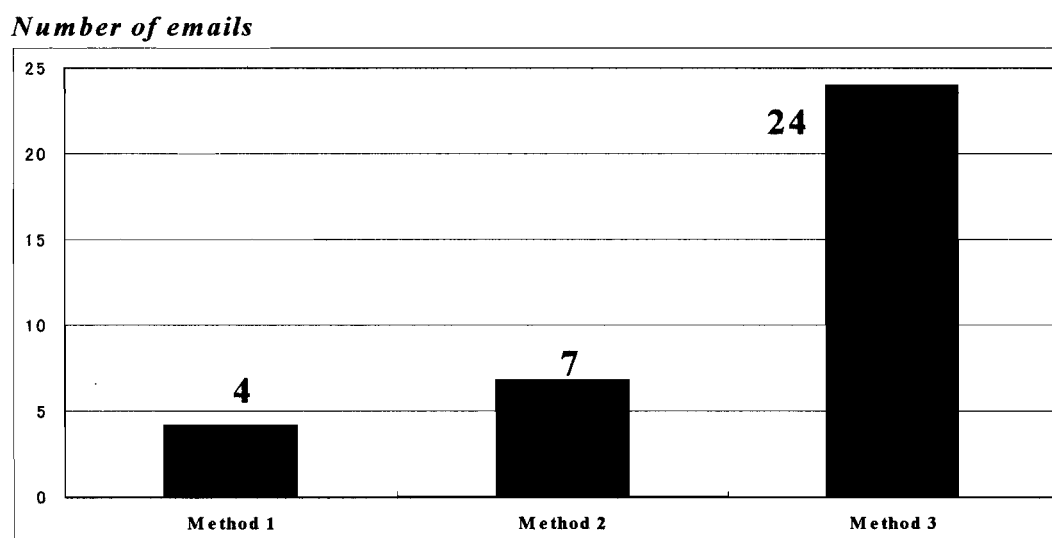


図 3.5 トピックあたりのやりとりの長さ

やりとりの長さについては、方法③が他の方法より長く続いている。これは教師の介在が学生のやりとりの流れを整理し、学習項目に焦点を置き、最終的な正解へと導く役割を果たしているためと考えられる。

#### h. 多くの専門用語も含まれている難しい質問

方法②と③では、方法①に比べコンピュータ関連についての高度な質問が多

く、中には多くの専門用語も使われた質問も見られ、学生の中にはこのような内容についていけなくなる者もいた。このような場合には教師の介入が必要とされる。図3.6のアンケートからも、方法②と③では約70%の学生が現行の教師の介在度で良いとしているが、1/4弱の学生がもっと教師が介入することを望んでいた。方法①では教師が殆ど介在しなかったため、約70%弱の学生が教師の介入を必要としていることが、図3.7からわかる。これらの結果から、どの方法においても教師の介在はある程度必要とされているが、それぞれの方法に求められる教師の役割は少しずつ異なることがわかった。学期前半には学生同士のコミュニケーションに刺激を与えるために、学期後半には学生が学習内容自体に目を向けることを支援するために、教師が介在することが望まれる。

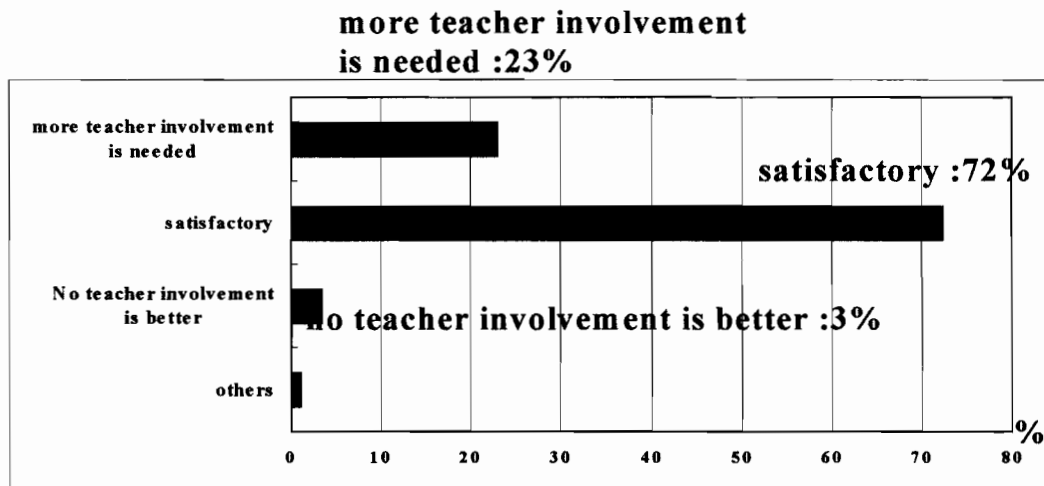


図 3.6 方法②と③における教師の介在について

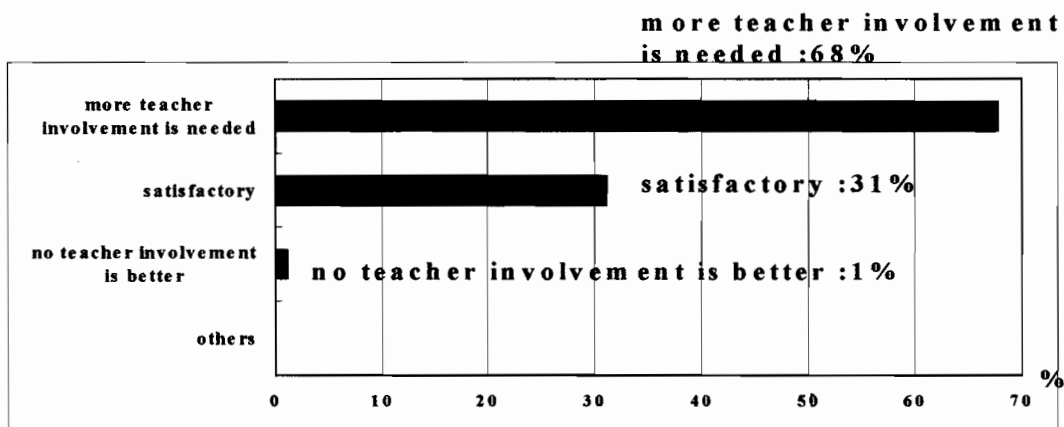


図 3.7 方法①における教師の介在について

### i. j. ML 上で出された質問について

ML 上で出された質問の内容について、方法①では「ROM と RAM はどう違うの？」や「電子メールはどうやって印刷するの？」といったコンピュータについての基本的知識に関する質問，特に用語の定義や操作のやり方に関するものが多かった。これらの質問はコンピュータに関する知識を十分持っていない学生には特に有効だった。一方，方法②と③では，「パケット通信とはどんなシステムですか？」等，システムやメカニズムがどのようになっているか，なぜそうになっているかといったさらに発展した質問が多く見られた。これらの質問に対しては，学生の側もより多くの知識や理解レベルが求められる。

## 3.4 ML を含めた授業設計上のコーディネーション・ストラテジー

### 3.4.1 ML 上でのコーディネーションについて

ここでは本章で取り上げた方法①→②→③という順序のコーディネーション法以外に，方法①のみで ML を運営する，方法③のみで ML を運営するという実験も行った。表 3.2 は方法①のみ，方法③のみ，方法①→②→③の 3 つのコーディネーション方法で行われた ML でやりとりされたメール数である。

表 3.2 各コーディネーション法で行われた ML でやりとりされたメール数

授業	コーディネーション方法	メール数	学生数
A	方法①のみ	184	35
B	方法①のみ	378	50
C	方法③のみ	13	25
D	方法③のみ	69	32
E	方法①→②→③	700	88

方法①のみで運営を行った場合は，協調的雰囲気作りができ，学生が自発的に学習する環境を作ることができた。メール数についても比較的多くのメールがやりとりされていた。反面，議論が続かない場合や最終的な解決に至らない場合，議論に深みがない場合も見られた。

方法③のみで運営した場合，深いレベルの学習が可能になる反面，初めから授業内容に関する難しい質問が出る等のため，授業内容外の発言がなくなり，

発言数も減った。これは参加人数等による違いが若干関係あるかもしれないが、方法①で見られるような気軽な雰囲気が減ったためと考えられる。

これらに対して、方法①→②→③とコーディネーションを少しずつ変えていった場合は、初めは方法①により協調的な雰囲気を作り、学生の参加をしやすいしておき、方法②で彼らの興味を授業内容へと持っていき、方法③で授業内容に対する理解を深める、という一連の流れを作ることができた。

これらから、MLを効果的に運営するためには、方法①→②→③と運営方法をつなげる方が効果が上がると考える。

### 3.4.2 学期全体でのMLのコーディネート・ストラテジーの提案

ここでは上述した点をもとに、授業と併用する場合の学期全体でのMLのコーディネート・ストラテジーを提案する。図3.8は、本章で取り上げた3つ

時期	スタート期	中期	最終期
MLの型	コミュニケーション重視	考えを引き出す	内容理解重視
理解	what knowledge	how why	
意欲 興味	「気軽さ」重視	「発言すること」 から「講義内容」に 興味の移行	教師の積極的介入 ↓ 「理解を深める」
運営	基本ルールの説明	もう1つのML	
教師の 主な 役割	(内容に関わるもの) monitoring encouraging	reaction/follow (教師しかできない)	小項目分割 段階分け 気づかない点提供
	(運営に関わるもの) 大枠を決める	Filtering	

図3.8 学期全体でのMLのコーディネート・ストラテジーの例

のコーディネート方法を効果的に取り入れた例である。ここでは学期全体

を3つの時期に分けている。

最初の時期には、MLを学習者同士のコミュニケーション促進のために利用し、学習者の不安を取り除き気軽に発言しやすい雰囲気を作るために用いる。この時期の教師の役割は、学習者間の協調的な雰囲気作りとML上の基本的な運営ルールを作り上げていくことであり、「最初は授業とは直接関連がないやりとりもよい、講義内容だけでトピックを絞らない」「すぐに教師が答えや説明をしてはいけない」といったことがやり方の1つになりうる。

2番目の時期において、MLは学習者の考えを引き出すために用いる。この場合、教師は学習者の興味を「やりとりを楽しむ」ということから、「学習内容」へ持っていくようにする。この実現のために、学習者の発言の重要部分や学習項目のキーポイントを取り上げたり、別MLを立ち上げることにより、学習者が学習内容に集中する工夫が必要である。

最後の時期には、MLを学習者の理解を深めるために用いる。ここでは、教師自らが話題提供を行い、彼らのやりとりに積極的に参加する。学習項目が複雑な場合はいくつかの部分に分け段階を追って理解できるようにしたり、ヒントや新しい視点を示す。

ML上のトピックについては、方法①→②→③と進むに従って、用語の意味や定義に関する基本的な事項から、しくみやメカニズム、実社会での例といった応用的な事項に進んでいく流れが考えられる。さらにML上の議論をスムーズに進ませ、話題のフィルタリングを行うために、別のMLを立ち上げるといったことも運営上の方策の1つとして持っておく。

### 3.5 おわりに

本章ではML上のコーディネーション方法に焦点を置き、授業と併用する場合の、学期全体でのMLのコーディネーション・ストラテジーを提案した。ここでは、教師の介在の程度を変えた3種類のコーディネーション方法を実験し、それぞれの教育的特徴を解析した。教師の介在の少ない方法の方が協調的な雰囲気作りに適しており、教師の介在度が高まるにつれて、楽しむという側面より学ぶという側面の発言が増加する。しかし教師側が話題を提供するまで介入すると、深いレベルの学習内容が可能になる反面、学生間での会話が減少し教師を頼った学習になる。これらの検討を踏まえて、学期全体のMLの運用計画の設

計法を提案した。

MLを取り入れた授業形態を考える場合、どのような学習内容、どのような運営方法が良いかは、MLを取り入れる目的や参加者により、まだ議論を残すところである。しかしMLを取り入れた新しい授業形態は学習者の思考や学習過程を発展させる上で有効に機能すると考えられ、他の教授内容への適用の可能性やさらなる運用の可能性を引き続き探っていく必要がある。



## 第4章

### インタラク션을を伴う語学学習教材の開発

#### 4.1 はじめに

語学学習において Total Physical Response Approach (以下 TPR 法) のような教授法は、母語を介さずに聴解と行動を結び付けることを重視した教授法である[伊藤 90]。この教授法は英語をいったん頭の中で日本語に訳してしまう癖がついている日本人学習者にとって、英語を聞いて英語で理解する思考回路を形成するために効果的な方法だと考えられる。TPR 法では外国語で命令を聞き、その指示通りに学習者が動作により反応する。学習者が苦手と感じ自信が持てない学習項目については、教師が誤りに応じて簡単な誤り指摘を行い、短い間隔で回答→判定を繰り返し「掛け合い的」に学習を進めることにより、自信をつけさせ定着を確実なものにしていく。この方法により学習をより効果的に行うためには、教師が誤りに応じて適切な誤り指摘を行うといった点や、個々の学習者に応じた様々な問題を教師が出題するといった点で、教師と学習者間のインタラクชันが重要になってくる。

TPR 法を CAI 上で実現すれば、クラス授業では困難とされる学習者への個別な対応が可能となる。しかし TPR 法を取り入れた従来の市販の CAI 教材などでは、学習者の回答に対する誤り指摘が正解か否かの判定を行なうだけであるものが多い。また予め用意された問題しか利用できない場合や、出題できる問題が、例えば人物の画像と、職業を表す画像を一致させるような画像のマッチングを問う問題だけの場合も多い等、インタラクชันという点で制限がある。

これらの課題点に対して本研究では、TPR 法の誤り指摘表現に幅を持たせるため、学習者の操作回答に応じた誤り指摘文を自動的に生成するしくみを考えた[柏木 99]。またここでは、画像同士の一致を問う問題だけでなく、問題の回答として画像以外の周辺部にも画像を置けるようなしくみを考え、これについて考察を行った。これらの結果を基礎として本章では、現場での利用の実現に向けた TPR 法のための CAI システムを開発する[柏木 00a]。語学 CAI システムでは、Mostow ら[Mostow 94]や中川ら[中川聖 97]によって、音声で回答するスピ



ーキング学習システムが、また李ら[李 94, 李 97b]や西村ら[西村 99b]によって、文章回答形式の作文演習用システム等が広く研究されているが、本システムではこれらの研究とは異なり、マウスの画像操作により回答を行い、画像の位置情報により正誤判定を行う。これにより音声を聞き動作により回答するTPR法での出題・回答方法に代わる方法をコンピュータ上で実現している。出題する問題文については、画像との位置関係を問うような前置詞句表現が含まれる英文も出題可能にする。これにより単なる画像同士の一致を問う問題以外の英文にも対応している。

次に判定・誤り指摘については、回答に対して正誤判定するだけでなく、学習者が「何をどう間違えたか」を指摘しつつ正解へと促す誤り指摘機能に焦点を置く。この機能によりTPR法での教師と学習者のインタラクションによる「掛け合い的」な学習をCAI上でも実現している。これら誤り指摘文の作成については、1文1文作成するのは大変な労力を必要とするため、予め内部に誤り指摘文のパターンを用意することにより、誤りの種類や回数に応じて誤り指摘文を半自動的に生成する機構を持たせる。ここでは、学習者が実際に回答した単語をパターン文中にはめこむことにより、学習者が回答したものに依りて指摘内容が変わるようにしている。西村ら[西村 99b]もこれと似た手法を取っているが、本システムは、学習者の操作した画像をもとに該当する単語を取得して誤り指摘文を生成するという特徴を持つ。

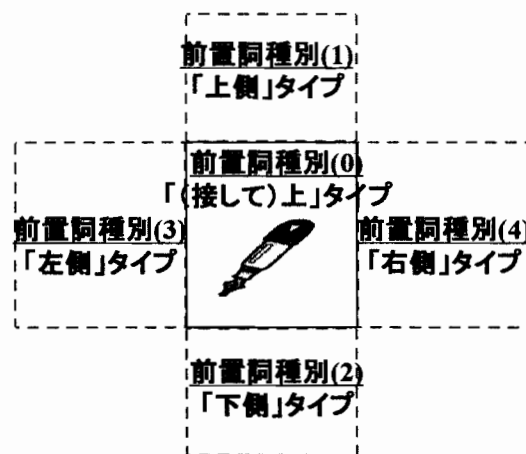
また本システムでは、画面上の画像を自由に動かせるようになっているため、画像等が重なる場合もある。このような場合、学習者が回答した回答候補が複数出てくる場合も考えられる。そこでこれに対応するために、学習者の意図を推論する機構を持たせる。これでも推論できない場合に備えて、学習者の意図を確認する問題を出題する機構を作る。

試作したシステムでは、教師が現場で問題作成して利用することを考え、簡易に問題作成可能なオーサリング・システムを準備している。また出題する問題については、問題数や画像数を自由に設定することや、同一画像を複数の問題で重複して利用すること、連続して問題出題することを可能にしている。本章では、さらに、試作システムを用いて、中学生を対象とした試用実験を行ない、システムの有効性・実用可能性を検討する[柏木 00d]。

## 4.2 システムの概要

### 4.2.1 システムの設計方針

本システムでは、回答は動作の代わりにマウスの画像操作によるものとする。また正誤判定は学習者が移動させた画像の位置情報をもとに行う。このためには問題文と使用する画像等に関連づけておかなければならない。そこで問題に必要なデータを取り扱うためにオブジェクトを作る。これにより単語と画像データや、単語と問題文・誤り指摘文を連動させ、マウスで画像を自由に配置したり、画像の位置情報による判定を行えるようにする。出題する問題文については、画像との位置関係を問うような前置詞句表現が含まれる英文も出題可能にするために、図4.1のように各画像の周辺に相対的な位置を示す前置詞句表現に対応したエリア（以下前置詞エリアと呼ぶ）を設定し、複数の前置詞句表現を登録できるようにする。



前置詞種別 (タイプ)	前置詞句表現例
(接して) 上(0)タイプ	on, in, ……
上側(1)タイプ	over, ……
下側(2)タイプ	under, ……
左側(3)タイプ	on the left of, on the left side of, ……
右側(4)タイプ	on the right of, on the right side of,

図4.1 前置詞エリアと前置詞種別, 前置詞句表現例

次に、問題に対する正誤判定と誤り指摘については、TPR法での教師（コンピュータ）と学習者のインタラク션을実現することに焦点を置く。ここで

は学習者が誤り指摘を受けてすぐに回答し直せるように、誤り指摘文自体は、解説型の長い英文にはしない。そしてコンピュータと学習者のインタラクションを充実させるために、学習者の誤りに応じて誤り指摘の内容を変えられるようにする。この誤り指摘文の作成については、正誤判定の対象となる部分に対して予め内部に誤り指摘文パターンを用意することにより対応できる点に着目する。ここでは問題文の主語、前置詞句、前置詞句の目的語を判定対象とし、その判定対象に対して複数の誤り指摘英文パターンを準備することにより、誤り指摘文を半自動的に生成する機構を作る。この誤り指摘文パターンには、正解の単語や前置詞句と、学習者が間違えて回答した単語や前置詞句を誤り指摘文中に入れられるようにする。例えば4.3.3で後述する「～ではないよ」「私は～と言ったんだよ」「あなたが動かしたのは～だよ」のように、間違った部分や正解を指示する程度の誤り指摘文にする。回答と判定・誤り指摘を繰り返しスムーズに行い、学習者の意欲を妨げないためには、この程度の誤り指摘文で対応できると考える。さらに誤り回数によっても誤り指摘文パターンを設定できるようにする。これにより、教師側が問題作成の際に英文パターンや単語データを選択しておけば、学習者の操作回答から誤り指摘文を半自動的に生成でき、同じ誤りをしても異なる誤り指摘文を出力したり、誤り回数が増えるに従い、より具体的で問題文に近づいた誤り指摘文も出力可能になる。

さらに本システムでは、前置詞エリアを設定したことにより、画像や前置詞エリア同士が重なる場合が出てくる。その重なった地点を学習者が回答として選択した場合、回答候補が複数考えられ適切な正誤判定ができない。そこで回答候補に対して優先順位を設定できるようにし、複数の回答候補から学習者の意図を推論して1つを抽出する機構を作り、これらの重なりに対応する。この優先順位は、「学習者が間違いやすい項目」や「特定の単語や前置詞の項目」等に重点を置いて順位をつけるといった、教師が行うような判断を実現するために設定している。これでも回答を抽出できない場合は、学習者の意図を確認する問題を出題できる機構を作ることにより対応する。

#### 4.2.2 システムの流れ

学習用のシステムの基本的な流れは図4.2の通りである。

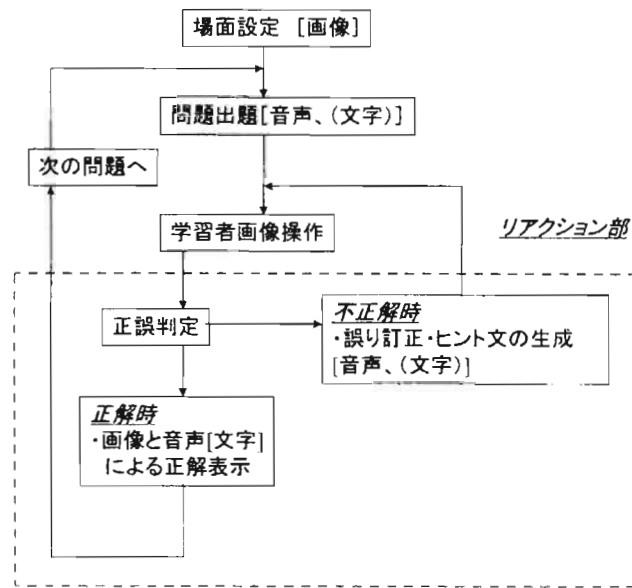


図 4.2 システムの流れ

場面設定では、図 4.3 のように画面上に、○印で囲んだ複数の画像が配置される。これらは学習者がマウスで動かすことができる画像である。さらに画面上の各画像の周辺には、前置詞エリア（図 4.1）が設定されている。前置詞エリアは不可視になっており、学習者は前置詞エリア自体を動かすことはできない。

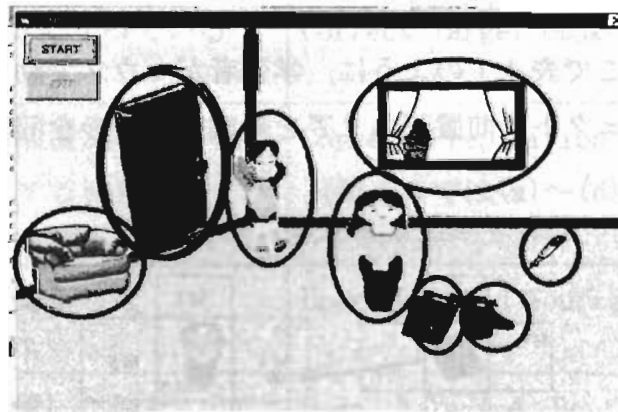


図 4.3 サンプル画面

問題はシステムが英文音声により出題する。問題文は「A book is on the left of the pen.」のように、2つの単語と前置詞句表現から成る英文を含む。学習者は英文を聞き、ある画像を別の画像上又は画像の周辺に、マウスでドラッグアンドドロップすることにより回答する。この問題文の場合、学習者は「book」

の画像をつかんで「pen」の左側に置くことを要求している。この時、問題文の「動かす方の画像」をソース、目的地となる方の画像をターゲットと呼ぶ。この問題文では「book」がソース、「pen」がターゲットとなる。

判定はコンピュータが学習者のマウス操作から行う。例えば上述した問題文でbookの画像をwomanの左側に置いた場合は、ターゲットが違っていると判定し、「No, not on the left of the woman」等の誤り指摘文が生成され、学習者は正解するまで操作を繰り返す。正解の場合は正解を示す英文が生成され、次の問題へ進む。次の問題は同じ画面上で、現在ある画像の位置もそのままの状態、出題・回答することができ、連続出題が可能となっている。

### 4.3 誤り指摘機構

4.3 では誤り指摘機構について説明を行う。本システムは、問題出題部・学習者操作部・リアクション部から成り、リアクション部は正誤判定部と誤り指摘文生成部から成るが、ここでは誤り指摘機構説明のための準備として、問題出題部と学習者操作部の説明を行っておき、それをもとに誤り指摘文を生成する過程を説明する。

#### 4.3.1 問題出題部と学習者操作部

図4.4の場面で、前述した問題「A book is on the left of the pen.」が出題されている。ここで表4.1のように、学習者がマウスで動かすことのできる画像を単語オブジェクト、前置詞エリアを形成するものを前置詞オブジェクトと呼ぶ。

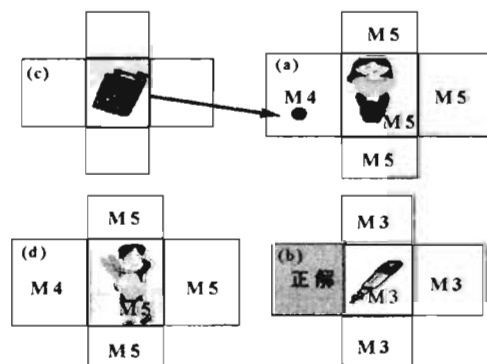


図 4.4 問題出題と正誤判定の方法例

表 4.1 画像オブジェクトの分類

画像オブジェクトの種類と名称	オブジェクトの特徴
単語オブジェクト (Noun Object : NO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ picture 属性を持つ</li> <li>・ 前置詞種別として on(0)を持つ</li> </ul>
前置詞オブジェクト (Preposition Object : PO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ picture 属性は空</li> <li>・ on(0)以外の前置詞種別を持つ(ここでは over, under, on the left of, on the right of)</li> </ul>

そして上述した単語オブジェクトと前置詞オブジェクトを併せて画像オブジェクトと呼ぶ。図 4.4 では book/girl/boy/pen を表す画像オブジェクトが単語オブジェクトとなり、その周辺の前置詞エリアを表す画像オブジェクトが前置詞オブジェクトとなる。

表 4.2 問題に出てくる画像・前置詞エリアの略称

項目	略称
動かすべき画像オブジェクト	Correct Source Object (CSO)
置くべき場所のオブジェクト	Correct Destination Object (CDO)
CDO のターゲットになっている 画像オブジェクト	Correct Target Object (CTO)
置くべき場所の前置詞エリアを特定する際に付随する相対的なオブジェクト	Correct Preposition Object (CPOt) (図 4.4 では (a) ~ (d) が該当する)
学習者が実際に動かした 画像オブジェクト	User Selected Source Object (USO)
学習者が USO を置いた地点	User Selected Destination Point (UDP)
学習者が実際に置いた場所のターゲットになる画像オブジェクト	User Selected Target Object (UTO) (UDP により特定される)
学習者が実際に置いた場所の前置詞エリアになるオブジェクト	User Selected Preposition Object (UPOt) (UDP により特定される)

さらに正誤判定に関係する単語オブジェクトや前置詞オブジェクトについては、表 4.2 のように呼ぶことにする。

- ・CS0：動かすべき正解の単語オブジェクト
- ・CDO：置くべき場所の画像オブジェクト
- ・CT0：CDO のターゲットになっている単語オブジェクト
- ・CP0t：CDO の前置詞種別
- ・US0：学習者が実際に動かした単語オブジェクト
- ・UDP：学習者が US0 を置いた地点
- ・UT0：学習者がターゲットと見なした単語オブジェクト
- ・UP0t：学習者が実際に置いた場所の前置詞種別

ここでは、A book が CS0, the pen が CT0, 前置詞種別「左側」タイプが CP0t (図 4.4 では(a)～(d)が CP0t に該当する), となる。そして CT0/CP0t をもとに CDO が決定される。図 4.4 では pen の左側にあたる「正解」と書かれた画像オブジェクトが CDO になる。学習者が問題を聞いて画像をマウスで操作し、図 4.4 の●地点に book の単語オブジェクトをドラッグアンドドロップする。この時、A book が US0, ●地点が UDP となる。

### 4.3.2 正誤判定部

正誤判定部は学習者の画像操作に対して、CS0 と US0, CT0 と UT0, CP0t と UP0t が一致するかの 3 種類の判定条件に基づいて正誤判定を行う。判定は次の手順で行われる。

#### a. CS0 と US0 の判定

まず学習者が動かした US0 が正しいかどうかを判定する。図 4.4 で

- ・US0=CS0 の場合、即ち学習者が「book の単語オブジェクト」を動かせば、正誤判定部に入り「正解」と判定され、そのまま移動させることができる。
- ・US0≠CS0 の場合、即ち学習者が「book 以外の単語オブジェクト」を動かせば、「表 2 から誤りの種類は「M1」、即ち US0 が誤り」と判定され「book の単語オブジェクト」は元の位置に戻る。

## b. UDP から(UT0, UP0t)候補の検出

次に UDP の位置座標をもとに, UT0 と UP0t の候補を検出する. 図 4.4 では, the girl が UT0, 前置詞種別「左側」タイプが UP0t になる. 置いた場所を特定するためには, UDP の位置座標から, (UT0, UP0t) の候補 (括弧は対を表す) を検出する. US0 が置かれた時点で, 表 4.3 の判定条件と判定内容をもとに, 画面上の空間に対して正解と誤りの種類が図 4.4 のように決定される. M2~M5 は, 以下のような誤りの種類を表す.

M2 : UDP が画面上のどの画像オブジェクトからも離れすぎている

M3 : UP0t のみ誤り

M4 : UT0 のみ誤り

M5 : UP0t, UT0 とともに誤り

## (1) (UT0, UP0t) の候補が無い場合

UDP 上に該当する (UT0, UP0t) の候補が無い場合は, 何の画像も前置詞エリアもない地点と判断する.

## (2) (UT0, UP0t) の単数候補がある場合

UDP 上に該当する (UT0, UP0t) の候補が 1 組ある場合, 即ち図 4.4 の場合は, (UT0, UP0t) = (the girl, 「左側」タイプ) と検出される.

## (3) (UT0, UP0t) の複数候補がある場合

(UT0, UP0t) の候補が複数ある場合は, 4.3.4 で後述する推論機構を用いて検出する.

表 4.3 正誤判定条件と判定内容

判定手段	判定
US0=CS0, UT0=CT0 かつ UP0t=CP0t	正解
US0≠CS0	M1 : US0 が誤り
何の画像も前置詞エリアもない地点に US0 を置いた時	M2 : UDP が画面上のどの画像オブジェクトからも離れすぎている
US0=CS0, UT0=CT0 かつ UP0t≠CP0t	M3 : UP0t のみ誤り
US0=CS0, UT0≠CT0 かつ UP0t=CP0t	M4 : UT0 のみ誤り
US0=CS0, UT0≠CT0 かつ UP0t≠CP0t	M5 : UP0t, UT0 とともに誤り



### c. CTO/CP0t と UTO/UP0t の判定

b で取得した UTO/UP0t と、CTO/CP0t の情報を比較することにより、表 4.3 の条件に基づいて判定する。図 4.4 の場合、誤りの種類は M4 となり、「UTO のみ誤り」と判定される。

### 4.3.3 誤り指摘文生成部

誤り指摘文生成部は正誤判定部で検出された誤りの種類に対して、設定され

表 4.4 誤りの種類や回数に応じた誤り指摘文パターン

誤りの種類	誤り指摘英文パターン	誤り回数
M1	①No.	( )回
	②No, not [US0].	( )回
	③No, not [US0], but [CS0].	( )回
	④You should choose [CS0], [CS0]!! Not [US0].	( )回
	⑤I said [問題文].	( )回
	⑥Again. I said [問題文].	( )回
	⑦[CS0]の確認問題 (「Click [CS0].」)	( )回
M2	① (何も言わない)	-----
	②[問題文]	-----
	③Away from all the objects.	-----
M3	①No.	( )回
	②No, not 《UP0t》 [UT0].	( )回
	③No, not 《UP0t》 [UT0], but 《CP0t》 [CT0].	( )回
	④I said [問題文].	( )回
	⑤《CP0t》の確認問題 (「Click 《CP0t》 [CT0]」)	( )回
M4	①～④ M3 と同じ	( )回
	⑤[CT0]の確認問題 (「Click [CT0].」)	( )回
M5	①I said [問題文].	( )回
	②[CT0]の確認問題 (「Click [CT0].」)	( )回

ている誤り指摘英文パターンに基づいて、誤り指摘文を生成する。誤り指摘は正解・不正解の表示だけでなく、学習者の回答によって異なる誤り指摘文を半自動的に生成するために、表4.4のような様々な誤り指摘文パターンを準備する。教師が誤り指摘文パターンを選択すると、誤り指摘文が自動的に生成され、同じ誤りをしていても指摘内容を変えることができる。ここで、表4.4の[]の付いた[CS0]等は、問題実行時にCS0に値が入ることにより、その値に応じた変数名、例えばthe bookが入ることを表す。また《》のついた《UP0t》等は前置詞種別から取得した前置詞句表現が入ることを表す。前置詞句表現については内部に前置詞句表現のデータセットを持っており、前置詞種別がわかれば、そのセットの中の前置詞句表現を取ることができるようになっている。これら[CS0]《UP0t》といった部分は、4.4.1のaで後述するように、単語や前置詞句と誤り指摘文が連動するように作成しているため、問題文や学習者の画像操作から自動的に検出される。

例えば図4.4のM4の誤りに対して「③No, not 《UP0t》 [UT0], but 《CP0t》 [CT0].」を設定すると、「No, not on the left of the girl, but on the left of the pen.」が生成され、学習者の誤った部分を指摘しつつ正解を表示する。さらに誤り回数に応じて指摘文パターンを変えられるので、誤り回数が増えるにつれて指摘文を変えることもできる。また他の誤りで、M2と判定された場合は、操作ミスの可能性が高いため、ミスも考慮して「何も言わない」「問題文を再度言う」等、学習者に意欲面でのストレスを感じさせないような表現を用意している。

そして誤りが多い場合は、学習者の理解度を確認する目的で、誤り回数がか一定に達した時に、確認問題が出題される機能を設けた。

#### a. CS0/CT0の確認問題

M1⑦の確認問題では、図4.5のように別の画面が現れ、現在取り組んでいる問題のCS0/CT0とその他の単語オブジェクトが配置される。音声により「Click [CS0/CT0].」という確認問題が出題され、CS0/CT0がクリックできればCS0/CT0の画像が大きく表示され、再度CS0/CT0をクリックするように指示される。

図4.5では「Click the book.」が出題され、[CS0/CT0]=the bookの確認がなされている。ここで続けてCS0/CT0が選択できれば元の問題に戻り、選択できなければ再度確認問題が出題される。

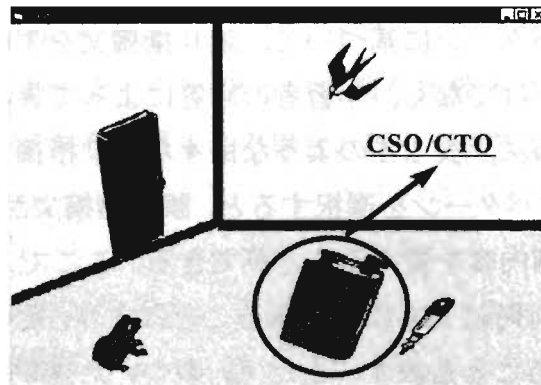


図 4.5 CSO/CTO の確認問題例

#### b. CP0t の確認問題

M3⑤の確認問題では，図 4.6 のように別の画面が現れ，現在取り組んでいる問題の CT0 とその周囲に前置詞エリアが見える形で配置される．音声により「Click 《CP0t》 [CT0]」という確認問題が出題され，CP0t がクリックできれば，該当する前置詞エリアがへこみ，再度指定した前置詞エリアをクリックするように指示される．図 4.6 では「Click the right of the shoes.」が出題され，《CP0t》=on the right of の確認がなされている．ここで続けて CP0t が選択できれば元の問題に戻り，選択できなければ再度確認問題が出題される．この確認問題は理解度を見るだけでなく，4.3.5 で後述する学習者の意図を確認する目的でも使うことができる．

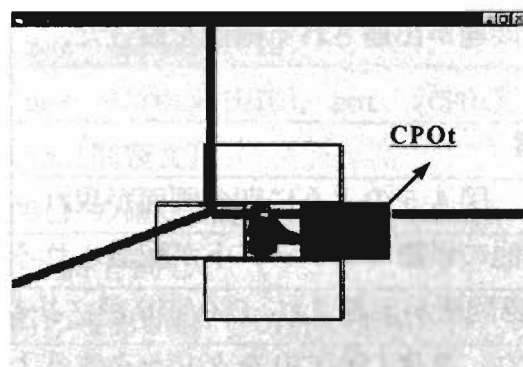


図 4.6 CP0t の確認問題例

#### 4.3.4 学習者の意図の推論と回答の優先化

画面上には複数の画像が取り込まれているため、問題によっては 4.3.2 の b(3) の場合のように、UDP の位置座標に単語オブジェクトや前置詞オブジェクトが重なる場合も考えられ、学習者の回答候補が複数考えられる。ここではこのような場合に教師が実際に行うような判断を実現するため、例えば表 4.5 のように回答候補に優先順位をつけることにより、複数考えられる候補の中から学習者の意図した回答を推論し抽出する。ここでは UT0 のみ誤りと UP0t のみ誤りの場合に、どちらを意図して間違ったのかを決定するのは難しく、順位をつけることができない。そこで表 4.5 のように同じ順位をつけておき、後述する意図確認問題を出すことにより対応する。

表 4.5 回答の優先順位例

判定手段	正誤判定	優先順位
UT0=CT0 かつ UP0t=CP0t	正解	1
UT0=CT0 かつ UP0t ≠ CP0t	M3	2
UT0 ≠ CT0 かつ UP0t = CP0t	M4	2
UT0 ≠ CT0 かつ UP0t ≠ CP0t	M5	3
何の画像も前置詞エリアもない地点に US0 を置いた時	M2	4

例えば図 4.7 のように、学習者が US0 を ●地点にドラッグドロップした場合、

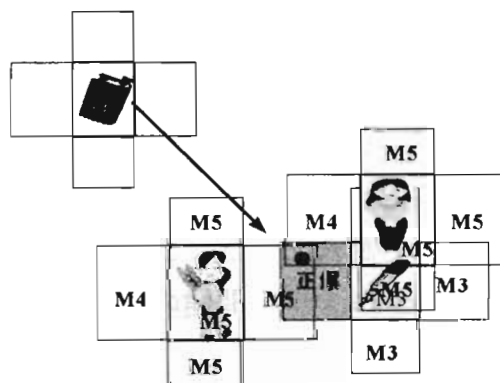


図 4.7 UDP が正解エリアを含む地点の場合

回答候補は

- ・ 正解を表す画像オブジェクト

- ・ the girl の左側を表す画像オブジェクト
- ・ the boy の右側を表す画像オブジェクト

の3つが挙げられる。表 4.5 の優先順位では正解を表す画像オブジェクト内に UDP が入っていれば正解とする意図を順位に反映している。この場合は正解を表す画像オブジェクト内に UDP が入っているため、「正解」と判断する。

また図 4.8 のように、学習者が US0 を●地点にドラッグドロップした場合、

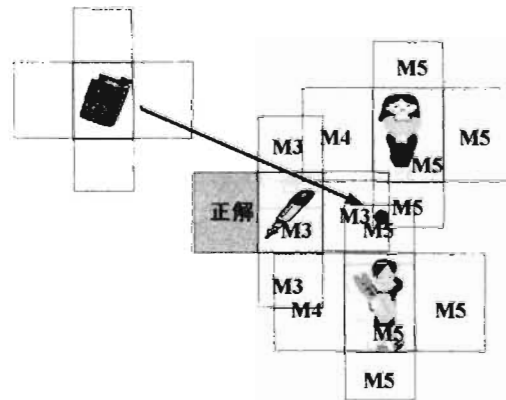


図 4.8 UDP が正解エリアを含まない地点の場合

回答候補は

- ・ the boy の上側を表す画像オブジェクト
- ・ the girl 下側を表す画像オブジェクト
- ・ the pen の右側を表す画像オブジェクト

の3つが挙げられる。この場合正誤判定が M3 と M5 の2つが考えられるが、表 4.5 の優先順位から M3 が優先され、「UP0t の誤り」と判断する。

優先順位を準備することによって、1つの単語オブジェクトに対してエリアの重複した前置詞オブジェクトを設定することもできる。例えば図 4.1 の5つの前置詞句表現に加えて、around を問う問題の出題を考える。図 4.9 の③の部分は「on the left of」と「around」の2つの前置詞オブジェクトが重なるが、今回の優先順位を用いた判断により学習者の意図を推論することができる。

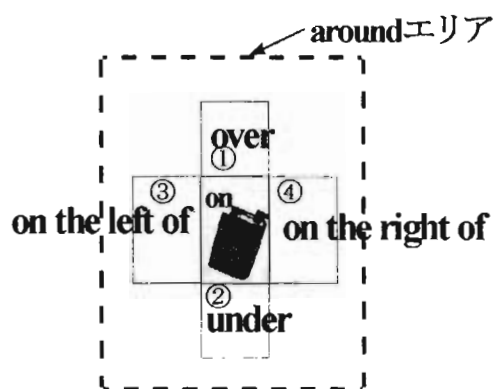


図 4.9 around エリアの設定

#### 4.3.5 学習者の意図確認問題の出題

前節でのべた優先順位を用いた場合、最も高い優先度を持つオブジェクトが複数存在する場合がある。この場合、前述の推論機構では、学習者の意図を一つに絞ることが困難である。そこで優先順位が同じものについては、学習者の意図確認問題を出すことにより、学習者の意図した回答を見極める。

図 4.10 のように学習者が USO を●地点にドラッグドロップしたとする。回答候補は、

- ・ the girl の下側を表す画像オブジェクト (M5)
- ・ the pen の右側を表す画像オブジェクト (M3)
- ・ the boy の左側を表す画像オブジェクト (M4)

の3つが考えられるが、「ペンの右側」と「少年の左側」の優先順位が同じになってしまう、学習者がどちらを意図して間違ったのか推論できない。そこで 4.3.3 で述べた理解確認問題を使って意図確認問題を出すことにより、学習者の意図した回答を見極める。ここでは CTO 確認問題を使って CTO を確認する。

図 4.10 では the pen が CTO なので、「Click the pen.」という問題が出される。ここで

- ・ the pen の画像オブジェクトを正しくクリックすれば、CP0t を間違っている
- ・ the pen ではなく、the boy の画像オブジェクトをクリックすれば、CTO を間違っている
- ・ the pen ではなく、the girl の画像オブジェクトをクリックすれば、CP0t・CTO 両方とも間違っている

ことがわかり、これをもとに判定及び誤り指摘を行う。

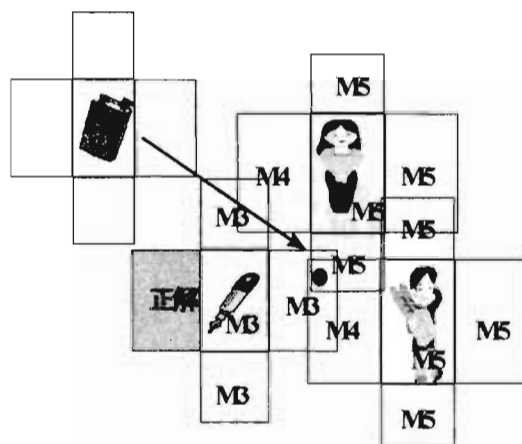


図 4.10 学習者の意図が推論できない場合

#### 4.4 試作システムの内部構造

本研究では上述したような学習用のシステムに加えて、簡易に問題作成できるオーサリング・システムも試作した。学習用システムでは問題数や画像数の自由設定、同一画像の重複利用、連続出題といった機能を実現している。ここではこれらの機能の実現と、問題実行時に誤り指摘文が生成される過程について述べる。システムは Visual Basic を用いて試作した。

##### 4.4.1 オーサリング・システム

###### a. 問題作成の簡易化

問題作成時には、教師はまず問題文を記入する。記入に当たって、問題に使用できる単語や前置詞句は予め登録しており、メニューから選択する。すると、選択された単語に対応する画像が、外部ファイルからシナリオ画面上に自動的に表示される。教師はシナリオ画面上で、画像を自由に配置したり、画像のサイズを変更する。また問題が進むにつれて正解候補となる画像が絞れてくるのを防ぐために、問題文に直接使われない画像も画像オブジェクトとして追加登録できる。これをダミー画像と呼ぶ。次に、その問題に対する誤り指摘のためのパターンを選択する(図 4.11)。本オーサリング・システムでは、これら一連の作業をうまく連動させるために、問題情報オブジェクトというものを定義しており、それによって問題出題に関する全てのデータをオブジェクト化して管理している。ここではダミー画像に対しても単語名を含めて問題情報オブジ

エクトが管理するので、誤り指摘時に利用できる。



図 4.11 オーサリング・システムの画面

#### b. 外部ファイル利用によるシステムの独立化

作成した問題の保存は、オブジェクトとして保存せずにデータをテキスト化して問題ファイルとして保存する。画像に関しては画像データのファイル名だけを記述する。学習用システムでは、このファイルをもとに、新たに実行用のオブジェクトを作る。このようにすることで、問題作成ごとに学習用システムを再コンパイルする必要がなくなる。またオーサリング内における単語や前置詞句などの単語名・前置詞句名や画像データ名の追加登録も、外部ファイルを利用しており、教師がオーサリング・システムで再コンパイルする必要もない。

### 4.4.2 学習用システム

#### a. 自由な問題数や画像数への対応

学習用システムの内部構造は図 4.12 のようになっている。問題実行時に学習者は複数の問題ファイルから問題を選択する。問題出題に関する全てのデータはオーサリング・システムと同様に、問題情報オブジェクトによりオブジェクト化している。このように問題実行時にオブジェクトを生成することにより、作成された問題を何問でも取りこめるようにしている。画像数についても、問



題情報オブジェクトが管理するので、問題数と同様に自由に設定できる。

#### b. 同一画像の重複利用への対応

図 4.12 の画像管理テーブルは、画面上に現れる画像と問題情報オブジェクトを関連付けて管理している。このテーブルが問題情報オブジェクトを読み取って必要とされる単語に対応する画像を管理するため、問題文で複数回現れる単語にも対応することができる。

#### c. 連続した問題出題への対応

1 つの画像に対する単語オブジェクトと前置詞オブジェクトは Visual Basic の既存クラスが持つ Image クラスを用いて作り、一元的に管理している。問題の正解情報はそれぞれのオブジェクトが持っているのではなく、正解情報を記憶するテーブルを作り、そこが記憶している。これを正解情報テーブルと呼ぶ。これらにより、画面上の画像オブジェクトと問題情報を切り離すことができ、どの問題の正解ということに関係なく画像オブジェクトを操作することが可能となり、連続して出題することが可能となる。

#### d. 正誤判定と誤り指摘文の生成

正誤判定は学習者の回答から、選択した Image オブジェクトを特定し、そこから画像管理テーブルに戻り、USO・UTO の画像管理テーブルにおけるインデックス番号と UP0t の前置詞種別番号を検出する。これらと正解情報テーブルの CSO・CTO の画像管理テーブルにおけるインデックス番号と CP0t の前置詞種別番号を比較することにより、誤りの種類を検出する。誤り指摘文は、検出された誤りの種類から該当する誤り指摘文パターンが決定され、CSO・CTO・CP0t, USO・UTO・UP0t のテキスト情報を引き渡すことにより、誤り指摘文パターンに当てはめて誤り指摘文を作り、音声合成ソフトにより音声出力する。

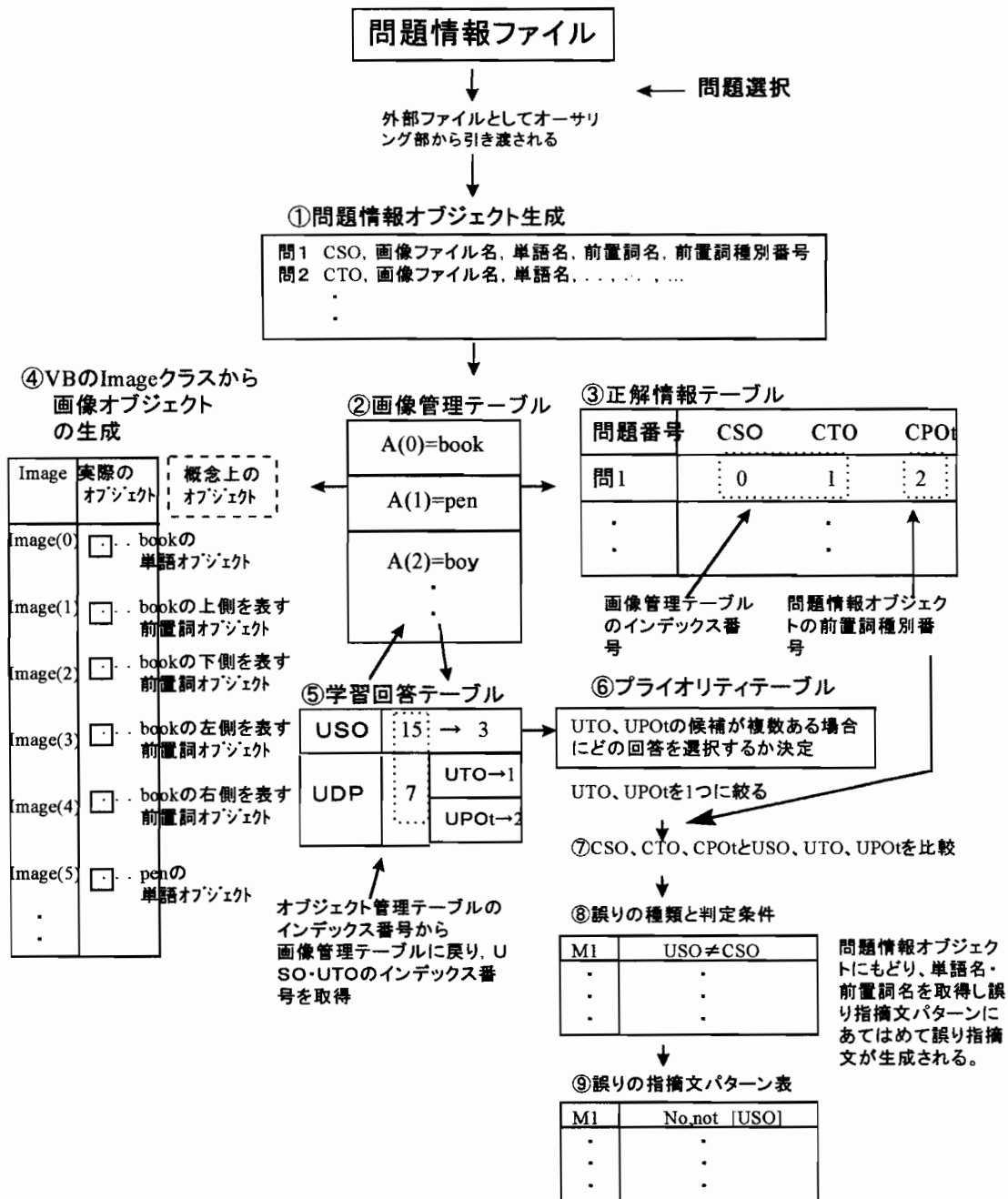


図 4.12 学習用システムの内部構造

#### 4.5 考察

試作したシステムを用いて問題を 30 問作成し、中学生 20 人に試用してもらったと同時に、試用後アンケートに答えてもらった。ここでは試用結果及びアンケートをもとに、試作システムの有効性・実用可能性について考察する。試作した教材の音声については、シェアウェアの音声合成ソフト JTS Reader を用いて、問題文・誤り指摘文のテキスト情報を音声生成した。

試用の結果、試作システムについては、全体的に「楽しくできた」「これならやる気になる」といった意見が多く肯定的な評価だった。

マウスでの画像操作による回答方法については、「もっと書きこむ事が多いと思っていたが、ゲーム感覚で楽しくできた」「絵で操作するものとは思っていなかった。文章が出てきて穴埋めでもすると思っていた」「間違えても何回も挑戦しようという気になる」等の意見から、彼らにとって画像操作という回答形式は、間違っても何度もやり直しができ、ゲームのように気楽に問題に回答できる形式のようであった。これらからこのような回答方法は、CAI の効果と言われているエンタテイメント性や学習意欲の持続といった点を満たしていると考えられる。

誤り指摘機能及び推論機能については、学生が間違えた場合に自分が間違っただけ何を操作したのか、また間違っただけどこに置いたのかを指摘あるいは推論するので、学生はその指摘文を手がかりに、次の回答を選択できていた。また誤り指摘文の文の長さについてはアンケート結果でもこれぐらいで良いという意見であり、短い指摘を聞くだけで間違っただけ部分がわかり、すぐに回答し直すことができるので、現在のような最小限の指摘内容でも十分使用可能であると思われる。特にここでは中学生には未習の単語を敢えて出題したが、学生は何度か誤り指摘文を聞くうちに、それらの未知語の音と意味を結びつけて覚えていくことができていた。これらの誤り指摘や推論機能により、学習者の自発的な学習を支援できていると考えられる。

上述した機能に加えて、問題が難しすぎる場合に学習者が回答候補全てを順番に選んでいくといったことを避けるために、誤り指摘の部分を改良し、正解への糸口や手がかりを与える機能をさらに付け加えることにより、試作システムをより良いものにできると考える。

次に学校教育への適応を考えると、中学・高校の英語においては、単語の導入や復習に利用可能だと考える。特に中学英語においては、新出単語も多く、

その学習に有効だと考える。本システムでは、単語だけでなく基本的な文法学習も行えるので、中学英語で学習する文法学習にも利用可能と考える。また近年、小学校の総合学習にも英語が導入されつつある。この分野においては、小学生を対象とするため、ゲーム性があり気軽に使える教材が求められる。教材作成を行う教師は、英語での教材作成に慣れていない場合が多く、簡易に問題作成できるものが望まれる。このような現状から、本システムは小学校の総合学習にも十分効果を発揮すると考える。さらに大学においても第二外国語の学習用に利用可能であり、小学校から大学レベルまでかなり広い範囲で教材として利用できると考える。

#### 4.6 おわりに

本章ではTPR法における、コンピュータと学習者の掛け合い的なインタラクシオンを行うための誤り指摘機構の作成方法についての提案を行った。提案方法では、予め複数の誤り指摘文パターンを用意する。学習者のマウスによる回答から誤りの種類を判定し、学習者の操作した絵、問題文、誤り種別、ならびに指摘文パターンを組み合わせることにより操作内容ごとに異なる指摘文を自動的に生成する。また、誤り内容を特定できない場合に備えて、回答候補に優先順位をつけることにより学習者の意図を推論する機構や、学習者の意図を確認するための機構についても試作した。これにより正解・不正解の単純な表示だけでなく、誤りの種類や回数に応じて指摘内容を変えることができ、短い間隔で回答→判定を繰り返す「掛け合い的」な学習を実現することができた。

これらの機能に加えて、インタラクシオンの幅を広げてより細やかに学習者を支援するために、誤り指摘だけでなく正解への糸口を与える機能があればより効果的だと考える。そこでその1つとして、画像の位置情報をもとに正解に対する候補を絞るような手がかりを与える機能を検討することが考えられる。



## 第5章

# 英語学習 CAI システムにおけるオーサリング・システムの試作

### 5.1 はじめに

前章では、聴解と行動を結び付けて学習を行う TPR 法のための CAI システムについて述べた。本章ではこの TPR 法用 CAI 教材を作成するためのオーサリング・システムについて述べる。

TPR 法を手法として取り入れた語学 CAI ソフトは色々作成されているが、教材に関しては予め用意された問題しか使うことができず、教師側が問題作成できない場合が多い。しかし実際の教育の現場で利用するためには、授業内容に即した TPR 法用の CAI 教材を作成できることが望まれる。使用している教科書の画像や単語データを使うことにより、教科書や教師の説明とリンクした問題を学習者に提供することができるからである。

そこで本研究では、TPR 法用 CAI 教材を英語教師が簡易に作成できることを想定したオーサリング・システムの開発を目指す。TPR 法用のオーサリング・システムでは、画像を自由に動かすことができたり、画像の位置から正誤判定を行うといったことができなければならない。これは従来の文主体の問題作成支援システム[木山 97, 仲林 97]とは異なる点である。本章ではそのオーサリング・システムの試作について述べる[柏木 00c]。このオーサリング・システムでは以下の点を考慮する。

- ・比較的簡易に問題作成できる。
- ・簡単に問題作成するために限られてしまう条件の中で、問題のヴァリエーションを増やす。
- ・問題の配布や変更が行いやすい。

このためには、問題のヴァリエーションのための問題文作成や画像配置等の GUI を用意し、それらのつながりを良くする必要がある。そこで教材作成に必要なデータを取り扱うために複合オブジェクトを作り、学習用システムに引き

渡すデータ全てをこのオブジェクトに格納する。これにより、単語と画像データや、単語と問題文・誤り指摘文を連動させ、画像を自由に配置したり、1つの場面で画像を複数回利用する事等を実現する。また誤りの種類に応じて誤り指摘文パターンを設定することにより、問題作成者が単語・前置詞句と誤り指摘文パターンを選択するだけで、学習用システムでは、誤りに応じて異なる誤り指摘文を自動的に生成する機構を持たせる。さらに外部ファイルを利用することにより、問題をテキストファイルで保存する。これによりコンパイルしてオブジェクトをシステム内部に取りこむ必要をなくし、問題の修正変更や配布を容易にする。

本章では、5.2でシステム全体の概要を述べ、5.3でオーサリング・システム的设计思想を述べる。5.4でオーサリング・システムの構造について述べる。5.5で試作したオーサリング・システムについて考察を行う。最後に5.6で本章を要約し、今後の課題について述べる。

## 5.2 システム全体の概要

### 5.2.1 システム全体の基本設計

TPR 法用 CAI システムは、図 5.1 のようにオーサリング・システムと学習用のシステムから成り、教師はオーサリング・システムで問題作成し、学習者は学習用システムで問題を解く。

この学習用システムでは、特に TPR 法の、「間違えた場合はその誤りに応じて短い誤り指摘を返す。これにより学習者は自分がどこを間違えたのかを気づき、かつ次の操作がテンポ良く行え、対話的に学習を進める」ことを重視している。そのため学習用システムでは、学習者の画像操作による回答をもとに、数ワード程度の簡単な英文で誤り指摘を行い、学習者が実際に操作した画像や置いた場所を指摘し、本来操作すべき画像や置くべき場所を指示する。この回答→判定を繰り返すことにより、学習者とコンピュータの間で「掛け合い的」に学習を進める。この誤りに応じた誤り指摘は、予め内部にインストラクションパターンを準備できる点に着目し[西村 99b]、誤りの種類とそれに対応した誤り指摘英文パターンを準備する。そして学習者が実際に操作した画像や置き場所をもとに、誤りの種類により異なる誤り指摘英文を半自動的に生成する機構を持たせる。

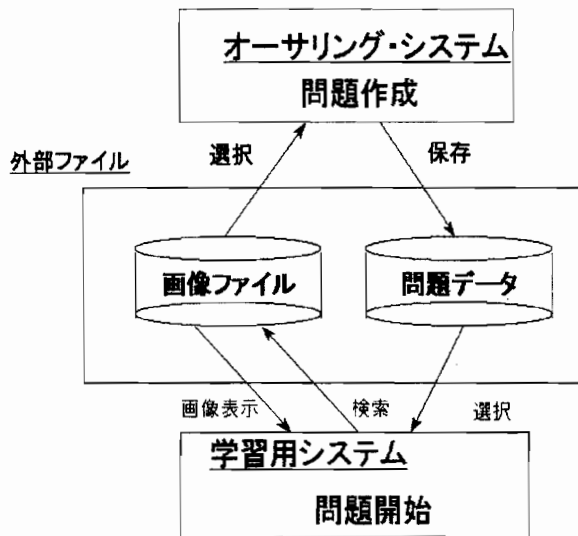


図 5.1 TPR 法用 CAI システム全体の概要

また TPR 法を手法として取り入れた従来の CAI ソフトではある画像を別の画像の上に移動するだけの問題しかできない課題もある。そのため画像の周辺に、相対的な位置を示す前置詞表現に対応した前置詞エリアを設け、画像周辺の位置関係を問う問題に対応している。

そして複数の画像や前置詞エリアを使用することにより、それらが重なり合った状態が出てくる。このような場合にも判定・誤り指摘を行えるように、学習者の意図を推論する機構を持たせている。さらにこれでも推論できない場合に備えて、学習者の意図を確認する問題を出題する機構を用意している。

### 5.2.2 学習用システムの概要

問題実行時のシステムの流れは図 5.2 の通りである。システムが英文音声により問題を出題し、学習者はマウス操作により回答する。システムは学習者の操作に対して正誤判定し、リアクションを返す。問題画面には図 5.3 のように、画面上に○印で囲んだ複数の画像が配置されている。これらはマウスで動かすことができる画像である。



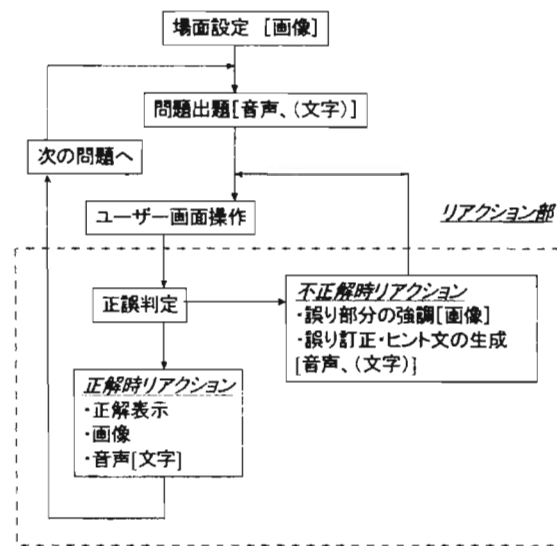


図 5.2 学習用システム概要

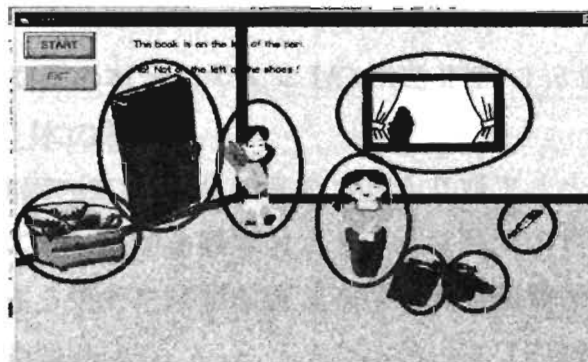


図 5.3 サンプル画面

さらに画面上の各画像の周辺には、相対的な位置を示す前置詞表現に対応したエリアを図 5.4 のように設定し、これを前置詞エリアと呼ぶ。

問題文は「A book is on the left of the pen.」のように、2つの単語と、置き場所の位置情報を示す前置詞表現から成る英文を含む。この2つの単語のうち、主語になる動かす画像をソースと言い（ここでは book を指す）、置き場所のターゲットになっている画像をターゲットと呼ぶ（ここでは pen を指す）。

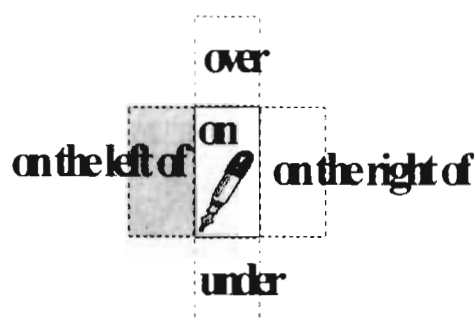


図 5.4 位置を表す前置詞句に対応するエリア

また問題に表れる画像・前置詞エリアについては、以下のように、

- ・正解の動かすべき画像オブジェクトを CS0（ここでは book に当たる）
- ・置くべき場所のオブジェクトを CDO
- ・CDO のターゲットになっている画像オブジェクトを CT0（ここでは pen に当たる）
- ・CDO の前置詞エリアを特定する際に付随する相対的なオブジェクトを CP0t（ここでは on the left of に当たる）

と呼ぶ。

学習者はこの問題を聞き、マウスで指示されたソースの画像を指示されたターゲットの前置詞句エリアへドラッグアンドドロップする。この操作に対しコンピュータは正誤判定を行う。判定は前置詞句エリアを伴う画像と画像のマッチングで行い、学習者のドラッグしたソースが正しいか、ドロップした場所のターゲットが正しいか、そのターゲットに伴う前置詞句エリアが正しいかの3種類で判定される。誤っている場合は、判定した誤りの種類に応じて誤り指摘文を生成する。例えば book ではなく shoes を動かした（この時 shoes を US0 と呼ぶ）時は、「動かした画像」が違うと判定し、shoes の画像は元の位置に戻る。また book を動かしたが、置いた位置が on the left of the woman だった（この時、on the left of を UP0t, woman を UT0 と呼ぶ）時は、「置き場所のターゲットになる画像オブジェクト」が違うと判定しインストラクションが行われる。そして学習者は正解するまで操作を繰り返す。正解の場合は正解を示すメッセージが生成され、次の問題へ進む。

このような問題・誤り指摘を行える問題を簡易に作成するオーサリング・システムを開発する。

### 5.3 オーサリング・システムの設計思想

このシステムでは、英語教師が授業の補助教材としてこのような問題を作成することを想定している。そのため簡易に問題作成することが必要である。同時に、簡易に作成できるという条件のもとで、教科書の単語や画像データが用意されていれば、教科書の各章に即した様々な学習項目の問題を作成できることが求められる。さらに実践の現場で、多くの学習者に何度も問題を配布することを考え、作成した問題を配布しやすくすることも考慮に入れる。これらから以下のような要求条件が挙げられる。

#### 5.3.1 簡易な問題作成

簡単に問題を作成できるように、問題文を入力すれば画像が自動表示され、同時に正解も入力できているようなしくみを作るためには、

- ・問題に必要な単語を選択した時点で、該当する画像を選択できる。
- ・問題文を作成した時点で、どの画像とどの画像が正解かといったことや、正解が画面上のどの位置なのかといった情報が入っている。

といったことが可能であれば、設定ミスも少なく非常に簡単に問題作成できる。そこで問題作成に必要なデータをオブジェクトでつなぐことにより、単語と画像のデータや、問題文と画像データを連動させ、英文パターンを選択するだけで問題作成可能にする。

#### 5.3.2 問題作成における汎用性

問題作成においては、簡易に問題作成するという条件のため、作成できる問題に限られる部分も出てくる。これを改善し、少しでも作成できる問題のバリエーションを広げる工夫が必要である。ここではより多くの種類の TPR 法用問題を作成できるように、多くの画像が使える、その画像を自由に配置したり、サイズを変更できるようにする。また同一画像を複数の問題で利用できるようにする。さらに指導内容に合わせて画像や前置詞名を追加できるようにする。

また学習用システムでは、誤りの種類や誤り回数に応じて、異なる誤り指摘を行う機構を用意している。間違えた場合には、学習者が実際に操作した画像や置いた場所を指摘し、本来操作すべき画像や置くべき場所を指示する誤り指摘文を自動的に生成可能にしている。誤り指摘文の作成については、誤りに応じて1文1文指摘文を作成したのでは、容易に問題作成するという条件にそ

ぐわない。そこで誤り指摘文作成の簡便化を図るため、オーサリング・システムで、誤りの種類や誤り回数に応じた誤り指摘文をパターン選択により、設定できるしくみを考える。

### 5.3.3 作成した問題の配布・運用面への配慮

作成した問題を実際に配布・運用することを考えた場合に、作成した問題をコンパイルすると、オーサリング・システムで作成したオブジェクトを内部に持つことになり、修正変更が生じた場合に、問題作成者自身がシステム内部のデータを修正することになる。また同一画像を異なる問題で使用した場合に、問題ごとに同じ画像を何度もコンパイルすることになり効率が悪い。さらにコンパイルした問題はデータ量も大きくなり Web 上等で手軽に配布しにくい。そこでデータ量をできるだけ少なくし、かつ修正変更しやすくするために、外部テキストファイルとして問題を保存する。

また問題だけでなく、問題に利用する単語や前置詞句についても更新変更が容易にできるものが便利である。そこでこれらについても外部ファイルとして作成する。ここでは単語と単語に該当する画像データをつなぐ単語テーブル、前置詞句と前置詞句に該当する前置詞エリアをつなぐ前置詞句テーブルをテキストファイルとして作成する。そしてテーブルデータの書き換えにより、単語や前置詞句の更新を行う。

## 5.4 オーサリング・システム

### 5.4.1 オーサリング・システムの流れ

オーサリング・システムでの教材作成手順について説明する。本システムは Visual Basic (以下 VB と呼ぶ) を用いて開発した。以下の文章で出てくるフォーム、コンボボックス、テキストボックス、イメージ等は VB 既存のクラスである。これらの表記が出てくる場合は VB 既存のクラス又はオブジェクトを指しているものとする。

オーサリング・システムは、図 5.5 のように画像配置フォームを中心に、問題文作成フォームや誤り指摘文設定フォーム、その他の設定フォームから成る。問題文作成画面では、まず 1 つの問題文に必ず使用しなければならないソース、

ターゲット、前置詞句をコンボボックスより選択し、その他の部分は教師が自由に入力できるようにする。さらに新たに使いたい画像や前置詞名がある場合は追加登録可能になっている。

問題文作成が終わると、画像配置画面に選択したソース、ターゲットにリンクされている画像が自動的に表示される。この画像配置画面では、問題文作成で作成した複数の問題を1つの場面で登録することができる。このため同一画像を複数の問題で使用する場合、2回目以降は画像をロードせず、既存の画像を使用する。そして表示された画像を教師が自由に配置する。また問題が進むに従って、正解の対象となる画像が絞られることを避けるため、問題文とは関係のないダミー画像を追加する機能も含む。

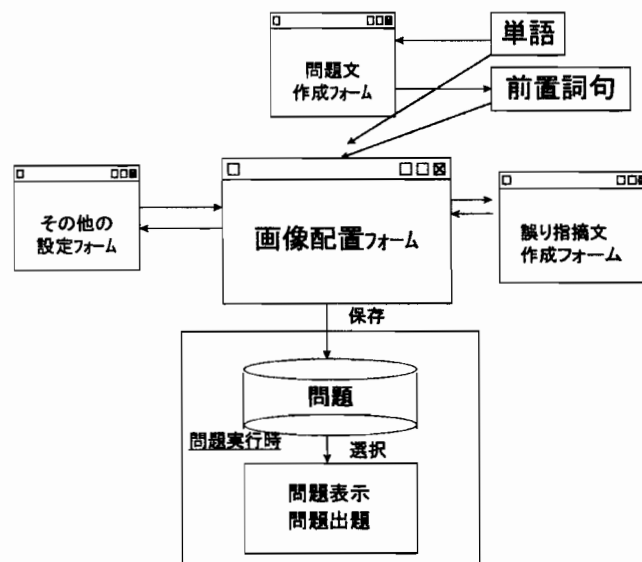


図 5.5 オーサリング・システムでの教材作成手順

誤り指摘文設定画面では、ソース、ターゲット、前置詞句の各間違いに対する誤り指摘文パターンがそれぞれ数種類ずつ用意されており、教師が指摘文パターンを選択すれば、学習用システムで誤り指摘文を自動的に生成できるようになっている。また、誤り回数を入力すれば、学習者の誤った回数に応じて異なる指摘文パターンを設定できる。その他の設定では、画像のサイズ変更や背景絵の設定、時間制限の有無等を選択できるようになっている。

最後に保存ボタンにより、問題文、画像配置、誤り指摘文、背景絵、時間制限というこれまで設定した全ての問題データをテキストファイルとして一括保存する。問題実行時にはこのテキストファイルのデータを読み込むと、問題が

開始される。

#### 5.4.2 オーサリング・システムの基本構造

この項ではオーサリング・システムの設計思想を実現するためのシステムの構築について述べる。

##### (1) クラスの定義

ここでは教材作成に必要なデータを取り扱うために、表 5.1 のようにクラスを定義する (VB ではユーザ定義オブジェクトと呼ばれる)。メソッドについては、VB が持っている既存のものを利用する。これは次のような理由による。VB では、各クラスのオブジェクトに対して、様々なメソッドが用意されている。特にマウス操作に対しては、イベントと呼ばれている様々なメソッドがあり、自分でマウス操作のメソッドを定義することに比べて、はるかに簡単にプログラムが記述できる。そのため問題作成者が実際に取り扱うオブジェクトは VB 既存のクラス (以下既存クラスと呼ぶ) を利用する。そして、既存クラスのオブジェクトに対する操作で得られたデータを、ユーザ定義オブジェクトに引き渡す。あるいはユーザ定義オブジェクトの情報が反対に既存クラスのオブジェクトのデータとして利用される。即ち、本来必要とされるデータ (元々持っているデータと入力するデータを含む) は、全てユーザ定義オブジェクトに格納されており、既存クラスのオブジェクトは問題作成者とのユーザインターフェイスとして利用する。

##### (2) 問題情報オブジェクト

ユーザ定義オブジェクトの1つとして、問題情報オブジェクトを定義し、学習用システムに引き渡すデータを全てこのオブジェクトに格納する。ここでは問題文を1問作成するたびに、2つのオブジェクトができる。1つはソースに対応したオブジェクトであり、もう1つがターゲットに対応したオブジェクトである。問題文そのものや前置詞句部分並びに誤り指摘文に対する情報は、ソースオブジェクトの属性として格納される。ターゲットオブジェクトのそれらの属性は、nullにする。ダミー画像オブジェクトもこのクラスのオブジェクトとして登録される。

表 5.1 クラス定義 (ユーザ定義オブジェクト)

定義クラス			
Public Type typtmpImageObj	'問題情報クラス		
usrImage As typImageObj	'画像インデックスオブジェクト		
iID As Integer	'ID 番号		
iKind As Integer	'source, target, ダミーの区別		
iProg As Integer	'問題番号		
tmpImage As typImage	'イメージ位置情報		
chkCount As Integer	'同一画像を使用の際の前回使用行		
conImage As Image	'イメージコントロール		
usrPrep As typPrep	'前置詞情報	strSentence As String	'問題文
usrMessage As typMessage	'誤り指摘メッセージ情報		
strBack As String	'背景ファイル名	bTimer As Boolean	'時間制限の有無
Public Type typImageObj	'画像インデックスクラス		
iID As Integer	'ID 番号	strWord As String	'イメージ単語名
strPicture As String	'イメージファイル名		
Public Type typPrep	'前置詞句インデックスクラス		
iID As Integer	'ID 番号	strPrep As String	'前置詞名
iPrep As Integer	'前置詞エリア番号		
Public Type typImage	'イメージ位置情報クラス		
iLeft As Integer	'イメージの左上の x 座標		
iTop As Integer	'イメージの左上の y 座標		
iWidth As Integer	'イメージの幅	iHeight As Integer	'イメージの高さ
Public Type typMessage	'誤り指摘メッセージ情報クラス		
iSource As Integer	'source 指摘メッセージ番号		
iSCount As Integer	'source 指摘メッセージ開始カウント数		
iPrepTarget As Integer	'前置詞, target 指摘メッセージ番号		
iPTCount As Integer	'前置詞, target 指摘メッセージ開始カウント数		
iOther As Integer	'その他指摘メッセージ番号		
iOCount As Integer	'その他指摘メッセージ開始カウント数		

この問題情報オブジェクトは複合オブジェクトになっており、既存の画像クラスのオブジェクト、画像位置情報クラスのオブジェクト、誤り指摘メッセージ情報クラスのオブジェクトをこのオブジェクトの属性として含む。そして実際の画像データはこのオブジェクトに格納する。

### (3) その他のクラス定義

問題情報オブジェクトの他に、以下のクラスを定義する。

- 画像インデックスクラス

これは単語と画像データをマッチングさせるためのインデックス用クラスとして定義し、1オブジェクトが1対のインデックスを覚える。

- 前置詞句インデックスクラス

前置詞句と前置詞エリアをマッチングさせるためのインデックス用クラスとして定義する。

- 誤り指摘メッセージ情報クラス

ソース、ターゲット、前置詞句それぞれの誤りに対する誤り指摘メッセージのパターン番号とメッセージが開始される誤り回数を記憶する。

- イメージ位置情報クラス

画像の位置情報を記憶する。

上記5つのクラスのうち、誤り指摘メッセージ情報クラスとイメージ位置情報クラス、問題情報クラスは、問題作成者が作成したデータを記憶しておくためのものである。それに対し、画像インデックスクラスと前置詞句インデックスクラスは問題作成を簡便に行うために、事前に用意されているオブジェクトである。

#### 5.4.3 オーサリング・システムの構造詳細

##### (1) 問題文の作成

図 5.6 のように問題文作成画面（フォーム）では、ソース、ターゲット、前置詞句をコンボボックスで選択し、それ以外の部分はテキストボックスに入力するようになっている。



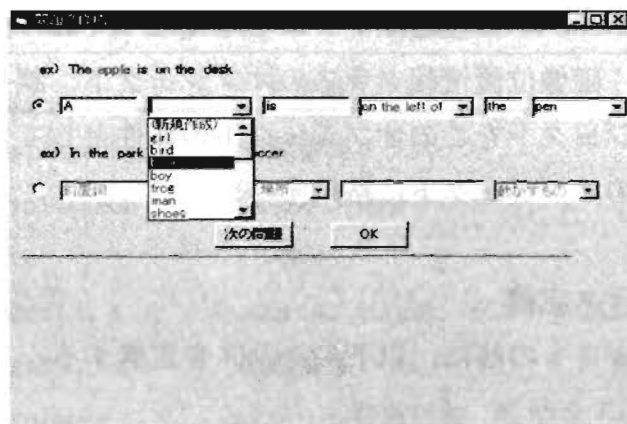


図 5.6 問題文作成画面

このコンボボックスのリスト一覧は、画像インデックスオブジェクトから作成される。ソースのコンボボックス並びにターゲットのコンボボックスから選択した単語は、それぞれ画像インデックスオブジェクトに引き渡され、その属性が、さらに問題情報オブジェクトに引き渡される。即ち問題文を1問作成する度に、2つの問題情報オブジェクトが生成される。前置詞句についても同様に、前置詞句インデックスオブジェクトから問題情報オブジェクトにその属性が引き渡される。

問題文はコンボボックスからの単語・前置詞句選択、ならびにテキストボックス部分に問題作成者が文章を記入することにより作られる。ここで選択された各オブジェクトの属性を合成して問題文のテキストを作り、問題情報オブジェクトに格納する。

## (2) 画像の配置

画像配置画面では、画像データは問題オブジェクトに含まれている画像オブジェクトに、(外部)ファイルからロードされる。重複した画像(=単語)が選択されていた場合は、画像データは1つめの問題情報オブジェクトにしか登録されない。画像配置画面には予め空画像オブジェクトを用意しておく。問題オブジェクトに含まれている画像オブジェクトをこの空画像オブジェクトにセットすることにより、選択された画像をロードする。この空画像オブジェクトと問題オブジェクトに含まれている画像オブジェクトは1対1対応ではない。問題情報オブジェクトのChkCountという属性で、何個目にロードしたものを記憶することにより、重複に対応する。

この作業において問題作成者は、既存オブジェクトである画像オブジェクトしか操作しない。画面上に表示された画像オブジェクトを操作すれば、その位置情報が問題情報オブジェクトに引き渡される。

その他にも、ダミー画像オブジェクトを追加する機能があり、追加した単語と画像データは画像インデックスオブジェクトに引き渡され、その属性がさらに問題情報オブジェクトに引き渡される。

### (3) 配布用ファイルの作成

保存は画像配置画面で行う。保存されるデータは全て問題情報が持っている。但し画像データは保存しない。オーサリング・システムで使用した画像データのファイル名を保存しておけば、問題実行時にそのファイル名で画像をロードでき、全ての画像を取り込んでおく必要がなくなる。この問題情報を保存したファイルを配布用ファイルと呼ぶ。配布用ファイルはテキストのみであり、保存されるデータの記述パターンは1種類である。オーサリング・システム内でいったん作られたオブジェクトは、保存の際にテキストファイルとして保存され、学習用システムに引渡された時点で、あらためてオブジェクトを作る。このため、コンパイルが不要となり、問題の修正変更はテキストファイル（配布用ファイル）のみを書き換えるだけで済む。

### (4) 誤り指摘文作成フォーム

オーサリング・システムでは、ソース誤り、ターゲット及び前置詞句誤り、その他の誤り、に誤りを分類し、それぞれに誤り指摘英文パターンを準備する。この英文パターンについては表 5.2 のように、学習用システムで回答した時に、CS0, CT0, CP0t とともに、学習者が実際に操作した US0, UT0, UP0t を含めることができるように設定する。誤り指摘文作成画面（図 5.7）で選択された誤り指摘メッセージのパターンと入力された誤り回数は、誤り指摘メッセージオブジェクトに引き渡され、その属性がさらに問題情報オブジェクトに引き渡される。この誤り指摘メッセージは1場面につき1種類設定される。そして上述した外部テキストファイルにより、学習用システムにその情報を引き渡す。

表 5.2 誤り指摘英文パターン

誤りパターン	誤り指摘英文パターン	誤り回数
動かす画像オブジェクトが誤り	①No.	( )回
	②No, not [US0].	( )回
	③No, not [US0], but [CS0].	( )回
	④You should choose [CS0], [CS0]!! Not [US0].	( )回
	⑤I said [問題文].	( )回
	⑥Again. I said [問題文].	( )回
	⑦[CS0]の確認問題 (「Click [CS0].」)	( )回
離れすぎている	①Away from all the objects.	-----
置くべき場所の前置詞エリアのみ誤り	①No.	( )回
	②No, not [UP0t][UT0].	( )回
	③No, not [UP0t][UT0], but [CP0t][CT0].	( )回
	④I said [問題文].	( )回
	⑤[CP0t]の確認問題 (「Click [CP0t] [CT0]」)	( )回
置くべき場所のターゲットになるオブジェクトのみ誤り	①～④ M3と同じ	( )回
	⑤[CT0]の確認問題 (「Click [CT0].」)	( )回
置くべき場所の前置詞・ターゲットになるオブジェクト共に誤り	①No.	( )回
	②I said [問題文].	( )回

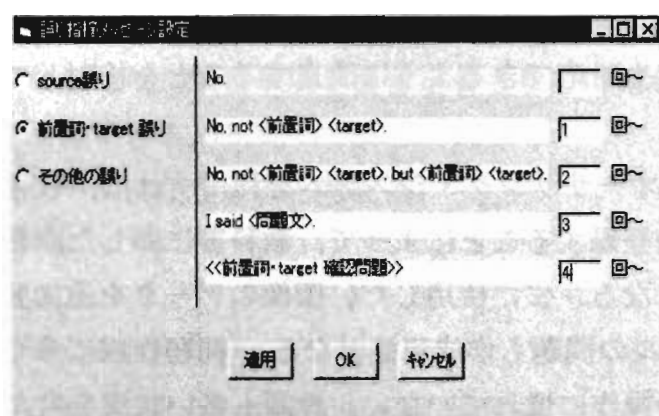


図 5.7 誤り指摘文作成画面

### (5) 学習用システムにおける誤り指摘機構

上述したように、誤り指摘に関して引き渡される情報は単純なものであるが、これらが学習用システムに引き渡され、どの程度ヴァリエーションに富んだ誤り指摘が可能かについて説明する。

正誤判定は、学習者が回答したマウスの位置情報から、表 5.2 のような誤りの種類により判定を行う。それをもとに誤り指摘文を作り、音声として出力する。従って学習者が操作した画像や置いた場所により、指摘内容が変わる。また誤った回数に応じて指摘内容が変わり、理解確認問題も出題可能となる。

## 5.5 考察

本システムのオーサリング・システムの可能性を検証する目的で、中学生に試用する教材を試作し、正しく動作することを確認した。問題は 30 問作成し、必要な画像は新たに追加登録した。

その結果、問題作成については、ソース、ターゲット、前置詞句を選択するだけでリンクされた画像を表示することができ、問題作成者が画像とテキストを別々のものとして意識することなく、一つのオブジェクトとして認識し、問題作成できるようになった。誤り指摘文、背景絵、時間制限等についても、用意されているものから選択すればよいので、授業用補助プリントを作成するような労力で問題作成でき、問題作成者の労力を大幅に軽減できた。問題文のバリエーションについては、一部問題文を記入できるため、be 動詞以外にも現在

進行形や一般動詞の問題にも対応することが可能となった。ただこの他の学習項目を含む英文にも対応できるように改良することを検討していかなければならない。

本章で提案するオーサリング・システムを利用すれば、教科書で使用される画像データを事前登録することによって、教科書に即した副教材を簡易に作成することが可能になる。また使用したい画像のデータを追加登録することにより、教師オリジナルの問題も作成可能となる。「問題作成に多くの時間をさけない」、「ツール等の操作に慣れていない」教師も多い状況を考えると、このシステムは十分に実用可能だと考える。

問題のデータ量については、問題ファイル1場面につき 2Kbyte 程度（ファイルの最小単位）であった。コンパイルすることにより作成した問題のデータ量が 60Kbyte 程度になることと比べると、データ量を少なくすることができ、問題の配布も行いやすくなった。

作成した問題については、外部にテキストファイルとしてを持つことにより、ネットワーク上でもファイル転送や電子メールで配布可能となる。これにより、各学習者の学習レベルに合った問題を簡易に配布できるようになる。また問題データがネットワークを通じても、簡易に受け渡しできるようになるため、学習者は学校だけでなく、自宅でも学習可能になる。さらに学校間で、作成した問題データの交換も行いやすくなる。

これらから、本システムは実際に運用する場合において問題作成の負担を軽減し、問題配布も行いやすい問題作成システムだと考える。

## 5.6 おわりに

本章では、教師が問題をいかに簡単に作成できるか、また簡単に問題作成することによって限られた条件の中でいかに問題文や誤り指摘文のヴァリエーションを増やすか、そしてシステムの独立性を持つことを念頭において、オーサリング・システムの開発を行ってきた。その結果、問題作成を選択式にすることで、問題作成は非常に簡便化でき、教師の設定による手違いもなくなった。また、ある程度自由な作文、画像データの事前登録、追加登録が可能になったことにより、実際の教科書に即した教材や教師オリジナルの問題を簡単に作成することが可能になった。学校教育における現状を考えると、このシステムは

- ・問題作成や問題配布が簡易にできるため、すぐに導入可能である。
- ・授業時間数が少なくなり、学習事項を復習定着させる時間がとれなくなっている現状を改善できる。

ため、大変有効なツールになりうると考える。



## 第6章

### 結論

社会が変化し教育の形態や方法が多様化するとともに、コンピュータ・ネットワーク技術が教育形態に盛んに取り入れられている。このような中でも、ネットワークを介して協調学習を行ったり、コンピュータにより細やかに学習を支援するといったインタラクティブな教育形態の重要性はよく議論され、その実現に向けて多くの研究実践が行われている。

本研究では、上述したようなコンピュータ・ネットワーク技術で支援するインタラクティブな教育形態に関する研究のうち、学校教育における協調学習や、教師と個々の学習者との個人教授に注目した。特にここでは、実用可能な技術やシステムを実際の教育現場にどのようにフィットさせ適用させていくかを研究することに焦点を置き、コンピュータ・ネットワーク技術を利用した教育システム全体の構築と運用に貢献することを目指した。このため、技術的な視点と教育的な視点の両方を含む総合的な見地からのアプローチが重要であると考え、(1)既存技術の特性を理解した上で、それらをいかに教育形態に取り入れていくか、(2)教育側からのニーズを把握し、それをいかにシステムに反映させるか、といった応用技術的な見地から研究を行った。

本論文では上述した点を考慮して、主に2つの研究分野に取り組んだ。1つは、電子メールを利用したしくみであるMLを、対面でもコミュニケーションできる1つのクラス内の授業に取り入れ、対面の授業の弱い部分を補完し、協調的・自発的学習を支援することを考えた。

2章ではMLのコミュニケーション・ツールとしての特徴を分析し、「対話性」「日常性」「非同期」「情報の選択」等の特性により、「気楽さ、学習に対する敷居の低さ」「考える時間」「学習者の興味やレベルに対応」といった、学習に対するMLの教育的効果が生まれることを挙げ、複数の授業にMLを利用する実験実践を通して、どのようにすればMLを取り入れてより良い授業形態や学習効果を生み出せるかについて検討した。その結果、MLの特性が、

- 学習意欲や学習者の積極性の促進



- ・他者に対して説明を行うことによる理解の深まり
  - ・他者が問題解決や説明をしているのを観察することによる知識の獲得
- といった学習効果をもたらすことを導き出し、MLがインタラクティブな学習形態を支援し、効果を上げることを示した。そして結論として、MLを取り入れて効果的な学習を行うために、適した教授内容、授業形態、ML上の運営形態等を検討することが重要なことを見出した。

3章ではこの結果を踏まえ、「ML上のコーディネーション方法」に焦点を置き、コーディネーションの違いにより、どのような教育的特徴があるかを分析し、MLを取り入れた授業設計及びMLのより良いコーディネーション方法を探った。ここでは上述したMLの授業への導入を継続して行い、これらのうち、特定の授業において3つの異なるコーディネーション方法を取り入れた。その結果、それぞれのコーディネーション方法に、「協調的な雰囲気を作る自由なやりとり」、「やりとりに刺激を与え、学生の思考や理解をおし進めるような学生側からの質問」、「最終的な正解への到達度」、「やりとりの長さ」、「用語の定義等に関する基本的な質問や、実社会のものに結びつけるような応用的な質問内容」等の面で、それぞれに特徴があった。そして、以下のような結論を得た。

- ・MLを取り入れる教授内容として、コンピュータサイエンスのように、教授内容のより深い理解に結びつくようなものが適している
- ・MLをコーディネートする場合には、学習者のMLに対する慣れ、これには、他の参加者に慣れるという面と、ネットワーク上のコミュニケーションに慣れるという2つの面がある、といったことや、取り上げるトピックの内容や配列に配慮するべきである。

これらの結論を踏まえ、ここでは、学期全体でのMLのコーディネーション・ストラテジーを提案した。

もう1つの研究テーマでは、教師と個々の学習者との個人教授をコンピュータ技術で支援することを考えた。本研究では、既存の教授法の中でコンピュータ技術が活きることを重点において研究を行い、外国語（英語）教授法の1つであるTPR法をCAI上で実現することを考えた。TPR法は英文指示に対して動作により反応する教授法で、英語を聞いて英語で理解する思考回路を形成するために効果的な方法だと考えられる。4章では、まずTPR法用語学CAIシステム全体と、学習者が利用する学習用システムの部分について述べた。TPR法をCAI上で実現するためには、「文章による回答・判定ではない」ものが求められ

る。そこで本システムには、マウスの画像操作により回答を行い、画像の位置情報により正誤判定を行う特徴を持たせた。これを実現するために、問題に必要なデータを取り扱うために複合オブジェクトを作り、単語と画像データや、単語と問題文・誤り指摘文を連動させた。また画面上の各画像の周辺に相対的な位置を示す前置詞句表現に対応した前置詞エリアを設定した。これによりマウスで画面上の画像を自由に動かして回答することや、画像の位置情報による判定が可能となった。また本システムでは誤り指摘文生成機構を作った。この機構は「誤り指摘文を半自動的に生成する」、「学習者が実際に操作した回答に応じて、誤り指摘文の内容を言換えることができる」といった特徴を持つ。これを実現するために、問題文の主語、前置詞句、前置詞句の目的語といった正誤判定の対象となる部分に対して、予め内部に複数の誤り指摘文パターンを用意した。この誤り指摘文パターンには、正解の単語や前置詞句と、学習者が間違っ

て回答した単語や前置詞句を誤り指摘文中に入れられるようにしている。また誤り回数によっても誤り指摘文パターンを設定できるようにしている。これにより、英文パターンや単語データを選択するだけで、学習者の操作回答から誤り指摘文を半自動的に生成でき、同じ誤りをしても異なる誤り指摘文を出力したり、誤り回数が増えるに従い、より具体的で問題文に近づいた誤り指摘文を出力することを可能にした。さらにこのシステムは、学習者が回答する際に、画像同士が重なり、回答として選択したと思われる候補が複数ある場合にも、学習者の意図した回答を推論する機構を持たせた。この機構を実現するためにここでは、回答候補に対して優先順位を設定できるようにした。この優先順位は、「学習者が間違えやすい項目」や「特定の単語や前置詞の項目」等に重点を置いて順位をつけることができる。これにより、複数の回答候補がある場合に、「正解がわかって操作できている」、「特定の単語や前置詞を間違っているため、このような回答をした」といった教師が行うような推論や判断を、システムに持たせることができた。試作したシステムを中学生20人に試用した結果、本TPR法用CAIシステムは、実際のTPR法で行うような学習活動をコンピュータにより実現することができ、現場でも教材の1つとして使える可能性があることを確認できた。

5章ではTPR法用CAI教材を作成するためのオーサリングシステムについて述べた。オーサリングシステムの作成においては、実際の教育現場で利用することを想定して、「比較的簡易に問題作成できる」、「簡単に問題作成するため

に限られてしまう条件の中で問題のヴァリエーションを増やす」、「問題の配布や変更が行いやすい」といった点を考慮に入れた。これらを実現するために、4章で述べた複合オブジェクトにより問題に関するデータ全てを関連づけるとともに、問題を外部テキストファイルで受け渡しすることにより、コンパイルしてオブジェクトをシステム内部に取りこむ必要をなくし、問題の修正変更や配布を容易にした。また学習者が実際に操作した画像に該当するオブジェクトの属性を引き渡すことにより、学習者がその都度操作した画像を誤り指摘文に入れられるようにした。このオーサリングシステムを使って問題作成した結果、教師がプリントを作るような感覚で問題作成できた。またテキストファイルにより問題の受け渡しができることにより、ネットワーク上でもメールやファイル転送により問題配布が可能となり、問題配布の形態の幅が広がった。

これら2つの研究から、双方向な教育形態にコンピュータ・ネットワーク技術を適応させていくためには、ツールの特性を活かすような学習内容・授業設計が必要であることがわかった。例えばMLの場合は、用語の意味や、事象とその背景にあるメカニズムを結びつけるコンピュータサイエンスのような内容のものが、適した学習内容の1つであることがわかった。そしてMLを取り入れた授業設計を行う場合は、学習者のMLに対する慣れや、ML上のトピック内容とその配列について考慮すべきだということがわかった。また既存の教授法の中でコンピュータ技術が有効に機能するものをシステムとして開発することが重要であることを確認した。本論文ではその一例としてTPR法用語学CAIシステムを開発した。そしてその中で、誤り指摘文自動生成機構や推論機構を作ることにより、教師の役割を支援するようなコンピュータと学習者のインタラクションのあり方を実現することができた。

今後の展開として、MLを取り入れた学習環境については、他の教科への応用についても実験し、対面型の授業と組み合わせた授業全体をどのようにデザインし運営していくべきかについて検討し、授業計画の指針や授業計画例を作成していきたいと考えている。またTPR法用語学CAIシステムについては、単に誤り指摘だけでなく、位置情報等により正解に対する候補を絞るような手がかりを与える機能を検討する。またネットワーク上でこのシステムを利用できるようにすることや、英語だけでなくその他の言語についても教材作成できるようにシステムを発展させていくことを考えている。

コンピュータ・ネットワーク技術を利用した学習環境やシステムに対するニ

ーズは、今後ますます高まっていくと予想される。このような状況に対応する上で、本研究はこれらの学習環境やシステムを実際の教育現場にどのようにフィットさせ適用させていけば良いかを探ることができたと考えている。



## 謝辞

本研究の機会を賜り、神戸大学大学院自然科学研究科情報メディア科学専攻において、ご指導をいただきました神戸大学工学部・北村新三教授に深く感謝いたします。

本研究をまとめるにあたり、神戸大学大学院自然科学研究科情報メディア科学専攻において及びそれ以前の神戸大学国際文化学部研究生の時より、研究分野において直接ご指導いただきました神戸大学国際文化学部・大月一弘助教授に心より感謝いたします。研究に対する貴重なご助言をいただいただけでなく、研究活動面においても、多くのご支援をいただきました。

機会ある毎に貴重なご助言をいただきました神戸大学国際文化学部・鏑木誠教授、横尾能範教授、森下淳也助教授、康敏助教授に感謝いたします。

修士課程2年間、さらに博士後期課程においても、多くのご助言をいただきました神戸大学国際文化学部・沖原勝昭教授に感謝いたします。

第4章のTPR法用語学CAIシステムに対する実験を行うにあたり、実践の場をご提供くださり快くご協力いただきました神戸大学発達科学部附属明石中学校・姉川洋一教諭、実験に参加していただいた神戸大学発達科学部附属明石中学校の皆さんに感謝いたします。

第4章・第5章におけるTPR法用語学CAIシステムに関して、システムの開発を担当していただいた神戸大学大学院総合人間科学研究科1998年度卒業生で、現在財務省造幣局に勤務されている早川佐登美氏、神戸大学国際文化学部1999年度卒業生で、現在株式会社東洋情報システムに勤務されている砂原志麻子氏、神戸大学国際文化学部1999年度卒業生で、現在株式会社NTTデータに勤務されている田中順子氏、神戸大学国際文化学部・廣田智子氏に感謝いたします。

折に触れ、多くの示唆に富むご助言をいただきました北海道教育大学教育学部旭川校・村田育也助教授に感謝いたします。

また院生生活を通じて多くのご支援をいただきました神戸大学大学院自然科学研究科・出澤茂氏、神戸大学大学院総合人間科学研究科・中尾桂子氏に感謝いたします。

最後に、これまでの長い学生生活を全うできたのは、家族の支援があればこそでした。家族特に夫敏彦の精神的経済的支援と支えに感謝します。

## 参考文献

- [赤堀 99] 赤堀侃司, 永嶋賢一, 金澤広明, “不登校児童・生徒のための電子メールカウンセリング,” 日本教育工学会第 15 回全国大会講演論文集, pp. 657-658, 1999.
- [秋田 00] 秋田喜代美, “子どもをはぐくむ授業づくり—知の創造へ,” 岩波書店, 2000.
- [天野 00] 天野昌和, 奥野穂, 須曾野仁志, “地域の教育力を高める Web コミュニティの構築,” 日本教育工学会研究報告集, JET2000-4, pp. 1-4, 2000.
- [Bern90] Bernstein, J., Cohen, M., Murveit, H., Rtischev, D. and Weintraub, M., “Automatic Evaluation and Training in English Pronunciation,” Proc. ICSLP, pp. 1185-1188, 1990.
- [Chun94] Chun, D. M., “Using Computer Networking to Facilitate the Acquisition of Interactive Competence,” System, Vol. 22, No. 1, pp. 17-31, 1994.
- [藤木 99] 藤木卓, 鶴正人, 池永全志, 蒲原新一, “小学校道徳における ISDN と PHS を用いた遠隔授業の実践と評価,” 教育システム情報学会誌, Vol. 15, No. 4, pp. 328-333, 1999.
- [Gerler95] Gerler, Edwin R., Jr., “Advancing Elementary and Middle School Counseling Through Computer Technology,” Elementary School Guidance & Counseling, 30(1), pp. 8-15, 1995.
- [長谷川 00] 長谷川元洋, 森喜世子, 南和美, “情報化推進コーディネーターの役割についての考察,” 日本教育工学会研究報告集, JET2000-4, pp. 99-105, 2000.
- [平野 99] 平野邦生, 阿部昌人, 竹蓋順子, 竹蓋幸生, “Java アプレットを利用した語学学習支援システムの開発,” 日本教育工学会第 15 回全国大会講演論文集, pp. 145-146, 1999.
- [廣瀬 97] 廣瀬一仁, “へき地学校高度情報通信設備 (マルチメディア) 活用授業交流の取り組み,” 日本科学教育学会研究会研究報告, Vol. 11, No. 4, pp. 37-40, 1997.



- [池原 93] 池原悟, 小原永, 高木伸一郎, “文書校正支援システムにおける自然言語処理,” 情報処理, Vol. 34, No. 10, pp. 1249-1258, 1993.
- [Inaba95] Inaba, A and Okamoto, T., “The Network Discussion Supporting System Embedded Computer Coordinator at the Distributed Places,” Educational Technology Research, Vol. 18, nos1.2, pp. 17-24, 1995.
- [伊藤 90] 伊藤嘉一, “英語教授法の全て,” 大修館書店, 1990.
- [James00] James, J., Choi, F., and Yu, G., “The Application-Specific Virtual Meeting Place: Tools for Virtual Communication by Students and Teachers,” Improving Classroom Research Through International Cooperation, Proceedings of the Second International Conference on Science, Mathematics & Technology Education, pp. 157-161, 2000.
- [掛川 00] 掛川淳一, 神田久幸, 藤岡英太郎, 伊丹誠, 伊藤紘二, “日本語学習支援システムにおける作文診断処理系の提案と試作,” 電子情報通信学会論文誌, Vol. J83-D- I, No. 6, pp. 693-701, 2000.
- [亀山 99] 亀山太一, “WEB データベースを応用した学習環境の構築,” 日本教育工学会研究報告集, JET99-2, pp. 7-12, 1999.
- [刈宿 00] 刈宿俊文, “情報ボランティア等による小規模校への学習支援,” 日本教育工学会研究報告集, JET2000-4, pp. 43-50, 2000.
- [Kashi97a] Kashiwagi, H., Ohtsuki, K., and Kaburagi, M., “A Practical Study on Spontaneous and Cooperative Learning by the use of Mailing List,” Science, Mathematics & Technology Education and National Development, Proceedings of the 1997 International Conference on Science, Mathematics and Technology Education, pp. 241-252, 1997.
- [柏木 97b] 柏木治美, 大月一弘, “自発的かつ協調的学習を支援するためのメーリングリストの利用に関する一考察,” 日本教育工学会研究報告集, JET97-5, pp. 55-60, 1997.
- [柏木 99] 柏木治美, 早川佐登美, 大月一弘, “インタラクティブ性を伴う語学学習教材の開発に関する研究,” 日本教育工学会第 15 回全国大会講演論文集, pp. 253-254, 1999.

- [柏木 00a] 柏木治美, 砂原志麻子, 田中順子, 大月一弘, “外国語 CAI システムにおける誤り指摘機構の試作,” 日本教育工学会研究報告集, JET2000-4, pp. 35-42, 2000.
- [Kasi00b] Kasiwagi, H., Ohtsuki, K., Morishita, J., Kaburagi, M., and Kitamura, S., “The Coordination of the Mailing List for Cooperative/Spontaneous Learning,” Improving Classroom Research Through International Cooperation, Proceedings of the Second International Conference on Science, Mathematics & Technology Education, pp. 173-184, 2000.
- [柏木 00c] 柏木治美, 大月一弘, 北村新三, “英語学習 CAI システムにおけるオーサリングツールの試作,” 神戸大学自然科学研究科紀要第 19 号, pp. 25-33, 2000.
- [柏木 00d] 柏木治美, 砂原志麻子, 田中順子, 大月一弘, 北村新三, “インタラクションを伴う外国語 CAI システムの開発,” 2000, (『日本教育工学会論文誌』へ投稿中).
- [Kern95] Kern, R. G., “Restructuring Classroom Interaction with Networked Computers: Effects on Quantity and Characteristics of Language Production,” The Modern Language Journal, Vol. 79, pp. 457-476, 1995.
- [木山 97] 木山稔, 石打智美, 吉田孝, 福原美三, “知的 CAI システム CALAT の教材オーサリング,” NTT R&D, Vol. 46, No. 8, pp. 817-824, 1997.
- [近藤 99] 近藤喜美夫, “大学間衛星ネットワーク SCS の複数局交流方式,” 電子情報通信学会論文誌, Vol. J82-D-I, No. 9, pp. 1210-1216, 1999.
- [國近 00] 國近秀信, 花多山知希, 平嶋宗, 竹内章, “英語長文読解学習のための質問文自動生成機能の実現とその評価,” 電子情報通信学会論文誌, Vol. J83-D-I, No. 6, pp. 702-709, 2000.
- [李 94] 李圭建, 小西達裕, 高木朗, 白井克彦, 小原啓義, “日韓作文演習用知的 CAI における誤文解析および指導戦略,” 情報処理学会論文誌, Vol. 35, No. 7, pp. 1223-1234, 1994.
- [李 95] 李圭建, 桜井直弘, 白井克彦, “音声合成を実現した語学用知的 CAI システム,” 信学技報, ET-95-41, pp. 65-72, 1995.

- [李 96] 李圭建, 白井克彦, “作文演習用知的 CAI における音声合成の適用と評価,” 電子情報通信学会論文誌, Vol. J79-D-II, No. 6, pp. 1158-1165, 1996.
- [李 97a] 李圭建, 白井克彦, “語学用知的 CAI における音韻変動知識処理,” 電子情報通信学会論文誌, Vol. J80-D-II, No. 3, pp. 811-819, 1997.
- [李 97b] 李圭建, 白井克彦, “知的 CAI における韓国語用言活用処理,” 電子情報通信学会論文誌, Vol. J80-D-II, No. 4, pp. 995-1003, 1997.
- [美馬 97] 美馬のゆり, “不思議缶ネットワークの子どもたち,” ジャストシステム, 1997.
- [美馬 98] 美馬のゆり, 山内祐平, 吉岡有文, 中原淳, “科学者と高校生の学びの場としてのネットワーク (1) - コミュニケーションと学び,” 日本教育工学会第 14 回全国大会講演論文集, pp. 683-684, 1998.
- [美馬 99] 美馬のゆり, 山内祐平, 中原淳, 吉岡有文, “サイエンスネットワーク形成過程における参加者の変容 (1) - 科学者と高校生の変容,” 日本教育工学会第 15 回全国大会講演論文集, pp. 529-530, 1999.
- [峯松 00] 峯松信明, 藤澤友紀子, 中川聖一, “英単語発音上の癖の自動推定・視覚化とそれに基づく発音能力の韻律的評定,” 電子情報通信学会論文誌, Vol. J83-D-II, No. 2, pp. 486-499, 2000.
- [三好 00] 三好一賢, 岡永陽治, 黄星齊, 近藤暹, “衛星インターネットによる遠隔講義システムの設計, 開発と実験,” 電子情報通信学会論文誌, Vol. J83-D-I, No. 6, pp. 644-650, 2000.
- [望月 99] 望月要, 大西仁, 永岡慶三, 中村直人, 宮寺庸三, 横山節雄, “遠隔学習における協調成立のための諸要因,” 教育システム情報学会誌, Vol. 15, No. 4, pp. 312-317, 1999.
- [森 00] 森喜世子, 南和美, 長谷川元洋, “インターネット交流を生かした古典学習の授業デザインの研究,” 日本教育工学会研究報告集, JET2000-4, pp. 91-98, 2000.
- [森田 99] 森田充, 海崎由香, “他校や地域の人々と進める花室川環境 8 校プロジェクトー花室川の調査を通しての環境共同学習ー,”

新 100 校プロジェクト成果発表会, 1999.

- [Mostow 94] Mostow, J., Roth, S. F., Hauptmann, A. G. and Kane, M., “A Prototype Reading Coach that Listens,” Proc. AAAI, pp. 785-792, 1994.
- [村田 98] 村田育也, “ホームページリンク集作成による情報リテラシー教育の実践,” 日本教育工学会誌, Vol. 22, Suppl., pp. 73-76, 1998.
- [村田 99] 村田育也, “帰納的推論を重視した WWW ページ作成過程の教育利用について,” 日本科学教育学会第 23 回年会 / JSSE・ICASE・PME 合同国際会議論文集, pp. 223-224, 1999.
- [仲林 97] 仲林清, 小池義昌, 丸山美奈, 東平洋史, 福原美三, 中村行宏, “WWW を用いた知的 CAI システム CALAT,” 電子情報通信学会論文誌, Vol. J80-D-II, No. 4, pp. 906-914, 1997.
- [中川 97] 中川学, 永瀬文昭, 橋本洋一, 下川義弘, “マルチメディア双方向衛星通信システムのシステム特性の評価,” 電子情報通信学会論文誌, Vol. J80-B-I, No. 6, pp. 322-329, 1997.
- [中川聖 97] 中川聖一, Reyes, A. A., 鈴木英之, 谷口泰広, “音声認識技術を利用した英会話 CAI システム,” 情報処理学会論文誌, Vol. 38, No. 8, pp. 1649-1658, 1997.
- [中山 99] 中山迅, “メーリングリストを利用した学校間協力の成立要件—’97, ’98 年度「全国発芽マップ」の場合—,” 日本科学教育学会第 23 回年会 / JSSE・ICASE・PME 合同国際会議論文集, pp. 219-220, 1999.
- [南部 99] 南部昌敏, “テレビ会議システムを用いた遠隔学習が児童に及ぼす影響,” 日本教育工学会第 15 回全国大会講演論文集, pp. 451-452, 1999.
- [西村 99a] 西村則久, 明関賢太郎, 安村通晃, “インターネット英作文添削システム,” 情報処理学会インタラクシオン’99 論文集, Vol. 99, No. 4, pp. 43-44, 1999.
- [西村 99b] 西村則久, 明関賢太郎, 安村通晃, “英作文における自動添削システムの構築と評価,” 情報処理学会論文誌, Vol. 40, No. 12, pp. 4388-4395, 1999.
- [丹羽 98] 丹羽時彦, 雄山真弓, “WWW を用いた新しい数学教育の試み,”

- 情報処理学会研究報告, Vol. 98, No. 102, pp. 1-8, 1998.
- [Nojima95] Nojima, E. and Nishimura, S., "A Practical Study and Its Evaluation of International Computer Communications Using Two Languages," Educational Technology Research, Vol. 18, nos1.2, pp. 25-31, 1995.
- [Ogata98] Ogata, H., Yano, Y., and Wakita, R., "CCML: Exchanging Marked-up Documents in a Networked Writing Classroom," Computer Assisted Language Learning, Vol. 11, No. 2, pp. 201-214, 1998.
- [Okaza96] Okazaki, Y., Watanabe, K., and Kondo, H., "An Implementation of an Intelligent Tutoring System on the WWW," Educational Technology Research, Vol. 19, nos1.2, pp. 35-44, 1996.
- [岡崎 97] 岡崎泰久, 渡辺健次, 近藤弘樹, "WWW(World-Wide-Web)を利用した知的 CAI," 電子情報通信学会論文誌, Vol. J80-D-II, No. 5, pp. 1304-1307, 1997.
- [大元 99] 大元誠, 園田貴章, 山下宗利, 角和博, 近藤弘樹, "テレビ会議システムによる遠隔授業," 教育システム情報学会誌, Vol. 15, No. 4, pp. 306-311, 1999.
- [Poling94] Poling, Don J., "E-Mail as an Effective Teaching Supplement," Educational Technology, 34(5), pp. 53-55, 1994.
- [Rust95] Rust, Ellen B., "Applications of the International Counselor Network for Elementary and Middle School Counseling," Elementary School Guidance & Counseling, 30(1), pp. 16-25, 1995.
- [坂元 98] 坂元昂, "21 世紀に向けた教育改革政策," 情報処理, Vol. 39, No. 7, pp. 622-626, 1998.
- [白井 97] 白井靖敏, 斎藤暢久, "インターネット上の電子教科書の開発とその分析—高校生向け「街角物理探検」," 日本教育工学会論文誌, Vol. 21, Suppl., pp. 73-76, 1997.
- [白戸 00] 白戸仁博, 佐々木整, 竹谷誠, "バーチャルリアリティ技術を用いた遠隔教育システムの開発と適用," 電子情報通信学会論文誌, Vol. J83-D-I, No. 6, pp. 619-626, 2000.

- [東海林 99] 東海林新司, 元木幸子, 富樫朗, 青木信也, 篠田賢一, 濱井民子, 太田千裕, 山崎章成, 小川亮, “総合的学習にむけての取り組み「コーンプロジェクト」,” 日本教育工学会研究報告集, JET99-5, pp. 47-57, 1999.
- [田邊 99] 田邊達雄, 石井淳二, 川尻武信, 周藤剛士, 能登原祥之, 岡中正三, 長町三生, “知的マルチメディアの語学教育への応用—Eメールを利用したハワイ大学マウイ校(MCC)との国際交流—,” 教育システム情報学会誌, Vol. 16, No. 2, pp. 99-104, 1999.
- [田中 99] 田中健二, 近藤喜美夫, “大学間衛星ネットワーク (スペース・コラボレーション・システム) の構成,” 電子情報通信学会論文誌, Vol. J82-D-I, No. 4, pp. 581-588, 1999.
- [田中 96] 田中公二, 矢澤玲, 井草真喜子, 井町真琴, 打田大介, 安村通晃, “マルチメディア外国語学習システムの開発と評価,” 慶応義塾大学湘南藤沢学会, IEI-RM, 95-023, 1996.
- [戸越 98] 戸越浩嗣, 木下紀正, 金柿主税, “科学映像教材のインターネットによる公開の試み,” 日本教育工学会研究報告集, JET98-5, pp. 45-50, 1998.
- [山本 90] 山本秀樹, 甲斐郷子, 大里真理子, 椎野努, “語学訓練用知的CAIシステムにおける学習者の意図の把握と会話制御方式,” 情報処理学会論文誌, Vol. 31, No. 6, pp. 849-859, 1990.
- [山本 93] 山本秀樹, 田川忠道, 宮崎敏彦, “音声対話を実現した英会話用知的CAIシステムの構成,” 情報処理学会論文誌, Vol. 34, No. 9, pp. 1967-1981, 1993.
- [山内 99] 山内祐平, 美馬のゆり, 中原淳, 吉岡有文, “科学者と高校生をつなぐネットワークにおける学習環境デザイン,” 日本教育工学会第15回全国大会講演論文集, pp. 69-70, 1999.
- [矢野 97] 矢野米雄, 緒方広明, 榊原理恵, 脇田里子, “日本語作文教育のためのネットワーク型添削支援システムCoCoAの構築,” 教育システム情報学会誌, Vol. 14, No. 3, pp. 21-28, 1997.
- [八崎 98] 八崎和美, 黒上晴夫, “「いっしょに調べよう」掲示板でのコミュニケーションについて,” 日本教育工学会研究報告集, JET98-3, pp. 105-108, 1998.

- [吉岡 99] 吉岡有文, 中原淳, 美馬のゆり, 山内祐平, “サイエンスネットワーク形成過程における参加者の変容(2)－教師と研究者の変容,” 日本教育工学会第15回全国大会講演論文集, pp. 531-532, 1999.

## 本研究に関する発表（発表順）

- Harumi KASHIWAGI, Kazuhiro OHTSUKI, and Makoto KABURAGI, "A Practical Study on Cooperative/Spontaneous Learning, Using the Mailing List", Science, Mathematics & Technology Education and National Development, Proceedings of the 1997 International Conference on Science, Mathematics & Technology Education, pp.241-252, 1997.
- 柏木治美, 大月一弘, "自発的かつ協調的学習を支援するためのメーリングリストの利用に関する一考察," 日本教育工学会研究報告集, JET97-5, pp. 55-60, 1997.
- 柏木治美, 早川佐登美, 大月一弘, "インタラクティブ性を伴う語学学習教材の開発に関する研究," 日本教育工学会第15回大会講演論文集, pp. 253-254, 1999.
- Harumi KASHIWAGI, Kazuhiro OHTSUKI, Jun-ya MORISHITA, Makoto KABURAGI, and Shinzo KITAMURA, "The Coordination of the Mailing List for Cooperative/Spontaneous Learning," Improving Classroom Research Through International Cooperation, Proceedings of the Second International Conference on Science, Mathematics & Technology Education, pp.173-184, 2000.
- 柏木治美, 砂原志麻子, 田中順子, 大月一弘, "外国語 CAI システムにおける誤り指摘機構の試作," 日本教育工学会研究報告集, JET2000-4, pp. 35-42, 2000.
- 柏木治美, 大月一弘, 北村新三, "英語学習 CAI システムにおけるオーサリングツールの試作," 神戸大学自然科学研究科紀要第19号, pp. 25-33, 2000.
- 柏木治美, 砂原志麻子, 田中順子, 大月一弘, 北村新三, "インタラクティブ性を伴う外国語 CAI システムの開発," 2000, (『日本教育工学会論文誌』へ投稿中).