

静岡大学 博士論文

能動学習遠隔授業を柔軟に支援するシステムの設計及び実践に関する研究

2002年6月

大学院理工学研究科博士後期課程  
設計科学専攻

市村 洋

## 論文要旨

日本は今、高齢化と少子化時代を迎えながら、工業化社会から情報化社会・知価社会への脱皮、そして創造性技術立国建設のための大転換時期にある。そのために、国際化時代に相応しい創造性豊かでコミュニケーション能力を有する若き技術者の育成が最重要課題となっている。これをなし得るのは教育である。

このような背景にあって、新学習指導要領が2002年4月から実施された。また、技術者育成のISO9000とみなせる日本技術者教育認定機構が1999年11月に発足し、現在教育プログラムの第三者評価が試用から本格実施の途についた。国際的に通用する技術者認定の着実な歩みである。

一方、広帯域インターネット(例えばADSL, Fiber to the Home, IMT2000等)・マルチメディアの社会基盤整備が着実に進んでいる。

筆者は、この新学習指導要領の実施に遡ること15年前に、工学教育において能動学習授業形態を先駆的に提案し、現在まで継続実践してきた。この授業の成否は、教具すなわち教育的道具の活用法に強く依存することが実践研究の中で分かってきた。本論文は教育工学分野を対象とした研究である。この分野の従来研究は、教育理論中心及びメディア技術中心に陥っている傾向にある。本研究では、その問題点に対処し、教育対象である日本の学生気質を文化心理学的に分析し、日本が必要とする国際的技術者の一つのスキルである表現力を日本固有の学生気質を止揚する形で如何に引き出させるかという指針を明確にし、

- ・プロトタイプシステムの試用結果
- ・履修学生のアンケート結果
- ・教師の体験

を基にして、マルチメディア及びインターネット活用による教育支援システムの設計法を明らかにした。

筆者提案の能動学習授業は、教育理論上、Jonassenの"構成主義の教授・学習理論"と工学教育における島田 彌の"学育論"に同型であり、工学分野において"自ら課題を見付け、問題を発見し解決し、それを表現する能力"を育む教育である。教師は"素材と場の提供"に徹することにある。学ぶ者が学ぶ者へ教えることは廣中平祐の"Learning Pyramid"の報告にも合致している。

設計法の有用性は、実践教育の中で評価実験することにより次の通りである。

- ・試験合格型学習から予習型学習すなわち創造性教育への転換

- ・初心発表者の自信と感動体験の導出
- ・内在する意見・疑問の顕在化
- ・評価法が難しい創造性教育 PBL(Project Based Learning)等への客観的評価・講評法の一提案

本論文を構成するところの

市村 洋，鈴木雅人，小畑征二郎，酒井三四郎，水野忠則：“学習意欲の喚起を目指したマルチメディア授業支援システム”，日本工学教育協会，「工学教育」第 48 巻，第 2 号，pp.2-8(2000-03)。

なる論文が島田 彌の工学教育研究論文に引用され，次のように評価されている。

「特に，受け身の姿勢で育ってきた学生の現状を踏まえた上で，彼らに能動的な学習姿勢，および自己責任での意見の発信により双方向 Communication の姿勢を身につけさせるという，明確な目的を持って IT を活用して，顕著な効果を上げている事例等\*が注目される。 - 島田 彌：“IT 時代ゆえに必要な直接体験とその体系化”，(社)日本工学教育協会，平成 12 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集 pp.93-94(2000-07) . - 」

\*この事例は，筆者の研究が現在日本の学ぶ世代が犯され始めている病理にも目を向け，工学教育理論と人類史における道具の役割それも光の部分だけではなく影の部分も直視し，道具の限界性を意識した人間主体の IT 活用法を狙っていることを指している。

更に，筆者は，この能動学習授業形態を普及させる遠隔授業形態とするために，設計指針を次の如く定めた。

- ・標準情報通信機器・通信設備の使用
- ・複数の分散された一般教室の活用及び広域交換授業の促進(帯域負荷軽減を前提)
- ・初心発表者と直接及び遠隔受講生の心理関係を柔らかく支援する方法(遠隔受講生の盲目状態解消も配慮)

この指針の基に設計したソフトウェアが，本論文の骨子となる初心発表者支援ソフトウェア BP3S(Softly Supporting Software for Beginners' Presentaiton)である。設計に当たっては

- ・能動学習授業システム運用での試行錯誤経験
- ・履修学生アンケート分析
- ・教師としての経験

なるデータの基に設計し，必要十分機能は

- ・理解度把握機能(超情報伝達機能)
- ・発表者言葉途切れ補足機能
- ・説明箇所遠隔明示代行機能
- ・初心発表者助言支援機能

である。これら機能と組み合わせ機能の有用性は、授業運用の中で評価実験を行うことにより、検証されている。併せてネットワーク帯域の負荷軽減も検証されている(10MbpsLANにおいて最大1.4%の帯域)。

これら能動学習授業システム及びその拡張である能動学習遠隔授業システムの設計と評価により、自ら学び・その成果を公表・討論する能力は、日本の恥の文化を止揚し感動体験を醸成するための素材(自ら興味ある課題の選択)と場(教具と機会)の提供が最も大切であることが証明された。そして、この研究は、技術・科学分野の創造性教育及び国際化時代のコミュニケーション能力育成に寄与するためのマルチメディア・インターネット活用法に関する研究であり本論文の主要な研究成果である。

遠隔教育の現状を考察すると、米国では今、この遠隔教育により知価社会へと加速的に変革している。学校教育以外に企業社内教育への応用が着々と進んでいる。日本は後塵を拝しながらも、文部科学省は双方向実時間遠隔教育の障害を取り除き、WBT(Web Based Training)でも双方向実時間遠隔相当の効果が得られれば単位の認定を可能とする基準変更を行い(2001年3月)、試用から実用期に入ろうとしている。しかし、この遠隔教育の対象とするのは技術・科学分野である。技能・芸術分野の遠隔教育は未着手である。技術・科学は"個から独立した事物を記述する方程式"を扱い、人間の左脳が司りデジタル化し易い。一方技能・芸術は"個に依存する方程式"を扱い、人間の右脳が司りデジタル化が困難であり、デジタルであるマルチメディア・インターネットとは乖離した存在である。これが技能・芸術分野の未着手の主な理由である。しかし、人間はパンのみに生きるのではなく、芸術を求める。個に依存する方程式を学びたい。個の望む流派の方程式を修得したい。インターネットの国際的普及により ubiquitous 性教育として基盤が確立しつつある。

このような背景にあって、本論文では、更に能動学習授業及び遠隔授業システムの研究で培った技術と筆者が長年片や研究を継続してきた手書き文字認識技術の統合として、ペン字書道の稽古・師範を事例とした次世代遠隔教育システムの研究に着手した。研究の立脚点は次の通りである。

- ・美形文字・躍動感ある文字の評価基準を個依存の特定流派師範に求める
- ・市販ボールペン型タブレットやイメージスキャナの工夫法
- ・オンライン・オフライン手書き文字認識技術の流用

これに基づいて、現在の研究成果は次の通りである。

- ・稽古書の添削情報のデータベース化と構造化
- ・インターネット上での遠隔実時間添削指導のための通信規約とコンテンツ制御方式
- ・技能習熟度のデジタル的評価法

・その評価法に基づく目標達成のための今後の稽古指標のデジタル提示化  
今後は、基礎研究から実用研究へと更に発展させ、併せて、ペン字書道を事例として始めた右脳的遠隔教育を他の技能・芸術分野への適用研究としても進めて行きたい。

以上の如く本論文は、

- ・能動学習授業支援システムの設計と評価
- ・能動学習遠隔授業支援システムの設計と評価
- ・ペン字・書道の稽古師範を事例とした次世代遠隔教育システムの方式設計

の3つから構成されている教育工学分野の研究である。尚、これら3研究とも全て、4件の科学研究費の交付を受けている。

# 目 次

	頁
第1章 序論 -----	0 0 1
1.1 研究の背景 -----	0 0 1
1.2 研究の意義と新規性・有用性 -----	0 0 2
1.3 論文の構成 -----	0 0 3
第2章 従来研究の概観と本研究の関係 -----	0 0 7
2.1 日本の学校教育・技術者教育の現状と本研究の関係 -----	0 0 7
2.2 日本の授業研究方法の現状と提案能動学習授業の関係 -----	0 0 8
2.3 構成主義の教授・学習理論と提案能動学習授業の関係 -----	0 0 9
2.4 メディア活用教育の距離・時間と本研究の関係 -----	0 1 1
2.5 遠隔教育の世界的動向と本研究の位置付け -----	0 1 4
2.6 本論文における筆者の精神的支柱 -----	0 1 5
2.6.1 歴史のなかの道具の光と影 -----	0 1 6
(1)第1の波 - 農業革命 - -----	0 1 6
(2)第2の波 - 産業革命 - -----	0 1 6
(3)第3の波 - 情報化・IT革命 - -----	0 1 8
2.6.2 第3の波と筆者の関わり -----	0 2 3
2.6.3 工学教育とマルチメディア・インターネット 活用の筆者の基本的考え -----	0 2 4
2.7 従来研究の問題点と本研究での解決法 -----	0 2 5
第3章 マルチメディア活用能動学習授業システムの設計と評価 -----	0 2 7
3.1 緒言 -----	0 2 7
3.2 ゆとり教育・創造性教育時代における日本の青少年の 自宅学習時間と教師の課題 -----	0 2 7
3.3 能動学習授業の提案と道具の効用 -----	0 3 1
3.4 能動学習授業とは -----	0 3 2
3.5 能動学習授業とマルチメディアシステムの設計思想 -----	0 3 5
3.6 マルチメディア活用能動学習授業システム -----	0 3 8
3.6.1 PLAN 段階 -----	0 3 8

	頁
(1)PLAN 段階の進捗週報 -----	0 4 3
(2)能動学習授業の PLAN 段階の問題点 -----	0 4 4
(3)PLAN 段階の履修学生の意欲喚起・維持と教師の 負荷軽減の提案と設計 -----	0 4 6
(4)進捗管理エージェントの提案と設計 -----	0 4 8
(5)進捗管理エージェント試用と評価 -----	0 4 9
3 . 6 . 2 DO 段階 -----	0 5 1
(1)発表 - Using 表現ツール - -----	0 5 1
(2)活発な討論 - Using WWW - -----	0 5 2
(3)学習時間 - 課題調査・勉強・発表コンテンツ作成 - -----	0 5 3
(4)受講生による第三者評価 - Using WWW - -----	0 5 4
3 . 6 . 3 CHECK 段階 -----	0 5 4
(1)発表終了後の自己点検と第三者評価の 差異報告・助言返信 -----	0 5 7
(2)理解度相関を用いた履修学生への客観的 講評と成績評価 -----	0 5 9
(3)客観的講評・成績評価法 -----	0 6 1
3 . 7 結言 -----	0 6 2
 第4章 インターネット活用能動学習遠隔授業システムの設計と評価 -----	 0 6 5
4 . 1 緒言 -----	0 6 5
4 . 2 能動学習遠隔授業の設計 -----	0 6 5
4 . 2 . 1 学内分散一般教室拡張の基本的考え方 -----	0 6 5
4 . 2 . 2 能動学習遠隔授業の授業構成員と情報伝達 -----	0 6 8
(1)初心発表者と受講生の心理に関するアンケート結果 -----	0 6 9
(2)能動学習遠隔授業構成員の相互関係 -----	0 7 0
4 . 2 . 3 遠隔受講環境を直接受講環境へ近づけるための方策 -----	0 7 0
4 . 2 . 4 日本文化と学生の自己表現・討論に関する考察 -----	0 7 2
4 . 2 . 5 初心者発表支援ソフトウェア B P 3 S -----	0 7 6
(1)理解度把握機能 -----	0 7 8
(2)発表者言葉途切れ補足機能 -----	0 7 8
(3)説明箇所遠隔明示代行機能 -----	0 7 8
(4)初心発表者助言支援機能 -----	0 7 9

	頁
(5)BP3Sソフトウェア構造 -----	079
4.3 評価実験 -----	081
4.3.1 使用情報・通信機器 -----	081
4.3.2 使用ソフトウェア -----	081
4.3.3 実験システム構成 -----	082
4.3.4 授業構成員への各種表示映像 -----	082
4.3.5 授業進行とLANの負荷実験 -----	082
(1)LAN上の能動学習遠隔授業中の総合通信量評価 -----	082
(2)補足 LANの負荷実験方法と基礎データ -----	089
4.3.6 遠隔受講環境の直接受講環境への接近度実験 -----	092
<u>実験1 遠隔受講生を意識したコンテンツと理解度把握実験</u> -----	093
<u>実験2 遠隔受講生無視のコンテンツと理解度把握実験</u> -----	094
<u>実験3 助言支援機能の有効性確認実験</u> -----	095
<u>実験4 説明箇所遠隔明示代行機能の有効性確認実験</u> -----	097
4.4 能動学習遠隔授業教室と情報通信機器環境 -----	098
4.5 携帯情報通信機器の活用(PDA・携帯電話) -----	100
4.5.1 受講生端末・Bluetooth Pico Net・serverPC 構成 -----	100
4.5.2 BluetoothとBP3Sソフトウェアの整合性 -----	101
4.5.3 BP3S理解度即応機能とBluetooth -----	102
4.5.4 BP3S新規"ひそひそ討論機能"とBluetooth -----	103
4.6 能動学習遠隔従業システムの今後の検討事項と考察 -----	104
4.7 結言 -----	104
第5章 ペン字書道の稽古・師範を事例とした	
次世代遠隔教育システムの方式設計 -----	107
5.1 緒言 -----	107
5.2 研究背景と意義 -----	107
5.3 遠隔ペン字・書道習得研究の基本的考え方 -----	108
5.3.1 ペン字・書道の場にインターネットが及ぼす効果 -----	109
5.3.2 美しい文字・躍動感ある文字への考え方 -----	109
5.3.3 習得生のレベル -----	109
5.3.4 ペン字・書道の従来の稽古・添削指導 -----	109
5.4 システム構成 -----	111
5.4.1 ハードウェア構成 -----	111



	頁
5.4.2 ソフトウェア構築法 -----	111
5.4.3 実現対象 -----	111
5.5 コンピュータ対処法 -----	111
5.5.1 漢字の書としての芸術性の分析-----	111
5.5.2 漢字の芸術性とコンピュータ対処法 -----	115
5.5.3 書き心地とタブレット選択 -----	115
5.5.4 手書きペン字のデジタル情報 -----	117
(1)文字運筆情報 - オンライン手書き文字認識技術の応用 - -----	117
(2)文字美形評価情報 - オフライン手書き文字認識技術応用 - ---	118
5.6 手書きペン字デジタル情報の解析と評価 -----	119
5.6.1 躍動感文字 - オンライン手書き文字認識技術 - -----	119
(1)自動評価法 -----	119
(2)評価実験 -----	122
5.6.2 美形文字 - オフライン手書き文字認識技術 - -----	126
(1)自動評価法 -----	126
(2)評価実験 -----	130
5.7 遠隔同期・非同期添削指導のためのネットワーク技術 -----	131
5.7.1 現状のペン字・書道の師範法の分析 -----	131
5.7.2 設計仕様 -----	131
(1)インターネットの帯域調査 -----	132
(2)師範弟子利用者インタフェース -----	135
(3)実装のための方式検討 -----	137
(4)各機能の試作概要 -----	139
5.8 添削データベースと添削コンテンツの構造情報化 -----	141
5.8.1 添削データベースの構築法 -----	141
(1)遠隔学習システム -----	141
(2)弟子のレベル -----	142
(3)文字の評価方法 -----	142
(4)添削文字データベース -----	142
(5)添削文字の収集 -----	146
5.8.2 実時間指導用添削コンテンツの構造情報化 -----	148
(1)添削コンテンツの構造化 -----	148
(2)遠隔実時間添削指導のシステム構成と制御 -----	150
5.8.3 芸術・技能達成度の客観評価法 -----	150

	頁
5 . 9 結言 -----	1 5 1
第 6 章 結論 -----	1 5 3
謝辭 -----	1 6 1
参考文献 -----	1 6 5
研究成果一覽 -----	1 7 5



# 第1章 序論

本章では、先ず本研究の背景、研究の意義及び新規性・有用性について述べ、次に本論文の各章の構成について述べる。本論文における筆者の研究は、要約すると次のようになる。

- ・工学分野の創造性教育・国際化時代の技術者育成の先兵として能動学習授業の提案
- ・マルチメディア・インターネットを時代の先端を行く道具と規定し、道具の持つ光と影の功罪の考察
- ・日本文化の固有性の再考とそのことを配慮しての国際化時代に相応しい表現能力・communication 能力育成のあり方の考察
- ・道具の光と影及び日本文化の固有性に立脚した能動学習授業システムの設計と評価
- ・能動学習授業の普及化と広域化のための能動学習遠隔授業システムの設計と評価
- ・技術・科学分野の遠隔教育の普及後に要求される次世代遠隔教育を技能・芸術分野と予測し、そのシステムの先駆的基本設計研究

## 1.1 研究の背景

日本は今、高齢化と少子化時代を迎えながら、工業化社会から情報化社会<sup>R006).R020)</sup>・知価社会<sup>R239)</sup>への脱皮、そして創造性技術立国建設のための大転換時期にある。そのために、国際化時代に相応しい創造性豊かで自己責任の基に自己の意見を述べられる若き技術者の育成が最重要課題となっている。これをなし得るのは教育である。このような背景にあって、新学習指導要領<sup>R031)</sup>が2002年4月から実施された。また、技術者育成のISO9000とみなせる日本技術者教育認定機構<sup>R022).R023)</sup>が発足し、現在教育プログラムの第三者評価が試用から本格実施の途についた。国際的に通用する技術者認定の着実な歩みである。

一方、広帯域インターネット(例えばADSL, Fiber to the Home, IMT2000<sup>R242)</sup>等)・マルチメディアの社会基盤整備が着実に進んでいる。

それでは、新学習指導要領に謳われる"ゆとりの中の創造性教育"が確実に創造性技術立国建設の礎になるのか。ゆとりのための週5日制及び創造性教育の柱の一つである"総合学習の時間"の新設のために、学習内容の3割の削減がなされた。これが引き金となって2002年4月の実施が近づく2年前頃から、これでは基礎学力が低下するとの有識者の意見<sup>R036)-R040).R046)-R048).R050).R051)</sup>やアンケート調査結果<sup>R024).R025).R042).R043).R045).R049)</sup>が新聞・雑誌等を賑わせている。それに対処して文部科学省の反論<sup>R040).R041)</sup>もなされたが、最終的には新学習指導要領は最低基準を示すものであるとの見解を示し、補習や宿題等の"学びのすすめ"<sup>R044)</sup>をアピールした。

技術立国建設のための礎は教育にある。このことに異論はなく、共通認識となっている。教育方法論において混迷しているわけである。新学習指導要領では学力低下を招く。それでは創造性教育に対して、新学習指導要領とは別な提案が建設的に組織的になされているか。という否である。

以上、日本の教育上の大転換の必要性と現状、広帯域インターネット・マルチメディア基盤整備状況を背景にして、筆者は、工学分野の創造性に関する実践的教育法を研究してきた。新学習指導要領の総合学習の時間の一方法、及び自己責任の基に自己の意見を公表できる能力の育成法として、筆者の研究成果が教育機関に還元できれば、社会の有用性に寄与することになる。能動学習授業及びその拡張である能動学習遠隔授業の研究は、このように時代の要請及び社会の要請に叶った研究である。

筆者の研究は、上述範囲に留まっていない。技術立国のための創造性教育は人間の頭脳で言えば左脳が司る教育である。すなわち技術・科学分野を対象としている。しかし人間はパンのみに生きるにあらずである。趣味・芸術分野へのあこがれ・挑戦も人の生き甲斐である。お稽古ごとや趣味を極めるために師事したい流派の師範を求めたいが、近くにいない。また事情により転勤等で遠方に赴かざるを得ず、師事していた師範による継続指導が受けられない。このような距離・時間の問題から人を解放し、ubiquitous 性の恩恵に供するもインターネットである。

米国は今、インターネットを介しての技術・科学・経済分野(左脳型)の遠隔教育の普及期にある (R093)-R108)。日本では、遠隔教育におけ単位認定の制約(双方向実時間性)の足枷が取り除かれ(2001年3月)、試用から実用期に入ろうとしている。

この左脳型遠隔教育の次にくるものは、技能・芸術分野の右脳型遠隔教育であると筆者は予測している。技能・芸術分野は人間の右脳が司り、解析的な digital 処理ではなく大局的 image 処理(analog 処理)と言われている。この予測を先取りして、digital 情報機器・通信機器を使って、analog 的であり digital 化し難い大局的 image 処理を ubiquitous 教育として如何に載せてゆくか。このような背景の基に、筆者らは、次世代遠隔教育を先ずペン字書道の稽古・師範を事例として基礎研究を行っている。

## 1.2 研究の意義と新規性・有用性

創造性教育として、小中高では新学習指導要領の総合学習の時間を有効に活用したり、大学等では創成科目特に Project Based Learning (PBL)の取り組みがなされてきている。

成功事例報告を挙げると、小学校総合学習の時間の先取り例に"学区内のよその人の家の木を「自分の木」として観察する「一人一本自分の木」(岡山県久米南町立誕生小学校)

「R238」がある。また、日本工学教育協会2000年度年次大会工学・工業教育の研究講演会では創成科目の取り組みが二十数件に及ぶ報告がなされ、その中に大学工学部の「PBLがコミュニケーション能力向上に有効(大阪大学基礎工学部)「R235」との事例があり、PBLが活発となってきた。高専では、全国高専規模での「ロボットコンテスト」<sup>R090</sup>や「プログラミングコンテスト」<sup>R091</sup>、<sup>R092</sup>を十数年継続して開催され、もの造り創造性教育の一翼を担ってきている。

筆者は、高専・情報工学科の正規の専門科目の中において、この新学習指導要領の実施に遡ること15年前(1987年)に、工学教育における能動学習授業形態を提案し、現在まで継続実践してきている。この能動学習授業は、新学習指導要領の「総合学習の時間」に相当する。そしてこの授業の成否は、教具すなわち教育的道具の活用法に強く依存することが実践研究の中(1987 - 1996年)に分かってきた。その教具は、時代の最先端のマルチメディア・インターネットの活用である。

しかし、ただ新しい道具を闇雲に活用するのはまずく、

- ・ 道具の持つ「光と影の部分」
- ・ 日本人精神の「文化心理学」的側面

を十分に調査・分析し、能動学習授業の本来の狙いを十分に引き出し、柔軟な授業支援システムとなるようなマルチメディア・インターネット活用の方式設計が重要である。

本研究は、先駆的能動学習授業の提案と併せてその授業支援システムの設計法を扱い、その有用性を試用・評価を介して検証する。

上述した研究分野の成果を基にして、左脳型遠隔教育を発展させ、技能・芸術分野いわゆる右脳型の次世代遠隔教育システムの研究を展開する。

### 1.3 論文の構成

本論文は、理工系分野における創造性教育の方法論「マルチメディア活用能動学習授業及び遠隔授業」の提案、並びにシステム設計・開発・実践を介しての評価に関する研究である。技術・科学分野の修得は主として左脳が司り、芸術・技能的分野の修得は右脳であると言われている。本論文では前者の研究に関する報告のみならず、後者の萌芽的研究の一部成果も報告する。

第2章では、先ずこの研究を進めるに当たり、過去の道具の光と影すなわち道具の功罪を歴史の教訓として学び取り、教具としてのマルチメディア・インターネットの光と影の属性を明確にする。筆者は、「第3の波」のうねりとおおよそ四十年の関わりを持つて現在に至っている。この関わりを本研究の中で整理し、これらを基に筆者の研究上の精神的支

柱を明らかにする。

次いで

日本の学校教育・技術者教育の現状と本研究の関係

日本の授業研究と提案能動学習授業の関係

マルチメディア・インターネット活用教育の距離・時間・分野と本研究の関係

遠隔教育の世界的動向と本研究の位置付け

従来研究の問題点と本研究での解決法

を述べる。

第3章において、先ず提案能動学習授業の定義を行い、従来授業形態との相違を明確にする。そして従来メディアを使った能動学習授業の問題点を明らかにし、この授業形態を効果的にするために手段としてのマルチメディア活用法を提案し、その設計指針に従ってシステムの実装を行い、実際の授業にそれを適応し評価した結果を述べる。従来授業形態と比較して発表学生・受講学生に良好な教育効果が得られるのみならず、学生に対する教師が行わなければならない客観的成績評価・講評法に有効である理解度相関係数についても述べる。ただしマルチメディア活用環境として、情報処理演習室等の専用教室なる制約の基で運営されており、この授業形態を普及させるためには足枷であることについても言及する。

第4章においては、前章での足枷を取り除き、遠隔授業へ発展させるためのシステム設計を先ず述べる。学内の一般教室を能動学習授業時のみマルチメディア活用可能に衣替えし従来授業形態と併存させ、さらに複数の分散された教室をネットワーク的に統合した一種の遠隔授業形態をとることを前提とする。このために、情報機器・通信機器の選択と配置法、共用通信路への負荷の問題、遠隔受講生にとっての不慣れ初心発表者からの影響を軽減する方法を述べる。次いで、能動学習授業を活性化するために、特に発表は初心者である観点から、授業構成員である発表学生・直接受講学生・遠隔受講学生・教師間の関係を日本人気質を考慮しての文化心理学的側面から分析・整理する。その結果を"初志発表者に自信と勇気を育み"且つ"直接受講生・遠隔受講生の理解度を向上させる超伝達の双方向通信"機能として、初心発表者支援ソフトウェア BP3S の設計に反映させる。同ソフトウェアの試用による評価実験及びネットワーク帯域実験についても述べる。

第5章においては、左脳型遠隔教育システムの一つとして位置づけできる第3章・第4章で研究してきた能動学習授業・遠隔授業支援システムの次に予測できる、次世代遠隔教育システムの研究について述べる。この研究は、右脳型遠隔教育システムであり、ペン字書道の稽古師範の事例を基にして研究に着手している。右脳型すなわち技能・芸術分野は、

元々大局的情報でありアナログ的であり，デジタル情報化がし難く，また個を離れての真理としての表現が難しい。どのようにして，この問題をデジタル化・情報化し，通信するかを文字認識技術の応用と，第3章・第4章の研究で得られたマルチメディア・インターネット活用法を基にして研究する。この研究は現在も進行中であり，成果の一部報告でもある。

第6章においては，研究成果を要約する。

巻末には参考文献と研究成果一覧(自筆論文・共著論文)を添える。

尚，本研究は，下記の4つの文部科学省及び日本学術振興会の科学研究補助費の交付を受けての研究成果でもあることを記す。

- ・湯田幸八，市村 洋，田辺正実，国分 進："遠隔地高専間でのインターネット利用による教育実践グループウェアの開発に関する研究"，文部省科学研究補助金交付，試験研究(B)(1)課題番号 07558026(1995.04-1997.03)。
- ・市村 洋，湯田幸八，堀内征治，小畑征二郎，鈴木雅人："理工系マルチメディア教材ソフトウェア開発のための仮想実験工房に関する研究"，平成8～9年度科学研究費補助金(基盤研究(A)(1)課題番号 08558014)研究報告書，37頁(1996.04-1998.03)。
- ・市村 洋，鈴木雅人，小畑征二郎，山崎守一，村井三千男："適切な自己表現・意見交換を育むマルチメディア・システム教育環境構築とその悪質因子抽出の研究"，平成10～11年度科学研究費補助金(基盤研究(C)(1)課題番号 10680244)研究報告書，59頁(1998.04-2000.03)。
- ・市村 洋，青野正宏，鈴木雅人，山下静雨，吉田幸二，酒井三四郎，堀内征治："ペン字・書道の稽古師範を事例としたインターネット活用遠隔技能習得に関する研究"，日本学術振興会科学研究補助費交付，基盤研究(B)(1)課題番号 13480051(2001.04-2004.03)。

また，本論文の一つを構成する下記の論文は，

市村 洋，鈴木雅人，小畑征二郎，酒井三四郎，水野忠則："学習意欲の喚起を目指したマルチメディア授業支援システム"，日本工学教育協会，「工学教育」第48巻，第2号，pp.2-8(2000-03)。

島田 彌の工学教育研究論文<sup>R063</sup>)に引用され，次のように評価されていることを記す。

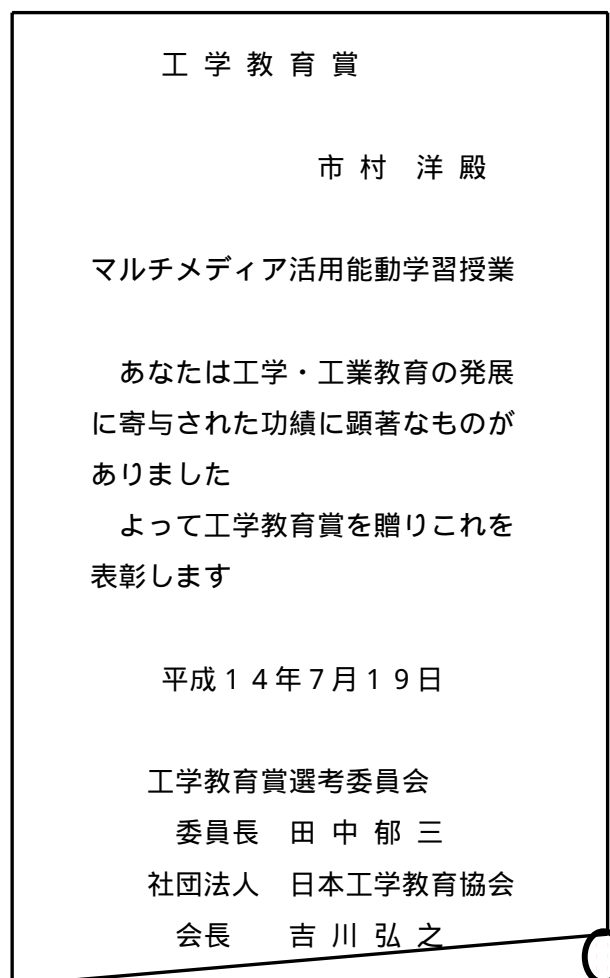


「特に，受け身の姿勢で育ってきた学生の現状を踏まえた上で，彼らに能動的な学習姿勢，および自己責任での意見の発信により双方向 Communication の姿勢を身につけさせるという，明確な目的を持って IT を活用して，顕著な効果を上げている事例等\*が注目される。」

\*この事例は，筆者の研究が現在日本の学ぶ世代が犯され始めている病理にも目をむけ，工学教育理論と人類史における道具の役割それも光の部分だけではなく影の部分も直視し，道具の限界性を意識した人間主体の I T 活用法を狙っていることを指している。

本学位論文の執筆が完了し最終審査及び公聴会に臨む時期に，下記朗報が筆者の下に届いた。(社)日本工学教育協会 50周年記念式典において，本学位論文の基本をなす"マルチメディア活用能動学習授業"の"工学教育賞"受賞決定の知らせである。

平成14年7月19日に(社)日本工学教育協会 吉川弘之会長(第25代東京大学総長，日本学術会議 会長)より次の賞状と記念 TROPY が授与された。長年の研究と実践が報いられたこと並びに支援して下さった方々に感謝の意を述べたい。



## 第2章 従来研究の概観と本研究の関係

本論文と関係する従来研究の概要と問題点を述べ、本研究の位置付けと本研究において解決すべき事項を述べる。次いで、筆者が本研究を着手するに至って経緯と筆者が寄って立つべきところの精神的支柱を技術史を振り返る中で明確にして行く。

### 2.1 日本の学校教育・技術者教育の現状と本研究の関係

今日、日本の小中高の学校教育は歴史的な大転換を迎え、新学習指導要領<sup>R031).R033).R034).R035)</sup>に基づき2002年4月より新しいその第一歩を歩み始めたばかりである。知識偏重型教育からゆとりの中の"創造性教育"への大転換である。この新学習指導要領が確定されるまでの経緯<sup>R236)</sup>は表2-1の通りである。

日本の教育に"ゆとり"なる言葉が登場して25年が経過し、新学習指導要領策定に本格的に姿を現したのは6年前である。新学習指導要領の実施が目前に迫る2年前から、これ

表2-1 新学習指導要領の経緯

1977年	学習指導要領案改訂。"ゆとりの時間"の導入
1989年	学習指導要領案改訂。小学校で生活科の導入。中学校で選択履修の拡大と習熟度別学習の導入
1991年	指導要領改訂。自ら学ぶ意欲と社会の変化に主体的に対応できる能力を育成する"新しい学力観"の登場
1996年7月	第15期中教審答申。"生きる力をゆとりの中で育む"ことを目的に、学校週5日制、"総合的な学習の時間"等を提言
1998年6月	中教審答申を具体化する教育課程審議会(三浦朱門会長)が検討結果を公表。教科教育内容の3割削減。
1998年11月	中教審答申・教課審の検討結果に沿う形で学習指導要領案改訂
2000年12月	教育改革国民会議の最終報告。一律主義を止め個性を伸ばす教育システムの導入などを謳う
2001年1月	この頃から文部科学省が"指導要領は最低基準"ということを積極的に言い始める
2002年1月	文部科学省による"学びのすすめ"アピール。習熟度別学習などの強調
2002年4月	新学習指導要領の全面実施

では基礎学力が低下するとの有識者の意見 (R036)-R040).R046)-R048).R050).R051)やアンケート調査結果 (R024).R025).R042).R043).R045).R049)が報告され議論が活発化し、それに対処した文部科学省の反論 (R040).R041)もなされ、新聞・雑誌等を賑わせている。文部科学省は、最終的には新学習指導要領は最低基準を示すものであり、補習や宿題等の"学びのすすめ"<sup>R044)</sup>をアピールした。

このことは先進国の日本のみではなく、独国でも"学級崩壊"、学力低下で供しも自信喪失に陥っているとのことである<sup>R237)</sup>。

本新学習指導要領は、工業化社会から情報化社会(知価社会)<sup>R020).R021).R238)</sup>へ脱皮するための教育行政の大転換と考えることができる。

一方、大学・専攻科設置高専の工学教育においては、情報(I T)・科学技術立国なる Keywords を基に、日本技術者教育認定機構が国際的に通用する技術者教育プログラムを策定し、査定申請校の要請に応じ、工学教育プログラムの合否認定を開始した。

以上が日本の小中高及び工学教育高等教育機関の教育行政の現状である。

筆者の本研究は、15年前の1987年に萌芽している。高専学生4年次の夏期企業実習(現在の企業インターンシップ)の諸体験のうち、技術体験に絞り込みその課題を掘り下げ調査研究し、その結果を正規の授業(仙台電波高専・情報工学科4年次必須科目2単位"計算機周辺技術")で同僚学友に発表し討論する授業として開始した<sup>S002)</sup>。必要教具は、板書、OHP が中心であった。1991年の学習指導要領改訂(自ら学ぶ意欲と社会の変化に主体的に対応できる能力を育成する"新しい学力観"の登場)よりも先行して授業に組み込んで実践していた。

その後も高専学生5年次の正規授業(東京高専・情報工学科5年次選択科目1単位"計算機システム I")において、4年次までに必須修得済みの科目の上に、自ら課題を課して調査研究しその結果を発表し討論する授業を継続して現在に至っている。ただし、教具は1996年頃までは、筆者ら教師が使用している板書や OHP であった。教育理念は正しいと信じてつも、教具が従来メディアでは発表が稚拙で且つ挙手による討論も少なく、授業として成立させるための教師の心労は多大なものであった。従来通りの授業形態に戻すかどうか迷いに迷っていた。それが表現ツールの登場により、一気にマルチメディア活用能動学習授業として開花した次第である。1996年7月の第15期中教審答申("生きる力をゆとりの中で育む"ことを目的に、学校週5日制、"総合的な学習の時間"等を提言)にも符合し、粘り強く従来メディアによる能動学習授業を継続していたことが実を結んだ。

## 2.2 日本の授業研究方法の現状と提案能動学習授業の関係

新学習指導要領に基づく授業が2002年4月から小中高において開始された。おおよ

そ2万5千校の小学校，1万1千校の中学校，5千5百校の高等学校において連日授業が行われるのである。国公私62高専では週5日制の授業が12年前(1991年4月)から実施されてきた。従って，全国津々浦々に至る毎日毎日行われている授業の数たるや歴大なものと言ってよい。この数からも授業研究の重要性が計量的に認識できよう。

日本の教育実践研究は，1970年頃，系統学習(objectivism)か問題解決学習及び発見学習(constructivism)かの学習指導法の研究から，坂元 昇らによって，授業研究の方法論へと次の理由により移行した<sup>R066)</sup>。

- 1．行動主義の立場から授業を改造する有力な方法として注目されたプログラム学習の概念を授業研究一般に拡大。
- 2．TV，video，OHP等教育機器利用の促進
- 3．教材パッケージの開発
- 4．授業の定量的分析
- 5．Bruner 学派の認知・技能・情意3領域からの教育目標分類の影響

教育学者梶田 叡一は，これら実践授業研究手法分類を表2-2のように整理・統合<sup>R066)</sup>している。開発研究は，教育事柄の改善のために何を創出するかを意味し，研究の帰結として"実践"そのものを期待する。検証研究は，教育事柄に関してどう認識するかを意味し，研究の帰結としては"認識"を期待する。探索研究は，教育事柄は一体どうなっているのかを意味し，開発研究と検証研究の双方の要素を有すると言われる。

この実践授業研究分類法に従えば，筆者の提案しているマルチメディア能動学習授業は 1人称・探索研究であり，その成果は3人称探索研究 であると位置付けでき，授業研究方法論への移行の5つの理由に全て該当している。

## 2.3 構成主義の教授・学習理論と提案能動学習授業の関係

近年，教育工学の分野に"構成主義の教授・学習理論"なる理論が登場<sup>R064)</sup>し，教育学者菅井勝雄により日本に紹介された<sup>R065)</sup>。これは，新しいメディアとしてのハイパーメディアとかマルチメディアなどの情報技術を"認知的道具"として位置づけ，それによって学習しうる学習環境を構成することなどを含んだ教授・学習理論となっている<sup>R067)</sup>。コンピュータ導入による教育は，1970年後半から汎用計算機TSSシステムを基本として日本に定着し，1980年代半ばに全盛期を迎えていた。この時期に，筆者も企業技術者として大学・高専・研究所の情報処理教育システムの構築に数多く関係してきた<sup>S077)</sup> .S080)-S092).S094)。以後 UNIX ワークステーション分散システムへ移行し，現在は MS-WindowsOS パソコンの LAN インターネット Client Server 型システムが主役であり，

パソコンの LAN 接続は柔軟性に富んだ無線 LAN の導入が定着しつつあり，構成主義の教授・授業理論の実践が容易な教具環境が提供される時代である。

表 2 - 2 実践授業研究の主要形態

第 1 人称	教師	自分の実践に役立つ教材・教具等を工夫して作り出す	自分の実践課程の見返り(実践記録)	自分の実践課程について何らかの仮説検証を試みる
	学習者	自分の学習に役立つ教材等を工夫して作り出す	自分の学習課程の見返り	自分の学習課程について何らかの仮説検証を試みる
	関わり			
第 2 人称	教師	親しい教師の実践のために教材・教具等を作り出す	親しい教師の実践課程について資料を収集・整理する	親しい教師の実践課程について何らかの仮説検証を試みる
	学習者	親しい誰かの学習のために教材等を作り出す	親しい誰かの学習課程について資料を収集・整理する	親しい誰かの学習課程について何らかの仮説検証を試みる
	関わり	実践指導者・共同開発者・問題解決者としての関わり	学習者としての関わり	学習者・問題解決者としての関わり
第 3 人称	教師	どの教師にも役立つような教材・教具等を工夫して作り出す	教師あるいは実践について何が問題か資料を検討する	教師あるいは実践について何らかの仮説検証を試みる
	学習者	どの学習者にも役立つような教材等を工夫して作り出す	学習者あるいは学習課程について何が問題か資料を検討する	学習者あるいは学習について何らかの仮説検証を試みる
	関わり	共同開発者・共同問題解決者としての関わり	理論構築者としての関わり	理論構築者としての関わり
		開発研究	探索研究	検証研究

- 研究形態 -

筆者提案のマルチメディア活用能動学習授業は、このような情報通信教具が整備せられ、情報通信機器が身近になり誰でも利用可能になってきた時期に符合し、時宜に叶った研究であると言える。

構成主義の教授・学習理論における認知道具の教師・学習者の関わりは図2 - 1のように表すことができ、提案者 Jonassen<sup>R064)</sup>は領域 I で示したが、菅井勝雄はそれだけでは不十分であり領域 II も含む方が妥当で生産的であるとしている<sup>R067)</sup>。

筆者の提案マルチメディア活用能動学習授業も領域 I・II を両方含んでいる。

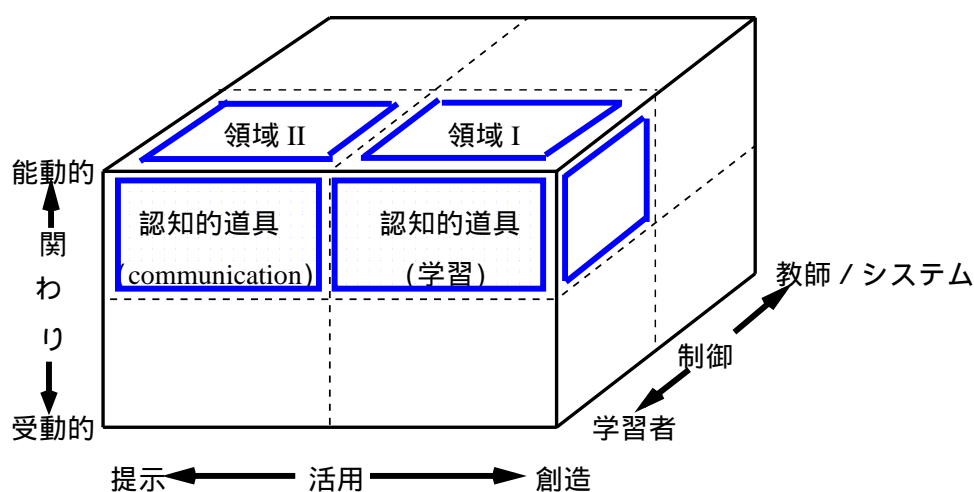


図 2 - 1 認知道具の位置付け

## 2.4 メディア活用教育の距離・時間と本研究の関係

教える者と学ぶ者の距離，教える者と学ぶ者の時間差(同期・非同期)，教え・学ぶ内容が技術・科学か技能・芸術か。この距離，時間，分野(技術・科学分野 / 技能・芸術)を基に，マルチメディア・インターネット活用教育は分類できる(図2 - 2)。本論文の研究は，表2 - 2のように位置付けられる。

能動学習授業は，時空的には実時間(同期)・実空間(図2 - 2[1])において学生が，マルチメディアの支援を受け調査課題(技術・科学分野)の発表と活発な討論を行う授業である。教師は素材と場の提供に徹する。新学習指導要領の総合的学習の時間に相当している。そしてこの拡張である能動学習遠隔授業は 実時間(同期)・遠距離(図2 - 2[2])に対応し，総合的学習の時間の遠隔地学校間での交換授業としてみなせる。

本研究は2002年4月に遡ること十数年前に提案し実施し，5年前からマルチメディア活用により，実時間(同期)・実空間及び実時間(同期)・遠距離における技術・科学分野

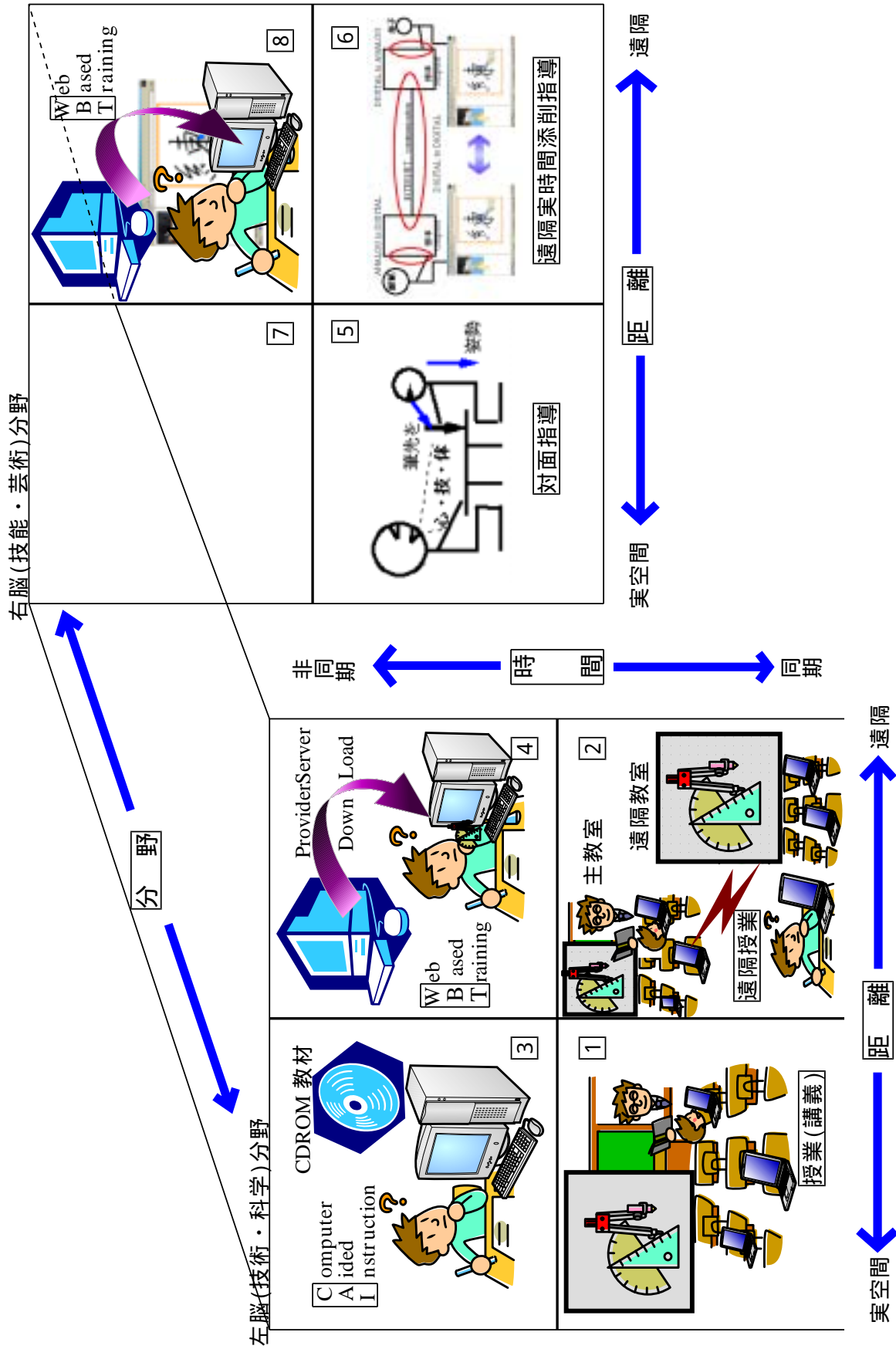


図2-2 マルチメディア・インターネット活用教育の距離・時間・分野依存関係

の教育に有用性を示している。

このような技術・科学(自然科学のみならず人文科学も含む)分野の遠隔教育は、欧米では普及化の時期を迎えている。日本では試用から実用期に入ろうとしている。この分野は人間の左脳が司っており、遠隔教育化・情報通信化すなわち digital 化がし易い。一方、技能・芸術を対象とする分野は、人間の右脳が司う image 処理であり digital 化が困難である。この分野を次世代遠隔教育として位置付けし、研究前例は僅少であるが、筆者らはペン字書道の稽古・師範を事例として研究を進めている。新規制に富んだ研究である。

注．ここで対象としている"技能"とは何かを明確にしておく。日本語で言う技能は、目的を実現するための手段としての技能<sup>わざ</sup>、及び技能(技)そのものが目的となる技能に分類できるとすれば、ここで対象とする技能は後者である。前者の例としてはコンピュータ・キーボードの高速・高精度タイピング等が挙げられ、これらはコンピュータ技術者・科学者及びコンピュータ利用業務者がコンピュータを使いこなす目的のための手段としての必須技能である。後者は技能そのものが芸術性を有し、例えば日本古来の柔・剣・書・茶等が柔道・剣道・書道・茶道等のように"道"・"流派"で表現されるもの示す。

この教育は、従来通りの実時間・実時間の対面指導、遠隔実時間添削指導、そして非同期・遠隔の模範書による WBT からなり、それぞれ図 2 - 2 の[5]、[6]、そして[8]が対応する。

表 2 - 2 メディア活用教育の分類と本研究の関係

本論文の研究課題	分野	時間	距離	図 2 - 2 対応	
1. マルチメディア能動学習授業システム	技術・科学	同期	実空間	[1]	
2. マルチメディア・インターネット活用能動学習遠隔授業	技術・科学	同期	遠距離	[2]	
3. ペン字書道の稽古・師範を事例とした次世代遠隔教育システム	技能・芸術	対面指導	同期	実空間	[5]
		遠隔実時間添削指導	同期	遠距離	[6]
		模範書により WBT	非同期	遠距離	[8]



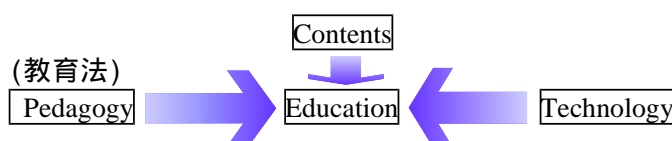
## 2.5 遠隔教育の世界的動向と本研究の位置付け

Daiana Oblinger は、技術・科学(自然科学のみならず人文科学も含む)分野の市場状況を次のように報告している<sup>R108</sup>。

米国の状況-Ref: Dr.Diana Oblinger(Vice President & Chief Information Officer), Univ. of North Carolina, The New "e" in Education, JDLA Symposium, 21.June.2000.

### 1. E-learning is the next great Killer App.-John Chambers

Changes in education are driven by three forces:



教育市場規模 \$740 billion( ¥ 7 4 兆 ) / 年 - 米国防予算より大である。

Corporate Training 48%, Research Universities 18% , Doctoral/Master's Institution 14%

Assoc. of Arts 9%, Baccalaureate 4%, Proprietary Education 3%, etc.

### 2. Corporations spend \$62.5 billion on training; \$15 billion is outsourced to external providers.

Corporate online learning will grow from \$1.1 billion to 7.1 billion by 2002.

The e-learning market is expected to be \$46 billion by 2005.

### 3. 産学連携による教育市場が今後も爆発的に広がると予想。産学連携例

Pensare-Business School(Harvard, Penn., Duke)

Unext.com-Columbia, Chicago, Stanford, Carnegie Mellon

University Access-University of North Carolina, Univ. of Southern California

Hungry Minds-UC Berkeley, UCLA, Maryland

Unisys, Cisco, Compaq, the US Army etc. との連携

このように米国の遠隔教育普及は、表 2 - 3 , 表 2 - 4 の教育費にも現れている。

一方、日本国内でも組織から個の時代には入り

- ・ 製販直結ビジネス - Webucation(Peter Drucker)
- ・ 高度技術・技能を有する営業・保守の社内教育
- ・ 学校教育から教育産業へ - e@LearningBusiness

例：日本 I B M の遠隔授業による年間社内教育経費削減 ¥ 1 2 億 / 年

- ・ 添削学習ビジネス

例：ベネッセコーポレーション 進研ゼミ ¥1000億/年

等時代の流れや市場の変化が見てとれ、確実に知価社会を迎えている<sup>R239)</sup>。

表2 - 3 欧米と日本の教育費(GDP比)

	初等中等 + 高等	(土木・建築関係)
欧米	3.7% + 1.1% = 4.8%	3%
日本	2.8% + 0.4% = 3.2%	6%

出典文献：日本工学教育協会 2000年次大会 芝浦工大 武田教授

表2 - 4 主要国のGDPに占める教育の公財政支出の割合

	初等中等 高等	カナダ > 仏国 > 米国 > 英国 > 独国 > 日本
米国	3.5% + 1.1%	出典文献：OECD教育インディケータ集(1998年版)
英国	3.8% + 0.7%	日経新聞 2000年8月18日2面 - 教育改
日本	2.8% + 0.4%	革会議提言方針・文教予算に数値目標

このような市場が生み出され、市販教育パッケージソフトウェアは、CAI(Computer Aided Instruction)及びWBT(Web Based Training)範疇の市場で多いに開発普及されて行こう。

一方、実時間(同期)での能動学習授業・遠隔授業は、全て市販品では賄うことは出来ずシステム開発が伴い、筆者らの成果が新学習指導要領の総合的学習の時間等への流用を望むものである。また、ペン字書道に基づく次世代遠隔教育に関する研究においては、研究成果を解決すべき問題点の抽出と解決法の発見として、来るべき時期に役立つようにして行きたい。

## 2.6 本論文における筆者の精神的支柱

筆者の本論文における精神的立脚点には2つある。1つは、本論文で扱うマルチメディアとインターネット技術の光と影の両側面を十分に考察することである。2つ目は、技術者教育の表現能力を育むに当たって、日本人固有の精神的構造を考察することである。これら2つの考察から、

道具の影の側面を十分に目を透し影の弊害を極力排除して、光の効用を計る

日本人の気質を十分配慮し、学生に自信と勇気を育むマルチメディア・インターネット活用の設計を行う

を研究の精神的支柱とする。

後者は第4章のなかで考察するとして、先ず前者として、マルチメディア、インターネットを現在の最新道具と規定し、人類史のなかにその道具の有する光と影の両側面を振り返ることから始めたい。

歴史書の冒頭で必ず述べられる「人類は道具を作り使う動物である。」<sup>R001).R002)</sup><sup>.R005)</sup>という命題の中で道具を位置付けし、その技術変革の歴史を Albin Toffler 流の第1の波、第2の波そして第3の波<sup>R006)</sup>のうねりの中にみて行くことにし、道具の持つ光と影の両側面を考察する。

## 2.6.1 歴史のなかの道具の光と影

### (1) 第1の波 - 農業革命 -

ときは氷河期の終わり。洞窟の中で火で暖炉をとり狩猟した食料を料理し家族で分かち合い頬張る夕餉。今日の狩猟での戦いを壁に描き子に話している情景を想像してみよう。夜間の猛獣から身を守り調理する火。明日の狩猟のための道具である細石刃の加工。知恵を伝える言葉。それを記憶に留める絵<sup>R003).R004)</sup>。動物より肉体的には脆弱な人類。その人類が他の動物や自然環境に打ち勝つ方法は、「火」「言語」「道具」の獲得であった。

時代はさらに移り温暖化と共に、文明の民は狩猟の放浪の旅を終え肥沃な河川の下流を定住の場と定め、農業を営み始めた。道具は耕作のための鋤・鍬、そして侵略から守るための武器。石器から青銅器・鉄器へ、煮炊きや保存用の土器等と言ったように人類の創造の限りを尽くして生きてゆく逞しさ。

この文明は、17・18世紀にうねり始めた第2の波の出現まで、緩やかにそして光に満ち満ちた道具としての文明だったと言えよう。道具が人類同士の戦いの武器にもなっているが、自然環境破壊等の取り返しのつかない影は全く見当たらない。

言語はそれを記憶するものとして、絵文字、楔文字から表意文字(漢字)、表音文字へと進歩して行く。そしてその記憶媒体は石(石碑・壁画)、粘土板、金属板、木・竹(木簡・竹簡)と言うように身近な資材が使われ、最終的には紙の発明(AC105年後漢の蔡倫)と普及が決定的である。

### (2) 第2の波 - 産業革命 -

英国を震源とした文明の第2の波は産業革命<sup>R007)</sup>として出現してきた。半世紀遅れで欧州や北米に伝播し、第1の波との衝突は米国の南北戦争として象徴的に生じた。決して奴隷制の開放という道徳上の対立や関税というような経済的な狭い問題ではなく、農業就業人口から工業就業人口への大転換を象徴する衝突であった。この勝敗によって米国の工業化への道が決定された。

話を英国に戻そう。16世紀の第一次囲い込み運動は、自営農民層(yeomanry)を手で(manu)生産する(factory)手工業の経営者または賃金労働者への転換を促した。囲い込まれた農園は羊園と化し、その羊毛は manufacture のなかで紡がれ織られ貿易立国の礎を築いた。

繊維手工業の手の延長としての道具は、織布の飛び杼(ひ)(J.Kay;1704-64)、紡ぐ jenny 紡績機(J.Hargreaves;1745-78)そして水力紡績機(R.Arkwright;1732-92)の発明である。さらに jenny 紡績機と水力紡績機を統一した mule 紡績機(S.Crompton;1753-1827)、力織機(E.Cartwright;1740-1824)等にもみられる紡ぐ機械と織る機械の切磋琢磨し合った相次ぐ機械技術の改良がなされて行った。しかしその動力は人力であり、水力であった。

この時期に動力の決定的な技術革命がなされた。蒸気機関の発明(J.Watt;1736-1819,幼年期に部屋に貼られた I.Newton と J.Napier の肖像画をみて育つ!)である。紡績機・織機の動力が蒸気機関に変わることで、紡績工程と織布工程ともに生産性が飛躍的に高まり、手工業から機械制工業への転換が急速に進められた。もはや energy 源は水力ではなく石炭に代わり、工場立地も農村や川辺である必要はなくなり、都市部への移転化が加速されて行った。さらに第二次囲い込み運動は、農業離職者を都市部の低賃金労働者の供給を促進させ、都市機械制工業を確立させて行った。

生産性の顕著な向上それによる富国。自由競争を原則とした有産階級(bourgeoisie)の富の獲得、また彼らは自由主義・民主主義の旗印の下に大土地所有者を凌いで市民権を獲得し政治の表舞台に登場して行く。これらは産業革命の光である。この産業革命において、ひととき光るものが蒸気機関の発明である。

光があれば影が生じる。有産階級と一緒に離農した賃金労働者(proletariat)は、手工業的技能の喜びも感じられず、機械に使役される仕事。競争原理の作用による高額機械の短期間減価償却の犠牲となり、低賃金・長時間労働を強制させられ、道徳的脱落・犯罪の温床を作って行くことになる。特に婦女・若年労働者にとっては悲惨である。この原因は機械にあるとの機械破壊運動(Luddite Movement)も生じた。energy 源が石炭に代わったことと労働人口の都市部移動化は、都市の大気汚染等なる自然環境破壊に連なって行く。第2の波の影である。このことは日本においても同様であり、殖産興業の道をただひたすら追従した結果、明治・大正期の女工哀史、ごく最近の都市部の光化学煙霧(smog)が物語っている。

一方、機械の発明者にとっても創造する喜びと併せて新たな影を引きずることとなる。それは発明に対する代償として特許制が認可されてはいるが、認定と侵害に絡む訴訟・裁判は産業革命の発明者殆どに精神的に暗い影を落としていた。このことは第3の波のコンピュータ開発にも引きずってゆくことになる。

人類を他の動物と区別する「火」「言語」「道具」の使用は、第2の波の産業革命においては道具から機械へと大きな転換がなされている。言語は文字として、第1の波の紙の

発明に加えて第2の波のうねり前夜時の活字印刷の発明(AC1450,独国 Gutenberg)を契機として、人間の意志の記録のみならず広範囲な伝達手段としての意味を持ち始めることになって行く。しかし遠隔の即時伝達手段としての言語は、機械から電気への転換がなされる次の第3の波の時期まで待つことになる(蓄音機・電信・電磁波による音声・映像放送)。

また火のもつ側面を動力をつくる源と規定するならば、産業革命の決定的発明の蒸気機関は石炭による火力であると言える。皮肉にもこの石炭が前述した都市部の煤煙そして光化学煙霧公害の主演でもある。

第3の波(情報化の波)特に現在のIT革命では、「道具」と「言語」がdigital技術により統合されてゆく。第2の波の輝かしい光とは裏腹に凄惨な影があぶり出されはしたが、人類の英知によりその一部は解決されてきた。

### (3)第3の波 - 情報化・IT革命 -

今まさに情報技術IT革命時代。人類史上の革命の第3の波(The Third Wave)であり、人間の全ての営みに情報革命は浸透しつつある。この情報革命はコンピュータ・通信機器のハードウェアとソフトウェア双方の凄まじい発展により成し遂げられつつある。この革命はDog Year(Mouse Year)と言われるように人間の感じる歳月の7倍(20倍)の速度を持ち、疾こと風の如しである。凄まじい技術革新のうねりである。この第3の波をコンピュータの歴史<sup>R008)-R011).S005).S006)</sup>を振り返りながら迎って行こう。

#### 黎明期

計算作業の容易化の道具として、BC16世紀以前算盤(Babylonia人)・AC1632年計算尺(Oughtred;1575-1660)・1642-70年頃雛形卓上計機(B.Pascal;1623-62 - G.W.Leibniz;1646-1716)なる緩やかな発明の歴史が始まり、計算する道具から機械への脱皮する開発は、機械仕掛け計算機(C.Babbage,1791-1871の階差engine・解析engineにみられる自動計算機構想とそれを最初に実装したHarvard大学MARK I, 1944年)と電子仕掛け計算機(Pennsylvania大学J.P.Eckert・J.W.MauchlyによるENIAC, 1946年)に代表されて始まる。

後者は真空管1万7648本・おおよそ継電器1千5百個・抵抗器7万個・蓄電器1万個・開閉器6千個以上の部品を使い、消費電力174KW、高さ3×奥行き1×幅30m<sup>3</sup>(設置面積162m<sup>2</sup>)重量30tonに及ぶ怪物であった。計算能力は、加算0.8msec・乗算2.8msec・除算24msec、データ転送100KHz、弾道計算において紙と鉛筆で7時間かかった計算を30secで行ったことになる。現在のCPUの性能指標であるclock数に換算して、ENIACを100KHzとみなすとIntel Pentium IV(1.5GHz)搭載notePCと比較すると55年間に演算能力で1万5千倍、設置面積で2千1百60分の1の縮小、重量で1万分1の軽減である。恐るべき技

術革新である。

電子仕掛けと言う意味では、第一次世界大戦の独国 ENIGMA 暗号の英国解読器 COLOSSUS(1944 年に開発されたが、機密性のために極秘にされ 1976 年に公表)も双璧をなすものである。そして、ENIAC の方式改良として J.Von Neumann(1903-57)の提案による program 内蔵記憶方式と 2 進数方式(EDVAC)、COLOSSUS の Turing 機械(Allan Turing;1912-54)は、現在のコンピュータの方式設計の基本をなしており、黎明期から本格的コンピュータの幕開けを果たす重要な意義を持っている。

一方軍事応用とは別にデータ処理事務応用の計算機は、1890 年米国国勢調査に使用された PCS(Punch Card System)(H.Hollorith;1860-1929)から始まり IBM 社(1924 年 - )が設立され、今日のコンピュータの製品化・企業化が本格的に始動することになって行く。

### 第 1 世代(1947 頃 - 58 頃) 真空管

Von Neumann 型コンピュータとして、論理回路部分(CPU 回り)は主として真空管、主記憶装置は Brawn 管記憶・水銀遅延線記憶・磁気 drum が使用され、プログラムは機械語や assembly 言語で記述された時代であった。J.P.Eckert と J.W.Mauchly に率いられた Remington Rand UNIVAC 社、遅れて T.Watson junior に率いられた IBM 社が商用機として製品化を本格化してきた。

J.P.Eckert と J.W.Mauchly は、プログラム内蔵型コンピュータ方式を考案したのは我々工学技術者であり、Von Neuman は途中で研究仲間に入ってきて討論に参加しただけである。米国陸軍の研究費出資と特許願準備中に絡んでの機密扱いの時期に、Von Neumann は理学研究者として学術的に発表してしまった。裁判は Von Neumann に凱歌を挙げたが事実とは違う。また当時 Edison や Bell 等のように発明家が得られたような資産も得れず、失意の晩年を過ごした。

### 第 2 世代(1958 頃 - 60 前半) トランジスタ

CPU・channel 回りは真空管に代わり transistor・diode、主記憶は Random Access 可能な磁心記憶装置(Magnetic Core Memory)、補助記憶装置としては磁気 tape・磁気 drum の登場であり、計算機の信頼性が格段に向上した。

設計思想(architecture)的には事務応用(IBM1403 に代表)と科学技術応用(IBM7090 に代表)と用途分野別の時代であった。プログラミング言語は高水準言語として、事務応用に COBOL、科学技術分野に FORTRAN の登場である。ハードウェアを支援しプログラミング言語すなわちコンパイラを作動し易いようにするためのシステムプログラム monitor 機能(初期の OS)も登場してきた時代である。

米国では Remington Rand UNIVAC、IBM 以外にも RCA、CDC 等多数の企業が登場し、日本でも総合電機メーカーが名乗りを上げた。米国企業との技術提携の道を辿る企業が多く、

日本でも総合電機メーカーが名乗りを上げた。米国企業との技術提携の道を辿る企業が多く、独自開発の道は少数であった。

### 第3世代(1964 - 70 前後) 集積回路 SIC(統一設計思想)

電子部品は IC 集積回路に代わり、価格に合わせた性能の製品化が可能となり、設計思想が重要な意味を持ち始めた時代である。それを裏付けるかのように 1964 年 4 月の IBM360series の登場である。応用分野別機種を考えから脱皮し、同一設計思想の各機種を一つの OS の基に作動させる汎用計算機の時代である。応用分野としては通信技術の結合による実時間遠隔処理の道が切り開かれて行く。

### 第3.5世代(1970年代) 大規模集積回路 LSI(仮想記憶OSとネットワーク)

IC はさらに高密度化した LSI に代わり、主記憶装置も磁心記憶装置から DRAM に移行した時代である。汎用計算機は IBM370series に代表されるが如く、360series の利用者ソフトウェア資産を継承しつつ、利用者がシステムの究極の姿を描きシステム設計を行い、予算との関係で段階的に応用ソフトウェアの開発そして機種導入が出来る、このような設計思想の時代である。この中核技術が仮想記憶 OS と Network Architecture(IBM SNA に代表される)<sup>S078).S079)</sup>である。このように汎用計算機は、性能と価格、段階的に応用ソフトウェア開発ができる道を開いたが、主たる利用企業は大企業・官公庁・大学・研究機関であった。日本の汎用機メーカーは IBM 社の IBM370series の衝撃的登場を契機として、企業間連携と機種統合を行う道を進んで行った。

一方、中小企業の導入が容易な低価格事務用機種としてオフィスコンピュータ、そして生産行程・設備の自動化や高速実時間制御用途として工業用コンピュータが、日本独自のコンピュータ文化として開花したのもこの時代である。後者は世界規模では DEC 社の Mini Computer, Super Mini Computer として一時代を築くことになった。

このように 3.5 世代は企業規模・集団が利用する汎用機全盛の時代であったが、半導体の集積技術と相俟って個人レベルでも使用可能・機器搭載可能サイズのマイクロコンピュータの種が萌芽してきた時代でもある。汎用機を恐竜と例えるならば哺乳類の台頭である。歴史のうねりには、常に全盛期の主役に隠れて次世代・次々世代の種が萌芽している。このことはそれを如実に物語っているよい例である。

### 第4世代(1980 前後 - 90 前半) 超集積回路 VLSI(汎用機とWS・PCのダウンサイジング)

汎用計算機全盛期(1985 年頃)には、LSI から VLSI への高密度集積化実装期を称して第4世代と位置付けし、その次の世代は推論知的計算機世代であると予測していた。確かに PROLOG 言語と逐次推論の研究開発が日本では特に官民一体となって(ICOT 機構)、推進されて行ったが歴史はそれを正当な世代とは認めなかった。

ダウンサイジングという言葉が生まれ、WS・PCによる個人利用の時代に入って行った。しかし利用法は汎用計算機の第2世代的な利用法であり、MS-DOSによる単一プロセス、プログラムサイズの実装された主記憶容量の制約を受けざるを得ず、企業等組織での利用は汎用計算機やWS (UNIX)の補助的役割に位置付けされていた。

これまでの世代における技術は、特に半導体の集積度はMoorの法則(1.5年で2倍)で示される速度で進歩して行った。

### WS・PC・マルチメディア・インターネット世代(1990年半ば - )

1995年Microsoft社のPC OS Windows95の登場とインターネットの普及化が現在の時代である。インターネット接続はPC以外にも携帯電話・携帯情報端末(PDA)と利用者の裾野を更に広げている。まさにIT時代の到来である。外形的には情報機械というよりも情報道具と言えよう。技術進歩はMoorの法則からGilderの法則(1.2ヶ月間から3ヶ月間で倍増)<sup>R020</sup>になると言われている。

以上の第3の波の計算機史において、第4世代までの光の部分は、語るまでもなく、情報処理の迅速化、情報の蓄積・保存化であり、社会に浸透(産業社会基盤化)して行った時代と言えよう。影の部分は、ソフトウェア開発技術者不足(ソフトウェア危機)に伴う過労働(30歳定年説)にあった。しかしWC・PC・インターネット世代の最近みられる影の部分は深刻である。IT時代の影の部分は次のように列挙できる<sup>R012).R013).R016).R018)</sup>。

- 1)電子工業製品のための化学洗浄等の水・大地汚染そして大気圏オゾン層破壊
- 2)陳腐化に伴うコンピュータ廃棄塵
- 3)情報格差
- 4)情報盗聴・改竄
- 5)コンピュータウイルスとサイバテロ
- 6)壮年層のコンピュータによる精神的抑圧
- 7)コンピュータ擬人化現象による現実体験の希薄化と青少年の未成熟化

5)項は重要であり次のように補足する。

旅客機突入による米国貿易センタビル破壊を誰もが想像さえもしたことの無いような事件が起こる時代である。同様な破壊組織により、サイバースペースへのテロリズムが何時起こっても不思議ではない時代である。コンピュータウイルス以上の災害が予測できる。

7)項も同様であり、人間関係を煩わしいと捉えコンピュータ(機械)への逃避と言い換えることができ、次のように補足する。

生活が豊かになり生き抜く逞しさが失せてゆく。特に青少年にこのことが見受けら



れる。情報の第4世代以降の道具は、組織から個人へ浸透して行く。豊かさとコンピュータの個人浸透は対人関係を避けてコンピュータゲームやインターネット閲覧にのめり込む。携帯電話の普及は更に拍車をかける。人間関係に導入されるインターネット上での新しい関係や距離感のために、同調したり、意見の対立が激化したり、葛藤が強くなったりする独自の力学が働く<sup>R013</sup>。家族生活以外の場での小中学校の"いじめ"問題では、世界各国いずれでも起こっているが、外国では中学2・3年頃には社会性に目覚めそのことは終わると言われている。日本では社会性の目覚めが遅れ"いじめ"は後を引くと指摘されている<sup>R014</sup>。最近の新聞報道からITの利便性に伴う事件や影響を拾ってみると表2-5のようになる<sup>R015</sup>。

ITの個人普及に伴う青少年の犯罪の驚くべき急増である。残念ながら、Moorの法則よりもGilderの法則に近い倍増傾向である。昨年の1年間の検挙件数、被害者数とも今年は半年で約3倍増。被害者の未成年の占める割合は77%その殆どが女子である。出会い系手段は携帯電話・PCによる電子掲示板機能とチャットであり、不特定多数の人とのインターネットの出会いであるとのこと。まさに最新文明の利器による影である。

表2-5 IT時代のITに絡む青少年の犯罪(2001.11.01日経新聞朝刊)

年	期間	検挙件数*	被害者数(未成年-女子)	出会い系手段	
				携帯電話	PC
2000年	01月-12月 1年	104	102	-	-
2001年	01月-06月 半年	302	283(218-9割女子)	258	25

\*罪種 1)児童売春・ポルノ処罰法違反133, 2)青少年保護条例違反59  
3)婦女暴行事件20, 4)窃盗14, 5)殺人5, 6)他71

犯罪ではないが、営業マンが顧客の対面折衝とe-mailの使い分けが出来ず、問題を引き起こしているとの記事<sup>R016</sup>も目につく。

以上、主として道具の発達の歴史を人類史の第1・第2・第3のそれぞれの波の観点からみてきた。一方、言語は文字として紙と活字印刷の発明により人間の意図の記録と広範囲の伝達が可能となってきたが、文字・音声・映像の統合記憶と遠隔即時伝達は第3の波の現在までほとんど進化していないといえよう。第3の波の現在に至って、道具としてのコンピュータと情報通信機器により文字・音声・映像はdigital化されマルチメディアとして統合され、インターネットにより地球規模の遠隔・即時・双方向伝達が一挙にそして爆発的に実現されてゆく(公文俊平は文明・文化史観的にインターネットを智場<sup>R020</sup>)と定義し歴史的・一大変革とみなし人類の今後の歴史を大きく左右するものとして位置付けし

ている)。

本論文では、前述してきた第2の波の影としての轍を踏まずに、第3の波の影である上記指摘事項を直視し、工学教育・技術者教育の場に限定し、マルチメディア・インターネット活用の筆者の理念を明確にして行く。

## 2.6.2 第3の波と筆者の関わり

筆者は、第3の波のコンピュータ史第2世代時に半導体素子開発技術者として2年間<sup>\*1</sup>、第3・第3.5世代・第4世代時にOS開発技術者・システムエンジニアとして15年間<sup>\*2</sup>関係してきた。そして現在、第3の波の道具(マルチメディア・インターネット)の工学教育への利用法を教育者・研究者<sup>\*3</sup>として関わりを持つに至ってきている。

\*1 総合高校電気通信科を卒業後即 1961.04 日本電気 入社。1961.04-1964.03 年間、半導体部門におけるデジタル集積回路前夜のトランジスタ(2SA56・2SC63)・ダイオード回路開発に携わる。第2世代汎用電子計算機 NEAC-2203 のトランジスタ・ダイオード論理回路のスイッチング回路である。スイッチング回路の高速化は回路補償技術では自ずと限界があり素子材料・半導体機構の物性物理に基づくことは自明である。必然的に物性物理学の基礎勉学の必要性を痛感し、1964.04 金沢大学(理)物理学科進学。続けて東北大学大学院理学研究科修士課程へ進む。この間、物理学とコンピュータの数値計算・実験装置制御応用を修得する。期間 1964.04-1970.03、研究成果一覧 S153)-S156)。

\*2 1970.04 三菱電機 入社。再度製造業に復帰しコンピュータ開発に関係。コンピュータ世代は既に第3世代に進んでおり、汎用機のOS(オペレーティングシステム)の開発に携わることになる。その後汎用機 MELCOM-COSMOseries の OS(RBM・UTS/VS)の開発(7年)と科学技術分野・大学等情報処理教育分野の汎用コンピュータの SE(システム・エンジニア)(8年)を経る。この間の技術者としての主たる業績は次の通りである。

汎用機によりロケット打ち上げ実時間誘導制御システムの開発 - 宇宙開発事業団

汎用計算機の大容量主記憶装置を活用した音響等の実時間高速大容量データの収集方式設計 S071).S074)

汎用計算機の完全自動運転システムの方式設計と雛形実装 S070).S073)

多人数情報教育システム(大規模 TSS)の開発と授業支援ソフトウェアの開発 - 東京大学・東北大学 S077).S080)-S092).S094)

汎用計算機により5次元同時処理システムの設計と実装 - 九州芸術工科大学

異機種間チャンネル接続ネットワークシステムの設計と実装 - 通商産業省・工業技術院(筑波学園都市地区) S079)

異機種汎用機光ループネットワーク接続とネットワーク OS の設計実装(TCP/IP の先駆的開発) - 筑波大学 S072) .S075).S076)

汎用計算機は企業・研究・教育機関の至る所で利用され普及の全盛期を迎えており、その後ろで一人一台のパーソナルコンピュータが息づき始めていることに気づかずにいた時代でもあった。期間 1970.04-1985.06、研究成果一覧 S069) - S094)。

\*3 1985.06 仙台電波高専教官。情報工学教育に携わる。能動学習授業形態の模索を始める。高専4年生の夏期企業実習の学習体験を基に、学生自ら体験の中から課題を見つけそれを掘り下げ発表する授業を電算機周辺技術(情報工学科4年必須科目)で試行し始めた(1987)。一方、情報要素技術研究として手書き文字認識の研究に着手。1990.04 東京高専・情報工学科に転任し、能動学習授業形態を計算機システム(情報工学科5年選択科目)にて継続。手書き文字認識研究に加えて代数幾何符号研究も新たに着手。能動学習授業のマルチメディア活用法を意図的に着手し教育研究として開始したのは1997年である。能動学習授業形態の提案と道具として従来教育手段を用いての実践10年後に、マルチメディア・インターネット活用能動学習授業が結実した次第である。期間 1985.06-1990.03(仙台電波高専)、1990.04 - 現在まで(東京高専)。研究成果一覧(S001) - S068)& S095) - S152)。

## 2.6.3 工学教育とマルチメディア・インターネット活用の筆者の基本的考え

第1の波の道具は生活を豊かにするための道具であった。自然破壊や弱者いじめは見あたらぬ。第2の波の道具は個人の豊かさよりも組織の豊かさを追求する道具・機械と言えよう。この影は自然破壊や弱者いじめを加速してゆき、資本家と弱者(賃労働者)の団結(労働組合)の戦い・協調の歴史を産み始めた。決定的な影は戦争の武器であろう。

第3の波の道具は、物理的豊かさから情動的豊かさの追求道具・機械と言えよう。この主役は電子式・プログラム内蔵方式コンピュータの発明である。コンピュータは、第1世代から第3.5世代にみられるように国家(軍用)・企業組織の迅速且つ正確な情報収集・伝達のために開発されたわけであるが、第4世代・現代は組織のみならず個人のそれへと広がってきている。影の部分は、第3.5世代までのコンピュータ開発・システム開発の過剰労働からくる弊害にとどまり、利用者へは影を落としてはいないと言えよう。

しかし、現代に至ってコンピュータ・通信(マルチメディア・インターネット)は個人生活に浸透しつつあり、影の部分もその分深刻化しつつある。

人類が発明し自らに投げかけた道具の光と影の歴史を振り返りながら、問題点を考察してきた。この道具の歴史的功罪の中から光のみならず影の意味するところを十分検証してきた。道具には物質的道具と精神的道具の2種類に分けられる<sup>R003)</sup>。マルチメディア・インターネットは、電子計算機・情報通信機器の物質的道具上にソフトウェアを介して人間の魂・思考を具現化した現代の最新の精神的道具と規定出来よう。筆者の教育研究課題に当たって、筆者の道具に対する理念と研究の立脚点は、次の通りである。

過去のコンピュータ技術者としての経験と背景を基に、現在の工学教育教師としての職業から、時代は変わろうともコンピュータは人間の道具であることを再認識し、道具の有する光と影を直視して、工学教育へのマルチメディア・インターネット(コンピュータ・

通信)活用法を研究する。

マルチメディア・インターネットは現代の最新の道具である。道具は人間の従者である。従者は使う者・作者の命に従う。それ故に道具の光と併せて影<sup>注)</sup>の影響も基本に据えて、道具の活用法を見極める。筆者のマルチメディア・インターネットの活用法は、人に優しく人を育むためのものであり、道具に溺れてはならない。

注)筆者は、"光と影"という言い回しを既に 1988 年時に自筆論文 S031).S032)において使用している。2000 年には"インターネットの光と影"<sup>S018)</sup>なる本が出版されるに及んで、適切な言い回しであることが裏付けられた。

以上の基本的考えは、次の日本技術者認定機構の工学教育プログラムの次の共通基準 R022).R023) に合致していると考えている。

- (a)人類の幸福・福祉とは何かについて考える能力と素養(教養教育を含む)
- (b)技術的解決法の社会および自然に及ぼす効果、価値に関する理解力や責任など、技術者として社会に対する責任を自覚する能力(技術者論理)
- (c)日本語による論理的な記述力、口頭発表力、討論などのコミュニケーション能力、および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力
- (d)数学、自然科学および技術(情報技術(IT)を含む)の学理に関する基礎知識とそれ応用できる能力
- (e)変化に対応して継続的、自立的に学習できる生涯学習能力
- (f)種々の科学・技術・情報を利用して社会のニーズを解決するデザイン能力
- (g)与えられた条件下で計画的に仕事を進め、まとめる管理能力

しかしこの教育目的達成のためには、もう一方の精神的支柱の日本人の精神構造を考慮したマルチメディア・インターネット設計法が必要であると筆者は考えている。何故ならば、工業化社会から知価社会の脱皮を声高々に叫ぶだけでは理屈としては分かっても長久の日本史のなかで培ってきた文化・精神は、なかなか代え難い。瞬時的発揚はあろうが、肉体と精神が共に反応し着実な歩みは期待できない。このことに対する筆者の解を章を改め 4 . 2 . 4 項で述べることにする。

## 2 . 7 従来研究の問題点と本研究での解決法

教育工学における従来の研究の問題点を列挙すると次のようになる。

- 1)工学的側面すなわち新しい道具の紹介・機能・性能等の技術面に偏っており、人間そのものを掘り下げ考察してから道具の効用を導き出す等の手法をとる研究が少ない(R063)。

- 2) 創造性教育に関する成績評価・講評法の客観的工学手法が確立していない<sup>R235)</sup>。
- 3) 知識習得の効率化を目指した CAI や WBT の研究は多数報告されているが、創造性教育を目指した CAI 及び WBT 研究は少ない。
- 4) 米国における遠隔教育環境は決して恵まれた情報・通信環境とは言えない<sup>R093)</sup>。  
それでも米国では学んで資格を取得したいとの必死な要求から、恵まれていない情報通信環境にあっても遠隔教育の ubiquitous 性から利用が多い。日本の遠隔教育環境は、今や広帯域インターネットの普及、文部科学省の遠隔教育の同時双方向の足枷解除(2001年4月)が整いはした。しかし板書・電子コンテンツの高精度映像、質問履歴の自動収集等設備重視の道具研究が目につき、真に普及するであろうか。学びたい意欲が欠落しては否であろう。意欲喚起の工学教育の研究が望まれる。
- 5) 技能・芸術等の人間の右脳が司る分野の遠隔教育研究の取り組みは非常に少なく、強いて挙げれば遠隔実験及び学生-教師の遠隔行動教育法<sup>R210)</sup>、スタンドアロンの漢字筆順練習法<sup>R230)-R233)</sup>や書家の作品完成イメージ支援<sup>R211)</sup>程度である。

本研究においては、各問題点を次のように克服して研究を進めている。

問題点 1), 2), 3)

このことから、学習意欲喚起型の能動学習授業形態を提案し、道具としての光と影を配慮して、マルチメディア活用の有効設計法を示し、実際の授業に試用し、評価する実践研究をとっている。これが第3章の研究である。

問題点 4)

このことから、能動学習遠隔授業において、普及を容易化するために標準情報機器・通信機器を使用する。日本人の精神的固有性を分析し、遠隔授業構成員の発表学生・直接受講学生・遠隔受講学生・教師間の授業における位置付けを明確にし、日本人の精神的固有性から来る発表学生の"恥をかきたくない"、直接受講生の"気が引けて質問できない"等の問題を如何に解決すべきかを最重要課題として設計する。これが第4章の研究である。

問題点 5)

このことから、手始めにペン字書道を事例として、筆者らの蓄積してきた文字認識技術<sup>S095)-S128)</sup>を基に、共同研究者として書家を招き、学際的研究方式をとっている。また遠隔教育の通信技術は、能動学習遠隔授業システム構築時の蓄積技術及び通信規約の教育教材研究と情報通信の要素技術である誤り検出訂正符号の研究<sup>S129)-S152)</sup>からなる双方の技術蓄積を基にしている。これが第5章の研究である。

## 第3章

### マルチメディア活用能動学習授業システムの設計と評価

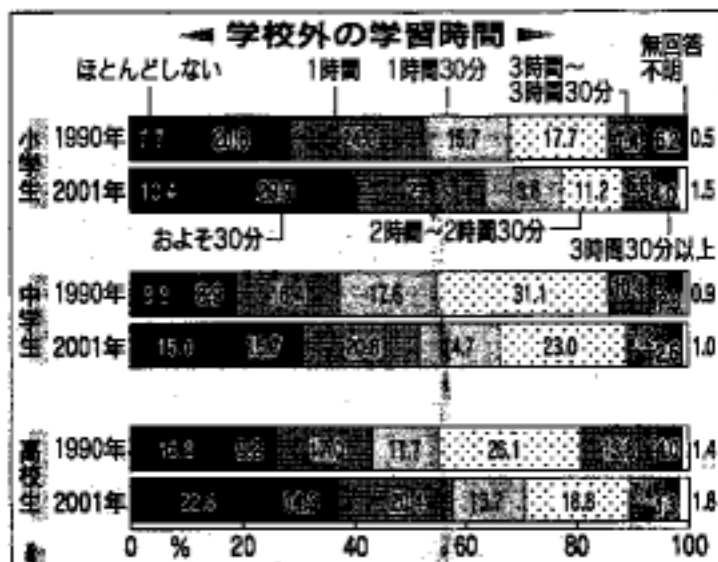
#### 3.1 緒言

筆者が能動学習授業を提案したのは今から15年前の1987年である。工業高専4年次の夏期企業実習(インターンシップの先駆的試み)の技術体験を基に、体験成果を更に自ら掘り下げて学友に説明報告する授業として出発した<sup>S002)</sup>。発表手段は教師と同じ板書またはOHPであった。2002年度から小・中・高校の新学習指導要領が大幅に改訂され、ゆとりの中の創造性教育の一環として"総合的学習の時間"が設けられ、日本教育史に無い大胆な挑戦が始まった。筆者は15年前にこのことを先駆的に試行してきた。

筆者が提案してきた能動学習授業形態は、教育道具として"マルチメディア"と"インターネット"の活用法に深く関わっている。本章では、能動学習授業の提案、マルチメディア、インターネットを用いた授業システムの設計法そしてその評価結果を筆者の研究成果<sup>S041)・S043)・S068)</sup>を基に述べる。

#### 3.2 ゆとり教育・創造性教育時代における日本の青少年の自宅学習時間と教師の課題

最近の学習基本調査(被験者東北、東京、四国、九州の小中学生約8700名)<sup>R024)・R025)・R045)</sup>によると、全国的に小学・中学・高校生共に自宅学習時間は、「ほとんどしない」「およそ30分」が小学生で1990年と比較して28.5%から2001年の40.3%に、中学生で18.8%から30.7%に、高校生で26.0%から37.1%にそれぞれ増加しているとのことである(図3-1参照)。



日本経済新聞 10月31日朝刊, 社会面 38(2001)

図3-1 全国小中高生の自宅学習時間調査結果

また高専生の同様な調査結果(九州地区9高専)<sup>R026)</sup>によると、「1時間以内しか勉強

していない」が 1966 年では 17 %であったものが，1977 年では 38 %に 2 倍以上に増加している。そして現在は「ほとんどしない」と「1 時間以内しか勉強していない」を併せて 69 %であるとのことである。

同様に筆者が勤務している東京高専・情報工学科(全学生約 200 名)の自宅学習時間・睡眠時間のアンケート調査結果は，図 3 - 2 の通りである(2001 年 6 月調査)。本校情報工学科も九州地区の高専と同様な自宅学習時間である(本校情報工学科は開設されて 14 年を迎え初めての調査である)。睡眠時間は平均 6 時間である。就寝時間を深夜 1 時以降としている者が 5 割もいる(睡眠時間 5 時間未満が約 8 %)。このことは，自宅学習において机に向かってはいるが，パソコンそしてインターネットによる興味あるゲームと WWW 閲覧にのめり込んでいると言って良い。

ゆとりの中の創造性教育指針に基づいて，2002 年 4 月から義務教育の学校週 5 日制が完全実施された。5 日制に伴い学習内容の 3 割削減・学校授業時間の 17 %減少，創造性教育のための総合的学習の時間の新設に伴い各教科授業時間も減少する(例えば小学校の算数，理科がそれぞれ 14 %，17 %減少)。日本の社会・科学技術等において，西欧へ追いつき追い越せ期から脱して，次への新たな発展のための技術創造立国への礎作りには，この新学習指導要領<sup>R031)</sup>の実施は歴史的意義を持つ。しかし前述したデータが示すように，小学・中学・高校生，そして高専生の自宅学習状況を改めて白日に晒されると悩みは深刻であり，多くの議論が識者を含めて新聞・雑誌等で熱くなされている<sup>R032)-R044).R046)-R051)</sup>。

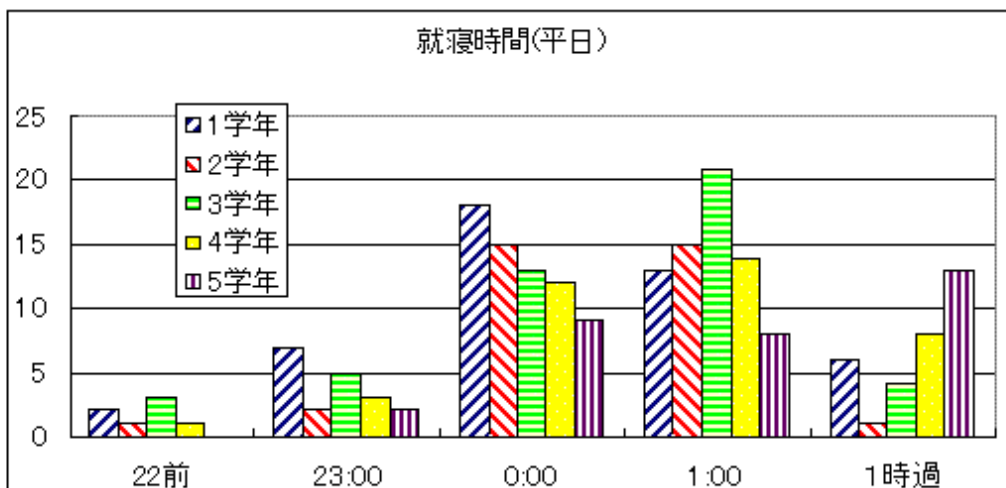
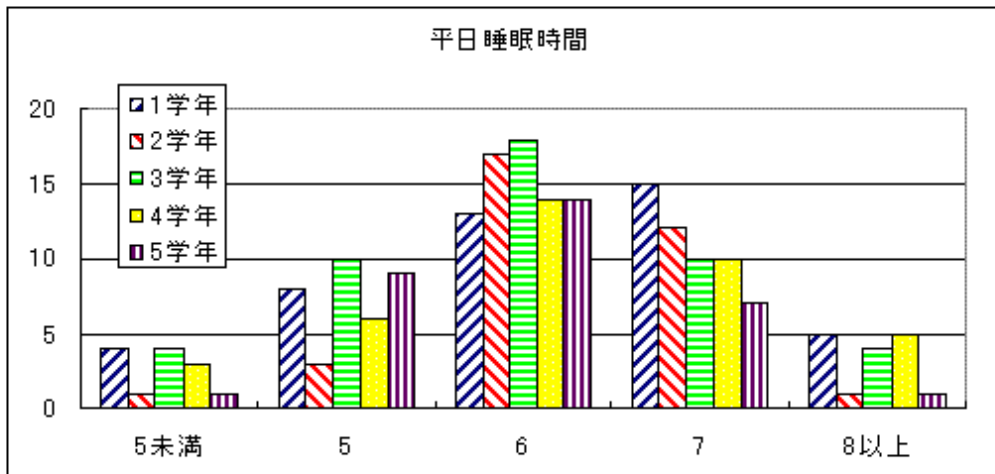
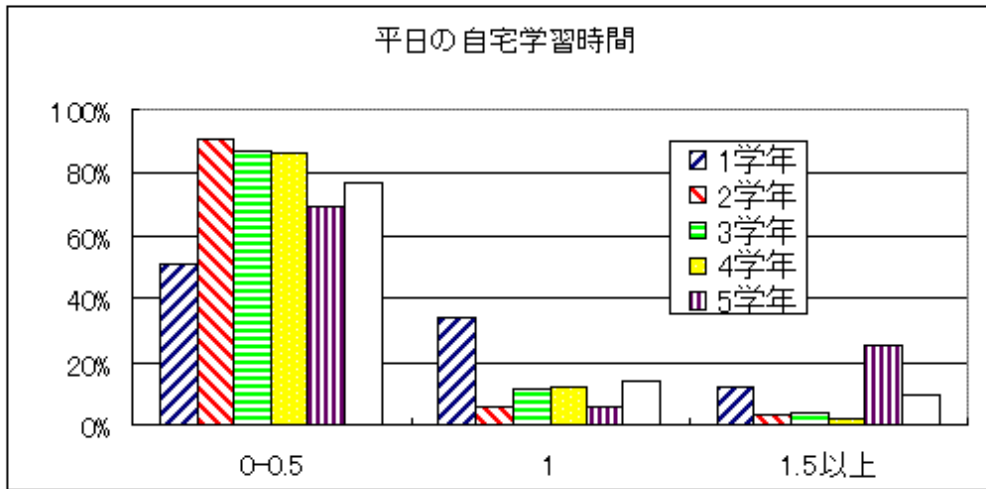
このような現状において，ゆとりの中の創造性教育をどの様に実現して行くかは，筆者を含めた工学教育分野の教師の最重要課題である。筆者は，過去の教育研究と現状認識に立ち次の教育方針を立て，実践している。

#### (1) objectivism と constructivism<sup>R064).R065)</sup>の両教育理論を使い分け授業

専門基礎科目は基本的には objectivism をとり，専門基礎の応用においては constructivism をとる。また論理的・数理的教科に対しては演繹的授業形態，知識集約的教科に対しては帰納法的授業形態を重視している。本章のマルチメディア活用能動学習授業支援システムはこの constructivism 教育理論に基づいており，その方法と効用を節を改めて詳述する。

#### (2) "ものづくり"のための創造工房教室の場の提供

時間割内授業を越えて継続可能な"ものづくり"教育，学外の各種コンテストの発展作品・競技作品の課外製作(ロボットコンテスト<sup>R090)</sup>，プログラミングコンテスト<sup>R091).R092)</sup>)のための創造工房の場の提供と素材の提供である。



—被験者約 200 名/1-5 年生, 調査対象時期: 2001 年 4 月-5 月—

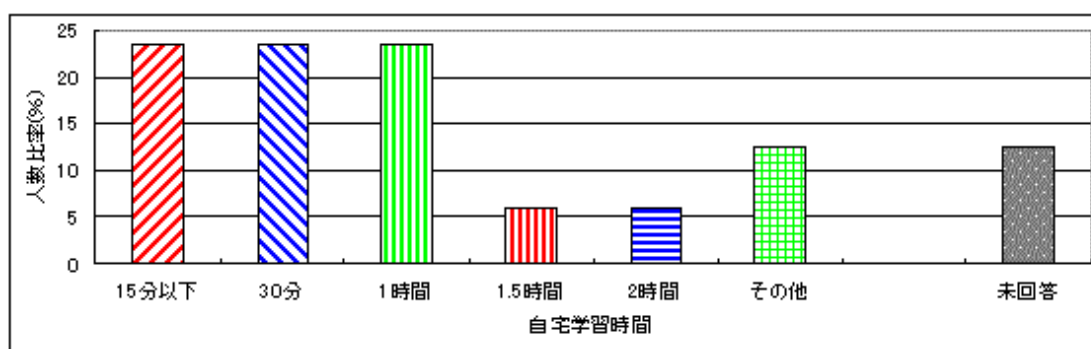
図 3-2 東京高専・情報工学科の自宅学習時間・睡眠時間



### (3) 自宅学習習慣復活のための課題演習

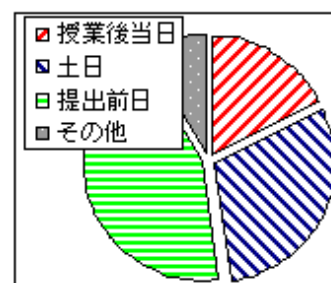
constructivism 的授業による学ぶ意義及び"ものづくり"教育効果の様子を窺いながら、要素技術教科・英数基礎教養教科の objectivism 的徹底演習を宿題として木目細かい指導を行うしかない。このような考えを基に、筆者の所属する学科でも小・中・高の新学習指導要領に同期を採り、新カリキュラムが本格的に2002年4月から実施された<sup>R083</sup>。

筆者の最近のこのことへの取り組みとその効用を図3-3に示す。高専情報工学科における論理回路Ⅱ(順序回路)なる教科は、電子計算機のハードウェア構成を学習するための最も基礎となる教科であり、真理値表で思うまま設計事項を記述できる能力を学生につけさせることを目的としている。周知のように教科内容は論理的・数理的であり演繹的授業形態の採りやすい教科であり、objectivism 的授業を徹底させている。2001年10-12月期のこの論理回路Ⅱ(情報工学科2学年次)授業において、授業後の演習課題を宿題として毎週課した。図3-2の2001年4-5月期の本校の学生の自宅学習時間が示しているように、特に2学年次においては90%は30分以下の自宅学習である(試験前の集中勉強がもっと効果のある勉強法という考えが浸透してしまっている)。7週連続の宿題を課すことにより自宅学習は、図3-3の如く30分以下が53%、1時間が24%、1.5-2時間が12%向上している。最初は仕方なく宿題をせざるを得なかったが、7週頃から"自由に計



a. 宿題履行時間

- ・被験者： 情報工学科2学年 34名
- ・教科： 論理回路Ⅱ
- ・調査対象時期：2001年10月-12月
- ・調査項目： 授業9週中7週連続宿題における自宅学習時間調査



b. 宿題履行曜日

図3-3 毎週宿題(7週連続)履行に伴う自宅学習時間

数器が設計でき自分の設計したものを実験で確認したい"等の積極性も出始めた。しかし、宿題実施日時は提出前日が最も多く(43 %)それ以外の日は自宅学習はしていないようである。また"試験期間直前には宿題を出さないで欲しい"という訴えもあるが、一方、筆者ら教師の努力が実を結ぶ次のようなアンケート報告も得て来ている。

- ・"最初のうちは全然何がなんだか分かりませんでした。何回もやっていると分かるようになりました！ 馴れですね。いろいろ出来ることが増えるとおもしろいです(K.Iii さん)。"
  - ・"同期式の counter の設計を宿題で出されたとき、実際にその方法で回路を考え、タイムチャートで確かめて完成させたとき、何故か凄く感動したのを覚えています。こういうことでも感動することがあることを知りました(Y.Mmm 君)。"
- 教育は地道な日々の実践が重要である。objectivism 的授業においても前述したように必ずや理解の喜び(感動体験)を得られるのであるから、今後は学生の自宅学習が教科平均して向上するように、学科の教師全員の協議により無理のない複数教科の宿題を課す検討等の地道な努力が必要である。

本章は、objectivism 的授業の上に如何に constructivism 的授業を構築させればよいかの教育的道具の利用に関する研究である。この研究成果に裏付けされて上記(1)を高専5年(情報工学科)選択科目において実践している。以下研究成果について述べる。

### 3.3 能動学習授業の提案と道具の効用

筆者の"教育工学"研究分野における研究の新規性・有用性は次の通りである。

#### (1)工学教育における能動学習授業の先駆的提案と実践開始(1987年)<sup>S002)</sup>

1987年時は、第3の波のコンピュータ史第3.5世代の終わりから第4世代のPC・WSのダウンサイジングが叫ばれた時代であり、教育工学の道具としては専用CAI(Computer Aided Instructor)機であろうがその利用は一部の学校のみに限定されていた。当時10年後に訪れるPCマルチメディアもインターネットを誰も予測していない時期であった。当然能動学習授業の教育道具は、教師と同様の板書・OHPであった。現在の日本技術者認定機構の教育プログラム<sup>R022)</sup>・<sup>R023)</sup>の共通基準7項目のうち次の3項目が能動学習授業に先駆的に含まれている。

- ・日本語による論理的な記述力、口頭発表力、討論などのコミュニケーション

- 能力，および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力
- ・変化に対応して継続的，自立的に学習できる生涯学習能力
- ・与えられた条件下で計画的に仕事を進め，まとめる管理能力

## (2)教育道具としてマルチメディア・インターネットの有用性

履修学生の精神的発達段階を考察し，マルチメディア・インターネットの持つ影の部分をも十分考慮して教育道具としての設計を行い，次の教育成果<sup>S041</sup>を得ている。

- 1)従来授業に比して2～3倍の学習時間を費やしており，学習意欲も高い。
- 2)試験合格型ではなく予習型(学習時間の予習に占める割合は95.0%)。
- 3)表現ツール活用により教師に準じた発表が可能。
- 4)匿名質問機能により1～2件の質問が約25件と大幅増。
- 5)教師にとって第三者評価の相関係数は発表学生への客観的講評に有効(コンテンツの見栄え・理解度，発表態度・理解度)<sup>S043</sup>
- 6)調査・研究期間の進捗報告と動議付けに有効<sup>S054</sup>・<sup>S055</sup>・<sup>S068</sup>

第1章序論でも述べたように，このことは工学教育における学育論提唱者の島田彌により次の評価を得ていることから証明されている<sup>R063</sup>。

「特に，受け身の姿勢で育ってきた学生の現状を踏まえた上で，彼らに能動的な学習姿勢，および自己責任での意見の発信により双方向 Communication の姿勢を身につけさせるという，明確な目的を持って IT を活用して，顕著な効果上げている事例等が注目される。」

このことは，筆者の研究が現在日本の学ぶ世代が犯され始めている病理にも目を向け，工学教育理論と人類史における道具の役割それも光の部分だけではなく影の部分も直視し，道具の限界性を意識した人間主体のIT活用法を狙っているところへの好評と認識している。

## 3.4 能動学習授業とは

学育論<sup>R052</sup>・<sup>R063</sup>では創造性を originality(知恵の創造，独創性)と creativity(智慧の創造，生きる力)に区分している。筆者は創造性教育を学育論で言う後者の creativity を対象としている。そして教育環境・方法・用いる手段によってそれを育むことが可能であるという見解で臨んでいる。creativity の原点は自然・社会との触れ合いによる感動体験である。これは学育論や構成主義の教授・学習理論(constructivism)<sup>R064</sup>・<sup>R65</sup>・<sup>R067</sup>の主張でもある。objectivism 的教育に基づく基礎教科の徹底修得を前提として，この感動体験を原体験としての constructivism

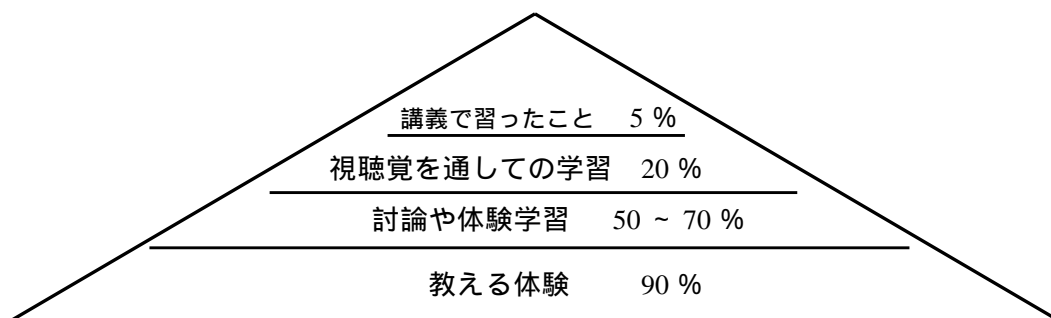
的教育により，主体の学習活動を軸とし，その学習に働きかける教育(指導)によって学ぶ者に広がる内的矛盾を梃子にして，それぞれの発展段階の構造をゆさぶり，再構造化へ向けて飛躍し続ける動的な課程を通して，学生の創造性(creativity)を育む。筆者ら教師は，問いと答えの間を十分に保証し，分かる喜びを保証しなければならない。それを可能とする者こそ教師の力量である R070).R238)。

筆者はこの感動体験を工学教育のごく当たり前の授業の中で育む方法を十数年来模索 S002)してきた。その答えが能動学習授業である。また Learning Pyramid<sup>R069)</sup>の考え(図3 - 4 参照)にも則しており，能動学習授業を次のように定義する S041)。

能動学習授業： = 知識修得効率は悪いが自主性・創造性を重視し，学生自ら課題を設定し，資料調査等をし，その成果を発表・討論し，相互評価をし合う授業(自己且つ相互啓発の授業)。教師は素材と場の提供に徹する。

従来の授業形態との比較を図3 - 5 に示す。この授業は従来の授業形態で修得した教科知識を前提として展開している。というのは creativity を育むには最低限の基礎知識が必要であるからである。筆者は具体的には図3 - 6 に示すように，基礎専門教科(客観主義教授・学習すなわち objectivism として位置づけ)の上に5年次の選択科目コンピュータ・アーキテクチャ(計算機システム，半期15週，受講者20～30名)を選び能動学習授業形態(構成主義教授・学習すなわち constructivism として位置づけ)としている。このことは当然，情報系専門教科に限らず他の専門教科・教養教科でも同様であると考えることが出来る。

本コンピュータ・アーキテクチャ科目を creativity を育むための最低限の基礎知識としては，図3 - 6 に示すように，論理回路，電子計算機(Assembly 言語を介してコンピュータの仕組みの理解)，プログラミング言語演習(人間の思考を高水準言語 C を介して algorithm 化しコンピュータに人間の意図の指示)そしてシステムプログラム(Operating System の基礎)なる科目である。このうちの一つである論理回路 に対し，3 . 2 節で述べたように自宅学習時間増を学生に強いる形で objectivism 的教育理論を適応している。



学習の仕方による10年後の学習したことの記憶(米国での研究結果)<sup>R069)</sup>

図3 - 4 Learning Pyramid

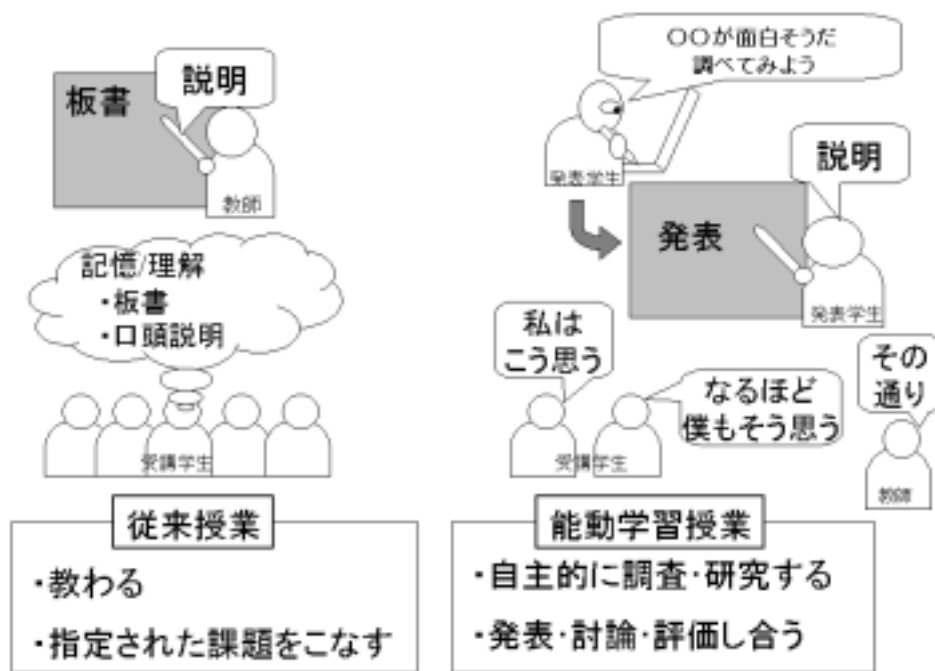


図 3 - 5 従来授業形態と能動学習授業形態の比較

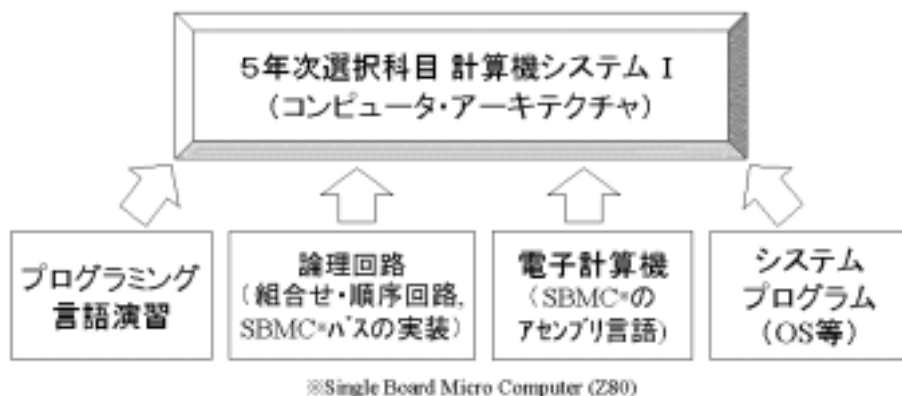


図 3 - 6 能動学習授業対象教科と修得済み基礎専門教科との関係

それでは、このような教授・学習理論に裏付けされた能動学習授業が従来の教育道具(板書・OHP等)で問題なく作動するか? 否である。従来の教育道具は教師の道具であって、教師には長年の経験によって使い切れるが、能動学習授業において教える体験を初めて持つ学生にとっては、この従来の道具は使い切れる代物ではない。これは、教育理念の正しさを信じるままに従来メディアを使っの長年の経験からの結論である。最低の条件を満たすためにすなわち場を盛り上げまた最低限の発表・討論・知識理解を得させたいために、教師は素材と場の提供に徹することが出来ず、口うるさくなり、学生にとっては煙たい存在になってしまう(自戒の念に苛まされてきた)。このような二律背反を乗り越えて、教師を助け教師は素材と場の提供に徹することができ、学生は経験不足・技量不足にもかかわらず、学習結果を発表

し討論し評価し合うことの最低要件を満たす手段は、新しい時代にはそれに相応しい道具マルチメディアであるとの考えに到った。更にこの能動学習授業の拡張としての遠隔授業においては、発表者(特に不慣れな初心者)は、直接受講生に対して恥をかかずに済んで、且つ遠隔受講生には内容が理解出来るようにする道具立てが必要である。このことは次節で更に言及する。

### 3.5 能動学習授業とマルチメディアシステムの設計思想

このような経緯・背景の基で能動学習授業形態にマルチメディアを如何に活用するか設計思想とシステム基本構成を次のように定めた。

#### 設計思想

a.技術知識習得の中に感動体験の機会を盛り込む

b.自己把握力 (R055)-R061) を育む仕組み

具体的には

自己責任の基に意見・疑問を発表する仕組み

建設的討論(和而不同)の仕組み

c.マルチメディア活用の対象

個人学習では無く、受講全学生が全て発表し討論・評価し合い、学生同士が切磋琢磨する集団学習授業に活用する。

#### システム基本構成

a.廉価なシステム構成

VOD(Video on Demand)等を使うのではなく標準の情報処理演習機器を使用する。

b.開発ソフトウェアは必要最小限

e-mail, WWW そして表現ツールや評価データの統計処理等は市販品を多いに活用し、ソフトウェアの開発は必要最小限に止める。

前述設計思想に基づいて技術知識獲得の授業の中に感動体験と自己把握力を育むようにマルチメディアを如何に活用するか、そのために授業を PLAN・DO・CHECK の三段階に分け、各段階での授業・学習指針を次のように設定した。

#### PLAN 段階

a.自主性の尊重(課題選択時)

b.計画立案と自己管理の実践

c.工学の核心を捕らえる図表作成技法習得

DO 段階

- a. 発表実践
- b. 自己責任の基に意見を述べ合う建設的討論
- c. 第三者評価のための
  - アンケート記述
  - その集計結果の即時還元

CHECK 段階

- a. 自己点検と第三者評価の差異考察と報告
- b. 次への挑戦

この中からマルチメディア活用の重要項目を特に次の3点に絞り具体的設計法を明確にする。

- (1) 不慣れと経験不足の学生の発表支援
- (2) 活発な討論仕掛け
- (3) 発表後の達成感と充実感

これら項目と授業構成員の役割との関係を図3 - 7に示す。

(1) は市販表現ツ - ルで対処する。ゲーム世代の学生であり容易に受け入れられると判断した。

(2) は最重要事項である。従来メディア活用の能動学習授業時期に教師の誘導によって精々 1

段階 授業 構成員	PLAN	DO				CHECK
	進捗 報告	発表	討論	自己 点検	第三者 評価	差異 報告
発表者	問題 点の 報告 ↓	自己 表現 ↓	↓ 活発 な 討論 ↑		即時 還元	自己点検 と第三者 評価の 差異報告 ↓
受講者				×		
教師	コメント	刺激と場の提供に徹する				講評

図3 - 7 能動学習授業の構成員の役割と課題

～ 2 問 / 発表の質問でしかなかった。これは、豊穰時代に育ち生きる力に萎えだ世代であり、いじめ環境も手伝って自己保身のための習性を身に付け、自己責任の基に意見・疑問を開示することを躊躇する世代(日本人の横並び意識も手伝っての複合現象) - これをいじめ後遺症学生と呼称 - と言える (R014).R027)-R030)。それではいじめ後遺症学生が意見・疑問を持っていないか。否である。心に思うが挙手によって表現できないのである。挙手でなくてもよい。内在する意見・疑問を顕在化することが先ず重要である。その答えはWWWを介した匿名質問機能の支援である。

以上是自筆論文 (S041) の執筆時の筆者の見解であったが、最近筆者はそれに加えて次の文化心理学的考察が必要であるとの考えに至っている。

1940 年代の文化人類学者 R.Benedict の"菊と刀"<sup>R088</sup>、1960 年代の社会人類学者中根千枝の"タテ社会の人間関係(単一社会の理論)"<sup>R084</sup>、1970 年代の精神科医学者土居健郎の"甘えの構造"<sup>R085</sup>・"甘えの雑稿"<sup>R086</sup>、作家イザヤ・ベンダサンの"日本人とユダヤ人"<sup>R240</sup>、そして国文学者大野 晋<sup>R087</sup>や金田一春彦<sup>R089</sup>の"国文学としての日本語の特色考察"等の著書は、専門分野からみて日本人固有の精神構造を指摘している。それは、"恥の文化"、"場を強調し内と外"、"日本固有の言語甘えから派生する義理と人情等"、"法外の法・言外の言・日本教徒は人間宗教"、"言語の生い立ちはその言語が誕生するときの自然環境・人間の文化環境に強く影響"を keywords としている。

1990 年代に至って認知科学分野の文化心理学からの心と文化の学術的考察がなされた。"自己観"一つでも西欧と東洋特に日本では文化の関わりで大きく異なり、西欧では"相互独立的自己観(Independent View of Self)"、日本では"相互協調的自己観(Interdependent View of Self)"を基に自己確立がなされており、価値観が大きく相違する。その相互強調は、役割志向性(義理はその代表)と人への情緒的態度(人情)の 2 つの次元で特徴づけられるとしている<sup>R241</sup>。

前述した現在の学生の気質は、これら指摘と密接に関係し、日本人固有の精神構造に深く関係するとの見解に至った。この見解は 4 . 2 . 4 項で詳しく述べ、匿名質問機能と能動学習遠隔授業における遠隔質問機能の限界を乗り越え、教育学的な質的向上を目指した"初心発表者支援ソフトウェア BP3S"の設計時に十分に反映させている。

(3) は、発表後の達成感が醒め止まぬうちの同僚学生の第三者評価の即時還元にある。学生は全員発表学生であり受講学生(第三者評価学生)でもあるので無責任な評価はしない。との性善説に基づき適切な自由意見と評価を下すものと仮定すれば、正の評価により感動体験に繋がると確信する。

能動学習授業の流れの中で上記設計思想に基づき、PLAN・DO・CHECK 各段階(Check 段階の反省を次の Plan 段階に還元する総課程を Action と称する)において、市販閲覧ソフトウ



エア，電子メール，表現ツールの使用と開発ソフトウェアの適応と各種マルチメディアの関係を図3 - 8に図示する。

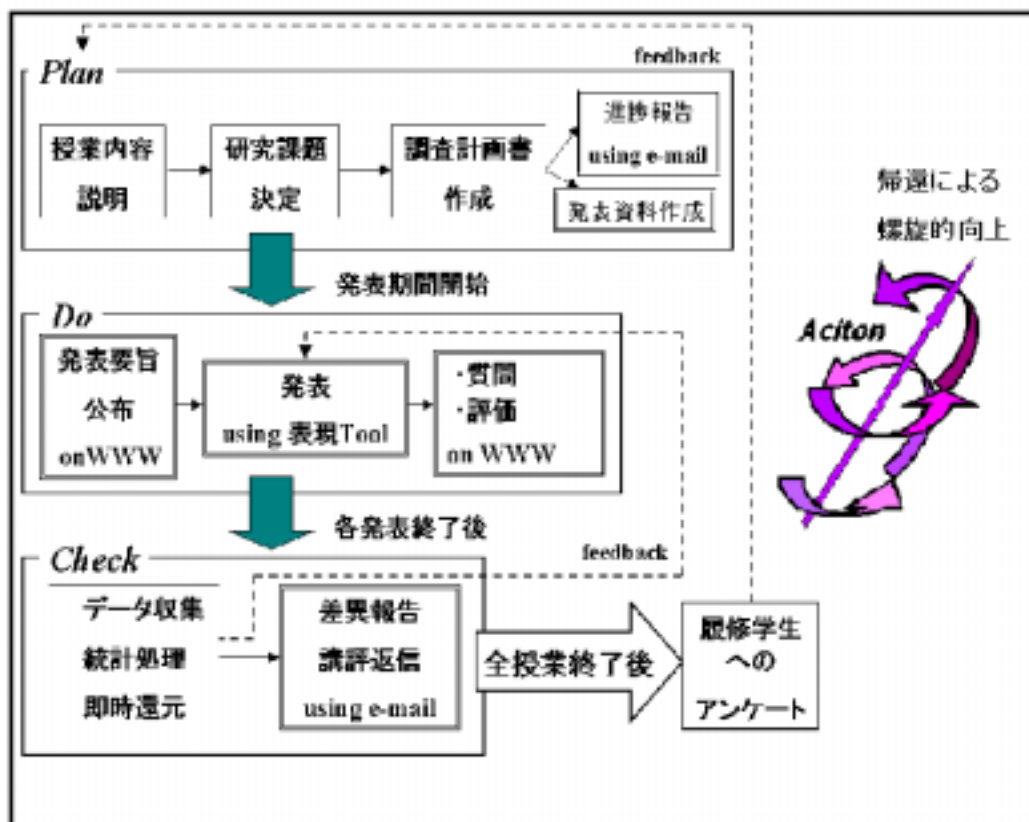


図3 - 8 能動学習授業の各段階における使用する各種マルチメディア

### 3.6 マルチメディア活用能動学習授業システム

#### 3.6.1 PLAN 段階

学期始め，選択科目履修学生に授業ガイダンスを行い，

本授業の主旨

全学生発表そして課題選択は自由

計画書の作成と発表までの進捗週報の義務

を明示する。

計画書は各自発表までの調査・研究のマイルストーンを設定する。以後はこの計画の進捗状況を週報として教科担当教師に e-mail で週報する。各自提出計画書を集計し，図3 - 9の如く，各自研究課題と発表日時が Home Page に掲載される。

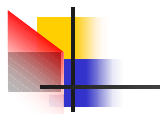
これら計画に従って調査研究(PPLAN 段階)がどの様に推移しているかを e-mail 進捗報告の実績(図3 - 10)を基に考察してみよう。



a. 1998 年度(図 3 - 9 a.)



b. 1999 年度(図 3 - 9 b.)



東京 高専情報工学科 2000 年度  
 計算機システム ホーム  
 ページ  
 更新日 2000/9/12

~ NEWS ~  
 今回の発表者は 安倍君  
 です。  
 コンテナー一覧は 安倍君

発表の準備のしかたにつ  
 いては、発表準備の仕方  
 を参照して下さい。

~ 授業計画 ~

日付 発表者 内容 発表

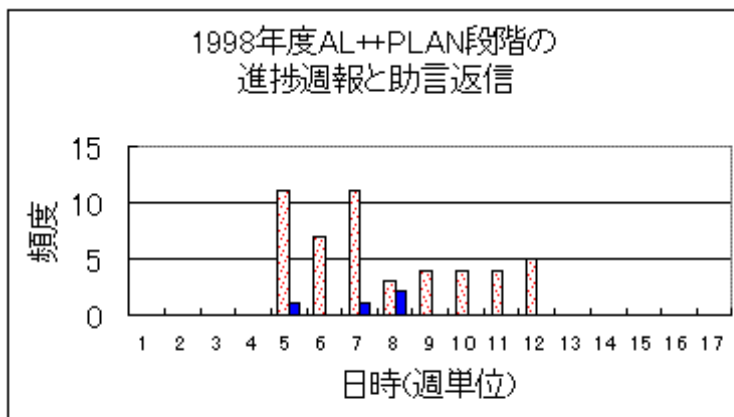
4/11		ガイダンス	
4/18		課題の選択 計画表作成	
4/25	谷沢	[特別課題] データ形式・XMLについて	済
5/9		発表課題概要紹介	
5/16	吉田	[自由課題] DVD関連(MPEG1, 2)など	済
	松岡	[自由課題] Wavelet方式による画像圧縮方式	済
5/23	稲岡	[自由課題] COMについて	済
	古江	[必須課題(2)] Z80SBCシステムの動作原理(PC, STACK, 割り込み等)	済
5/30	藤原	[必須課題(1)] コンピュータでの数の表現	済
	藤野	[自由課題] FDの物理フォーマット構造	済
6/13	渡邊(健)	[自由課題] 共通鍵暗号の原理と応用	済
	中山(恵)	[必須課題(1)] コンピュータでの数の表現	済
6/20	皆川	[自由課題] プラズマディスプレイ(液晶)	済
	鈴木	[必須課題(3)] Z80MPUの命令実行(Fetch 演算結果・状態等)	済
6/27	児玉	[自由課題] 素数を用いた公開鍵暗号	済
	小島	[自由課題] デジタル放送について	済
7/04	渡辺(大)	[必須課題(2)] Z80SBCシステムの動作原理(PC, STACK, 割り込み等)	未
	河又	[必須課題(3)] Z80MPUの命令実行(Fetch 演算結果・状態等)	済
7/11	前田	[必須課題(7)] 情報通信の通信規約/LAN TCP UDP/IP	済
	金子	[必須課題(7)] 情報通信の通信規約/LAN TCP UDP/IP	済
7/18	金丸	[自由課題] 仮想記憶を実現するために具備すべきハードウェア機能	済
	川野	[自由課題] IPv6(次世代IP)について	済
9/05	赤石沢	[必須課題(4)] CPUの高速化技法(素子・回路・CASH PipeLine等)	済
	中山(彰)	[必須課題(4)] CPUの高速化技法(素子・回路・CASH PipeLine等)	済
9/12	原田	[自由課題] 画像の圧縮方式(JPEG)	済
	佐々木	[必須課題(5)] Z80をPentium Processorにするために必要な機能と技術	済
9/19	安倍	[自由課題] プロセスの排他制御	未

c. 2000 年度(図 3 - 9 c.)



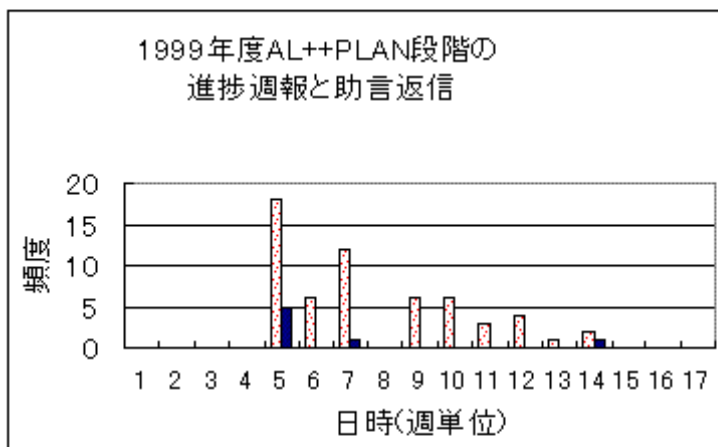
d. 2001 年度(図 3 - 9 d.)

図 3 - 9 授業における発表課題一覧と発表日時 Home Page



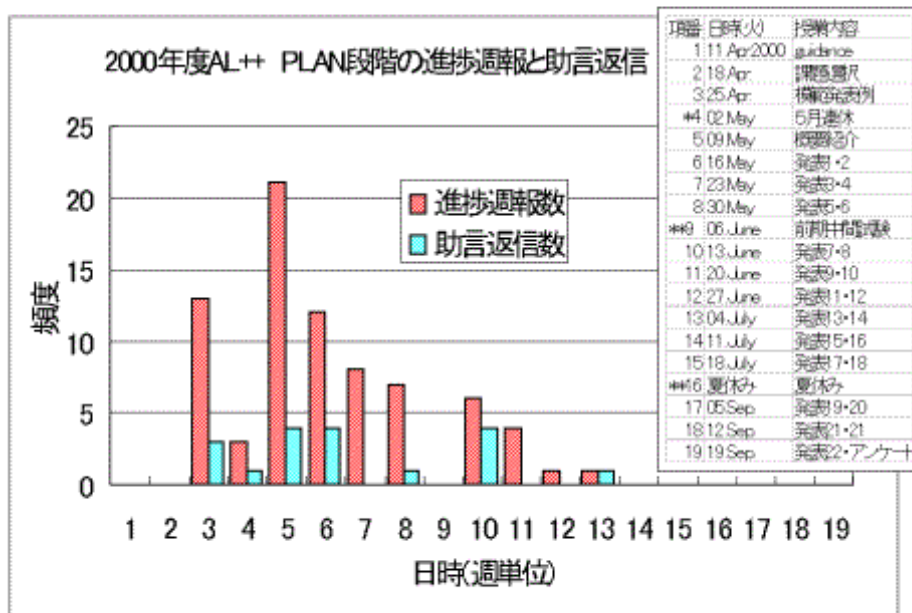
a. 1998年度(図3-10a.)

項番	日時	授業項目
1	13.Apr.1998	guidance
2	20.Apr.	課題選択
3	27.Apr.	計画書提出
*4	30.Apr.	五月連休
5	11.May	問題点話し合い
6	18.May	発表1-2
7	25.May	発表3-4
**8	01.June	前期中間試験
9	08.June	発表5-6
10	15.June	発表7-8
11	22.June	発表9-10
12	29.June	発表11-12-13
13	06.July	発表14-15
14	13.July	発表16-17
***15	夏休み	夏休み
16	07.Sep.	発表18-19
17	14.Sep.	発表19-20



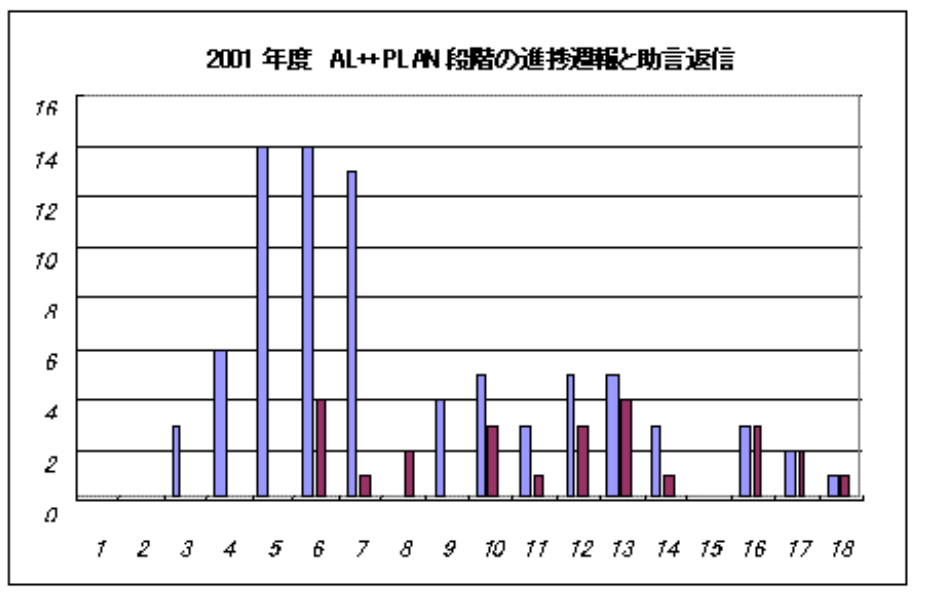
b. 1999年度(図3-10b.)

項番	日時	授業項目
1	13.Apr.1999	guidance
2	20.Apr.	課題選択
3	27.Apr.	計画書提出
*4	30.Apr.	五月連休
5	11.May	授業環境・発表1
6	18.May	発表2-3
7	25.May	発表4-5
**8	01.June	前期中間試験
9	08.June	発表6-7
10	15.June	発表8-9
11	22.June	発表10-11
12	29.June	発表12-13
13	07.July	発表14-15
14	13.July	発表16-17
***15	夏休み	夏休み
16	07.Sep.	発表18-19
17	14.Sep.	発表20-21

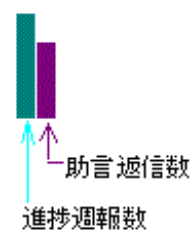


c. 2000年度(図3-10c.)

項番	日時	授業内容
1	11.Apr.2000	guidance
2	18.Apr.	課題選択
3	25.Apr.	構成員発表
*4	02.May	五月連休
5	09.May	授業紹介
6	16.May	発表1-2
7	23.May	発表3-4
8	30.May	発表5-6
**9	06.June	前期中間試験
10	13.June	発表7-8
11	20.June	発表9-10
12	27.June	発表11-12
13	04.July	発表13-14
14	11.July	発表15-16
15	18.July	発表17-18
***16	夏休み	夏休み
17	05.Sep.	発表19-20
18	12.Sep.	発表21-22
19	19.Sep.	発表23-アンケート



項番	日時	授業内容	項番	日時	授業内容
1	4月16日	guidance	10	6月18日	発表5
2	4月23日	課題選択	11	6月25日	発表6
3	5月連休	5月連休	12	7月02日	発表7,8
4	5月07日	計画書提出	13	7月09日	発表9,10
5	5月14日	発表1	14	7月16日	発表11,12
6	5月21日	発表2	15	夏休み	夏休み
7	5月28日	発表3	16	9月03日	発表13,14
8	6月04日	前期中間試験	17	9月10日	発表15,16
9	6月11日	発表4	18	9月17日	発表17



d. 2001 年度(図3-10d.)

図3-10 PLAN 段階の進捗週報と助言返信状況

## ( 1 ) PLAN 段階の進捗週報

市村@科目担当教官です。

写 : 卒研指導教官KM 先生

Aaa Kkk君

よゝ調べ、またよく分かるようにまとめてくれました。

At 00:39 00/05/16 +0900, you wrote:

> 市村 洋先生

> =====<TITLE>====計算機システム (進捗週報)====[2000.05.15]====

> --目次-- 1.今週の進捗

> 2.来週の予定

> 3.プロセスとスレッド

> 1.今週の進捗

> 今週は前回のメールの予定でいったことは出来な かった。その代わりに市村先生が

> 知りたいといていた「スレッド」の ことについて調べてみた。少し長くなるかもしれな

> いので、後ろの方に記す。

> 2.来週の予定

> 「排他制御」とは何なのか調べる前に、排他制御

> が必要な場面・状況について考察したいと思う

> 3.プロセスとスレッド

> UNIX や Windows などのような、現在パーソナルコンピュータ(パソコン )上で動くオ

> ペレーティング・システム (OS)は、様々な仕事をプロセスという単位で行っている。

> 以上がスレッドとプロセスの説明である。

> ===== 情報工学科 5 年 2 番 Aaa Kkk <kengo@sp.cs.tokyo-ct.ac.jp =====

よく分かりました。依然私が汎用計算機の OS を開発していたときの技術にもありました。OS も特に TSS で利用者がほとんど同じソフトウェア(e.g.editor,compiler etc)を使用しているときに、主記憶を有効活用する技法です。XEROX や DEC - - - 以下割愛 - - -

以上

\* \* \* \* \*

\* 東京高専 情報工学科 市村 洋 \*

\* E-MAIL ichimura@cs.tokyo-ct..ac.jp \*

\* TEL 0426-68-5196(dial\_in) \*

\* FAX 0426-68-5098(共通) \*

\* \* \* \* \* 16.May.2000 \* \*

図 3 - 1 1 PLAN 段階の進捗週報と助言返信例

PLAN 段階の進捗は、e-mail を介して週報の形で報告され、問題点があれば助言のために返信する。報告・助言返信の一事例を図3-11、4年間(1998-2001年度)の報告・助言返信の実績を図3-12にそれぞれ示す。

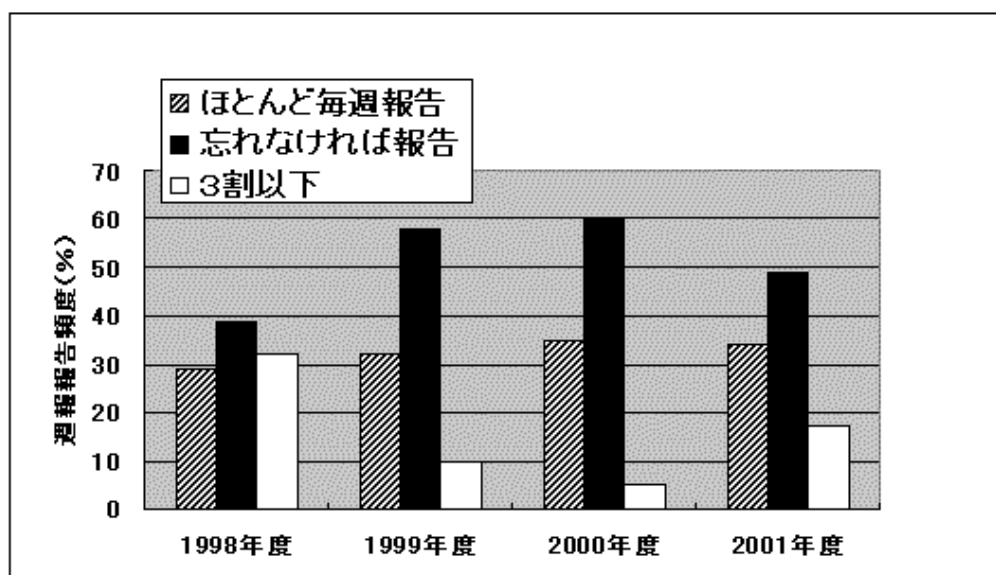


図3-12 4年間(1998-2001)のe-mail週報の報告頻度

## (2)能動学習授業のPLAN段階の問題点

### ●進捗 e-mail 報告・助言状況分析

学生の進捗 e-mail 報告とそれに対する教師の助言の経緯を示す図3-10から次のことが言える。

- ・学期開始から第1回発表までの期間(図3-10cの場合第1週から第5週)  
進捗報告も真面目になされ、問題点や相談事項も多く、教師はそのことへの助言返信に気配りしている。
- ・発表が進むにつれ当然進捗報告が減少(図3-10cの場合第6週から第13週)
- ・発表件数が2/3を過ぎると報告皆無(図3-10cの場合第14週から第19週)  
既発表を観察し、どの様に発表すればよいか、受講生の関心は何かを学習した効果であろう。教師へ相談せずともやれる自信と受け取れるが、教師としては報告が欲しいところである。

また、過去4年間のe-mail週報の報告頻度(図3-12)から次のことが言える。

- ・特に指導しなくとも毎年3割の学生は義務を果たしている。
- ・教師の指導によって義務を怠る学生は減少している。

### ●履修学生アンケート結果の分析

全授業終了後(図3-10c項番19)、履修学生全員へアンケート調査(被験者は図

3 - 1 0 c.と同一であり 2000 年度履修学生)とその結果を表 3 - 1 及び図 3 - 1 3 に示す。

表 3 - 1 授業終了後のアンケート調査(被験者 22 名, 2000.09)

アンケート項目	D.計画は作成するが他者の計画を参考にしたいか	
1 毎週必ず提出した	7 2 あれば参考にしたい	14
2 遅れることもあったが提出した	4 3 別に参考したいと思わない	1
3 提出しないこともあった	5 4 他人の計画は絶対に見たくない	1
4 殆ど提出しなかった	6 E 先輩達の実績データベースがあれば	
B 計画作成 実行は円滑に行えたか?	1 是非みたい	8
1 無理な期計画し 計画通り実行できた	4 2 参考程度にする	1
2 計画したがうまく実行できなかった	8 3 見る	1
3 計画は特にしなかったが実行に問題はなかった	9 F 自分の計画を他人が参考にするとしたらどう思うか	
4 計画せずに、実行に無理があった	1 1.ぜんぜんかまわない	12
C 予め計画を作成した方が良いと思うか?	2 2.名前は見られたくないが計画をみることはかまわない	8
1 完全な計画を作成しそれにそって実行する	2 3 相手による	0
2 最初はだいたいの目安を決めたあとは適当に	19	
3 計画は必要ない	2	

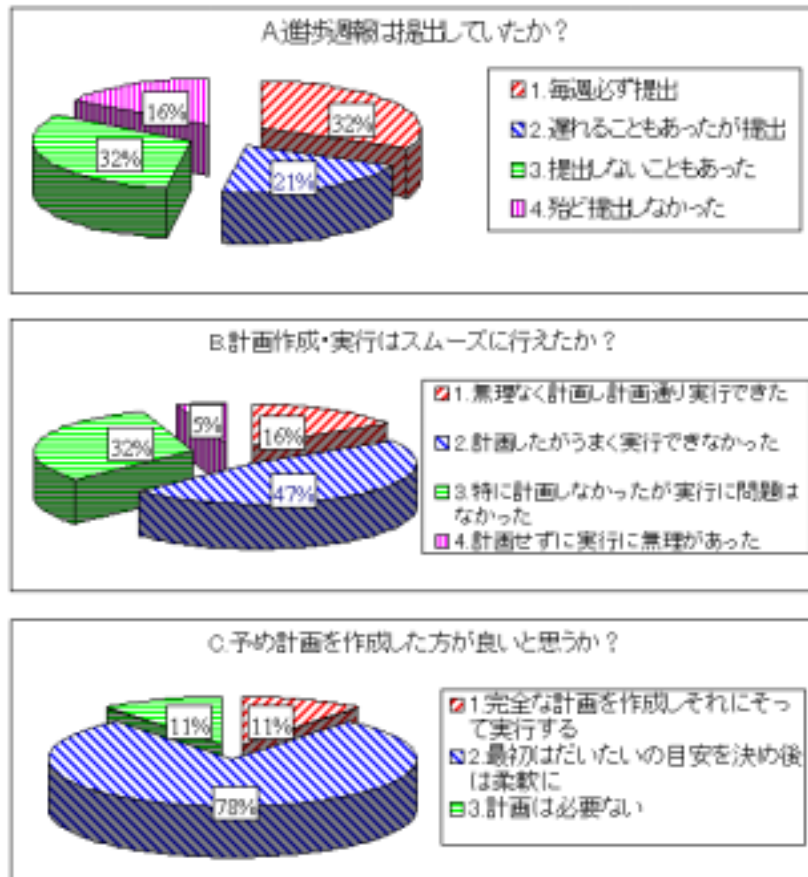


図 3 - 1 3 履修学生へのアンケート結果(2000.09)



彼らの反省点も反映されおり、次のことが言える。

- ・週報を必ず提出したとの回答者は 32 % (A) あり 2000 年度の実績 (図 3 - 1 2) と一致しており、正直に答えていることが分かる。
- ・計画の重要性は認める (C.11%+78%=89%) が、うまく実行できなかった (B.47%+5%=52%) との回答が目立つ。

以上の実績とアンケート調査から、この PLAN 期間中の履修学生の意欲維持をさらに促進するために、次に示す機能をコンピュータ支援機能として提案し (S054)、開発・実装し、試用による評価を行った (S068)。

### (3) PLAN 段階の履修学生の意欲喚起・維持と教師の負荷軽減の提案と設計

- ・計画提出後発表までの間 (PLAN 段階) の計画遂行
- ・意欲喚起・維持
- ・教師の負担減

を目的として、その設計方式を次の通りとする。

- ・計画立案支援手段の提供
- ・進捗週報が滞る学生を催促指導
- ・問題なしの進捗報告の場合でも必ず返信

#### Project Manager システムの提案

我々は既に、WBT (Web Based Training) による企業内教育の意欲喚起と維持には、e-mail による学習進捗のきめの細かいエージェント代行が有効であることを示してきた (S055)。この成果を学校教育の場である能動学習授業の PLAN 段階に適用する試みを以下述べる。

#### 提案 e-mail 方式

図 3 - 1 4 のように、標準方式 (a) から自動メール受け取り機構 (MailAgent) が代行

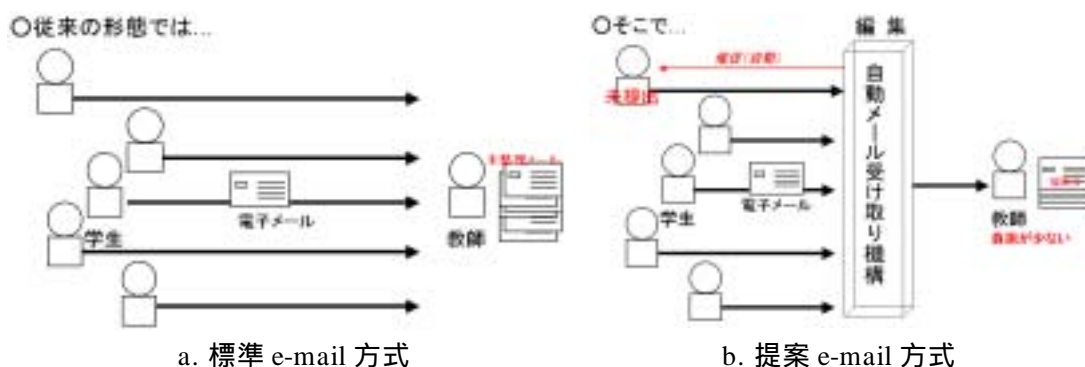


図 3 - 1 4 能動学習授業進捗週報 e-mail 方式

する方式(b)に変更する。この MailAgent により、多数の進捗報告 e-mail は整理され、その一覧が教師に提供される。

この一覧表により教師は

- ・ 急ぐ質問 e-mail を選択し即返信することが容易に行え

そして

- ・ 履修学生の個別報告状況に応じた自動返信(KR メッセージの自動発信)

- 几帳面な報告学生への褒め言葉メッセージ

- 忘れがちな学生への激励メッセージ

- 滞っている学生への催促・警告メッセージの代行により負担軽減を受ける。

また履修学生側も教師とのコミュニケーションが常に得られ、学習意欲の喚起と維持に有用と考えられる。

ユーザインタフェース(履修学生用)

期限切れ警告・実行報告・予定の追加編集等の一覧が表示され、容易に状況が掴めるように設計する(図3 - 15)。



図3 - 15 ユーザインタフェース例(履修学生用)

#### (4) 進捗管理エージェントの提案と設計

実現方式を図3 - 16に示す。上述した機能を持った環境を提供する場合，WWW上でブラウザを介して使用するCGI(Common Gateway Interface)と電子メール送信プログラムを組み合わせる方法が実現の容易さなどを考えると最も適していると考えられる。利用者は学生，教師ともに一般的に使用されているWWWブラウザとメール送受信環境があればよく，データはサーバ側で保存されるため，クライアントとして使用される端末を限定しない。このCGI作成については一般的に普及しているスクリプト言語であるPerlを用いることにする。開発の際の利便性からCGI以外のプログラムについてもすべてPerlを用いることにする(このシステムを"Project Manager"と呼称)。Project Managerは以下のプログラム群から構成される。

- ・ユーザインタフェースCGI
- ・管理者CGI
- ・進捗管理 Agent
- ・Mail Agent
- ・ユーザデータベース

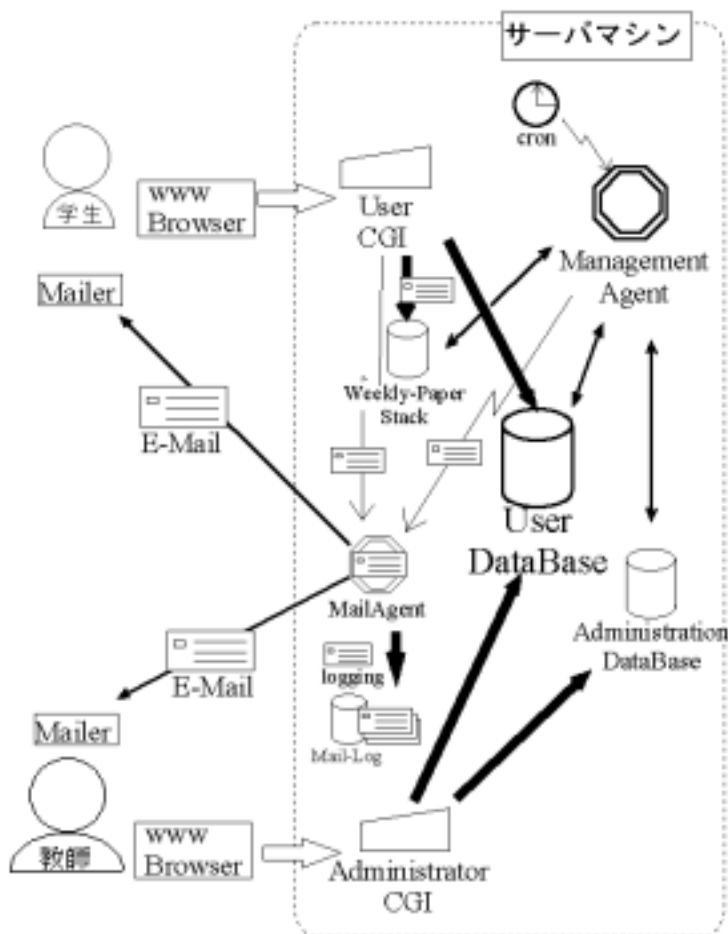


図3 - 16 Project Manager の概要

これら機能の仕様の概要は次の通りである。

- 1)進捗管理・MailAgent は timer(cron ソフトウェア)により定期的に起動される。
- 2)履修学生の e-mail 週報をチェックしその記録をデータベースに保存する。
- 3)過去の履歴データと現時点報告の有無を参照し、前述 KR メッセージを自動発信する。

## (5)進捗管理エージェントの試用と評価

Project Manager の効果を検証するため、東京高専・情報工学科4年生を対象としたプログラミング演習主体の授業である知識工学 なる教科(能動学習授業形態に類似)において Project Manager を半年間試用し、評価を行った。本教科は、2～3名の学生がまとまってグループを編成し、手書き数字認識という共通の課題について、認識手法の検討から作業分担、プログラム開発・デバッグ、認識実験、成果発表、報告書作成までの一連の作業を共同で行うPBL(Project Based Learning)方式をとっている。本教科では、第2回目の授業までに、各学生がグループ内での分担作業内容を明確に決めてもらい、個々の学生が自分の分担を計画的に進める目的で Project Manager を試用してもらった。

全授業が終了した時点で、学生全員を対象に Project Manager に関するアンケートを実施した。

まず図3-17は、計画管理に関するアンケート結果をまとめたものである。この結果によると、普段まとまった学習を行うときに、計画を立てて行う学生は4割程度(Q1)であり、その4割の学生のほとんどは、Q2において、進捗管理ソフトウェアを使って同様に計画を立てることができたと回答している。また、Q1で、普段から計画を立てないと答えた6割程度の学生のほとんどは、Q2において、進捗管理ソフトウェアを用いても、思ったようにうまく計画を立てることができなかつたと回答した。しかし、そのうちの8割以上の学生は、計画は思うように立てられなかったけれども、その計画に従って作業することができたと回答している。思うように計画が立てられないのは、普段から計画を立てることに慣れていないためだと考えられるが、それでも立てた計画に従って作業を進められる学生が多い。このことから、計画立案に不慣れな学生をどのように支援してゆくかを検討する余地は残されているが、立てた計画に沿って学生に作業を進めさせるという点に関しては、本システムは非常に有効であるといえる。

次に、進捗メールに関するアンケート結果を図3-18示す。この図によると、約4割の学生が、進捗メールを提出せず、催促メールを受け取った経験をもっている。このような学生の内訳を見ると、約8割の学生は催促メールを読んでおり、その殆どが数日中に進捗メールを出していることが分かる。催促メールをチェックしている学生の割合が多いのは、催促メールの送信先を携帯電話に設定している学生が多いためであるが、いずれにしても催促メール機能は、従来教官が行っていた学生への催促を十分に代行しており、その分教師は中身の濃い指導に時間を割くことが可能となる。

以上のことから、Project Manager は、学生が思うように計画を立てることを支援するという意味では、まだ課題が残されているものの、学生に、計画を立てさせ、その計画に従って作業を進めさせることを支援するソフトウェアとして、非常に有効であることが検証できた。

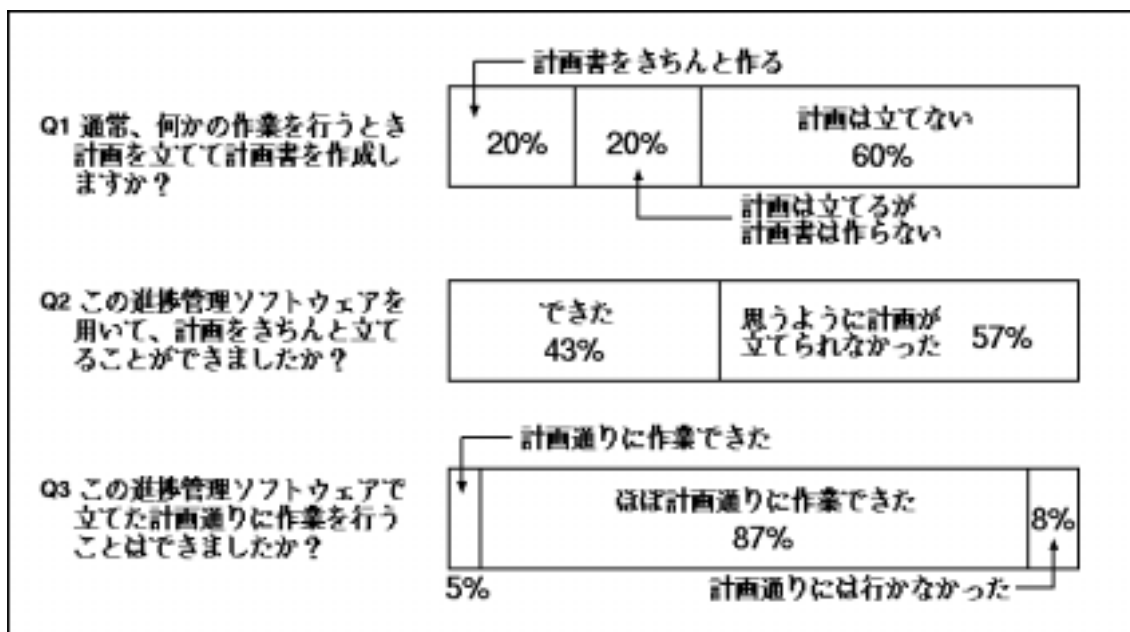


図 3 - 17 進捗管理ソフトウェアの有効性

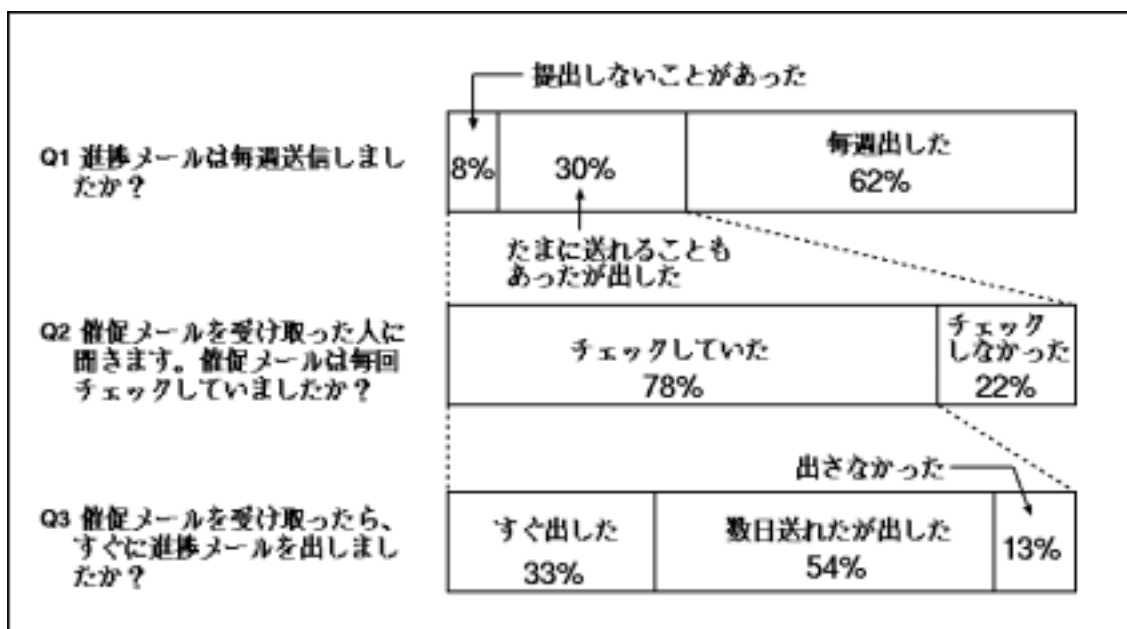


図 3 - 18 進捗報告催促機能の有効性

### 3.6.2 DO段階

能動学習授業 DO 段階の機能は

- ・ 調査・研究したコンテンツ発表のための表現ツール
- ・ 発表が終了し質疑応答時の匿名質問機能
- ・ 第三者評価入力
- ・ 評価データの収集と処理

であり，授業の流れの中でその機能を図 3-19 に示す。

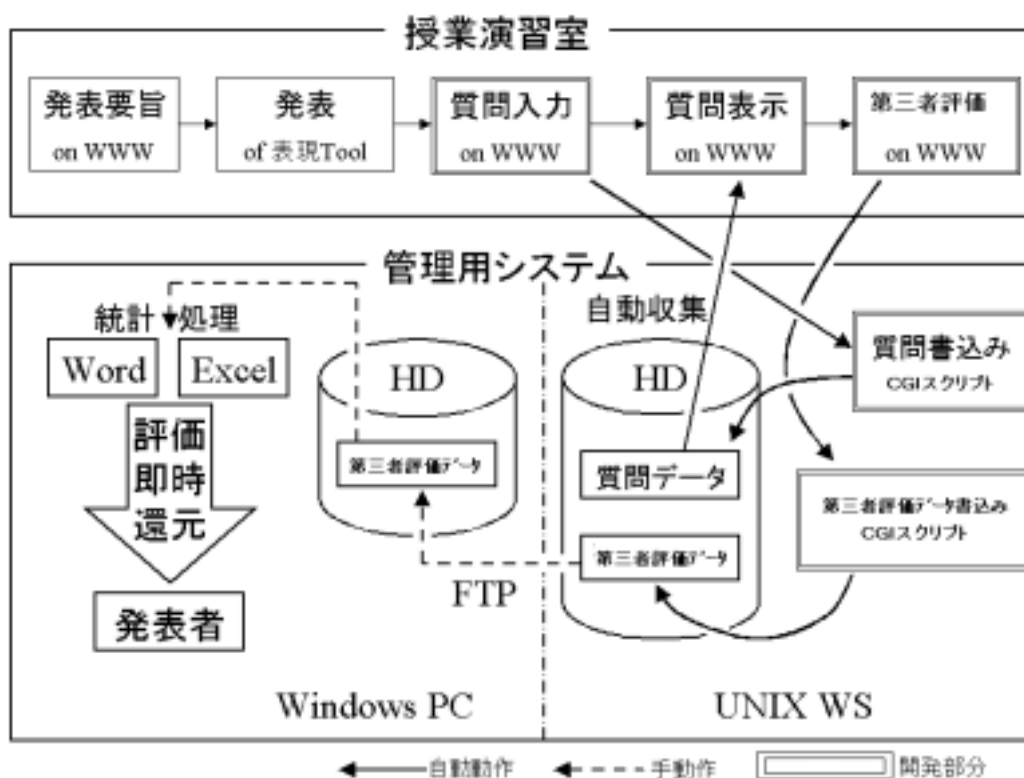


図 3 - 19 能動学習授業運用システム

#### (1) 発表 - Using 表現ツール -

調査・研究した結果の発表は，1997 年度から表現ツールを使って行うことにした。筆者ら教師と同様に板書や OHP(従来メディア)で発表させていた時期に比して，比較にならない程発表が良くできるようになっている。表現ツールは主として Microsoft 社製 PowerPoint を使用しているが，動画像主体の表現には三菱電機製 VisualShock を使用している。授業受講開始時は受講者全員，表現ツールの使用経験は皆無であった。それにも関わらず，1～2日程度の練習で表現ツール方法を習得し，20～30分前後の発表の資料作成に1～2週間(熱心な学生は50時間)もかけていることが分かった。殆どの学生は，

表現ツールを見事に使いこなし、情報化の基盤に立脚している世代(またゲーム育ち)であることを実感させられる(以上のことは、本論文の骨子になっている自筆論文 S041)の執筆当時の状況であったが、本論文執筆時の現在では当たり前のことである)。

このように、能動学習授業はまさにこの表現ツールが在ってこそ成り立つと言っても過言ではない。しかし卒業研究発表練習で研究成果を OHP で発表させると全然駄目である(彼等曰く、上がってしまいOHP 記述のキーワードから思うように説明言葉が出てこない)。そこで再度同じ内容を表現ツールを使ってさせると淀みなく出来る。これは発表資料作成時の脚本(シナリオ)をきちんと創れば、発表(DO)時に発表者は、そのマルチメディア・コンテンツの忠実な従者で済む(PowerPoint のスライドショー機能 - 話したいキーワードの場面でクリックするだけで隠蔽用語や文章を動的に表示する機能 - )と言う気楽さがそうさせているのであろう。表現ツールを使って発表の成功感を体得させた後、従来メディアによる発表の練習を繰り返し行うことが自己表現の地味な指導法であると言えよう。

## (2) 活発な討論 - Using WWW -

匿名質問機能(図3 - 20 a.)を2年間(1998・1999 年度)運用してみて、質問の多さに



a. 匿名質問入力

b. 第三者評価入力

図3 - 20 匿名質問(WWW) と第三者評価入力(WWW)

驚かされた。匿名質問機能を使わずに挙手による質問の場合と比較して、1～2件の質問が平均25件/発表と増えている。能動学習授業形態を試行して十数年になるが、匿名質問機能の強力さを改めて知らされ、有効性が検証できた。そしてこの機能を使ってその理由を聞くと"レベルの低い質問でも恥ずかしさを感じず遠慮なくできる", "目立たないので安心して質問できる"がおおよその意見であった。いじめ後遺症<sup>R014).R028).R029)</sup>及び恥の文化<sup>R088)</sup>によってによる自己責任の基に意見・疑問を開示を躊躇する世代との指摘<sup>R057)</sup>とほぼ同じ理由である。マルチメディアの支援により本音がそのまま質問として提示された訳であり、creativityを育むための第一歩と評価できる。いじめ後遺症及び恥の文化に根ざす学生の匿名から挙手への自己表現は、今後の課題である。電子メモと簡潔な論理的質問文章作成機能の支援を受け、その能力を回復し育むことが一つの方法と考えられるが、このことについては次章で更に言及する。

### (3) 学習時間 - 課題調査・勉強・発表コンテンツ作成 -

能動学習授業受講学生の過去1～4年次の学習時間と学習意欲を上記匿名質問機能(授業中)と記名アンケート(学期末)により収集した('98・'99年度延べ42名の履修者が被験者)。その結果をそれぞれ図3-21と表3-2に示す(匿名と記名との相関はあり、その平均で示す)。図及び表から次のことが言える。

- a. 能動学習授業は従来の授業より2～3倍の学習時間をかけている。
- b. 試験合格型ではなく予習中心型である。
- c. 学習意欲は高い(90.5%)。

2～3倍の時間をかけているということは一面では知識習得効率は悪いと言えるが、学習意欲が高いことにより自主的で且つ楽しんで学習していることを示している。このことから能動学習授業形態は、creativityの重要事項である"自ら問題発見をし解決する能力"を育む良い授業形態であると言える。

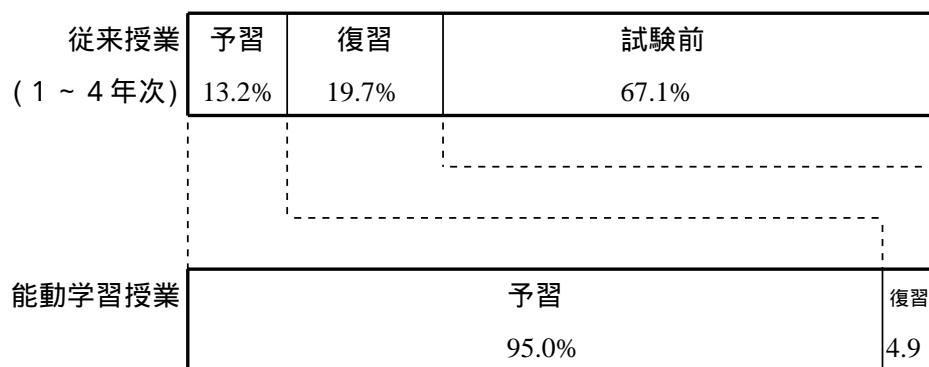


図3-21 従来授業と能動学習授業での学習時間比



表 3 - 2 能動学習授業中の学習意欲

意欲	割合	備考
高い	90.5%	・ 授業の主旨を理解しているので努力 ・ 恥をかきたくないので努力 ・ 表現ツールが面白く楽しみながら準備等
低い	9.5%	・ 適当に準備

#### (4) 受講生による第三者評価 - UsingWWW -

受講生による第三者評価は、WWW により発表後即時アンケート入力 (図 3 - 2 0 b.) として行い、評価項目は、発表者の説明・内容の難易度・発表態度、受講者にとっての理解度、コンテンツの出来映え、そして自由意見である。この評価結果は即時に統計処理 (MS-Excel と MS-Word を使って A4 用紙 2 枚に速やかにまとめる) され、発表者に自由意見と各 5 段階評価が即時還元される (図 3 - 2 2 a., b.)。

ここで、履修学生全員に発表を義務づけし全員参加の意識を持たせることにより、匿名質問、第三者評価の匿名による無責任性 (マルチメディアの影の部分) を極力排除していることを特記する。

### 3 . 6 . 3 CHECK 段階

同僚受講生が下した第三者評価結果を基にして、発表者は

- ・ 自己点検と第三者評価との差異報告
- ・ 次への挑戦課題

を教師に e-mail 報告することにより、発表の全課程を終了する。

また教師は、

- ・ 発表中の評価
- ・ 第三者評価

特に学生の

理解度とコンテンツの出来映え

理解度と発表態度

の相関

- ・ 発表学生の最終報告

を基に発表学生の評価を行い、併せて発表学生の最終報告の講評と助言を e-mail の返信で行う。

計算機システムⅠアンケート結果 - Microsoft Internet Explorer

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(B) ツール(T) ヘルプ(H)

# 東京高専 情報工学科5年 計算機システムⅠ

(相当教官:市村 洋)

課題名:  
発表者: 9番 野木 発表日: 発表時間: 30分

調査・研究の発表、ご苦労様でした。受講者からのアンケート結果をまとめました。  
これを参考にしつつ、発表後作業の方をよろしく願います。  
"http://mango/alt/2000/gaiyou/after.html" (学内のみアクセス可能)

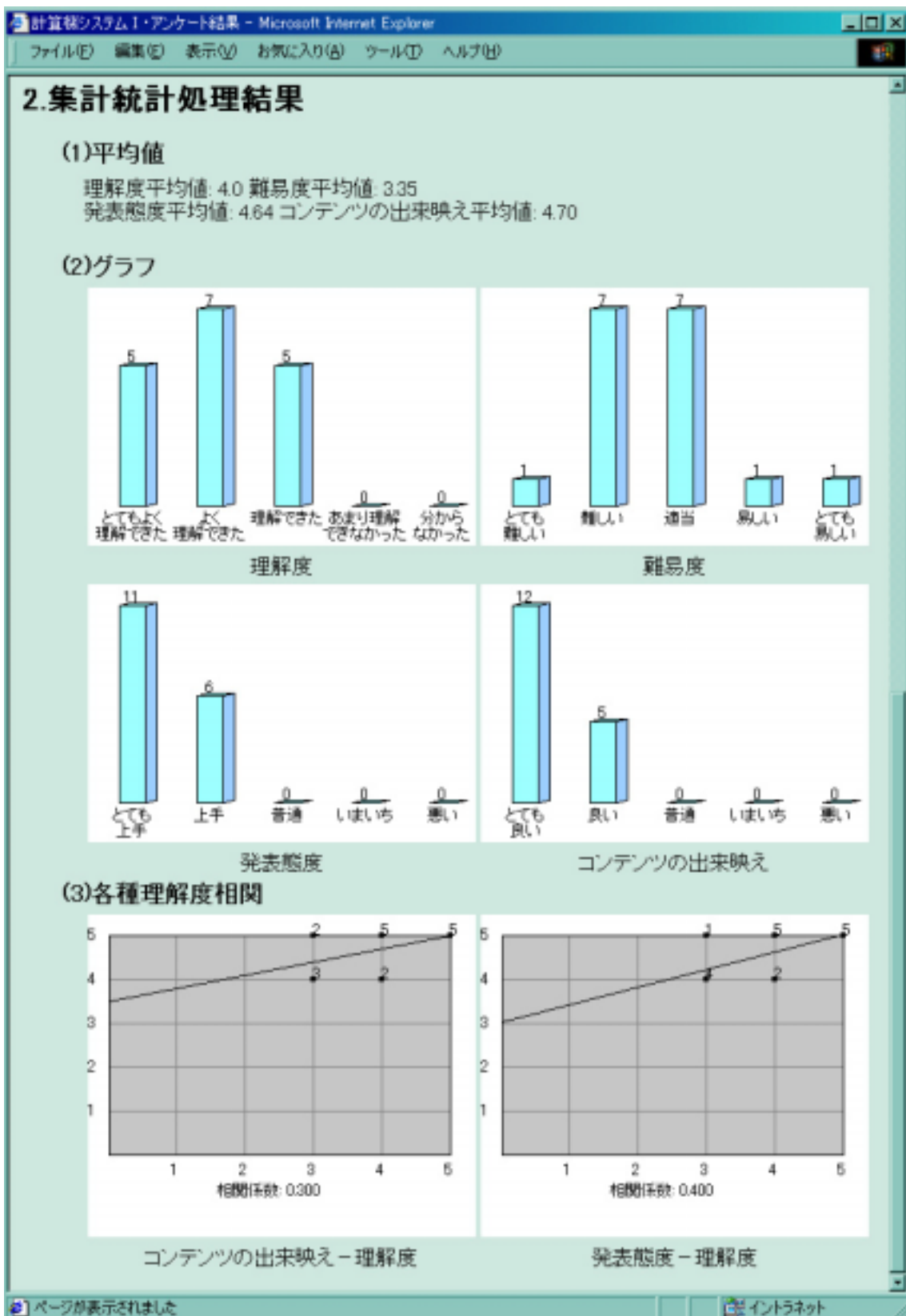
## 1.感想・意見(名前は伏せてあります)

- 良かったとおもう
- 非常に簡潔にまとまっていたと思う。発表態度は見習いたい。やや構成に難あり。
- 良かったとおもう
- 一般的なシステムを理解させるのに良い発表だったと思う。目的と内容が合った組み立てで好感が持てた。
- 発表態度、PPともに大変良くできていたと思います。ただ内容的に若干浅かった気もします。話の流れがよくわからなかったのがちょっとわかりにくかったかもしれません。
- 自分の卒研室でも、パソコンをネットワークにつなぐために今日説明があったような装置を使っているの、その機能が詳しく分かって良かった。
- 使用用途がかなり限定された説明だった  
良くなった
- 内容が私には難しかったのですが、わかりやすい説明でした。口述で説明する内容が多かったので、なるべくパワーポイントに書いてもらった方が良かったと思います。
- 発表がスクリーンを見たままになっていなくて良かった。内容は、あまり興味が無い分野だったので何と、...この方面の知識があまり無かったのでこのような話が聞けてよかったです。
- いつも野木君にはいろいろ教えてもらいお世話になっていますが、今回の発表もとても興味のある内容で大変おもしろかったです。みんなも興味が合った内容で真剣に聞いていたと思います。ただ正直なことをいっていうと、あまりに専門用語が多かったので、できればその中からいくつか選んでそれをわかり易く詳しく説明してくれると助かります。しかし今回のでも十分、いろいろな知識を得ることができました。ありがとうございました。
- 百BaseTとhundredBaseT  
と両方言っていたのが気になった  
また、日常会話に使う[フーカ]など  
を使っていたのも気になった  
ハブやルータの説明のところを  
省略しすぎている気がした
- 発表の仕方がとても上手でした。理解しにくいところもわかりました。
- ルータ等僕にとってあいまいだった部分がわかり、勉強になりました。発表内容、態度ともに良かったと思います。
- 全体的にまとまって良かったのではないだろうか。ドメインがなんかのところで少しわからなかったが、
- 図が多く、イメージ的に理解することができた。説明も、大まかなところから、細かい説明を行ったので、最初は？と聞いていたところも払拭された。
- なかなか、一夜漬けとは思えない大変良い発表でした。大変お疲れ様でした。

ページが表示されました

イントラネット

a. 自由意見(図3 - 2 2 a.)



b. 5段階評価と相関係数(図3 - 2 2 b.)

図3 - 2 2 第三者評価即時還元結果例

## (1) 発表終了後の自己点検と第三者評価の差異報告・助言返信

発表後の感情がまだ新鮮な内に同僚学生の第三者評価結果を速やかに手渡し、自己点検との差異報告を義務付けしている。情報処理の独壇場である。発表者にとっては初めての同僚からの評価であり凄く新鮮さを感じており、真摯に問題点を分析し今後の課題を考察している。図3-23にその差異報告の一部を示す(感動体験のほとぼしりが感じられるのが分かる)。そして差異報告の返信時に、教師は前述の相関とその係数に基づいて客観的講評が行えることも分かり、このことは(2)で述べる。

例1(KK). 思っていたよりもかなりよい反応が得られたので良かったです。…図などが多いことが反映したのか多くの人に大容量記憶装置の原理について理解して貰えたようでした。…時間があればさらに DVD の RAM,RW 等の違いについても調べたいです。今回の発表はプレゼンの練習としても非常に勉強になりました。

例2(YO). アンケート結果を受け取りました。…授業形態についてですが、聞くだけの講義に比べると興味を持って取り組むことが出来ました。…僕が思ったのはもう少し討論を行えないかということでした。

例3(YF). …また、僕は人前で話すのは苦手ではないので、大きな声で発表できたと思えました。自由意見欄のところで発表が上手だったという意見を多く見ることができました。本当に嬉しい限りです。

例4(MS). …過去に感覚的に覚えていたことの理論的な意味を理解してくれた人も結構いて、それは私も今回理解出来たことなので、皆も同じように理解してくれていて嬉しかった。勉強した甲斐があった。

例5(SI). …"具体的な例を挙げて説明して"といったような感じで御指摘を受けてしまいました。自分の考えが甘かったと反省しています。…平日だけでは、とても無理だったので土曜日も学校に来て Power Point を使って作成しました。私は1度やりだすと、とことん凝ったことをやってしまうので今回の PowerPoint にも少々凝ってしまいました。もう少し CashMemory の有無によってどうなるかの説明が出来ればよかったと思います。…感想は、授業でプレゼンができて面白かったです。人に説明する難しさなども知りました。でも本当に 調べるのが大変でした。…

- 文中の…は文略を意味する -

### a. 1998 年度事例(図3-23 a.)

例 6(NA)

市村@科目担当教官です。

Aaa Nnnさん

Cc.卒研指導教官 TK先生・SY先生

発表ご苦労様でした。夏休みの終わり頃毎日登校して contents を作った甲斐がありましたね。

On Wed, 6 Sep 2000 21:32:06 +0900 "Natsumi Akaishizawa"

<natsumi\_@rom.allnet.ne.jp> wrote: >

> 市村先生へ、5J 1番 Aaaです。

> 9月5日の発表を終えての感想、気付いた点 など。まず、今回の発表は、既にみんな  
> が発表しているのを見ていたのと、私の発表を聞く人が見慣れた人だったのであまり  
> 緊張することなく発表することが出来ました。

これはAnn Naaさんの一つの能力=天性と思ったのがよいですね。落ち着いて話が出る適性を生まれもっていると思いました(そのことは、contents も良かったが発表態度の  
がもっと良く、これに関する相関係数が高くそのことを証明しています)。

――途中省略――

> 普通は、発表は一方通行だから、疑問点を指摘されることはあっても、「こうしたらいい」  
> とか、「これがよかった」というのは聞くことが出来ません。同じような環境の人から発表  
> についての意見をこれだけたくさんもらえるのは、すごく貴重です。こういう授業を入学  
> 当初から何度もやっていったら、発表の質はすごく向上すると思いました。

有意義かつ具体的なお意見、そして感想有り難うございます。この機会を踏み台にして、  
今後Aaaa Nnnさんの天性に更に磨きをかけて行ってください。

以上

\*\*\*\*\*

\* 東京高専 情報工学科 市村 洋 \*

\* E-MAIL ichimura@cs.tokyo-ct.ac.jp \*

\* TEL 0426-68-5196(dial\_in) \*

\* FAX 0426-68-5098(共通) \*

\*\*\*\*\*11.September.2000\*\*

b. 2000 年度事例(図 3-23 b.)

図 3-23 第三者評価と自己点検の差異報告例

## (2) 理解度相関を用いた履修学生への客観的講評と成績評価

履修学生全員に発表を義務づけし全員参加の意識を持たせることにより、匿名による無責任性(マルチメディアの影の部分)を排除した第三者評価としている。

この第三者評価の評価項目(5段階)のうち、

- ・コンテンツの出来映え - 受講生の理解度
- ・発表態度 - 受講生の理解度

の相関をとり(図3 - 24)、考察した結果を以下に示す。

例1 . E Sさんは、自由課題として卒研内容の発表であり発表内容を良く理解している。内容が抽象的概念でありコンテンツの出来映え(外観)だけを見て理解するには難しい(相関係数0.187)。しかし卒研で取り組んでいる課題であるので自信を持って懇切に説明しており、内容と理解度の相関が良い(相関係数0.467)。

例2 . I M君も自由課題あり、日頃問題意識を持っている課題を調査・勉強しての発表である(卒研課題ではない)。本当に良く調べ立派なコンテンツの出来映え(外観)であった。しかし発表時に限られた時間に全て話そうと急ぎ過ぎて、電子ノートの読み上げの発表となってしまった。発表工夫(内容)からの理解度は低い(相関係数0.125)。主としてコンテンツの出来映え(外観)から内容を理解(発表課題からそれが可能)したようである(強い相関係数0.646を持っている)。

以上5つの事例(図3 - 24)のうち2例を解説した。作成コンテンツの出来映え(外観) - 理解度、および作成コンテンツの中身と表現工夫の態度(内容) - 理解度の各相関は、残りの事例でも同様であった。

また、この相関は

- ・発表学生の自己点検と第三者評価との差異報告での自己分析
- ・教師の直観的判断

とほぼ一致していた。

このことにより、相関図と相関係数は、発表学生の成績評価そして差異報告の教師の e-mail 返信講評をより客観的に行うために活用できることが分かった。この相関関係が有意義さを有していることに気づく以前は、履修学生への評価と講評はともすると主観評価になりがちであった。今後は、この客観的評価データを用いて履修学生の成績評価と講評法が確立できる。

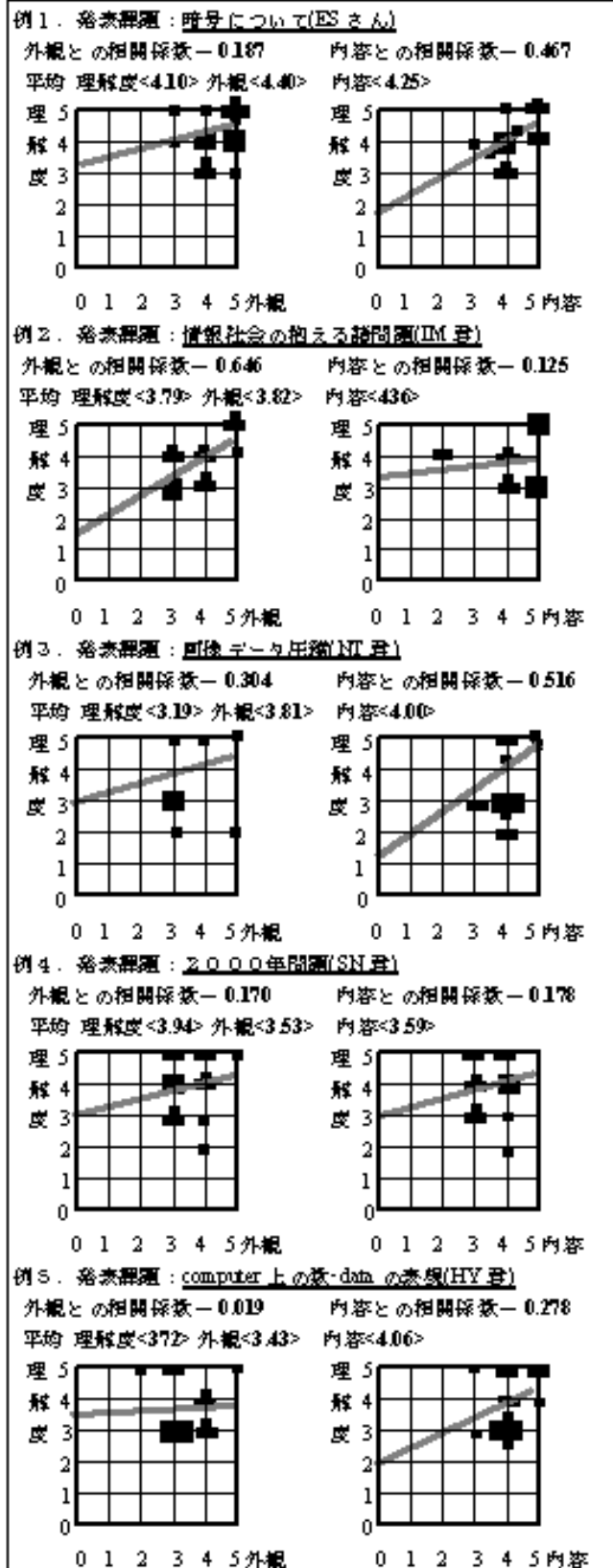


図3 - 24 第三者評価の発表コンテンツ外観・態度と理解度相関

### (3)客観的講評・成績評価法

能動学習授業は3段階に分けて進行される。PLAN 段階においては、履修学生は全員発表課題を自主的に決め、計画書・進捗週報を義務づけている。DO 段階においては質疑応答時の質問回答と第三者評価が教師の目の前で展開される。CHECK 段階では発表後の差異報告を義務づけている。これら各段階の情報から履修学生の成績評価項目を抽出する(図3 - 25)。

	PLAN 段階		DO 段階		CHECK 段階	
	計画書	進捗週報	発表	質問回答	第三者評価	差異報告
評価対象項目	期限内の提出有・無	毎週の報告提出有・無	状況把握	状況把握	相関係数	差異内容 学習時間

図3 - 25 PALN・DO・CHECK 各段階の評価項目

図から次のことが言える。

#### a.計画書・進捗週報の提出の有無，質問回答の有無

この情報は客観的データではあるが、機械的過ぎる。能動学習授業の主旨からこの情報は参考データとして扱うことにする。

#### b.発表・回答状況・差異報告からの心情評価

創造性のうちの *creativity* を対象とし、その根幹である感動体験を基に如何に努力したかを評価することが重要であるが、ともすると主観評価になりがちである。発表・質問回答状況を確認しながら、受講学生の総意でもある第三者評価データの

- ・発表コンテンツ(外観) - 理解度，発表態度(内容) - 理解度の各相関
- ・平均点

を重要参考にして発表学生の成績評価を行う。また差異報告の e-mail 返信時に、この評価に伴う講評と助言を次の糧への激励として客観的に記すことができる。

このことにより、能動学習授業の履修学生の客観的成績評価・講評法が確立できたと考えられる(図3 - 26)。



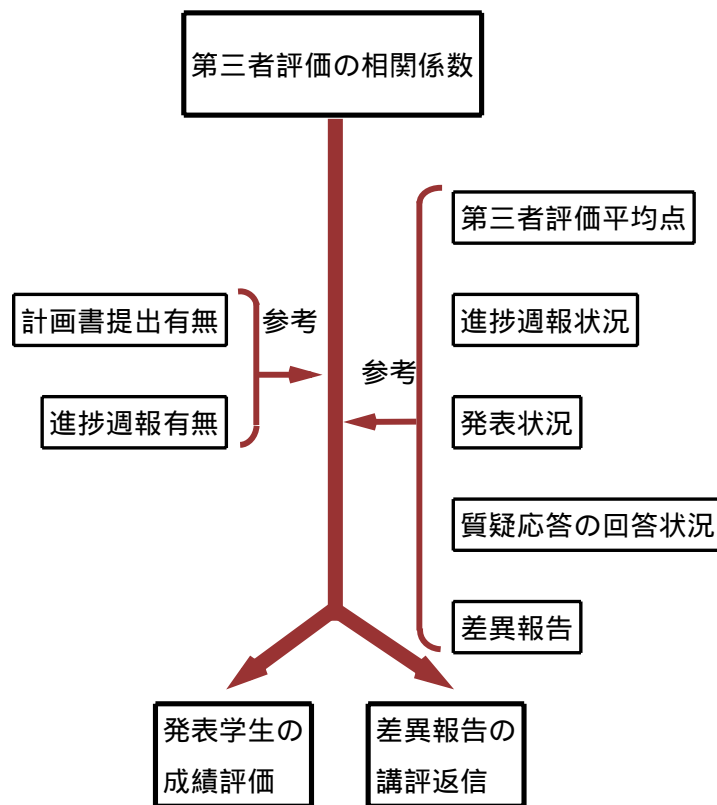


図3 - 26 能動学習授業の客観的成績評価と講評法

### 3.7 結言

新学習指導要領に基づく、総合学習の時間が2002年4月から本格的に実施された。それに遡ること15年前に、筆者は工学教育分野における能動学習授業を既に提案し、実践してきている。このことは、筆者の提案は時代を先読みした新規制に富んだ提案であることを論証している。

人間の人間たる所以は"火", "言語", "道具"を使うことであると言われ、動学習授業の成否は、時代に最も相応しい道具"マルチメディア", "インターネット"の活用法の如何によって決まることも実践の中で証明できた。

人類史は道具の発展史でもある。しかし道具は光の部分と影の部分を併せ持ち、この両方を如何に処方して行けたか行けるかは、歴史が証明するところでもある。筆者は、道具の持つ影の部分すなわち負の遺産である機械破壊運動、工業化社会の公害、知的所有権の訴訟、情報化社会特に最近の携帯電話の出会い系の犯罪等を省みて、次のように結論づけた。

- 歴史が教えるものは道具の否定ではない。影の部分を最少限に抑えて光の部分を有意義に活用することである。マルチメディア・インターネットなる最新の道具もしかり

である。 -

上記観点を基本的考えに据え、能動学習授業の PLAN・DO・CHECK の各段階においてシステム設計を行い、次のような評価を得ることができ、マルチメディア活用能動学習授業システムの有意性を検証できた。

- ・ e-mail と開発 Project Manager の活用は、PLAN 段階におけるの学習意欲の維持と向上に有効である。
- ・ 現在は表現ツールの活用は当然となっているが、それを早期に活用し学生主役の DO 段階のプレゼンテーション授業の実現に目処を付けた。
- ・ 発表中、発表者と受講生間の双方向性の促進及び初心発表者支援なる機能の方式を本能動学習授業において検証でき、能動学習遠隔授業支援システムの設計の布石とすることができた。
- ・ 質問や意見は内在するが顕在化することに躊躇する学生の心理を理解し、顕在化するための方策を検討し、匿名質問機能を実現させ活発な討論を可能とした。
- ・ CHECK 段階時として、同僚受講生による第三者評価を即時還元することにより、発表体験後の生々しい余韻が残る心理状態に、感動体験を倍加させることに成功した。
- ・ またこの第三者評価データから、発表者のコンテンツの出来映え及び発表態度と受講生理解度の相関を算出し、この相関係数と教師の主観評価の整合性が取れていることを見出すことができ、能動学習授業の成績評価や発表者の自己点検と第三者評価の差異報告の講評返信に活用できることが分かった。能動学習授業と同様な授業形態である PBL(Project Based Learning)も工学分野の創造性教育において有効な方法であることが報告されているが、学生成績評価法が見い出せないでいるとのことである<sup>R235)</sup>。この能動学習授業における講評法が参考になると思う次第である。
- ・ 能動学習授業は試験合格型学習から予習型すなわち創造性教育型学習形態であることが、従来授業との学習時間比で示すことができた。

これらマルチメディア活用能動学習授業の普及化のための方策として、一般教室と分散教室活用の遠隔授業が必要であり、マルチメディア・インターネット活用能動学習遠隔授業システムの開発と繋がった。その設計法と評価は次章で述べる。

能動学習授業の今後の課題は次の通りである。

- ・ 更に厳密な学生成績評価を確立することであり、電子教材の主因子分析技法<sup>R207)</sup>・<sup>R225)</sup>を参考にして研究を進める予定である。
- ・ マルチメディア活用による内在する意見の顕在化法を見いだせたが、その活用無しにそうさせるための地道な教育実践が必要であることを改めて肝に命じる。マルチメディアの支援により表現できるが、日本の"恥"や"気配り"なる甘えの構造・文化を是認

しながら、国際化時代の技術者の表現力・人間力を意図的に育成しなければならない。その基本は成せばなるの自信を付けさせること。そのためには感動体験が契機となる筈である。

## 第4章 インターネット活用能動学習遠隔授業 システムの設計と評価

### 4.1 緒言

前章で述べたマルチメディア活用能動学習授業の成果を普及させるために、遠隔授業形態の可能性を追求してきた。普及の条件を

- ・学内分散複数一般教室による遠隔授業化
- ・使用する情報機器・通信機器は標準機器
- ・表現ツールは市販・流通ソフトウェアを活用

に設定し、専用教室での成果を同様に生かせる遠隔授業システム方式として提案する。

提案の骨子は次の通りである。

1. 普及条件を満たしネットワーク帯域に及ぼす影響を極力軽くする
2. 初心発表者の心理を配慮した支援機能

この提案骨子を満たすために、遠隔授業中にネットワークに伝送すべき情報量は極力少なくする方式とする。後者に対しては、学生といえども日本固有の恥の文化<sup>R084)</sup>-R089)<sup>.R240)</sup>に育まれてきており、そのことを考察し、その文化の利点を生かしつつ、欠点を教師の力量<sup>R238)</sup>と精神的道具の利器の支援により克服し・止揚して行きたい。具体的には、発表者が初心者の場合に雰囲気呑まれて(あがってしまって)、受講生のことを忘れがちになる問題点の解消を極力支援するためのソフトウェア BP3S(Softly Supporting Software for Beginners' Presentation)を開発することがそのことを意味する。

### 4.2 能動学習遠隔授業の設計

#### 4.2.1 学内分散一般教室拡張の基本的考え方

前述したように能動学習授業形態はマルチメディア活用により、創造性教育の目的を達成している。しかし、マルチメディアを活用するために専用教室(情報処理演習室等)を使用せざるを得ず、普及の足枷となっている。

筆者らは既に一般教室それも学内に分散した複数教室の基で、遠隔授業形態でマルチメディア活用能動学習授業を行うための方式を次のように提案してきている<sup>S036)</sup>.S038)。情報・通信機器は標準機器を使用し、ソフトウェアとしては可能な限り市販・流通ソフトウェアを活用する。VOD(Video on Demand)<sup>S023)</sup>.R189)やSCS(Space Collaboration System)<sup>R160)</sup>.R180).R181)や衛星回線<sup>R146)</sup>.R151).R158).R167).R178).R179)そして専用回線<sup>R170)</sup>.R206)のような大型設備を使用せずに、ごく当たり前の情報機器と通信機器を

使用する廉価な普及型システムを目指している。

この考え方を基にして、マルチメディア活用能動学習授業形態を専用教室から一般且つ分散教室へ移行する概念を図4 - 1のようになる。これに必要な機器とソフトウェアを次に示す。

#### a.必要情報機器と通信(ネットワーク)機器

一般教室で必要時にマルチメディアを利用可能(再生可能)に衣替えするために次の機器の導入が適切であると考ええる。

(1)一般教室に赤外線 LAN

- ・天井装置(CeilingUnit)
- ・個別パソコン赤外線 LAN 接続装置(node)

(2)携帯パソコン

(3)可搬型大型プラズマ・ディスプレイ

通常は従来授業をそのまま行い、必要時のみマルチメディアとネットワークを使用できるようにするためには、可搬性・携帯性とワイヤレスが必要条件である。電磁波的にはその教室を閉じた空間とするために赤外線無線とし、従来授業形態に差し支えなくするために教室天井に赤外線 LAN 送受信機器(CeilingUnit)を敷設することである。発表者と受講

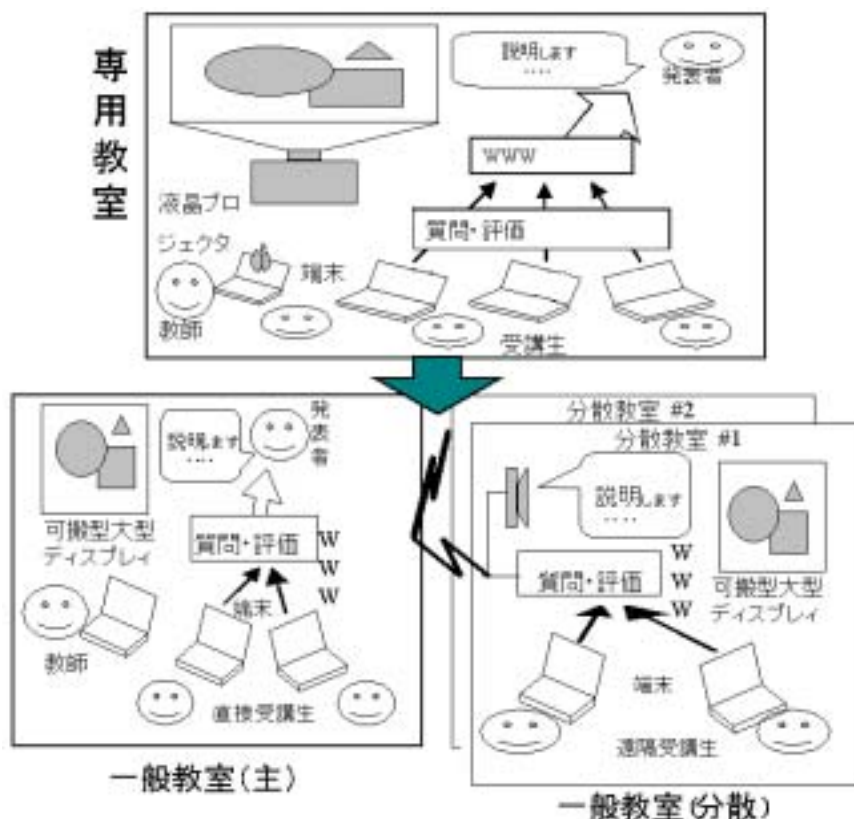


図4 - 1 Transition from Special Classroom to General Classrooms on Campus.

生間で双方向の通信が可能であるために携帯パソコンと赤外線 LAN 接続装置 (node) の貸し出しを行う (以上のことは、本論文の骨子になっている自筆論文 S051) の執筆当時の状況であったが、本論文執筆時の現在では無線 LAN の普及に合わせて、無線 LAN を用いている)。特に発表コンテンツの表示装置は、一般教室を容易に暫定マルチメディア教室化とするために、液晶プロジェクタよりは可搬型大型プラズマ・ディスプレイが望ましい。

## b. ソフトウェア

能動学習授業の普及のため、市販品もしくは流通ソフトウェアを可能な限り利用する。

### (1) 表現ツール

MS 社 PowerPoint を表現ツールとして使用し、発表コンテンツの遠隔表示・制御はプレゼンテーション会議機能を使って行う。

### (2) 匿名質問機能

専用教室における匿名質問機能 (開発済み) を遠隔質問機能として利用し、さらに次の機能を追加する。

- ・簡潔かつ論理的質問文作成支援機能
- ・関連質問類別機能

### (3) 第三者評価機能

開発済み第三者評価機能はそのまま使用し、評価項目は次の通りとする。

- ・5段階評価
  - 課題の明示度とその結果
  - 発表態度
  - コンテンツ出来映え
- ・受講生理解度に関する相関 (オンライン処理)
  - 発表態度 - 理解度
  - コンテンツ出来映え - 理解度
- ・自由意見

### (4) 自己評価と第三者評価との差異報告

この機能は e-mail そのものであり、一般教室遠隔授業でも同様に用い、理解度と各オンライン相関係数 (第三者評価入力後即時に処理され表示) を差異報告の返信時に客観的講評の助言として用いる (S043)。

以上の設計方針の基に、本研究の主要課題は、「遠隔受講環境を直接受講環境にどれほど近づけられるか」にある。

特に発表者が初心者の場合に

- ・雰囲気呑まれて(あがってしまって)、遠隔受講生のことを忘れがちになる問題点を解消する。
- ・発表情景を目の当たりにしている直接受講生に対して、外面的には恥をかかずに自尊心が保て内面的には相互独立的自己観<sup>R240)</sup>での有能感<sup>R071)</sup>、相互協調的自己観<sup>R240)</sup>での存在感を抱き次の糧としての自覚を促す。

このことが能動学習の遠隔授業の成否を決める重要課題である。このために設計されるのが BP3S(Softly Supporting Software for Beginners' Presentation)である。

#### 4.2.2 能動学習遠隔授業の授業構成員と情報伝達

遠隔授業形態は講師・受講生間の実時間性に応じて遠隔講義、遠隔教育と分類される<sup>R159)</sup>。能動学習授業形態を複数分散一般教室に拡張する場合、前者の分類に位置づけることができ、次のような形態となる。

発表者が発表を終了してから質疑応答を行う。受講生は発表中は質問したい事項のキーワードをメモし、発表終了後質問機能を使って質問文を作成し質問する形態である。質問文は受講生全員に電子配布され、発表者は口頭または電子文で回答する。また受講生の中で回答できる者がいればその学生が回答してもよい(学会の発表・質疑応答と考えてよい)。この授業形態において、一般教室・標準情報・通信機器により、遠隔受講環境をどれほど直接受講環境に近づけられるかが最大の課題である。このことを実現するために、授業構成員である発表者・直接受講生・遠隔受講生・教師の位置づけと役割を図4-2を使って以下明らかにする。

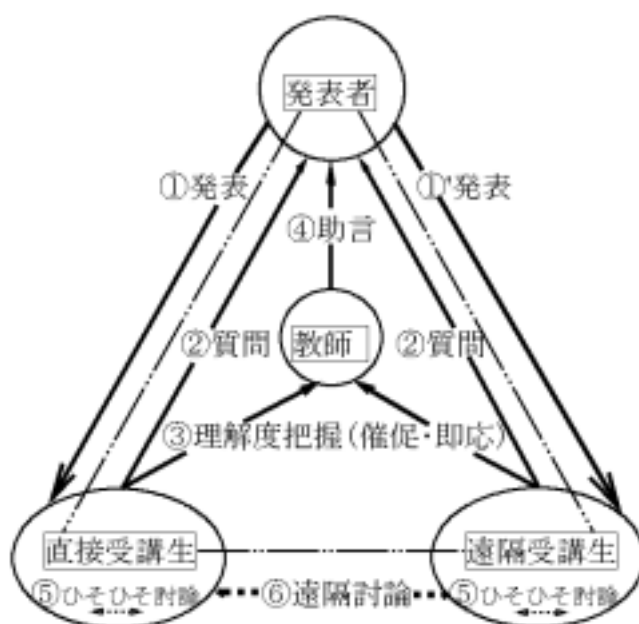


図4-2 授業構成員の関係

## (1) 初心発表者と受講生の心理に関するアンケート結果

能動学習遠隔授業構成員である発表者・受講生(直接・遠隔)・教師の相互関係のシステム設計に入る前に、能動学習遠隔授業の半年間の試行を基に、全履修生(被験者：高専5年生20名)にアンケート調査を行った。その結果を図4-3に示す<sup>S057)</sup>。

図から次のことが言える。

- ・初心発表者ということで予想通り発表中は余裕が無い。受講生のことは気になるが、発表するのが精一杯で直接受講生の表情を見る余裕も無い。
- ・教師の露わな助言介入は、「発表者にとって助かる」、「みっもないから嫌」がほぼ拮抗。直接受講生にとっては「有りようが目に見えるから悪い」が良いを凌ぐ。
- ・発表直前・直後の心中は、発表直前は殆ど緊張しており発表直後は緊張が和らぎ殆どの発表者は達成感が得られている。
- ・遠隔受講生にとってコンテンツは映し出されているが説明箇所が明示されないままの説明(音声は明瞭)の場合、理解度は良くない。また盲目状態解消は遠隔メッセージ表示だけでは不十分である。

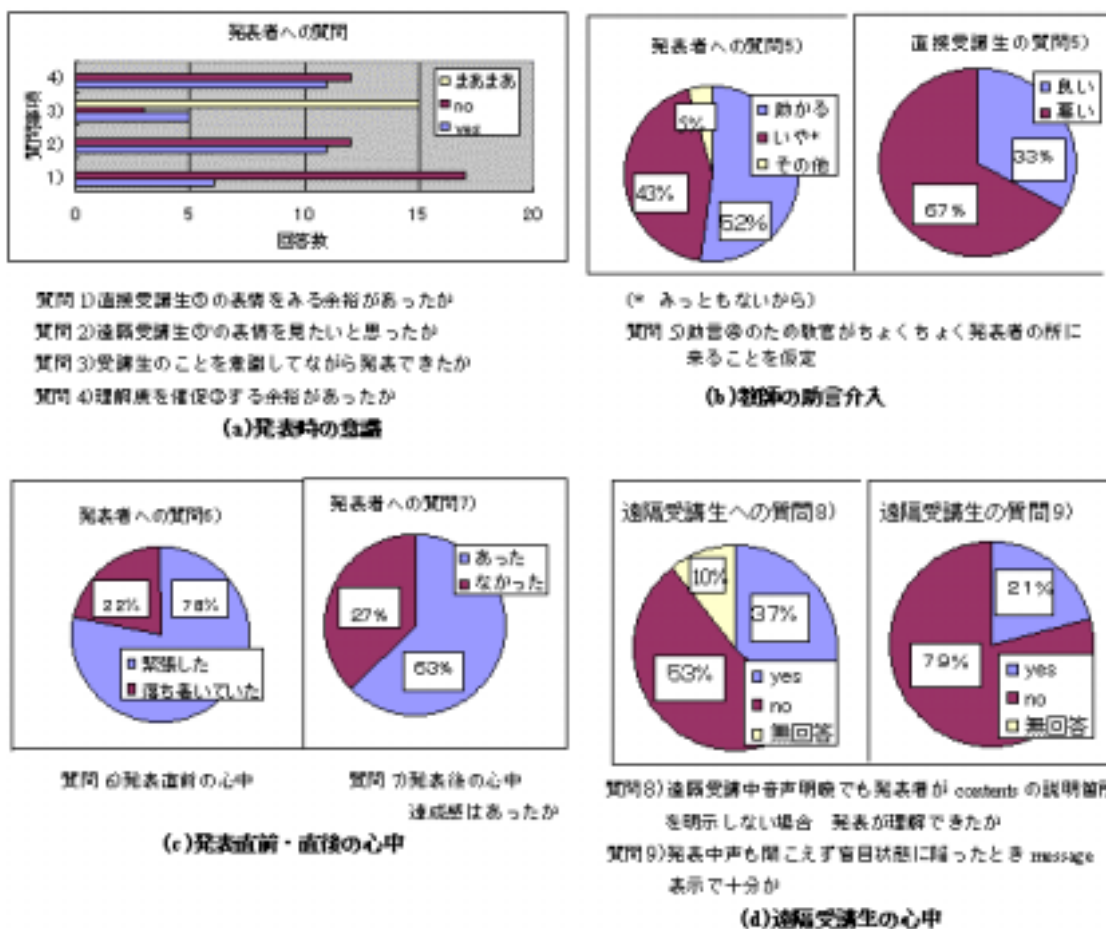


図4-3 授業構成員の心理状態に関するアンケート結果(2000.09)



- ・遠隔授業として十分成立

## (2) 能動学習遠隔授業構成員の相互関係

図4-2に示した発表者・直接間接受講生・教師間において、一般主教室には発表者、直接受講生、教師がおり、そして分散副教室には遠隔受講生のみがいるとする。発表者は、直接受講生には表現ツールを操作しつつ大型ディスプレイ表示の映像を指し棒やリモートマウスで示しながら肉声で説明する(1)。遠隔受講生は、LANを介して伝送される表現コンテンツ(大型ディスプレイ表示(1))と音声(パソコン・スピーカ(1))によって受講する。発表者情景も遠隔受講生側に伝送するが、この情景によって発表内容を理解するのではなく、あくまでも発表コンテンツと音声により理解することを大前提としている。発表情景は発表環境が正常であるかどうかを感じとれる程度の分解能の粗い映像である。そのために、発表者が現在どの箇所を発表しているのか遠隔受講生に容易に分かるように、コンテンツを意識して作成し発表するように指導を行う。また教師は、直接受講生と遠隔受講生の理解度を把握する(3)ことに務め、場合によっては発表者に助言をする(4)。理解度把握は直接受講生に対しては受講生の表情を読みとることにより可能であるが、遠隔受講情景映像では受講生の表情を読みとることは不可能である。このために、BP3Sの機能の一つである理解度把握機能を使って遠隔受講生の理解度の把握を行う(直接受講生にも適応)。余裕ある発表者は、理解度把握機能を直接使って発表の進行の調整ができる。余裕のない発表者に対しては教師がこのことを代行し、収集し即時統計処理された理解度を発表者に助言という形で還元してあげる。

発表終了後、受講生は受講中に執った質問キーワードを基にして、WWW上で簡潔・論理的質問文を作成して、授業構成員全員に発信する(2, 2)。自己責任の基に意見疑問を公表することに躊躇する世代に対して、第3章で述べたようにWWW上の匿名質問機能は有効である。遠隔受講生にとってはこの匿名質問機能が必須機能であるばかりでなく、討論の活性化に結びついているとの事例報告<sup>R182)</sup>もある。また、発表中に発表者の妨害にならない受講生同士のチャット討論(ひそひそ討論(5))、発表後の遠隔教室間での討論(5)も可能である。

### 4.2.3 遠隔受講環境を直接受講環境へ近づけるための方策

一般教室・標準情報機器・標準LAN上に構築される能動学習遠隔授業において、上述した各構成員のうち、遠隔受講生の受講環境が直接受講生に比して何が問題となるのか。問題点を抽出し方策を提案する(図4-4)。

直接受講環境において、次の表現要素

発表コンテンツ

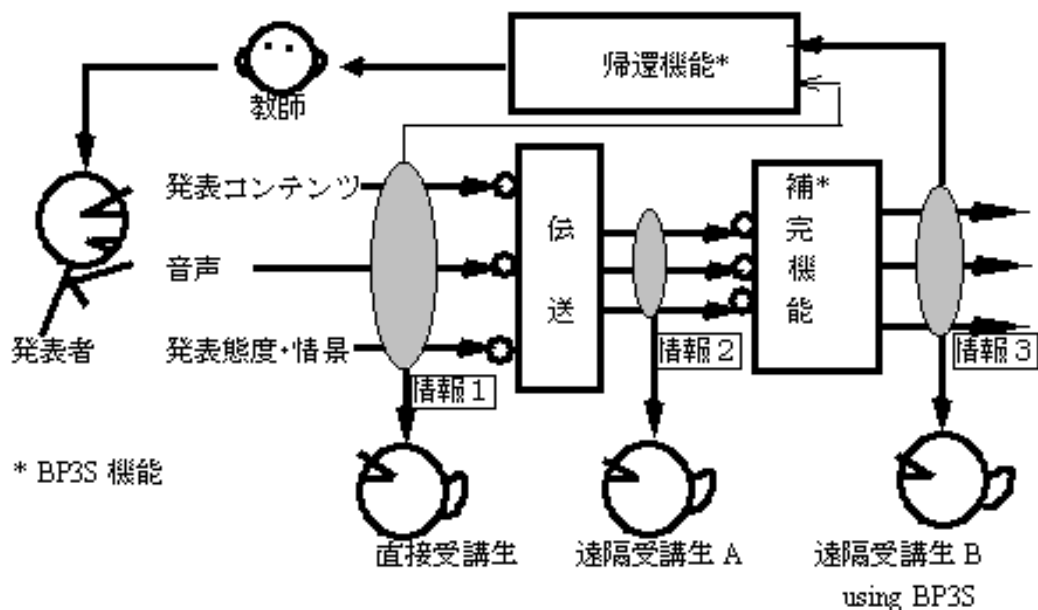


図4 - 4 Concept of Complementary and Feedback Function using BP3S in DALC.

#### 音声

##### 発表者態度・情景

が統合され相乗されて理解のための情報量(情報1)が生成されると言える。この情報1により直接受講生は発表内容を理解する。そしてこれら各表現要素は、標準通信路を介して遠隔受講教室に個別に伝送される。受信された各表現要素は、個別情報機器に再生される(発表コンテンツは表示装置に、音声はスピーカ、発表態度・情景は補助映像として別表示装置または同一表示装置の別ウインドウに)。普及を目指すために廉価な標準通信路を使用することを設計指針としているので、当然伝送された情報の品質は低下する。伝送により品質低下し再生された情報量(遠隔受講生Aが受信)を情報2とすると、当然情報2は情報1よりも情報量が小さくなる(情報1 > 情報2と記す)。情報2により発表内容を理解する受講生Aは、この不足分を"説明箇所を明示しながら"や"ゆっくりと歯切れよく"等の発表者の努力や"発表コンテンツ一覧", "発表者プロフィール"の表示によって一部補うことができる。説明箇所明示は、表現ツールによって発表コンテンツ作成時に遠隔受講生を意識して作り込んでおくことを意味している。ゆっくり・歯切れよくは発表者の心構えである。発表コンテンツ一覧・発表者プロフィールは、遠隔受講生が情報量の少ない発表者情景を少しでも補うためのものである。前二者は、頭では分かっているが行動が伴わない初心発表者には無理である。後者は予め WWW に貼り付けておき発表時に副表示装置に表示しておく。

これら三者の支援だけでは、遠隔受講生は初心発表者の発表内容を理解することは困難である。初心発表学生が不慣れは当然としても、あがり症の場合であっても遠隔受講生が盲目状態に陥らず遠隔授業として成立するための道具が必要である。それも発表者の自尊

心を傷つけず，発表後の達成感と前向きな反省を促せるようにする仕掛けが必要である。これを BP3S (Softly Supporting Software for Beginners' Presentation) として提案する。これは次の 4 機能から構成される。

- 理解度把握機能 (Udr) - 帰還機能
- 発表者言葉途切れ補足機能 (Mr) - 補完機能
- 説明箇所遠隔明示代行機能 (Dr) - 補完機能
- 発表者助言支援機能 (As) - 補完機能

これら各機能が目標とする役割を果たすことができれば，提案遠隔受講環境での受講生 B の情報量 (情報 3) は，BP3S の補完・帰還機能により情報 2 より大きく，かつ情報 1 すなわち統合表現情報を有している直接受講環境に近づく (情報 1 情報 3 > 情報 2) と判断した。特に理解度把握機能 (Udr) は，発表者の発信情報 (入力) が直接および遠隔受講生の理解度としてどれだけ受信 (出力) されたか，その受信情報の一部を発表者に正帰還をかける帰還回路とみなせる。

上述考えの基に市販・流通ソフトウェアそして提案・設計ソフトウェアの一覧を表 4 - 2 に示す。特に BP3S の設計方式 を図 4 - 5 に示す。

#### 4 . 2 . 4 日本文化と学生の自己表現・討論に関する考察

日本文化は，長久の人類史において我々島国の国土に流れついできた多用なものを包摂してきた歴史をもつ。

氷河期末 2 万 3 千年頃前，バイカル湖近くのブリヤード人が，氷結した地続きのシベリヤ，サハリンを辿って，北海道そして本州へと南下し，縄文の先祖となった。また氷河期末温暖化が進み，スンダランドが海水に浸りインドネシア多島が生まれ，その一つジャワ島のワジャイ人が，1 万 8 千年頃前，黒潮に乗り北上しフィリピン・沖縄 (港川人) ・九州・四国へと辿り着いた。さらに時が流れ 6 千年頃前，中国江蘇省出身の農耕・漁労民は黒潮に流され日本に辿り着き古代米の栽培をもたらした。それから 2 千 5 百年頃前，春秋戦国時代の戦争に明け暮れる中国大陸に嫌気がさし，中国山東省出身の渡来人は北九州・山陰地方に渡ってきて稲作を広めた。弥生人の登場である。弥生人は，北方・南方双方から渡来してきた先住民族である縄文人との抗争を経ながらも共生の英知を身に付けて行くことになった。

対馬暖流と日本海寒流が衝突し上昇気流を発生させ，それが日本国土に豊かな森と春夏秋冬の季節を育み，果実木の栽培・稲作の生産技術の土壌を提供してくれた。日本はこのような先史を持つと現在の考古学と DNA 遺伝子分析は教えてくれている (R002)。

それ以降現代までの日本の文化史は，歴史書が示すとおり大陸からの文化吸収史である。

日の出る国(情報発信国)ではなく、情報流入国である。文化を端的に物語るのは国語と言われている。日本語は、大陸から導入した漢字、漢字簡略・変形文字としての日本で考案された"カタカナ"文字・ひらがな"文字","和漢字"(日本で考案された中国にはない漢字)、江戸時代の"アルファベット"文字、明治以降の"アラビア算用数字"と多種に渡る。特に外来語をカタカナで表してしまふ。このような柔軟な国語を持つ国は日本しかないと言われている<sup>R089</sup>)。日本文字からみても日本人の柔軟性を示したが、言葉すなわち音韻・文法としての日本語は、南印度地方のタミル語とかなり類似しているとの学説<sup>R087</sup>)がある。この学説と考古学・遺伝子分析が教えてくれる日本民族の成り立ちとの繋がりは、知る由もない。その道の今後の研究を待つしかない。

一方、日本民族の最近30年の社会人類学的研究成果と精神医学的心理学研究成果に目を向け、「前者の研究成果からは日本民族は単一社会の理論としての"タテ社会"<sup>R084</sup>)」、「後者の研究成果からは日本民族の精神・心理の基本構造は"甘えの構造"<sup>R084</sup>)」であると言われている。また随筆的ではあるが日本人と異邦人の宗教的比較を通して日本文化の固有性の指摘<sup>R240</sup>)も興味ある意見である。

以上の文化人類学的、言語学的及び精神医学的研究は、最近認知科学分野において、心と文化の相互構成を明らかにする"文化心理学"の観点から、次のような一つの見解が北山忍により示されている<sup>R241</sup>)。日本は元々四季折々の恵まれた自然環境が自然崇拜としての土着信仰としての神道を生んでおり、それが関係性を重視する自己観を既に内包しており、このことにより古代から中世にかけて大陸から移入された対人的相互協調を説く儒教("義理"に代表される役割志向性)や仏教(慈悲="人情"と言い表され人への情緒的態度)の自己観が日本に定着出来たのであろう。納得ゆく見解である。

上述 DNA 遺伝子分析も含めた考古学、社会人類学、精神医学的心理学及び最近の文化心理学の成果を基にして日本の現代の学生気質を分析し、その文化的特長を認めつつ国際化時代に期待される技術者として育成すべき能力を再考したい。

日本技術者認定機構(JABEE)が国際化時代に相応しい技術者として掲げている項目は、本論文の2.6.3項で触れたが、欧米人の教育指針すなわち個の確立と同じものを日本の技術者教育に求めていると言えよう。

一方、現在の日本人の修学世代は、学校授業における質問や討論に関してどのような状況にあるのか。

某大学付属小学生・付属中学生・大学生間においてある課題について遠隔テレビ討論が行われた。その報告においてテレビ討論の利点の一つは、"相手が側にいないので内密な

話がし易い"と言うことが紹介されている<sup>R227)</sup>。また比較的少人数の大学院の講義においても"自分のみが理解できないようなので質問するのが恥ずかしい", "勉強不足と思えて質問するのが恥ずかしい", "授業の進行を止めるようで質問するのに躊躇する"と言う報告がある<sup>R226)</sup>。大学における大講義室においてはなおさらである<sup>R027).R057)</sup>。筆者が教師として勤務している高専の比較的少人数の授業においても, 本論文の3.6.2項(2)<sup>S031).S032).S039).S040).S041)</sup>及び4.2.2項(1)(特に図4-3(b))<sup>S051)</sup>で言及したように同様な結果である。質問したいとの意志は内在するが, それを"恥ずかしい"または"授業進行への気配り"から質問と言う形で顕在することが出来ないでいる。以心伝心, あうんの呼吸, 一を聞いて十を知る, 暗黙知等で代表される High Context 社会<sup>R229)</sup>は, 日本が育んできた歴史的長久の遺産である。

一方欧米では, 母親は小学生に"先生と良く議論してきなさい"と言って毎朝学校に送り出すと聞く(日本の母親は"先生の言うことを良く聞くのですよ"と言って送り出す)。また, 欧米と日本での討論における価値基準は, 表4-1のように"あべこべ"であるとのことである<sup>R228)</sup>。まさに文化心理学で言う欧米文化に対応する"相互独立型自己観と東洋特に日本文化に対応する"相互協調的自己観の"差であろう。

表4-1 討論における質問価値

価値	日本	米国
良い	熟知不言	熟知発言
↓	不知不言	不知発言
	不知発言	不知不言
	熟知発言	熟知不言
悪い		

また, 精神医学的, 社会人類学的に指摘されている日本人の特質は, "甘えの心理", "縦社会"の学説で説明されている。要約すると次のようになる。

甘えが自然に発生する親子関係における"人情"の世界, 甘えが許容される親子以外関係における"義理"の世界, 人情も義理も及ばない"他人"(無縁)の世界。人情・義理の世界を重視してセクショナリズムの傾向や闊意識, 縦関係が重視され横関係が発達しない, 甘いが縦社会を作る要因<sup>R084)</sup>と指摘されている。この甘えは外国にはない語彙であり強いて翻訳すると"受動的対象愛"が相当し, 本質的に対象依存的であり, 相手との一体感を願う動きであり, "主客合一"なる甘えの土居健郎学説<sup>R085).R086)</sup>である。甘えは日本の自然環境と単一民族性の中で歴史的に育まれた社会心理であり, 人間の心理が言語の形態そのものの中に刻み込まれた顕著な例である。この甘えから派生する日本語の語彙は数限りない<sup>R089)</sup>。これは西洋文化との接触によって自覚され, 第2次世界大戦時の米国の敵国戦略の一環として日本の特質調査結果からも指摘

されていた<sup>R088)</sup>。

日本人は自然をこよなく愛し同化できる。これは甘えの主客一体感を作り出すための気配り，気遣いの疲れ，作り出された一体感，連帯感等のうつろいの不安。日本の豊かな四季は，人間のうつろいのように不安はない。これが日本人の自然への同化と愛情であると考えられる。自然を感じ表現する日本語は西洋語の語彙と比して数多くあることも指摘されている<sup>R087).R089)</sup>。

これら甘えの精神は長久の歴史の中から醸成されてきたわけであり，否定しても始まらない。いわば DNA に刷り込まれた日本人共通の遺伝子と言えよう。筆者ら教師は，これを是認して止揚する形で教育を志向すべきと考えるべきであろう。2002年4月開始の新学習指導要領，そして本格実施に入る技術者教育認定機構の教育プログラムにおいても，日本の社会人類学のおよび文化心理学的特徴を生かしながら配慮して，国際化時代の創造性豊かな技術者育成が考慮されているとは言い難い。筆者は，本論文において時代に相応しい道具であるマルチメディア・インターネットの光の部分を意図的に活用し，四言漢語格言"和而不同"に意を込めた日本流個の確立を提案する次第である。

甘えの心理を是認し，それを自覚しながら，なおかつそれらを改めて自らの内に包み隠すことができたとき初めて個が確立する。落ち着いた人間になる。と言われている<sup>R085)</sup>。例えば個々の意見を聞き，異なる見解を明確にしそれを止揚する形で和を作り合意を見出す。しかしその合意に従いつつも集合に個として埋没せずに同ぜずに，自己研鑽することが重要である。すなわち四言漢語格言"和而不同"の考えが重要である<sup>R057).R061)</sup>。

教育の場において，気配り・恥の負担軽減にマルチメディア・インターネットの光の部分を活用し，内在する意見や考えを顕在化する。

能動学習授業の一機能である自己表現を育む課題発表が成功理に運ぶように，マルチメディア・インターネットの光の部分を活用する。

努力が報いられたことからの感動。この体験から次の意欲的挑戦を育み，場数を踏み成功体験を通して自信を生み出させ，道具の必要が無くとも何時の日にか表現，討論が出来るように地道な指導を行う。

この考えを基にして，能動学習授業においては

- ・匿名 - 遠隔質問機能
- ・第三者評価機能と即時還元機能

を開発し，能動学習遠隔授業においては授業構成員の関係を明確にし

- ・初心発表者支援機能 BP3S(Softly Supporting Software for Beginners' Presentation)を開発する。

## 4.2.5 初心者発表支援ソフトウェアBP3S

この機能の設計思想は次の通りである。

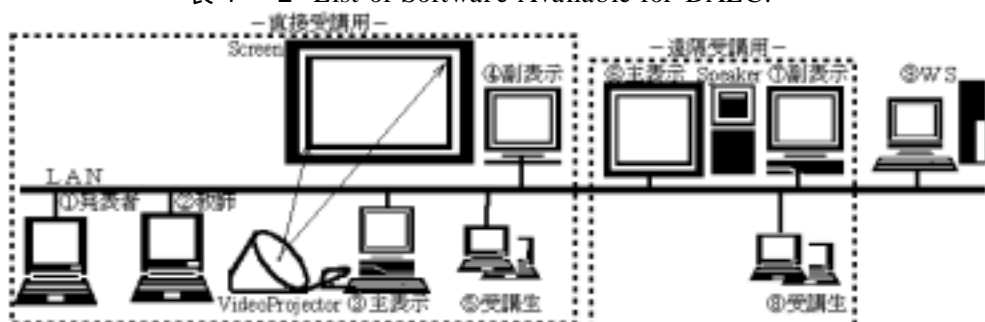
標準通信機器を経由することによって生じる情報伝送上の品質低下を受講生に補完する機能と発表者に帰還する機能を有すること。

初心発表者であっても遠隔受講生は直接受講生並に発表情報を取得できること。

発表者の自尊心を傷つげずに教師は素材と場の提供に徹せる仕組みを有すること。

以下この設計思想の基にBP3Sの設計方式を表4-2と図4-5から明らかにする。

表4-2 List of Software Available for DALC.



機能	ソフトウェア名	①発表者	②教師	直接受講生			遠隔受講生			WS
				③主表示	④副表示	⑤受講生	⑥主表示	⑦副表示	⑧受講生	
・発表コンテンツ	PowerPoint(市販 soft <sup>*)</sup> presentation 会議機能	from	to	to	-	-	to	-	-	-
・音声伝送	まいとーく(市販 soft <sup>*)</sup> )	from	-	-	-	-	to	-	-	-
・情報伝送 発表情景 遠隔受講情景	まいとーく(市販 soft <sup>*)</sup> )	from to	- to	- -	- -	- -	- from	to -	- -	- -
・発表補足情報表示(発表者 プロフィール・コンテンツ一覧)	WWW	-	-	-	to	-	-	to	-	from
・発表者支援機能 理解度把握 催促 即応 言葉途切れ補足 説明箇所遠隔明示代行 助言支援	BP3S(新規開発)	from to - - to	from to from from from	to - - - -	- - - - -	- from - - -	to - - to -	- - to -	- from to -	- - - -
・匿名・遠隔質問機能	(開発済)	to	to	-	-	from	-	-	from	via
・第三者評価機能 入力 オンライン評価	(開発済)	- to	- via	- -	- -	from -	- -	- -	from -	to from
・遠隔運用連絡機能	NecoChat(流通 soft <sup>*)</sup> )	-	fn/to	-	-	-	-	-	to/fn (代表)	-

注) \*1 MicroSoft 社製 \*2 (株)インターコム製 \*3 <http://www.blk.mmitr.or.jp/~bait@softwares/necoachat.htm>  
from/to/via は次の通り。 from A to B は端末 A の情報を B へ伝送(fn/to は双方向)。  
from A to B via C は端末 A の情報は端末 C を介して B へ伝送。

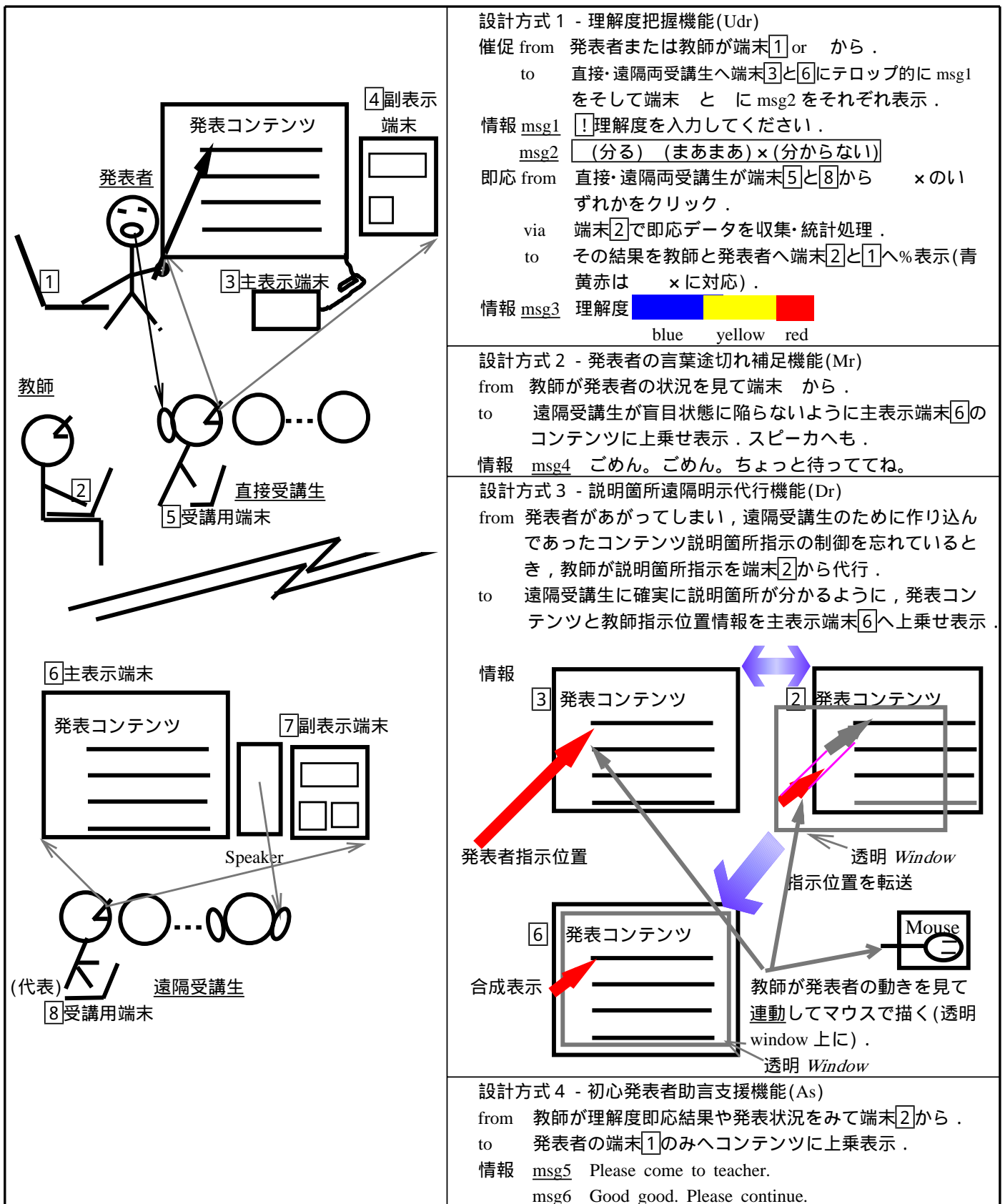


図 4 - 5 Concept Designing BP3S(Softly Supporting Software for Beginners' Presentation)



## ( 1 )理解度把握機能

受講生(直接・遠隔共に)の理解度を把握し、その結果を発表中に発表者に還元支援する機能である。理解度把握の一種として課題提示後の回答応答時間を計測するレスポンス・アナライザ(計測器)を用いた報告<sup>R139)</sup>がある。筆者らはこの機能とは異なり、受講生の心理状態を簡単な操作で即座に引き出すソフトウェア機能として実現する。そして遠隔受講生のみならず直接受講生にも適用でき、受講態度の観察や問いかけよりも容易に直接受講生の意志を汲み取る機能(自己の意見を明示しない最近の学生に対して意図の顕在化を引き出す一方法)と考えることができる。この把握機能は理解度催促と即応の両機能から構成される。催促機能は、余裕のある発表者の場合は発表者の判断で促催してよく、そうでない学生の場合は教師が代行する。操作はワンタッチである。催促は直接受講生および遠隔受講生のコンテンツ表示ディスプレイにテロップ形式で表示される～表4-2と図4-5の端末①または②から(from)、主表示端末③と⑥へ(to)、図4-5の設計方式1のmsg1をテロップ表示する～。応答は、受講生毎の端末⑤と⑧から、"(分かる)、(まあまあ)、×(分からない)"なる設計方式1のmsg2を選択クリックするだけでよい。全受講生の即応結果は教師端末②で即時に統計処理され、発表者端末①に(via ②)表示(msg3)される。この還元結果をみて発表者は発表の進行を調整することができる。

## ( 2 )発表者言葉途切れ補足機能

発表者があがってしまい言葉途切れ状態が続く場合が多々ある。直接受講生にとっては目前の事実認識をしており問題はない。遠隔受講生の場合はそのようには行かない。粗い発表者情景では勝手に分からず、盲目状態に陥る。このことを教師が補足する機能である。教師は端末②から遠隔主表示ディスプレイ⑥に設計方式2のmsg4を表示する(同時にmsg4対応の音声も流す)。このことはコンピュータ・ヒューマン・インタフェースの引き込み現象としてその有効性が確認されている<sup>R188)</sup>。

## ( 3 )説明箇所遠隔明示代行機能

発表者があがってしまい、直接受講生には目を向けているが、遠隔受講生のことをつい忘れ、直接主表示スクリーンを指し棒で示しながら説明してしまうことが多々ある。直接受講生には何も問題は生じない。しかし遠隔受講生にとっては説明箇所がさっぱり分からず遠隔授業として不成立である(発表コンテンツには説明箇所を動的に明示できるようにコンテンツ作成時に作り込んでおいたにも関わらずにである)。発表者の説明を見聞している教師は、発表者の説明箇所を教師端末②の透明ウインドウ(説明箇所遠隔明示代行機能 Dr 実現のため必要)上に、同期を取りながらマウスクリックしそのカーソル情報

を遠隔主表示端末 に送り，合成して表示する(設計方式 3)。不慣れな発表者は教師が代行していることに気づかずに発表を続けることができ，直接受講生はこのことに気づかずに聴講している。遠隔受講生は説明箇所を教師が代行することにより内容理解が得られる(設計方式 3)。本機能と同様な共用カーソル機能を組み込んだ表現ツールを開発し試用した遠隔授業の報告が既になされている<sup>R171)</sup>。これに対して，本機能は市販表現ツールに対して外付き機能とし，各社の市販ツールにもまた版にも柔軟に対処できることを特徴としている。また発表者端末<sup>1)</sup>の PowerPoint のプレゼンテーション会議機能(発表者端末の表示ウィンドウの一部のみ受講生に表示する機能)を介して接続された直接受講用主表示端末<sup>3)</sup>の液晶プロジェクタ用リモートマウスを次のように利用することもできる。余裕のある発表者の場合は，<sup>1)</sup>の Dr 透明ウィンドウ(<sup>3)</sup>に予め実装)をリモートマウスを操作することによって，自身(端末<sup>3)</sup>)と遠隔主表示端末<sup>6)</sup>を連動させることもできる。

#### ( 4 ) 初心発表者助言支援機能

理解度即応結果を還元できずに発表を続けている場合や電子あんちょこの棒読み状態を続けている場合，また遠隔受講の代表学生より音声が届き取りにくい等のチャットメッセージ(表 4 - 2 遠隔運用連絡機能)が教師に送信された場合，教師は発表者端末<sup>1)</sup>に Please come to teacher.(msg5)を上乗せ表示し，教師のところに来て口頭助言を受けるように促す機能である。この助言中は msg4(設計方式 2)が遠隔主表示ディスプレイ<sup>6)</sup>に表示される。直接受講生には発表者が自発的に教師に相談しているように見え，発表者の自尊心が保証される。教師の助言によってポイントを押さえた再説明から，直接遠隔受講生の理解の向上に繋がる。また余裕のある発表者で理解度即応結果が良い場合は，Good good. Please continue.(msg6)を送ってあげるのも教師の役割である。特にこのヒューマンインタフェースは，4 . 2 . 4 項で述べた日本固有の"恥の文化"及び"甘えの文化"，文化心理学で言う"独立協調的自己観"を意識しての設計である。

#### ( 5 ) BP3S ソフトウェア構造

上記機能の実現方式<sup>S062)</sup>を以下に述べる。

ネットワークを介して授業構成員の各 PC's 間に各種メッセージが伝送される。そのネットワークモデルを図 4 - 6 に示す。

上記理解度把握機能 Udr(1)は，理解度催促メッセージを発表者 PC または教師 PC から直接・遠隔主表示 PC に伝送する(この PC を介して液晶プロジェクタまたはプラズマ大型ディスプレイにテロップ表示する)。直接または遠隔受講生 PC's から即応メッセージが管理サーバ PC 伝送され，集計された結果が発表者または教師 PC に伝送される。

発表者言葉途切れ補助機能 Mr(2)は，教師 PC からのメッセージを遠隔主表示 PC に伝

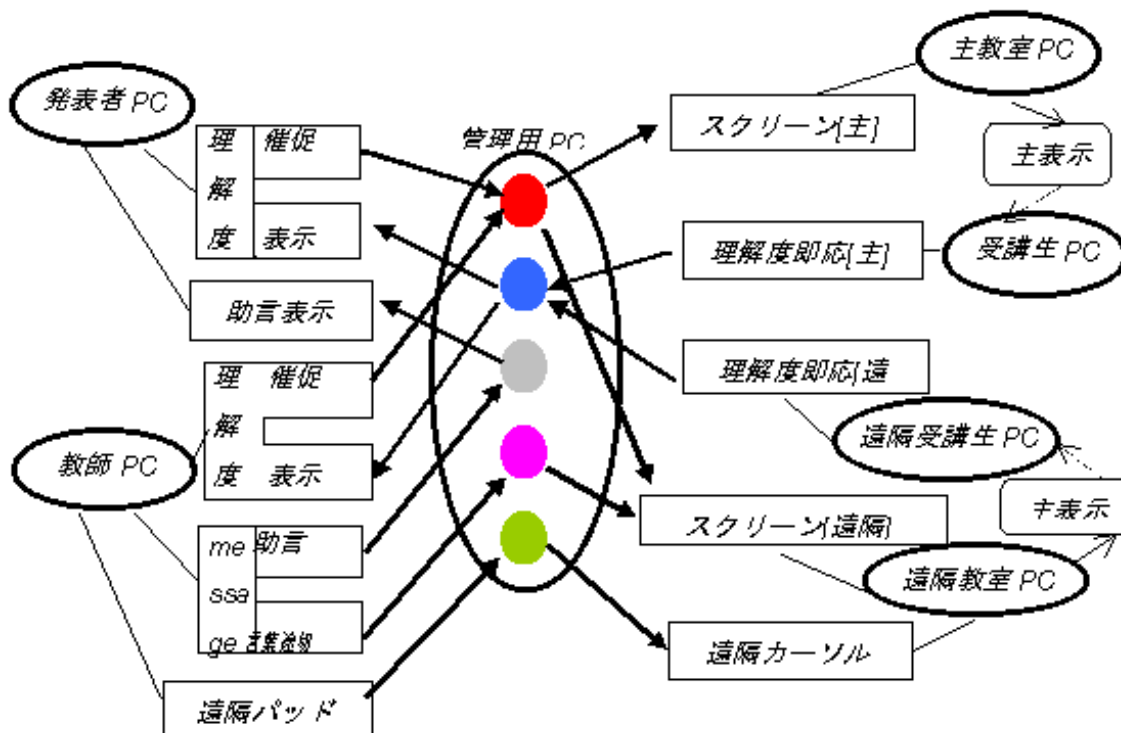


図 4 - 6 B P 3 S 内部仕様(ネットワークモデル)

送する。直接受講生は発表者の状態を肉眼で認識しているため、直接主表示 PC には伝送しない。PowerPoint プレゼンテーション機能により教師 PC にコンテンツが表示される。

説明箇所遠隔明示機能 Dr(3)は、この上に透明ウィンドウ(遠隔パッド)を設け、発表者の説明箇所を教師 PC 上で教師代行のカーソルクリック情報を管理サーバに伝送し、遠隔カーソル機能と連動して遠隔主表示 PC に合成表示する。

初心発表者助言支援機能 As(4)は、教師 PC からのメッセージを発表者 PC へ表現ツールのコンテンツに上乗せ表示する。

図 4 - 6 において、楕円で示されているのは PC、そして矩形で示されているのはクライアントアプリケーションである。クライアントから送られるパケットとサーバから送られるパケットは確実に相手に到着しなくてはならないので、クライアントとサーバ間の接続は TCP 接続である。

これらのアプリケーションをどのように情報をやり取りさせながら機能を実現していくのか、機能に着目して述べる。

(a)管理情報...サーバとクライアントとの間やり取りされる情報のうち、機能の実現に直接関係していない情報である。

(b)Login パケット...クライアントがサーバとの TCP/IP セッションを開いたときに送信するパケットである。自分が一体どんな種類のクライアントなのかという情報をサーバに送

信することで、サーバはクライアント情報を得る。

(c)終了パケット...サーバが終了するとき、あるいは、サーバがクライアントとの接続を終了したいときにサーバがクライアントに対して送信するパケットである。

(d)Logout パケット...クライアントが終了するとき、あるいはクライアントがサーバとの接続を終了したいときクライアントがサーバに対して送信するパケットである。このパケットを受け取ったサーバは、クライアントの除外手続きをして送信元クライアントに(c)終了パケットを返送する。

## 4.3 評価実験

前章で述べた設計の妥当性を検証する目的でその評価実験を以下の通り行った。

実験項目は

- ・ 能動学習遠隔授業中の学内共用 LAN の負荷測定
- ・ BP3S による遠隔受講環境の直接環境への接近度

であり、被験者は東京高専・情報工学科の4・5年生である。

### 4.3.1 使用情報・通信機器

本目的を達成させるための特別な情報・通信機器は殆ど使用していない。一般教室においてマルチメディアを使用可能とするための赤外線 LAN, 発表情景・遠隔受講情景映像入力の CCDcamera, 音声入力の Head 固定 Mic.である。その仕様を表4 - 3に示す。

表4 - 3 Specification of Information and Communication Units.

機器名	性能・仕様	製造
赤外線 LAN(SkyPanther) 天井装置(CeilingUnit) パソコン接続装置(node)	10Mbps 半径 3m 範囲(机上面) で約 25nodes 並行動作。 IP アドレスは有線と 同様に接続を設定。	昭和電線電纜(株)
CCD カメラ(USB-CCD)	25K 画素/0.25inch	(株)IO データ機器
コンピュータ用ステレオ ヘッドセット(DR-50)	300 ~ 20KHz	ソニー(株)

### 4.3.2 使用ソフトウェア

発表コンテンツ, 発表情景・音声伝送そして LAN 負荷分析ソフトウェアは、それぞれ MS 社製 PowerPoint, インターコム社製 Live\_Phone まいとーく, Network Instruments 社製

OBSERVER なる市販品を使用した。また，ネットワーク上の通信量解析が容易なように MS-Excel のデータ仕様に合わせたソフトウェア Packet\_Analyzer を開発した。授業立ち上げ・緊急時連絡の遠隔運用連絡リアルタイムチャットは流通ソフトウェア Neco\_Chat を使用した。質問機能・第三者評価機能ソフトウェアは，筆者らが専用教室で用いるために開発した能動学習授業支援ソフトウェア<sup>S041</sup>)を使用した。そして遠隔受講環境の直接受講環境との接近度を評価するために，今回設計開発した BP3S を使用した。

### 4.3.3 実験システム構成

学内分散一般教室のうち主教室は設備の都合上情報処理演習室を使う。副教室は卒研室を一般教室と見立てて天井に Ceiling\_Unit を敷設し教室間は学内 LAN(10Mbps)で結び switchingHUB 1 台，HUB4 台を介在させている(図 4 - 7)。

### 4.3.4 授業構成員への各種表示映像

授業構成員への各種表示映像を図 4 - 8 に示す。発表者の notePC には発表コンテンツ(①)と電子あんちょこ(発表者ノート機能②)を映し出されるが，受講生にはコンテンツのみが表示される(③)。遠隔受講情景(⑧)は発表者と教師パソコンに表示される。遠隔受講生にはコンテンツ(③)とは別の副表示装置に発表者プロフィール・コンテンツ一覧(⑥)と一緒に発表情景(⑦)が映し出される。また理解度把握 Udr のために，理解度催促表示！(④)と即応統計処理結果(⑤)が発表者と教師端末に表示される。発表者言葉途切れ補足 Mr，説明箇所遠隔明示代行 Dr，助言支援 As の各機能のメッセージ情報も同様に設計通り表 4 - 2 に示される対応端末に表示される。

### 4.3.5 授業進行と LAN の負荷実験

#### (1) LAN 上の能動学習遠隔授業中の総合通信量評価

次の授業進行を基に評価実験を行った。

- 1)発表は約 30 分 / 1 名とし，質問は発表後にまとめて行う形態をとる(学会講演形式)。
- 2)発表中，受講生は質問・疑問事項のキーワードのみメモし，質問文は作成せず受講に専念する。
- 3)発表中，受講生の理解度を把握するため，発表者はコンテンツ表示映像にテロップ形式で理解度催促(図 4 - 8 ④の！)を部分的に上乗せ表示する(余裕のない学生の場合には教師が代行)。
- 4)発表終了後に質疑応答に入る(約 5 分)。挙手による質問が望ましいが，この実験では受講生全員匿名・遠隔質問機能を使うことにした。
- 5)質疑応答完了後に直接・遠隔の各同僚受講学生は第三者評価を WWW を介して入力す

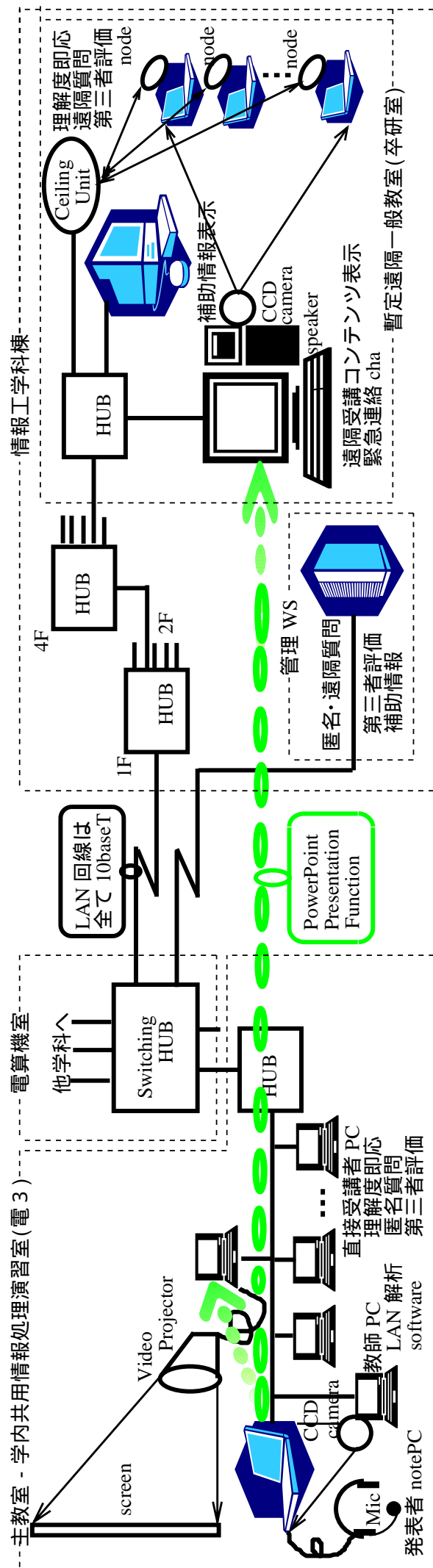


図 4 - 7 学内分散教室間での能動学習遠隔授業における 10MbpsLAN 実験構成



図 4 - 8 Optical Information of All Members Consisting of Distance Active Learning Classes.

る(約5分)。これにより1名あたりの発表は終了する。一授業あたり数名の学生が発表する。

ここまでが実験時間帯である。授業終了後、第三者評価の統計処理結果を即時に行い、発表後の開放感・達成感が醒めやまぬうちその結果を還元する。発表者は自己点検と第三者評価の差異を次の糧のために教師に e-mail で報告し、教師は助言をつけて返信し授業が完結する。

授業の開始から終了までの間に使用する各種授業支援ソフトウェアが発行するパケット数・長、単位時間当たりのデータ量は、市販ソフトウェア OBSERVER により実測した。表4-3にその実測とデータ解析結果を示す。そしてそのデータ量に基づいて、授業進行に沿った形で各支援ソフトウェアが学内共用 LAN 上に発行する単位時間当たりの通信量を図4-9に示す。発表中に発行されるパケットは、発表者音声(市販ソフトウェア Live\_Phone まいとーく)、発表情景の映像・遠隔受講情景の映像(市販ソフトウェア Live\_Phone まいとーく)、コンテンツ遠隔制御(市販ソフトウェア PowerPoint プレゼンテーション会議機能)、BP3S によるものである。音声、背景映像は圧縮・伝送されそれぞれ平均 1.9KBytes/秒、平均 0.9KB/秒(片方向)である。発表者音声と発表・受講双方向情景映像伝送では合計平均 3.7KB/秒である。

PowerPoint プレゼンテーション会議機能は、予めコンテンツを遠隔受講教室の表示コンピュータにダウンロードしておき、発表中はマウスクリック操作に伴う説明箇所明示や頁めくりの遠隔制御パケットのみを発行するネットワークに負荷をかけない優れた機能を有している。その遠隔制御のパケットは 248B/操作であり、発表中 20 秒に 1 回程度のマウスクリック操作とし、その操作に対するリアルタイム性(遠隔教室に伝送される許容時間)を 1 秒と規定すれば、操作毎の単位時間当たりのデータ量は 248B/秒(図4-9流れ□5・12・16)と軽量である。またコンテンツのダウンロードが 5 分以内に完了すればよいと規定するならば、授業準備中のコンテンツ(150KB 程度)の単位時間当たりのデータ量は 0.5KB/秒(□3・4)である。

発表中、発表学生または教師は、BP3S の理解度把握 Udr(催促と即応)、発表者言葉途切れ補足 Mr、説明箇所遠隔明示代行 Dr、発表者助言支援 As なる各機能を不慣れ・あがり症の発表学生であっても遠隔受講生の理解度を損なわないために活用する。BP3S の発行するデータ量は、マウスクリック操作毎に 312B である。理解度催促に対する即応の単位時間当たりのデータ量は、受講生を 30 名、3 秒以内に全員応答を完了することと規定すれば、3.7KB/秒のデータ量であり、BP3S の各機能の中では LAN に最も多く負担をかける。即応以外の BP3S 機能(Udr の理解度催促、Mr、Dr、As)は、PowerPoint 操作と同様に



表 4 - 3 List of Network Traffic Issued from Software Supporting Distance Active Learning Classes

機能	市販・流通・新規開発	処理単位のバケット数	パケット当たりの平均データ量(B)	単位時間当たりの平均データ量(B/秒)	備考(根拠) Network Instruments 社製( ネットワイズ扱い)OBSERVER により測定した実測値．それに基づくシミュレーション値．
・発表コンテンツ制御 PowerPoint プレゼンテーション会議機能 遠隔制御 ダウンロード	市販	4	62	248 B/秒 0.5 KB/秒	248 B/MouseClick 操作．コンテンツは予め遠隔教室側にダウンロードされており，頁切り替えや説明箇所明示毎のマウスクリック操作時のみパケットが発行される．この操作によるリアルタイム性(遠隔教室に伝送される許容時間)を1秒と規定すれば，単位時間当たりのデータ量は248 B/秒である． 20分の発表ではコンテンツ容量は約150 KB．授業準備中5分以内に遠隔教室に伝送されればよいと規定すれば，0.5 KB/秒．
・音声伝送	市販	5～6	317	1.9 KB/秒	無言時は零．
・情景伝送	市販	6	3206	0.9 KB/秒	発表・遠隔受講情景双方向の伝送であれば1.8 KB/秒．
・発表者支援機能(BP3S) Udr 即応 Udr 催促,Mr,Dr,As	新規開発	4	78	3.7 KB/秒 312 B/秒	312 B/MouseClick 操作．理解度催促時の受講生応答が最多のデータ量であり，受講生30名の全応答完了を3秒以内と規定すれば単位時間のデータ量は3.7 KB/秒(2秒以内 5.6 KB/秒,4秒以内 2.8 KB/秒,5秒以内 2.2 KB/秒とシミュレートされる)． 理解度即応以外のBP3S機能のリアルタイム性を1秒と規定すれば単位時間当たりのデータ量は312 B/秒である．
・匿名・遠隔質問機能	開発	12	143	283 B/秒	1.7 KB/質問者．3分以内に質問者30名の質問文が揃えばよいと規定すれば，単位時間当たりのデータ量は283 B/秒である．
・第三者評価機能	開発済	14	167	231 B/秒	2.3 KB/評価者．評価者30名が5分以内に評価入力・送信が完了すればよいと規定すれば，単位時間当たりのデータ量は231 B/秒である．
・遠隔運用連絡機能	流通	12	143	0.9 KB/秒	1.8 KB/連絡．緊急時のみ使用する(使用頻用頻度少)．2秒以内に伝達できればよいと規定すれば，0.9 KB/秒．

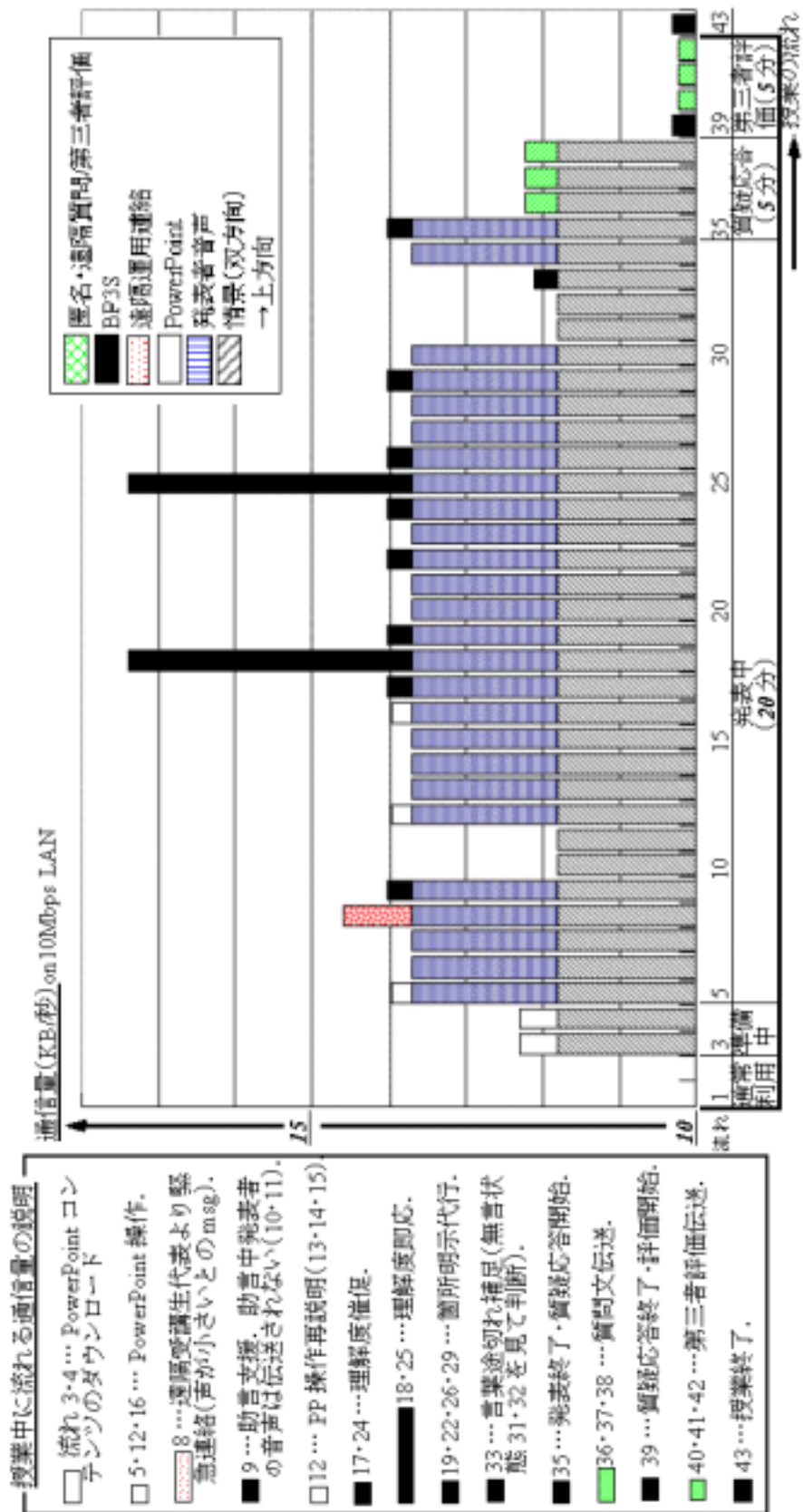


図 4 - 9 Network Traffic Issued on LAN during Distance Active Learning Classes.

許容時間を 1 秒と規定すれば，単位時間当たりのデータ量は 312B/秒と軽量である(■9・17・19・22・24・26・29・33・35・39・43)。具体的には次のようになる。

コンテンツ上の説明関連図が込み入っており説明箇所を明確にしないと遠隔受講者には理解できない場合，教師は Udr 催促！(■17・24)を行う。受講者はそれを見て ×で即応し，教師端末に収集される(■18・25 収集データ量は 3.7KB/秒)となる。収集処理結果から理解度が芳しくなく，また発表者は余裕が無く精一杯である。このような発表者の心理状態を推測し，教師は説明箇所を教師端末のマウス操作で代行する(■19・22・26・29)。

遠隔運用連絡に用いる流通ソフト Neco Chat の発行する遠隔受講教室からのパケットは 1.8KB/操作である。緊急連絡が 2 秒程度で伝達されればよいと規定すれば，データ量は 0.9KB/秒である(■8 遠隔受講者代表から緊急連絡)。

以上のように，本遠隔授業支援システムの LAN への単位時間当たりのデータ量は，発表中の理解度即応時が最大となり 7.4KB/秒(59.2Kbps)となることが分かる。また本校学内 LAN(10Mbps)の総合データ量は，通常データ量(約 10KB/秒)を加えて 17.4KB/秒となる。総負荷は，授業準備前の 0.8%から発表中の最大負荷 0.6%が加算されて，1.4%に増える程度である。

発表終了後の匿名・遠隔質問は，30 名全員がこの機能を使い 3 分以内に質問文が揃えばよいと規定すれば，51KB/3 分のデータ伝送であり，単位時間当たり 283B/秒と軽量である。第三者評価入力の場合も 30 名全員が 5 分以内に評価入力と伝送が完了すればよいと規定すれば，69KB/5 分のデータ伝送であり，単位時間当たり 231B/秒と軽量である。いずれも実時間を要求されないので LAN への負荷は少ない。

遠隔教室が複数になった場合の主教室の単位時間当たりのデータ量は次のようになる。遠隔教室数を  $n$ ，主教室直接受講生を  $m_0$ ， $i$  番目の遠隔教室の受講生数を  $m_i(i=1, \dots, n)$  とすると，1 名当たりの理解度即応のデータ量は 0.123KB/秒(3.7KB/30 名秒)であるから，総データ量は

$$3.7n + 0.123 \cdot \sum_{i=0}^n m_i \text{ KB/秒} \quad \text{式(1)}.$$

マルチキャスト機能が全支援ソフトウェアにサポートされた場合は，発表者音声 1.9KB/秒と発表情景 0.9KB/秒の伝送はマルチキャストされるから

$$2.8 + 0.9n + 0.123 \cdot \sum_{i=0}^n m_i \text{ KB/秒} \quad \text{式(2)}.$$

遠隔授業による学内 LAN の負荷を通常利用の 2 倍程度まで許される(総通信量 30KB/秒)とすれば、マルチキャスト機能のサポート無のときは遠隔教室数 3・総受講生数 72 名、有のときは遠隔教室数 4・総受講生数 111 名が可能と言える。

さらに、他校との広域交換授業に拡張する場合は、発表情景・遠隔受講情景、匿名・遠隔質問機能、第三者評価機能はインターネットで伝送し、コンテンツ遠隔制御(PowerPoint)、音声伝送、授業支援 BP3S は 64Kbps 程度の専用回線で伝送すれば実現可能である。インターネットに QoS(Quality of Service)の利用が可能であるならば、現行のインターネット容量でも(ネットワーク上にボトルネックが存在しても)専用回線無しで実現できる。

## (2)補足 LAN の負荷実験方法と基礎データ

能動学習遠隔授業中は、LAN 上に次の制御情報及びデータが伝送される。

- ・表現ツールの遠隔制御情報(市販 MS-PowerPoint のプレゼンテーション会議機能)
- ・音声(市販インターコム社 LivePhone まいとーく)
- ・発表情景及び遠隔受講情景映像(市販インターコム社 LivePhone まいとーく)
- ・初心者発表支援制御情報及びデータ(開発ソフトウェア BP3S)
- ・匿名・遠隔質問 Web(開発ソフトウェア)
- ・第三者評価入力(開発ソフトウェア)
- ・遠隔運用連絡用チャット(流通ソフトウェア Neco\_Chat)

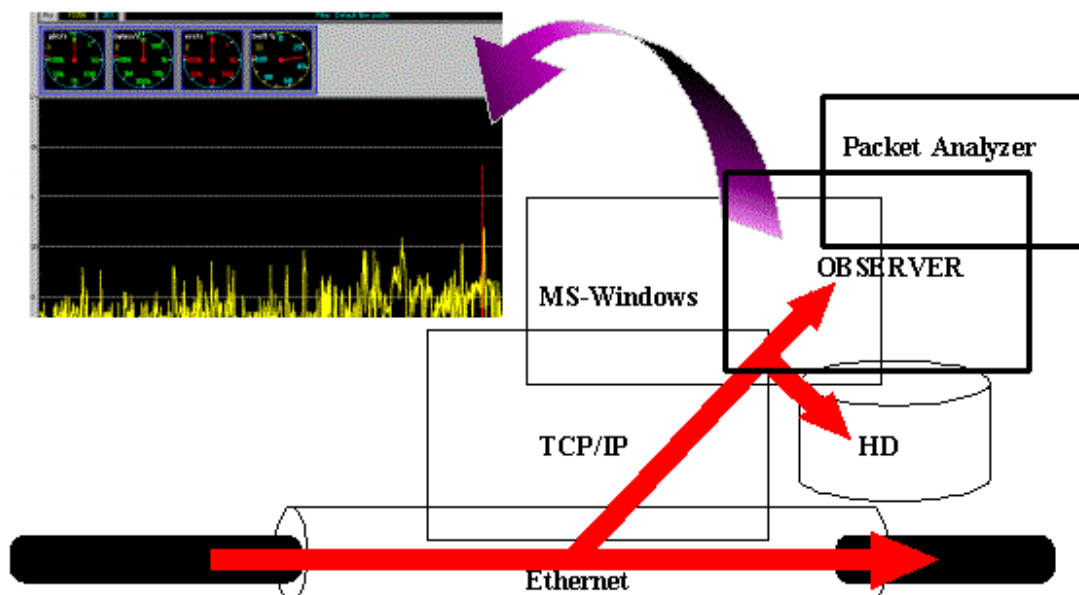


図 4-10 LAN のデータ収集方法

これらデータは Network Instruments 社 OBSERVER により収集し、開発ソフトウェア Packet\_Analyzer により解析した。データ収集方法を図 4-10 に示す。

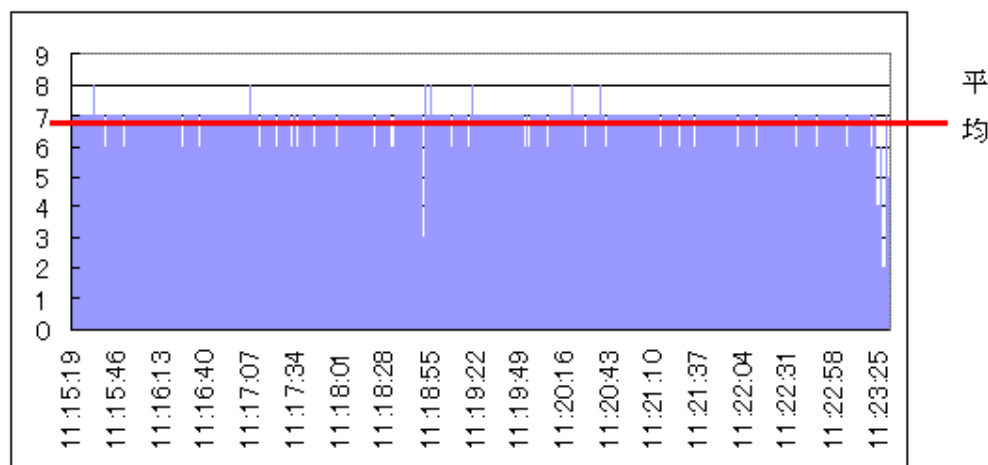
#### OBSERVER

LAN 全体を監視してそこを流れるパケットを捕獲して保存することが出来るソフトウェアである。また、特定のマシン間のパケットのみを捕獲したり、LAN 全体の負荷を測定することもできる。

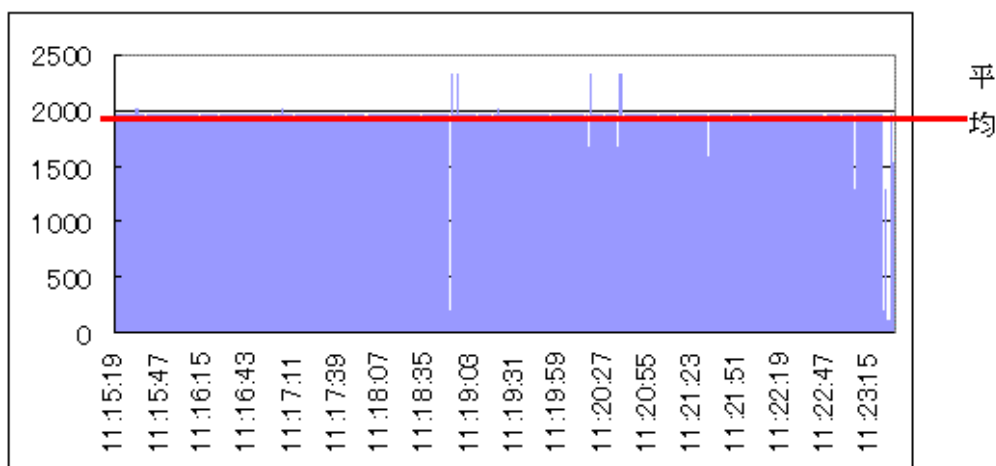
#### Packet\_Analyzer

OBSERVER は、単位時間毎のパケット数をグラフ表示はできるが、パケット量(通信量)をグラフ表示することができない(パケットの数・量は当然保存する)。Packet\_Analyzer は、この不足する機能を補い、OBSERVER が捕獲したパケットを秒毎の合計パケット数、合計バイト数に換算し、表計算ソフトウェア MS-Excel が扱える形式にする機能である。表 4-3 及び図 4-9 はこの Packet\_Analyzer によって換算されたデータ量である。

基礎実験によつて収集され、解析された音声及び情景映像のパケット数と通信量の関係を図 4-11 及び図 4-12 に示す。図 4-12 から、音声は平均 1.9KB/秒と安定して伝送されるが、情景映像は 2 つの山をなす。これは情景映像が静止している場合と変化する(発表者の動き等)場合に生じる。音声と情景映像が同時に伝送されたときの通信量を図 4-13 に示す。a は時系列を示し、b は通信量の重・軽量の分布すなわち能動学習遠隔授業中の音声と情景映像の LAN の帯域変動を示す。LAN の平均負荷は 3KB/秒であり、変動は動的な情景映像に依存して生じる。



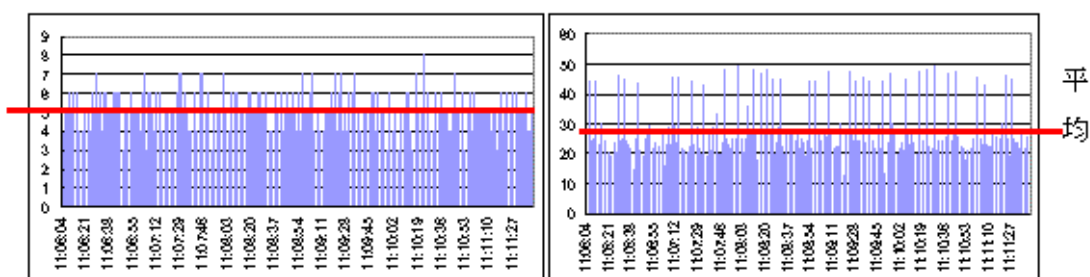
a. パケット数平均/パケット数6.8packets/s,x 軸時:分:秒y 軸/パケット数packets/s. (図 4-11 a.)



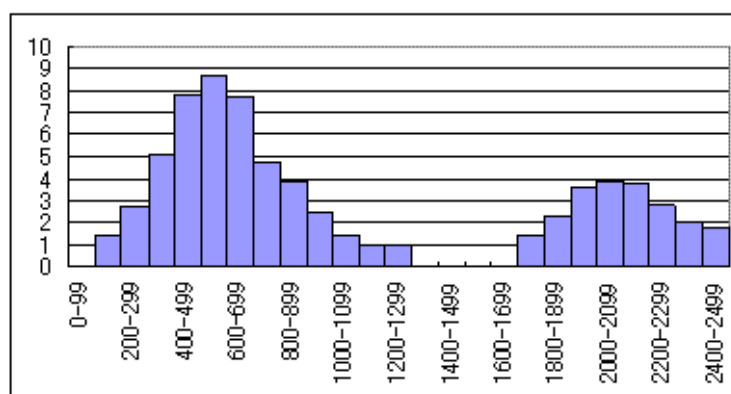
b. 通信量-平均通信量1923 bytes/s,x軸:時:分:秒,y軸:通信量 bytes/s. (図4-1-1 b.)

実験日 2001年1月9日, 実験場所:能動学習授業遠隔教室(市村・鈴雅卒研室)

図4-1-1 音声データの packets 数・通信量



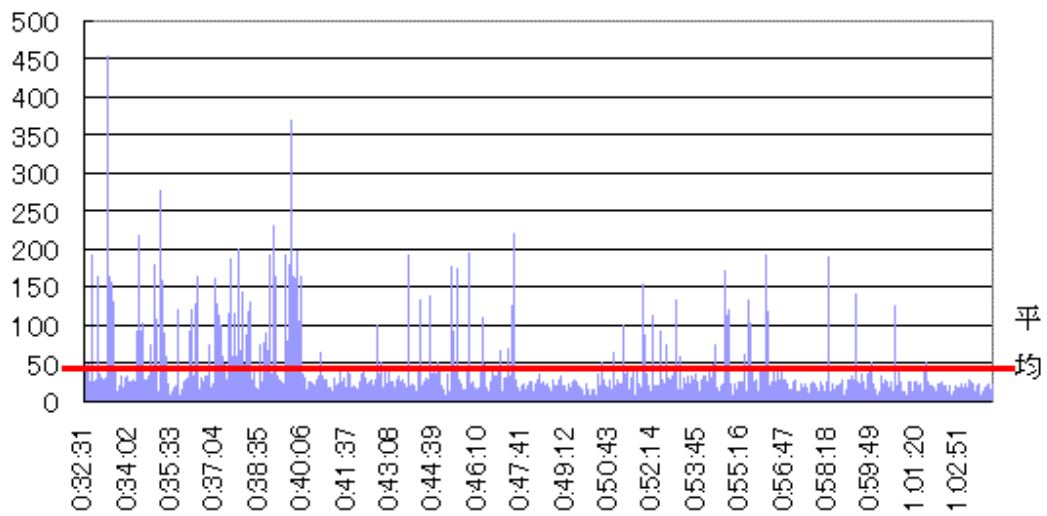
a. packets 数-平均 packets 数5.1 packets/s, b. 通信量-平均通信量28.7 bytes/s,  
x軸:時:分:秒,y軸:packets 数 packets/s- x軸:時:分:秒,y軸:2乗根通信量 bytes/s-



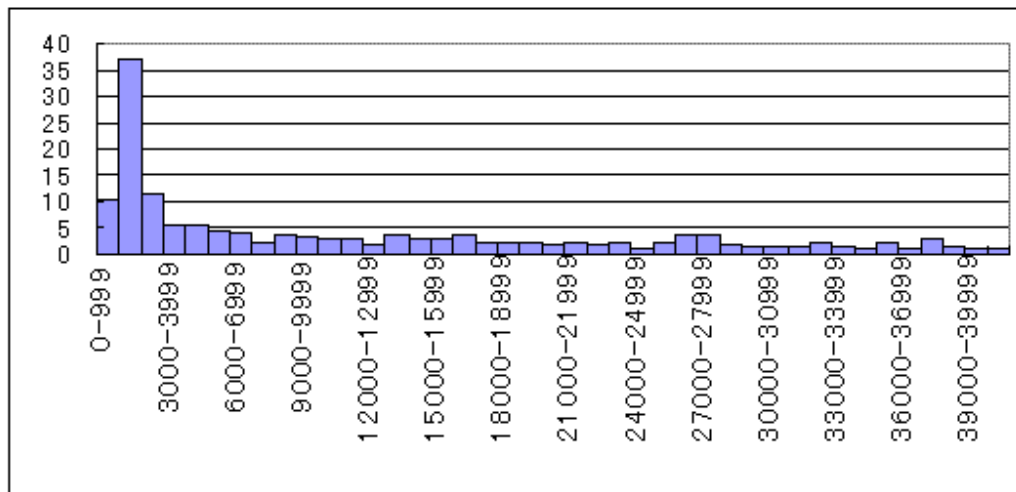
c. 情景映像負荷の変動-x軸:単位時間の通信量 bytes/s,y軸:2乗根頻度-

実験日 2001年1月9日, 実験場所:能動学習授業遠隔教室(第三情報処理演習室)

図4-1-2 情景映像データの packets 数・通信量とその変動



a 通信量—平均通信量296bytes/s,x軸時:分:秒,y軸:通信量bytes/s-



b 通信負荷の変動—x軸:単位時間の通信量bytes/s,y軸:2乗根頻度—

実験日 2001年1月18日, 実験場所:能動学習授業遠隔教室(市村・鈴雅卒研室)

図4-13 情景映像データの packets 数・通信量

#### 4. 3. 6 遠隔受講環境の直接受講環境への接近度実験

今回設計開発した BP3S により, 遠隔受講環境の直接受講環境への接近度の指標として次の4つの実験を行った。

- ・遠隔受講生を意識した発表コンテンツと理解度把握実験
- ・遠隔受講生を無視した発表コンテンツと理解度把握実験
- ・助言支援機能の有効性確認実験

・説明箇所明示代行機能の有効性確認実験

前二者の実験は、理解度催促・即応機能を介してコンテンツの差による直接受講生と遠隔受講生の理解度の相異を計測する。遠隔受講生を意識したコンテンツの場合は発表箇所が随時明示されるように作成されたコンテンツであり、発表中にその箇所を明示しながら発表してゆく。無視したコンテンツの場合は OHP と同じように作成されたコンテンツであり、遠隔受講生には表示装置のどの箇所を説明しているかは不明である。

この実験結果を図 4-14 と図 4-15 に示す。実験は、図中に示すように普通に説明した後の理解度(奇数番①③⑤)と、理解度向上を狙って事例等を挿入した再説明の後の理解度(偶数番②④⑥)を比較する方法で行った。実験 3(図 4-16)は助言支援機能を使用しての同様な方法である。実験 4(図 4-17)は遠隔受講生のみ対象として行った。

## 実験 1 遠隔受講生を意識したコンテンツと理解度把握実験

### 実験 1 遠隔受講生を意識した発表コンテンツの場合

発表者：H I さん、課題名：コンピュータの高速化方式

実験環境：直接受講教室 - 東京高专情報処理演習 3 号室, 遠隔受講教室 - 市村・鈴木雅平研究室

教室間 - 10MbpsLAN, 被験者 - 東京高专情報工学科 4 年生 3 6 名 (2/16 2000PM)

	- 直接受講生 -			- 遠隔受講生 -		
	理解度○	理解度△	理解度×	理解度○	理解度△	理解度×
①	30%	43%	27%	33%	50%	17%
②	37%	40%	23%	50%	33%	17%
③	33%	40%	27%	33%	50%	17%
④	40%	40%	20%	50%	33%	17%
⑤	33%	47%	20%	33%	67%	0%
⑥	37%	43%	20%	50%	50%	0%

a. 評価実験結果(図 4-14 a.)



実	①高速化方式一覧の説明時の理解度→それを確認して→②高速化方式一覧の
験	事例を入れて再度説明。
順	③命令の Fetch・解読・実行各段階の並列化説明時の理解度→それを確認して
序	→④時間軸を明白にして再説明。
説	⑤パイプライン高速を阻害する要因の説明時の理解度→それを確認して→
明	⑥演習で使った電子計算機の命令例を述べて再説明。

**b. 評価実験説明(図4-14b.)**

**図4-14 BP3S評価実験1**

理解度即応集計結果が①のとき、コンテンツに作り込んでおいた事例を紹介しながらの再説明により、理解度(○)が直接受講生で30%から37%に7%向上している。遠隔受講生においては17%向上している。同様に時間軸を明示しての再説明(③から④)や演習で修得済みの例を入れての再説明(⑤から⑥)においても直接受講生でそれぞれ7%、4%と向上している。遠隔受講生においては17%向上している。直接受講生の場合は、理解度○(分かる)の向上率が再説明前32%(①③⑤の平均)から再説明後38%(②④⑥の平均)の向上である。遠隔受講生の場合は、33%から50%に大幅に向上している。理解度把握機能は直接受講生より遠隔受講生により多く寄与していることがこの実験により分かる。

**実験2 遠隔受講生無視のコンテンツと理解度把握実験**

再説明後の直接受講生の理解度と遠隔受講生の理解度は予想していた通り大きな隔たりを示した。直接受講生は再説明(②④⑥)時の発表者の身振り手振りから理解度が7~20%と大幅に向上している。しかし、遠隔受講生にとってはコンテンツの何処を再説明しているのか不明であり、発表者の身振り手振りは発表情景映像からは判断できない(発表情景から内容を理解する前提に立っていない)。発表の流れと共に理解度は絶望的になってゆく(直接受講の場合理解度○が平均38%から50%に向上しているにも関わらず、遠隔受講の場合③④⑤⑥と理解度○は0%)。このことは、遠隔受講生に対しては説明箇所を明示したコンテンツ作りが最も重要であることを示している。また作り込んであるにも関わらず発表者があがってしまい説明箇所が遠隔受講生に明示されない場合も生じ、遠隔授業は残念ながら不成立となってしまう。同一被験者へのアンケート"発表中緊張していたか落ち着いていたか"の回答では、発表学生の78%が緊張していたと答え、"直接受講生の表情をちゃんと見ながら余裕を持って発表できたか"の回答は否が74%であった。

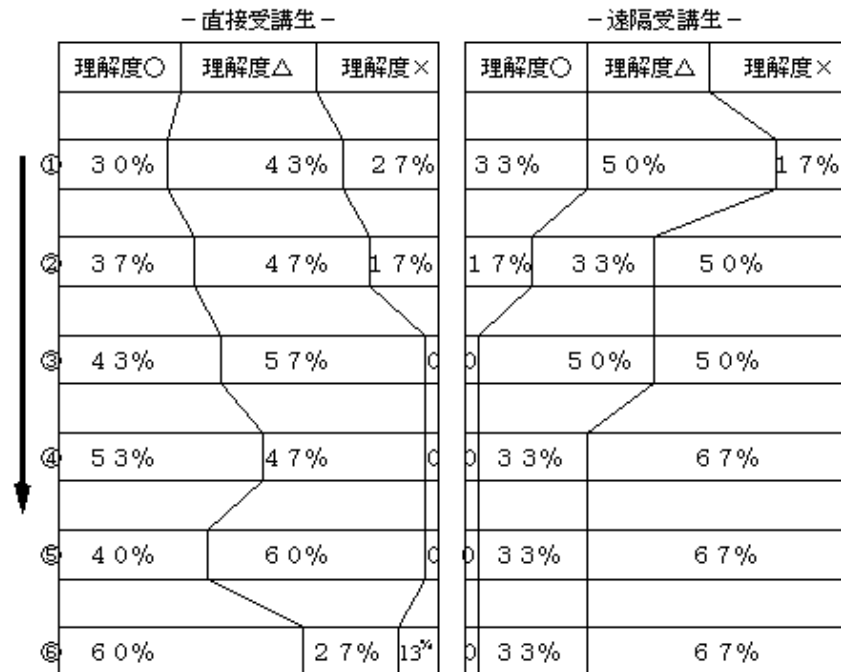
このことにより発表不慣れな初心者には、遠隔受講生のことを意識して発表コンテンツを制御することは殆ど不可能であり、説明箇所遠隔明示代行機能が必須であると言える。

**実験2** 遠隔受講者を無視した発表コンテンツの場合

発表者：HY君，課題名：コンピュータ上の数の表現

実験環境：直接受講教室－東京高专情報処理演習3号室,遠隔受講教室－市村・鈴木雅平研究室

教室間－10MbpsLAN，被験者－東京高专情報工学科4年生36名(2/16,2000PM)



実 ① 2進数がコンピュータ，10進数が人間に都合がよい説明時の理解度→そ  
 験 れを確認して→②半導体の2値論理の作り易さと人間が10本の指からの  
 順 補足を身振りと言葉で説明。ただしコンテンツ変化無(遠隔受講生を無配慮  
 序 ③ 10進数の2進計算の説明時の理解度→それを確認しての理解度→④再度  
 説 繰り返し説明。ただしコンテンツは変化なし(遠隔受講生を無配慮)。  
 明 ⑤ 一般のn進からm進への変換説明時→それを確認しての理解度→⑥コン  
 テンツの誤記訂正しながら身振りと言葉で説明。ただしコンテンツは変化  
 なし(遠隔受講生を無配慮)。

図4-15 BP3S評価実験2

**実験3 助言支援機能の有効性確認実験**

能動学習授業は発表学生の主体性を基本的に尊重する。この実験①②③のように遠隔受講生の理解度×が75%と続くような場合はその限りではない。理解度○が直接受講生の場合82%(①②③の平均)であるものが遠隔受講生が0%と全然理解されていないのは、発表

実験3 助言支援機能の有効性確認実験

発表者：S N君，課題名：コンピュータの高速化(ハイパースカラ技術)

実験環境：直接受講教室 - 東京高専情報処理演習3号室,遠隔受講教室 - 市村・鈴木雅卒研究室

教室間 - 10MbpsLAN, 被験者 - 東京高専情報工学科5年生20名(9/5.2000PM)

- 直接受講生 -				- 遠隔受講生 -			
	理解度	理解度	理解度 ×	理解度	理解度	理解度 ×	
1	100%		0	025%	75%	0	
2	57%		43%0	025%	75%	0	
3	85%		25%0	025%	75%	0	
4	85%		25%0	100%		0	

実 験 順 序 説 明

1,2と発表を続けさせながら教師により理解度を確認。しかし遠隔受講生の理解度 × が75%が改善されない。遠隔運用連絡機能により発表者の声が聞き取り難いことが判明(遠隔受講生代表)。

3の後，発表助言支援機能(🗣️)を使い発表者へ Please come to teacher.メッセージを発表者端末のコンテンツに上乗せ表示。発表者に遠隔受講生の理解度状況とマイクを近づけゆっくり再度説明することを助言。

4助言の効用により遠隔受講生の理解度 が100%になる。

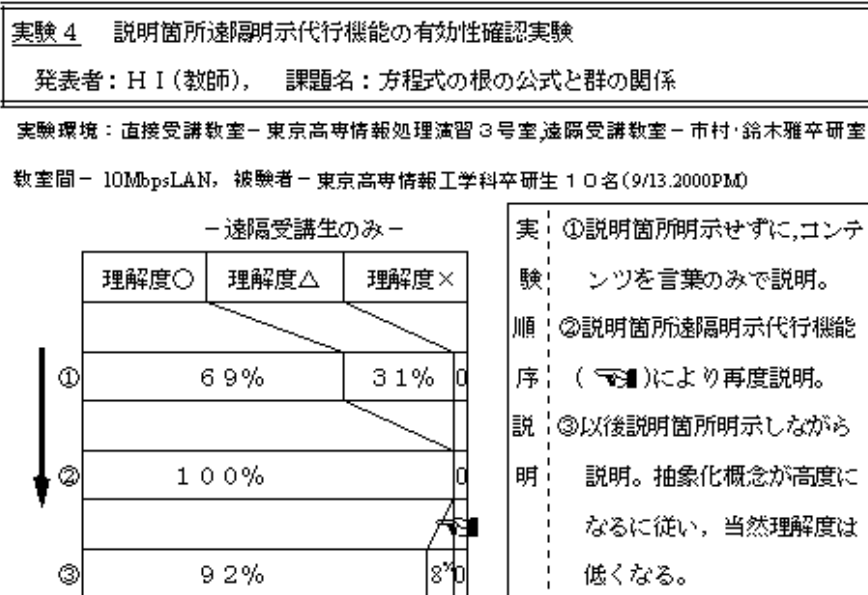
図4 - 16 B P 3 S 評価実験3

の声が小さく聞き取れないことによっていた(教師が遠隔運用連絡機能を介して遠隔受講生代表より状況を確認)。この情報を基にして，Please come to teacher.を発表者端末のみに発表コンテンツに上乗せ表示(気づくように)し，教師のところに来て貰い理解度と理由を説明し助言を与えて再説明することにより，その後の遠隔受講生の理解度は100% (4)に向上していることが確認できた。このことは発表助言機能の有効性を示している。直接受講生にとっては発表者が自発的に教師に出向き相談しているように見え，発表者の直接受講生に対しての自尊心を傷つけることはない。このことは，同一被験者へのアンケート"教師がちょくちょく発表者のところに来て助言をした場合どう思うか"の問いに，発表者の立場では"助かる，みっともないから嫌だ"の回答がほぼ半々に分かれ，また直接受講生の立場からは"良くない"の回答が67%であった(理由は折角調べてきたのであるから

発表者の自主性に任せるべき等)。このことからこの助言機能は、遠隔受講生を最重要視し且つ発表者の直接受講生への自尊心も保つ三者三文の得となる良い機能であることが実証できた。失敗を第三者に気づかれずに自尊心を保てることは、日本人の国民性から重要な意味を持つ (R027).R057).R226).R227).R229)。発表学生に恥をかかせせずに、次の機会には失敗しまいと内省的反省ができ、次の挑戦の意欲を湧き出させることこそ教師の力量である。このことはマルチメディアなる精神的道具により実証できた。

## 実験4 説明箇所遠隔明示代行機能の有効性確認実験

実験2のように遠隔受講生無視の発表コンテンツの場合や発表者があがってしまっている場合、遠隔受講生のことを考慮する必要がある。このような場合、発表者にはそのまま発表を継続させ、教師が発表箇所を見聞しながらこの代行機能を使って遠隔受講生に説明箇所を明示してゆく。この実験では遠隔受講生のみを対象として行い、代行しない場合の理解度(①:○ 69%、△ 31%、× 0%)は、代行しながら再説明を行うことにより100%の理解度(②)に向上した(この段階①は発表内容は概要レベルのものであるから当然の結果である)。内容が高度になるに従い、音声明瞭且つ発表箇所が明示されていても理解度は当然落ちることになり(③)、支援機能の役割の範囲を離れる。



注. 图中的縦軸矢印( )は発表の流れを示す。

図4-17 BP3S評価実験4

以上BP3Sの各機能を補完しながら、不慣れた発表者に対しては教師が、理解度把握、説明箇所遠隔明示の代行そして発表助言支援を操作すれば発表者の自尊心を傷つけること

なく、遠隔受講生の理解度は直接受講生とほぼ同程度に得られることを示している。また余裕のある発表者は、教師の代行なしで自力でBP3Sを操作することで達成できることを示している。このことは、BP3Sにより遠隔受講環境は直接受講環境に強く接近できたことを意味している。

#### 4. 4 能動学習遠隔授業教室と情報通信機器環境

マルチメディア活用能動学習授業は、当初コンテンツを投影するための液晶プロジェクタと匿名質問及び第三者評価入力のパソコン(受講生の員数分 LAN 接続)が用意された専用教室(具体的には情報処理演習室)で行っていた(1996年04月-2000年09月)。現在(2001

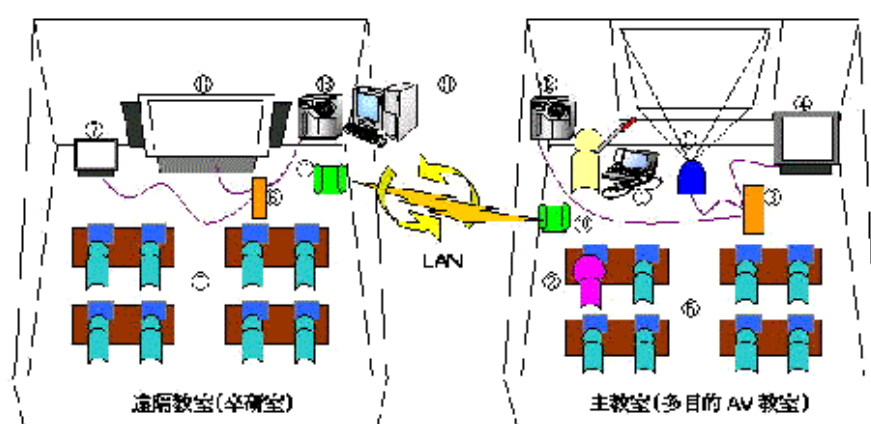


図4-18 設備整備後の能動学習遠隔授業環境

表4-4 本格的マルチメディア活用能動学習遠隔授業使用情報通信機器一覧

能動学習授業 情報通信機器	写真4-1		表4-2・図4-18(機器番号)	
	主教室	遠隔教室	主教室	遠隔教室
発表者PC	notePCとWireLessMic	—	①	—
教師PC	notePC	—	②	—
主表示装置	DigitalProjector	PlasmaDisplay	③	⑥
副表示装置	投影型Projector	液晶Display	④	⑦
主・副表示管理PC	2映像PC	2映像PC	③	⑥
発表・受講 情景映像	WebCamera	WebCamera	⑫	⑬
受講生PCs	notePCs	notePCs	⑤	⑧
インターネット接続	無線LAN	—	⑩	⑪
WS	—	UNIXmachine	—	⑨

年 04 月より)は、図 4-18 及び写真 4-2 に示すように、主教室を専用教室ではなく多目的 AV 教室とし、授業時間度にノートパソコン、管理・制御用パソコン及び無線 LAN 等を持ち運びし、また遠隔教室を共同卒業研究室とし、本格的に能動学習遠隔授業を開始した。

主教室及び遠隔教室の各情報通信機器(設計時の仕様機器表 4-2)と図 4-18 及び写真 4-1 を対応させてまとめると表 4-4 のようになる。能動学習遠隔授業における主教室と遠隔教室の授業風景を写真 4-2 に示す。

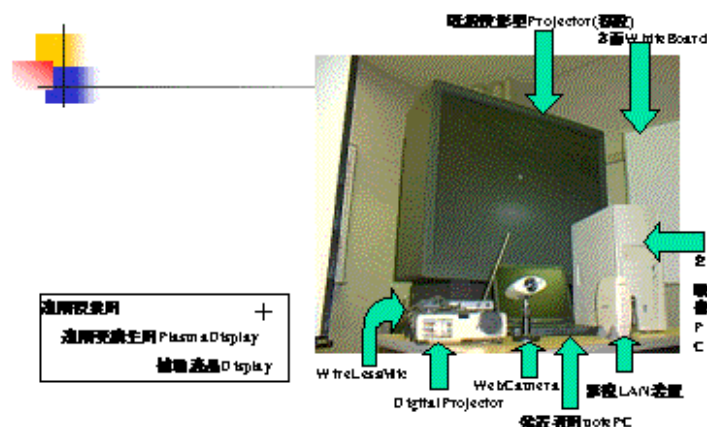


写真 4-1 能動学習遠隔授業用整備情報通信機器



写真 4-2 能動学習遠隔授業風景(左上：発表と直接受講風景，右下：遠隔受講風景)

## 4.5 携帯情報通信機器の活用(PDA・携帯電話)

前述設備拡張後の次に携帯情報通信機器すなわち携帯情報端末(PDA)や携帯電話の活用が考えられる。従来形態の授業の履修生は携帯電話の電源を切ることを義務付けられる。これは携帯電話がもつ影の部分のなせる技である。

一方、筆者らの研究の試み<sup>S057)</sup>も含め、最近になって携帯電話を授業の活性化に活用しようとする試み<sup>R225).R226)</sup>や教務連絡の利用の試み<sup>R234)</sup>がなされ始めてきている。授業での活用の成果は本論文3.6.2項, 4.2.4項で述べたと同様に、日本人固有の恥と気配りから開放され、内在する意見や問題点を顕在化するのに大いに役立ち、発表者及び教師の授業進行に有効性を発揮している<sup>R225).R226)</sup>。

しかし他者の試みは受講生と発表者及び教師間の携帯電話連絡はプロバイダ経由であり、授業中に授業目的で使用しているのかそうでないのか判別せず受講生に抵抗感があるとのことである<sup>R225)</sup>。

能動学習授業においては、受講生には発表者の投影コンテンツと発表者音声と表情を見聞きしながら聴講に集中させたい。能動学習授業中、発表者との理解度に関するコミュニケーションは、理解度催促と即応である。このための機器としてnote PCは高機能過ぎておりまた目障りである。PDAや携帯電話の機能で十分であり、物理的サイズとしては最適である。ネットワーク接続はBP3SのサーバPCとBluetooth・PicoNet(無線領域10m以内)の直接接続により、受講生に通話料の負担を強いることはない。かようにしてBluetooth情報通信機器の導入により、光の部分を生かしながら迷惑なる影の部分の発展的に解決する方法を提案してきた<sup>S057)</sup>。この近距離通信であるBluetooth活用であるならば携帯電話及びPDAの利用は別目的利用とシステムの的に区別でき、受講生の抵抗感を和らげることができ、且つ通信料金の問題も発生しない。その提案の概要を以下に述べる。

### 4.5.1 受講生端末・Bluetooth Pico Net・serverPC 構成

現在のBluetooth Pico Net<sup>R208).R209)</sup>の有する制約から受講生端末環境を図化すると図4-19のようになる。Bluetooth Pico Net(10m以内の伝搬距離)では1AccessPoint(master)当たり最大7台のslave 端末接続しか許されない。このような仕様の基で受講生を28名と仮定すれば、28slave 端末(携帯電話・PDA)に同時アクセスを許すためには、Pico Net Domainは4つ必要になる。各domainにはAccess Point 1台を置きslave 端末7台分のパケットを中継しserverPCに伝送する。この能動学習遠隔授業においては、携帯電話やPDAではあるが端末の移動はなく位置固定の利用形態であり、Ad\_hoc通信管理は不要である。

携帯電話やPDAの活用はこのような制約を課しての利用形態となる。

## 4.5.2 Bluetooth とBP3Sソフトウェアの整合性

能動学習遠隔授業において使用するソフトウェアは、次の通りである。

- |           |                                   |
|-----------|-----------------------------------|
| 1)市販表現ツール | MS 社製 PowerPoint<br>プレゼンテーション会議機能 |
| 2)市販音声伝送  | (株)インターコム Live_Phone まいとーく        |
| 3)匿名・遠隔質問 | 開発ソフトウェア(server)                  |
| 4)第三者評価   | 開発ソフトウェア(server)                  |
| 5)初心発表者支援 | 開発ソフトウェア BP3S(server・client)      |

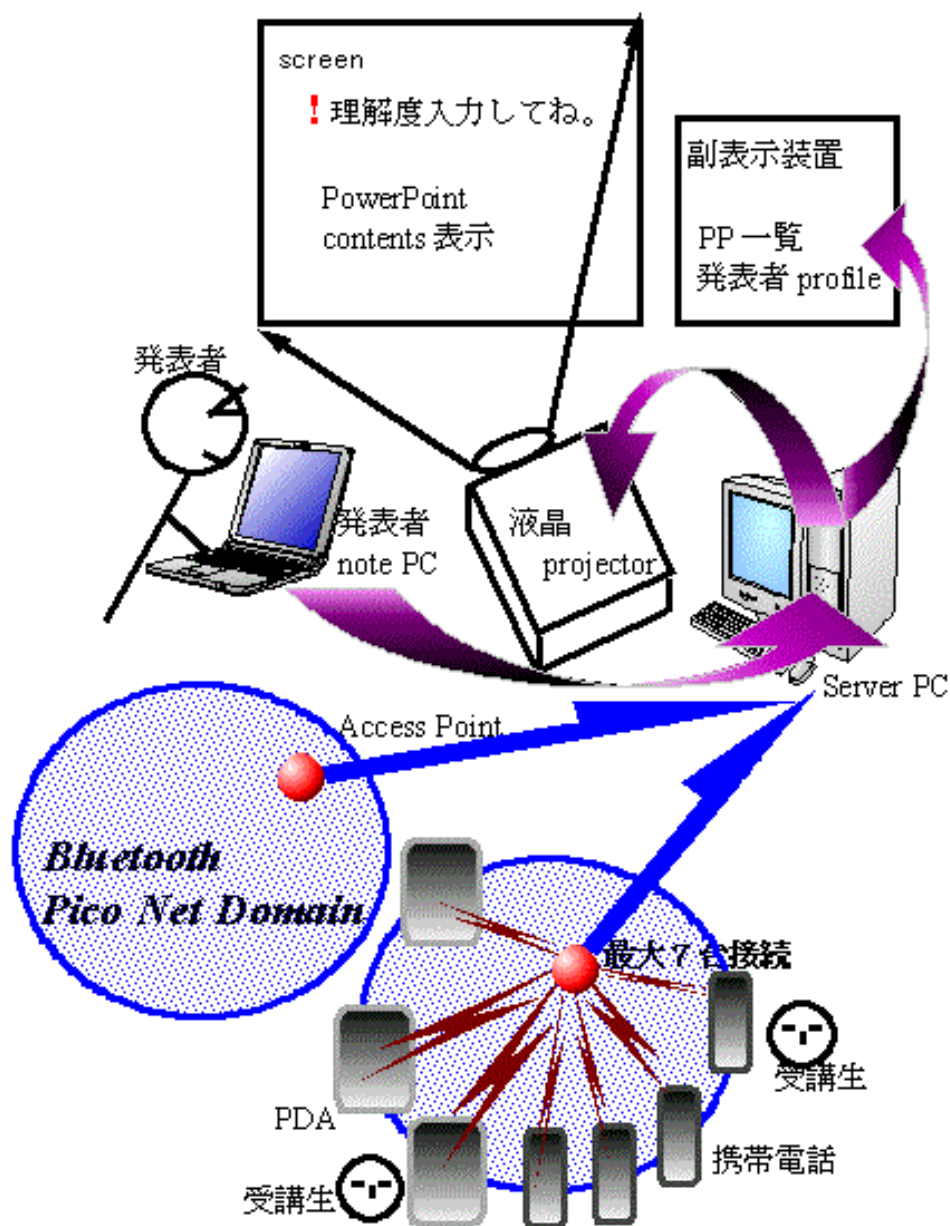


図4-19 能動学習授業における携帯電話・PDA利用形態



これらソフトウェアのうち表現ツール 1)と音声伝送 2)(図 4 - 2 授業構成員の関係 と )は, sever PC のみで動作し受講生端末には伝送されない。匿名・遠隔質問機能 3)(図 4 - 2 )と第三者評価 4)は, server PC 上の WWW データベースを client 端末の標準閲覧ソフトウェアが処理する方式であり, client 端末が携帯電話または PDA であっても基本的に問題はない。しかし, 初心者発表支援ソフトウェア BP3S(図 4 - 5 , 図 4 - 6)はそのようなわけには行かない。

以下受講生 client 端末を携帯電話や PDA(Bluetooth slave 端末)に移行する場合や携帯性に注目した新しい利用法(図 4 - 2 ひそひそ討論)に着目した場合の問題点を抽出し, 解決策を提案する。

### 4 . 5 . 3 B P 3 S 理解度即応機能と Bluetooth

受講生は, 理解度催促!(図 4 - 8 , 図 4 - 19 の screen にテロップ表示)を見て, それに即応する。その即応端末が携帯電話と PDA であり, 図 4 - 20 の如く Bluetooth Pico Net の AccessPoint に無線で伝送され( ① ),有線 LAN を介して serverPC に伝送される( ② )。

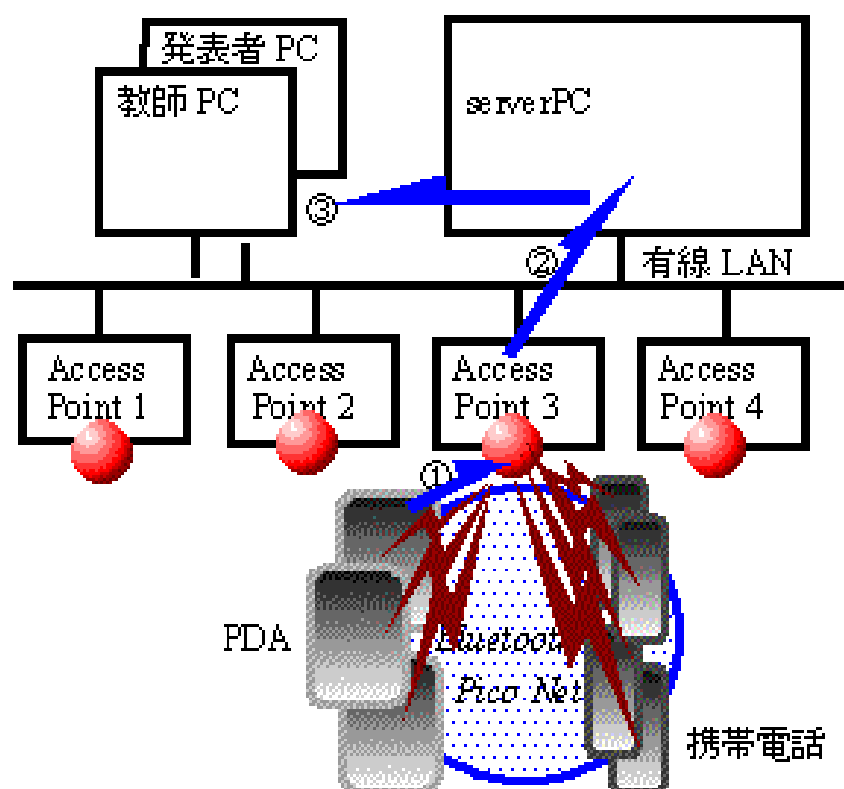


図 4 - 20 BP3S 理解度即応機能とパケット伝達経路

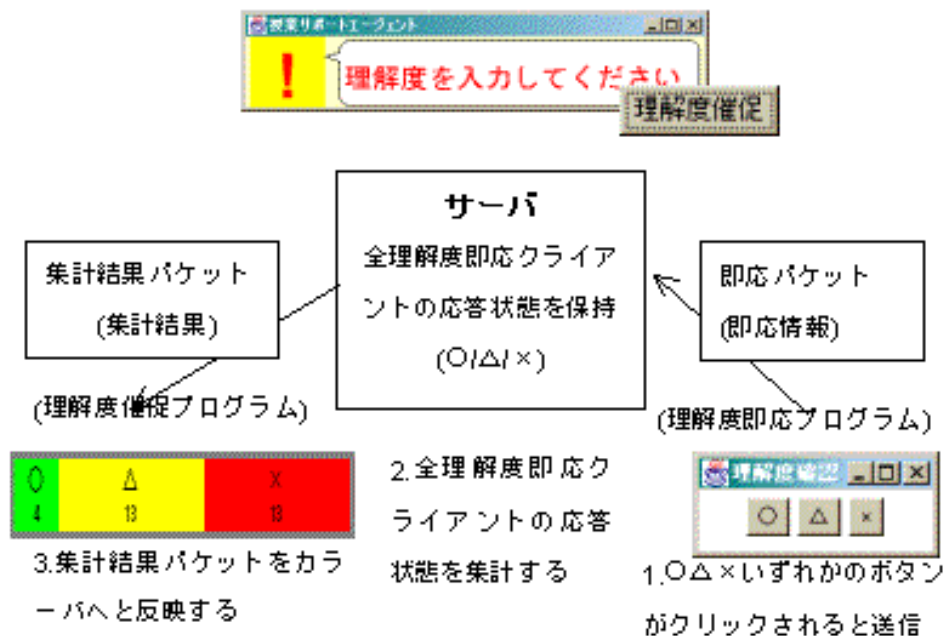


図 4 - 2 1 開発済 B P 3 S 理解度即応プログラム構造

serverPC で統計処理され、その結果が有線 LAN を介して発表者 PC と教師 PC に報告される。有線 LAN を介するのは Bluetooth2.4GHz と無線 LAN2.4GHz の干渉を防ぐためである。

開発済 BP3S の理解度即応機能(図 4 - 2 1)の改修対象部分は、理解度即応プログラム ( ×オブジェクトのクリックと送信)が実装される携帯電話・PDA 端末側の Bluetooth ホスト部分のみである。

#### 4 . 5 . 4 B P 3 S 新規"ひそひそ討論機能"と Bluetooth

現在学生気質として受講生は、前述してように問題意識は持っているが自らの意志の提示に躊躇しがちである (R057).R225).R226).R227).R229)。受講時に妥当な質問かどうかを同僚受講生に相談し、理解できないのは自分のみではないことを確認できれば質疑応答時間時に恥を忍んで質問することから開放される。受講中に発表者や他の受講生に迷惑をかけずにひそひそ討論を携帯電話や PDA の活用により実現した癒し環境を構築する。

- ・ 迷惑をかけずにひそひそ討論する方式

音声伝送ではなく文字伝送

- ・ 受講の集中と交信作業

受講生が受講に集中出来るために交信作業が容易である必要がある。そのためには、交信文章をリアルタイムで作成し送信する方式ではなく、交信者と簡易メッセージの事前登録方式とすることにより交信作業を容易とする。

- ・授業以外の交信の防止

授業に関係しないメッセージの交信を禁止しても他の受講生に迷惑をかけないから良いではないか。との理屈も出よう。また面従腹背も行なわれよう。このことは、前項の事前登録メッセージ方式と Bluetooth master 経由の slave 端末間通信方式により確実に防止できる。登録以外のメッセージは master となる Bluetooth PC(serverPC)でチェックし、登録以外のメッセージを発行している受講者を記憶すればよい。記憶結果をどのように扱うかは教師の教育方針で決めればよい。

## 4.6 能動学習遠隔従業システムの今後の検討事項と考察

現在マルチメディア活用能動学習授業は、直接受講環境においてはほぼ問題なく運用できている。より一層の運用を図るために次の事項を検討している。

### (1)コンテンツと音声の同期処理と市販表現ツールの版更新に関する問題

ネットワークの混み具合によってコンテンツの頁めくりと音声にずれが生じる問題がある。これは BP3S の発表箇所明示教師代行機能の教師マウスクリック事象と音声を同期を取って送受信する方式により解決できる。

また Microsoft 社 PowerPoint の版更新に伴って、Version97 の優れた"presentation 会議機能"が、Version2000 から汎用プログラム共用機能"NetMeeting 機能"に吸収されてしまった。機能の吸収は問題ないのであるが、性能が低下する方式であり問題である。

現在これに対する設計と試作を試みている。

### (2)発表者情景の録画による発表チェック

録画された我が身の発表態度を見ることは次の発表に最も良い教師となろう。DVD\_RAM も廉価になってきているので、今後Webカメラとの連動で対処したい。

### (3)その他

次の検討を残している。

- ・理解度催促応答の多目的応用
- ・簡潔明瞭質問文と関連質問抽出機能

## 4.7 結言

マルチメディア活用能動学習授業システムの有用性を更に普及させるために、筆者らはマルチメディア・インターネット活用能動学習遠隔授業システムの設計と評価を行った。その成果は次の通りである。

- ・普及させるための廉価なシステムの構成法として，一般教室複数による学内遠隔授業システムを次の条件を設定し提案した。能動学習授業を行うときのみ一般教室をマルチメディア利用可能とするため赤外線 LAN と可搬型大型プラズマ・ディスプレイを設置し，ソフトウェアは極力市販品・流通ソフトウェアを活用する。ソフトウェア開発は最小限に止める。
- ・日本固有の"恥"・"気配りの"文化を分析し是認し，一方国際化時代の技術者に求められる表現能力の要求を確認し，文化心理学的な"相互協調的自己観"の観点から初心発表者と直接受講生心理を配慮する。
- ・上記2点に基づいて，能動学習授業及び遠隔授業の初心発表者支援ソフトウェア BP3S は
  - 受講生の質問の顕在化
  - 初心発表者の心理と体験の成功感の醸成
  - 低速画像の伝送に伴う遠隔発表・受講情景の"めくら"状態の解消法
 を配慮して設計した。
- ・BP3S を実際の授業で使用し評価した。設計通り有効な結果が得られた。理解度把握機能は直接受講生よりも遠隔受講生に効用があり，説明箇所遠隔明示代行機能と助言支援機能の組み合わせにより初心発表者でも直接受講とほぼ同等に遠隔受講が可能であることが評価実験により示せた。特に初心発表者助言支援機能は，直接受講生には発表者が自発的に教師のところに外向き教師の助言を求めているように映り，また発表者は教師の助言を得て直接・遠隔受講生の理解度を高めることに成功し，成功体験に繋がっている。このことは，同僚受講生の第三者評価と自己点検に基づいて報告される発表後の差異報告に感動体験の表現が散見されることから確認されている。
- ・このように，初心者であっても成功観からの感動体験を醸成させ，自信に繋がらせ，次の機会にはもっと良く調べもっと良いコンテンツを作成し発表の練習をもっと良くして行こう，という向上心と有能観の動議付けとなっている。このように先ずは，マルチメディア・インターネットの道具としての光の部分を活用して自己責任の基に意見・疑問を表現できる基礎力と自信を育ませつつ，何時の日にか道具無しでも表現・討論ができるように地道な指導を行って行く。このことが，恥の文化を止揚し和魂洋才的・和而不同的な国際的技術者の育成に繋がる。との結論に達した。
- ・また，通信路の負荷評価は，学内共用の LAN の負荷率への影響測定，東京高専・情報工学科4・5年生を被験者とした直接受講生と遠隔受講生の理解度比較実験とアンケート調査により行うことができた。その結果，LAN の負荷は授業中で実時間性を要求される発表中でも本遠隔授業支援システムの単位時間当たりのデータ量は，理解度即応を要求しているとき(3秒以内に30名の応答を要求して)でも7.4KB/秒である。要求していないときはその半分の3.7KB/秒である。10MbpsLANの0.3～0.6%の負荷

であり軽負荷であることが判明した。QoS 機能の利用開放が実現すれば、今後普及するとこのころの Flet's ADSL や光 fiber なる高速インターネットでなくとも、またインターネットの隘路が生じている区間でも遠隔他校間交換授業が十分に成立する言えることが実験的に証明できた。

今後の課題は、次の通りである。

- ・話者に依存せずに聞き取りやすい音声伝送として圧縮伝送と垂れ流し伝送の比較実験
- ・遠隔受講生の発表者への引き込みエージェントの検討
- ・受講生端末としてサイズの目障りなノートパソコンの排除とひそひそ討論の推奨から、携帯電話や PDA への移行化を進める。プロバイダ経由ではなく最近距離通信方式の Bluetooth 通信を用いることで、併せて通信料金と形態の授業で使用するものの抵抗感も排除する。
- ・市販表現ツールの版更新に伴う遠隔通信方式の重量化の問題と、音声とコンテンツの同期化のために提案した方式の完成と評価。
- ・発表者情景の録画
- ・簡潔明瞭質問文作成支援と関連質問抽出機能

日本における遠隔教育は、試験段階から今後普及の段階にを迎えようとしている。能動学習授業の普及と学校間での交換授業を可能ならしめる方法として、能動学習遠隔授業システムは時宜に叶った形で技術的問題の提起を行い、その解決法を見いだしたことにある。この技術蓄積は技術・科学技術分野(左脳型)の遠隔教育である。次に到来が予測できる次世代の遠隔教育は技能・芸術分野すなわち右脳型遠隔教育と言えよう。

右脳的遠隔教育の先駆的研究について次章で述べるが、その研究の通信技術は本能動学習遠隔授業で得られた通信研究の成果に基づいている。

## 第5章 ペン字書道の稽古・師範を事例とした 次世代遠隔教育システムの方式設計

### 5.1 緒言

遠隔教育は学びたい意欲さえあれば空間・時間の制約から開放される ubiquitous 性を有する教育である。現在、日本の教育機関の取り組みは、実用化は一部されつつも全体的には試行段階と言えよう。この遠隔教育の内容は主として技術・科学・論理等の人間の左脳が得意とする分野と言える。筆者は、このような内容の遠隔教育の普及後に、次世代遠隔教育として左脳ではなく右脳が得意とする技能・芸術・感性・非論理性等の分野の ubiquitous 教育の需要を予測している。本研究は、この需要を見越して、ペン字・書道を事例として遠隔技能習得法の問題点を分析し、筆者らが蓄積してきた文字認識技術と能動学習遠隔授業システム技術を基にその設計法を提案し、併せて試作による一部評価を述べる。

### 5.2 研究背景と意義

教育としての遠隔教育(授業・講義)は、既に米国・欧州では教育界以上に企業内教育で普及しつつある (R093)-R108).R126)-R138)。日本はその後塵を拝しているが、少子化、創造性教育、生涯学習等の教育上の諸問題とIT革命の巻き返しが絡んで今後大いに普及する分野であり、現在は試行実験の段階 (R109)-R125).R140)-R163).R165)-172).R177)-R184).R199)-R206) と言える。この分野の先進国でも遠隔教育は、あくまでも科学教育・理性教育・技術教育を対象として普及していると言えよう。人間の頭脳の左脳の学習に関係する遠隔教育である。技能・運動・芸術等の右脳が対象としている学習にまでは及んではない。右脳に関係する学習は、子供の情操教育と言えるお稽古ごと教室(習字・音楽・水泳等)、成人の趣味教室(生け花、絵画、書道等)の事例の如く、日本では学校教育と併存して地域に密着して定着している。学校主体の遠隔左脳的教育の次は、当然として子供の情操教育、成人の趣味教室で代表される遠隔右脳教育(遠隔技能習得)が予測でき、心・技・体の総合教育である。

このような右脳的コンピュータ支援は書家が創作品の完成イメージを描くことを支援する研究 (R211) や、遠隔学生 - 教師間における遠隔行動教育法 (R210) として萌芽的になされている。筆者らは、これらとは異なり学生 - 教師という学校教育の場ではなく、地域に密着した趣味の研鑽(お稽古)教室の場を設定し、ペン字・書道を事例として研究に書手している。

本章は、ペン字・書道を事例とした右脳的遠隔教育を実現するために、次の内容

- ・美しい文字(外形)・生きた文字(運筆)に関する情報とコンピュータ収集情報との関係
- ・遠隔実時間(同期)添削指導ネットワークシステム技術
- ・非同期添削指導ネットワークシステム技術

についての方式提案と試作による一部の評価結果を述べる。

### 5.3 遠隔ペン字・書道習得研究の基本的考え方

"対面指導を最善の指導法である"ことを前提としつつも美の追究の一つであるペン字・書道の研鑽の場にインターネット・マルチメディアを導入することの効用を先ず確認し、この効用を引き出したための筆者らの設計基本方式を明確にする。その考えのイメージを図5-1に示す。

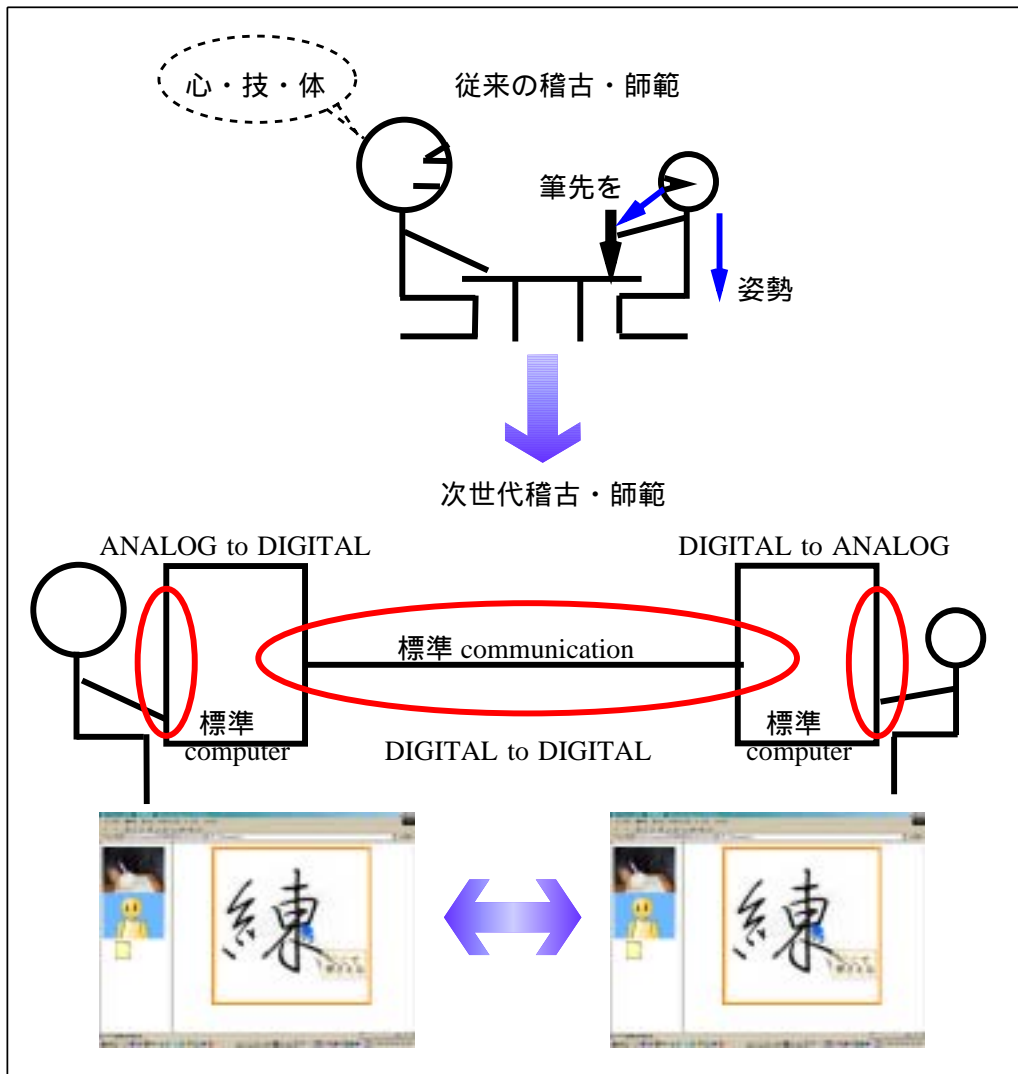


図5-1 ペン字・書道の次世代稽古師範イメージ

### 5.3.1 ペン字・書道の場にインターネットが及ぼす効果

導入効用を次のように考えることができる。

- ・ 意志あるところに道有り思うがまま望む流派に弟子入り

望む流派の教室が近くになく、師事したい師範が遠隔である。しかし上達したい意志さえあれば、インターネットの活用により距離的障害を乗り越え弟子入りが可能である。特に海外からの習得生には強力である。

- ・ 師範の質の高い指導

師範の指導の一部をコンピュータ自学自習方式とすることにより、師範は質の高い指導に多くの時間を割くことができ、意識の高い習得生の望みを叶えさせることができる。

### 5.3.2 美しい文字・躍動感ある文字への考え方

ペン字・書道に限らず絵画でも写真でも鑑賞者が美しさ・躍動感(生き生きさ)を感じ取るということは、科学的に普遍的に究明できるのかもしれない。しかし、現在では困難と言えるのではないだろうか。本研究は、その道の流派や達人(師範)の美に関する考え・精神を尊重し、その精神から導出される身体性を伴う行動、表現の課程を標準情報機器・通信機器上の仮想空間に極力忠実に再現する技術の追求を目的とする。この考えは、Ezra Paund(詩人)の次の言<sup>R212)</sup>

科学 - 事物を記述する方程式(個から独立)

芸術 - 人間感情の方程式(個への依存)

にも裏付けされ、筆者らはペン字・書道の特定の師範の考えを仮想空間上に具現化する方式を研究する。

### 5.3.3 習得生のレベル

ペン字・書道の習得生(弟子)は、初心者(留学生,帰国子女,小学生)、中級者、上級者とレベル分けできる。本研究では、習得対象を先ず美しい文字・生きた文字を書きたいと熱望する中級者・上級者に設定し、インターネット上に"静雨流"<sup>R213).R214)</sup>の書の美を如何に実現するかを研究する。

### 5.3.4 ペン字・書道の従来 of 稽古・添削指導

現在、ペン字・書道の添削指導は

- ・ 対面による直接指導方式
- ・ 郵送による通信教育方式

の2つの形態で行われている。



対面による直接指導方式とは、弟子が師範のもとに自ら赴いて指導を受ける方式である。この方式では師範は、文字を書いている様子を弟子に見せたり、お互いに表情を見て確認し合いながら話すなど、師範と弟子が相互にやり取りでき、情報量が非常に多い。従って、この指導方式がもっとも効果的であると言われている。しかし、このような指導方式では、師範は個々の弟子のレベルにかかわらず、一様に時間がとられるため、時間的制約が非常に大きく、本来、師範が自ら指導しなくても良いことにまで多くの時間が費やさなければならない。

一方、郵送による通信教育方式は、図5 - 2のように師範と弟子との間のやりとりを郵送により行う方式である。初めに師範は、弟子に出すべき課題を選定し、お手本を書いて弟子に郵送する。弟子は、受け取ったお手本を参考にして稽古(練習)を繰り返し、練習の成果を師範に返送する。師範は、弟子の練習成果に対して添削を行い、再度弟子に返送する。弟子は送られてきた添削内容を見ながら、再度練習を繰り返す。この方式では、弟子は都合の良いときに練習を行うことが可能であり、また師範も同様に都合の良いときにお手本作成・添削を行うことが可能である。従って、師範・弟子ともに時間的制約が少なく、特に師範はこの方式を採用することにより、より多くの弟子を指導することが可能である。しかし、郵送に要する時間が長いこと、また紙という媒体のみで指導を行わなければならないことから、通信教育方式は直接指導方式に較べて、文字の書き方に関する学習効果が低いと言える。また、書に対する心構えについての指導も通信教育方式では非常に困難であると言える。

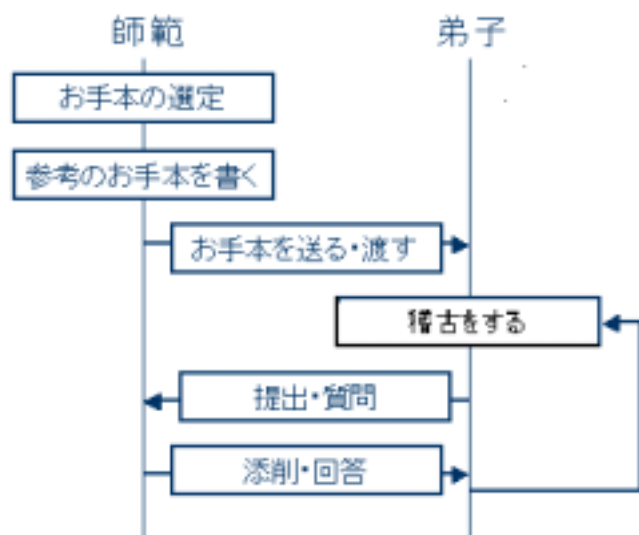


図5 - 2 従来のペン字・書道の稽古・師範・添削教育

## 5.4 システム構成

### 5.4.1 ハードウェア構成

地域のお稽古教室でも導入できる廉価なパソコンシステム構成とし、特別な機器は使用せずにごく標準の情報機器と通信機器(インターネット)とする。ただし次の入出力機器(表5-1)は必須である。

表5-1 Demand Peripheral

処理	入出力機器
オンライン手書き入力	タブレット
紙上の直筆入力の読み取り	イメージスキャナ
書き姿映像	CCD カメラ
遠隔実時間会話	スピーカ・マイク

### 5.4.2 ソフトウェア構築法

市販ソフトウェアと開発済みソフトウェアや設計方式(S041).S051).S062)を可能な限り利用し、新規開発ソフトウェアは目的とするオブジェクトのみに極力限定する。設計仕様は、UML(Unified Modeling Language)技法に基づいて、必要機能の洗い出し、各クラス・オブジェクト・属性との対応、拡張性を吟味して構築する。市販または開発済みソフトウェアとのリンクはXML(eXtensible Markup Language)を使いシステムの拡張性に備える。また仮想空間上に雰囲気醸し出すVirtual Actor(引き込み現象)<sup>R188</sup>の考えを導入する。

### 5.4.3 実現対象

次の2点に実現対象を絞り込み、方式を研究する。

- ・要素技術 - 美しい文字(外形)・生きた文字(運筆)に関する情報とコンピュータ収集情報との関係
- ・ネットワークシステム技術 - 遠隔・時間差を乗り越えて同期・非同期の添削指導法

## 5.5 コンピュータ対処法

### 5.5.1 漢字の書としての芸術性の分析

漢字のペン字・書道において、達筆とは

- ・形が美しく
- ・躍動感ある(生き生きした)

なる両面を兼ね備えた文字と言われている R215)-R218)。この漢字上達法の基本は、山下静雨流 R213).R214) では要約すると次の通りである。

・文字輪郭

漢字は、正方形、丸形、縦長方形、横長方形、正三角形(上向き)、正三角形(下向き)に類別される(図5 - 3)。

・偏と旁の均衡

漢字大部分は偏と旁に分離構成され、そのパターンは12種類に類別される(図5 - 4)。

・運筆(生き生きした文字)

「点を書いて止める(筆圧)。速度を加え一気に書き(速度)、最後はきちっと止める(速度の不連続)。一度しっかり止め、左上方へ跳ねる(筆圧・角度)。最後は静かに抜く(筆圧を連続的に零に)。」これは、運筆と呼ばれ、美しさと関係する表意文字構成の確立後、表意文字がさらに書としての芸術性を高める要素として加わってきたと言われている R215)。

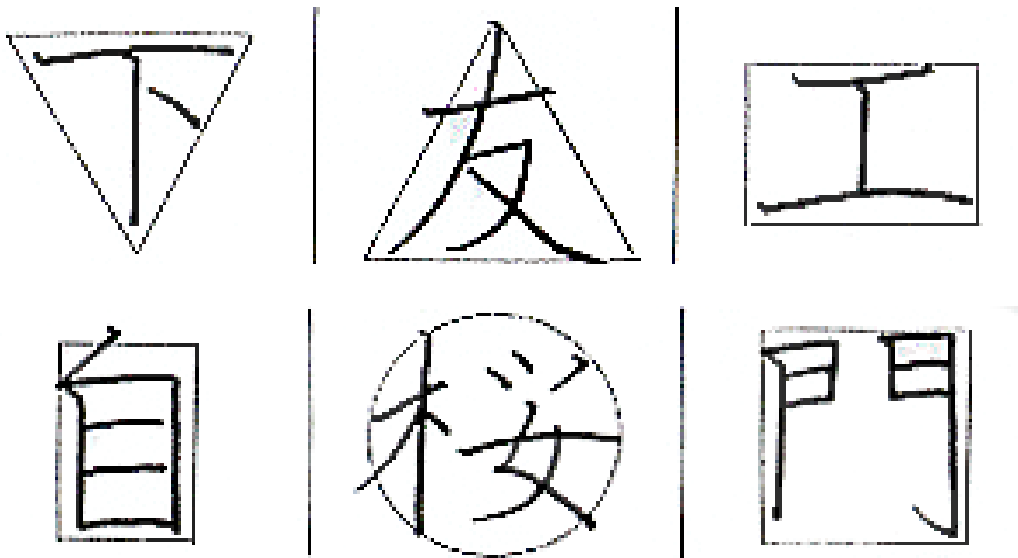


図5 - 3 文字の輪郭(6種類)

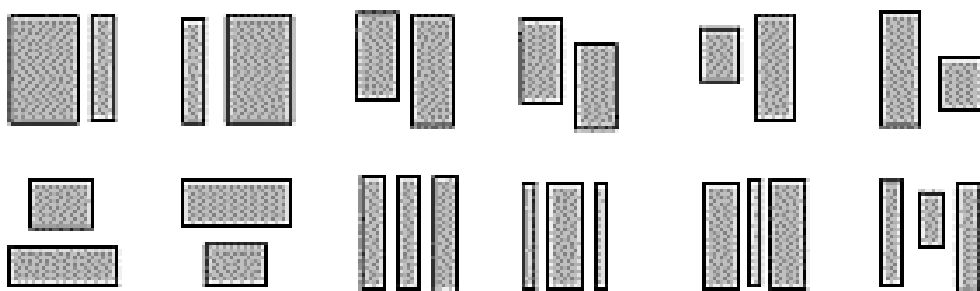


図5 - 4 文字の旁と偏

これら漢字の文字構成は、対象と文字の表意対応・美文字構成として西暦4世紀には漢字発祥の地中国で確立され定着したと言われている (R215)-R222).R244)。このような先人の知的資産である美しい文字情報は、オフライン手書き文字認識による宛名書き切り出し技術・非線形正規化技術・重ね合わせ認識技術 (S095)-S112).S115)-S118).S121)-S128) で対処できる。

これら文字の生き生きさに関する情報は、基本的にペン・筆の動きとしてオンライン手書き文字認識の筆圧・速度・角度検出技術(前述運筆説明の 印部分) (S113).S114).S119).S121) によりそれぞれ対処できる。

これら運筆は基本的に8つの点画に集約され、“永”という文字がこの8つの点画をすべて含んでいるため“永字八法”と呼ばれる(図5-5参照)。この“永”文字の稽古が運筆の上達のこつである。特に次の点が重要であるとされる。

- ・文字のメリハリ(跳ね、払い、止め)

図5-5に示すように跳ね、払い、止めは、生き生きした文字を書く際の重要なポイントとなる。

- ・緩急

文字を書く場合、図5-6のように横画は軽く・速く、縦画はゆっくり・力を入れて書くことも生き生きした文字を書く上で重要である。

- ・線の滑らかさ

図5-7は図5-5の2画目の部分を拡大したものである。縦画から跳ねに向かう場合、(a)のように滑らかであればよいが、(b)のように横ぶれがあると躍動感があるとは言えない。

- ・線の傾き

図5-5の 1, 2の角度のバランスが重要になる。ただし、これらの角度は、絶対的に評価されるものではなく、手本の形どおりに線が交わっていても文字全体として平衡が取れていれば、生き生きとした美しい文字であると言える。

これら躍動感・美形文字に関する師範の添削例を図5-8に示す。

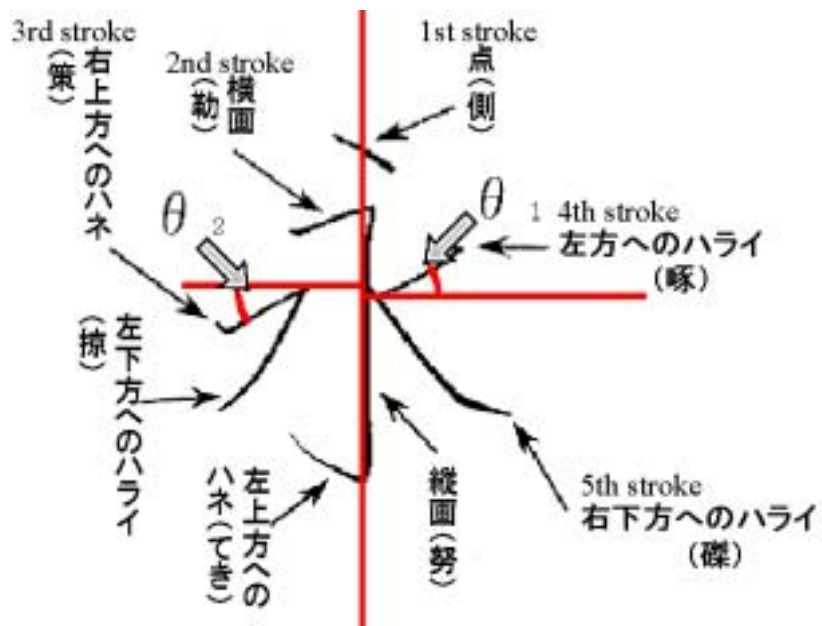


図5 - 5 永字八法および線の傾き



図5 - 6 緩急

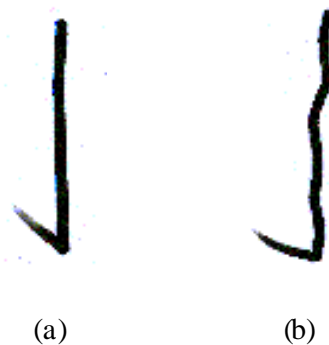


図5 - 7 文字の滑らかさ

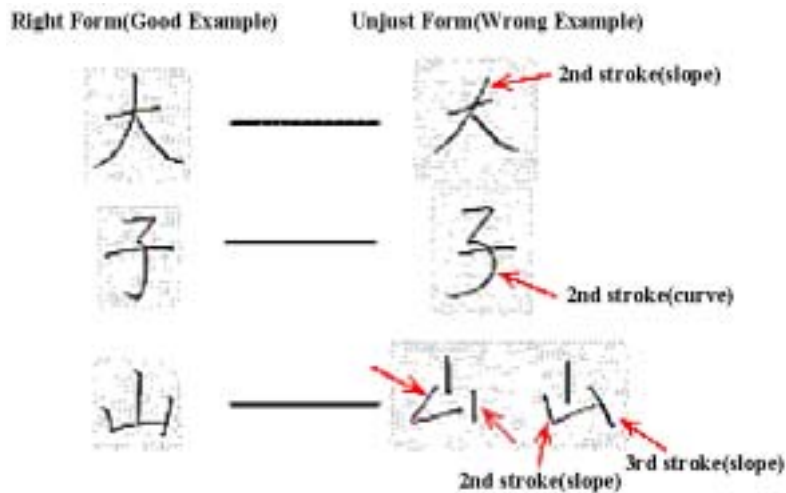


図5 - 8 添削された文字の例

## 5.5.2 漢字の芸術性とコンピュータ対処法

従来からの漢字の稽古・師範(添削)の通信教育をコンピュータ・インターネット活用の遠隔稽古・師範化へ移行するためには、肉筆の文字外形と運筆をどのようにデジタル化出来るかどうかに関わっており、表5-1の機器のうちタブレットがその役割を担う。

肉筆はタブレットから入力され、デジタル化される。その際に美しい文字としての外形情報、生き生きした文字の運筆情報としてデジタル化される必要がある。そのために次の対処法を検討しなければならない。

- ・書き心地のよいタブレット
- ・文字外形及び運筆情報の収集

## 5.5.3 書き心地とタブレット選択

書き心地よいタブレットの新規開発を目指すのではなく、標準市販タブレットの選択と工夫法をとる。評価項目は

- ・文字はペン先・筆先をみて書く
- ・ペン先の感触

の2点とし、3種のタブレット(写真5-1 a., b., c.)を評価した。その結果を表5-2に示す。

ボールペン型タブレットと用紙の組み合わせ、さらに用紙とタブレット間に執務用ゴム板を敷くことが次善の選択・工夫であるとの結論に達した(用紙には縦・横 1.2 × 1.2cmの枠を印刷しておく)。このことは、書家(山下静雨師範)の試用に基づいた結論である。

表5-2 書き心地実験の結果

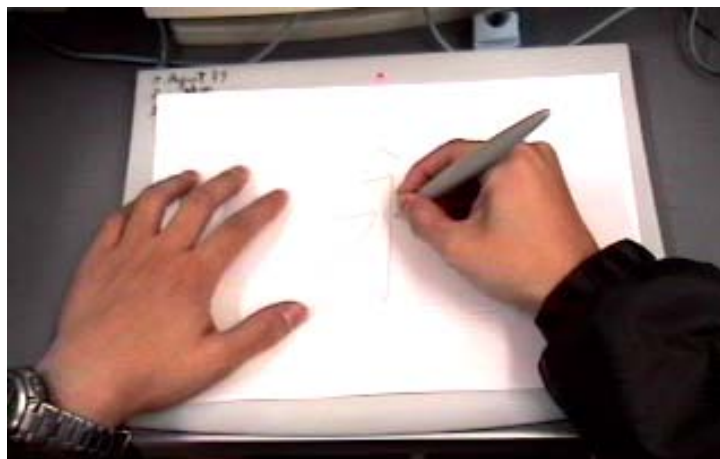
タブレットの種類	評価項目	
	ペン先を見ながら書く	ペン先の感触
液晶タブレット (写真5-1 a.)		×(硬く書き心地悪い・書く動作と表示の微妙な差有)
標準タブレット (写真5-1 b.)	×	(ペン字のペンと違和感有)
ボールペン型 (写真5-1 c.)	(紙を下敷きタブレットにした場合)	(書き心地良い)



a. 液晶タブレット



b. 標準タブレット



c. ボールペン型タブレット

写真5 - 1 評価対象の市販タブレット

## 5. 5. 4 手書きペン字のデジタル情報

### (1)文字運筆情報－オンライン手書き文字認識技術の応用－

文字運筆情報は、文字枠の筆跡を一定時間間隔でサンプリングされ、各時刻おける

- ・ペンの位置
- ・速度
- ・筆圧

がデータ列として検出される。その一例"永"を図5-9に示す。文字運筆は x-y 座標の点列(●)の間隔差で示すことができる。"点を書いて止める。速度を加え一気に書き、最後はきちっと止める。" このような運筆の例は、図5-5の第1画(1st Stroke)の始点と終点間の線分は、タブレット上のサンプリングの繰り返し回数として図5-10のように示せる。点の位置1,点の位置2から7, 点の位置8は、それぞれ"点を書いて止める",

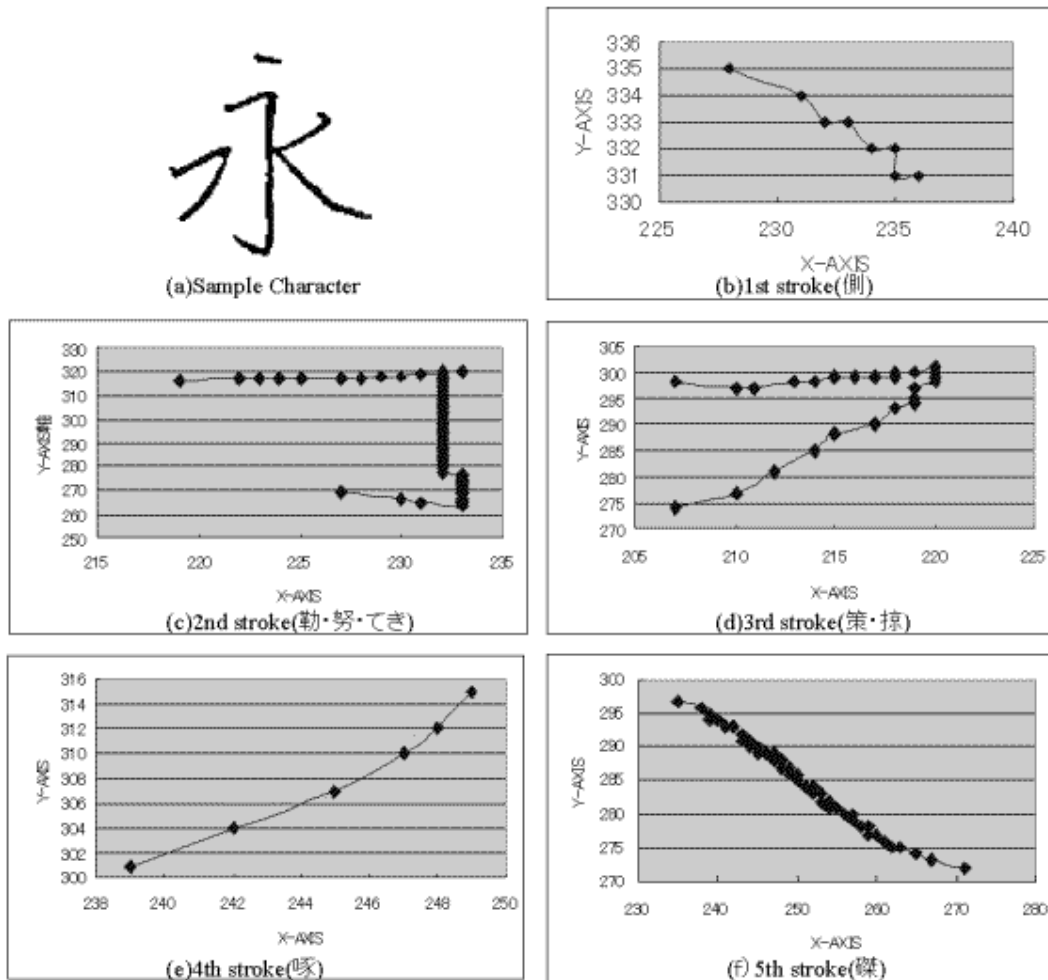


図5-9 入力文字と検出デジタル情報



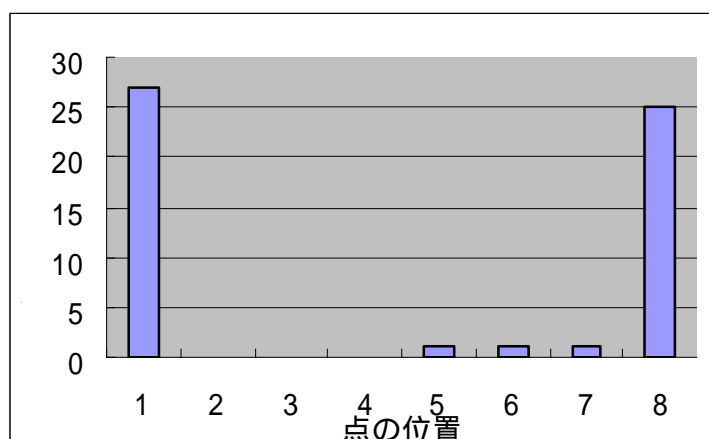


図5 - 10 "永"第1画のサンプリング繰り返し回数

"速度を加えて一気に書き", "最後はきちんと止める"に対応している。運筆に関する主観評価とコンピュータ客観評価の対応がよくとれていることが分かる。

運筆の一つの事例を示したが、文字の"払い", "跳ね", "滑らかさ"等も同様に客観評価が可能であり、詳細は節を改めて述べる。

## (2)文字美形評価情報 - オフライン手書き文字認識技術応用 -

オフライン文字認識の前処理技術である非線形正規化技術が有効である一事例を図5 - 11に示す。



図5 - 11 非線形正規化による文字外形の調整例

このような前処理技術を使用して、文字輪郭(図5 - 3)が美形であるかどうかの自動評価解析法として次の3種を提案し、その方式と評価結果を5.6.2項で述べる。

- (1)外形縮小法
- (2)外形差異抽出法
- (3)2次モーメント法

## 5.6 手書きペン字デジタル情報の解析と評価

### 5.6.1 躍動感文字 - オンライン手書き文字認識技術 -

#### (1) 自動評価法

図5-1に示した遠隔実時間添削においては、弟子がコンピュータを用いて自学自習するための文字評価ソフトウェアが必要となる。文字評価ソフトウェアを構築するためには、“静雨流”に基づいた評価基準に従って、コンピュータ上で文字を自動評価する手法を確立する必要がある。文字を自動評価するためには、書かれた文字の形だけでなく、美しく躍動感をもって書かれているかどうかについても評価する必要がある。ここでは、文字のメリハリおよび緩急という観点から評価する方法について述べる。

タブレットで文字を入力すると、一定時間間隔でペンの位置、筆圧、角度(水平方向および垂直方向)の情報がコンピュータへ入力される。例えば、図5-12(a)のような文字を入力すると、一定時間間隔で位置、筆圧、角度の情報がコンピュータに伝送され、図5-12(b)のようなデータが得られる。これらを使用して、“静雨流”の美しい文字に基づいた評価法を検討する。

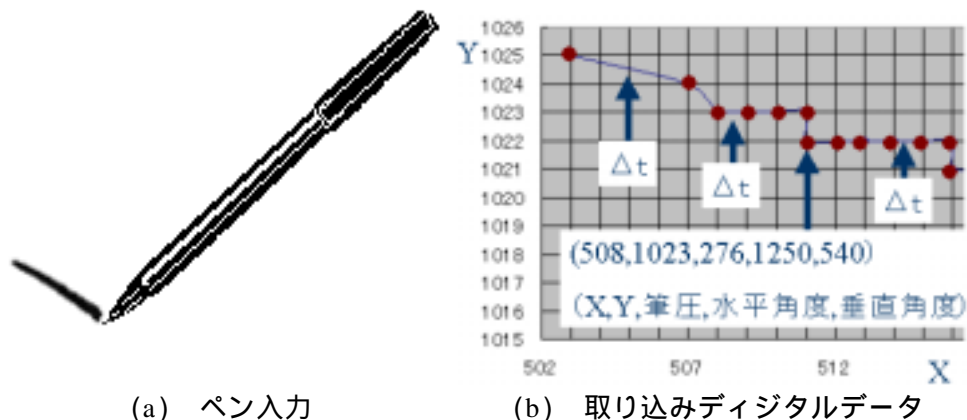


図5-12 コンピュータ入力

ここでは文字のメリハリと緩急の自動評価法について検討を行うが、そのためには、逗留位置の推定が必要である、以下では、はじめに逗留位置の推定方法について述べ、次に逗留位置を用いて文字のメリハリ・緩急を評価する方法について述べる。

#### a) 逗留位置

タブレットから入力されるペンの位置情報を見ると、図5-13(1)の“止め”の場所では、同じ位置情報が繰り返される。これを逗留時間と呼ぶ。

入力された図5-13(1)の文字のデジタルデータは、ペン位置とその位置における

逗留時間の関係で表すことが出来る。そのことを図5 - 13 (2)に示す。ここで、逗留位置とは図5 - 13 (1)の止め(a) - (c)に対応する位置と定義する。しかし、(2)にある(b)と(c)のように、どちらが逗留位置か判別できないときがあるので、逗留位置の推定を行う必要がある。

まず、入力結果の逗留時間が逗留時間の閾値  $D$  より大きい位置を抽出すると、図にある

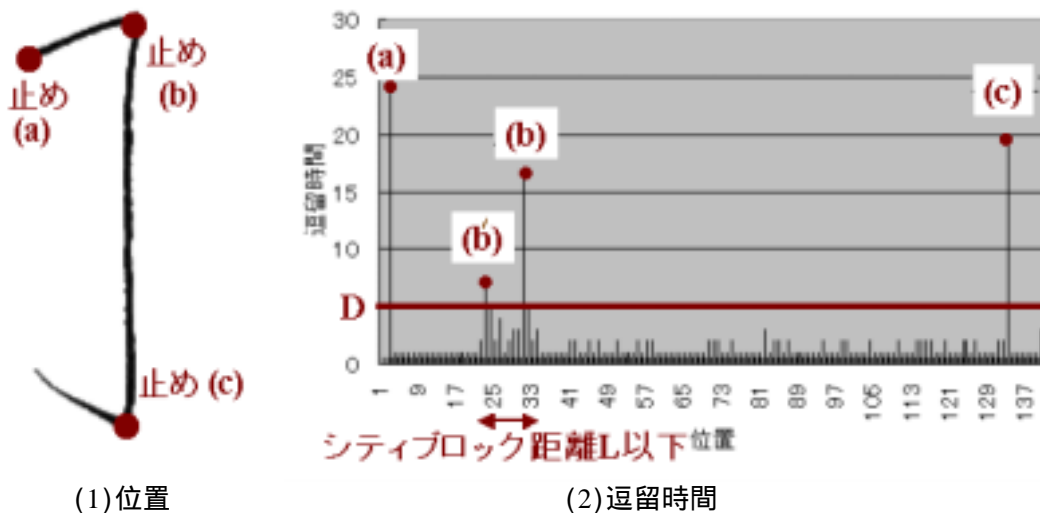


図 5 - 13 位置 - 逗留時間

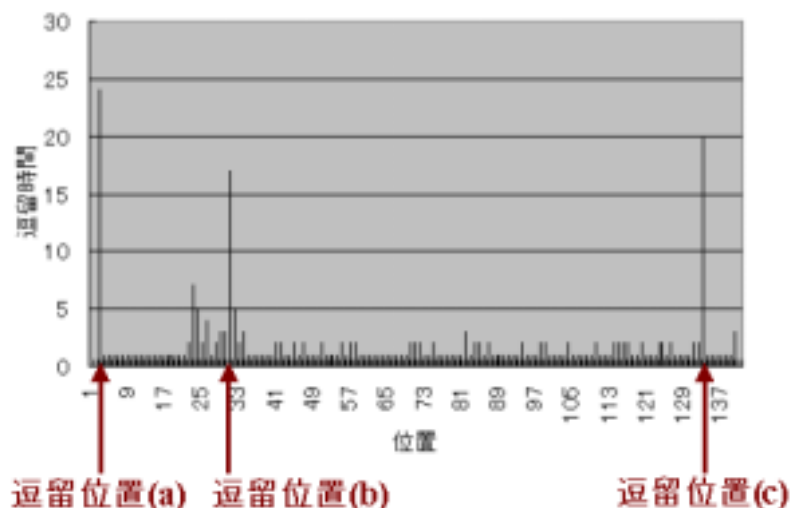


図 5 - 14 逗留位置の抽出

ように(a),(b'),(b),(c)の4つの位置を確認することができる。次に、得られた逗留位置のうち、互いの距離が  $L$  以下のものに対しては逗留時間の短い方を削除し、逗留時間の長い位置を逗留位置とする。図では(b')と(b)は City Block 距離  $(|x_b - x_{b'}| + |y_b - y_{b'}|)$  が  $L$  以下で存在するので、最大逗留時間である(b)を逗留位置とする。図5 - 14 は実際に図5 - 13 から逗留位置を求めたものである。

このようにして、求められた逗留位置は、文字を入力しているとき、その位置で止めを行っているものと考えられる。つまり、図5 - 14 逗留位置(a) - (c)は図5 - 13の止め(a) - (c)にそれぞれ対応していると言える。

#### b)文字のメリハリ

文字のメリハリの自動評価法では、“止めの位置できちんと止める”ことを主に評価する。図5 - 15は、図5 - 13(1)の文字を上級者、中級者、初級者それぞれに書いて貰い、ペンの位置とその位置における逗留時間の関係を示したものである。

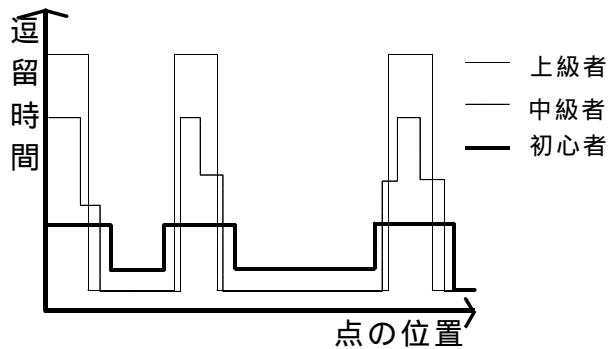


図5 - 15 文字のメリハリ

この図によると、上級者であるほど、逗留位置におけるピークが高く鋭く、初心者になるほどピークが平坦になる。これは、上級者であるほど良い筆さばきであり、止めるべきところは止め、跳ねるべきところは跳ねているということを意味している。これを利用して、入力した文字にメリハリがあるかどうかを評価する。ピークの鋭さを評価するには、尖度なる統計量を用いる。

逗留位置  $p$  を中心とする長さ  $l+2s$  の区間(半径  $s$  内に唯一の逗留点があると仮定)において、各位置における逗留時間を

$$x_i, i \in \{1, 2, \dots, n\}, n=l+2s$$

とするとき、尖度  $k$  は、式(3)で与えられる。

$$\text{尖度}k = \frac{(1/n) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{\left\{ (1/n) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right\}^2} \quad \text{式(3)}$$

師範が書いた文字および弟子が書いた文字から尖度を求め、弟子の文字から得られる尖度の方が小さければメリハリがないと判断し、弟子に助言を与える必要がある。

### c) 緩急

緩急は横画を書く速さと縦画を書く速さの比により評価することができる。図 5 - 1 6 のように、あらかじめ逗留位置が分かっていると横画、縦画を書く速さが算出できる。これにより比を求めることが可能である。

横画と縦画を書く速さの比が妥当かどうかは、師範のサンプルを基準に判断する。師範のサンプルから得られる比の平均を  $\mu$ 、分散を  $\sigma^2$  とし、弟子が書いた文字から得られる比を  $x$  とするとき、 $x$  が次式

$$\mu - 3\sigma < x < \mu + 3\sigma \quad \text{式(4)}$$

を満たすならば、緩急が良いと判断し、そうでないときは緩急が悪いと判断する。

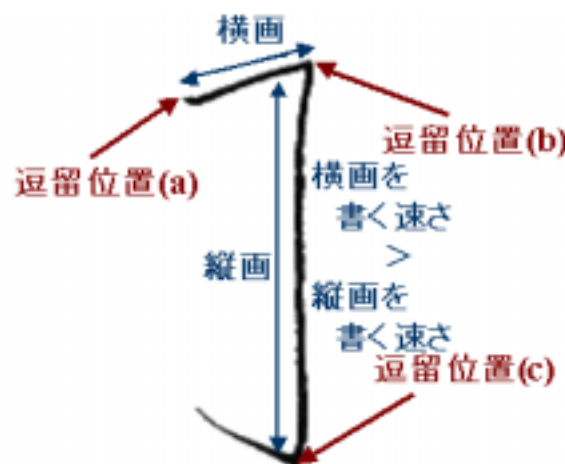


図 5 - 1 6 緩急

## (2) 評価実験

上述"躍動感ある文字"の評価法の妥当性を検証するために、検証実験を行った。

### a) 実験方法

被験者 10 名に 12 回"永"という文字を書いて貰い、得られた 120 パターンを実験データとして使用する。また、提案する自動評価では、師範が書いた文字から得られる基準値を用いて相対評価を行っているが、これらの基準値は、同じ環境で山下静雨師範が書いた 10 サンプルを用いて算出する。

本実験では、実験データのうち"永"という文字の 2 画目に注目し、上述した評価方法に従って、逗留位置の推定と、文字のメリハリおよび緩急についての自動評価を行い、得られた評価の妥当性を検証する。

#### b)実験結果と考察

まず、実験に用いた 120 パターンについて、逗留位置の検出を行った。逗留位置の検出において、図 5 - 1 3 (2)におけるパラメータ  $D$ ,  $L$  は、今回の実験データで逗留位置を最も良く検出できるように、 $D=5$ ,  $L=5$  と定めた。"永"という文字の 2 画目は、図 5 - 1 4 のように 3 つの逗留位置を持つが、120 パターンのうち、3 つの逗留位置が検出されたものは 27 サンプルのみであった。図 5 - 1 7 に、3 つの逗留位置が検出できた例と、検出できなかった例を示す。

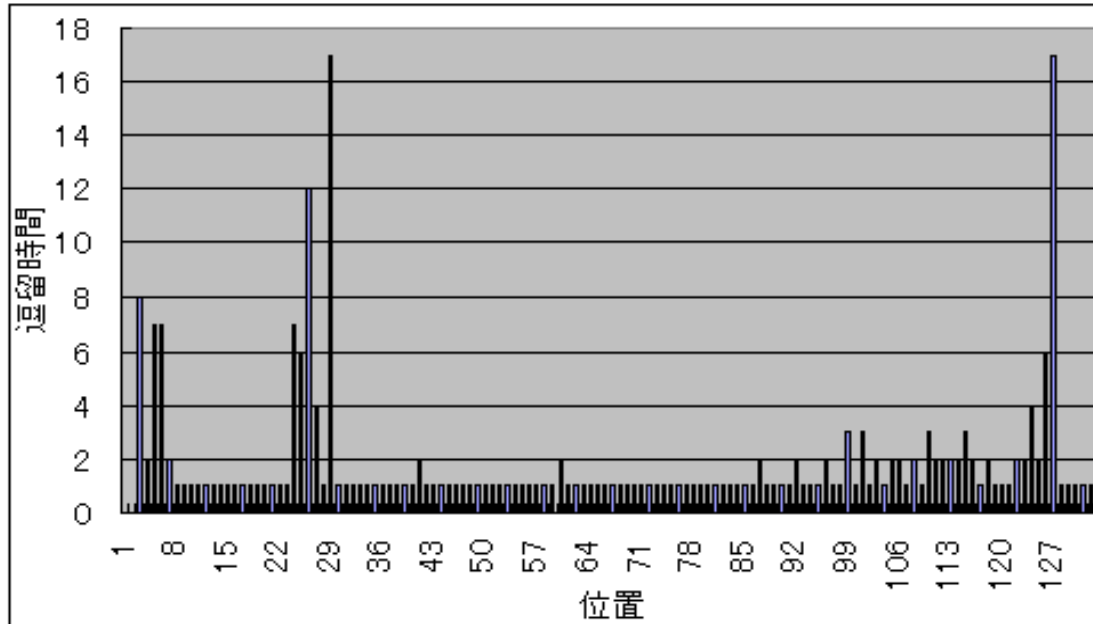
この図から分かるように、(a)では逗留位置となるべき位置においてペンをしっかり止めているため、逗留位置を検出することが可能である。しかし、(b)では逗留位置となるべき位置でペンをしっかり止めていないため、確かに逗留位置付近で逗留時間は長くなっているものの、逗留時間が 5 以下のものは逗留位置の候補から外れてしまうため、逗留位置を検出できなかった。

このことは、実験データ全てについて言えることであり、提案する逗留位置の検出手法が妥当であると言える。

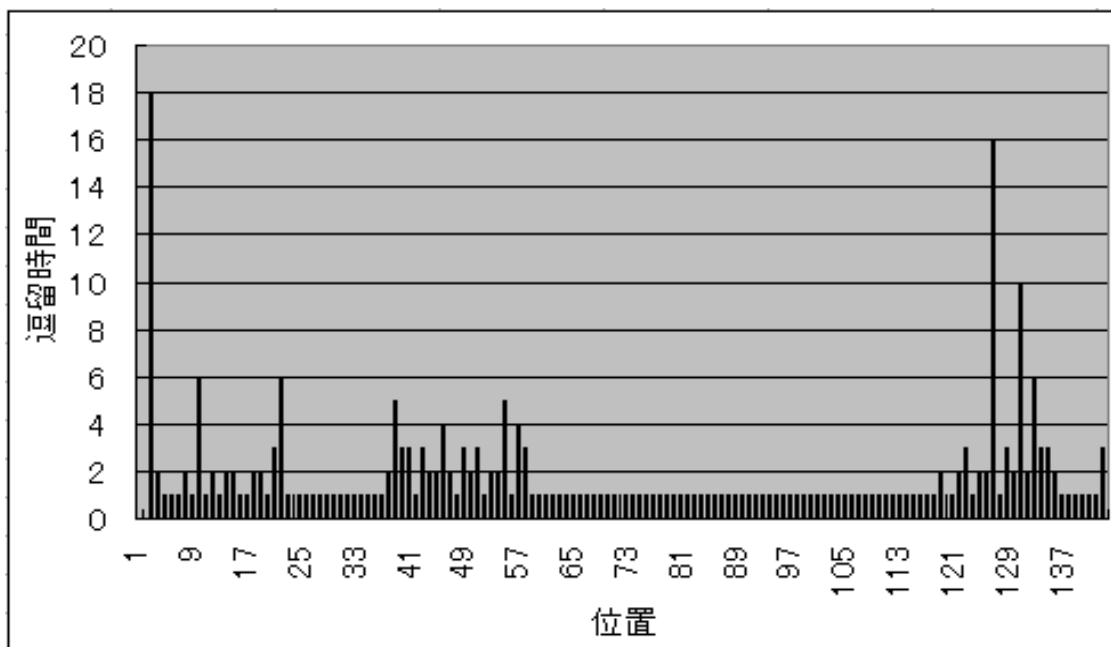
次に、逗留位置が全て検出された 27 サンプルに対し、文字のメリハリに関する評価を行った。メリハリを評価する際に用いる尖度の閾値は、師範が書いた文字 10 サンプルを用いて式(3)を計算し、 $s=2$  と定めた。その結果、文字にメリハリがあると判断されたのは、27 サンプル中 12 サンプルであった。図 5 - 1 8 は、(a)文字にメリハリがないと判断された例、(b)メリハリがあると判断された例、および(c)師範が書いた文字の例をそれぞれ示したものである。この図によると、どちらの場合も逗留位置が検出されており、(b)は(a)よりも尖度が大きくメリハリがある。しかし(c)と比較すると、逗留位置における逗留時間は、師範の文字よりも短く、逗留位置の近傍においても比較的長い時間逗留している。それ故に、(b)は(c)よりも逗留位置では尖度が小さくなっており、師範の運筆よりメリハリがないと判断できる。このことは、27 サンプル全てについて言えることであり、提案するメリハリの判断方法が妥当であると言える。

最後に、逗留位置が全て検出された 27 サンプルに対し、文字の緩急に関する評価を行った。緩急を評価する際、横画を書く速さに対する縦画を書く速さの比に対して閾値を設定する必要があるが、この閾値は、師範が書いた文字 10 サンプルを用いて式(4)を計算すると、 $\mu=0.826$ ,  $\sigma^2=0.049$  となる。従って、弟子が書いた文字から得られる比  $x$  が  $0.164 < x < 1.489$  となるとき、緩急が良いと判断される。その結果、緩急が良いと判断されたのは、27 サンプル中 12 サンプルであった。実際に実験対象となっている 27 サンプルについて、文

字が描かれる様子を再現し，師範の文字と比較して見てみると，目視による評価とコンピュータによる自動評価結果が一致しており，提案する緩急についての評価方法が妥当であることが分った。

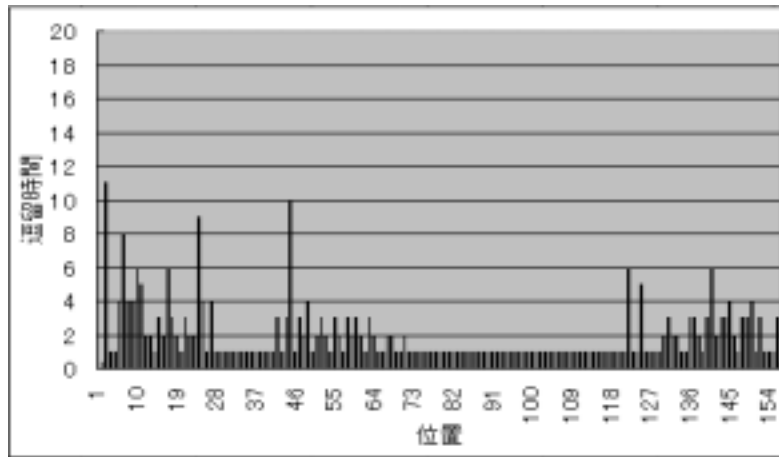


(a) 滞留位置が検出可能事例

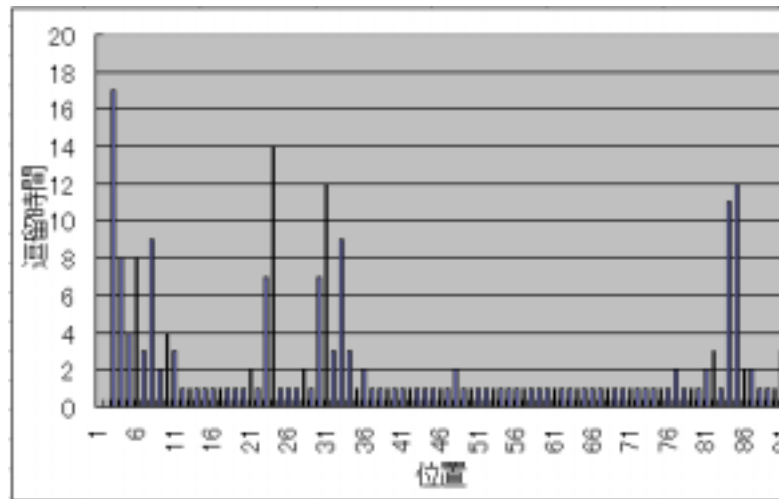


(b) 滞留位置検出不可能事例

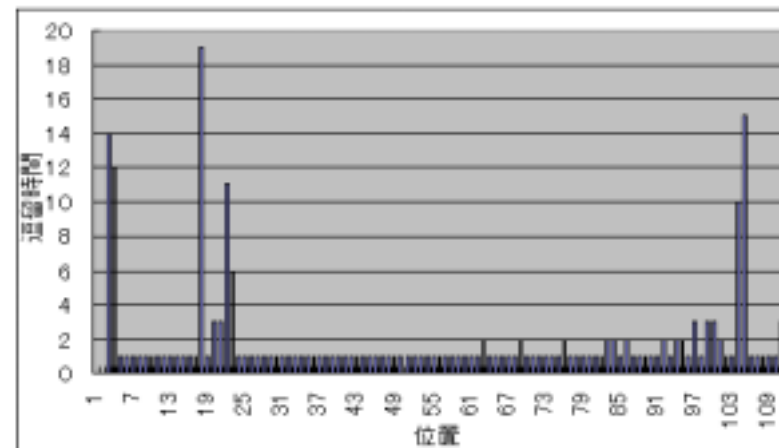
図5 - 17 滞留位置の検出実験



(a) メリハリがない文字事例



(b) メリハリがある文字事例



(c) 師範書文字事例

図5 - 18 文字のメリハリ実験



## 5.6.2 美形文字 - オフライン手書き文字認識技術 -

ここでは、今から弟子がどの漢字を書こうとしているか、またその漢字の外形は6種類(図5-3)のうちのどれかを知っているものと仮定し、その前提のもとで弟子が書いた漢字を評価する手法を考える。

本論文では、評価方法として

外形縮小法

外形差異抽出法

2次モーメント法

を提案する。

### (1) 自動評価法

#### 1) 外形縮小法

外形縮小法は、既知の外形を徐々に縮小してゆき、描かれた漢字の外形との差異により漢字の外形が妥当であるかどうかを評価する方法である。図5-19は、“友”という漢字に対する外形縮小法の適用例を示したものである。“友”の理想外形は正三角形であること

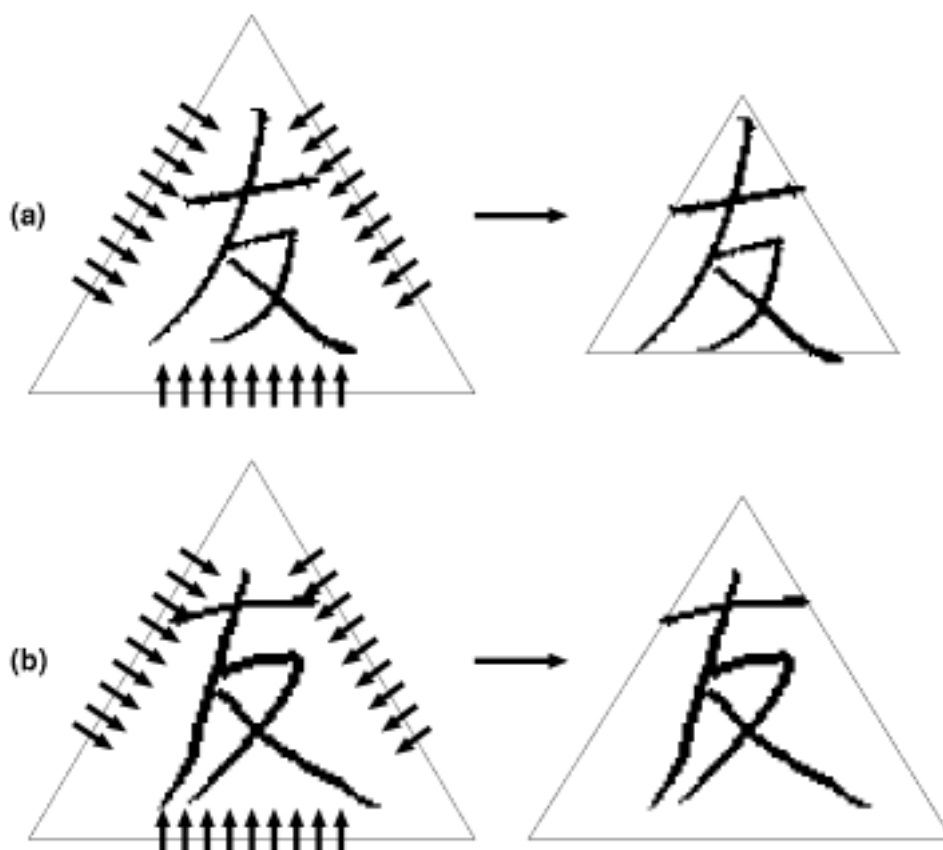


図5-19 外形縮小法の概要

が既知であるため、文字の中心と正三角形の中心とが一致するよう正三角形を配置して徐々に縮小し、正三角形と漢字との交点が幾つか検出された時点で外形の縮小を停止する。もし(a)のように、外形上に漢字との交点が一樣に分布していれば、記入された漢字の外形は理想外形に近いと判断するが、(b)のように外形と漢字との交点が上方に局所的に偏っている場合、記入された漢字の外形は理想外形から大きくずれていると判断し、弟子に適切なコメントを与える。この手法は、操作が単純で容易に実現可能であるが、手本に示されている漢字でも、理想外形との交点は必ずしも一樣に分布するとは限らないため、判断が困難な漢字も幾つか存在する。

## 2)外形差異抽出法

外形差異抽出法は、記入された漢字に外接する凸多角形を抽出し、その凸多角形に外接する理想外形と内接する理想外形との差から漢字の外形が妥当であるかどうかを評価する方法である。図5 - 20は、「友」という漢字に対して外形差異抽出法を適用したときの例を示したものである。まず記入された漢字に外接する凸多角形を抽出する。次に、「友」の理想外形は正三角形であることが既知であるため、この凸多角形に外接する正三角形と内接する正三角形とを抽出する。この2つの正三角形を重ね合せると(c)のようになるが、もし2つの正三角形の差が小さければ 記入された漢字の外形は理想外形に近いと判断し、逆に理想外形の差が大きければ、記入された漢字の外形は理想外形からずれていると判断

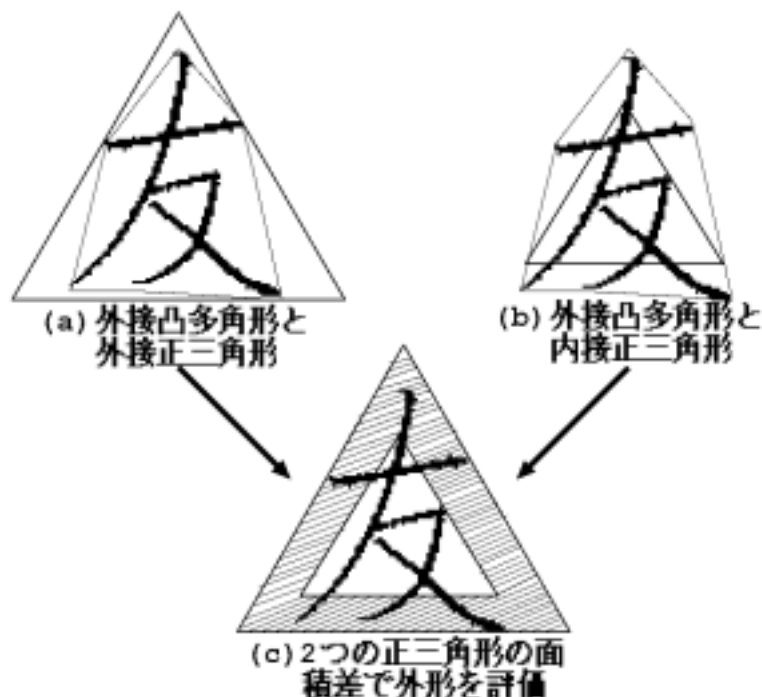


図5 - 20 外形差異抽出法の概要

し、弟子に適切なコメントを与える。この手法は、外形縮小法に較べて理想外形との差異をより良く反映した評価方法になりうる可能性が高いが、手本に示されている漢字でも、外接凸多角形が必ずしも理想外形に近い形になるとは限らず、記入された文字の外形が理想外形に近いかどうかを判断するための閾値設定が困難である。

### 3) 2次モーメント法

外形縮小法や外形差異抽出法は、記入された漢字の外形と理想外形とを直接的に比較する方法で、直観的にもわかり易い手法であるが、文字の局所的形状の影響を受けやすく、必ずしも妥当な評価が行えるとは限らない。2次モーメント法は、漢字の外形を抽出するかわりに、文字を構成する黒画素の分布を統計的に扱う手法である。このため、個々の記入文字の細かな形状の影響を受けにくく、どのような理想外形に対しても同様に適用可能である。2次モーメント法は、図のように文字画像を上/下・左/右・右上/左下・右下/左上に2等分し、それぞれの部分文字画像に対して黒画素の分布から2次モーメント比を求め、あらかじめ手本となる文字画像から抽出した2次モーメント比と比較することにより、

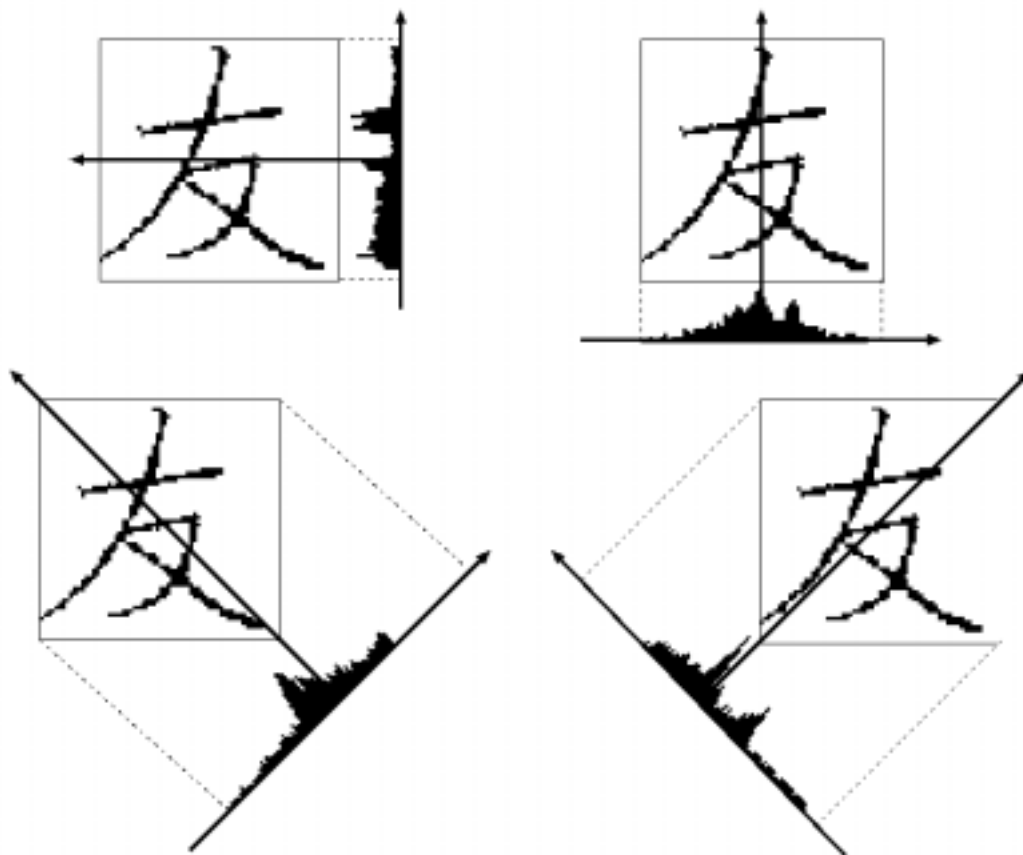


図5 - 2 1 2次モーメント法の概要

外形の妥当性を評価する手法である。

左右の2次モーメント比は、次式で求めることができる。

$$R_r = \frac{M_r}{M_r + M_l} \quad \text{式(5)}$$

$$R_l = \frac{M_l}{M_r + M_l}$$

ただし  $M_r = \sum_{i=0} n_i \times x_i^2, \quad M_l = \sum_{i=-}^0 n_i \times x_i^2$

ここに、 $x_j$  は黒画素のヒストグラムにおける座標を表しており、 $n_j$  は座標における黒画素数を表している。従って、 $M_l$  及び  $M_r$  は左右の2次モーメントを表しており、 $R_l$ 、 $R_r$  は、全2次モーメントに対する左右2次モーメントの比を表している。尚、他の方向の2次モーメント比も同様にして求めることができる。図5-22は、「友」という漢字に対して2次モーメント法を適用したときの例である。師範が書いた漢字から求めた2次モーメント比と比較すると、左および上の2次モーメント比が大きくなっており、このことから弟子が描いた漢字は、全体的に左上に偏っていると評価することができる。



筆者	師範		弟子	
文字画像				
モーメント比	左:右	57:43	左:右	77:23
	上:下	20:80	上:下	31:69
	左下:右上	91:9	左下:右上	86:14
	左上:右下	57:43	左上:右下	59:41

図5-22 2次モーメント比の適応例

## (2) 評価実験

2次モーメント法の妥当性を検証するため、評価実験を行った。実験に用いた字種は、表5-3に示される12字種168文字(1字種あたり14文字)であり、これらは、6種類の外形を理想外形としてもつ典型的な字種である。

表5-3 検証実験に用いた字種

字種	理想外形
「門」,「同」	正方形
「桜」,「赤」	円
「自」,「月」	長方形(縦長)
「工」,「心」	長方形(横長)
「友」,「文」	三角形(上向き)
「下」,「布」	三角形(下向き)

この実験用データは、ペン字用の下敷きマットおよび紙をタブレット(ペン入力デバイス)上に敷き、あらかじめ用紙に印刷されている45mm四方の枠に文字を書いてもらい、145dpiの精度で筆跡を読み込んだものである。筆跡のサンプリング間隔は120(ドット/秒)であり、得られたデータは、一辺が280ドットに収まるよう余白を削って文字画像サイズの大きさを統一した。また、評価用データとして用いる文字は、これまでペン字を習った経験のない学生(年齢18~20歳)に記入してもらったものである。実験用データから得られる2次モーメント比と、師範が書いた文字から得られる2次モーメント比とを比較し、その比較結果から考え得る指導内容の妥当性を検証した。この結果から、2次モーメント法を用いた評価では、168文字中165文字について妥当な評価が得られることがわかった。尚、2次モーメント法による評価が妥当でなかった例を図5-23に示す。これらは、文字の一部が正しく書かれていない(跳ね等を省略している)、偏や線が斜めに書かれているため

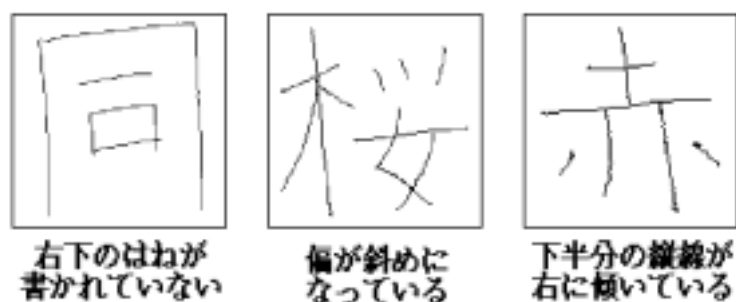


図5-23 正しく評価できなかった文字例

にモーメント比が大きすぎていているなどの原因により、モーメント比から正しい評価が行えない文字であると考えられる。しかし、これらの問題点は、文字を評価するときに2次元モーメント法だけでなく、山下静雨師範が示唆しているような様々な要因に着目し、総合的に評価を行うことによって解決できるものと思われる。

## 5.7 遠隔同期・非同期添削指導のためのネットワーク技術

習得生にとっては師範の書いている姿を見たい。習得生はペン先・筆先を見ながら稽古する。このような対面指導法を仮想空間上に遠隔実時間(同期)添削機能として、前述文字の運筆や形の要素技術を基にして、“直筆のなぞり”のアニメーションとインターネット電話・チャットの併用により実現する。また臨場感演出の Virtual\_Actor<sup>R188</sup>、通信教育としての非同期添削機能も実装する。

### 5.7.1 現状のペン字・書道の師範法の分析

現在、山下静雨師範の行っているペン字・書道教育は次の2つの形で行っている。

- ・対面による直接指導方式
- ・郵送による通信教育方式

まず前者は、習得生(弟子)が指導者(師範)のもとに自ら赴いて指導を受けるというものである。“書いている様子を見せる”や“相手の表情を見ながらわかるように話して聞かせる”など、師範と弟子が相互にやり取りできる情報量が多いため、この指導方法が最も効果が高い。しかし、時間帯が限られてしまう等の理由から、稽古の頻度を維持しようとすると弟子の人数は限られてしまう。また、“対面式稽古を受ける段階に至っていない”状態の弟子もいる(例えば留学生、小学生などの初心者)。後者は、弟子の書いた字を郵送して貰い、師範が都合の良いときに添削し、返送するというものである。時間帯が限られないため、直接指導より多くの人数を見ることができが、(a)郵送のためやりとり要する時間が長いこと、(b)紙という媒体を介するため静止画しか送れないと言う2つの大きな理由により、直接指導に比べると習得効果は低い。また、左脳的遠隔教育システムではほとんど問題とされなかったような、0.1秒単位のごくわずかな時間差もペン字・書道の稽古において問題となることがある。設計の際にはこのような事も考慮しなければならない。

### 5.7.2 設計仕様

図5-24にペン字・書道実時間支援システムを構築するために必要なハードウェア構成を示す。師範、弟子は各々スキャナ、ペンタブレットなどの最低限のハードウェアのみを準備すればよい。これは、従来の通信教育に対して、“郵便網”を“WWW”、“紙”を“ディ

デジタルデータ(XML Document)"と置き換えたものと見ることができる。郵便網が WWW になることで、WWW 特有の

- ・即時性
- ・距離非依存性

を利用することができる。また、紙がデジタルデータになることで、静止画像以外にも

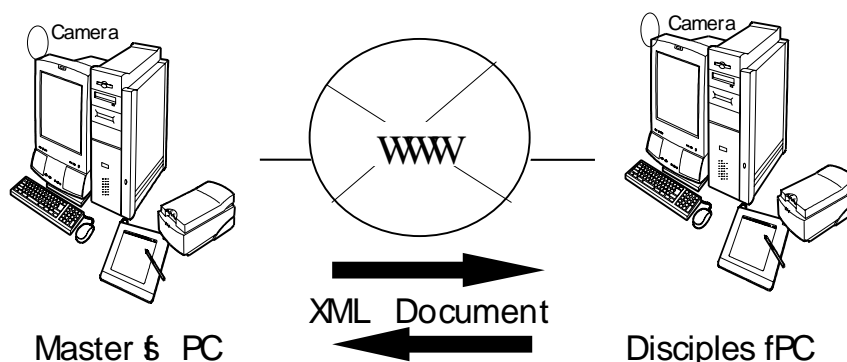


図5 - 2 4 ペン字・書道実時間支援システム

音声、実際に書いているところの動画等を送ることができる。すなわち"マルチメディア性"を利用することができるようになる。

筆者らはこれら3つの利点に着目してペン字・書道実時間支援システムの設計を行うこととした。そしてこの設計に入る前に現在のインターネットの性能調査を行い、弟子と師範が世界規模の ubiquitous 性を保証し、実時間遠隔添削指導が可能であるための通信帯域の設計時の配慮事項を検討した。

## (1) インターネットの帯域調査

インターネットは不特定多数の人々が相互に独立して利用するので、各個人の利用できる帯域は大きく変動する。民間のプロバイダでは Best Effort (受け取ったデータの順に送り出す)方式を採用しており、実時間データに対し帯域を保証することはできない。師範側はADSLか光通信等広帯域ネットワークを想定するとしても、弟子側はISDN等バラエティに富んでおり、同様の帯域が確保できるとは限らない。これらの条件を考え、図5 - 2 5 に示すネットワーク環境で帯域調査を行う。

測定方法は32バイトのpingデータで行う。pingデータを相手に送信し、相手から戻ってくるまでの往復時間をpingの応答時間と呼ぶ。例えば、音声の遅れの限界は150msであるが、これは片道の遅延許容限界と見なせばよいので、往復の応答時間は300msに押さえればよい。何故ならば、VIP(Voice of IP)すなわちインターネットを介した電話において音声の遅れはITU-T G.114勧告<sup>R223)</sup>及び CISCO 社の提言<sup>R224)</sup>が示す150ms以内に押さえる必

要があるからである。

### 1) さまざまな接続相手の基本帯域

インターネットではネットワークの負荷が0%近くであっても、接続相手によって帯域は大きく異なる。これはネットワーク構造やプロバイダの通信経路に依存する。またプロバイダ間の接続経路が変更され、帯域の変動が発生することもある。このことからさまざまな接続相手を選んで、負荷が0%に近い状態での通信速度を調査する。以下、負荷が0%に近い状態の通信速度を基本帯域と呼ぶ。図5-26(a)に、さまざまな接続相手による通信時間の測定結果を示す。この図において、遅延時間が小さいことは通信速度が高い、即ち帯域が広いことを意味する。実験では国内ISDN個人ユーザ及び、2つの国内サーバ、2つの海外サーバで基本帯域を調査した。国内サーバは国内広帯域個人ユーザに、海外サーバは海外個人ユーザに見立てたものである。

図5-26の実験結果から分かるように、基本帯域において接続相手が異なると通信時間は大きく異なることが実測された。

### 2) 同一接続相手の基本帯域

インターネットでは同一接続相手でも、常時通信速度は変化する。図5-26(b)は、1)の国内ISDN個人ユーザを使って基本帯域の測定をした結果である。図において、通信時間は180~210msに98.2%が集中しており、基本帯域は一定していることが分かる。

### 3) 同一接続相手の負荷が高い時の通信時間

本研究が対象とするシステムにおいても、ネットワークには不特定多数の人々が接続し、負荷がかかる。これにより各個人の利用できる帯域が変動するが、この値を測定することは難しい。このため、ユーザから特定のインターネットのサーバにFTPを使って人為的に負荷をかけ、帯域状態の調査を行った。具体的には、5Mbytesのデータをサーバからダウンロードしながらのping測定である。この実験結果を図5-26(c)に示す。

この実験結果から、音声データの遅延の限界である150ms(往復300ms)を超えていることが分かる。これらの現象は遠隔実時間添削指導時にも発生するものと考えられる。

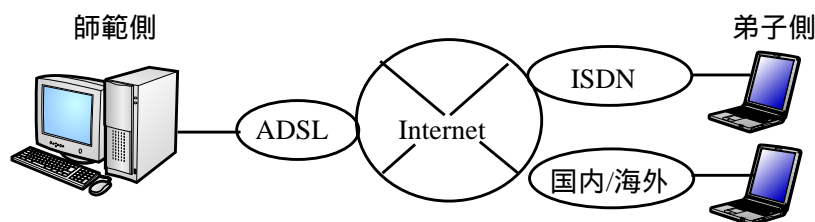
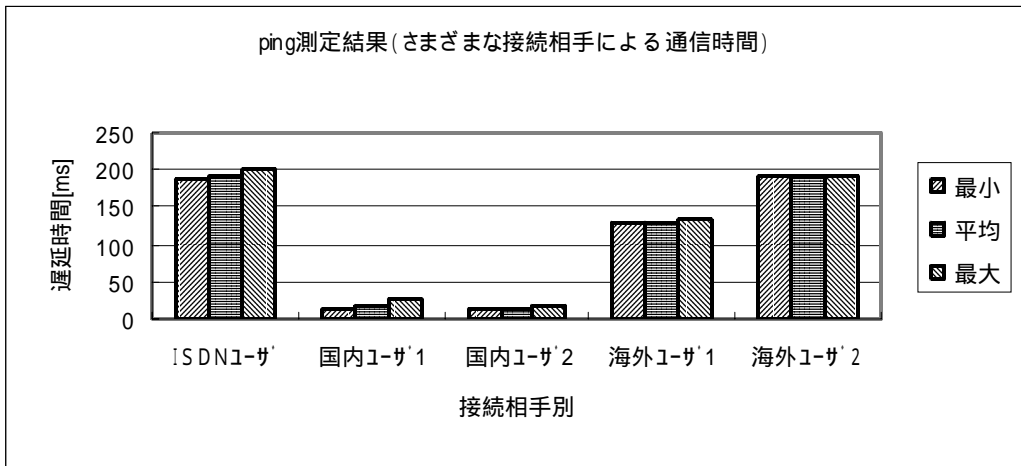
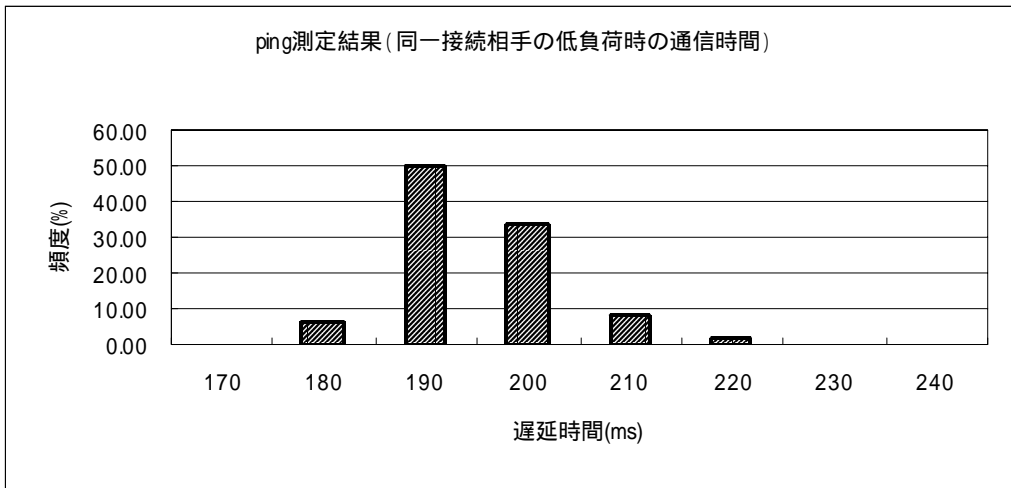


図5-25 インターネット帯域測定構成

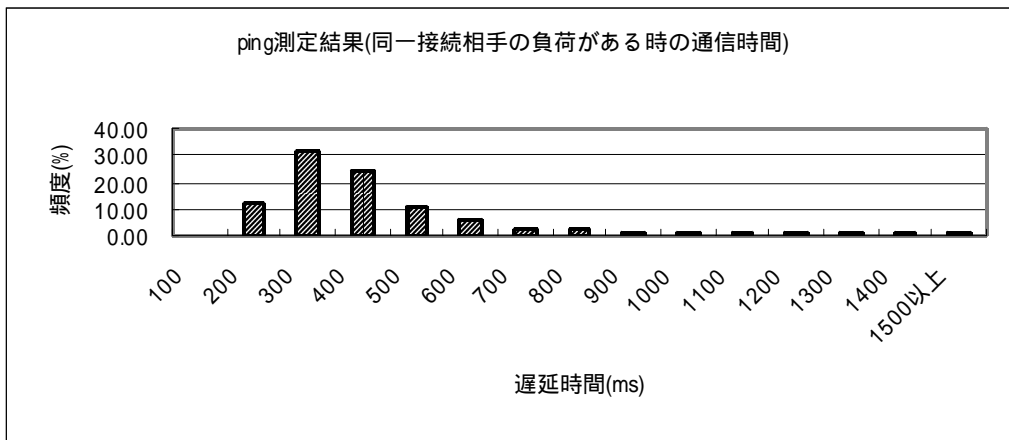




(a) 様々な接続相手による場合



(b) 同一接続相手の低負荷時



(c) 同一接続相手の負荷有り時

図5 - 26 インターネットの応答時間

表 5 - 4 同一接続相手の通信時間の平均と標準偏差

	平均	標準偏差
負荷が 0% に近い場合	190ms	8.75ms
負荷がある場合	417ms	287.00ms

これら実験から求めた同一接続相手の通信時間の平均と標準偏差は表 5 - 4 の通りである。

以上の調査実験から，World Wide Ubiquitous 性を志向したペン字・書道遠隔実時間添削指導システムの構築における設計思想を次のように定める。

- 1) 師範は添削コンテンツを弟子側に事前伝送
- 2) 実時間指導中の双方向パケットは極力軽量・小回数
- 3) 遅延発生時に弟子・師範双方の不安解消の癒しエージェント (Virtual Actor)

師範は，実時間時の通信の負荷軽減のために，弟子の稽古書の添削時に添削コンテンツに構造情報を与える。この構造情報を容易な操作で与えることのできる添削編集プログラム (Instructor's Editor) の開発が重要な意味を持つ。この Instructor's Editor は，初心者・中級者の弟子の学習コンピュータ支援と師範負担軽減を目的とした添削データベースと密に関係を持たせて実現する。

## (2) 師範弟子利用者インタフェース

実時間指導システムの利用者インタフェースのイメージを図 5 - 27 に示し，各機能について説明する。

(1) 音声 音声は師範と弟子がコミュニケーションを行う上で必要不可欠なものである。音声とタブレットを併用することで師範・弟子間のコミュニケーションを容易にする。また，師範は字の書き方だけでなく，字の世界にまつわる話を弟子に話して聞かせる。こうすることで弟子は字の世界についての知識を深める。このように，ただ"字の書き方"を教えるだけでなく，師範と弟子が互いに会話をしながら字の真髄を知ると言うことが，美しく躍動感ある文字を書くのに重要な要素であると山下静雨師範により指摘されている。

(2) 映像 映像は，師範・弟子それぞれ互いに上半身の映像を送ることとする。姿勢や運筆の理解が出来るようにし，また，音声によってコミュニケーションする際は相手の表情，

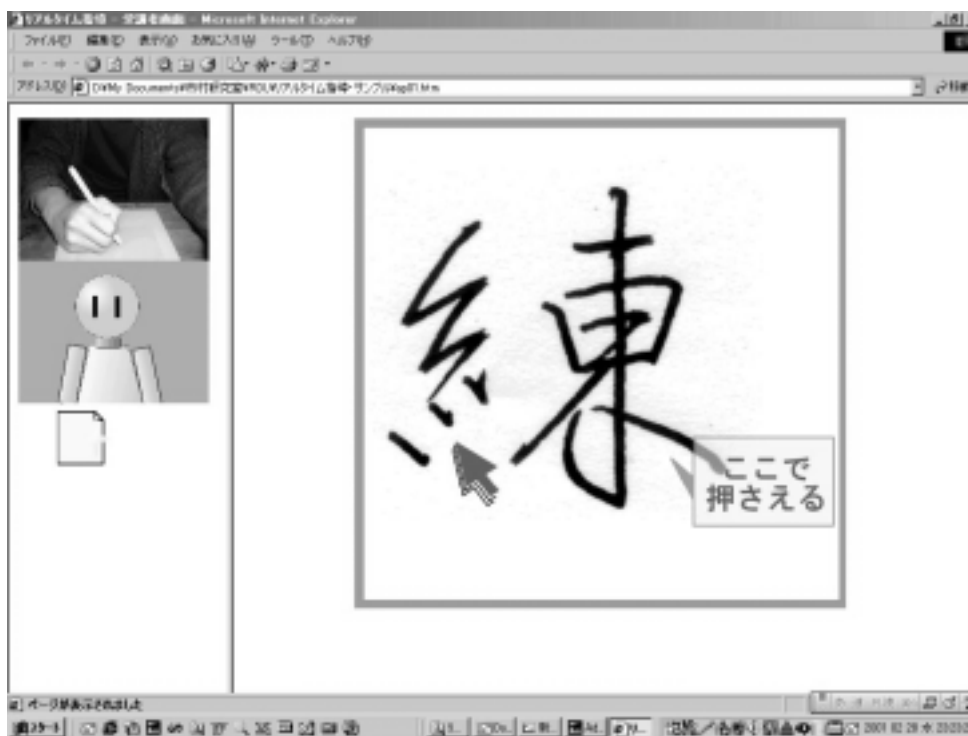


図5 - 27 師範・弟子の利用者インターフェース

仕草が見えた方がより話しやすくなる等の効果も狙う。

CCD カメラにより映像を遅延なく伝送するのが理想であるが、通信回線品質・ハードウェア設備等の問題により実現できないことも考えられる。このような場合の対処として、CCD カメラによる映像は一定時間間隔で静止画のみ表示することとし、これに加えてヒューマンインタラクションを用いたバーチャルアクタを表示し、利用することを考えている。このバーチャルアクタは会話、すなわち1対1のコミュニケーションに有効であることが確認されている<sup>R188)</sup>。本システム設計時には、さらにバーチャルアクタに筆遣いの動き(相手側のタブレットの動きからイメージ化が可能)を加えることで、弟子は実映像動画が見えなくとも筆遣いを理解することが可能ではないかと考えている。このように、ヒューマンインタラクション技術の遠隔教育への適用といった側面も考えている。

(3) 師範・弟子カーソル リアルタイム指導時、弟子の画面には師範の操作するタブレットペンの動きが表示され、師範の画面には弟子のタブレットペンの動きが表示される。音声で"永の字のはらいの部分が....."などと説明するときには、このような文字上の特定の部分を指し示す機能が必要になってくる。

(4) 文字アニメーション この機能は、図5 - 28のように、スキャナで読み込んだ文字(静止画像)上をタブレットでなぞることによって、静止画像に動き・筆圧情報を加えて書き

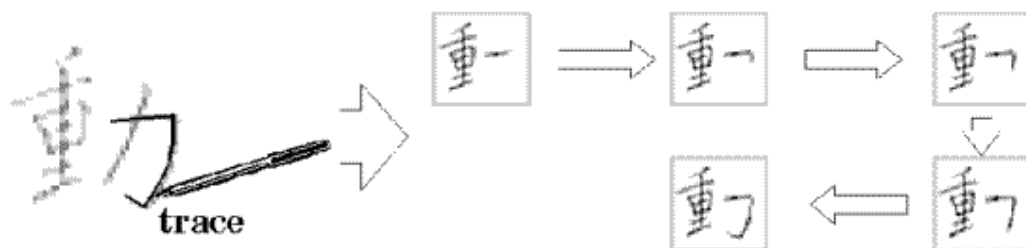


図5-28 文字アニメーション機能例

ている様子を動画像化するものである。タブレットに連続的に入力された点の座標と筆圧だけで実際に書いたような線をシミュレーションするのではなく、実際に紙の上に書いた文字をスキャナで読み込むのがポイントである。タブレットによって読み込まれる点の情報は断続的であり、これを結びつけるのは数学的な近似計算によるものであるが、(a)紙というアナログメディアに書いた線は微妙な筆圧の変化、速度変化を忠実に反映しており、あるレベル以上になるとこの微妙な線の形状が問題になるということと、それ以上に(b)ペン字・書道という伝統文化の型(すなわち紙に書く)を守るということが重要であるという2つの理由によりこの方式を考案した。この動画像は、任意の時刻から任意の時刻までを再生することができる。また、稽古後も自由に閲覧することができる。

(5)ミニメモ機能 画面上に表示される文字の任意の部分に、ポストイットのように注意書きを書いた紙切れを貼りつける機能である。例えば、"ここを強く"とか"ここは勢いよく"等である。前述の文字アニメーション機能やミニメモ機能を具備することによって、弟子が稽古記録を保存しておき、教材として利用することもできるようになるのではないかと考えている。

### (3)実装のための方式検討

#### 1)師範・弟子間のパソコン通信方式

図5-24に示す通り、弟子側システムと師範側システムは1対1でUDP通信を行う。一部の機能を除き、通信データのフォーマットにはXMLを用いる。XMLを用いる理由には次の2つがある。

- a)遠隔技能習得の分野拡張時のことを配慮し、交換データのフォーマット決定やフォーマット管理が容易になるようにしておく。
- b)交換したデータをハードディスクに保管しておけば、ブラウザ等の別のアプリケーションがこのデータを処理し、教材等の形で再利用することができる。

b)のように、交換データはリアルタイムにやりとりされるだけでなく、ファイルに保存しておき、必要ときに再現することもできる。この性質を利用すると、師範と弟子の所在地に時差があり実時間指導を行えないような環境でも指導を行えるようにすることができる(非同期指導)。まず師範は非接続状態で指導システムを操作し、ファイルへとその記録を保存する。これを相手にメール等で送信すると、弟子は暇なときに師範の操作を再現したものを閲覧することができる。そして、弟子が稽古システムで稽古した記録をこの再現データに付け加え返送する。これを互いに繰り返す。このような非同期指導も実現可能である。

## 2) 師範・弟子各システムの内部構成

システムの実装は、UML(Unified Modeling Language)により十分な分析・検討の上で行う。前述の設計仕様はユースケース図を用いて必要機能を明確にすることによって提案したものである。実装は、クラス図を主として用いながらシステム全体をどのようなクラス構造で実現するのかを吟味する。現在考えているクラス図の一部分を図5-29に示す。この図を例に、本システム設計時にUMLを使用する利点を述べる。

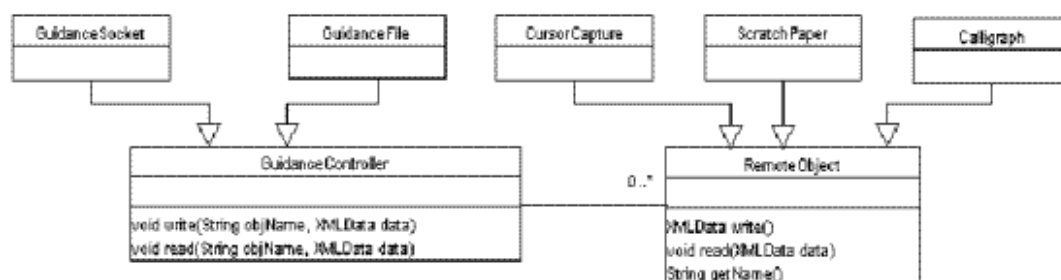


図5-29 システム構築内部構造概要

### a) 構成機能の追加が容易

構成機能の例として、CursorCapture(一定時間間隔でカーソル座標を取得し、相手側へと送信する役割)、Calligraph(文字アニメーション)、ScratchPaper(ミニメモ)の3クラスが RemoteObject の派生クラスとして示されている。これらのクラスは役割上、データ通信または非同期指導のためのファイル読み書きを行わなければならないが、この構造ならば前述の各クラスはデータ通信のことなど一切気にせず、write メソッドと read メソッドさえ定義すれば良い。あとは GuidanceController の派生クラスが通信ソケットの管理やファイル管理など、適切な処理を行う。これは、新機能を設計・追加する際のコード修正の負担を減少させる。また、各構成機能クラス同士は一切関連を持たないため、構成機能の組み合わせによって問題が発生するなどということもない。

#### b)通信データの品質管理を確実に行うことができる通信

非同期指導のファイル記録機能は GuidanceController クラスの派生クラスによって実現される。すなわち，RemoteObject の派生クラスは非同期指導，同期指導といった内部的な処理には一切関知しない。また，GuidanceController の派生クラスは自分に関係づけられている RemoteObject の派生クラスがどのような処理を行っているのかも一切関知しない。これにより，品質管理の責任が全て GuidanceController クラスの派生クラスに集中するようになり，品質管理をどのように行うのかを確実に設定することが出来るよになる。

### (4)各機能の試作概要

(1)音声 実装には既製のインターネット電話アプリケーションを用いる。ソフトウェア選定の上で重要なのは，大きい音声遅延が発生しないことである。なぜなら，音声の遅延が大きく発生することによって他機能との同期が取れなくなり，指導・受講に支障をきたす可能性が考えられるからである。

(2)映像 実映像を送る場合，音声と同様である。バーチャルアクタを用いる場合，このアクタは，音声と連動して動く頭部，及びタブレットの位置情報(文字アニメーション含む)と連動して動く腕部から構成される。バーチャルアクタは師範，弟子それぞれの音声に連動させなくてはならないため，(1)の音声ソフトウェアを自作する必要が出てくることも充分考えられる。

(3)文字アニメーション 文字アニメーションの 1 コマ分の画像は，図 5 - 3 0 に示すように，基となる静止画像と，ペン先のその時間までの全位置情報を描いたもの(白画素を 0xffffffff，黒画素を 0x000000 とする)を各々メモリ上に作成し，この 2 つの画像を重ね合わせ処理(各ドットを論理和演算する)ことにより生成する。この 1 コマ分の画像を次々に書き換えていくことでアニメーションとして見せる。現在，この機能の実現には次の問題があることが分かっている。

#### a)ペン先の時間位置情報をメモリ内に描く際の問題

ペン字の場合はペン先の太さの変化が小さく，ペン先の形状も変化しないため，ペン先の時間位置情報をメモリ内に描く時に半径固定の円を描けば問題はないと考えている。しかし，書道(毛筆)になると筆先の太さの変化が大きく，筆先の形状も著しく変化するため，筆先の位置情報をメモリ内に描く時に実際の毛筆に近い形でシミュレー

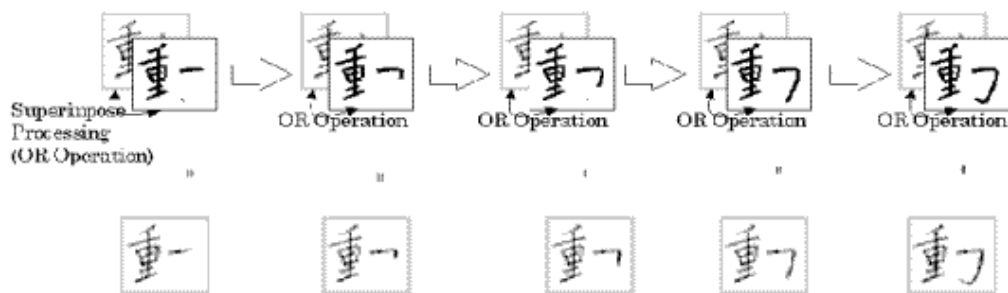


図5-30 文字アニメーション試作例

トできないと、適切な文字アニメーションを表示することが出来なくなってしまう。

b) ペン先の時間変化の完全再現

ペン先の経過時間-座標情報は、通信品質によって遅れの発生するようなものであってはならない。そこで、全時間の位置情報をコンピュータ内に格納し終わってから再生開始する方式を検討している。

(4) 師範・弟子カーソル 一定時間間隔で、タブレットペンあるいはマウスカーソルの指示座標を取得し、この X 座標、Y 座標位置を相手側に送信する。受信側は、(3)とは違い経過時間-座標情報の関係は厳しく要求されない。しかし、音声と同期が取れるようにしなければならないため、座標の受信側は即座に画面表示へと反映させる。なお、この技術は第4章で述べたBP3Sの説明箇所遠隔明示代行機能の実現手法をそのまま応用できる。

(5) ミニメモ機能 利用者に貼り付ける位置を指定させ、貼り付ける文章はどのようにするのかを問い合わせる。その後、キーボードから文章を読み込み、貼り付ける位置座標、文章を相手側に送信する。そして、受信側は、指定された位置に指定されたメッセージの書き込まれたボックスを表示する。

## 5.8 添削データベースと添削コンテンツの構造情報化

弟子は師範による直接指導を受けるのが一番理想的であるが、師範は数多くの弟子をかかえているため、時間的制約から全ての弟子に対して十分な直接指導は不可能である。そこで、弟子はある程度のレベルに達するまで自学自習し、あるレベルに達した段階で師範の直接指導を受けるようにすれば問題は解決する。コンピュータ上では、入力された文字の外形や偏と旁のバランスなどに着目して、ある程度のコメントは出すことはできるもののその能力には限界がある。そこで、過去の直接指導の事例集を作成しておき、弟子が自学自習する上での参考になれば、より効果的な学習が得られると考える。

前節でのインターネット調査実験から、World Wide Ubiquitous 性を志向したペン字・書道遠隔実時間添削指導システムの構築において、次の事項を考慮する必要が生じている。

- ・ 師範は添削コンテンツを弟子側に事前伝送
- ・ 実時間指導中の双方向パケットは極力軽量・少回数
- ・ 遅延発生時に弟子・師範双方の不安解消の癒しエージェント(Virtual Actor)

師範は、実時間時の通信の負荷軽減のために、弟子の稽古書の添削時に添削コンテンツに構造情報を与える。この構造情報を容易な操作で与えることのできる添削編集プログラム(Instructor's Editor)の開発が重要な意味を持ち、上述添削データベースと密接関係を持たせて実現する必要がある。

### 5.8.1 添削データベースの構築法

ペン字・習字の遠隔学習において、弟子が師範から直接指導を受ける前の自学自習の段階を想定し、この段階における添削文字データベースの構成と、その構築方法について検討する。

#### (1) 遠隔学習システム

師範による直接対面指導は弟子にとって最善の指導である。コンピュータやネットワークを有効活用することにより、ルーチンワーク化された仕事はコンピュータが代行することが可能であるが、ペン字・書道のような芸術分野においては、これまで培われてきた師範と弟子の関係の中でコンピュータが師範を完全に代行できるような時代が来るとは考え難い。しかし、ペン字・書道の場にマルチメディアやインターネットを導入することにより、より効果的な遠隔指導ができるようになることも事実である。すなわち、従来方式では海外在住者などのように距離的な制約から直接指導を受けることが不可能だった者が、インターネットを介して直接指導を受けることが可能となるし、また、師範の指導の一部をコンピュータによる自学自習方式に切り替えることにより、師範はより質の高い指導に多くの時間を割くことが可能となる。ここでは、マルチメディア・インターネットの導入



によるこのような効果を十分に引き出すため、次のような方針でシステム的设计を行う。

## (2) 弟子のレベル

ペン字・書道の弟子は、留学生・帰国子女・小学生など、まだ文字そのものを書くことを学習している初級レベル、より美しい文字を書くことを目的とする中級レベル、書の道をより深く追及することを目的とする上級レベルに分けることができる。本システムでは、文字の書き方を学習するためのシステムではなく、より美しい文字・躍動感ある(いきいきとした)文字を書くことを学習するためのシステムであるため、中級・上級レベルの弟子を対象とする。

## (3) 文字の評価方法

ペン字・書道などの芸術分野における美しさ・躍動感などの評価は、現在のところ、科学的立場から普遍的な評価方法が確立されておらず、今後もそのような評価手法の確立が可能かどうか明らかにされていない。本論文では、共同研究者の一人である山下静雨師範の流儀に従って、その道の流派の考え方・精神を尊重し、その考え方を可能な限り再現しうる技術の探究を行う。

## (4) 添削文字データベース

### a) 遠隔学習の流れ

提案するペン字・書道の遠隔学習システムにおいて、弟子はペン字または書道の学習を2段階に分けて行う。

第1段階は、自学自習段階である。師範に手本を提示されると、弟子はその手本に習い、自分のパソコンに接続されたタブレット上でその文字の書き方を稽古する。書き終えた文字筆跡は、文字の輪郭、偏と旁の平衡、躍動感などの様々な観点からパソコンによって自動的に評価され、評価結果に基づいて適切な助言・添削が弟子に与えられる。弟子は、その助言を参考にして繰り返し稽古を行い、ある程度の水準に達するまで稽古を続ける。

第2段階は、第1段階の練習成果を踏まえて師範に直接指導を受ける段階である。この段階では、あらかじめ約束した時間に師範と弟子が各自のコンピュータの前で待機し、遠隔学習システムを起動する。このソフトウェアは、インターネットを介したデータ伝送により、弟子が書いた文字筆跡、師範・弟子の互いの姿が互いのディスプレイに表示されるようになっており、この筆跡を用いて師範は弟子への直接指導を行う。

以上のような2つの段階を交互に繰り返して行くことで、弟子は遠隔学習を続けて行くが、第1段階の学習においては、確かに弟子自身が書いた文字に対して適切に助言するこ

とは大切であるが、パソコンによる助言・添削の自動化には限界があり、より細かなところまで立ちいった助言を実現するためには別のアプローチが必要である。そこで、過去に他の弟子が書いた文字に対して師範が朱で訂正したもののうち、多くの弟子が陥り易い典型的な事例をデータベース化し、弟子が自学自習する上でそのデータベースを参考にすることができれば、より充実した自学自習ができるものとする。また、このようなデータベースは、師範がこれから別の弟子を指導するときにも有効である。

本研究では、このような目的のためのデータベースの形式を提案し、実際の収集方法について検討する。

#### b) データベースの形式

添削文字データベースは、図5-31に示すように、筆者に関する情報を記述したヘッダ部と、文字の筆跡やその筆跡に対する付加情報を記述したレコード部から構成されている。データは、稽古者ごとに1つのファイルに収められており、データベースは、これらのファイルの集合として構成される。

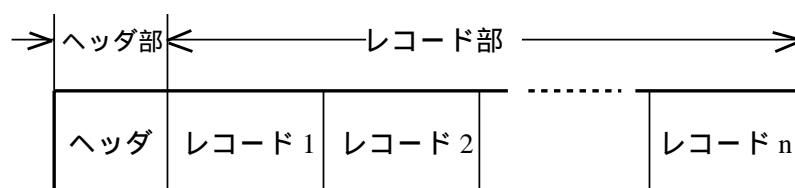


図5-31 添削文字データベースの概要

##### ・ヘッダ部

ヘッダ部は、レコード部に格納されている文字データの筆者に関する情報を記述する部分であり、表5-5に示すような内容で構成されている。この情報を参照することにより、どのような人が書いた文字に対する添削文字であるかを容易に推測することができる。データファイルのうち、ヘッダ部の後に続くデータは全てレコード部のデータであり、ヘッダ部に記述された数のレコードが並んでいる。このレコード部には文字筆跡に関する情報が記録されている。それぞれの文字の筆跡は、1個のレコードとして扱われており、1つのレコードには、表に示すように、文字筆跡をはじめとして、その文字に関する情報が一括して記録されている。

##### ・漢字コード

対象文字の漢字コード(EUC)である。コンピュータ内部では、この漢字コードを参照することにより、どの文字を描いたデータなのかを知ることができる。

表 5 - 5 データベース項目

(a) ヘッダ部

データ	サイズ	説明
マジックナンバ	4 バイト	データベース固有の番号
識別番号	2 バイト	データ固有の番号
氏名	不定	筆者の氏名
生年月日	4 バイト	生年月日
記入年月日	4 バイト	データ記入年月日
性	1 バイト	男性・女性の別
利き手	1 バイト	利き手(右手または左手)
手	1 バイト	文字を書いた手
母国語	1 バイト	母国語(日本語・英語・その他)
熟練度	1 バイト	熟練度(初心者, 弟子, 師範)
レコード数	2 バイト	記入文字数
付加情報	不定	その他の付加情報

(b) レコード部

データ	サイズ	説明
漢字コード	2 バイト	この文字の漢字コード(EUC)
属性	4 バイト	この文字筆跡の品質
手本文字数	2 バイト	手本となる文字の数
手本データ	不定	手本となる文字筆跡
添削文字データ	不定	添削文字データ

・属性

山下静雨師範によると、全ての漢字の輪郭は、円、正方形、正三角形、逆正三角形、縦長の長方形、横長の長方形の6種類に分類できる(図5 - 3)と言われている。この属性は、漢字コードで与えられる漢字の輪郭が、どの形に分類されるかを示すものである。

・手本文字数

次の要素である手本データの数である。

手本データ...手本データとは師範が弟子に手本として提示する筆跡で、図5 - 3 2はその概略を示したものである。一般に、入力された文字筆跡は、記入時のペンの位置をある一定時間間隔でサンプリングして得られる点列として表現されるため、偏と旁

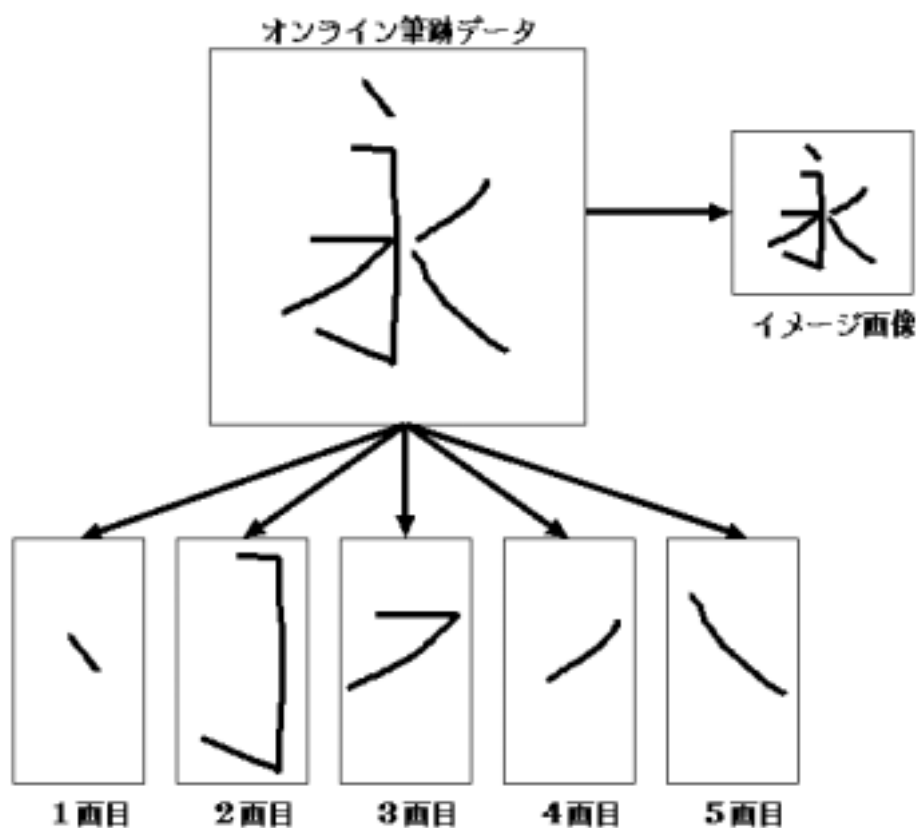


図5 - 3 2 手本データの構成

などのような文字の全体的な構造情報が含まれていないが、ペン字や書道において、このような構造情報は非常に大切である。そこで本データベースでは、文字全体を偏や旁などのパーツに分け、さらに各パーツ内では構成するストロークごとに分離し、それぞれのストロークごとに点列のデータを与えるという方式を取ることにした。

添削文字データ...師範の手本を見ながら弟子が実際に書いた文字筆跡と、その文字に対する師範の添削情報をまとめたデータである。図5 - 3 3はその概略を示したものである。このデータは、手本データと同じ構造に添削データを追加したものである。ペン字・習字において、添削は字全体に対して行われるだけでなく、偏や旁に対する添削、ある1つのストロークに対する添削などがあり、それぞれについて必要があれば助言を付すこともある。このような様々な添削形態に対応するため、本データベースの添削データでは、各ストローク、各パーツ(偏や旁など)、文字全体それぞれについて訂正と助言を付加できるようになっている。

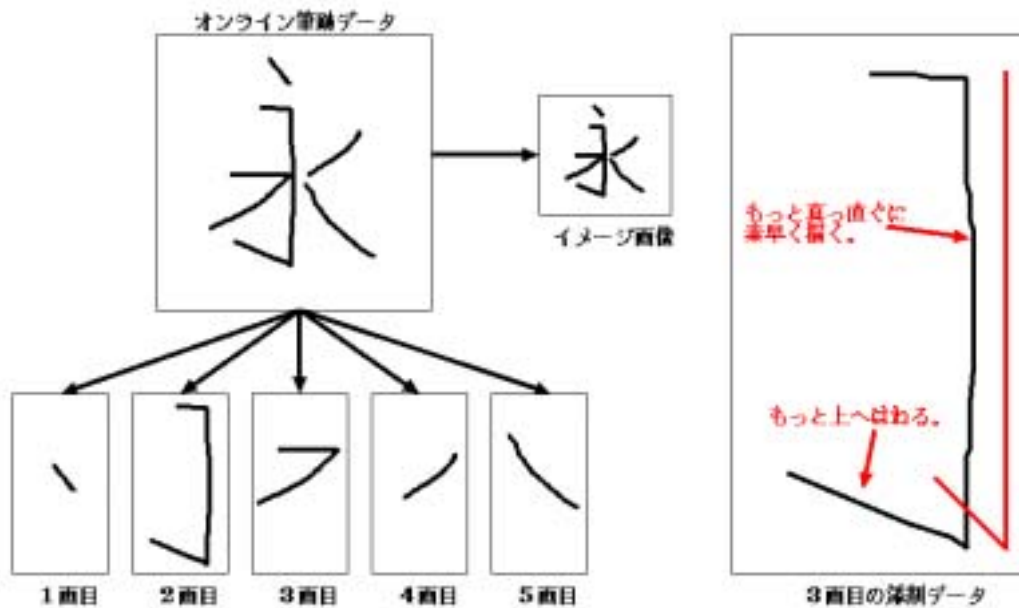


図 5 - 3 3 添削データの構成

## (5) 添削文字の収集

文字添削データベースは、自学自習段階において過去の典型的な添削例を参照することにより、弟子のより効果的な学習を可能とすることを主な目的として作成するものである。ペン字・書道の長年にわたる師範の経験から、典型的な添削パターンを模索することは可能であるが、従来のように紙に書かれた文字を朱で添削する事例では、既に筆跡情報が失われているため、このような過去の事例から添削文字データベースを作成するのは困難である。一方、ペン字遠隔学習システムを使用することによって得られるデータは、筆跡情報を含むオンラインデータであるが、これらは、紙の上ではなくタブレット上で書かれたものであり、これらを添削事例としてそのまま用いることは、これまで培われてきたペン字・書道の精神に反するものと考えられる。そこで研究では、既に紙に書かれた文字を朱で添削したものの中から典型的な添削パターンと考えられるものを選定し、そのデータをペンでなぞることにより筆跡情報を付加し、データベースを構築する方法である(図 5 - 2 8 , 図 5 - 3 0 参照)。

与えられた文字データに対して筆跡情報を付加する手順は次の通りである。

1. 筆跡情報を与える文字画像を表示する。
2. 文字画像のある一画をペンでなぞる。その際、ペンの運びは、実際にペン字を書く

くときを想定する必要はなく，この段階では描かれている線の形に忠実になぞれば良い。

- 3．なぞられたペンの軌跡と文字画像を対比し，対応するストロークを抽出する。
- 4．抽出されたストロークが，この文字のどのパーツ(偏や旁など)の，何画目に相当するか，という情報を与える。
- 5．全てのストロークが抽出されたら終了し，そうでない場合は2．に戻る。

この手法で問題になるのは，あるストロークが別のストロークと交差している部分の抽出である。図5 - 3 4は，2本の線が交差する部分を拡大したものであり，黒点は横線を抽出したときの結果を表したものである。他の線が交わらない領域では，線をなぞることにより，その線に筆跡情報を与えることが可能であるが，線と線が交差している部分では，各々の画素が，筆跡情報を与えようとしている線の構成要素になっているかどうかを判断するのは困難であり，図のように他の線分と交わる部分では，やや膨らんだ形の線分として抽出されてしまう。

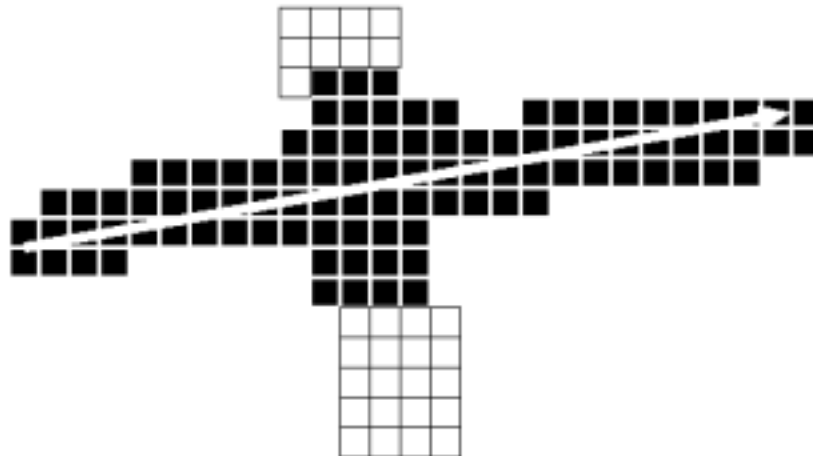


図5 - 3 4 筆跡情報付加の問題点

この問題は，線分抽出の方法を次のように改良することにより改善できる。

- 1．なぞられたペンの軌跡を用いて，その軌跡に対応する線分を抽出する。
- 2．抽出された線分のうち，他の線分と交差する領域に印を付ける。
- 3．他の線分と交差しない領域だけを用いて，線幅推定を行う。
- 4．他の線分と交差する領域について，推定した線幅内に収まる点のみを残し，それ以外の点は抽出する線分の要素ではないと判断し削除する。

## 5.8.2 実時間指導用添削コンテンツの構造情報化法

自学自習のために設計された添削データベースを拡張して、

- ・従来の対面指導と同等の添削結果が分かり易く
- ・ネットワークの負荷を配慮した

負荷の軽減された実時間遠隔添削指導を可能ならしめる方式を提案する。

これは、次のような添削機能






- ・指導箇所浮き彫り情報 (Spot Light 機能)
- ・説明順序動的変更情報
- ・添削事例データベースの要求時呼び出し

等

を持てるように、添削コンテンツに構造情報を与えることにより実現する。師範はこの構造情報が付加された添削コンテンツを事前にお弟子さんに伝送しておき、実時間中は構造情報のタグをマウスクリックするだけでよく、このクリック制御データのみ通信路に伝送され、ネットワークの通信路の負荷は軽減される。

### (1) 添削コンテンツの構造化

従来の通信添削指導は師範が稽古書に朱書きで添削をおこない、それを郵送で届ける。この添削結果を単に電子化して電子転送しても余り意味がない。電子化時にこの添削コンテンツを構造化し事前に電子伝送をしておき、定めた時間にこの添削コンテンツを VoIP (Voice of IP) の利用とコンテンツのマウスクリックにより遠隔実時間添削指導が行えれば、対面指導以上の有意義な添削指導が可能である。図 5 - 3 5 にその例を示す。

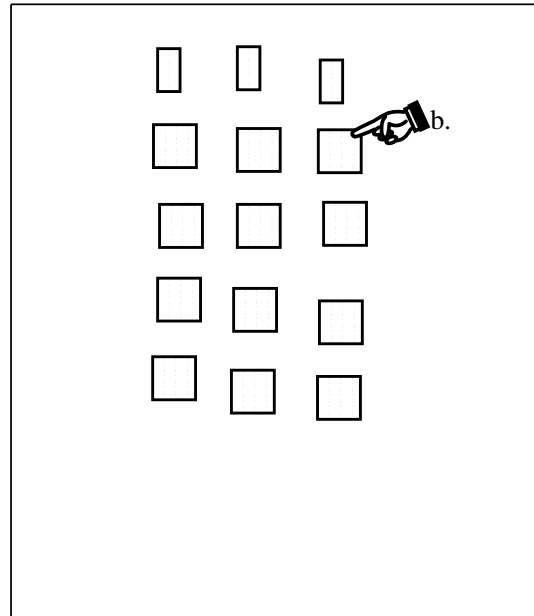
- 1) 電子伝送されて来た稽古書を印字し、従来法による朱筆添削を行い、イメージスキャナで読みとる。添削前の稽古書の全体を表示する (a.  )。
- 2) 稽古書全体が表示される。添削対象文字を選択する (b.  )。
- 3) 添削対象文字が表示される。添削結果の表示指示する (c.  )。
- 4) 添削結果が表示される。添削の音声説明を行う。必要ならば online 運筆の表示を指示する (d.  )。
- 5) online 運筆が動画表示される。以上、稽古文字の添削指導が繰り返され、総合講評を表示する (e.  )。
- 6) 総合講評が表示され、遠隔実時間添削指導が終了する。

以上の遠隔実時間添削指導が可能とするためには、MS 社 Version97 プレゼンテーション会議機能付き PowerPoint 的内部制御と link の張り形で実現できると考えている。

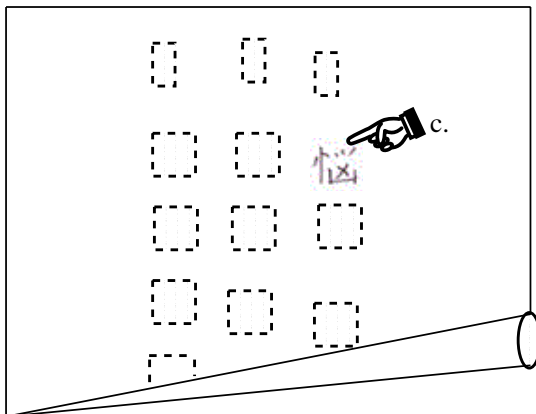
a.



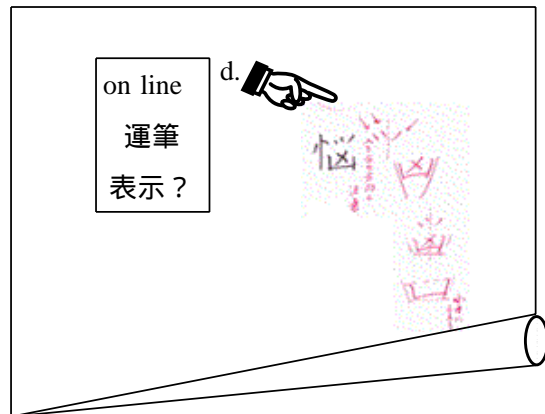
1) 従来の添削例



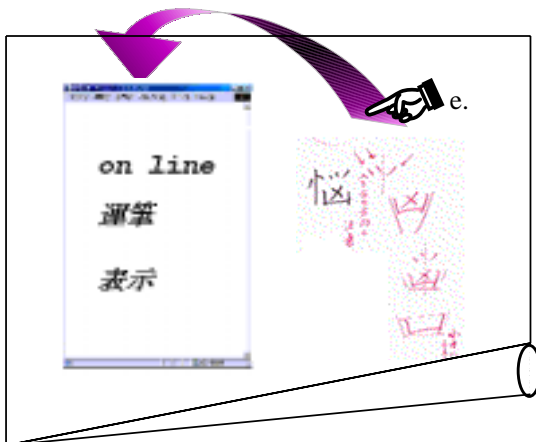
2) 稽古書



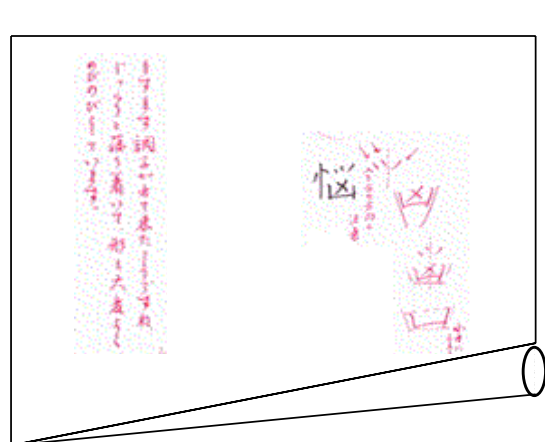
3) 添削該当文字の選択



4) 該当文字の添削結果表示



5) 該当文字の模範運筆実時間表示



6) 添削結果の総合講評

図 5 - 3 5 添削コンテンツの構造化 (☞は cursor click を意味する)



## (2) 遠隔実時間添削指導のシステム構成と制御

前述したように対象文字を浮き彫りさせながら、マウスクリック(👉)をしながら添削を進めて行く。そのときのシステム構成と制御方式を図5 - 36を基に説明する。

- 1) 添削コンテンツを弟子側に事前に伝送しておく(Database\_B)。その控えを師範側に置く(Database\_A)。
- 2) 師範側から cursor 制御情報を伝送し、弟子側 Database\_B を弟子 Display に表示し、併せて自 Database\_A を自 Display に表示する。この cursor 制御情報と音声は同一 packet で伝送し、cursor と音声の同期を維持する。
- 3) 弟子も同様である。

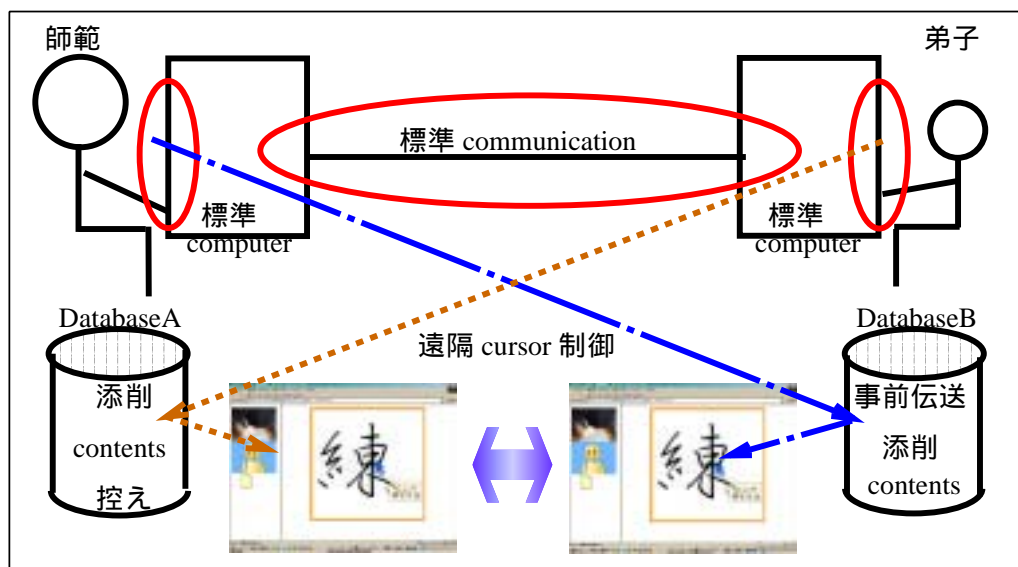


図5 - 36 遠隔実時間添削指導のシステム構成と制御

### 5.8.3 芸術・技能達成度の客観評価法

本来芸術・技能は個の方程式と言われ、客観評価は困難と言われているが、本研究は、

- ・美形文字に関するオフライン文字認識技術に基づく自動評価
- ・躍動感ある文字に関するオンライン文字認識技術に基づく自動評価

により、この困難性に解を与えている。これら自動評価法の帰結である。

この自動評価法の研究が更に進めば、次の画期的な評価法が提案できる。

お弟子さんの掲げている達成目標に関して、現在の習熟度に関する客観評価情報からお弟子さんの能力を推定し、今後の稽古量を計数化して示せる。師範は、この計数化された値を基に、お弟子さんに芸術を科学的、KR的に助言ができる。

このことを図化すると図5 - 37のようになる。

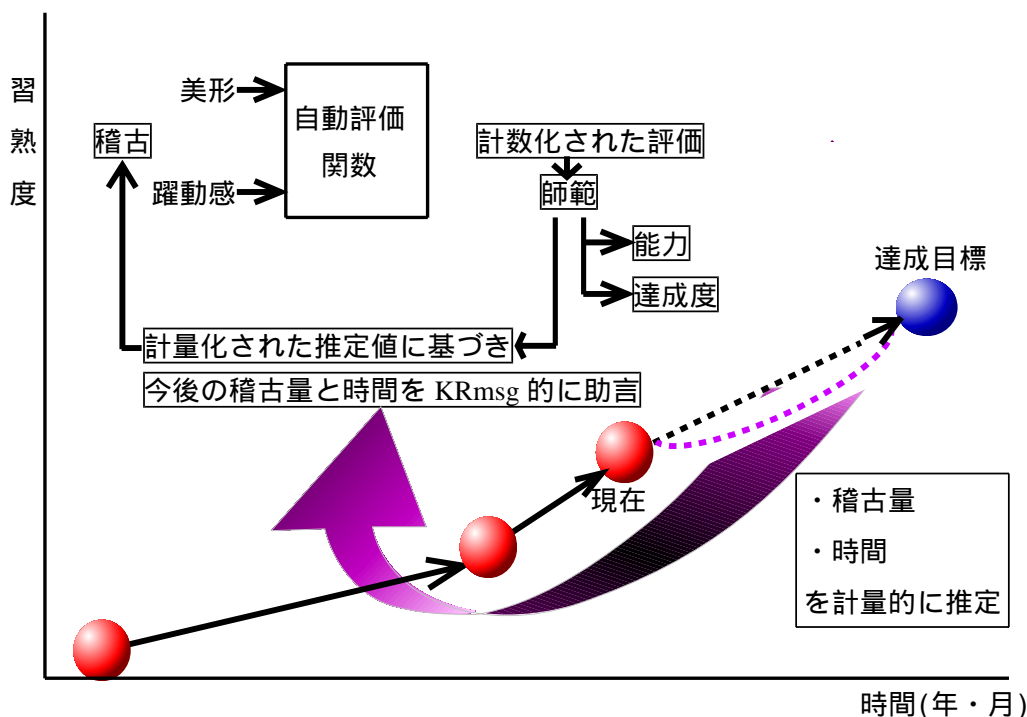


図5 - 37 自動評価に基づく目標達成への努力・時間の推定概念

## 5.9 結言

来るべき次世代遠隔教育は右脳的遠隔教育と言えよう。このことが本研究の新規性である。

左脳の論理解析的処理のデジタル情報処理とは異なり、右脳はイメージ処理を司りアナログ的情報量に基づいており、デジタルコンピュータにとっては処理しにくい対象である。アナログ情報を如何にしてデジタル情報に変換し処理し、再びアナログ量に変換するかが課題である。このことをペン字・書道の美形文字・躍動感ある文字を事例にして研究を進めてきた。その成果は次の通りである。

- ・科学は万人が認める方程式であり、芸術は個の方程式であると言われる。このことを踏まえ得て、個の達人の師範の流儀を尊重しその美意識の基に研究を行う。
- ・文字のコンピュータ入力手段として、紙の市販イメージスキャナによるオフライン読みとり、市販ボールペン型タブレット(タブレット上に事務用ラバーを敷きその上に紙を敷く)によるオンライン読みとりを検証した。
- ・美形文字、躍動感ある文字の評価を山下静雨流の美的基準に求め、次のデジタル処理が有効であることを検証した。

- 1) 美形文字の自動評価は2次モーメント法が有効である。
  - 2) 躍動感ある文字自動評価法は、タブレットが検出するところの位置・筆圧・速度デジタル情報を"跳ね・払い・留め"のメリハリや運筆の"緩急"の主観情報に対応させることが可能であることを検証できた。
- ・ 弟子の稽古文字の師範の添削コンテンツを事前伝送し、隘路が伴うインターネットにあっても遠隔実時間添削指導が出来る方式を見出した。実時間指導時にはコンテンツ制御情報の少量の PACKET 伝送に徹し、この制御情報に基づき添削解説が可能なように、コンテンツ作成時に添削解説の構造化をする方式である。
  - ・ 美形文字や躍動感ある文字の自動評価法に基づく客観評価と主観評価の対応をとることにより、習熟度・達成度の数量的客観評価が可能である。このことは、目的達成のための現在の状況と今後の稽古の努力を計量的に客観的に示す方法を意味している。この客観評価を参考にして、弟子に十分説得のある評価と指導が可能となり、これはペン字・書道の事例のみならず他分野の芸術や技能においても適用できれば、画期的な指導法及び評価法の発見であると言うよう。

今後は、以上の基礎研究の成果を基に実用研究を更に進めて行きたい。

## 第6章 結論

本研究は、筆者の十数年来の工学の創造性教育の実践のなかで培ってきた能動学習授業の提案、及びその実践のために必要なマルチメディア・インターネット活用の設計法を扱っている。更にその普及のために、遠隔教育システムの設計法特に初心発表者の支援を重要視した設計法を扱っている。これら研究は、設計・試用・評価という一連の研究課程を踏むのみならず、工学教育の実践に役立てていることも特徴としている。

更に、以上の研究成果で培ったネットワーク技術と筆者の他方の研究分野である文字認識技術を基に、次世代遠隔教育の研究も扱っている。この研究は、現在、ペン字・書道を事例として開始し基本方式設計と試作が完了した段階であり、今後はその本格的実装及び評価を行ってゆく予定である。筆者は、この成果が他の技能・芸術分野への遠隔教育応用や類似・共通点の発見や抽象化に及ぶことを期待している。

第1章は、日本の抱える教育上の背景と問題点を概観し、筆者が十数年来提案し実践してきた能動学習授業の意義を述べた。ただし素手ではなく、道具の活用が重要であることを主張した。ただし、新しい道具を闇雲に活用するのではなく

- ・道具の持つ"光と影の部分"
- ・日本人の"文化心理学"的側面

を十分に調査・分析し、能動学習授業の本来の狙いを十分に引き出し、柔軟な授業支援システムとなるようなマルチメディア・インターネット活用の方式設計が重要であることを述べた。

技術立国のための創造性教育は人間の頭脳で言えば左脳が司る教育である。すなわち技術・科学分野を対象としている。しかし人間はパンのみに生きるにあらずである。趣味・芸術分野へのあこがれ・挑戦も人の生き甲斐である。師事したい流派の師範が近くにいない。また事情により転勤等で遠方に赴かざるを得ず、師事していた師範の継続指導が受けられない。このような距離・時間の問題から人を解放し、ubiquitous 性の恩恵に供するのにもインターネットである。このことを次世代遠隔教育として位置付け、研究の着手宣言も行った。

以上の研究は、全て科学研究費の交付(現在交付中のも含めて4件)を受けて進めてきたものであり、新規性・有用性の裏付の一つであることを述べた。

従来の教育工学の従来研究が教育理論中心であるかメディア技術中心であるかの一方に陥っている傾向にあり、その間の乖離が深い。第2章では、従来研究のこの問題点を対処するために、まず、過去の道具の光と影すなわち道具の功罪を歴史の中から学び取り、教

具としてのマルチメディア・インターネットの光と影の属性を明確にした。筆者は、"第3の波"のうねりとおおよそ四十年の関わりを持つて現在に至っている。この関わりと道具史の光と影の教訓を本研究の中で整理し、これらを基に筆者の研究上の精神的支柱を次のように明らかにした。

道具の影の側面を十分に目を透し影の弊害を極力排除して、光の効用を計る

過去のコンピュータ技術者としての経験を背景を基に、現在の工学教育教師としての職業から、時代は変わろうともコンピュータは人間の道具であることを再認識し、道具の有する光と影を直視して、工学教育へのマルチメディア・インターネット(コンピュータ・通信)活用法を研究する。

マルチメディア・インターネットは現代の最新の道具である。道具は人間の従者である。従者は使う者・作る者の命に従う。それ故に道具の光と併せて影の影響も基本に据えて、道具の活用法を見極める。筆者のマルチメディア・インターネットの活用法は、人に優しく人を育むためのものであり、道具に溺れてはならない。

次いで、もう一つの精神的立脚点を述べた。それは日本人固有の精神的構造を考察し、教具としてのマルチメディア、インターネット設計における礎としたことである。

日本人の気質を十分配慮し学生に自信と勇気を育むマルチメディア・インターネット活用の設計を行う

最近筆者は文化心理学的考察が必要であるとの次の考えに至っている。

1940年代の文化人類学者 R.Benedict の"菊と刀"<sup>R088</sup>、1960年代の社会人類学者中根千枝の"タテ社会の人間関係(単一社会の理論)"<sup>R084</sup>、1970年代の精神科医学者土居健郎の"甘えの構造"<sup>R085</sup>・"甘えの雑稿"<sup>R086</sup>、作家イザヤ・ベンダサン"日本人とユダヤ人"<sup>R240</sup>、そして国文学者大野 晋<sup>R087</sup>や金田一春彦<sup>R089</sup>の"国文学としての日本語の特色考察"等の著書は、専門分野からみて日本人固有の精神構造を指摘している。それは、"恥の文化"、"場を強調し内と外"、"日本固有の言語甘えから派生する義理と人情等"、"法外の法・言外の言・日本教徒は人間宗教"、"言語の生い立ちはその言語が誕生するときの自然環境・人間の文化環境に強く影響"を keywords 及び文脈としている。1990年代に至って認知科学分野の文化心理学からの心と文化の学術的考察がなされてきた。"自己観"一つでも西欧と東洋特に日本では文化の関わりで大きく異なり、西欧では"相互独立的自己観(Independent View of Self)"、日本では"相互協調的自己観(Interdependent View of Self)"を基に自己確立がなされており、価値観が大きく相違する。その相互強調は、役割志向性(義理はその代表)と人への情緒的態度(人情)の2つの次元で特徴づけられるとしている<sup>R241</sup>。

現在の学生の気質は、これら指摘と密接に関係し、日本人固有の精神構造に深く関係するとの見解に至った。この見解は、匿名質問機能と能動学習遠隔授業における遠隔質問機能の限界を乗り越え、教育学的な質的向上を目指した"初心発表者支援ソフトウェア BP3S"の設計時に十分に反映させることができた。

第3章において、先ず提案能動学習授業の定義を行い、従来授業形態との相違を明確にした。そして従来メディアを使った能動学習授業の問題点を明らかにし、この授業形態を効果的にするために手段としてのマルチメディア活用法を筆者の2つの精神的支柱を礎にしての設計指針に従ってシステムの設計・実装を行い、実際の授業にそれを適応し評価した成果を述べた。その成果は次の通りである。

- 1) 能動学習授業形態を PLAN・DO・CHECK(・Action)の3段階に分け、各段階に応じた最適な市販及び開発マルチメディアとソフトウェアを活用した。
- 2) 質問や意見は内在するが顕在化することに躊躇する学生の心理を理解し、顕在化するための方策を検討し、匿名質問機能を実現させ活発な討論を可能とした。従来の1～2の質問件数がおおよそ25件と大幅に増え、内在する意見や疑問の顕在化に成功した。
- 3) CHECK 段階時として、同僚受講生による第三者評価を即時還元することにより、発表体験後の余韻が生々しく残る心理状態に、感動体験を倍加させることに成功した。
- 4) またこの第三者評価データから、発表者のコンテンツの出来映え及び発表態度と受講生理解度の相関を算出し、この相関係数と教師の主観評価の整合性が取れていることを見出すことができ、能動学習授業の成績評価や発表者の自己点検と第三者評価の差異報告の講評返信に活用できることが分かった。能動学習授業と同様な授業形態であるPBL(Project Based Learning)も工学分野の創造性教育において有効な方法であることが報告されているが、学生の客観的成績評価・講評法が見い出せないでいるとのことである<sup>R235)</sup>。本能動学習授業における客観的成績表評価・講評法を参考になると考えられる。
- 5) 能動学習授業は試験合格型学習から予習型すなわち創造性教育型学習形態であることが、従来授業との学習時間比で示すことができた。
- 6) e-mail と開発 Project Manager の活用は、PLAN 段階におけるの学習意欲の維持と向上に有効である。
- 7) 現在は表現ツールの活用は当然となっているが、それを早期に活用し学生主役の DO 段階のプレゼンテーション授業の実現に目処を付けた。
- 8) 発表中、発表者と受講生間の双方向性の促進及び初心発表者支援なる機能の方式を本能動学習授業において検証でき、能動学習遠隔授業支援システムの設計の布石とする

ことができた。

- 9) マルチメディア活用環境として、情報処理演習室等の専用教室なる制約の基で運営されており、この授業形態を普及させるためには足枷であったが、このことは第4章の研究課題でもあり、能動学習遠隔システムの設計・評価において解決した。

能動学習授業システムはほぼ完成したと考えているが、今後の課題を挙げれば次のようになる。

- 1) 更に厳密な学生成績評価を確立することであり、電子教材の主因子分析技法<sup>R207)</sup><sup>.R225)</sup>を参考にして研究を進める予定である。
- 2) マルチメディア活用による内在する意見の顕在化法を見い出せたが、それを活用しないでも自己の意見・疑問を自己責任の基に表現可能とさせるためには、教育の地道な実践が必要であることを改めて肝に命じる。日本の"恥"や"気配り"なる甘えの構造文化・相互協調的自己観を是認しながら、国際化時代の技術者の表現力・人間力を意図的に育成しなければならない。その基本は成せばなるとの自信を付けさせること。更に言えば有能観を思い抱かせること。そのためには感動体験が契機となる筈であり、道具としてのマルチメディア活用と表裏一体となつての実践指導が重要である。

第4章においては、マルチメディア活用能動学習授業実践の足枷を取り除き、遠隔授業へ発展させるためのシステム設計を先ず述べた。

学内の一般教室を能動学習授業時のみマルチメディア活用可能に衣替えし従来授業形態と併存させ、さらに複数の分散された教室をネットワーク的に統合した一種の遠隔授業形態をとることを前提とした。このためには、情報機器・通信機器の選択と配置法、共用通信路への負荷の問題、遠隔受講生にとっての不慣れ初心発表者からの影響を軽減する方法を述べる必要があった。

次いで、能動学習授業を活性化するために、特に初心発表者である観点から、授業構成員である発表学生・直接受講学生・遠隔受講学生・教師の関係を日本人気質を考慮しての文化心理学的側面から分析・整理した。その結果を"初志発表者に自信と勇気を育み"且つ"直接受講生・遠隔受講生の理解度を向上させる超伝達的双方向通信"機能として、初心者発表支援ソフトウェア設計・開発に反映させた。これら市販及び設計・開発された遠隔授業支援ソフトウェアの試用により、教育効果の評価実験及びネットワーク帯域実験を行い、次のような良好な成果が得られた。

- 1) 普及させるための廉価なシステムの構成法として、一般教室複数による学内遠隔授業システムを次の条件の基に設定した。

- ・能動学習授業を行うときのみ一般教室をマルチメディア利用可能とするため赤外線 LAN・無線 LAN と可搬型大型プラズマ・ディスプレイを設置

- ・ソフトウェアは極力市販品・流通ソフトウェアを活用
  - ・開発ソフトウェアは LAN の負荷を極力抑え、遠隔受講環境をどれだけ直接受講環境に近づけるかに絞る
- 2)上記指針が示す機能に加えて更に次のソフトウェア機能を設計した。
- ・能動学習授業において活発な討論の仕掛けである匿名質問機能を更に完全なものにする
  - ・日本固有の"恥と気配りの文化"(文化心理学で言う"独立協調的自己観")を是認し、一方国際化時代の技術者に求められる表現能力の要求を確認し、それらを育むための支援機能の実現

これが能動学習授業および遠隔授業の初心発表者支援ソフトウェア BP3S( Softly Supporting Software for Beginners' Presentaiton)であり、実装後に試用・評価し設計指針通り妥当性と有効性が次の通り、授業履修者のアンケート結果及び授業中の実験データより検証できた。

- 1)一般教室における能動学習授業及び遠隔授業が可能となった。
- 2)LAN(10Mbps)の総負荷は授業中で最も負荷がかかる理解度即応時でも 1.4%程度(3 秒以内に 30 名の応答を要求して換算)であることが、実際の授業への適応において検証された。軽負荷であり、QoS 機能の利用開放が実現すれば、今後普及するところの Flet's ADSL や光 fiber なる高速インターネットでなくとも、またインターネットの隘路が生じている区間でも遠隔他校間交換授業が十分に成立することが実験的に検証できた。
- 3)実時間動画像伝送無での音声とコンテンツ遠隔制御方式でも、BP3S 機能により遠隔受講生の理解度は直接受講生に遜色ないことが検証できた。また匿名質問機能の遠隔質問機能への転換により、遠隔受講生と発表者の実時間質疑応答が可能となった。
- 4)初心発表者支援ソフトウェア BP3S の各機能は次のような効用があった。
  - ・理解度把握機能...直接受講生と間接受講生双方に有効であることが確認できた。
  - ・発表者言葉途切れ補足機能...情報量の少ない発表者情景を補って、発表者の状況を遠隔表示装置に教師が明示することにより、遠隔受講生の"盲目状態"解消に有効であることが確認できた。
  - ・説明箇所遠隔明示代行機能...初心発表者が完全に"あがってしまい"遠隔受講生のことを完全に忘れてしまった場合、教師代行により説明箇所の明示操作は遠隔受講生に有効であることが確認できた。

特に、理解度把握機能は、直接受講生よりも遠隔受講生に効用があり、説明箇所遠隔明示代行機能と助言支援機能の組み合わせにより初心発表者でも直接受講とほぼ同



等に遠隔受講が可能であることが評価実験により示せた。

能動学習遠隔授業システムの今後の課題は、次の通りである。

- 1) 話者に依存せずに聞き取りやすい音声伝送として圧縮伝送と垂れ流し伝送の比較実験
- 2) 遠隔受講生の発表者への引き込みエージェントの検討
- 3) 受講生端末としてサイズの目障りなノートパソコンの排除とひそひそ討論の推奨から、携帯電話や PDA への移行化を進める。プロバイダ経由ではなく最近距離通信方式の Bluetooth 通信を用いることで、併せて通信料金と形態の授業で使用するものの抵抗感も排除する。
- 4) 市販表現ツールの版更新に伴う遠隔通信方式の重量化の問題と、音声とコンテンツの同期化のために提案方式の完成と評価
- 5) 能動学習授業・遠隔授業両方に言えるが、発表者の発表録画・録音機能が必要である。これは最近のパソコン記憶装置の大容量化・低下価格から容易に実現できる。

第 5 章においては、左脳型遠隔教育システムの 1 つとして位置づけできる能動学習授業及び遠隔授業システムの次に予測できる次世代遠隔教育システムの研究について述べた。

この研究は、右脳型遠隔教育システムであり、ペン字・書道の稽古師範の事例を基にして研究に着手している。右脳型すなわち技能・芸術分野は、元々大局的情報でありアナログ的であり、デジタル情報化が困難である。この問題をどのようにしてデジタル情報化し通信するかを文字認識技術の応用と第 3 章・第 4 章の研究で得られたマルチメディア・インターネット活用法を基に研究している。この研究は現在も進行中であり、一部次の成果が得られている。

- 1) 科学は万人が認める方程式であり、芸術は個の方程式でありと言われる。このことを踏まえて、個の達人の師範の流儀を尊重しその美意識の基に研究指針を明確にできた。
- 2) 文字のコンピュータ入力手段として、市販イメージスキャナによるオフライン読みとり。そして書き心地の観点から市販ボールペン型タブレット(タブレット上に事務用ラバーを敷きその上に紙を敷く)によるオンライン読みとりが最も良いことが実験により検証できた。
- 3) 美形文字、躍動感ある文字の評価をその道の大家(山下静雨師範)の基準に求め、次のデジタル処理が有効であることを検証できた。
  - (1) 美形文字の自動評価は 2 次モーメント法が有効である。
  - (2) 躍動感ある文字自動評価法は、タブレットが検出するところの位置・筆圧・速度デジタル情報を"跳ね・払い・留め"の減り張りや運筆の"緩急"の主観情報に対応させることが可能であることを検証できた。
  - (3) 弟子の稽古文字の師範の添削コンテンツを事前伝送し、隘路が伴うインターネ

ットにあっても遠隔実時間添削指導が出来る方式を見出した。実時間指導時にはコンテンツ制御情報の少量の PACKET 伝送に徹し、この制御情報に基づき添削解説が可能のように、コンテンツ作成時に添削解説の構造化をする方式の基本検討が出来た。

- (4) 美形文字や躍動感ある文字の自動評価法に基づく客観評価と主観評価の対応をとることにより、習熟度・達成度の数量的客観評価が可能であることが導出することができた。このことは、目的達成のための現在の状況と今後の稽古の努力を計量的に客観的に示す方法を意味している。この客観評価を参考にして、弟子に十分説得のある評価と指導が可能となり、これはペン字・書道の事例のみならず、他分野の芸術や技能においても画期的な指導法及び評価法の開発法であると言えよう。

本研究は、現在交付されている科学研究費の研究そのものであり、以上の基礎研究の成果を踏まえて更に実用研究を進め、且つ技能と他の芸術分野の基礎研究へ展開してゆく予定である。



## 謝辞

齢六十歳を目前にして学位論文を書きあげた。この年齢を重ねる間に、学位取得のため幾つかの課題に何度か挑戦してきた。それを振り返りながら、お世話になった方々へお礼を述べたい。

まずは、幾度となく、静岡大学大学院博士後期課程の社会人入学を親身になって勧めて下さった静岡大学情報学部教授水野忠則博士に感謝の意を述べたい。日本はソフトウェア分野での博士号取得が余りに少ない。挑戦者には是非とも支援したい。水野博士の口癖である。博士は、研究者でありながらこのような高邁な心をお持ちの方です。小生は、このような博士に再会し激励を受け、ためらいから決別し、1999年10月に社会人入学を果たした。情報工学と工学教育が融合された教育工学分野を研究課題として選び、2.5年間に第一著者査読論文4件、国際学会口頭発表論文2件が採録され、更に研究紀要・口頭発表・共著査読論文は35件以上を数えた。課程博士の条件を越え論文博士の条件を満足させることができた。このことにより博士の期待に少しでも答えることができ、我が人生の研究生活の中で最も充実した時を過ごせたと思っている。このような機会を与えて下さり、且つ研究指導とご鞭撻を下さった水野博士に重ね重ね深謝する。

また、論文査読者のきつい条件を解決するために、小生の解決提案に耳を傾け、熟慮検討下さり、適切な助言と励ましをして下さった静岡大学情報学部助教授酒井三四郎博士に深く感謝する。

更に、水野博士、酒井博士と共に、学位論文審査委員を務めて下さり有意義なご助言を下された静岡大学情報学部教授伊東幸宏博士、静岡大学情報学部教授富樫 敦博士にも深く感謝する。また審査討論に参加下さって有意義のご助言を下された静岡大学情報学部教授市川照久氏に深く感謝する。

社会人入学の先輩であり、同分野の研究を切磋琢磨してきた倉敷芸術科学大学産業科学技術学部教授吉田幸二教授に深く感謝する。

このような社会人入学を生涯学習として位置付け、推薦を下さり、組織としてご支援して下さった東京工業高等専門学校長松本浩之博士に深く感謝する。

同様に組織のご支援を戴いた前情報工学科主任教授・現学生主事小坂敏文博士にも深く感謝する。

そして、情報工学科の共同研究室を共に運営し、手書き文字認識・代数幾何符号・教育工学の3研究分野を一緒に研究し、そして高専卒業研究の学生指導を共にしてきた情報工

学科助教授鈴木雅人博士にも深く感謝する。

更に、本校情報工学科市村・鈴木(雅)研究室に代々所属し、研究をなされた多数の卒研究生に感謝する次第である。特に、初心発表者支援ソフトウェア BP3S の開発、及び次世代遠隔教育システムにおける実時間遠隔添削ネットワークシステムの基本設計を担当してくれた静岡大学情報学部 4 年生谷沢智史君、オンライン・ペン入力と文字の躍動感自動評価法を研究してくれた電気通信大学電気通信学部 4 年生黒岩利昭君に深く感謝する。

また、論文投稿時英文化のご指導をなさって下さった本校一般科目・人文系(英語科)教授村井三千男氏に深く感謝する。

教育工学の研究集会で知り合い、工学の創造性教育について高い見識を有し、小生の提案した能動学習授業に強く関心を示され、教育理論的指針を示され、マルチメディア活用の功罪のご意見を下さった元三菱電機(株)技術研修所所長・現金沢工業大学客員教授島田彌博士に深く感謝する。

次世代遠隔教育としてペン字・書道の稽古師範を事例とした研究に、快く共同研究者を引き受け下さり継続支援下さられるペン習字研修センター所長山下静雨師範に深く感謝する。

本論文の最終草稿を隅々まで目を通され、校閲して下さい(財)情報処理相互運用技術協会上席研究員であり、且つ静岡大学大学院理工学研究科設計科学専攻博士後期課程 1 年生(社会人・春入学)の桂川泰祥氏に深く感謝する。氏とは三菱電機(株)勤務時代に汎用計算機 OS 及びネットワーク開発の辛苦を共にした同僚でもあり、代数幾何符号の共同研究者でもあった。次世代遠隔教育システム構築の共同研究者として、今後ともご尽力して下さいをここにお願いする次第である。

学問の神様菅原道真を祀る太宰府天満宮において、何れは博士号を取得しようと心に誓ったのは 1979 年正月。早 23 年が経過した。企業のシステム技術者として汎用計算機の顧客要求仕様の設計・開発そして納入。納入後の安定稼働を見定めるための長期出張中の憩いの一時の祈願であった。以後 1985 年 6 月に仙台電波工業高等専門学校・情報通信工学科助教授として教職に就き、手書き文字認識の研究そして代数幾何符号の研究と高専教育と共に細々と研究を進めてきた。このような中であって、十数年前に創造性教育をどのように進めるかを模索し、能動学習授業を提案し実践をしてきた。今回の研究課題は、この課題が静岡大学水野教授の目に留まり、研究課題を教育工学分野に見定め、博士号の具体的取得計画となった次第である。志を抱き、常に精進すれば、必ずや通じる。今このことが実を結び、関係各位に深く感謝の意を述べたい。

小生は、本研究以外に、漢字手書き文字認識に関する研究、及び代数幾何符号に関する研究を行ってきた。最終的には本研究をもって博士号取得としたが、手書き文字認識に関する研究では元東北大学工学部教授・前北陸先端科学技術大学院大学副学長木村正行博士、九州工業大学情報工学部教授江島俊朗博士、東北大学大学院情報科学研究科助教授加藤 寧博士にお世話になってきた。深く感謝の意を述べたい。代数幾何符号に関する研究では、三浦晋示博士、電気通信大学電気通信学部教授阪田省二郎博士、九州工業大学情報工学部教授今村恭己博士にご指導を戴いてきた。深く感謝の意を述べたい。また、本研究による学位取得後、代数幾何符号研究の再開することを両教授に約束した。学生の卒業研究を通して細々と続けてきたが、本格的に再開する予定である。

我が人生を振り返ると、今は故人となってしまった三名に黙禱を捧げたい。それは父故市村敬三(壽松院敬徳文栄清居士)、兄故市村一郎(一行院法道信士)、故郷の人生の達人故川田賢一(賢義院知英道覚清居士)各氏である。父は小生が社会人入学を果たした1999年10月に他界。社会人入学し今度こそは学位取得を具現化するとの小生の胸の内を知らずながら他界した。約束を果たしたことを墓前に報告したい。

兄とは8歳違いである。終戦後の生きるにやっとの時代、兄は家計を助けるために義務教育を終えると同時に上京し、我々弟妹に学費の仕送りを長年してくれた。今の時代高校だけは行けよ。そして自宅火災で呆然としていた父母を慰め、焼失した通学の自転車を再購入してくれ、激励してくれた心優しい兄。人生これからという55歳で他界してしまった。病床に訪れる度にやつれてゆく兄。小生は研究を中断し、心残りの兄の悩みを聞き出し対策を姉と計らい、少しは安んじさせられたことと自負している。この機会に兄の墓前に以後の自分の報告をしたい。

川田賢一氏は、同郷の先輩であり、我が人生の師範に当たる方である。高校工業科卒業後即上京し企業技術者を志した。半導体工学技術者は基礎学問なる物理学をもっともっと学ばなければならない。どんなに苦難があろうとも大学入学を果たさなければならない。このような志は人一倍強いが、高校工業科卒であり社会人では、正規の受験生には勝てない。自信喪失と鬱の状態になる度に氏を訪ね、平常心で笑顔で遇してくれ、クラシック音楽を聴きながら如何ほど心安んじたことか。氏の持つ人生の達人の雰囲気。また、学者の道を歩まんと博士課程の有する大学院修士課程に進学。博士取得後の就職と当て込んでいた研究所。この就職先が大学紛争等で何時出来るか未定。年齢から博士課程を断念し、再度企業の技術者へ。このときにも氏のもとに通うとどれ程心が洗われたことか。氏の笑顔を回顧しながら、深く感謝する。

また茨城県旧大田村大字西方在住の市村家の宗家市村 昇氏、本家市村太郎氏、そして弟市村 進氏にもいつも激励を受けてきた。ここに深く感謝の意を述べたい。更に姉高島

昭子氏，妹高岡敬子氏にも励ませれてきた。ここに深く感謝の意を述べたい。

以上あげた方々以外にも六十歳迄の人生でいろいろな方のお世話になった。一期一会である。通常はその方々へ年始年末におおよそ二百通の賀状書きをしていた。そのことを3年中断し，査読論文書きに集中した。にもかかわらず賀状を下さった方々へ特に御礼を申し上げる。昨年8月上旬には体調を崩し自宅療養をした。これを契機に禁酒。現在11ヶ月(324日)連続禁酒を達成中である。自らを戒め努力していることを以てお許しを戴きたい。今後ともお付き合いの程宜しくお願いしたい。

今回の学位論文をまとめるに当たって，いろいろな書物や新聞そしてTV番組を読んだり見たりした。特に，TV番組日本人遙かな旅を契機として，英国産業革命史，文化人類学，文化心理学，日本語学の蔵書を読み直ししたり，新書を購入したり，手当たり次第読破した。長久の歴史の中で育まれてきた日本人の精神・文化。この精神・文化 vs 理工系分野の創造性教育及び国際化時代の技術者育成の問題，特に相互協調的自己観 vs 自己責任の基に自らの意見と疑問を公表する態度(熟知不言よりも不知発言を)は矛盾する。この矛盾を如何に止揚するか。小生は，現在，教育により日本流に自己独立的自己観を育むことが重要課題であるとの考えに至っている。そのためには文化心理学の道を極めたい。

今後は，この文化心理学と創造性教育の融合，技能・芸術分野の ubiquitous 教育法研究，そして現在中断している代数幾何符号の高速復号化の実装研究の再開を始めるつもりである。また併せて，全国高専生の創造性教育のための支援としてプログラミングコンテスト実行委員，長年継続している近所のばい捨て空き缶等回収，及び家庭にあっては里親。このような地道な社会的貢献を継続してゆくことを心新たにした次第である。

18歳時に出会い，四十年余に渡り我が人生の道しるべを示してくれた作者不詳の Latin 詩(A.J.Toynbee：歴史の研究の見開き文)

- 苦悩の深手が眠れる魂を蘇らせる -

に如何に励まされたことか。歴史学者・社会人類学者である故 A.J.Toynbee 博士に深く感謝の意を述べたい。

最後に人生の総まとめとしてこの研究を私生活面で支援してくれた妻洋子，息子康朗・史朗に深く感謝する。

また NewYork 生まれ PitBullterrier の愛犬 CAGE には朝，深夜の散歩でお世話になった。彼にも感謝したい。

## 参考文献

- R001)吉岡 力："世界史の研究"，(株)旺文社(1958)。
- R002)NHK第1TV："日本人はるかな旅"，第1回(2001.08.19)，第2回(2001.09.09)，第3回(2001.10.21)，第4回(2001.11.11)，最終回(2001.12.09)。
- R003)仏国科学研究センター・仏国原子力公社合同研究チーム："3万年前の絵画と確認 仏ショーベ洞くつ、動物の線刻画 仏国立科学研など ラスコより古く"，日本経済新聞・朝刊，2001.10.04。
- R004)南ア・ケープタウン・イジコ博物館，国際調査グループ："7万7千年前 南ア遺跡の土片 最古の抽象図形 石器時代中期表現する能力"，日本経済新聞・朝刊，2002.01.11。
- R005)A.J.Toynbee(長谷川松治訳)："歴史の研究(I)-(V)"，(株)社会思想社(1964)。
- R006)A.Toffler(徳岡孝夫監訳)："第三の波"，中央公論社(1982)。
- R007)P.Mantoux(徳増栄太郎，井上幸治，遠藤輝明訳)："産業革命"，東洋経済新報社(1964)。
- R008)新戸雅章："パベッジのコンピュータ"，筑摩書房(1996)。
- R009)J.Shurkin(名谷一郎訳)："コンピュータを創った天才たち"，草思社(1990)。
- R010)一松 信："暗号の原理"，講談社(2000)。
- R011)長谷川寿彦，三重野博司："コンピュータ・システム"，電気学会(1985)。
- R012)吉田文和："IT 汚染"，岩波新書(2001)。
- R013)P.Wallace(川浦康至・貝塚 泉訳)："インターネットの心理学"，NTT 出版(2001)。
- R014)森田洋司："いじめ"，NHK 第一放送 5月24日 8:00(2000)。
- R015)"「出会い系」絡む事件急増"，日本経済新聞 11月01日朝刊，社会面 18(2001)。
- R016)林 真奈美："メール時代の申し子 会話ベタ営業マン繁殖中"，Yomiuri Weekly 2001.12.23，読売新聞社，pp.86-88(2001-12)。
- R017)松井茂記："マス・メディア法入門(第2版)"，日本評論社(1998)。
- R018)情報教育学研究会・情報倫理教育研究グループ："インターネットの光と影"，北大路書店(2000)。
- R019)喜久川 功，宮寺庸造，角替 晃，横山節雄："インターネット社会における情報倫理教育カリキュラムの開発"，電子情報通信学会，教育工学・信学技報 ET2001-96，pp.99-106(2002-01)。
- R020)公文俊平："文明の進化と情報化"，NTT 出版(2001)。
- R021)立花 隆："20世紀 知の爆発"，文芸春秋二月特別号，pp.94-116(1999-01)。
- R022)JABEE 基準・審査委員会："日本技術者教育認定基準試行用 V1.0"，「工学教育」Vol.48, No.1, pp.12-20(2000-01)。
- R023)日本技術者教育認定 <http://www.jabee.org/OpenHomePage/jabee.htm>。
- R024)ベネッセコーポレーション調査："「家で勉強せず」2割 ゆとり教育 影響?"，日本経済新聞 10月31日朝刊，社会面 38(2001)。
- R025)田中節雄："高校生の学習意欲は本当に低いか「何のため」関心どん欲"，日本経済新聞 11月03日朝刊，教育面 27(2001)。
- R026)氷室昭三："高専生の学習意欲"，平成 13年度高等専門学校教育教員研究集会，論文番号 71，2頁(2001-08)。
- R027)石井 望，丸山武男："学生からのフィードバックに基づく学生参加型授業の試み"，日本工学教育協会平成 13年度工



学・工業教研究講演会, pp.111-114(2001-07) .

R028)乙武洋匡："五体不満足", 講談社(1998) .

R029)河上亮一："学校崩壊", 草思社(1999) .

R030)溝江省吾："数字で読む日本人 2002", 自由国民社(2002) .

R031)http://www.monbu.go.jp/singi/katei/.

R032)芳沢光雄："学校での証明教育にはゆとりある授業時間が必要", 数学セミナー, vol.37.no.7/442, 日本評論社(1998-07) .

R033)数学セミナー編集部："次期算数・数学カリキュラムはどうなるか", 数学セミナー, vol.37.no.12/447, 日本評論社(1998-12) .

R034)岡部恒治："新科目「数学基礎」に期待する", 数学セミナー, vol.38.no.3/450, 日本評論社(1999-03) .

R035)飯高 茂："学習指導要領の改訂によせて", 数学セミナー, vol.38.no.4/451, 日本評論社(1999-04) .

R036)上野健爾："数学と総合学習 1 . 基礎学力の崩壊を防ぐことは可能か", 数学セミナー, vol.39.no.4/463, 日本評論社(2000.04) .

R037)上野健爾："数学と総合学習(連載)", 数学セミナー, vol.39.no.5/464 - vol.40.no.3/474, 日本評論社(2000.05-2001.03) .

R038)岡部恒治："算数・数学の教科書 これでもいいのか", 数学セミナー, vol.41.no.8/479, 日本評論社(2001-08) .

R039)有馬朗人他："見直し待たなし新指導要領 理数教育を軽視し過ぎた", 論座 朝日新聞社, pp.38-83(2001-09) .

R040)榊原英資,小野元之："本当に「ゆとり」でいいのか(大特集教育、教育、そして教育)", 文藝春秋 12月特別号, pp.192-197(2001-12) .

R041)遠山敦子,河合隼雄："この時代の教育改革をどう進めるか", 文藝春秋新年特別号, pp.424-431(2002-01) .

R042)全国学習塾協会："私立中・高校 完全週5日実施は4割(20002.4 施行新学習指導要領)", 日本経済新聞・朝刊, 2002.01.12 .

R043)"世界 31 カ国 15 歳を対象とした OECD 国際学力調査", 日本経済新聞・朝刊, 2001.12.20 .

R044)"学力向上へ補習や宿題 文科相、柔軟対応を奨励", 日本経済新聞 1月18日朝刊, 社会面 38(2002) .

R045)ベネッセコーポレーション調査："高校生の勉強量 学力で二極化", 日本経済新聞 1月25日朝刊社会面, 38(2002) .

R046)日経新聞社説："弥縫策捨て「学力重視」へ転換を", 日本経済新聞 1月24日朝刊, 総合・政治面 2(2002) .

R047)教育研究全国集会："週5日制と学力問題 少人数の授業功罪どう検証", 日本経済新聞 1月25日朝夕刊(2002) .

R048)陰山英男："兵庫県山口小の学習方式 読み各計算 徹底広がる", 日本経済新聞 1月26日朝刊, 教育面 27(2002) .

R049)文科省調査："4月から学校週5日制 中学生『土曜は朝寝坊』ボランティア希望はわずか", 日本経済新聞 2月1日朝刊, 社会面 38(2002) .

R050)"攻防 02 年学力はいま 授業増で私立が攻勢 かすむ「ゆとり」宿題まで習熟度別", 朝日新聞 2月3日朝刊, 社会面 31(2002) .

R051)西村和雄："宿題・捕集の重視は前進「ゆとり教育」との決別を", 日本経済新聞 2月9日朝刊, 教育面 27(2002) .

R052)島田 彌："企業・学校に求められる教育から学育への以降 - 学び育つための素材と場の提供 - ", (社)日本工業教育協会, 「工業教育」Vol.42, No.6, pp.21-25(1994-11) .

R053)島田 彌："創造的人材育成のための自立的意欲喚起の条件と方策", (社)日本工学教育協会, 「工学教育」Vol.43, No.2, pp.6-10(1995-03) .

R054)Wataru.S, Hiroshi.H:"Continuing Engineering Education in Mitsubishi Electric Corporation Implementing the 'Active Learning' Strategy Best Hit for the Individuals": World Congress of Engineering Educator and Industry Leaders, UNESCO'96, Congress

Proceedings Vol.II, pp.35-40(1996).

- R055) 島田 彌: "自主性・創造性喚起の考え方、方策および効果(1) - 自己把握の方法-メモシステム-の考え方と実施結果 - ", (社)日本工学教育協会, 平成 10 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.197-200(1998-07) .
- R056) 島田 彌: "自主性・創造性喚起の考え方、方策および効果(2) - 社内 / 社外研修における異分野相互研鑽効果の比較 - ", (社)日本工学教育協会, 平成 10 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.201-204(1998-07) .
- R057) 島田 彌: "自主性・創造性喚起の考え方、方策および効果(3) - 相互研鑽法-和而不同討論法-の概念と実施効果 - ", (社)日本工学教育協会, 平成 11 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.155-158(1999-07) .
- R058) 島田 彌: "自主性・創造性喚起の考え方、方策および効果(4) - 人生各段階に必要な自己総括課程<新教養課程> - ", (社)日本工学教育協会, 平成 11 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.159-162(1999-07) .
- R059) 島田 彌: "今後の技術者に必要な基礎的能力の育成方策", (社)日本工学教育協会, 「工学教育」Vol.48, No.1, pp.26-33(2000-01) .
- R060) 島田 彌: "今個人の創造性育成のための'自己把握'の方法", (社)日本工学教育協会, 「工学教育」Vol.48, No.3, pp.15-21(2000-03) .
- R061) 島田 彌: "日本の討論法としての'和而不同討論法'とその相互研鑽効果", (社)日本工学教育協会, 「工学教育」Vol.48, No.3, pp.2-7(2000-05) .
- R062) 島田 彌: "「クラブ活動方式」「学習システム」の提案", (社)日本工学教育協会, 平成 12 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.91-92(2000-07) .
- R063) 島田 彌: "IT 時代ゆえに必要な「直接体験とその体系化」", (社)日本工学教育協会, 平成 12 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.93-94(2000-07) .
- R064) Jonassen.D.H: "Objectivism versus Constructivism, Do We Need a New Philosophical Paradigm?", Educational Technology R&D, Vol.39, No.3, pp.5-14 (1991).
- R065) 菅井勝雄: "教育学 - 個性主義の「学習論」に出あう", 教育学研究(特集 - 学習論の再検討)第 60 巻, 第 3 号, pp.27-37(1993) .
- R066) 梶田叡一編: "現代の教育技術学上巻 授業研究の新しい展望", 明治図書(1995) .
- R067) 菅井勝雄編: "現代の教育技術学下巻「メディア」による新しい学習", 明治図書(1995) .
- R068) H.Mandl・A.Lesgold 編(菅井勝雄・野嶋栄一郎監訳): "知的教育システムと学習", 共立出版(1992) .
- R069) 廣中平祐: "大学教育の現状と将来", 近畿大学新聞(01.Jan.2000) .
- R070) 堀尾輝久: "教育入門", 岩波新書 54(1989) .
- R071) Edward L.Deci and Richard Flaste(桜井茂男監訳): WHY WE DO WHAT WE DO. The Dynamics of personal autonomy(人を伸ばす力), 新曜社(1999) .
- R072) 持田栄一: "学校づくり - 教育のしごととは何か - ", 三一書房(1963) .
- R073) 勝田守一, 中内敏夫: "日本の学校", 岩波新書(1964) .
- R074) 宗像誠也, 国分一太郎編: "日本の教育", 岩波新書(1962) .
- R075) 国分一太郎: "教師 - その仕事 - ", 岩波新書(1956) .
- R076) 牧 証名: "教師の教育権", 青木書店(1976) .
- R077) 大平勝馬編: "青年心理学", 日本文化科学社(1964) .
- R078) 末永俊郎: "現代心理学入門", 有斐閣(1963) .
- R079) 南 博: "社会心理学入門", 岩波新書(1953) .

- R080)高橋恵子, 幡多野諄余夫: "生涯発達の心理学", 岩波新書(1990) .
- R081)梅本堯夫監修: "現代の認知心理学[ 2 1 世紀に向けて]", 培風館(1999) .
- R082)海保博之, 加藤 隆編著: "認知研究の技法", 福村出版(2000) .
- R083)鈴木 孝: "情報工学科教育理念と新カリキュラムについて", 平成 13 年度高等専門学校教育教員研究集会 論文番号 18 , 2 頁(2001-08) .
- R084)中根千枝: "タテ社会の人間関係", 講談社現代新書 105(1967) .
- R085)土居健郎: "「甘え」の構造", 弘文堂(1971) .
- R086)土居健郎: "「甘え」の雑稿", 弘文堂(1975) .
- R087)大野 晋: "日本語の起源" 新版, 岩波新書 340(1994) .
- R088)Ruth Benedict(長谷川松治訳): "THE CHRYSANTHEMUM AND THE SWORD(菊と刀 - 日本文化の型 - )", 社会思想社, 現代教養文庫 500(1967) .
- R089)金田一春彦: "日本語" 新版(上)(下), 岩波新書 2・3(2001) .
- R090)矢島・筆吉: "パソコン百景 第 5 回ロボコン 2 0 0 1 の巻", ASCIIVol.25, No.294, 月刊アスキー(2001-12) .
- R091)堀内征治: "業界に評価される独創的ソフトウェア開発も目指す教育 - 全国高専プログラミングコンテスト五連覇への指導とその効果 - ", 平成 13 年度高等専門学校教育教員研究集会, 論文番号 25, 2 頁(2001-08) .
- R092)桑原裕史, 実行委員会: "独創性・創造性の育成をめざしたプログラミングコンテストの計画と実施", 平成 13 年度高等専門学校教育教員研究集会, 論文番号 46, 2 頁(2001-08) .
- R093)Dale Harris(harries@isl.stanford.edu): " Stanford elecommunications Short Course", from August 22-24, 2000 or Oct.1 to Dec.3 2000, STANFORD CENTER FOR PROFESSIONAL DEVELOPMENT PROFESSIONAL EDUCATION.
- R094)英国 Open University, <http://www.open.ac.uk/>.
- R095)"情報化と国際化に対応した遠隔教育の実例 英国公開大学のカリキュラム分析を通して", <http://www.ulis.ac.jp/~sekiguch/johoshak/vol4/nagasawa.htm>.
- R096)Stanford Online, <http://stanford-online.stanford.edu/>.
- R097)SCPD(Stanford's Center for Professional Development), <http://scpd.stanford.edu/>.
- R098)CVC, <http://www.cvc.edu/>.
- R099)CSUSAT CHICO, <http://www.csuchico.edu/cont/sat/>.
- R100)カリフォルニア州の大学遠隔教育プログラム, <http://www.fri.co.jp/ec/1998/96.html>.
- R101)ノースカロライナ大学, <http://www.ncsc.org/>.
- R102)"米国における通信制大学院の在り方に関する調査研究", [http://www.naruto-u.ac.jp/~rcse/s\\_dl.html](http://www.naruto-u.ac.jp/~rcse/s_dl.html).
- R103)"Project ADEPT (Assessment of Distance Education Pedagogy and Technology)", <http://www.users.csbsju.edu/~tcreed/adept/>.
- R104)"Teaching & Learning with Internet Tools A Position Paper", <http://tecfa.unige.ch/edu-ws94/contrib/schneider/schneide.fm.html>.
- R105)Keegan:"Foundations of Distance Education", London, Routledge UK(1990).
- R106)W.E.Burgess: "Introduction in The Oryx Guide to Distance Learning Phoenix", Oryx Press AZ, pp.i-ii(1994).
- R107)"A Frame work for Online Learning The Virtual-U", IEEE Computer, pp.44-49(1999-09).

- R108) Daiana Oblinger: "The New 'e' in Education, JDLA 国際シンポジウム基調講演 (2000-06).
- R109) 慶應大学 SOI について, <http://www.soi.wide.ad.jp/news/>.
- R110) WIDE プロジェクト, <http://www.wide.ad.jp/index-j.html>.
- R111) "衛星通信を利用した遠隔教育", <http://www.alc.co.jp/edunet/edutop101.html>.
- R112) "マルチメディア時代の大学通信教育", <http://www.alc.co.jp/topics97/edutop126.html>.
- R113) "インターネット教育利用の現状", <http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/educ/enq99/enq99a.html> (1999-01).
- R114) 北海道情報大学, <http://www.do-johodai.ac.jp>.
- R115) "日本におけるインターネット事情とキャンパス LAN",  
[http://www.econ.nagasaki-u.ac.jp/jpn/class\\_semi/joho/no5/internet.html](http://www.econ.nagasaki-u.ac.jp/jpn/class_semi/joho/no5/internet.html).
- R116) "マルチメディア時代の大学通信教育", <http://www.alc.co.jp/edunet/topics/97/edutop126.html>
- R117) "インターネットの教育への利用 - 現状と課題", <http://www.u-shizuoka-ken.ac.jp/~watabe/eduint.htm>.
- R118) "インターネットを利用した新しい高等教育システム",  
[http://www.soi.wide.ad.jp/library/vureport\\_1997001/vureport\\_1997001.html](http://www.soi.wide.ad.jp/library/vureport_1997001/vureport_1997001.html).
- R119) "DISTANCE EDUCATION/LEARNING INSTITUTES IN THE WORLD",  
<http://www.naruto-u.ac.jp/~nisiuhr/distancededu.html>.
- R120) 阿部龍蔵, 笠原 潔: "英国の Open University の教育システム", 放送大学研究年報 15, pp.91-98(1997) .
- R121) "遠隔教育の統合システム", 財団法人 衛星通信教育振興協会(1998-10) .
- R122) "衛星通信ガイドブック'99", 衛星通信教育振興協会(1999-02) .
- R123) 松下 温, 岡田謙一: "コラボレーションとコミュニケーション", 共立出版(2000) .
- R124) 清水康敬: "高等教育における遠隔教育", 電子情報通信学会, 教育工学信学技報 ET2001-28, pp.39-46(2000-07) .
- R125) 松岡一郎: "早稲田大学デジタル革命", アルク出版(2000-07) .
- R126) S.St Pierre and L.K Olsen: "Student perspectives on the effectiveness of correspondence instruction", Amer.J.Distance Education, Vol.5, No.3, pp.65-71(1991).
- R127) O.Peters: "Distance education in a postindustrial society", in Theoretical Principles of Distance Education, D.Keegar, Ed. London, Routledge UK, pp.39-58(1993).
- R128) T Berners-Lee, R. Cailliau, A. Luotonen, H.F. Nielsen, and A. Secret: "The World Wide Web", CACM Vol.37, No.8, pp.76-82 (1994).
- R129) Beadle H W P: "Experiments with Broad-band Multipoint Multimedia Telecommunications and Computer Supported Collaborative Work", Aust. Telecomm.Res., Vol.28, No.2, pp.45-59(1994) .
- R130) Gay.G.Grosz-Ngate.M: "Collaborative Design in a Networked Multimedia Environment Emerging Communication Patterns", J. Res. Comp .Edu, Vol.26, No.3, pp.418-432(1994) .
- R131) Raymond A.Dumont: "Teaching and Learning in Cyberspace", IEEE TRANSACTIONS ON PROFESSIONAL COMMUNICATION Vol.39, No.4, pp.192-204(1996).
- R132) Linda A.Jorn, Ann Hill Duin and Billie J.Wahlstrom: "Designing and Managing Virtual Learning Communities, IEEE TRANSACTIONS ON PROFESSIONAL COMMUNICATION, Vol.39, No.4, pp.183-191(1996-12) .
- R133) Lisa Neal: "Virtual Classrooms and Communities", In Proceedings of ACM GROUP'97 Conference, Phoenix AZ, pp.16-19 (1997-11).
- R134) L.Terveen, W.Hill and B. Amento: "Constructing organizing and visualizing collections of topically related web resources",

ACM Trans. CHI, Vol.6, No.1, pp.67-94(1999).

- R135)Linda Harasim: "A Framework for Online Learning The Virtual-U", IEEE Computer Vol.32, No.9, pp.44-49(1999).
- R136)H.A.Latchman, Ch.Salzmann, Denis Gillet and Hicham Bouzekri: "Information Technology Enhanced Learning in Distance and Conventional Education", IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, Vol.42, No.4, pp.247-254(1999-11).
- R137)Chien Chou: "Constructing a Computer-Assisted Testing and Evaluation System on the World Wide Web-The CATES Experience, IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, Vol.43, No.3, pp.266-272, Aug., 2000.
- R138)Jsmes S: "University/Industry Collaboration in Developing A Simulation-Based Software Project Management Training Course", IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, Vol.43, No.4, pp.389-393(2000-11).
- R139)長岡慶三: "レスポンス・アナライザを用いた授業進行支援システムの開発", 日本教育工学雑誌 Vol.10 ,No.3 ,pp.11-17 (1986) .
- R140)中山 実, 清水康敬: "通信衛星による講義と CAI を併用する遠隔教育システム(PINE-NET)の学習成績による評価", 日本工学教育雑誌 Vol.17(2) , pp.85-92(1993) .
- R141)松村幸輝: " " マルチメディア環境において試作した実践的学習支援システム ", CAI 学会誌 Vol.11 , No.1 , pp.22-33 (1994) .
- R142)池田 満 ,呉 昌豪 ,溝口理一郎: "協調学習支援モデル" ,電子情報通信学会論文誌 Vol.J77-A ,No.8 ,pp.1046-1055(1994) .
- R143)竹本宜弘 ,田村武志 ,高田伸彦: "分散教育における講師操作環境の構築とその検証" ,情報処理学会論文誌 Vol.36 ,No.9 , pp.2215-2227(1995) .
- R145)田村武志: "遠隔講義における学習者インターフェイスの改善とその評価" ,電子情報通信学会論文誌 VOL.J77-A ,No.3 , pp.494-505(1994) .
- R146)山田郁夫他: "社内衛星通信利用教育システムの概要とその効果" , 日本工学教育協会 , H6 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集 , pp.53-58(1994) .
- R147)吉田幸二 , 内田雅之 , 春原 猛: "企業における情報工学基礎教育について" , 電子情報通信学会 , 信学技報 ET95-49 , pp.33-40(1995) .
- R148)渡辺健次 , 岡崎泰久 , 江藤博文他: "グローバル・クラスルーム・プロジェクト - インターネットとマルチメディアの教育利用の実践" , 教育システム情報学会誌 Vol.12 , No.3 , pp.179-192(1995) .
- R149)太細 孝 ,小泉寿男 ,小林正幸 ,横地 清: "遠隔協同授業システムにおける映像操作の改善方式" ,信学技報 Vol.96 ,No.89 , pp.15-22(1996) .
- R150)Nishio.A, Sakai.K, Koga.K, Shimada.W and Hisha.H:"Corporate-Wide Distance Education for Engineers Using Satellite Communications in Mitsubishi Electric Corporation", International Conference on Engineering Education(AEESAP 96 Mid-Term Conference), pp.T6・5・1-4(1996).
- R151)春日正博 , 西尾朝子他: "三菱電機における衛星利用教育と集合教育のアンケート分析" , 日本工学教育協会 , 「工学教育」 Vol.45 , No.3 , pp.41-45(1996) .
- R152)西田知博 , 戸倉信樹: "電子メールと WWW を用いた学生と教官のコミュニケーション" , 信学技報 Vol.96 , No.431 , pp.1-8 (1996) .
- R153)Setsuko Otsuki, Junichi Nakamura, Akira Takeuchi, Noriyuki Iwane: "Online University -- Introduction and Empirical Studies, Proc. ERI 1996 International Symposium on Educational Revolution with Internet, Fukuoka(1996-12).
- R154)太細 孝 ,小泉寿男 ,守屋誠司: "遠隔協同授業システムにおける映像操作の改良とその実験結果" , 情報処理学会 , DPS 研究会 DPS82-17 , pp.93-98(1997) .
- R155)Koizumi H, Dasai T, Shiratori N: "A System Architecture of CSCW for Collaborative Distance Learning Systems", ICOIN-11, Vol.1, pp.3D4.1-6(1997).
- R156)Nemoto Y, Hamamoto N, Suzuki R:"Construction and Utilization Experiment of Multimedia Education System Using Satellite ETS-V and Internet", IEICE, Trans.Inf. & Syst., Vol.E80D, No.2, pp.162-169(1997).

- R157)太細 孝, 小泉寿男, 横地 清, 守屋誠司, 奥山賢一, 黒田恭史, 白鳥則郎: "双方向型遠隔共同授業方式の提案とその実証実験", 教育システム情報学会誌 Vol.14, No.3, pp.75-83(1997) .
- R158)水野秀樹, 大幅浩平, 小野 隆他: "通信衛星を利用した双方向教育システム", 電子情報通信学会, 信学技報 ET97-54, pp.101-108(1997) .
- R159)前田香織, 相原玲二, 川本佳代, 寺内睦博, 河野栄太郎, 西村浩二: "遠隔講義のためのマルチメディア通信環境", 電子情報通信学会論文誌 B-I, Vol.J80-B-I, No.6, pp.348-354 (1997-06) .
- R160)浅井紀久夫, 田中健二, 結城暁曠, 近藤喜美夫: "スペース・コラボレーション・システムの利用調査", メディア教育研究 No.1, pp.185-193(1998) .
- R161)岡村耕二, 鶴 正人, 藤木 卓, 中村千秋, 池永全志: "インターネットを利用した遠隔授業の実用化に関する研究", 教育システム情報学会誌 Vol.14, No.3, pp84--94(1997-08) .
- R162)中林 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) .
- R163)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) .
- R164)横田 毅, 仲谷善雄: "企業内教育・訓練システム", 人工知能誌 Vol.13, No.1, pp.57-65(1998) .
- R165)宗森 純, 吉田 忞, 由井園隆也, 首藤 勝: "遠隔ゼミナール支援システムのインターネットを介した適用と評価", 情報処理学会論文誌 Vol.39, No.2, pp.447-457(1998) .
- R167)木村秀俊, 進士昌明, 山本公一, 川副 護, 水野秀樹, 大幅浩平, 中島 裕, 山本秀男: "衛星マルチメディア通信を利用した教育応用システムの構成と品質に関する検討", 情報処理学会論文誌 Vol.39, No.2, pp.447-457(1998) .
- R168)太細 孝, 小泉寿男, 横地 清, 守屋誠司, 白鳥則郎: "マルチエージェント機能による遠隔協同授業支援", 情報処理学会論文誌 Vol.39, No.2, pp.199-210(1998) .
- R169)吉田幸二, 小泉寿男, 酒井三四郎, 水野忠則: "WWW とメールを使った遠隔教育とインターネット応用", 信学技報 Vol.98, No.111, pp.145-150(1998) .
- R170)若原俊彦: "ATM-PVC 網を利用した遠隔講義システムの構成と特性", 電子情報通信学会論文誌 Vol.J81-B-I, No.8, pp.494-506(1998-08) .
- R171)吉野 孝, 井上 穰, 由井園隆也, 宗森 純, 伊藤士郎, 長澤庸二: "インターネットを介したパーソナルコンピュータによる遠隔授業支援システムの開発と適応", 情報処理学会論文誌 Vol.39, No.10, pp.2788-2801(1998-10) .
- R172)竹内賢政, 岡村耕二: "携帯型計算機ネットワークの利用に既設設備に依存しない遠隔授業に関する研究", 教育システム情報学会誌 Vol.15, No.3, pp139-148(1998-10) .
- R173)林 俊浩, 林田行雄, 江藤博文: "演習授業のための学習状況モニタリングシステムの構築", 教育システム情報学会研究報告 Vol.98, No3, pp.60-67(1998) .
- R174)中山良幸, 野中尚道, 星 徹: "WWW 公開された「行き先ボード」から最適な通信メディアを直接選択できるコンタクト支援システム", 情報処理学会論文誌 Vol.39, No.10, pp.2811-2819(1998) .
- R175)河村俊一, 浮貝雅裕, 三井田惇郎: "WWW 教育サーバーのアクセスログを利用した学習者のモデルの一考察", 信学技報 Vol.98, No.183, pp.17-24(1998) .
- R176)中山 浩: "一斉授業改善を目的としたテスト支援システムの開発と効果", 教育システム情報学会誌 Vol.16, No.1, pp.25-33(1999) .
- R177)前田香織, 相原玲二, 大槻説乎: "遠隔教育のためのマルチメディア教材提示システム", 情報処理学会論文誌 Vol.40, No.1, pp.161-167(1999) .
- R178)鈴木 弘他: "2 衛星通信システム接続実験と ISDN 接続実験による遠隔教育への展望, 日本ディスタランニング学会, JDLA 会誌 Vol.1, pp.44-52 (1999-03) .
- R179)吉田幸二, 西尾朝子, 境 国昭, 中村俊一郎, 水野忠則, 酒井三四郎: "企業における衛星通信利用教育の実践とその評価", 教育システム情報学会誌 Vol.16, No.2, pp.85-92(1999-07) .

- R180)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) .
- R181)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",電子情報通信学会誌 Vol.J82-D-I, No.9, pp.1210-1216(1999) .
- R182)T.Taguch etal: "A Case Study of the Effectiveness of Distance Learning Materials in Higher Education and Suggestions for Improvement", 1999 IEEE SMC(Tokyo), pp.II253-258(1999-10).
- R183)吉田幸二,河野典明,水野忠則,酒井三四郎:"メールと WWW を組み合わせた遠隔教育の試みと評価",情報処理学会,マルチメディア,分散,協調とモバイル DICO MO シンポジウム Vol.99, No.7, pp.571-576(1999) .
- R184)Kouji Yoshida, Noriaki Kawano, Haruyuki Ohtani, Tadanori Mizuno, Sanshiro Sakai: "Evaluation & Trial of Effective Distance Learning System including the progress management of Students", Proceedings of ICCE'99, 7th International Conference on Computers in Education Vol.55, pp.906-907(1999).
- R185)金 来,林 雄介,池田 満,溝口理一郎,太田 衛,高岡良行:"知的訓練システム Smart Trainer 構築用オーサリングツール",教育システム情報学会誌 Vol.16, No.3, pp.137-146(1999) .
- R186)松本寿一,中易英敏,森田英嗣,亀島鈺二:"教育支援のための教材学習履歴分析システム",情報処理学会論文誌 Vol.40, No.9, pp.3596-3607(1999) .
- R187)砂山 渡,野村勇治,大澤幸生,谷内田正彦:"Web ページ検索におけるユーザの興味表現支援システム",電子情報通信学会論文誌 Vol.J82-D-I, No.12, pp.1394-1402(1999-12) .
- R188)渡辺富夫,大久保雅史,石井 裕,中林慶一:"バーチャルアクターとバーチャルウェブを用いた身体的バーチャルコミュニケーションシステム",ヒューマンインターフェース学会,論文誌 Vol.2, No.2, pp.107-116 (2000) .
- R189)神沼靖子,富澤眞樹,今川 浩,役 誠雄:"教育支援システム構築に望まれる基盤技術の調査",情報処理学会,情処研報 Vol.2000, No.32, pp.1-6(2000-03) .
- R190)伊藤 穰,江頭広幸,岡崎泰久,渡辺健次,近藤弘樹:"WWW 上でのオンライン手書き文字認識の実現とそれを実装した知的教育システムの開発",電子情報通信学会誌 Vol.J83-D-I, No.6, pp.610-618(2000) .
- R191)大川正人,室田真男,中山 実,清水康敬:"Web ベース学習における学習履歴画面の時系列再現システムの開発",電子情報通信学会論文誌 Vol.J83-D-I, No.6, pp.651-657(2000) .
- R192)金西計英,妻鳥貴彦,矢野米雄:"LEGEMON Web 教材を使用した授業での教師支援システム",電子情報通信学会論文誌 Vol.J83-D-I, No.6, pp.658-670(2000) .
- R193)長谷川 忍,柏原昭博,豊田順一:"WWW における学習リソースの組織化とナビゲーション支援",電子情報通信学会論文誌 Vol.J83-D-I, No.6, pp.671-681(2000) .
- R194)渡邊博之,加藤勝洋:"CAI コースウェアにおける学習時間分布の分析",電子情報通信学会論文誌 Vol.J83-D-I, No.7, pp.789-796(2000) .
- R195)桑原恒夫,玉城幹介,山田光一,中村喜宏,満永 豊,小西納子,天野和哉:"個人進捗度別教育支援システム(MESIA)における行き詰まり生徒の支援機能とその効果",電子情報通信学会論文誌 Vol.J83-D-I, No.9, pp.1013-1024(2000) .
- R196)大林史明,下田 宏,吉川榮和:"仮想生徒へ「教えることで学習する」CAI システムの構築と評価",情報処理学会論文誌 Vol.41, No.12, pp.3386-3393(2000) .
- R197)金 来,林 雄介,池田 満,溝口理一郎,太田 衛,高岡良行:"知的訓練システム Smart Trainer の設計と実現",電子情報通信学会論文誌 Vol.J83-D-I, No.14, pp.430-440(2000) .
- R198)湯本一磨,星 徹,中山良幸,高橋 享,東 潔司:"Web 対話チャンネルと電話対話チャンネル間の連携を図る Web-CTI 統合システム",情報処理学会論文誌 Vol.41, No.10, pp.2752-2761(2000) .
- R199)榎本聡,室田真男,清水康敬:"漢字かな自動変換機能等を備えたインターネット学習システムの開発",電子情報通信学会論文誌 Vol.J83-D-I, No.3, pp.384-394(2000-03) .
- R200)三好一賢,岡永陽治,黄 星齋,近藤 暉:"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, No6, pp.644-650(2000) .

- R201) 室田真男, 清水康敬: "インターネット接続回線速度と学習活動における情報取得時間の関係", 電子情報通信学会論文誌 Vol.J83-D-I, No.6, pp.627-634(2000) .
- R202) 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) .
- R203) 岩田善行, 宇田隆哉, 重野 寛, 松下 温: "ディスタンスラーニングにおける次世代の学術テストシステム", 情報処理学会, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル DICOMO シンポジウム Vol.2000, No.7, pp.451-462(2000-07) .
- R204) 檜原常宣, 間下直晃, 池端裕子, 重野 寛, 松下 温: "講義イベントに着目したXMLベース遠隔教育システムの提案", 情報処理学会, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル DICOMO シンポジウム Vol.2000, No.7, pp.445-450(2000-07) .
- R205) 高野 真, 児玉俊輔, 豊城かおり, 白井 剛, 下條真司, 宮原秀夫: "学習者の状態把握を支援する遠隔講義システムの提案", 情報処理学会, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル DICOMO シンポジウム Vol.2000, No.7, pp.463-468 (2000) .
- R206) 瀬川典久, 杉野栄二, 宮崎正俊: "岩手県立大学における遠隔講義の考察", 信学技報 ET2000-49, pp.23-28(2000-10) .
- R207) 猪俣敦夫, 村越広享, 落水浩一郎: "電子教材の評価パラメータ抽出法", 電子情報通信学会, 教育工学信学技報 ET2001-56, pp.5-12(2001-11) .
- R208) 高槻 芳: "製品化・速度で先行する無線 LAN - 手軽さ武器に SOHO 狙う Bluetooth", 日経コミュニケーション 2001.5.7, pp.102-109(2001-05) .
- R209) 杉浦彰彦: "近距離通信技術 Bluetooth のすべて", インターフェース Aug.2001 号, pp.59-149 (2001-07).
- R210) 福田収一, 松浦慶総, Martin Dzbór: "インターネットを利用した遠隔習字教育システムの開発 - 遠隔動作教育の初期研究 - ", JDLA 会誌 Vol.1, pp.37-43(1999-03) .
- R211) M.Tanaka, M.Miyoshi, K.Kohshi, and H.Koga: "Calligraphy production supported system", Technical Report of IEICE, ET2000-80, pp.29-43(2000-12).
- R212) . . . (長田好弘訳): "理系のための独創的発想法", 東京図書(1992) Ezra Paund(詩人)の言 .
- R213) 山下静雨: "たちまち字がうまくなる本", 土屋書店(1996-12) .
- R214) 山下静雨: "上手な字の書き方がおもしろくなるほど身につく本", 中経出版(2002-02) .
- R215) 青山杉雨: "文字性霊", 二玄社(1991) .
- R216) 村上三島: "書と人生", なにわ塾叢書, プレーンセンター(1995) .
- R217) 青山杉雨他監修: "読売書法講座" 1 篆隸書・篆刻, 2 楷書, 3 行書, 4 草書, 5 漢字応用, 6 かな(小字), 7 かな(大字), 8 かな応用, 9 漢字かな混用, 10 教育書, 読売新聞社(1992) .
- R218) 今泉恂之介: "「明朝体」の元祖・顔実卿 若年時代の碑文発見で判明 書法革新大胆に挑む", 日本経済新聞・朝刊, 2001.4.28 .
- R219) 小林芳規, 南 豊鉉: "漢文を読み下す符号「ヲコト」期限は朝鮮半島?", 日本経済新聞・朝刊, 2001.11.17 .
- R220) 伏見冲敬編: "書道大辞典"上下, 角川書店(1974) .
- R221) 藤原鶴来編: "新書道辞典", 二玄社(1985) .
- R222) 遙書房編集部: "高野切辞典"(第一種/第三種) かな字典叢書7, 遙書房(1990) .
- R223) ITU: <http://www.itu.int/publibase/itu-t/ItuDetailsOnSubect.asp?serie-q&subjectid-2211>.
- R224) "Voice over IP Quality of Service for Low-Speed PPP Links (IP RTP Priority, LFI, cRTP)", <http://www.cisco.com/warp/public/788/voice-qos/voip-mlppp.html>.
- R225) 中山 実, 森本容介, 赤堀侃司, 清水康敬: "携帯電話を用いた講義支援システムの開発", 電子情報通信学会・教育工学研究会, 信学技報 Vol.101, No.706, pp.81-86(2002-03) .



- R226)新 誠司,杉山公造:"教師・学生間のインタラクションを活性化する授業支援システムの研究開発",電子情報通信学会・教育工学研究会,信学技報 Vol.101, No.706, pp.87-94(2002-03) .
- R227)黒田 勉,松下文夫:"ビデオ会議システムの生徒による評価",電子情報通信学会・教育工学研究会,信学技報 Vol.101, No.706, pp.101-106(2002-03) .
- R228)大輪武司:"「コミュニケーションスキルの指導法」開会挨拶",日本工学教育協会,コミュニケーション調査研究委員会ワークショップ(2001-02) .
- R229)團野廣一:"グローバル化時代のコミュニケーション",日本工学教育協会,コミュニケーション調査研究委員会ワークショップ, pp.3-8(2001-02) .
- R230)安藤一秋,山下直子,山崎敏範:"書き方を練習する日本語 C A I システム",電子情報通信学会・教育工学研究会,信学技報 Vol.101, No.706, pp.115-120(2002-03) .
- R231)山崎敏範,井口征士,桜井良文:"オンライン文字認識を用いた書写学習システム",電子情報通信学会論文誌 Vol.J65-D, No.10, pp.1211-1218(1982) .
- R232)山崎敏範,井口征士,桜井良文:"文字の微細構造に着目した書写学習システム",電子情報通信学会論文誌 Vol.J67-D, No.14, pp.442-449(1984) .
- R233)山崎敏範,山本雅弘,井口征士:"筆速度分析を導入した書写学習 C A I システム",電子情報通信学会論文誌 Vol.J70-D, No.11, pp.2071-2076(1987) .
- R234)早水健一,高橋 薫,藤木なおみ,笈口誠志:"Web ページ作成による教育事例 - 携帯電話向け Web ページの作成 - ",日本工学教育協会,平成 13 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.241-244(2001-07) .
- R235)都倉信樹:"PBL によるコミュニケーションの効果的な指導",日本工学教育協会,コミュニケーション調査研究委員会ワークショップ, pp.19-38(2001-02) .
- R236)太田啓之:"「ポスト産業社会」の要請 エリート教育こそ主眼",Asahi Shinbun Weekly AERA, pp.13-15(2002-03-11) .
- R237)太田泰彦:"地球回覧 ドイツでも「学級崩壊」無目的な進学、画一化生む",日本経済新聞 3 月 14 日朝刊,国際面 8 (2002) .
- R238)"学びが変わる 4 月から完全 5 日 3 「教師が好奇心持たねばついてこない」",日本経済新聞 3 月 14 日朝刊,社会面 38 (2002) .
- R239)堺屋太一:"知価革命",PFP 研究所(1985) .
- R240)イザヤ・ベンダサン:"日本人とユダヤ人",角川文庫 2848(1971) .
- R241)北山 忍:"自己と感情 - 文化心理学による問いかけ - ",認知科学会・編,共立出版(1998) .
- R242)田村直也:"モバイルインターネット最前線 IMT-2000 とその周辺動向",ソフトバンクパブリッシング(株)(2002) .
- R243)"米で広がるチャータースクール 教師と親で独自の運営 学力向上を後押し成果次第で閉鎖も",日本経済新聞 3 月 29 日夕刊,タウンビート 15(2002) .
- R244)"白川静著作集別巻 説文新義 1・2",平凡社(1993) .

## 研究成果一覧(著書も含む)

### \* 本博士学位論文に関連する学術雑誌掲載及び国際学会論文(1999.10-2002.05) \*

#### A 論文(Papers)

- (1) 市村 洋, 鈴木雅人, 小畑征二郎, 酒井三四郎, 水野忠則: "学習意欲の喚起を目指したマルチメディア授業支援システム", 日本工学教育協会, 「工学教育」Vol.48, No.2, pp.2-8(2000-03) .
- (2) 市村 洋, 鈴木雅人, 谷沢智史, 吉田幸二, 水野忠則, 酒井三四郎: "初心発表者を柔軟に支援する能動学習遠隔授業システムの設計と評価", 日本ディスタンスラーニング学会, JDLA 会誌(Web 掲載)Vol.3, <http://yml.ec.tmit.ac.jp/e-learning/PDF2/beginner.pdf>, pp.1-16(2001-03) , JDLA 会誌 Vol.3, pp.3-18(2002-03) .
- (3) Hiroshi Ichimura, Masato Suzuki, Michio Murai, Satoshi Yazawa, Toshiaki Kuroiwa, Sei Yamashita, Masahiro Kuroda, Kouji Yoshida, Tadanori Mizuno, Sanshirou Sakai: "Design of Next Generation Distance-learning System for Penmanship and Calligraphy", International Journal of Computer and Information Science(IJCIS), Vol.2, No.4, pp.162-171(2001-12).
- (4) 市村 洋, 鈴木雅人, 吉田幸二, 市川照久, 水野忠則, 酒井三四郎: "能動学習授業における自己管理を支援するマルチメディア活用法", 日本工学教育協会, 「工学教育」Vol.50, No.3, pp.121-126(2002-05) .

#### B その他の論文(Others papers from International Conferences)

- (1) Hiroshi ICHIMURA, Masato SUZUKI, Michio MURAI, Tadanori MIZUNO: "The Consideration to Active Learning Activities in Classrooms and Distance Education Based on the Effectiveness of the Multimedia Use", 1999 IEEE SMC Tokyo Japan, 0-7803-5731-0/99/, pp. 208-213(1999-10).
- (2) Hiroshi Ichimura, Masato Suzuki, Michio Murai, Satoshi Yazawa, Toshiaki Kuroiwa, Sei Yamashita, Masahiro Kuroda, Kouji Yoshida, Tadanori Mizuno, Sanshirou Sakai: "Design of Next Generation Distance Learning System for Penmanship and Calligraphy", Proceedings of the 2nd International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing(SNPD '01) Nagoya Japan, pp.96-103(2001-08).

### \* 研究成果一覧(- 2002.05) \*

査読論文・国際学会発表論文には, (第一著者論文)・(共著者論文)を自筆論文番号 Sxxx)の左側に印す。  
静岡大学大学院理工学研究科設計科学専攻博士後期課程在学中(1999-10 から 2002.05)の論文は,  
S038) - S068), S122 - S128), S149) - S152)  
であり, 査読論文・国際学会論文には論文番号に下線を印す。

内訳は次の通りである。

第一著者論文:	査読論文	4 編
	国際学会発表論文	2 編
	口頭発表等論文	10 編
共著論文:	査読論文	7 編
	口頭発表等論文	19 編

### - 教育工学関係 -

- S001)市村 洋: "電算機・情報処理業界の現状と今後の情報処理教育への期待", 昭和 60 年度東北地区高専教官研究集会(於: 仙台電波高専), 情報処理・電算機工学・電子制御分野特別講演, 4 頁(1985-11) .
- S002)市村 洋: "校外実習体験に基づく情報通信分野の教養教育の促進について", 昭和 62 年度東北地区高専教官研究集会(於: 福島高専), pp.42-50(1987-11) .
- S003)市村 洋, 長島富太郎, 他: "一般的作文技術と理科系文書作成の基礎", 仙台電波高専(教科書), (1986-11) .
- S004)市村 洋, 鹿股昭雄, 他: "工学実験・実習テキスト集 (マイクロコンピュータとその応用)", 仙台電波高専(教科書)(1988-01).
- S005)市村 洋, 中山尚光: "CAD / CAM(情報処理入門シリーズ - 6)", 共立出版(株), 97 頁(1987-07) .
- S006)市村 洋・中山尚光(鄭 正和 韓国語訳): "CAD / CAM(情報処理入門シリーズ - 6)", 大韓教科書(株), 94 頁(1988-01) .

- S007)河東 仁, 佐藤義隆, 伊藤 彰, 市村 洋, 畔柳園子, 石坂浩美: "高等専門学校における学生相談室のより有効的なあり方についての一考察", 国立高専協会「高専教育」第 16 号, pp.244-250(1993-02) .
- S008)河東 仁, 佐藤義隆, 伊藤 彰, 市村 洋, 畔柳園子: "学生の意識調査とその解析 - 報告 卒業生へのアンケート調査 -", 東京高専科学技術センター年報第 2 号, pp.3-4(1993-03) .
- S009)河東 仁, 佐藤義隆, 清水昭博, 伊藤 彰, 市村 洋, 畔柳園子: "学生の意識調査とその解析 - 報告 卒業生へのアンケート結果 -", 東京高専科学技術センター年報第 3 号, pp.28-32(1994-03) .
- S010)湯田幸八, 市村 洋, 鮫島正英: "高専における全学的情報ネットワーク構築と情報処理に関する考察", 電子情報通信学会・教育工学研究会, 信学技報 ET94-57, pp.93-98(1994-07) .
- S011)湯田幸八, 市村 洋, 鮫島正英: "東京高専における情報処理教育と学内情報ネットワーク環境", 日本工業教育協会, 平成 6 年度工学・工業教育研究講演会論文集, pp.77-80(1994-08) .
- S012)湯田幸八, 市村 洋, 鮫島正英: "東京高専の情報環境基盤整備について", 平成 6 年度高専情報処理教育研究委員会, 研究発表会論文集(群馬高専発行), pp.36-39(1994-08) .
- S013)湯田幸八, 市村 洋, 三浦和喜, 岡崎正弘: "東京工業高等専門学校殿向けキャンパス情報ネットワークシステムの導入", 昭和電線レビュー, Vol.44, No.2, pp.136-140(1994-12) .
- S014)湯田幸八, 市村 洋, 田辺正実, 国分 進: "遠隔地高専間でのインターネット利用による教育実践グループウェアの開発に関する研究, 文部省科学研究補助金交付, 試験研究(B)(1)課題番号 07558026(1995-05) .
- S015)市村 洋, 湯田幸八, 田辺正実, 小畑征二郎: "遠隔地高専間でのインターネット利用による共同卒業研究の構想", 電子情報通信学会・教育工学研究会, 信学技報 ET95-58, pp.97-100(1995-07) .
- S016)湯田幸八, 市村 洋, 田辺正実: "インターネット利用によるグループ研究の基本設計", 教育システム情報学会第 20 回全国大会, C-1-6, pp.249-250(1995-08) .
- S017)市村 洋, 湯田幸八: "コンピュータサイエンスにおける学育の一試行", 平成 7 年度高専情報処理教育研究委員会, 研究発表会論文集(沼津高専発行), pp.37-38(1995-08) .
- S018)若林裕介, 市村 洋: "コンピュータミュージック演奏の指揮に関する同期処理の一考察", 情報処理学会第 52 回(平成 8 年度前期)全国大会, 4Z-2, 講演論文集(分冊 1), pp.431-432(1996-03) .
- S019)村木国満-市村 洋, 鷲崎 智-湯田幸八, 下田雄一郎-田辺正実, 鈴木款貴-小畑征二郎: "インターネットを介したグループウェアの検証と研究教育支援ソフトウェアモデルの一考察", 情報処理学会第 52 回(平成 8 年度前期)全国大会, 2X-7, 講演論文集(分冊 6), pp.277-278(1996-03) .
- S020)村木国満-市村 洋, 鷲崎 智-湯田幸八, 下田雄一郎-田辺正実, 鈴木款貴-小畑征二郎: "インターネットを介したグループウェアの検証", 1996 年度電子情報通信学会総合大会, D-174, pp.174-174(1996-03) .
- S021)湯田幸八, 市村 洋, 堀内征治, 小畑征二郎: "マルチメディア教育実践のための学育実験工房の構想", 電子情報通信学会・教育工学研究会, 信学技報 ET96-44, pp.35-38(1996-07) .
- S022)市村 洋, 湯田幸八, 田辺正実, 小畑征二郎: "インターネットを介した複数高専間での協調卒業研究", 平成 8 年度高専情報処理教育研究委員会, 研究発表会論文集(群馬高専発行), pp.46-49(1996-08) .
- S023)湯田幸八, 市村 洋, 島田 彌: "VOD の利用による学育++に関する研究", 電子情報通信学会・教育工学研究会, 信学技報 ET96-90, pp.23-26(1996-12) .
- S024)若林裕介, 市村 洋: "コンピュータ支援による音楽指揮練習システムの開発", 東京高専研究報告書第 28 号, pp.57-63(1996-12) .
- S025)小川原直史, 鈴木雅人, 市村 洋: "事例説明に相応しいマルチメディア活用の一考察", 情報処理学会第 54 回(平成 9 年度前期)全国大会, 6M-8, 講演論文集(分冊 3), pp.396-397(1997-03) .
- S026)H.Ichimura, K.Yuda,W.Shimada, M.Suzuki, M.Murai, S.Horiuchi, S.Obata: "A Study of Multimedia-assisted Education for Learner's Creativity", Proceedings of the 8th International PEG'97 Conference Sozopol Bulgaria, pp.218-224(1997-05).
- S027)市村 洋, 堤 俊介, 鈴木雅人: "能動学習とその評価へのマルチメディア活用の一試み(学育++論の実践環境構築)", 平成 9 年度高専情報処理教育研究委員会, 研究発表会論文集(群馬高専発行), pp.194-197(1997-08) .

- S028) 鈴木款貴, 小畑征二郎, ユーケ・サマン, 市村 洋, 鈴木雅人: "インターネット上への仮想研究室の実現～遠隔地高専間での協調作業のためのグループウェアの設計と開発～", 平成 9 年度電気関係学会東北支部連合大会, 1H4, pp.246-246(1997-08) .
- S029) 堤 俊介, 鈴木雅人, 市村 洋: "マルチメディア活用による能動学習の実践とその評価", 情報処理学会第 56 回(平成 10 年度前期)全国大会, 2B-2, 講演論文集(分冊 4), pp.4・250-251(1998-03) .
- S030) 市村 洋, 湯田幸八, 堀内征治, 小畑征二郎, 鈴木雅人: "理工系マルチメディア教材ソフトウェア開発のための仮想実験工房に関する研究", 平成 8 ~ 9 年度科学研究費補助金(基盤研究(A)(1)課題番号 08558014)研究報告書, 37 頁(1998-03) .
- S031) 市村 洋, 鈴木雅人, 堤 俊介: "学習意欲の喚起を目指したマルチメディア・システムの設計", 日本工学教育協会, 平成 10 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.277-280(1998-07) .
- S032) 市村 洋, 鈴木雅人, 糸永智之, 村井三千男, 堤 俊介: "能動学習とその評価へのマルチメディア活用の一試み(第 2 報)", 平成 10 年度高専情報処理教育研究委員会, 研究発表会論文集(沼津高専発行), pp.112-115(1998-08) .
- S033) 小畑征二郎, 鈴木款貴, 市村 洋, 鈴木雅人: "高専間協調作業を前提としたインターネット上の仮想研究室システム", 平成 10 年度高専情報処理教育研究委員会, 研究発表会論文集(沼津高専発行), pp.36-39(1998-08) .
- S034) 鈴木款貴, 小畑征二郎, 市村 洋, 鈴木雅人: "インターネットを介した複数高専間での協調作業に関する研究 - Virtual Laboratory System の設計と開発", 仙台電波高専研究紀要第 28 号, pp.105-110(1998-12) .
- S035) 糸永智之, 鈴木雅人, 市村 洋: "標準 LAN 構成に基づいた一般教室(複数)での能動学習授業支援システムの設計", 1999 年度電子情報通信学会総合大会, D-15-26, pp.287-287(1999-03) .
- S036) 市村 洋, 鈴木雅人, 村井三千男, 小畑征二郎, 糸永智之, 鮫島正英: "標準 LAN 敷設一般教室(複数)でのマルチメディア活用による能動学習授業について", 日本工学教育協会, 平成 11 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.259-262(1999-07) .
- S037) 市村 洋, 鈴木雅人, 西村和之: "簡易動画表現ソフトウェアを用いた教材の学生の反応について", 平成 11 年度高専情報処理教育研究委員会, 研究発表会論文集(沼津高専発行), pp.83-86(1999-08) .
- S038) Hiroshi ICHIMURA, Masato SUZUKI, Michio MURAI, Tadanori MIZUNO: "The Consideration to Active Learning Activities in Classrooms and Distance Education Based on the Effectiveness of the Multimedia Use", 1999 IEEE SMC Tokyo Japan, 0-7803-5731-0/99/, pp. 208-213(1999-10) .
- S039) 市村 洋, 鈴木雅人, 吉田幸二, 酒井三四郎, 水野忠則: "能動学習授業を柔らかく支援するマルチメディア・システムの設計と評価", 情報処理学会, マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, IPSJ Symposium Series Vol.99, No.18, pp.7-12(1999-12) .
- S040) 市村 洋, 鈴木雅人, 小畑征二郎, 山崎守一, 村井三千男: "適切な自己表現・意見交換を育むマルチメディア・システム教育環境構築とその悪質因子抽出の研究", 平成 10 ~ 11 年度科学研究費補助金(基盤研究(C)(1)課題番号 10680244)研究報告書, 59 頁(2000-03) .
- S041) 市村 洋, 鈴木雅人, 小畑征二郎, 酒井三四郎, 水野忠則: "学習意欲の喚起を目指したマルチメディア授業支援システム", 日本工学教育協会, 「工学教育」第 48 巻, 第 2 号, pp.2-8(2000-03) .
- S042) 吉田幸二, 河野典明, 市村 洋, 水野忠則, 酒井三四郎, 古市昌一: "自動メール発信による効果的な遠隔教育の試みと評価", 情報処理学会, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2000)シンポジウム, pp.457-462(2000-06) .
- S043) 市村 洋, 鈴木雅人, 吉田幸二, 水野忠則, 酒井三四郎: "マルチメディア活用能動学習授業の客観的成績評価・講評法の一考察", 日本工学教育協会, 平成 12 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.175-177(2000-07) .
- S044) 吉田幸二, 河野典明, 市村 洋, 水野忠則, 酒井三四郎: "企業内教育による I T 技術者育成実践とその評価", 情報処理学会, モバイルコンピューティングとワイヤレス通信, pp.93-99(2000-09) .
- S045) 酒井三四郎, 大森雅文, 吉田幸二, 市村 洋, 水野忠則: "WWWとメーリングリストを用いた教育システムのための学習者の興味を推測する検索補助", 教育システム情報学会, 教育システム情報学会誌 Vol.17, No.3(秋号), pp.241-250(2000-10) .
- S046) 市村 洋, 鈴木雅人, 谷沢智史, 黒岩利昭, 山下静雨, 吉田幸二, 水野忠則, 酒井三四郎: "遠隔ペン字・書道習得システムに関する研究", 日本ディスタンスラーニング学会, 第 2 回 JDLA 学術講演会, pp.3-4(2000-12) .

- S047)黒岩利昭,谷沢智史,鈴木雅人,山下静雨,市村 洋,酒井三四郎:"ペン字・書道の美的表現とコンピュータ評価法",日本ディスタンスラーニング学会,第2回 JDLA 学術講演会,pp.5-7(2000-12)。
- S048)谷沢智史,黒岩利昭,鈴木雅人,山下静雨,市村 洋,水野忠則:"ペン字・書道遠隔実時間指導システムの設計",日本ディスタンスラーニング学会,第2回 JDLA 学術講演会,pp.8-11(2000-12)。
- S049)福田浩平,鈴木款貴,小畑征二郎,市村 洋:"インターネット上への仮想研究室システムの構築 - 秘書機能の設計 -",仙台電波高専研究紀要第30号,pp.63-69(2000-12)。
- S050)吉田幸二,黒田正博,市村 洋,水野忠則,酒井三四郎:"これからの情報システム教育のあり方と課題",情報処理学会,情報システムと社会環境シンポジウム,pp.17-23(2001-01)。
- S051)市村 洋,鈴木雅人,谷沢智史,吉田幸二,水野忠則,酒井三四郎:"初心発表者を柔軟に支援する能動学習遠隔授業システムの設計と評価",日本ディスタンスラーニング学会,JDLA 会誌(Web掲載)Vol.3, <http://yml.ec.tmit.ac.jp/e-learning/PDF2/beginner.pdf>, pp.1-16(2000-12 条件付き採録,2001-03 採録),JDLA 会誌 Vol.3, pp.3-18(2002-03)。
- S052)市村 洋,青野正宏,鈴木雅人,山下静雨,吉田幸二,酒井三四郎:"ペン字・書道の稽古師範を事例としたインターネット活用遠隔技能習得に関する研究",日本学術振興会科学研究補助費交付,基盤研究(B)(1)課題番号 13480051(2001-05)。
- S053)吉田幸二,谷岡達磨,古野文章,市村 洋,水野忠則,酒井三四郎:"WWW ナビゲーションによる自動サポート遠隔教育の試み",情報処理学会,DICOMO シンポジウム論文集 Vol.2001, No.7, pp.337-342(2001-06)。
- S054)市村 洋,鈴木雅人,佐々木雄生,吉田幸二,水野忠則,酒井三四郎:"能動学習授業における自己管理指導とエージェント機能の考察",日本工学教育協会,平成 13 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集,pp.229-232(2001-07)。
- S055)吉田幸二,古市昌一,黒田正博,市村 洋,水野忠則,酒井三四郎:"企業教育におけるモチベーションを高める遠隔教育の実践と評価",教育システム情報学会誌 Vol.18, No. 2 (夏号), pp.189-199(2001-07)。
- S056)Hiroshi Ichimura, Masato Suzuki, Michio Murai, Satoshi Yazawa, Toshiaki Kuroiwa, Seiu Yamashita, Masahiro Kuroda, Kouji Yoshida, Tadanori Mizuno, Sanshirou Sakai: "Design of Next Generation Distance Learning System for Penmanship and Calligraphy", Proceedings of the 2nd International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing(SNPDP '01) Nagoya Japan, pp.96-103(2001-08)。
- S057)市村 洋,鈴木雅人,青野正宏,黒田正博,吉田幸二,谷沢智史,水野忠則,酒井三四郎:"能動学習遠隔授業支援ソフトウェア構築と Bluetooth 携帯電話・情報端末適応の考察",情報処理学会 ITS・MBL・ICII 合同研究会,情処研報 Vol.2001, No.83, pp.269-276(2001-09)。
- S058)吉田幸二,谷岡達磨,古野文章,市村 洋,水野忠則,酒井三四郎:"ネットワークにおけるキャラクタ育成ゲームの試作と評価",情報処理学会 ITS・MBL・ICII 合同研究会,情処研報 Vol.2001, No.83, pp.285-291(2001-09)。
- S059)吉田幸二,谷岡達磨,古野文章,市村 洋,水野忠則,酒井三四郎:"メッセージ交換による双方向性を高めた遠隔教育システムの試み",電子情報通信学会・教育工学研究会 ET2001-45,信学技報 Vol.101, No.397, pp.65-70(2001-10)。
- S060)高岡大介,吉田幸二,市村 洋,水野忠則,酒井三四郎:"Web 教材によるナビゲーション機能を有する教材フレームワークの作成",教育システム情報学会誌 Vol.18, No.3(秋号), pp.274-283(2001-10)。
- S061)Hiroshi Ichimura, Masato Suzuki, Michio Murai, Satoshi Yazawa, Toshiaki Kuroiwa, Seiu Yamashita, Masahiro Kuroda, Kouji Yoshida, Tadanori Mizuno, Sanshirou Sakai: "Design of Next Generation Distance-learning System for Penmanship and Calligraphy", International Journal of Computer and Information Science(IJCIS), Vol.2, No.4, pp.162-171(2001-12)。
- S062)谷沢智史,市村 洋,鈴木雅人,水野忠則,酒井三四郎:"能動学習遠隔授業における初心発表者支援ツールの設計",東京高専研究報告書第33(2), pp.73-79(2002-01)。
- S063)鈴木雅人,市村 洋,青野正宏,山下静雨,黒岩利昭,小林舞衣子,酒井三四郎:"ペン字学習システムのための添削文字データベースの構築法に関する一考察",東京高専研究報告書第33(2)号, pp.81-86(2002-01)。
- S064)市村 洋,鈴木雅人,青野正宏,山下静雨,黒岩利昭,堀 徳敏,高橋智浩,水野忠則:"ペン字・書道における漢字の美的表現のコンピュータ自動評価法に関する一考察",東京高専研究報告書第33(2)号, pp.87-90(2002-01)。
- S065)黒岩利昭,鈴木雅人,山下静雨,市村 洋,酒井三四郎:"ペン字・書道の次世代遠隔教育システムの設計と文字の自動評価法に関する一考察",電子情報通信学会・教育工学研究会,信学技報 Vol.101, No.706, pp.31-38(2002-03)。
- S066)桂川泰祥,佐藤 将,小嶋徹也,山下静雨,市村 洋,水野忠則:"ペン字・書道の遠隔実時間添削指導におけるマルチ

メディア同期方式の設計", 電子情報通信学会・教育工学研究会, 信学技報 Vol.101, No.706, pp.39-45(2002-03) .

S067)野木健一郎, 千葉 誠, 小嶋徹也, 鈴木雅人, 市村 洋, 酒井三四郎: "能動学習遠隔授業におけるマルチメディア同期処理方式の考察", 電子情報通信学会・教育工学研究会, 信学技報 Vol.101, No.706, pp.47-54(2002-03) .

S068)市村 洋, 鈴木雅人, 吉田幸二, 市川照久, 水野忠則, 酒井三四郎: "能動学習授業の自己管理指導を支援するマルチメディア活用法", 日本工学教育協会, 「工学教育」Vol.50, No.3, pp.121-126(2002-05) .

## - 汎用計算機開発関係 -

S069)坂 和磨, 市村 洋: "分散処理システムの構築(4) - 適用例その1 総合研究所システムの紹介 -", 情報研究出版会, データ通信, Vol.10, No.9, pp.74-80(1978-09) .

S070)沢井善彦, 市村 洋, 津滝文雄: "MELCOM-COSMO シリーズの自動運転システム AUTOZAP", 情報処理学会, 算機システム解析と制御 3-6, 9 頁(1978-11) .

S071)市村 洋, 三輪穰二, 平山善一: "大容量主記憶装置をファイルデバイスとしたリアルタイム信号処理の検討", 情報処理学会第 22 回(昭和 56 年前期)全国大会, 2D-6, pp.629-630(1981-03) .

S072)池田克夫, 海老原義彦, 市村 洋, 西川正文, 伊藤光一: "高性能リングバスによる異種複合システムのネットワーク管理ソフトウェア", 三菱電機技報 Vol.55, No.5, pp.49-53(1981-05) .

S073)市村 洋, 松本裕司, 福地陽一: "汎用コンピュータ・システムの自動運転", 情報処理 Vol.22, No.7, pp.622-631(1981-07) .

S074)平山善一, 市村 洋: "大容量主記憶装置をファイルデバイスとしたリアルタイム信号処理の実現", 電気四学会九州支部連合大会(昭和 56 年), 1 頁(1981-10) .

S075)西川正文, 市村 洋, 池田克夫, 海老原義彦, 中村奉夫, 中山和彦: "GAMMA-NET のネットワーク管理サブシステム(NMS)について(その二)", 情報処理学会第 23 回(昭和 56 年後期)全国大会, 4D-9, pp.609-610(1981-10) .

S076)中村奉夫, 池田克夫, 海老原義彦, 中山和彦, 西川正文, 市村 洋: "GAMMA-NET のネットワーク管理サブシステム(NMS)について", 電子通信学会, 信学技報 EC81-80, pp.41-46(1982-03) .

S077)笠間正弘, 松本裕司, 市村 洋, 平塚 尚, 佐藤正昭, 長谷部正子: "東京大学教育用計算センターにおける教育システムの標準化", 情報処理学会第 24 回(昭和 57 年前期)全国大会, 3P-1, pp.1209-1210(1982-03) .

S078)藤井喜政, 市村 洋, 九鬼隆彦, 平塚 尚, 永松英明: "異機種ネットワーク共用 RJE 端末システム(RBS700)の実現方式と機能/性能", 情報処理学会第 24 回(昭和 57 年前期)全国大会, 6H-1, pp.607-608(1982-03) .

S079)市村 洋, 西川正文, 平塚 尚, 新沢 誠: "科学技術計算分野における MELCOM-COSMO シリーズのネットワーク・システム", 三菱電機技報 Vol.56, No.6, pp.1-5(1982-06) .

S080)岡部洋一, 市村 洋, 松本裕司, 井上清知: "多端末 TSS 志向教育用電算機の授業援助システム", 三菱電機技報 Vol.56, No.6, pp.20-24(1982-06) .

S081)香本靖夫, 大野文人, 市村 洋, 加藤文夫: "無手順端末による画面エディタの実現", 情報処理学会第 26 回(昭和 58 年前期)全国大会, 5H-4, pp.573-574(1983-03) .

S082)奈良 久, 堀口 進, 川添良幸, 市村 洋, 松本裕司, 井上清知: "多人数情報処理教育支援システムとその教育効果", 情報処理 Vol.24, No.11, pp.1344-1353(1983-11) .

S083)川添良幸, 堀口 進, 安倍正人, 奈良 久, 市村 洋, 井上清知, 吉田幸二: "データベースに基づいた多人数情報処理教育支援システム", 電子通信学会, 情報理論とその応用研究会第 6 回研究討論会, pp.487-491(1983-11) .

S084)横田優子, 市村 洋, 秋山庸子, 安倍正人: "MELCOM-COSMO 系 FORTRAN について - FORTRAN , 拡張 FORTRAN -", 東北大学情報処理センター年報 No.2, pp.67-81(1984-01) .

S085)堀口 進, 安倍正人, 川添良幸, 奈良 久, 井上清知, 市村 洋: "データベースに基づいた教育システムとその機能評価", 情報処理学会第 28 回(昭和 59 年前期)全国大会, 2B-8, 2 頁(1984-03) .

S086)堀口 進, 安倍正人, 川添良幸, 奈良 久, 殿守正昭, 井上清知, 吉田幸二, 市村 洋: "教育用電算機システムでの図形処理の検討", 情報処理学会第 28 回(昭和 59 年前期)全国大会, 6Q-5, pp.1605-1606(1984-03) .

- S087)堀口 進, 安倍正人, 川添良幸, 奈良 久, 市村 洋, 井上清知: "PASCAL エラー統計ソフトウェアと収集データの分析", 情報処理学会第 29 回(昭和 59 年後期)全国大会, 5L-4, 2 頁(1984-09) .
- S088)堀口 進, 安倍正人, 川添良幸, 奈良 久, 殿守正昭, 井上清知, 吉田幸二, 市村 洋: "GKS に基づく教育用図形処理システムの実現", 情報処理学会第 30 回(昭和 60 年前期)全国大会, 7Q-7, 2 頁(1985-03) .
- S089)堀口 進, 安倍正人, 川添良幸, 奈良 久, 殿守正昭, 井上清知, 市村 洋: "教育用図形処理システム EGKS", 電子通信学会昭和 60 年度総合全国大会, 2797, 1 頁(1985-03) .
- S090)S.Horiguchi, M.Abe, Y.Kawazoe, H.Nara, H.Ichimura: "A teaching Support System for Information Processing for Large Numbers of Student", IFIP WCCE/85(Proceedings of the 4th World Conference on Computers in Education), pp.145-150 (1985-07) .
- S091)安倍正人, 川添良幸, 堀口 進, 奈良 久, 殿守正昭, 井上清知, 吉田幸二, 市村 洋: "GKS に基づく教育用図形処理システムの実現とその試用結果", 電気関係学会東北支部連合大会(昭和 60 年度), 1 頁(1985-08) .
- S092)川添良幸, 安倍正人, 堀口 進, 奈良 久, 殿守正昭, 井上清知, 吉田幸二, 市村 洋: "GKS に基づく教育用図形処理システムの利用結果", 情報処理学会第 31 回(昭和 60 年後期)全国大会, 8Q-9, 2 頁(1985-09) .
- S093)Y.Fukuchi, I.Ohyabu, T.Hirose, H.Ichimura, K.Inoue: "New Development of JFT-2M TOKAMAK(3) -Data Processing Systems-", IEEE Fusion Engineering CH2251-7/86/, 4pages(1985-11).
- S094)川添良幸, 安倍正人, 堀口 進, 奈良 久, 市村 洋, 殿守正昭, 井上清知, 吉田幸二: "GKS に基づく教育用図形処理システムの利用結果", 三菱電機東部コンピュータシステム(株), MTC 技術論文集, pp.47-49(1986-04) .

## - 手書き文字認識関係 -

- S095)江島俊朗, 市村 洋, 木村正行: "手書き文字の識別に関する基礎的検討", 電子通信学会, 信学技報 Vol.86, No.95, PRU86-36, pp.41-67(1986-07) .
- S096)長井 茂, 沢井清一, 木村正行, 市村 洋: "認識情報及び単語情報を利用した文字認識後処理", 昭和 61 年度電気関係学会東北支部連合大会, 2I-3, 1 頁(1986-09) .
- S097)市村 洋, 太田 隆, 猪狩潤一, 孫 寧, 八代博昭, 木村正行: "漢字構造情報を活用した活字の高速認識の検討", 情報処理学会第 34 回(昭和 62 年前期)全国大会, 4E-4, pp.1839-1840(1987-03) .
- S098)市村 洋, 高橋勝己, 太田 隆, 木村正行: "文字認識における細線化の連続性保証アルゴリズムについて", 昭和 62 年度電気関係学会東北支部連合大会, 2F22, 1 頁(1987-08) .
- S099)江島俊朗, 市村 洋, 木村正行: "重ね合わせの手法による手書き文字の識別に関する基礎的検討", 情報処理学会論文誌 Vol.28, No.18, pp.1207-1210(1987-11) .
- S100)高橋勝己, 斉藤宣昭, 市村 洋: "活字漢字認識への細線化/方向密度ベクトルの適用とその結果について", 電子情報通信学会第 18 回学生研究発表会, 62, 1 頁(1987-12) .
- S101)市村 洋, 斉藤宣昭, 高橋勝己, 峯岐浩佳, 佐藤康子, 太田 隆, 孫 寧: "活字漢字認識の単一書体と多種書体混合に関する認識実験の結果について", 情報処理学会第 36 回(昭和 63 年前期)全国大会, 6V-2, pp.1785-1786(1988-03) .
- S102)孫 寧, 市村 洋, 木村正行: "活字漢字の高速認識に関する研究", 昭和 63 年度電子情報通信学会春季全国大会 D-456, 1 頁(1988-03) .
- S103)市村 洋, 太田 隆, 高橋勝己, 斉藤宣昭, 孫 寧: "活字漢字の単一書体と多種書体混合に関する認識について", 仙台電波高専研究紀要 No.18, pp.21-35(1988-12) .
- S104)市村 洋, 峯岐浩佳, 今野賢悟, 孫 寧, 木村正行: "高速高精度知的認識システムのための活字・手書き漢字共用の文字認識特徴量について", 平成元年度電子情報通信学会春季全国大会, D-451, 1 頁(1989-03) .
- S105)市村 洋, 黒田 剛, 内山喜照, 孫 寧, 市村 洋, 木村正行: "方向線素特徴 vector の手書き文字認識適用への最適かとの特徴量との認識精度・速度比較", 平成元年度電気関係学会東北支部連合大会, 1C3, 1 頁(1989-08) .
- S106)黒田 剛, 芳賀則久, 市村 洋: "文字認識における雑音除去とスムージング機能の効用", 平成元年度電子情報通信学会第 20 回学生研究発表会, 67, 1 頁(1989-12) .

- S107)市村 洋, 峯岐浩佳, 今野賢悟, 内山照喜, 孫 寧: "高速高精度知的認識システムのための活字・手書き漢字共用の文字認識特徴量について", 仙台電波高専研究紀要 No.19, pp.23-43(1989-12) .
- S108)Ning Sun, Yoshiteru Uchiyama, Hiroshi Ichimura, Hiroto Aso, Masayuki Kimura: "Intelligent Recognition of Characters Using Associative Matching Technique", Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence '90, pp.546-551 (1990-11).
- S109)市村 洋, 鈴木 孝: "手書き漢字認識の基礎技術とその応用", 東京高専科学技術センター年報第 2 号, pp.20-22 (1993-03) .
- S110)市村 洋: "卒業研究成果の工学実験還元への試み(手書き漢字認識)", 平成 5 年度高専情報処理教育研究委員会, 研究発表会論文集(沼津高専発行), pp.113-116(1993-08) .
- S111)市村 洋, 倉又祐二, 渡辺一成: "手書き文字認識における簡易型高速照合方式", 東京高専科学技術センター年報第 4 号, pp.19-21(1995-03) .
- S112)市村 洋, 倉又祐二: "文字の総ドット数を活用した高速照合方式", 1994 年度電子情報通信学会秋季大会, D-306, pp.314-314(1994-09) .
- S113)田代裕貴, 市村 洋: "オンライン手書き教育漢字データベースの作成", 情報処理学会第 52 回(平成 8 年度前期)全国大会, 4G-2, 講演論文集(分冊 2), pp.249-250(1996-03) .
- S114)岩田佳之, 武田正樹, 鈴木雅人, 田代裕貴, 市村 洋: "オンライン手書き文字データベース TCT1 とその解析", 平成 8 年度電子情報通信学会東京支部学生研究発表会, pp.101-101(1997-03) .
- S115)荷田智之, 鈴木雅人, 市村 洋: "方向線分特徴量を用いた手書き文字認識手法", 1997 年度電子情報通信学会総合大会, D-12-105, pp.312-312(1997-03) .
- S116)鈴木雅人, 加藤 寧, 根元義章, 市村 洋: "重み付き改良型方向線素特徴量による毛筆手書き文字認識手法", 1997 年度電子情報通信学会総合大会, D-12-106, pp.313-313(1997-03) .
- S117)鈴木雅人, 加藤 寧, 根元義章, 阿曾弘具, 市村 洋: "キー文字駆動型地名推論に基づく手書き宛名認識", 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J80-D-II, No.5, pp.1077-1085(1997-05) .
- S118)鈴木雅人, 荷田智之, 市村 洋: "方向線分特徴量に基づく手書き文字認識手法", 東京高専研究報告書第 29 号, pp.43-49 (1997-12) .
- S119)鈴木雅人, 市村 洋: "オンライン手書きデータベース OCDB とその解析", 東京高専研究報告書第 30 号, pp.49-56 (1998-12) .
- S120)宮越健太, 鈴木雅人, 市村 洋: "3 次元地形図描画のための地形図からの等高線抽出に関する一試み", 平成 10 年度電子情報通信学会東京支部学生研究発表会, pp.93-93(1999-03) .
- S121)鈴木雅人, 加藤 寧, 根元義章, 市村 洋: "オンライン筆跡情報を用いた手書き文字パターン生成に関する研究", 1999 年度電子情報通信学会総合大会, D-12-38, pp.211-211(1999-03) .
- S122)鈴木雅人, 加藤 寧, 根元義章, 市村 洋: "2 次数非線項を考慮した類似文字識別に関する一考察", 電子情報通信学会研究会, 信学技報 Vol.99, No.448, PRMU99-101 ~ 132, pp.221-228(1999-11) .
- S123)足高圭介, 鈴木雅人, 市村 洋: "将棋の局面の数値評価に関する一考察", 平成 11 年度電子情報通信学会, 東京支部学生研究発表会, D-8, pp.20-20(2000-03) .
- S124)鈴木雅人, 加藤 寧, 根元義章, 市村 洋: "2 次混合関数による類似文字識別に関する一考察", 2000 年度電子情報通信学会総合大会, D-12-7, pp.177-177(2000-03) .
- S125)鈴木雅人, 加藤 寧, 根元義章, 市村 洋: "他カテゴリーを考慮した 2 次混合関数の適用法に関する一考察", 2001 年度電子情報通信学会総合大会, D-12-13, pp.180-180(2001-03) .
- S126)鈴木雅人, 加藤 寧, 根元義章, 市村 洋: "2 次混合マハラノビス関数を用いた類似文字識別手法", 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J84-D-II, No.4, pp.659-667(2001-04) .
- S127)鈴木雅人, 加藤 寧, 根元義章, 市村 洋: "2 次混合関数を用いた類似文字識別手法", 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J84-D-II, No.8, pp.1557-1565(2001-08) .



S128) 鈴木雅人, 加藤 寧, 根元義章, 市村 洋: "オンライン文字筆跡を用いた手書き文字パターンの自動生成法", 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J84-D-II, No.11, pp.2353-2361(2001-11) .

## - 情報通信規約及び代数幾何符号関係 -

- S129) 佐々木信一, 市村 洋: "雑音印加によるプロトコル(BSC 手順)検証実験装置の試作", 平成元年度電子情報通信学会第 20 回学生研究発表会, 114, 1 頁(1989-12) .
- S130) 市村 洋, 中林 撰, 佐々木信一, 大野 研: "通信プロトコルの目視検証システムの試作", 情報処理学会第 41 回(平成 2 年度)全国大会, 1C-5, pp.1-9-10(1990-09) .
- S131) 市村 洋, 桂川泰祥, 杉山 務: "BSC コンテンション手順における制御文字 EOT 欠損の補正に関する一考察", 東京高専研究報告書第 25 号, pp.61-68(1993-12) .
- S132) 鈴木 孝, 市村 洋: "マルチメディア処理システムに関する研究 - 時間制御方式インタラクティブシステム -", 東京高専科学技術センター年報第 3 号, pp.38-40(1994-03) .
- S133) 市村 洋: "誤り検出・訂正の目視検証システムの試作", 電子情報通信学会・教育工学研究会, 信学技報 ET94-52, pp.55-62(1994-07) .
- S134) 市村 洋: "卒業研究の工学実験還元方法の一考察(その 2\_誤り検出・訂正の目視検証)", 平成 6 年度高専情報処理教育研究委員会, 研究発表会論文集(群馬高専発行), pp.77-80(1994-08) .
- S135) 市村 洋, 桂川泰祥: "( 9 , 6 ) 代数幾何符号の生成因子について", 東京高専研究報告書第 26 号, pp.65-71(1994-12) .
- S136) 杉山 務, 市村 洋: "情報通信におけるデータ伝送の工学実験への応用", 東京高専研究報告書第 26 号, pp.47-63(1994-12) .
- S137) 市村 洋, 桂川泰祥: "BSC 手順の制御文字誤りに対する符号理論の部分的適用の一考察", 情報理論とその応用学会, 第 18 回情報理論とその応用シンポジウム(SITA'95), 予稿集[第 1 分冊], pp.17-20(1995-10) .
- S138) 市村 洋, 桂川泰祥: "代数幾何符号における標準因子・微分形式とその応用例", 東京高専研究報告書第 27 号, pp.61-68(1995-12) .
- S139) 今井 繁, 沼上幸夫, 市村 洋: "誤り検出・訂正符号の目視検証システムにおける復号部分のハードウェア化", 平成 7 年度電子情報通信学会東京支部学生研究発表会, 32, 1 頁(1996-03) .
- S140) 沼上幸夫, 今井 繁, 市村 洋: "多重誤り検出・訂正の目視検証システム", 平成 7 年度電子情報通信学会東京支部学生研究発表会, 33, 1 頁(1996-03) .
- S141) 市村 洋, 鈴木雅人: "代数幾何符号における微分形式の一考察", 情報理論とその応用学会, 第 19 回情報理論とその応用シンポジウム(SITA'96), 予稿集[第 2 分冊], pp.541-544(1996-12) .
- S142) 市村 洋, 藤井敦子, 南川千恵, 岩下信親, 沼上幸夫, 今井 繁: "通信規約/誤り検出・訂正符号の目視検証システムの開発", 東京高専研究報告書第 28 号, pp.49-56(1996-12) .
- S143) 市村 洋, 鈴木雅人: "代数幾何符号の復号法と検査行列の種数に伴う規則性について", 東京高専研究報告書第 29 号, pp.51-58(1997-12) .
- S144) 市村 洋: "特別講義 代数幾何符号の微分形式", 九州工業大学情報工学部電子情報工学科, 今村恭己教授研究室教官・大学院生(1997・3/27-3/29) .
- S145) 市村 洋: "代数幾何学は何故協力的な誤り訂正符号をつくれるか", 東京高専科学技術センター年報第 6 号, pp.32-35(1997-03) .
- S146) 市村 洋, 鈴木雅人: "代数幾何符号の検査行列を構成する有理関数と種数の規則性について", 情報理論とその応用学会, 第 20 回情報理論とその応用シンポジウム(SITA'97), 予稿集[第 1 分冊], pp.17-20(1997-12) .
- S147) 市村 洋, 鈴木雅人: "代数幾何符号における未知シンドローム推定時の BMS アルゴリズム票数と Feng\_Rao 階段行列・階数の関係について", 情報理論とその応用学会, 第 21 回情報理論とその応用シンポジウム(SITA'98), 予稿集[第 2 分冊], pp.547-550(1998-12) .

- S148)市村 洋, 鈴木雅人: "誤り訂正符号の復号における行列式による極小多項式の簡潔表現について", 東京高専研究報告書第 30 号, pp.41-48(1998-12) .
- S149)市村 洋, 鈴木雅人: "代数幾何符号復号の BMS アルゴリズムと行列式表現の関係について", 東京高専研究報告書第 31 号, pp.29-36(1999-12) .
- S150)青野正宏, 黒田正博, 市村 洋, 渡辺 尚, 水野忠則: "プッシュ型通信とプル型通信の動的統合による応答時間の短縮", 情報処理学会論文誌 Vol.42, No.6, pp.1694-1702(2001-06) .
- S151)市村 洋, 青野正宏, 鈴木雅人, 小野寺 栄, 岩佐千夏, 原田 健: "BMS アルゴリズムを用いた代数幾何符号高速復号のソフトウェア実装と教育的応用", 東京高専研究報告書第 33 号, pp.63-70(2001-09) .
- S152)青野正宏, 鈴木雅人, 市村 洋: "プッシュ及びプル型の通信と教育への応用", 東京高専研究報告書第 33 号, pp.71-78(2001-09) .

## - 物理学関係 -

- S153)市村 洋: "Dirac の Bra・Ket 記述法に基づく波動方程式の意味論に関する研究", 金沢大学卒業論文, 理学部物理学科素粒子論研究室(1968-03) .
- S154)北垣敏男, 田中 昌, 市村 洋: "Wide Screen 型 Measuring Projector", 日本物理学会, 1969 年秋の分科会高エネルギー原子核実験講演予稿集, 8P-A-1, pp.97-98(1969-10) .
- S155)北垣敏男, 田中 昌, 佐藤任弘, 市村 洋, 吉見弘道, 加藤謙二: "泡箱写真解析用 WIDE SCREEN 型 MEASURING PROJECTOR", Working Group for Construction of Proton Synchrotron Institute for Nuclear Study University of Tokyo, SJC-T-69-3, 31 頁(1969-12) .
- S156)市村 洋: "改良型泡箱写真解析装置の開発と写真解析による  $\beta$ -P 反応に関する実験的研究", 東北大学理学修士学位論文, 理学研究科・原子核理学専攻・北垣研究室, 117 頁(1970-03) .

## - 博士学位論文執筆完了後の投稿論文一覧 -

- S157)Masato Suzuki, Nei Kato, Yoshiaki Nemoto, and Hiroshi Ichimura: "Discrimination of Similar Characters Compound Mahalanobis Function", System and Computers in Japan, (c)2002 Wiley Periodicals, Inc. Vol.33, No.5, pp.11-20(2002) .
- S158)酒井三四郎, 高岡大介, 出口博章, 市村 洋, 水野忠則: "プログラミング演習におけるプログラム共用開発支援", 情報処理学会, 第 44 回グループウェアとネットワークサービス研究会, 6 頁(2002-05) .
- S159)松本光一, 佐渡淳二, 藤井 諭, 市村 洋, 吉田幸二: "WWW 上のスケジュールをベースとした携帯電話とパソコンによる学習の試み", 情報処理学会, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO)シンポジウム, 4 頁(2002-07 予定) .
- S160)市村 洋, 鈴木雅人, 桂川泰祥, 吉田幸二, 水野忠則, 酒井三四郎: "能動学習遠隔授業形態における携帯電話及び PDA の有効活用の一手法", 日本工学教育協会, 平成 14 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, 4 頁(2002-07 予定) .
- S161)鈴木雅人, 小嶋徹也, 小坂敏文, 市村 洋: "ソフトウェア科目と課外活動の連携によるプログラミングコンテストへの取り組み", 日本工学教育協会, 平成 14 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, 2 頁(2002-07 予定) .
- S162)野木健一郎, 鈴木雅人, 市村 洋, 桂川泰祥, 谷沢智史, 水野忠則, 酒井三四郎, 植田龍男: "実時間遠隔授業におけるマルチメディア同期処理方式に関する研究", 教育システム情報学会第 27 回全国大会, 2 頁(2002-08 予定) .
- S163)桂川泰祥, 鈴木雅人, 山下静雨, 市村 洋, 水野忠則, 酒井三四郎: "ペン字・書道における実時間遠隔指導の分散データベース構造の一考察", 教育システム情報学会第 27 回全国大会, 2 頁(2002-08 予定) .
- S164)鈴木雅人, 桂川泰祥, 藪田直紀, 野辺昌史, 水野忠則, 酒井三四郎, 山下静雨, 市村 洋: "ペン字・書道を事例とした遠隔教育システムにおける文字の自動評価について", 教育システム情報学会第 27 回全国大会, 2 頁(2002-08 予定) .
- S165)仲田和宏, 松本光一, 梶浦文夫, 宮地 功, 市村 洋, 吉田幸二: "携帯電話による英単語学習の蓄積とメッセージ交換の試み", 教育システム情報学会第 27 回全国大会, 2 頁(2002-08 予定) .
- S166)Kazuhiro Nakagawa, Kouiti Matsumoto, Tomonori Akutsu, Kenji Nagatomo, Satoru Fujii, Hiroshi Ichimura, and Kouji Yoshida: "Evaluation and Trial of Distance Learning System Using Mobile Phone and WWW", Knowledge-based Intelligent Information & Engineering Systems(KES International), 5pages(2002-09 予定) .
- S167)青野正宏, 佐藤伸一, 林 はるか, 小嶋徹也, 市村 洋: "データリンク・プロトコルの体系的学習システム", 東京高専研究報告書第 34(1)号, 8 頁(2002-09 予定) .

