

「高度メディア社会の生活情報技術」
平成11年度採択研究代表者

三宅 なほみ

(中京大学 教授)

「高度メディア社会のための協調的学習支援システム」

1. 研究実施の概要

本研究では、学ぶに値する高度な知識データベースの上に協調的で適応的な知力を育成するための学習支援環境を開発することを目指している。

これまでに「マルチメディア素材を扱えるノート共有吟味環境」、「知的創造活動に必要なすべての素材が互いにリンク可能、且つコメント可能であるノートスペース」、「ビデオ教材へのコメントや要約を共有吟味可能にするビデオ・コメント・ツール」を開発してきた。同時にそれらを使って学部学生を対象に認知科学を協調的に教えるための総合的なカリキュラムを構成し、具体的な教材と授業案をセットにしたティーチング・ポートフォリオを作成、それを実践的に評価、改良しつつ研究を進めている。

2. 研究実施内容

本研究は大きく分けて三つの目的を持っている。

学びの認知科学的、情報科学的捉え直し

人の日常的な学びの観察と分析に立ち戻って、学びの理論を作り、その支援方法を検討する。14年度の主な成果は以下の通りである。

○適応的エキスパートについての理論化

これまでの2年余りの間、(1) 適応的熟達化の理論の精緻化をはかること、(2) この理論に基づき、音楽演奏、織り物および料理に関する我々の実証的研究の知見を整理すること、の2点をめざして討論と考察を行ってきた。適応的熟達者がいかにして知識を広く柔軟に適用することができるかに関しては、次の3つの説明が提出されている。すなわち、(a) 手続きとその対象の理解を可能にする概念的知識の役割を強調する(より具体的には、手続きの各ステップに意味を付与し、可能な選択肢から適切なものを選ぶ基準を提供する、詳細で正確な対象のメンタルモデルないしその構築を可能にする知識による)説明、(b) 知識の結束性、とくに手続き的知識と概念的知識の間の緊密な結合を重視する説明、そして(c) 現状に満足するのではなくたえず向上をめざすための基礎になるメタ水準の知識、特にメタ理解の働きにより特徴づける説明である。また、適応的熟達化の文脈的・動機づけ的な基盤に関しては、絶えず新奇な問題に遭遇すること、対話的相互作用に従事

すること、緊急（切迫した）外的な必要性から解放されていること、理解を重視するグループに所属していること、などが促進的であると考えられてきた。実践が固定された範囲の問題を手際よく解決することに方向づけられていると、参加者は速さ、正確性、そして自動性において特徴づけられる手際のように（定型的）熟達者になる傾向がある。対照的に、成功的な参加が多様でしかも変化する要求の充足を必要とするとき、柔軟で適応的な技能が獲得されやすいであろう。

こうした定式化からの実証的研究の解釈に関しては、とくに音楽演奏についての検討が前進した。その研究の一つでは、初級者と準熟達者によるピアノ曲の練習過程が比較されたが、初級者は「速く正確に」演奏することを目標として技術面での練習のみを行ったのに対し、準熟達者の練習過程のほとんどは演奏表現の調整に費やされた。音量、音色、タイミングなど様々なパラメタにおける微妙な変化の効果を検討することを通して、その演奏表現が、自分の演奏意図の伝達に最もよい方法かどうか検討していた。前者のような練習が定型的熟達化へと導くものであり、ピアノ演奏のように本来適応的熟達化（新しい曲の演奏を自分自身で構成しうる）のみを価値のある熟達とする領域では、そうした練習を何年重ねても「指のよく動く初級者」に留まる可能性が示唆される。

今後は、これまでの方向の研究をさらに押し進めるほか、適応的熟達化の理論を高等教育を含む教科学習へと適用すること、およびそこでの有効な評価方法を見出すことなどが、重要な課題である。

成果として Ohura & Hatano (2001), Ohura & Hatano (2002) などがある。

○ **協調的認知過程が理解深化を引き起こす具体的なメカニズムの提案**

協調活動がどのようにして抽象的で柔軟な問題解決につながるかを説明する理論を提供し論文に掲載された (Shirouzu, Miyake & Masukawa, 2002) . 折り紙の2/3の3/4の部分に斜線を引くことを求める課題を個人と2人組ペアの被験者に実施すると、1) 多くの被験者が計算ではなく折り紙を折ったり目盛りをつけるなど外界を利用した解法を取ること、2) その場で試みている解法について、折り目など外界に残る跡を利用して自分の解法の進み具合を確認しようとする、ならびに3) ペアの被験者では解法の見直しが起き、この問題が計算によっても解けることに気づかれやすいこと、を確認している。これらから、協調場面で人が抽象的な解に到達しやすいのは、協調活動場面に内在する役割交代によって一人が問題を解いている間それを見ているもう一人がその解法そのものを検討する機会が生まれ、その場に抽象度の異なる複数の見立てが言語化されるからだ、とする考え方を提案、アメリカの認知科学会で発表した (Miyake & Shirouzu, 2002) . これは、これまで一般に言われてきた、協調場面では主体が複数存在するためにそれぞれの主体から異なった解法が提供され、それらを統合しようとする機運が生まれるために抽象化に至るとする考え方に対して、なぜ統合が起きるのかをより正確に説明できる点で優れており、実践的な研究への応用価値も高い。

協調的学習支援方法の考案と情報利用技術の開発

外化、内省、構造化など、理解深化を支援する具体的な仕組みを作り、その有効性を

実証する。実験データの考察としては、12年度、13年度に引き続き、以下のものを取り上げ継続的に研究した。

- 話し合い、質疑などの活性化による相互作用
- 外化された知識や認知活動の共有、比較、相互吟味
- 学んだ結果の適応的な（応用が効く）形での内化

上記それぞれで具体的な分析が進み、土屋他（2001）、Shirouzu（2001）、Miyake（2001a, b）などの形で公表されている。また、これらを実践的な研究に結びつけるためにどのような工夫が可能かを解説した（三宅、三宅、白水、2002；三宅、2002；Miyake & Koschmann, 2002；大浦 2002, 他）。

以下具体的に開発、試用、評価しているシステムについて解説する。

マルチメディアドキュメントシステム (CoRef-MMD) の開発

協調学習支援システム開発の一環として、マルチメディアを扱えるノート共有システムを開発している。その実行画面を図1に示す。映像、音声、グラフィックス、テキストをいずれも同じようにカードとして切り取り、シート上に貼り付けることができる。すべてのカード間にリンクを張ることができ、またすべてのカード、シート、リンクに対してコメントを付けることができる。さらに左上のビューに見られるように、シートは3次元的な深さを持っており、カードを任意の深さに配置することができる。このビューからもシート上のカードを選択的に扱うことができる。

本システムは、学習者がいくつもの角度から検討できるような教材を試作するプラットフォームとして、また学部3、4年生から院生がさまざまな研究資料を統合的に要約する活動の支援環境として、実際の授業に近い形態で試用し、評価を繰り返している。

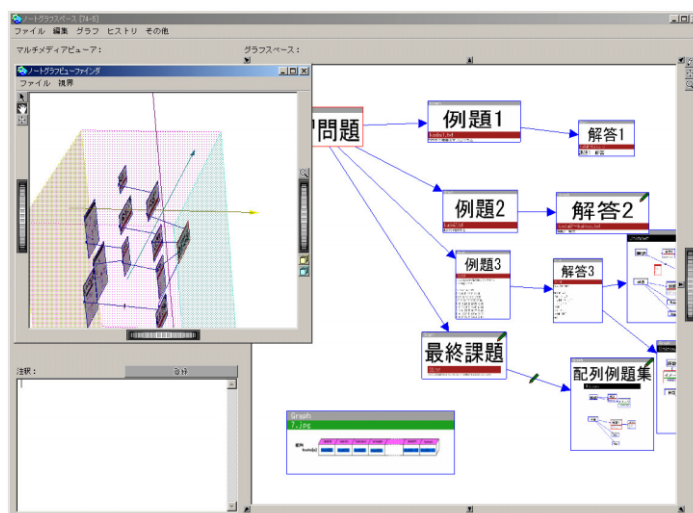


図1：協調学習用マルチメディアドキュメントシステム

また、ムービーの任意の部分にコメントを付けることができるコメントブルームービーシートを開発している。その実行画面を図2に示す。それぞれのコメントにはレスポンスを付けることができる。このようなツールを使って15分から20分程度の教材ビデオ7本を統合的に要約するなどの実験的

な実践を行い、そこで何が起きるかを観察したところ、ビデオの素材を細かく切って一つのレイヤ上で互いに関連付け、また別のレイヤではそれらをまとめたビデオクリップを相互に関連付けて、抽象度の違うまとめを作り相互比較するなど、テキスト教材にはみられない知識構成活動が起きることが確認されている。

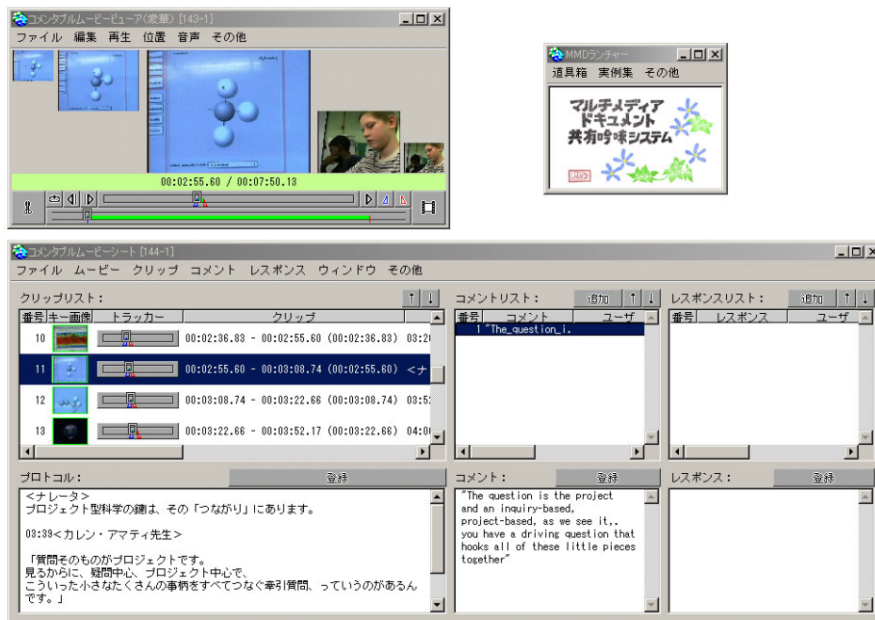


図2：コメントブルムービーシート

これらマルチメディアドキュメントシステムによって作成されたコンテンツ(ノート、カード、コメントブルムービーシート等)は、ネットワーク上のサーバで稼動する、リポジトリと呼ばれるデータ貯蔵庫で一元管理することができる。図3にその概念図を示す。リポジトリを用いることで、個々のユーザが作成したコンテンツを他のユーザに公開するといったことが簡単に行える。

リポジトリ上ではコンテンツに対して通常の全文検索に加え、コンテンツの登録日時や登録ユーザといったメタデータを用いた検索ができる。さらに画像に関しては、色合いや大まかな形状といった画像特有のメタデータを用いた検索を行うことができる。

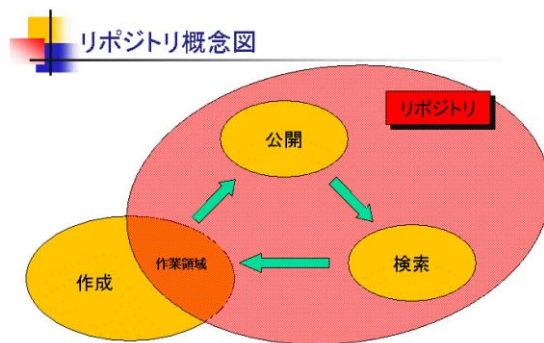


図3：リポジトリ概念図

テキストに重点を置いたノート共有型協調学習支援システム

テキストを主に扱うために、上記のシステムとは別に学生のグループ使用などに対応可能なデータ管理システムを開発した。その実行画面を図4に示す。個々のノートは任意の個人あるいはグループに対して個別にアクセス権の設定ができる。全てのノート間に相互にリンクを張ることができ、また全てのノートに対してコメントを付けることができる。また、データベース上でノートを直接管理するためのデータブラウザを備えている。

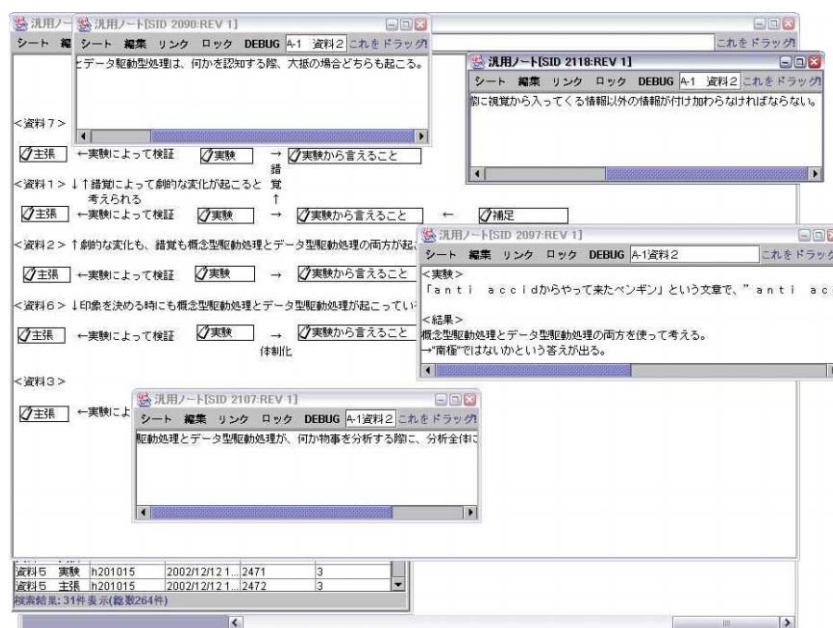


図4：ノート共有型協調学習支援システム

14年度には本システムを利用した入門期の授業が通年で実施された。学生たちは自分たちの興味関心に従って調べた資料の内容やコメントをノートにまとめて公開し、互いに吟味可能にする活動に従事した。受講生80人のクラスで半期に1000以上のノートが作成され学生相互での協調的な学習を支援する環境を形成することが認められた。

「教材+学習支援環境+カリキュラム」セットの構築

上記のような技術的支援を実際の学習活動に活かすために、12年度、13年度に引き続きそれらを効果的に運用するカリキュラムとそのための教材を開発している。Bransfordらの編集による How People Learn (National Research Council, 1999), J. R. Anderson による「認知心理学概論」などを教材に、テキスト型のコンテンツを作成すると同時に、授業や講演のビデオなど映像教材にコメントしたものを新たに教材として開発するための準備作業に取り掛かっている。14年度終了までに、大学学部1、2年生通して前期、後期計4半期に渡って、認知科学に初めて触れるところから、30余の基礎文献を理解し、相互の関連性を自ら見つけて基礎知識を構築するための授業が実践されてきており、15年度以降はそこでの実践結果を整理して、カリキュラム全体をティーチング・ポ

ートフォリオとして形成する。

高等学校レベルの初等数学、具体的には三省堂が過去に出版した高等学校数学教科書のXMLデータベース化に関しては16冊中12冊が電子化された。図の質をあげるなどの改良作業に加えて内容に対して簡単な質疑応答が可能なコメント機能を付け加えた。現在の実行画面を図5に示す。本システムは、研究協力校である埼玉県東野高等学校において、数学の授業を支援する補助教材環境として試用評価中である。

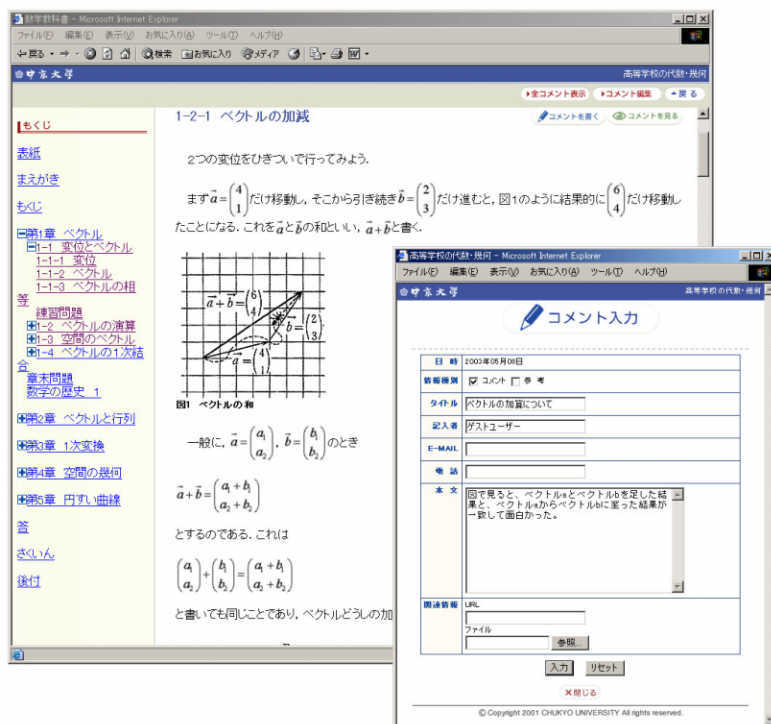


図5：三省堂高等学校数学教科書

3. 研究実施体制

本研究の場合、全体を中京大学が統括しており、特にグループ長を設けていない。

<理論構築グループ>

- ・「適応的熟達」という考え方の精緻化
- ・大学4年間での熟達化のためのカリキュラムを考案

<実践開発グループ>

- ・授業実践
- ・理論構築に資するデータ分析と整備
- ・協調学習支援ツール群の開発

<数学・物理拡張グループ>

- ・三省堂高校数学教科書電子化
- ・上記の実践利用評価

4. 主な研究成果の発表（論文発表および特許出願）

(1) 論文発表

著者名 : Shirouzu, H., Miyake, N., & Masukawa, H.
タイトル : Cognitively active externalization for situated reflection
掲載書籍名 : Cognitive Science
巻号頁 : 26, 4, 469-501
発行年 : 2002

著者名 : 三宅なほみ, 三宅芳雄, 白水始
タイトル : 学習科学と認知科学
掲載書籍名 : 認知科学
巻号頁 : 9(3), 328-337
発行年 : 2002

(2) 特許出願

H14年度特許出願件数 : 0 件（研究期間累積件数 : 0 件）