

戦略的創造研究推進事業
発展研究（SORST）

研究終了報告書

研究課題「高度メディア社会のための発展的協調
的学習支援システム」

研究期間：平成17年4月1日～
平成20年3月31日

研究代表者氏名 三宅なほみ
(中京大学 情報科学研究科 教授)

1. 研究課題名

高度メディア社会のための発展的協調的学習支援システム

2. 研究実施の概要

情報メディア技術の教育への応用による新産業創出への期待は高いが、その実現には従来の教育方法自体の根本的な見直しと変革が必要になる。本 SORST 研究では、CREST 研究の成果を踏まえ、人と教えあい学びあう協調的学習法を教育革新の一つの方法として確立した。そのため、協調学習を効果的に行うカリキュラムと情報技術ツール群を開発してその効果を実践的に検証した。CREST 研究により、学生一人一人の考え方をノート配置によって外化し相互吟味や編集を可能にした RCN (Reflective Collaboration Note)や、ビデオ画像に対して web ブラウザ上で閲覧・コメント付けができる CMSonBBS(Commentable Movie Sheet on Bulletin Board System)を含むツール群を開発、それを利用して学部1, 2年生に認知科学を教えるコンテンツと学習活動のセットとしてカリキュラムを構成して実践し、実際に学習効果が上がることを確かめた。本 SORST 研究では、これら CREST 研究で開発してきたコンテンツ、学習活動カリキュラム、協調学習支援ツール群をさらに改良し、将来他機関に転用してこれまで以上の効果を生むための改善を図り、その実効性を実践的に検証した。

SORST 研究の成果は大きく分けて2つある。一つは、CREST 研究時に授業や学習目標ごとに独立して開発してきたコンテンツや支援ツールを融合して活用し、協調的な学習活動を支援して、長期にわたる効果が上がることを確かめた。この研究からは、学習者の主体性を生かした知識構築の重要性が明らかになった。もう一つの成果として、CREST 研究により開発した協調的学習支援ツールを web 上に展開し、カリキュラムの携帯性を上げて他機関に広く転用できるようにした。これらの実践では、ニーズに従った効果が上がることを確認した。以下これらの成果について、具体的に記載する。

CREST 研究時に開発したコンテンツや支援ツールは、それらを融合することによってより高度な協調的活動が促進され、長期にわたる学習効果が上がることを確認できた。具体的には、RCN を中心に開発されてきた動的ジグソー法と呼ばれる協調的な理解深化活動と、CMSonBBS 上で実践されてきた講義ビデオの振返りによる内容理解支援活動とを融合することによって、レベルの高い講義であっても学生がその内容を自力で解体・統合して理解する支援が可能になることがわかってきた。講義ビデオの異なる部分を異なる学生が担当して詳細に振返り、その内容を他の学生に「自分のことばで説明」し合い、全体として講義者が伝えたかったことを自分たちで再構成する活動を繰り返すことによって、学生各自が講義内容をより深く理解できるようになる。他にも、CREST 研究で開発・評価した専門資料を読み解くための読解支援ツールを RCN に有機的に融合させた結果、専門資料から読み取ったアイデアを概念地図化する活動が一部の学生に対してより活発になり、そのようにして作成した概念地図を元に行われた協調学習がそうでないものに比べてより質の高い最終レポートの作成につながる様子が見出されている。

これらの実践研究から取得された学習過程を分析した結果、理論的成果として、学生が専門的で抽象度の高い大学での教材の理解を長期的に保持するための条件が明らかになってきた。2 年という長期にわたって複数の授業で重複して出てくる講義内容を学生が自分のものとして理解し、かつそれらの授業が終わった後になっても使える形で保持できるためには、一旦自分自身の経験や既に知っていることに結びつけ、自力で構成した知識として作り直す活動を明示的に支援する必要がある。2 年時の授業について、実験的にこのような支援を行ったところ、専門的な講義の内容に関してその主張だけでなく根拠も同時に長期保持しやすくなる傾向が見出された。今後、多くの授業で扱われているコンテンツを有機的に整理し、コンテンツ理解と自分自身の経験に基づく既有知識とをうまく結びつけるカリキュラムの開発・評価に意義があると考えられる。

SORST 研究のもう一つの成果として、CREST 研究により開発した協調的学習支援ツールを web 上に展開し、カリキュラムの携帯性を上げて他機関で試験運用したところ、これまで開発してきたコンテンツやツール群がニーズの異なる多様な学習者に活用可能であり、ニーズに従った効果を上げ得ることが確認できた。転用は、大学での集中講義2件、ワークショップ 1 件、ならびに海外での学会チュートリアル2セッションで実施した。いずれのカリキュラムも講義を廃し、ほぼ全面的に学生同士の教えあいを活用する数種類の協調活動によって構成した。これらの活動はすべて本研

究で実践的に評価して有効性が認められているものである。教材はSORSTで開発した教材群から選択し転用先にあわせて新しく組み合わせることによって準備し、加えて必要なツール群を配した。

大学での集中講義2件は、教育学研究科や情報科学系研究科複数から構成される学習科学をテーマとした4, 5日の講義であり、それぞれ十数名、三十数名の参加を得て4, 5日間実施した。それらの協調活動を支援するためのツール群は、一集中講義では中京大学にサーバを置き遠隔から活用する形態で使用し、もう一つの集中講義では携帯型のサーバを持ち込んで運用した。いずれも運用上ほぼ問題なく実施することができた。効果として、学生の満足度、最終レポートの質とも高かった。今後、集中講義後の長期保持や学習したことへの積極的な転用的活用についてより長期的なデータを取ってその効果を検証したい。

ワークショップは、留学生、日本人学生それぞれ7名程度からなり、4日間にわたって、日本語学習支援の基礎としての学習科学を体験的に理解することを目的として行われた。多言語環境での協調活動であったため、参加した留学生からは、自身が理解した同じアイデアを母語と日本語とで一日のうちに何回も言い換える経験が新たな言語活用技術の訓練方法として有効だと考えられるなどの指摘があり、従来の実践では得られない知見が得られた。今後これらのエピソード的な成果を堅実な成果に結びつけるために、緻密に計画された実践研究が必要である。

海外の学会でのチュートリアルは2件ともコンピュータを教育に活用するための基礎ならびに応用研究を扱う学会で大会企画として行われた。一件は参加者22名による北京での実施であり、中京大学に置かれたサーバにアクセスしてのCMS活動を予定していたが、ネットワークの不調により実施できなかった。代わりに紙媒体によるモックを利用して同種の活動を行ったところ、協調学習を研究するアジアの若い研究者の多くから、自分で協調的な学習を体験することがはじめてであるため学習効果が大きかったとの反応があった。もう一件のチュートリアルはNew Yorkで実施し、参加者は17名であった。ツールは利用可能であることが確かめられたが時間が短かったため、十分な活用には至らなかった。いずれのチュートリアルにおいても日本で開発したカリキュラムが他言語圏で十分転用可能なことが確かめられ、参加者の満足度は高かった。学習効果については十分なデータを得ていない。これらチュートリアル中の学習過程について一部音声データを記録しており今後分析を予定している。

これらの転用実践研究結果から考察できることとして、今後、協調的な学習を多くの場面で展開するためには、質の高い教材が多数、多層的に準備される必要があると考えられる。ここで「多層的」とは、一つの研究を扱う教材が、その専門分野での知識の獲得度が異なる初心者から初学者、中堅学習者、熟達者のそれぞれの知的好奇心と理解度に合った異なったレベルで準備されていることを指す。これまでの教科書を中心とした教材は、一つのテーマについて一定の肌理と字数で記述されていることが多かったが、多様な既有知識を持つ多数の学習者が、それぞれのニーズに従って各自自らの理解を深めるためには、それぞれのテーマを各自が詳細に深めるための教材、グループでの話し合いに適した肌理の教材、グループを組み替えて多数の教材を統合する際に参考となる教材など、同じテーマについて多層な資料があることが望ましい。本研究ではそこまで大規模な教材を準備しての検証を行なっていない。今後、本研究の発展を考える際、教材の質と量をどうそろえるかについて一定の開発原理を得ることは、重要なテーマとなると考えている。

以下、サブグループごとにその成果を列挙する。

I. 理論構築グループ

本グループは、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ことを目的として設定された。「適応的熟達化」という構成概念を中心に、その成立の理論と支援方法を、特に協調的認知活動との関係から検討してきた。

成果は2つある。一つは、このグループの構成メンバーである稲垣と波多野が長年にわたって構築してきた適応的熟達の過程に付いての理論化である。人は、社会・文化に支えられて他人からその社会・文化で有能に機能するための素朴理論を獲得し、認知的に発達するにつれてその素朴理論の一般性、抽象性を意図的に上げて科学的な理論を構成する。SORST研究では、協調的な認知過程がどのようにしてこの後者の意図的な概念変化を引き起こすかを中心に再検討し、協調過程に参加する一人一人の参加者の考え方の変化に焦点を当て、一人一人の知識統合を可

能にする建設的相互作用についての理論を精緻化した。もう一つの成果として、このような理論化を元に協調的な学習の目標をどこにすえるべきかを検討した。協調的な学習では、しばしばその目的として、学習するコンテンツの内容理解と、学習方法そのものの学習の達成との両者を目標とする。適応的熟達の理論は、「適応的」ということばが示すように、ある一定のコンテンツの定型的な活用に熟達する以上の学習目標があることを示唆する。筆者らは、このような立場から、協調的な学習観から見た学習目的として、(1) Portability—学習成果を学習した場を離れて他の状況で活用できよう「持って歩ける」可般性の高い形で獲得すること、(2) Dependability—学習成果を、将来別の場所で必要になった時、その場で利用できるような堅牢性を備えて獲得すること、(3) Sustainability—学習成果を、将来必要に応じて作り変えたり保守したりすることができるような形で獲得すること、という3つを提唱し、学会でのシンポジウムなどに提案してきた。今後これらの概念について、議論を進めてゆく必要がある。

II. 実践開発グループ

本グループでは、主に教材、カリキュラム、学習支援ツールを考案、実装し、実践的に評価した。成果は認知科学を学習するためのティーチング・ポートフォリオとして統合的に他機関にも提供できる形で準備した。

本研究が開発した教材分野は、大きく分けて、認知科学の基礎をなす3分野と、初学者が認知科学という専門領域を短期間である程度見渡すことができるための総合分野とからなる。基礎3分野は、「問題解決」、「記憶と表象」、「熟達化過程」の3つから構成される。「問題解決」分野では、ハノイの塔、川渡り問題、曜日計算などを柱に、人の問題解決過程に人が内的に持つ抽象的一般的なヒューリスティクスやアルゴリズム的知識と、外界に構築される問題状況との双方が緻密に絡み合っていることを、自身の体験に対するメタ認知を通して理解する。ここでの学習目的は、この内外相互作用を自らデザインして、将来遭遇する問題場面に対処する認知的な柔軟性を獲得することである。「知識と表象」分野に関しては、記憶方法や記憶の構成性など人の内的な知識が持つ特性を体験的に把握し、セマンティックネットなどの基本的な知識表象の原理を理解する。同時に具体的な応用事例として、初期の対話システムの仕組みに触れて、理論的理解とその活用方法を学習する。ここでも、自分自身の知識について、それを後から利用できる形で獲得するにはどうしたらいいかを意識するための協調的な学習活動を重視する。「熟達化過程」分野については、8種類程度の教材(認知科学的な研究成果を初学者にわかりやすく書き下した資料)を用意して、クラスで分担し、担当した資料を他人に説明し他人からその人の担当資料の説明を受け取ることを繰り返して8資料全体の統合を図る。総合分野は、これらの基礎の上にさらに専門的な研究領域から十数個の資料を選択し、クラス内で分担して相互に説明し吟味し合って統合することを目標としている。このような実践のための学習活動は、ジグソー法と呼ばれる分担して調べたことを相互に説明し合って理解構成する基本形をもとに、教材のもつ構造にしたがって相手を変えつつ行う構造化ジグソー法、多領域の資料をまず領域内で統合し、さらにその後統合された資料群について領域を越えたジグソー活動を要請する動的ジグソー法など CREST 研究で試験的に開発した活動を融合して実践し、その有効性を検証した。

支援ツール群は、協調学習を支える一人一人の意見の外化とその吟味を集中的に支援する。アイデアを文章にする前に断片的に外化させ、その空間配置によって考えを明確にする概念地図作成編集ツール(RCN)、講義ビデオをクリップに切って相互関係を解体・再構成するための支援ツール(CMS)などを多様な形で用いてそれぞれの効果を検討し、web上で利用できるツール群として第一バージョンをほぼ完成させ、試用評価を行った。同時に、学習実践場面から収集される現場観察記録、ビデオ記録、学生対話の音声記録、学生の授業中の活動記録などを効率的に分析するためのツール群を開発し、試験評価した。今後SORSTで得られたデータの分析にこれらのツールが果たす役割は大きいものと想定される。

III. 数学拡張グループ

本グループは、CREST 研究で電子化した三省堂高等学校向け数学教科書と指導資料とを関連付け、両者の内容を俯瞰的に見ることのできるインターフェイスを開発し、利用度を高めるための機能を追加した。一部高等学校で生徒に提供しているが、この教材を利用したの画期的な実践展

開には至っていない。現在、著者ならびに出版社と電子版の公開方法について、現場の教員など実際に利益を得る人々に使いやすい形で公開しつつ、著作権を担保する方法を探っている。

3. 研究構想

研究目標

本研究の目的は、CREST 研究を引き継いで、情報メディア技術の教育への応用による新産業創出への期待に応えるため、従来の教育方法自体を根本的に変革するための協調的な学習理論とその実践方法を確立することである。そのために、本研究の下に、I. 理論構築グループ、II. 実践開発グループ、III. 数学拡張グループを設ける。I. の目的は、適応的熟達という構成概念と協調的認知過程のメカニズムの解明研究により、従来の教育方法を革新する教育方法理論として協調的な学習の理論を構築することである。II. では、認知科学を学習対象として、上記理論に基づく教材、学習活動カリキュラム、協調的学習支援ツール群を開発し、カリキュラムに則った実践によってこれら3者の有効性を検証することを目的とする。III. は、I. と II. について、認知科学以外の学習対象を設けて研究成果の一般性を確保することを目標とした。

本研究が学習対象としている認知科学は 1970 年代後半に北米を中心に盛んになった比較的新しい総合的研究分野だが、知的創造性支援、インターフェイス設計、建設的相互作用促進など社会的にも急激に強まってきているニーズに対して役立つ分野であり、その成果は広く啓蒙する価値がある。北米でもこの分野を一般教養として学習させることの意義が認識され始め、そのための支援環境作りが始まっている。学習能力そのものの育成を促進する人の協調的認知過程についてのカリキュラム開発は、本研究の規模で行われているものは世界的にも他に例を見ない。人の認知過程についての基礎的な理解は、今後社会が急激に変革し新しい認知活動が要請されるようになるにつれてますますその重要性が増すと思われる。そのような社会的ニーズに答えるためには、人の認知活動そのもの、理解や学習過程そのものについて基礎的な事実を今まで以上に明らかにしてゆく必要がある。本研究は、CREST 研究5年間の成果を発展させ、これら世界的に見ても今ニーズの高い研究課題に対して具体的かつ実践的な解を得ることを目的とする。

研究計画ならびに進め方

本研究では CREST での研究成果を引き継いで、人と教えあい学びあう協調的学習法を教育革新の一つの焦点と捉えその理論をさらに精緻化し、協調学習を効果的に行うためのカリキュラムと情報技術ツール群を改良して、より実効性の高い実践的な検証を行った。具体的には、一人一人の考え方をノート配置によって外化し相互吟味や編集を可能にした RCN (Reflective Collaboration Note)、マルチメディア教材を構造化して授業に活用する CMSonBBS (Commentable Movie Sheet on Bulletin Board System)を含むツール群を改良、それらを融合して活用し、学部 1, 2 年生に認知科学を教えるコンテンツと学習活動のセットを充実させる。本研究では、教材と学習活動カリキュラム、学習支援ツール群を合わせてティーチング・ポートフォリオと呼んでいる。同時に、協調的な学習成果の評価方法、学習管理に関わる諸手法、他機関での運用を可能にする手法を開発する。SORST 終了時には、CREST 研究の成果をより汎用性の高い学習実践理論と実効力のある学習環境として広く提供することを目指した。

教育や学習の実践研究には、その指針となる認知的理論が欠かせない。サブグループのうち I. 理論構築グループは、北米やヨーロッパで学習科学として最近急激に盛んになりつつある認知的な学習理論に基づいた協調的な学習環境を開発し、そこで起きる学習過程を分析して、協調的学習の理論を精緻化した。II. 実践開発グループでは、協調学習についての認知科学理論に基づく学習環境の構築と、教材・カリキュラム・ツール群を一体として開発して実践的にそれらの有効性を検証した。ツール群に関しては主に RCN を web 上に展開し、携帯性を高めた。CREST 研究で開発してきたツール群を融合し、インターフェイスに必要な改良を加え、学習対象を拡張し、他機関での応用実績を上げた。これにより CREST 研究の成果をより汎用性の高い学習実践理論と実効力のある学習環境として広く他機関に転用して実践的な検証を行った。

カリキュラムについては内容を更新し、新たな資料を加えて全体的に量と質を増やして検証を行った。他機関での転用試験など実践例を増やして協調学習のための基本的な学習方法ユニットとして定着を図る。中でも III. 数学拡張グループは、学習対象に関して、数学だけでなくプログラミングについても本研究での成果を適宜活用し、本研究の成果の一般性を検討した。ここで開発された三省堂数学教科書シリーズについては、一般からの活用希望が出ており、現在研究目的での

公開方法を模索しつつ公開への準備を進めている。

研究開始後の新展開から生まれた目標

本研究の副次的な成果として、人の学習過程の複雑さ、長期にわたり人が自身の知識を少しずつ構築して行く過程が明らかになりつつある。その過程で他人や社会的状況が果たす役割は大きく、今後より学習の実態に迫る理論を構築するためには、社会的・文化的視点からの長期的な認知過程研究が欠かせない。

本研究で取得された大量の学習過程についての記録を分析すると、専門的で抽象度の高い大学教育の実効性を高めるためには、専門的な講義の内容に関して学習者自身が自分の知っていることを活用して積極的に知識統合を計る必要があることがわかる。今後、多くの授業で扱われているコンテンツを有機的に整理し、コンテンツ理解と自分自身の経験に基づく既有知識とをうまく結びつけるカリキュラムを開発し、地道な評価を繰り返す必要がある。

本研究で取得された大量の学習過程データに関しては、そのデータベース化ならびに検索方法と有効で時間のかからない評価方法の開発が必須である。さらに今後、協調的な学習を多くの場面で展開するためには、本研究が開発、蓄積してきたものよりさらに質の高い教材が大量かつ多層的に準備される必要がある。教材が「多層的」であるためには、一つの研究を扱う教材が、その専門分野での知識の獲得度が異なる初心者から初学者、中堅学習者、熟達者のそれぞれの知的好奇心と理解度に合った異なったレベルで準備されていなければならない。これまでの教科書を中心とした教材は、一つのテーマについて一定の肌理と字数で記述されていることが多かったが、多様な既有知識を持つ多数の学習者が、それぞれのニーズに従って各自自らの理解を深めるためには、それぞれのテーマを各自が詳細に深めるための教材、グループでの話し合いに適した肌理の教材、グループを組み替えて多数の教材を統合する際に参考となる教材など、同じテーマについて多層な資料があることが望ましい。同時に学習者自身がこのような豊富な教材群を自らの目的に合わせて取捨選択するための学習活動とその支援方法も新たに確立される必要がある。それらの支援は、SORST 研究で改良したツール群と連携して働くことによって効果を発揮すると予測できる。今後、本研究の発展を考える際、教材の質と量をどうそろえるかについて一定の開発原理を得ることは、重要なテーマとなるだろう。

4. 研究実施内容

4.1 理論構築グループ

(1)実施の内容

本グループは、本研究の理論的基盤を構築することを目的とし、実験的な研究とその成果の理論的考察を行う。H17 年度には、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した。具体的には、

- a. 適応的熟達の理論の精緻化をはかること
- b. 音楽演奏の適応的熟達者の持つ柔軟性を明らかにすること
- c. 適応的熟達の理論を拡張して知識獲得の一般的枠組みを構築し、経験、生得的制約、社会文化的制約の役割を統一的に把握すること

を目指して考察を行った。b. に関して、適応的熟達者である演奏者は聴き手の特性に合わせる形で演奏を調整していることを明らかにした。音楽行動を二人以上の人間が関わって行われる行動、つまり音楽的アイディアの発信と受信というコミュニケーションの観点でとらえ、音楽的熟達化の様相をまとめた。c. に関しては、社会文化的制約が知識獲得のあり方を様々に変容させることを実証的に明らかにした。

H18 年度の成果としては、協調過程による概念変化をともしう熟達化過程や知識獲得のあり方に対する社会文化的制約の役割、またその過程をテクノロジーがどのように支援できるかについて、総括的な論文をまとめた(Miyake, 2007)。

H19 年度は、これまで継続的に研究を進めてきた適応的熟達化過程について、知識獲得の一般的枠組みをベースにした理論としてまとめ、集大成として海外で発行された Handbook 等書籍の形で発表した(Inagaki & Hatano, 2008)。同様に協調過程がなぜ理解深化や概念変化を導くかについて、これまでの研究成果をまとめて Handbook 等書籍の形で発表した(Miyake, 2008)。また、協調的な熟達化の理論に加えて諏訪らの個人のメタ認知、特に身体的な感覚を重視する内省的な過程による熟達化について実験に基づく最近の研究成果を検討し、今後の展開への手がかりを得た。

(2)得られた研究成果の状況及び今後期待される効果

ここでは、代表的な成果として、社会文化的制約が知識獲得のあり方を様々に変容させることを実証的に明らかにした研究を基盤に、協調過程がどのようにして理解深化を促進するか、そのメカニズムについての考察結果を紹介する。

本研究では、協調過程を実践的な学習の基礎に置く理由として、協調過程が「役割分担による建設的相互作用」(Miyake, 1986)を通して理解深化を引き起こすからだと考える。協調過程の有効性の説明としては他に Roschelle (1990)に代表される「収斂説」がある。Roschelle によると、複数の人が参加する協調的な学習場面では、まず、発話やジェスチャ、図などによって複数の視点からの多様な表現が提供される。これらに対して内省過程が促進されるとその結果、複数の視点間の収斂——その場にいろいろ出てきた視点をまとめる活動が要請され、その結果「解」の抽象化が起きる。さらには話し合いが続くことによって抽象化のレベルと自己評価の基準も上がり、より高度なメタ認知が要請される、と説明されている。

収斂仮説は一見分かりやすいためか、多くの協調学習研究が前提にしている。しかし、複数の視点が明らかになったら必ずその収斂が要請されると考えるのは不自然だし、収斂の要請だけでその場の解が抽象化されるとは限らない。収斂を求めたとしても、どのような収斂結果が「望ましい」のかについての判断基準を持ち合わせていなければ、自己評価の基準を「上げる」ことも難しいだろう。実際 Roschelle が論文で分析の対象にしている2人の学生もまさにこの難しさに直面して、最終的な理解には到達していない。

これに対し筆者らは、協調場面で自然に発生する役割分担が解の収斂やその結果としての抽象化、一般化を促進すると考える。(Miyake, 1986; Shirouzu, et al., 2002)。協調的問題解決場面では、たいてい1人のやることをもう1人がモニターするのが普通である。モニターは、その場で起き

ていることを「より抽象的なレベル」で再解釈しやすい。そのうちモニターが課題の続きを引き取って解き始めると、今度はそれまで課題を解いていた人がモニターになって、その場を「少し抽象的に」見直し始める。この繰り返しによって2人がそれぞれ理解のレベルの異なる解釈をその場に提供する。参加者個々人はそれら「抽象度の異なる解」をそれぞれ自分なりに統合しようと、それぞれの理解レベルに従った「一般的な解」に到達する。こう考えると、1人では解き方が固定してしまうような課題であっても、2人だとさまざまな解に気付きやすく、それらを一般化した解の存在を見つけやすいだろう。

たとえば、折り紙を渡してその「4分の3の3分の2に斜線を引く」ことを求めると、大抵人は折ったり目盛をつけたりして答えを出す。計算しても良いのだが(答えは2分の1になる)、最初から計算する人は1割もいない。さらに、この直後に別の折り紙を渡して今度は「3分の2の4分の3に斜線を引く」ように頼んでも、2度目も折るなどして答える人がほとんどである。これに対してペアにした被験者に同じことを頼むと2度目には7割の組が計算する。協調的過程はこの場合、より一般的な計算という解への気付きを誘発している。

2人組で何が起きるのかを詳細に見てみると、典型的にはまず1人の被験者が折り紙を4等分し、その「4分の3」の部分をもっと3等分するために折ろうとする。4等分した結果の4分の3の部分はすでに「3等分」されており、それを利用すればさらに3つに折る必要はない。被験者の行動や発話を分析したところ、そのことに気付いてそれを言語化するのは、そこまで紙を折って課題を解いていた被験者ではなく、それを見ていたもう1人の被験者であることが多かった(分析した9組の内7組、78%がこのケースに当たる)。さらに、「すでに3等分されているものの3分の2を取る」という作業は、折り紙全体を視野に入れて考えると全体の2分の1を取ることに等しい。ペアの被験者では頻繁にこのような見立て直しが起こり、最終的には「それならこの問題は最初から計算しても解ける」という、他の問題にも般化可能な解法に気づく。つまり、協調的な問題解決場面は、参加者を自然に課題解決者とモニターとに分けるために、モニターは問題解決者の解法を「見て解釈」せざるを得ない立場に置かれる結果、その場に「少しだけ抽象的な」解釈を持ち込む役割を果たす。この課題遂行役とモニター役が頻繁に入れ替わり、抽象度の少しずつ異なる解が複数生み出される。個々の参加者はそれらの解を統合しようと努力する結果、それぞれの理解レベルに従った理解深化を起こしやすいと考えられる(Shirouzu, et al., 2002)。

このような認知的プロセスに立ち入った理論的研究は、協調学習研究の中で今後もっと積極的に展開される必要があるだろう。建設的相互作用説は、協調過程における個人の知識獲得メカニズムを説明できる強みがある。この考え方に立つと、協調過程のメリットを生かした学習環境デザインの指針として、参加メンバー一人一人が自分の考えを持てる工夫をすること、一人一人が考えを容易に外化でき、他者の外化結果と比較参照して互いの外化物を共有・編集できること、外化物編集の経緯を必要に応じて他者の経緯と比較対照しつつ振り返ることができること、などが挙げられる。現在、大学以外でこれらの指針に基づく学習環境設計とその実践的な評価が手がけられ始めており、今後の展開が期待できる。

4.2 実践開発グループ

本グループは、SORST 研究の中核をなす部分であるため、[1.]ティーチング・ポートフォリオの改良とその評価、[2.]協調学習に基づくティーチング・ポートフォリオの他機関転用、[3.]協調学習支援ツールの改良・開発と評価、の3部に分けて報告する。

[1.]ティーチング・ポートフォリオの改良とその評価

SORST3年間にわたって、CREST 研究で開発したティーチング・ポートフォリオ(教材、学習活動群、学習支援ツール群をセットにしたカリキュラムの総体)を改良し、教科や授業を越えて融合的に活用する方略を検討し、その有効性を明らかにした。ここでは RCN を中心に開発されてきた動的ジグソー法と呼ばれる協調的な理解深化活動と、CMSonBBS 上で実践されてきた講義ビデオの振返りによる内容理解支援活動とを融合することによって、レベルの高い講義内容であっても学生がその内容を自力で解体・統合して理解する支援が可能になることを示した研究を報告する。このビデオ・ジグソー(表中ではVJと略す)では、講義ビデオの異なる部分を異なる学生が担当して詳細に振返り、その内容を他の学生に「自分のことばで説明」し合い、全体として講義者が伝えたかったことを自分たちで再構成する。さらに、この活動を動的ジグソー法のように異なった講義について繰り返すことにより、各講義の内容理解や講義間の関連性の理解がより深まることが期待できる。

(1)実施の内容

表1に4年間のカリキュラム概略を示し、ビデオ・ジグソーをどう利用してきたかを示した。対象は2年生授業「認知科学研究法Ⅰ・Ⅱ(06年度より「情報知能学研究法Ⅲ・Ⅳ」)」で、学科教員10名前後の講義により認知科学の研究テーマ・方法論をつかむものである。縦が授業回数、横が年度、白いセルが講義の回(担当教員のイニシャルで示す)、黒いセルがCMSを用いた講義の振返りなどの支援授業の回である。特定の講義について振返った回はイニシャルつきで示してある。

ビデオ・ジグソーを用いた回は「/VJ」と記した。表1を見るとおり、05,06年度に講義から学ぶスキルを獲得する準備授業で用い始め、07年度に各教員の講義の振返りにも用いるようになったことがわかる。特に、06年度後期からは、表の黒白セルの順序を見てわかるとおり、1回の講義を聴いては次の授業で振返る形に変更しており、07年度もそのやり方を継承して具体的な振返り活動としてビデオ・ジグソーを取り入れた。また、04年度から05年度にかけて講義順を研究テーマ別に整え、講義内容を関連づけやすくしており(講義回のイニシャル順参照)、こうした教材の関連付けしやすさがビデオ・ジグソーの利用で一層有効に機能することを期待した。

ビデオ・ジグソーは、90分の教員講義を2～5分程度のクリップに分けたCMSonBBSを用いて、その中から異なるクリップ群を3つほど選び、学生に分担して視聴させる。クリ

表1 各年度のカリキュラム構成

	2004	2005	2006	2007
1	NM1	準備	準備	準備/VJ
2	NM1振返り	準備/VJ	準備/VJ	準備/VJ
3	NM1振返り	準備	準備	準備
4	KK	TT	TT	TT
5	KK振返り	TT振返り	TT振返り	TT振返り/VJ
6	IK	KK	HT	HiS
7	YM	HT	KK	HiS振返り/VJ
8	振返り	KK振返り	KK/HT振返り	HT
9	振返り	HiS	YM	HT振返り/VJ
10	振返り	振返り	YM振返り	KK
11	HO準備	振返り	振返り	KK振返り/VJ
12	KT	YM	振返り	振返り/VJ
13	HO	HO	準備	振返り/VJ
14	TT	IK	HiS準備	振返り/VJ
15	HiS	振返り	HiS	準備
16	MS	振返り	HiS振返り	準備
17	HS	KT	HO	YM
18	NM2	MS	HO振返り	YM振返り/VJ
19	振返り	NM	MS	HO
20		HS	MS振返り	HO振返り/VJ
21		振返り	NM	MS
22		振返り	NM振返り	MS振返り/VJ
23			HS	NM
24			HS振返り	HS
25				NM
26				HS
27				NM/HS振返り
28				振返り

ップ群は、教員が伝えたかったことの支えになるような研究事実を含むものとし、そのそれぞれに研究の具体的結果と主張が含まれる構成とした。クリップ群は全体で10～15分の長さであり、それを学生はペアになって自由なペースで視聴し、20～30分で内容をまとめることとした。その後、異なるクリップ群を担当した3名が集まり、視聴した内容を交換し、3つの研究事実を統合してどのような主張が可能かを30～40分かけて議論する。この間の学生の会話はすべて録音し、CMSのログデータと合わせて、分析に用いている。

(2) 得られた研究成果の状況及び今後期待される効果

以下では、特定の講義にビデオ・ジグソーを用いた効果と複数教員の講義にビデオ・ジグソーを繰り返し用いることの効果の2点を検討する。

1) 特定講義にビデオ・ジグソーを用いる効果 ―従来型の振返り法との対比―

準備授業で用いたビデオ・ジグソーは、04年度4月「認知科学研究法Ⅰ」授業内に行われた60分の講義（表1中「NM1」）を対象としたものである。この同じ講義を、05、06年度は従来型の振返り法も含めて視聴し、07年度はビデオ・ジグソーのみ用いて視聴したため、その効果を年度間で比較する。

CMSでの利用のため、本講義を5つのクリップに大別し、講義の核をなす3つの研究事例を紹介した3クリップを重点的に利用した。これらの研究事例のクリップは、いずれも研究の具体的結果とそこから導かれる主張の要素から成っていた。その点で、これら「結果」と「主張」を下位クリップとして分割することもできる。

CMSで講義を見直すにあたり、部分吟味法という手法とビデオ・ジグソー法を利用し、その効果を検討した。部分吟味法は上記「結果」や「主張」のクリップを視聴するたび、「この結果から何が言えそうか」「疑問は無いか」「実際はどのような主張か」「主張は結果に支えられていたか」などを学習者同士に話し合わせるものである。部分吟味法は、基本的には一人でできる作業であり、講義全体の流れを大きく壊さずに行うことができる。ビデオ・ジグソーは、3事例のクリップを3ペアに分担させ、各自のペースで視聴後、内容を交換させるものである。この手法では「結果」「主張」の下位クリップを講義全体の流れから抽出し、分担して吟味させ、吟味の結果を話し合いによって統合させる。基本的に社会的な学習法であり、講義の流れも解体する。

これらの手法を用いて、05年度には一つ目の事例を部分吟味法で視聴させ、残り二つの事例をビデオ・ジグソーで分担して担当させた（06年度も同様の実践のため、ここでは割愛する）。07年度は3つ全ての事例をビデオ・ジグソーで視聴させた。したがって、一つ目の事例については、04年度は講義そのもの、05年度は部分吟味法、07年度はビデオ・ジグソーとそれぞれ異なった学習活動で聴講や視聴がなされたことになる。

そこで、授業最後の配布物に対する学生の記述解答から、クリップの結果と主張について正確に言及している割合、および授業から1週間後の遅延再生時の成績を比較した。表2に結果を記した。

表2 CMSを用いた学習活動効果の比較

学習活動		直後理解度		遅延再生度	
		結果内容	理論的主張	結果内容	理論的主張
04 年度	3 事例： 講義のみ	11%	23. 1%	—	—
05 年度	1 事例：部分吟味法	87. 7%	97. 5%	25%	41. 4%
	2 事例：ビデオ・ジグソー				
07 年度	3 事例： ビデオ・ジグソー	81. 5%	90. 7%	70%	67. 1%

表に見るとおり、直接講義を聞くのに比べ、部分吟味法とビデオ・ジグソーの両手法ともに直後理解を促していることがわかる。一方で、遅延再生ではビデオ・ジグソーが優れていることがわかる。

その原因を探るため、部分吟味法時の配布物への記述内容およびビデオ・ジグソー時の発話内容を詳細に検討したところ、部分吟味法ではクリップ視聴後に多様で多数の質問がなされているにもかかわらず、それを共有吟味する機会が設けられておらず、75%に解答が得られていなかった。一方ビデオ・ジグソーでは、視聴中に生成された質問の80%が学習者たち自身の議論により解決されていた。またエキスパート活動中に生成した説明に対して Jigsaw 時に聞き役の学生から質問されることで、自分なりのことばでクリップ内容を説明しなおす活動が観察された。

それぞれ異なるクリップを分担して、その内容をまとめて説明する自力生成的なビデオ・ジグソーという学習活動が長期保持可能な理解を形成することがうかがえる。部分吟味法の効果が他の学習活動との組合せによって左右されたことと対比すると、ビデオ・ジグソーは比較的自律的に機能する学習活動であることが示唆される。

2) 複数講義に継続的にビデオ・ジグソーを用いる効果

ここでは、1年間2セメスタにわたって継続的にビデオ・ジグソーを利用することにより、どのような成果が得られるかを検討する。07年度は、準備授業にビデオ・ジグソーを用いるだけでなく、その後教員の毎講義ごと翌週ビデオ・ジグソーで振返る支援活動を行った。

その成果を期末レポートの内容で比較する。レポートは04年度以降すべて全教員の講義内容を自分の理解した範囲で記述させることとそれらを関連づけて内容を統合することの二つを求めた。この前者の「講義の内容理解」については、講義に含まれた「証拠事実の結果」と「理論的主張」のセットのうち、何%を正確に記述できているかを分析した。後者の「複数講義の関連づけ」については、それらの内容を有機的に関連づけ意味のある新たな主張を導き出している度合いを%で算出した。

図1がその結果である。ビデオ・ジグソーを一貫して用いた07年度において、講義理解・関連づけ双方とも向上したことがうかがえる。04年度からレポート作成時にはCMSが自由に利用でき、内容を自主的に確認できることもあって講義理解度は高かったが、それでも07年度は講義全体をバランスよく俯瞰し、教員の主張をよく踏まえたものに変化していた。関連づけは、テーマごとに講義順を変えた05年以降徐々になされるようになっていたが、それも07年度は非常によく行われるようになった。07年度の前期最後には、複数講義の興味関心があるクリップを各自が担当してその内容を交換しながら4教員の講義を結び付ける概念地図作りを行っており、そこで発見した共通項をレポートに書くものも見られた。

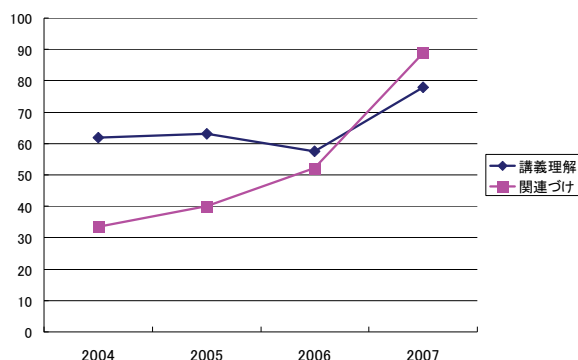


図1 ビデオ・ジグソーによる理解度の向上

以上、研究成果1で構造が工夫された短時間の講義でビデオ・ジグソーが機能するだけでなく、さまざまな分野やレベルの教員の講義でもビデオ・ジグソーにより各講義の自分なりの理解や関連づけが促されることが示唆された。

[2.] 協調学習に基づくティーチング・ポートフォリオの他機関転用

SORST 研究の第一の目的は、ここで開発したティーチング・ポートフォリオが他機関で異なる学習目的に対して適用可能なことを示すことである。ここでは、大学の集中講義に転用した2例と海外の学会チュートリアルに転用した2例について報告する。

(1) 実施の内容

他大学での集中講義に RCN を web 上で利用し、ティーチング・ポートフォリオを転用して実績を上げた授業実践研究を2例、海外学会でのワークショップやチュートリアルでの応用実績を上げた研究を2例、計4例を紹介する。集中講義を学生の活動主体とした協調学習カリキュラムで行うには、導入期にそれまで協調的な学習経験のない学生が無理なく知的協調作業に携わることができるよう、導入期に合わせたロバストな形態の協調学習活動が必要になる。その後は、学習が進むにつれ、日間という短い間に学生が自らシフトさせる彼ら自身の知的興味や理解の程度に合わせて活用できる多様な形態の協調学習活動を選択的に運営できる必要がある。同時に受講生が取捨選択して利用できる大量の教材プールが必要である。今回の他大学での運用試験では、CREST、SORST 研究で蓄積してきた教材プールと協調学習活動形態が、これまでとは異なった受講生に対して、彼らの学習ニーズを満たす活動を引き起こす下地として十分機能することを実証した。同時に、CREST、SORST 研究で開発・改良したツール群が開発地点を離れて実質的に運用可能であることを実証した。海外での学会チュートリアルへの転用では、ツール群の遠隔地での運用実績を確立するとともに、さらに短い時間で「協調学習」の理論と方法をその実体験も通して理解させることが可能であることを実証した。

他大学での集中講義2例は、京都大学教育学研究科における 2005 年度集中講義「認知科学特論」(06 年 2 月実施)および東京大学教育学研究科における 07 年度集中講義「協調的知識統合論」(07 年 7 月実施)である。海外の学会でのチュートリアル2例は、ICCE2006 (International Conference on Computers in Education)で行われた “Introduction to CSCL” (06 年 11 月実施)および CSCL2007 (Computer Supported Collaborative Learning)で行われたチュートリアル “Introduction to CSCL” (07 年 7 月実施)であった。いずれも研究代表者が講師を勤めた。

以下では、まず転用元となった中京大学でのカリキュラム概要を説明し、その教材・学習活動・ツールを他機関の授業条件・目的に合わせていかに転用したかを述べる。成果については(2)でまとめる。

転用元での授業は、1 年春期から2年秋期まで4期各コマ、計8コマをかけて次のように展開されている。

【転用元: 中京大学情報科学部認知科学科(06 年度より情報理工学部情報知能学科)】

学習目的: 認知科学の基礎的理解

授業期間: 大学 1,2 年の 2 年間 4 セメスタ(のべ 8 授業)

対象学生: 約 80 名

カリキュラム概要:

- 1 年春期: 「問題解決」をテーマに、古典的なパズルを自分たちで解く体験型の協調学習を通して、人の問題解決に関するメタ認知的理解を獲得する。
- 1 年秋期: 「知識構造」をテーマに、問題解決を支える知識構造や記憶に関するデモ実験体験や専門文献読解を通して、人の記憶の特徴や知識構造の説明概念を掴む。
- 2 年春期: 「熟達化」をテーマとした複数の専門文献の読解を通して、熟達化の過程や視点を学ぶ。並行して教員の講義から認知科学の広がりや研究法を掴む。
- 2 年秋期: 認知科学全般を紹介した多数の文献の読解を通して、認知科学の全容の基礎的理解および自身の学習・研究への関連づけを行う。並行して教員の講義から認知科学の広がりや研究法をつかむ。

学習方法および利用ツール:

- 1 年春期: 少人数グループ作業およびクロストーク(グループ間発表)、3 文献程度のジグソー

学習を行う。資料は A4 一枚程度と短い。わかったことを付箋に書き出し概念地図に表すなど、紙媒体ベースの関連づけ・統合作業を行う。

- 1 年秋期: 担当資料を複数人で読み合わせる「エキスパート活動」つきのジグソー学習を行う。資料も A4 両面に拡大する。関連づけ・統合作業に RCN を利用し始める。CMS も関連資料聴講のために利用する。
- 2 年春期: 3 文献あるいは 4 文献のジグソー活動を行った後、熟達化の 4 段階×研究上の 2 つのパースペクティブ計 8 文献の「構造化ジグソー」を 6～7 コマかけて行う。その中で自身が担当した文献を繰り返し違う相手に説明することや、担当以外の文献も含めて説明することにも習熟する。文献の詳細な読解のための補助ツールも用いる。関連づけ・統合作業に RCN を継続的に利用する。並行して CMS による講義視聴も進め、読解した文献との関連づけも行う。
- 2 年秋期: 認知科学を広くカバーする 3 領域 20 前後の資料のジグソー学習を 1 セメスタかけて行う。資料が構造化されておらず各自が自分なりの知識統合を行う必要がある点や、構造化ジグソーよりも頻繁にかつ自主的に相手を組み替えていく点で「動的ジグソー」と呼ぶ。利用するツールは 2 年春期と同様だが、授業外も含め、より日常的・継続的に利用する。

以上のセットを次のように転用した。

【転用例 1: 京都大学教育学研究科「認知科学特論」】

学習目的: 認知科学の学習理論の理解および授業実践案の提案

授業期間: 3 日間

対象学生: 院生・学部生 約 20 名

カリキュラム概要: おおよそのフェイズで示す。() 内は利用したワークノート番号

1. 「人はいかに学ぶか」のモデル作り(ワークノート 2: 以下 WN と略す)
2. 学習を支える「知的好奇心」に関する 3 文献の単純ジグソー(WN3-6)
3. 学習を支える「知識」に関する 3 文献のエキスパートつきジグソー(WN7-9)
4. 学習・熟達化プロセスに関するモデル(WN10)
5. 社会的な場での「熟達化」に関する 4 文献のエキスパートつきジグソー(WN11-14)
6. 熟達化の 4 段階×2 種類の「熟達化」8 文献の構造化ジグソー(WN15-22)
7. 学習・熟達化の理論を踏まえた授業案のポスタ発表(WN23-25)

学習方法および利用ツール:

学習方法は上記の通り、単純ジグソーから、エキスパートつきジグソー、構造化ジグソーへとジグソーの活動要素を短期間で段階的に体験できるものとした。RCN も中盤ごろから導入した。

転用元との比較対照

中京大学では、活動 2 を 1 年春期に行うことがあるのを除いて、活動 3～6 は 2 年春期授業で行う。学習・熟達化をテーマとした資料を集中的に転用することで、学習について理解しやすい構成とし、学生が実践場面に適用しやすい理論を掴む支援をした。

学習成果の評価

学習成果の評価は、ジグソー活動の質、授業前後での学習モデルおよび授業実践案(発表ポスター)の向上度、RCN 上の概念地図の質で行った。

【転用例 2: 東京大学教育学研究科「協調的知識統合論」】

学習目的: 認知科学の学習理論の理解および教育研究案の提案

授業期間: 4 日間

対象学生: 院生・学部生 20～30 名

カリキュラム概要: 日にち順にフェイズを示す。

(1 日目)

1. 「人はいかに学ぶか」「知識統合」「協調学習」のモデル作り(WN2)
2. 学習を支える「知的好奇心」に関する 3 文献のエキスパートつきジグソーとクロストーク(WN3-6)

3. 「協調学習」実践例に関する紹介文献2つのエキスパートつきジグソーとクロストーク (WN7,8)
4. 「協調学習」実践例に関する詳細な英語文献3つのエキスパートつきジグソー (2日目)
5. 熟達化のモデル作り
6. 「熟達のタイプと熟達者の知識」に関する6文献、社会的な場面における「熟達化」に関する4文献、熟達化の4段階×2種類の「熟達化」8文献の計18文献による動的ジグソー (3日目)
7. RCNを用いた「熟達化とは何か」のクロストーク
8. 「適応的熟達化を目指す協調学習」の実践例3文献のエキスパートつきジグソー (4日目)
9. 今後の研究案のクロストークおよびグループ分け
10. 学習科学研究者の講演ビデオも参考に研究案の精緻化

学習方法および利用ツール:

学習方法は最初からエキスパートつきジグソーを行い、それを数回繰り返した後、上記活動6で動的ジグソーをするまでに至っている。またクロストークを多用し、グループの組み替えも頻繁に行いながら、メンバー間の交流を増やし、各自の理解の交換を広く深く行わせた。ツールは電子ツールが利用可能な教室に移動した2日目(上記活動5)から、RCNを導入した。ジグソー活動から実践に役立つ学習のデザイン原則を引き出した上で(1～3日目)、GroupScribble (<http://groupscribbles.sri.com/>)という新たなツールも活用して、実際に教育研究を企画するプロジェクト学習を実施した(4日目)。

転用元との比較対照

1,2日目の主たる教材は例1同様の転用だが、中京大学では構造化ジグソーで行っているような文献を動的ジグソーで行うことにより、一挙に大量の文献を読解することとした。これが可能になった一因として、これらの文献が受講者の院生にとって一部既知なものであったことがあげられる。それによって、学部生対象で行うのと比較して、知識統合に重点を置く授業展開が可能になった。

また本実践の特徴として、1日目から実践研究の文献を紹介するなど、学習教育実践に重点を置いた。3,4日目はそれまでの文献学習に積み重ねる形で、実践への応用を睨んだプロジェクト学習を行った。中京大学3年次「協調学習システム論」などで同様の実践を行っているが、学習者がすでにある程度の研究経験を積んできている利点を活かし、いっそう本格的で協調的な研究創造活動とすることをねらった。

学習成果の評価

学習成果の評価は、ジグソー活動の質、授業前後での学習モデルおよび授業実践案の向上度、RCN上の概念地図の質で行った。

なお、06年度秋期東京外語大学大学院地域文化研究科「多言語社会に貢献する言語教育学研究者養成プログラム」における「言語教育のための学習科学ワークショップ」(07年2月実施)でも同様の実践を行った。ただし、そこではRCNなどの学習支援ツールはモックで活用したのみだったため、際立った特徴のみ転用成果に記す。

【転用例3: ICCE2006 チュートリアル】

目的: CSCLの理論的基礎および実践例の理解

期間: 半日

実施場所: 北京 成功大学

対象者: 研究者・院生 22名

チュートリアル概要:

放送大学授業「学習科学とテクノロジー」ソースである学習科学・認知科学研究者のインタビュー動画・音声・文字資料を用いて、コンピュータを用いた協調学習の理論的基礎および実践例のジグソーによる検討を行った。

学習方法および利用ツール

著名な学習科学・認知科学研究者7名計17クリップをCMS上に準備し、段階的なジグソー活動を行う予定だったが、動画が再生できず、音声とそれを書き起こした文字資料(プロトコル)を用いてジグソーを行った。

【転用例3:CSCL2007“Introduction to CSCL”】

目的:協調学習の理論的理解とその実践への応用

授業期間:3時間

実施場所:New York Rutgers 大学

対象者:研究者・院生 17名

ワークショップ概要:

Miyake (2008) (“Conceptual change through collaboration,” S. Vosniadou 編 Handbook of research on conceptual change 所収) から抜粋した6資料を次のように利用した。

1. 協調学習実践の3資料のジグソー
2. 協調的な問題解決研究3資料のエキスパート活動つきジグソー
3. 協調過程と実践デザインのクロストーク

学習方法および利用ツール:

RCNを文献のまとめおよび関連づけに準備したが、本格的には利用しなかった。

学習成果

各活動におけるジグソー時の説明およびクロストークでの発表内容を検討した。

ジグソー時の特徴としては、各自が学習研究を行っている専門家であるだけに、既有知識と結びつけた説明や資料の理論的な意義を行う傾向が見られた。また、資料の交換が終了する前から自発的に関連づけに言及する議論が多く見られた。

クロストークの発表内容からは、資料全体の理論的な理解および今後の実践例へのヒントが得られた可能性がうかがえた。本ワークショップで用いた資料は、協調過程の分析単位を個人にとることで協調場面に参加する者の間の考えの違いが各自の理解深化を促すことを明らかにしたもので、ワークショップの参加者にとっては比較的新しい視点を提供する研究であった。ジグソー後のクロストークでは、分析単位に言及したグループはなかったが、6グループ中4グループから、「協調場面が参加者の考えの収束を要請することで理解が深化する」という協調理論ばかりではないことや、参加者の考え方の違いを学習にどう結びつけるのかという今後の課題に言及した意見が見られた。

(2)得られた研究成果の状況及び今後期待される効果

これらの転用試験はいずれも転用元での実践に比べて期間が極端に短く、1つの活動を終えてから教える側も受講する側も、一つのテーマについて一連の活動を終えてから、その内容を振り返り内省して次のプランを立て直す時間がない。今回の転用試験では、一つには、このような時間的制約があっても、ある程度まとまった教材プールと理解レベルの多様性に対処できる協調活動セットが準備されていれば、一回の授業として十分機能することを確認できた。事例2(東大集中講義)と事例3(CSCL'07 チュートリアル)は、レベルも言語も異なる集団に対してほぼ同時期に実施され、同じ教材が、異なるタイプの協調活動に埋め込まれることによって、それぞれの受講者のレベルで活用可能であることが実証された。

大学での集中講義2件の協調活動を支援するためのツール群は、一集中講義では中京大学にサーバを置き遠隔から活用する形態で使用し、もう一つの集中講義では携帯型のサーバを持ち込んで運用した。いずれも運用上ほぼ問題なく実施することができた。効果として、学生の満足度、最終レポートの質とも高かった。今後、集中講義後の長期保持や学習したことの積極的な転用的活用についてより長期的なデータを取ってその効果を検証する必要がある。

上記事例として報告していない転用試験として、東京外語大学での日本語教育をテーマとしたワークショップがある。これは、留学生、日本人学生それぞれ7名程度からなり、4日間にわたって、日本語学習支援の基礎としての学習科学を体験的に理解することを目的として行われた。多

言語環境での協調活動であったため、参加した留学生からは、自身が理解した同じアイデアを母語と日本語とで一日のうちに何回も言い換える経験が新たな言語活用技術の訓練方法として有効だと考えられるなどの指摘があり、従来の実践では得られない知見が得られた。今後これらのエピソード的な成果を堅実な成果に結びつけるために、緻密に計画された実践研究が必要である。

海外の学会でのチュートリアルは2件とも中京大学に置かれたサーバにアクセスしてツール群の遠隔活用を試みた。北京では CMS 活動を予定していたが、ネットワークの不調により実施できなかった。代わりに紙媒体によるモックを利用して同種の活動を行ったところ、協調学習を研究するアジアの若い研究者の多くから、自分で協調的な学習を体験することがはじめてであるため学習効果が大きかったとの反応があった。もう一件のチュートリアルは New York にある Rutgers 大学で実施し、参加者は17名であった。ツールは利用可能だったが、利用時間が短かったため、十分な活用には至らなかった。いずれのチュートリアルにおいても参加者の満足度ならびにサンプリングした会話から想定される理解度は高かった。日本で開発したカリキュラムが他言語圏で十分転用可能なことが確かめられたと言える。これらの試験運用では長期にわたる学習効果を確認する必要があるが、ここについては今回十分なデータを得ていない。これらチュートリアル中の学習過程について一部音声データを記録しており今後分析を予定している。

今後、協調的な学習を多くの場面で展開するためには、質の高い教材を多数、多層的に準備する必要がある。ここで「多層的」ということばで表現しているのは、一つの研究を扱う教材が、その専門分野での知識の獲得度が異なる初心者から初学者、中堅学習者、熟達者のそれぞれの知的好奇心と理解度に合った異なったレベルで準備されていることを指す。これまでの教科書を中心とした教材は、一つのテーマについて一定の肌理と字数で記述されていることが多かったが、多様な既有知識を持つ多数の学習者が、それぞれのニーズに従って各自自らの理解を深めるためには、それぞれのテーマを各自が詳細に深めるための教材、グループでの話し合いに適した肌理の教材、グループを組み替えて多数の教材を統合する際に参考となる教材など、同じテーマについて多層な資料があることが望ましい。本研究ではそこまで大規模な教材を準備しての検証を行なっていない。今後、本研究の発展を考える際、教材の質と量をどうそろえるかについて一定の開発原理を得ることは、重要なテーマである。

[3.] 協調学習支援ツールの改良・開発と評価

SORST 研究で継続的に開発・改良したツールは、協調的学習支援ツール RCN、CMSonBBS を始め、RCN で作成された概念地図に一覧性をもたせ、分析を支援する RV(ReCoNote Viewer)、教室での観察分析支援ツール ROG(Reflective Observation Grab)、教材に含まれる構成概念間の関係を分析するノートグラフアがある。他に教材テキストへのコメントを共有可能にした IQR (Interactive Query Raiser)、教材テキストを構成するテーマ、根拠、筆者の主張、展開などを同定することを支援する質問回答ツールなど、授業の要請に合わせて主に学生によって開発されたツール群がある。ここでは、新たに web 上に展開された新 RCN に加えて新規開発性の強い RV、ROG、ノートグラフアについて仕様を解説し、得られた成果としてそれらを活用した研究成果を報告する。

(1) 実施の内容 協調学習支援ツールの改良・開発

CREST での研究を通して得られた成果をベースとして、人の協調的な認知活動についての理論をより一層深化させた。実践としては、認知科学を学習するためのティーチング・ポートフォリオを用いて学部学生に対する教育を行い、そこで得られたデータをリサーチポートフォリオとして蓄積、それらを分析した結果をティーチング・ポートフォリオに対して再びフィードバックするというを行っている。また本研究ではティーチング・ポートフォリオの実践を支援するため、協調学習支援ツールの開発・運用を行っている。以下、開発したツールならびにツールについて解説する。

協調学習支援のための概念地図作成・編集支援ツール RCN

主に使用しているのは、学生一人一人の考え方をノート配置によって外化し相互吟味や編集を可能にした RCN(Reflective Collaboration Note)(図2)や、ビデオ画像に対して web ブラウザ上で閲覧・コメント付けができる CMSonBBS(Commentable Movie Sheet on Bulletin Board System)(図3)である。RCN については、他機関での運用を容易とするべく、平成 18 年度より web ブラウザ上で動作するバージョンの開発を開始し、春期より講義での運用を開始した(図4)。RCN を web アプリケーション化することで、コンピュータの操作にそれほど習熟していない利用者にとっても普段使い慣れている web ブラウザがインターフェイスとなり、専用アプリケーションであった従来のバージョンと比較して導入が容易かつ使いやすいものとなった。平成 18 年度は、これらのツールをより学習効果の高い活動に結びつけるための学習活動のあり方や、これらのツールの使用そのものを支援する補助的なツールについても開発、運用して評価した(Miyake & Shirouzu, 2006; Miyake, 2006; 遠山・三宅, 2006)。平成 19 年度は、これらツールの本格的な web 上での展開へ向けて、RCN を使った協調的な授業形態について他機関での利用を視野に入れたより柔軟な使い方の検討、講義と CMS による振返りをより構造化して使いやすくした授業形態の検討などを行った。これらをより学習効果の高い活動に結びつけるための学習活動のあり方や、これらのツールの使用そのものを支援する補助的なツールについても開発、運用して評価した。成果は一部学会誌への投稿を準備している他、国内外の学会で発表した。

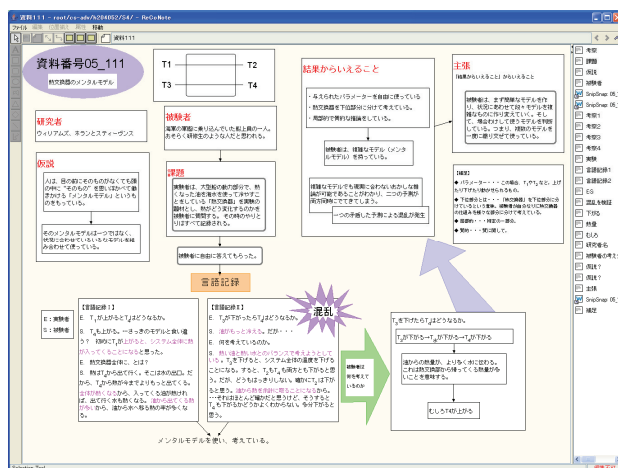


図 2:RCN

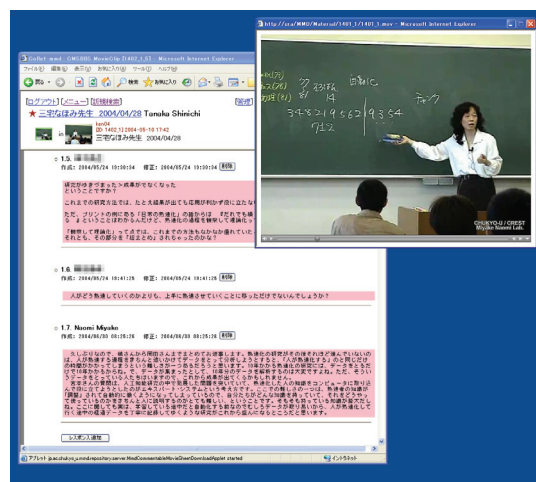


図 3:CMSonBBS

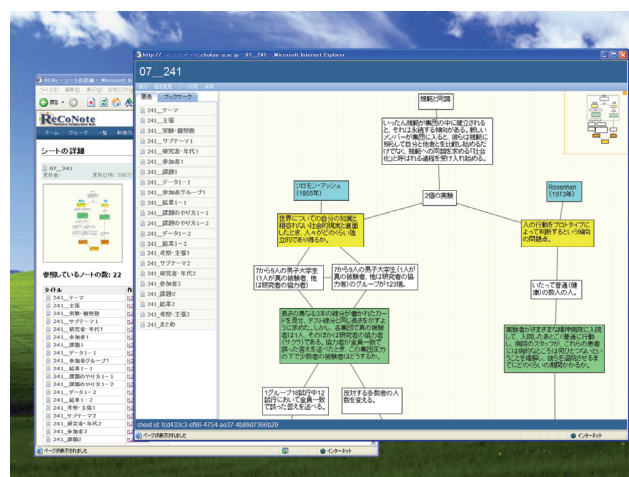


図 4:新 RCN

上記主要ツールに加えて、昨年度に引き続き、データ分析支援ツール RV、観察支援ツール ROG、ノートグラフの開発・運用を行った。

データ分析支援ツール RV

受講者が100人弱の講義で一学期 RCN を運用すると、講義当たりおよそ数千個のノートが作成される。これらのデータの効率的な分析を支援するために RV(RCN Viewer)を開発・運用している。RV は RCN のデータの全体的な構造を対話的・グラフィカルに表示することができ(図5, 図6)、RV を使用することで分析者は RCN データの全体像を迅速に把握することができる。RV は SQL ライクな問い合わせ文に基づく検索機能を備えており、表示される要素を絞り込むことができる。加えて時系列チャートによって、作成されたノート数の推移を追うこともできる(図7)。このツールを使った実践評価も試みており、セメスタを通じて継続的にノートを更新してゆく学習行動がより良い学習成果と結びつくことが確認されている。これまでの成果はまだ少例のデータに基づくものに過ぎないため招待講演などで試験的に発表するに留まっているが、今後本研究の成果を学会誌などに公開する際、大きな支援となることが期待できる。

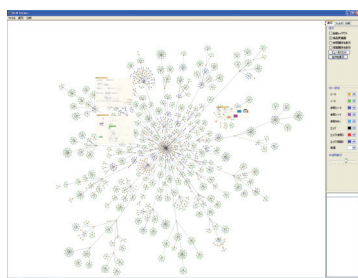


図 5:全体表示

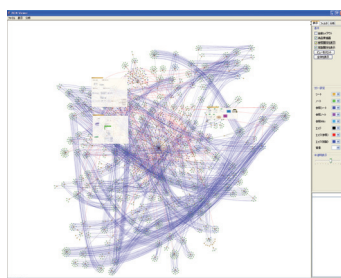


図 6:要素間の関連を表示

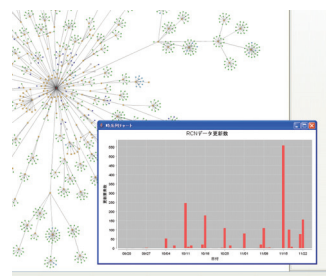


図 7:時系列チャート

観察支援ツール ROG

学生の学習活動の観察を支援するためのツール ROG(Reflective Observation Grab)を開発・運用している。ROG は観察者が講義中に携帯して使用するためにタブレットPC上で動作するようデザインされており、ROG により得られたデータはリポジトリで一元管理される。本研究ではこれまでも講義のビデオ・音声・ワークノート等がデータとして蓄積されてきているが、90分の講義の中で次々と起こっている学生の学習活動を描写・記録するための手段は、観察者(教員・TA)個人による手書きメモや IC レコーダによる音声記録に止まっていた。ROG を使用することで、観察者は学生が協調学習支援ツールを利用しているPCの画面をキャプチャし、ペン操作で手書きメモを書き込むことができる(図8)。ROG によって協調学習支援ツールの操作画面の記録と、解釈を含めた記録を併せて行うことが可能である。また、取得したデータを一元管理するリポジトリを設けることで、観察者間でデータを容易に共有することができる。リポジトリは Wiki 的なインターフェイスを備えており、web ブラウザを通じて操作することで、リポジトリ上でデータにコメントを付けたり、議論を発展させるといった協調的な活動が可能である(図9)。本年度は、ROG に収集されたデータの活用方法について、実際のデータを使って検討した。ROG のデータを授業関連情報とうまく連携させ、全体の一覧性を高めることによって、TA が一連の授業について振り返る中で研究のための分析視点を見出す可能性が示唆された。成果は学会で報告し、学会誌への投稿論文を準備中である。

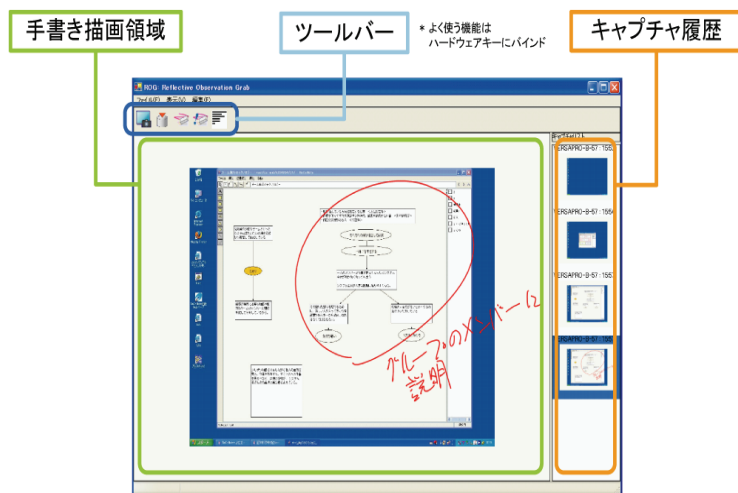


図 8:ROG 操作画面

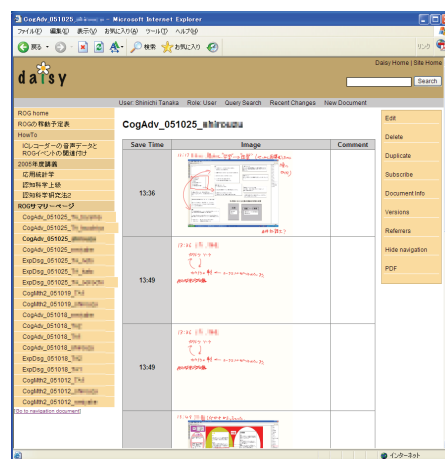


図 9:ROG リポジトリ

ノートグラフィ

大量のテキスト要素からなるグラフを軽快に操作することができるノートグラフィを開発した(図10)。ノートグラフィは、ノードとノード間の関係の扱いに注目した表示と操作に長けている。ノードの属性値に基づく検索や、動的に展開可能なツリー(プログレッシブツリー)表示が特徴である。プログラミングに関する講義を通して得られたデータを元にして、学生のプログラミングに関する知識のモデル化と、個々の学生の学習状態の記述に取り組んでいる。これに関連して、プログラミングを含む日常的な活動の履歴を利用する方法についても検討している(近藤他,2006; 近藤他,2006;

Kondo & Miyake, 2006; Kondo, et al., 2006)。

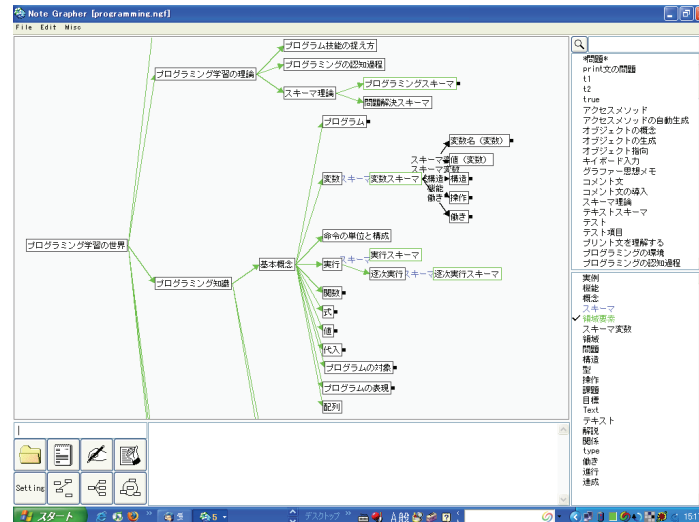


図 10: ノートグラファ

(2)得られた研究成果の状況

ここでは、上記のツールを使って実践した授業での学習記録の分析などから得られた成果のうち、特に最近発表したものを中心に、(2の1)で RCN、(2の2)で ROG、(2の3)でノートグラファについて報告する。

(2の1) 動的ジグソー時での RCN 活動と最終レポートとの関連

目的

協調的な学習活動によって知識統合を促すには、学習者一人ひとりの考えの外化を支援する必要がある。その上で、各学習者の多様に外化された考えを協調的に吟味し、構造化を導くことは、知識統合を引き起こす上で意義深いだろう。本研究では、協調学習場面を対象に、概念地図を用いて学習者の初期仮説の構造的な整理と外化を支援することで知識統合が促されることを検証した。

初学者でも自分の考えを外化しやすくし、複数の学生の間で外化した考えを協調的に吟味するための概念地図作成ツール RCN (Reflective Collaboration Note) を開発した。本研究の対象実践では、関連付けによる知識統合を支えるために、動的ジグソー活動(以下動的ジグソー)による協調学習を実施した。この実践では、学習者一人ひとりが初期仮説を持ち、それらを互いに説明しあう中で関連性を探していく。そして最後は、統合した理論を根拠に「私にとっての認知科学」を最終レポートにまとめる。初学者が、学習初期に持つアイデアを ReCoNote によって外化し共有することで、動的ジグソー活動で目指している知識統合が成立しやすくなると考えられる。RCN での活動を定期的に活発に行った学生は、関連付けたまとめを根拠に、自らの視点から意見を論じやすくなるだろう。したがって最終レポートでは、自らの考えの根拠として、多くの理論を関連付けて説明できると予測する。本研究では、協調学習での支援ツール ReCoNote による継続的な外化によって、関連付けや統合が促進されることを示す。

仮説

動的ジグソー実践では、認知科学に関する文献の内容を、学習者の初期仮説として擬似的に獲得させる。そして、その内容を異なる文献を担当する者と相互に説明し合い、関連性などを議論しながら、学習者一人ひとりが複数の文献を根拠にした自らの認知科学像を作ることを求める。この学習過程は ReCoNote(以下 RCN)によって支援されている。学習者はまず、初期仮説を「テー

マ」、「主張」、それを支える「(複数の)証拠」といった専門書に特有な構造に注目して分解し、外化する。活動が進むにつれて、文献同士の関連性も外化し複数の文献を統合するために、内容を拡張していく。RCN によって、文章以前の曖昧な考えを表現し、客観的な視点から自らの考えを吟味しやすくする効果が期待できる。

実験方法

2007 年度に行われた必修授業「情報知能学Ⅳ」での動的ジグソー形式の実践では、複数文献の関連付け・統合をさらに支援するため、各文献に対して「分野」を規定した。1 分野につき 3 つの資料を揃え、5 分野を設けたため、計 15 資料を取り扱った。また、新しく導入した足場掛け「分野」を生かすため、大きくわけて三段階のまとめ機会が設けられた。一段階目は、担当資料のまとめであり、学習者は資料 1 つを担当して詳しく読み込み、その中に専門書に特有な「テーマ」「主張」「証拠」といった構造を見つけ、それらを手がかりに RCN を作成する。二段階目では、2 人と資料の説明を交換し合い、分野内 3 資料をまとめる。そして三段階目に、5 分野それぞれでの 3 資料のまとめを交換し合って分野を超えた 15 資料全体をまとめる。これらの後、総まとめとして、授業の最終回を「15 資料まとめの議論」を行う時間に割り当て、15 資料全体をまとめた RCN を相互に説明した。そして、15 資料全体の統合を協調的に見直した上で、最終レポート「私にとっての認知科学」を書いた。

この過程で、RCN 活動は以下の 3 つの活動を促進する。(1)初期段階では、協調学習の初期仮説を構造化し外化する。(2)後期には複数の文献の関連性について吟味を深めるための外化を支援する。(3)協調学習場面で共有しやすくする。また授業デザインは、一段階目での担当資料を構造的に把握する活動が、二段階目の分野内 3 資料の関連付けに反映され、さらに三段階目の全資料の関連付けへと段階的に発展して、段階的な関連付けを支援するよう構成されていた。単独資料について作成された RCN の典型例を図 11-A に、最終的に作り上げられた 15 資料のまとめの典型例を図 11-B に示す。図 10-B を作成した学習者は、動的ジグソー活動で扱われた 15 資料から 57 個のキーワード(1 資料あたり平均 3.8 個)を選び出し、ノートに 1 つずつ記入した。またキーワードのうち関連しているもの同士をコネクションで結び、複雑な関係性を表現した。授業中は、このようなまとめを提示しながら説明や議論を行うことができた。

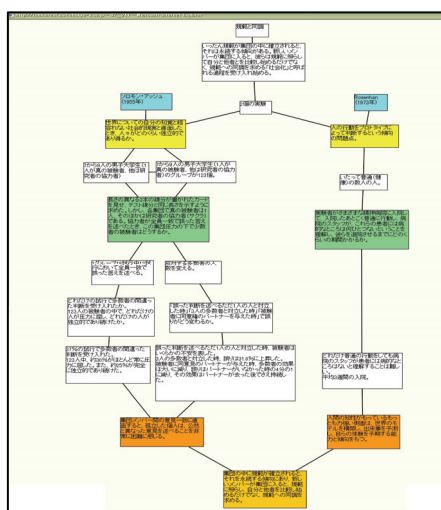


図 11-A

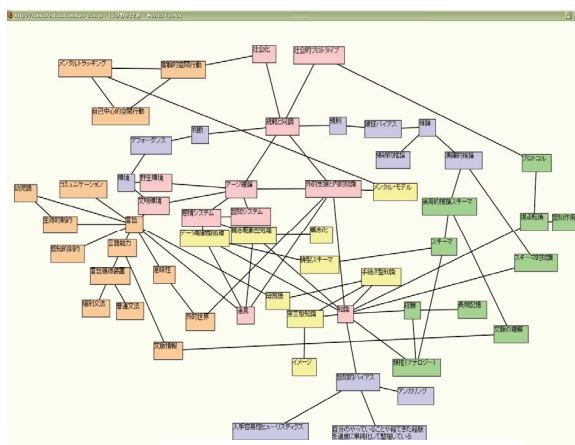


図 11-B

情報知能学科 2 年生を対象とした必修授業「情報知能学Ⅳ」での、動的ジグソー活動の全 12 回(10/9～1/8)を対象とした。なお、受講者のうち、授業最後に RCN 授業回の 2/3 以上出席して、RCN 活動に参加し、最終レポートを提出した 28 名を分析対象とした。

結果

RCN を利用して、初期仮説である担当資料の構造的なまとめが行われていたかを分析する。また、そのようなまとめ方ができていた学習者ほど、複数資料を関連付けやすかったと期待できるため、分野内の関連付けと、15 資料全体の関連付けの各段階に分けて分析し、関連付けや統合の成果が RCN と最終レポートでの好成績に繋がることを確かめる。

RCN を使った活動の様子で受講者を3つのカテゴリに分類した。まず三段階のまとめの機会をすべて活かし「全体」「分野」「資料」の三種類の RCN をすべて作った 7 名を、3種類タイプとする。担当資料又は担当分野のまとめと、全体のまとめの 2 種類だけを作成した 13 名を、2種類タイプとする。15 資料のまとめのみを作成したタイプを「全体のみ」タイプとした。

担当資料のまとめを作成していた3種類タイプと2種類タイプについて、RCN が担当資料内の「テーマ」「証拠」「証拠の解釈」「主張」といった専門書特有の重要要素を反映していたかどうかを調べたところ、3種類タイプで 57%、2種類タイプで 36%の学生が構造を把握した RCN を作成していた。3種類タイプの学生が資料の構造を把握したことを基盤に、分野間を統合的にまとめることができていたかどうかを調べたところ、3種類タイプでは 71%、2種類タイプでは 50%の学生が分野間をまとめた RCN を作成していた。

RCN による構造把握ならびに資料間、分野間の関連付けが最終レポートの成績を保証していたかどうかを調べるため、レポートに記述された 15 資料の関連付けを以下の 4 段階で点数化した。まず、15 資料全体を根拠として利用しながら、学習者独自の視点から認知科学のまとめが述べられている場合、4 点とした。次に、15 資料全体を関連付けてまとめているが、見解が一般的であり、学習者個人の視点からの意見がほとんど述べられていないものを 3 点とした。さらに、各分野をそれぞれ規範的にまとめたものや、15 資料のうち特定の数資料のみ言及されたものを 2 点とした。また、学習者の担当資料や、特に気に入った 1 資料のみを根拠にしたものを 1 点とした。人数は、4 点 4 名、3 点 7 名、2 点 17 名、1 点 7 名、全体 28 名の平均点は 2.3 点であった。RCN の 3 タイプごとに、最終レポートの平均点を求めたところ、3資料タイプの学習者は、最終レポートの平均点が 3.1 点と最も高く、ついで2種類タイプ(2.2 点)、「全体のみ」タイプ(1.9 点)であった。以上より、RCN を活用して担当資料を構造化するような関連付けの下準備を行うことができた者ほど、最終レポートでも複数の資料を関連付けて体系化し、自らの考えの根拠として意見を述べるようになるようになっていたと考えられる。

このような結果が出たことから、3種類タイプの学生が作成した RCN では、単に関連付けが量的に多く行われていただけでなく、その質も高かったことが考えられる。このことを調べるために、関連付けに十分な理由が記載されていたかどうかを調べたところ、関連付けの数の多いタイプほど、分野を超えて、理由を述べながら資料を関連付けることができていた(3種類タイプ理由数平均 3 に対して2種類タイプ理由数 2.5)。いっぽう、「全体のみ」タイプは、RCN で 15 資料をリストアップしているにも関わらず、上げられていた理由の数は 1.8 と極端に少なかった。

これらの結果から、担当資料のまとめを RCN の上に作成し、資料の構造を整理できていた学習者ほど、関連付けやすく資料が部品化されており、協調的な場面で、全 15 資料を発展的に関連付けていく議論も行いやすかったと考えられる。

(2の2) ROG の活用による観察分析支援

目的

本研究では、ROG を教室で半期の間継続的に利用した後、リポジトリに蓄積されたデータを用いて、ある程度の期間(約 5 ヶ月)経過した後に再吟味することで得られる有効性を検討した。具体的状況について書かれた観察記録が目の前にあると、容易にその状況を思い出すことができるため、より発展的な吟味が可能になり、新たな分析観点への気づきが増えると予測した。

実験方法

2006 年度中京大学情報理工学部 2 年次「情報知能学Ⅳ」と「情報知能学研究Ⅳ」(どちらも履修者約 60 名;12週間、12回)の授業において授業者1名ならびに TA2名が ROG を使用し、授業中に気付いた観点などを記録した。どちらも学生が学習支援ツールを利用しながら協動的に学ぶ授業である。授業は2授業分全部で30回開講されたので、この中で ROG を使用した回としなかった回での授業内容、学生の学習活動、分析観点などについてインタビューを行い、ROG で収集した観察データを振り返ることの効果を評価・検討した。具体的な評価観点は、(1)授業中の具体的な状況がどの程度詳細に想起できるか、(2)具体的状況の振り返りから分析観点が発生するか、である。

実験手続き

ROG データを利用せずに観察内容を振り返る ROG 無し条件と、リポジトリ上の ROG データを閲覧して振り返る ROG 閲覧条件を設け、それぞれ約1時間インタビューを行って、対象となる授業の全体的印象を振り返らせ、授業の狙い、教員の進め方、学生の反応、自主的な学習活動などその授業について思い出せることを口頭で述べてもらった。ROG 閲覧条件では、ROG を利用した 2~3 回分について、被験者がその回に ROG で収集したデータを閲覧しつつ振り返らせ、各条件での発話記録を起こして分析した。

分析の観点としては、発話記録にの中に疑問、仮説、授業改善案などを含むものを「コメント」とし、コメントを更に授業中の状況(学生の活動や発話など)について使用ツールの画面の状態や発話など具体性の高い内容を含むもの(「N 君と M 君はヒューリスティックスの話で詰まっていた」など)と、全体の印象を捉えた発話で具体性の低いもの(「順調に進めているグループもあれば、分からないから止まって考えてるグループもあった」など)に分け、それぞれを「分析観点」としてその生起頻度を数えた。同時に、インタビュー中に授業を振り返って「研究として取り上げるべき観点」や「更に詳しく分析すべきアイディア」などが発話された場合、それらの生起頻度を数えた。仮説として、ROG 閲覧条件でより具体性の高いコメントが多く出現し、授業状況に対する具体的な内省が促進されることによって、更に観察すべき観点や分析の方向性が言及されやすくなることを予測した。

結果

具体的コメントは、ROG 無しで 26、ROG 閲覧で 83 観察された。分析観点が含まれるコメントは ROG 無し条件では平均 1.75 コメント(4 回合計 7 個)、ROG 閲覧条件では 8 コメントあり、ROG 閲覧条件では分析観点が多く出ることが分った。また、ROG 閲覧条件において、具体的状況の振り返りから分析観点が抽出された事例が 3 件、既出の分析観点を ROG データの具体例から明確化された事例が 2 例あった。以上のことから、ROG 閲覧条件では、分析観点獲得に授業の具体的状況の振り返りが関わっている可能性がある。

両条件の具体的状況の振り返りに質的な差があるか検討したところ、具体的コメントに分析観点が伴うコメントは ROG 無し条件(4 回合計)で約 4% (1/26)、ROG 閲覧条件で約 6%(5/83)であり、僅かではあるが ROG 閲覧条件が多かった。ROG 閲覧条件では具体的な状況の単なる確認だけでなく、分析観点到発展するような具体的状況の振り返りが出来る可能性がある。

考察

ROG での観察データ収集と再吟味は、授業中の具体的状況の振り返りを促進することで、授業の分析観点的創出もサポート出来ることが明らかになった。1つの可能性として、ROG 無しで振り返

った場合、具体的状況の思い出しに心的リソースの多くを費やし、精々思い出ただけで終わってしまうが、ROG を利用した振り返りでは、観察記録がリポジトリ上にすでに見えているので、それを確認するだけで容易に具体的状況の振り返りが可能になり、その状況を深く吟味するなどのメタ認知活動に繋がられる可能性がある。分析観点が創出されれば、ROG の利用は学習活動の実態を分析するサポートになるだろう。

(2の3) ノートグラファの使用目的とその効果

グラファの活用試験として、プログラミング技能の背景にある知識構造について探求を進めた。これまでも学習過程における知識構造の変化、発展を扱ったモデルはあるが、学習の機械的な習熟の側面を理論化したものに留まっていた。これに対し、本研究では、学習が学習者の能動的な探求過程を基礎に成立するという基本的な立場から、さまざまな学習段階における理解の成立の機序を問題にし、理解が深化していく過程を捉えるための理論構築を知識構造表現ツール(ノートグラファ)の開発とともに進めた。

プログラミング学習には、言語音声的な表象から視覚記号的表象まで多様な表象が関与する。それらの表象の理解への関与や具体的な課題解決への関与の仕方は一様ではない。特定の具体的な課題とその解の表象はそれに近い課題の解決を可能にしても、理解を保障するものではない。しかし、一方で、具体的な事例の表象はより深い理解を可能にする抽象的な表象を形成する上で不可欠であることも多い。深い理解には適切な表象の形成が必要だが、その表象の単なる存在が現実の課題状況での理解にすぐに結びつくとは限らない。表象の形成が理解につながるためには、適切な場面で適切な表象が活性化されるダイナミックな知識構造が学習者の中に構成されることが必要になる。このような複雑な知識構造の形成には、学習者の能動的な探索過程を基にして、部分的な理解を積み上げることによる漸進的な学習過程が必要になる。

現実の学習を上記のような多様な表象からなる知識構造の形成の過程として捉えることで、学習者の理解の失敗の実態をより明確に捉えることが可能になった。例えば、練習課題を行うことが期待される学習効果を生まない場合があるが、これは、学習者の練習の仕方が適切な場面で適切な表象を活性化するのではなく、事例の中に埋め込まれた固定的な表象の形成に留まり、一般性のある表象の形成とその適用の学習が却って阻害されることで、その学習の不成立の実態を説明することができる。

開発した知識構造表現ツールはプログラミングの学習に関わる多様な表象を表現し分析し、学習過程の実態を詳細に捉える道具としては有効に働いた。このような知識構造を構成する表象の詳細な分析と表現は、さらに、知識獲得の実態のより詳細でダイナミックな過程を捉えるためのシミュレーションモデルを発展させるための今後の研究の基礎を与えることが期待できる。また、多様な情報を選択的に表示できる機能は、ここで主に問題にしている学習者の知識構造だけでなく、実際の学習環境としての解説や課題、学習者の学習履歴なども扱える可能性を持っており、今後、知識構造を基礎にした教材開発などにも役立つ総合的な教育研究のための実験環境への発展の基礎を与えている。

(3) 今後期待される効果

RCN は web 化されたことにより、利用範囲が格段に広がっている。今後、より長期にわたって使い続けることによって使用方法がより RCN の長所を生かした使い方ができるようになり、長期にわたる学習支援ツールとしての成長が期待できる。RV を学生自身が振り返りの道具として利用して、自らの学習をコントロールする支援となる可能性もある。

ROG は、PC 上で使用されているツールの使用状況をキャプチャできるなど、PC が豊富な環境での利用を想定して開発されたが、機能である手書きメモでも、その場での気付きへの振り返りが容易になるならば、より臨場性の高いデータとの連帯を持たせることに意味があるだろう。例えば、ROG が本来持っているキャプチャによって現場で起きていることを視覚的にも思い出しやすく記録する機能や、学生の会話音声の該当部分を抜き出して聞くことができる機能を用いて、現場の活動データとその場で起きる解釈やアイデアを連携させておくことによって、紙のメモより分析観点の発想支援が可能になると考えられる。手書きでメモが残せるため、記録に際して打鍵音がせず、小学校など普通の教室での観察記録支援ツールとして活用され始めている。将来タブレット PC にカメラを装着するなどすることによって、用途の広い汎用ツールとなることが期待できる。

ノートグラフィは、知識表出支援ツールの一種であり、大量の表出データの構造を統一的に扱えるところに強みがある。教科内容について教員の持つ内的知識を十分に表現できれば、それに対して学生がそのどの部分を習得したか、学生が部分的に習得した知識の断片をどう関連付けるか、などをグラフ上で見て取ることができ、教員、学生双方にメリットの大きい内省支援ツールとなることが想定される。現状では、教員の持つ内的知識の外化過程そのものにまだ困難が多く、認知科学的な知識表象研究を新たに推し進める必要がある。

4.3 数学拡張グループ

(1)実施の内容

過去に出版された三省堂高等学校向け数学指導資料の電子化を進め、教科書と指導資料との関連付けを行った(図12, 13)。SORST では、コメント付けられた章・節を目次上でも確認できる機能の追加、本文と目次の同期、インストールの簡便化といった改良を行った。

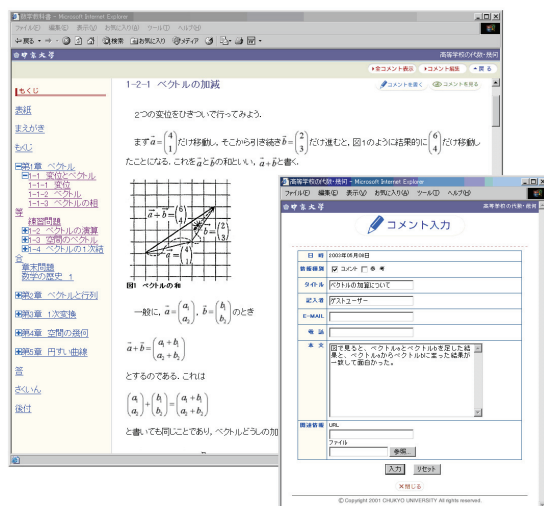


図12:電子化された数学教科書

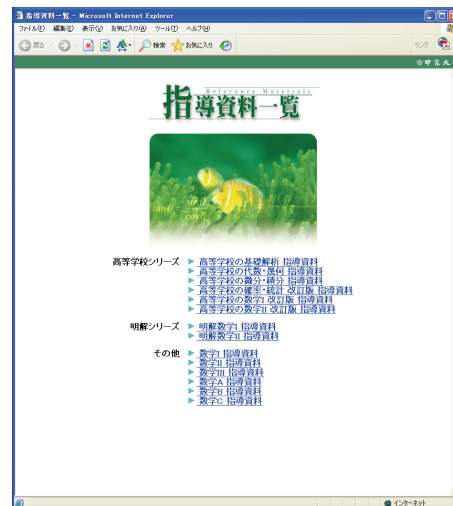


図13:電子化された指導資料

(2)得られた研究成果の状況及び今後期待される効果

今回の教科書電子化では、2回の学習指導要綱の改訂を挟んで出版された複数の教科書を一堂に集めているため、同じテーマについて指導要領の変更前後で解説の量と質が異なっている。これらを相対的に比較して活用できると、ある教科書では簡潔に書かれていることが、別の角度から書かれた教科書では異なる広がりを持っていることや、別の学年で扱われている概念の間に存在する関係があることなどを俯瞰してみることができる。電子化された内容をチェックする作業に平行して、これら異なる年次に発行された教科書間で取り扱われている項目の関連性を一覧して見せるためのインターフェイスを検討した。将来ここで出た案が実装されることによって、単体としての教科書を越える教科書群としての活用方法が生まれてくる可能性がある。

本教科書については、公開を原則として、著者と元出版社、編集担当者との話し合いを続けている。研究代表者のホームページにあるSORST研究の紹介などからこの電子版教科書の存在を知り、公開を求めてくる問い合わせもある。複数の教科書から関連箇所を抜き出して印刷するだけで利用可能な媒体であるため、完全公開に対しては慎重な態度を取るべきだが、研究成果としての性格上教育研究に焦点を絞って早めに公開したい。

5. 類似研究の国内外の研究動向・状況と本研究課題の位置づけ

最近、「学習科学」研究は、世界的に盛んになりつつある。認知科学を基盤に人の学習過程を明らかにし、学習理論の構築と理論に基づく実践的な検討を繰り返して、質の高い学習を導き出そうとする研究が行われている。本研究が重視している学生自身による知識統合や「学び方を学ぶ」ための有力な工夫の一つとして、「協調学習 (collaborative learning)」と呼ばれる方法が広く実践的に研究されている。

それらの動向と比較して本研究は、以下の二つの点で特に独自性が高い。

- (1) 大学での学びを2年間という長期スパンで扱い、個人レベルでの学習過程を時系列で追えるデータを収集してきたこと
- (2) 新しい教育方法としての協調学習を成り立たせるために、大学での授業を対象に徹底した実践的研究方法を採用し、多数の教材と多種類の協調学習形態を開発してその単独ならびに組み合わせによる効果を明らかにしてきたこと

その副次的な効果として、

- (3) 協調的な学習過程の長期的な記録を取り、個人が自分のアイディアとその変遷を振り返ることによって学ぶための強力なツール群を開発して協調的学習過程を支援できることを示したこと
- (4) 長期的データが、研究者によるこれまでにない詳細なレベルでの学習過程分析を可能にし、学習を引き起こすメカニズムについての理解を促進する可能性があること

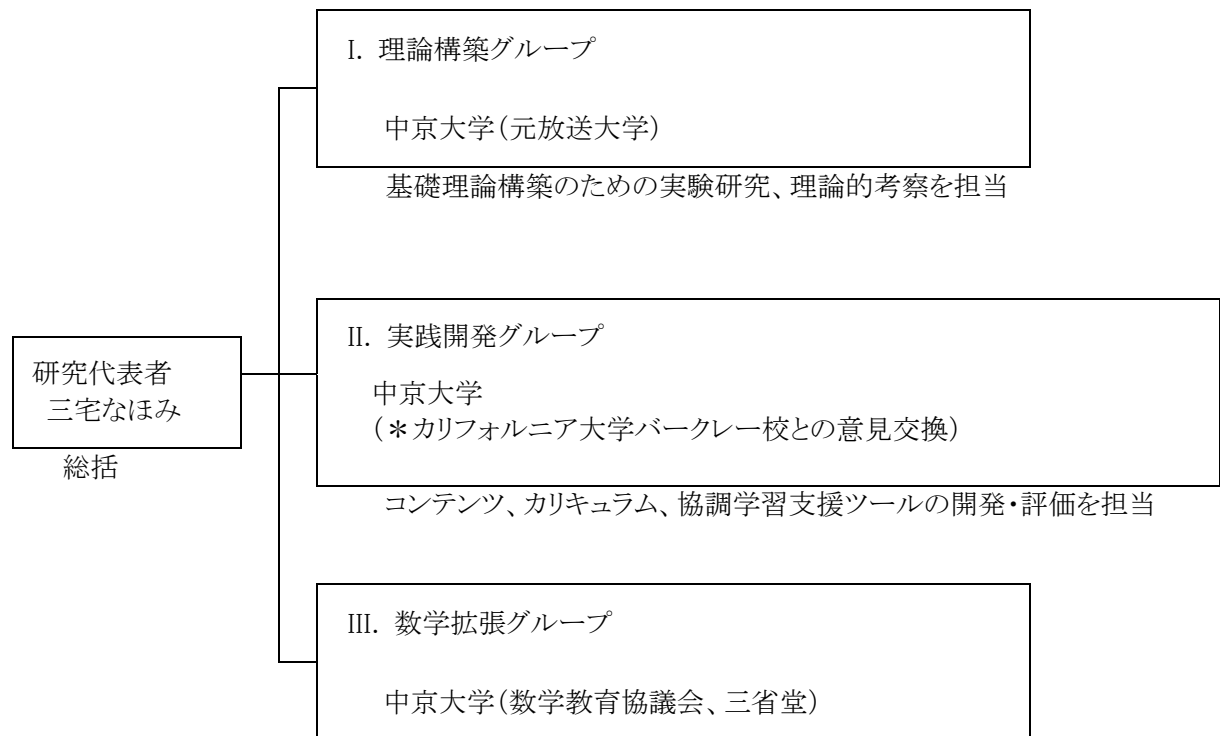
の2点も特徴的である。今後これらの成果を生かして世界に通用するレベルの学習科学研究を継続してゆきたい。

世界規模での学習科学を考えると、最近、学習を今までよりもずっと長いスパンで研究しようとする傾向が増している。人が、あることがらについて、ある程度自信をもって「身につけた」と言えるためには、相当長い時間がかかる。北米の学習科学センター拠点のひとつ、The Learning in Informal and Formal Environments (LIFE) Centerが自分たちの研究の特徴を示すために使っている試算では、人が一生の中で主に学校など「形式的な教育環境」と呼べる場所で狭義の「学習」をしている時間は小学校入学直前あたりから高等学校卒業まででも20%足らずであり、その後大学で7、8%、大学院で5%程度だという。この試算が妥当なら、人が一生の間にどのような学習を経験するか、あるいはどのような学習を経験できる可能性があるかを考えるためには、これまで以上に、家庭や職場、地域社会など非形式的な環境での日常的な経験にも研究対象を広げなければならないということになるだろう。本研究は、これらの研究者とも交流を持っており、長期にわたる文化に根ざした教育の促進について国際的な規模で研究を進める基盤の一つになると考えている。

さらに最近国内でも、公立学校の授業の中に児童生徒が協調的に話し合いながら自分の考えを確かめ、理解を深めてゆく過程を重視する実践が多数見られるようになってきている。これらの実践は、協働学習、アクション・リサーチ研究などさまざまな名でまとめられているが、そのいずれもが学習を複数人が関与する社会的な過程と捕らえていること、その社会的なプロセスの詳細を解明することによって学習者一人一人の学習を支援できることなど、学習についての基本的な視点の多くを共有している。今後、これらの研究に共通する学習の成立原理を統合して、日本という風土に合った協調的学習環境デザインのための学習理論を構築する必要がある。

6. 研究実施体制

(1)体制



(2)メンバー表

①理論構築グループ

氏 名	所 属	役 職	研究項目	参加時期
三宅 なほみ	中京大学	教授	外化と相互作用	平成17年4月～ 平成20年3月
三宅 芳雄	中京大学	教授	知識表象の外化	平成17年4月～ 平成20年3月
諏訪 正樹	中京大学	教授	外化による創造性支援	平成17年4月～ 平成20年3月
白水 始	中京大学	准教授	外化と相互作用	平成17年4月～ 平成20年3月
波多野 誼余夫	放送大学	教授	適応的エキスパート理論	平成17年4月～ 平成18年1月
稲垣 佳世子	千葉大学	教授	適応的エキスパート理論	平成17年4月～ 平成20年3月
大浦 容子	新潟大学	教授	適応的エキスパート理論	平成17年4月～ 平成20年3月

②実践開発グループ

氏 名	所 属	役 職	研究項目	参加時期
三宅 なほみ	中京大学	教授	実践統括・システム企画	平成17年4月～ 平成20年3月
三宅 芳雄	中京大学	教授	プログラミング教育実践	平成17年4月～ 平成20年3月
小笠原 秀美	中京大学	准教授	カリキュラム開発	平成17年4月～ 平成20年3月
土屋 孝文	中京大学	准教授	カリキュラム開発	平成17年4月～ 平成20年3月
白水 始	中京大学	准教授	カリキュラム開発	平成17年4月～ 平成20年3月
田中 真一	派遣先	JST 研 究 員	システム開発	平成17年4月～ 平成18年10月
落合 弘之	派遣先	JST 研 究 員	コンテンツ開発	平成17年4月～ 平成20年3月
五十嵐 亜季	中京大学	大学院生	カリキュラム整備・実践 補佐	平成17年4月～ 平成20年3月
遠山 紗矢香	中京大学	大学院生	カリキュラム整備・実践 補佐	平成17年4月～ 平成20年3月

③数学拡張グループ

氏 名	所 属	役 職	研究項目	参加時期
三宅 なほみ	中京大学	教授	実践統括・システム企画	平成17年4月～ 平成20年3月
三宅 芳雄	中京大学	教授	プログラミング教育実践	平成17年4月～ 平成20年3月
田中 真一	派遣先	JST 研 究 員	システム開発	平成17年4月～ 平成18年10月
大久保 紀晴			カリキュラム整備・実践 補佐	平成17年4月～ 平成19年3月
何森 仁	神奈川大学	教授	カリキュラム整備・実践 補佐	平成17年4月～ 平成20年3月

7. 研究期間中の主な活動

(1) ワークショップ・シンポジウム等

チーム内ミーティング					
年月日	名称	場所	参加人数	概要	
2005/04/07	チーム内打ち合わせ	中京大学	5 人	ソフトウェア開発に関して (PAL)	
2005/04/08	チーム内打ち合わせ	中京大学	4 人	ソフトウェア開発に関して (SRA)	
2005/05/20	チーム内打ち合わせ	中京大学	4 人	ソフトウェア開発に関して (SRA)	
2005/06/17	チーム内打ち合わせ	中京大学	4 人	ソフトウェア開発に関して (SRA)	
2005/06/17	チーム内打ち合わせ	中京大学	4 人	ソフトウェア開発に関して (PAL)	
2005/07/19	チーム内打ち合わせ	PFU(川崎)	4 人	ソフトウェア開発に関して (PAL)	
2005/08/24	チーム内打ち合わせ	中京大学	4 人	ソフトウェア開発に関して (PAL)	
2005/08/25	チーム内打ち合わせ	中京大学	4 人	ソフトウェア開発に関して (SRA)	
2005/09/08	チーム内打ち合わせ	中京大学	5 人	ソフトウェア開発に関して (SRA)	
2005/11/24	チーム内打ち合わせ	中京大学	4 人	ソフトウェア開発に関して (PAL)	
2006/01/12	チーム内打ち合わせ	中京大学	4 人	ソフトウェア開発に関して (SRA)	
2006/02/24	チーム内打ち合わせ	中京大学	5 人	ソフトウェア開発に関して (SRA)	
2006/03/24	チーム内打ち合わせ	中京大学	4 人	ソフトウェア開発に関して (SRA)	
2006/05/23	チーム内打ち合わせ	中京大学	5 人	ソフトウェア開発に関して (PAL)	
2006/09/21	チーム内打ち合わせ	中京大学	3 人	ソフトウェア開発に関して (PAL)	
2006/10/18	チーム内打ち合わせ	中京大学	2 人	ソフトウェア開発に関して (PAL)	

(2) 招聘した研究者等

氏 名(所属、役職)	招聘の目的	滞在先	滞在期間

8. 発展研究による主な研究成果

(1)論文発表(英文論文 3 件 邦文論文 3 件)

○三宅なほみ, 2008, 「協調的な学習とAI」, 『人工知能学会誌』, 23(2), 174-183.

○Inagaki, K., & Miyake, N. (2007). Perspectives on the research history of Giyoo Hatano. *Human Development*, 50(1), 7-15.

古川康一, 諏訪正樹, 加藤貴昭, 2007, 「身体スキルの創造支援について」, 『人工知能学会論文誌』, 22(5), 563-573.

○Miyake, N., & Shirouzu, H. (2006). A collaborative approach to teaching cognitive science to undergraduates: The learning sciences as a means to study and enhance college student learning. *Psychologia*, 49(2), 101-113.

○Miyake, N. (2006). Centralized system in Japan may suffer from additional factors like the language divide: Comments on Halverson & Collins. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 1(2), 171-175.

○三宅なほみ, 2006, 「学習科学:協調的な実践科学と理論構築との互惠関係をめざして」, 『人工知能学会誌』, 21(1), 77-84.

(2)口頭発表

①学会

国内 43 件, 海外 29 件

【招待講演】

三宅なほみ, 2008, 「学びをどうとらえるか ー量的・質的研究の統合とその先にあるものー」, 第2回関西大学外国語教育学会年次大会 基調講演.

三宅なほみ, 2007, 「学習科学の現在:様々なレンジの学習の姿から」, ISCAR 第1回国際アジア大会.

三宅なほみ, 2007, 「『賢さ』とは何かー『学びあう共同体』による知の開発ー」, 外国語教育メディア学会(LET) 第47回(2007年度)全国研究大会 基調講演.

Miyake, N. (2007, May). Development in cognitive science in Asia. Special Session conducted at the meeting of the 2nd European Cognitive Science Conference, Delphi, Greece.

Miyake, N. (2007, May). Can design research contribute to bridge the gap between theory and educational practice? In E. D. Corte and S. Vosniadou (Chairs), Invited Symposium. Symposium conducted at the meeting of the 2nd European Cognitive Science Conference, Delphi, Greece.

Miyake, N. (2006, December). Collaboration as a scaffold for schematic knowledge integration. Paper presented at the meeting of the 14th International Conference on Computers in Education, Beijing, China. Invited Address.

三宅なほみ, 2006, 「大学での協調的学びの構築ー認知科学の立場からの実践ー」, 社会

法人日本語教育学会 アカデミックジャパニーズグループ(AJG)総会・第9回研究会 基調講演.

三宅なほみ, 2006, 「学生が『自らのことばで語る』ことと理解」, 2006 年度 大学英語教育学会(JACET)中部支部大会 シンポジウム「大学英語教師が果たすべきことは何か」 基調講演.

三宅なほみ, 2006, 「学び方を学ぶ工夫としての協調学習活動 — その理論的背景と具体的な実践例」, 2006 年度 日本語教育学会春季大会 パネルセッション 第一会場, 多言語環境下にある子どもの「学習能力」 招待講演.

三宅なほみ, 2005, 「大学における協調学習の試み」, 大学英語教育学会(JACET)中部支部 談話会 招待講演.

Miyake, N. (2005, December). How can Asian educational psychologists contribute to the advancement of learning sciences? Paper presented at the meeting of the Korean Society of Educational Psychology 2005 International Conference, Seoul, Korea. Invited Address.

【学会発表】

Nozawa, A., Miyahara, S., Miyake, N. & Ozeki, T. (2007). A writing support through peer reviewing. In T. Hirashima et al. (Eds.), Supporting Learning Flow Through Integrative Technologies (Proceedings of ICCE 2007) (pp. 641-644). Amsterdam: IOS Press.

Osada, N. & Miyake, N. (2007). Making project fields accessible. In T. Hirashima et al. (Eds.), Supporting Learning Flow Through Integrative Technologies (Proceedings of ICCE 2007) (pp. 347-354). Amsterdam: IOS Press.

Shirouzu, H. & Miyake, N. (2007). Scaffolds for lecture comprehension: video-jigsaw and stop-and-think using a video system. In T. Hirashima et al. (Eds.), Supporting Learning Flow Through Integrative Technologies (Proceedings of ICCE 2007) (pp. 175-182). Amsterdam: IOS Press.

Oshima, J., Oshima, R. & Miyake, N. (2007). Teacher professional development in Japanese knowledge building communities. In B. Chang et al. (Eds.), The Supplementary Proceedings of ICCE 2007, Hiroshima, Japan, 270-272.

Shirouzu, H. & Miyake, N. (2007). Scaffolds for learning from video materials. In B. Chang et al. (Eds.), The Supplementary Proceedings of ICCE 2007, Hiroshima, Japan, 340-342.

三宅なほみ, 白水始, 2007, 「マルチメディア情報の共有による協調的知的創造活動支援に関する基盤研究」, FIT2007 第6回情報科学技術フォーラム シンポジウム 近未来技術と情報科学.

白水始, 遠藤守, 高橋和弘, 2007, 「講義ビデオの振り返りによる学習を促進する方法:ゼミ選択活動との連動から」, 『FIT2007 第6回情報科学技術フォーラム, 第4分冊』, 347-349.

土屋衛治郎, 尾関智恵, 三宅なほみ, 田中真一, 2007, 「タブレット PC を利用した行動記録・分析支援ツール:ROG: Reflective Observation Grab による教室での学習活動の評価」, 『FIT2007 第6回情報科学技術フォーラム, 第4分冊』, 353-355.

白水始, 2007, 「協調学習における発話データの分析法」, 『日本教育心理学会第49回総会

発表論文集』, s23.

白水始, 2007, 「一人一人を追うことで見えてくる Divergent な理解のプロセス:45 分の授業の分析から」, ISCAR 第 1 回国際アジア大会 シンポジウム, 学習科学の現在:様々なレンジの学習の姿から.

三宅なほみ, 2007, 「転移を再定義する:新しい研究の方向付けへの提案」, 「転移」再考:認知の基礎過程を考え直す, ワークショップ, 『日本認知科学会第 24 回大会発表論文集』, 242-243.

白水始, 2007, 「学年を超える転移をどう引き起こすか:『スキーマ』の学習を例に」, 「転移」再考:認知の基礎過程を考え直す, ワークショップ, 『日本認知科学会第 24 回大会発表論文集』, 242-243.

長田尚子, 鈴木宏昭, 三宅なほみ, 2007, 「大学授業でのグループ活動における協調的な談話が持つ特徴ージグソー活動から生じたグループ間の差を手がかりとしてー」, 『日本認知科学会第 24 回大会発表論文集』, 174-175.

志賀要, 三宅なほみ, 2007, 「少人数の話し合いによる発問の質の向上」, 『日本認知科学会第 24 回大会発表論文集』, 304-309.

白水始, 三宅なほみ, 高橋信之介, 2007, 「ビデオシステムによる講義内容の協調的な振り返り活動を支援する」, 『日本認知科学会第 24 回大会発表論文集』, 498-501.

高橋信之介, 三宅なほみ, 白水始, 2007, 「講義内容の長期保持支援」, 『日本認知科学会第 24 回大会発表論文集』, 502-505.

遠山紗矢香, 三宅なほみ, 2007, 「授業中の協調的吟味による説明活動の深化」, 『日本認知科学会第 24 回大会発表論文集』, 382-387.

Miyake, N., Shiga, K., & Shirouzu, H. (2007). Developing question asking skills through collaboration. Proceedings of the 29th meeting of the Cognitive Science Society (CogSci2007), USA, 14.

土屋孝文, 工藤慎也, 「体験的な活動に適切な内省を促す対話文の設計と運用ーピクトグラム設計問題を例に」, 『2007 PC カンファレンス論文集』, 37-38.

土屋孝文, 高浪亘, 西田亮, 森川勝平, 村井翔太, 「自作テスト問題を共有する学習環境の試作と運用」, 『2007 PC カンファレンス論文集』, 39-40.

Miyake, N. (2007). Redefining learning goals of very long-term learning across many different fields of activity. Proceedings of the Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) Conference 2007, Part1 [CD-ROM], USA, 26.

Miyake, N. (2007). Introduction to computer supported collaborative learning. Proceedings of the Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) Conference 2007, Part2 [CD-ROM], USA, 825.

Miyake, N. (2007, June). Interactive digital records for learning for the future. Paper

presented at the meeting of the 2nd Distributed Learning and Collaboration (DLAC-II), Singapore.

H. Shirouzu, (2007, May). Comments on Catherine & Jean/Kiyomi, Conference on Lesson Study, Tokyo.

Oshima, R., Miyake, N., & Oshima, J. (2007). Expertise development in design-based research communities: Sustainable progress and community expansion. Proceedings of the annual meeting of the 2007 American Education Research Association (AERA), USA, 395.

近藤秀樹, 三宅芳雄, 2007, 「PC 上での活動履歴をウェブ上に集約するシステムの試作と活用手法の構想」, インタラクシオン 2007 シンポジウム.

近藤秀樹, 小出洋, 三宅芳雄, 2007, 「活動履歴を活用するシステムの基本設計と漸次的開発」, 情報処理学会・第 63 回プログラミング研究会.

白水始, 2007, 「学習科学とは何か」, ISCAR-J, DEE 共同企画「質的方法と学習科学の現在」.

近藤秀樹, 小出洋, 三宅芳雄, 2006, 「PC 上での活動履歴を活用するための 3 次元 GUI によるタグ付けと閲覧手法」, 『第 14 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ』, 127-128.

近藤秀樹, 小出洋, 三宅芳雄, 2006, 「履歴の高度利用のための 3 次元 GUI ベースの情報環境の開発」, 『情報処理学会 夏のプログラミングシンポジウム 夢をかけるプログラミング～世代をこえて/夢の再発見～ 報告集』, 39-44.

大島律子, 三宅なほみ, 石山拓, 大島純, 2006, 「スパイラル的实践活動による学習科学的知識の理解深化」, 『日本認知科学会第 23 回大会発表論文集』, 42-43.

長田尚子, 鈴木宏昭, 三宅なほみ, 2006, 「ジグソー法を用いたグループ活動による論証スタイルの理解支援 —大学の「レポートの書き方」の授業における発話分析—」, 『日本認知科学会第 23 回大会発表論文集』, 62-63.

尾関智恵, 田中真一, 三宅なほみ, 2006, 「ROG:協調学習場面における観察者の解釈を電子的に記録・共有する支援ツール」, 『日本認知科学会第 23 回大会発表論文集』, 172-177.

喜田村次郎, 三宅なほみ, 何森仁, 2006, 「カリキュラム構成の違いが学生の理解度に及ぼす影響 ～集中連続型授業と各週分散型授業の比較検討～」, 『日本認知科学会第 23 回大会発表論文集』, 276-279.

志賀要, 三宅なほみ, 2006, 「発問前に少人数で話し合うことによる質問の質の向上」, 『日本認知科学会第 23 回大会発表論文集』, 442-443.

遠山紗矢香, 三宅なほみ, 2006, 「構造的な内容把握が発展的な理解を生むプロセスの検証」, 『日本認知科学会第 23 回大会発表論文集』, 188-189.

能登剛史, 三宅なほみ, 何森仁, 2006, 「教室での理解進度を推定する手法の検討」, 『日本認知科学会第 23 回大会発表論文集』, 454-459.

湯浅且敏, 三宅なほみ, 2006, 「協調活動におけるダイアグラム作成の有効性 —一人で作

成したダイアグラムを統合する効果ー」,『日本認知科学会第23回大会発表論文集』, 444-445.

近藤秀樹, 三宅芳雄, 2006, 「計算機上での日常的な活動の履歴を活用するシステムの評価」,『日本認知科学会第23回大会発表論文集』, 326-327.

土屋孝文, 蒔田達也, 2006, 「作業を指示する文の理解を支援するヒントの提示 - UNIX コマンドの生成を例に」,『認知科学会第23回大会発表論文集』, 366-367.

Miyake, N., Shirouzu, H., & Hirakawa, M. (2006). Remembering lectures by connecting to personal experiences. Proceedings of the 28th Annual Conference of the Cognitive Science Society, Vancouver, Canada, 2560.

Shirouzu, H., Miyake, N., Kitamura, J., & Izumori, H. (2006). The effect of time interval on student learning of statistical concepts. Proceedings of the 28th Annual Conference of the Cognitive Science Society, Vancouver, Canada, 2606.

Miyake, N., Miyake, Y., & Shirouzu, H. (2006). Remembering Giyoo Hatano: Going beyond one Japanese cognitive scientist's work. Proceedings of the 5th International Conference of the Cognitive Science, Vancouver, Canada, 73-78.

Ozeki, T., Tanaka, S., & Miyake, N. (2006). ROG: A reflective logging tool for sharing interpretations of a study scene. Proceedings of the 5th International Conference of the Cognitive Science, Vancouver, Canada, 175.

Kondo, H., & Miyake, Y. (2006). Development and evaluation of an exhaustive recording-retrieving system of daily PC-related activities. Proceedings of the 5th International Conference of the Cognitive Science, Vancouver, Canada, 145-146.

三宅なほみ, 2005, 「学習プロセスそのものの学習:メタ認知研究から学習科学へ」, 日本認知科学会 2005 年冬のシンポジウム.

Miyake, N. (2005, November). Multifaceted outcome of collaborative learning: Call for divergent evaluation. Paper presented at the meeting of the 13th International Conference on Computers in Education (ICCE2005), Singapore.

Miyake, N., Shirouzu, H., & Chukyo Learning Science Group. (2005, September). Interactive learning cycles to foster knowledge integration. Paper presented at the meeting of the Germany-Japan Joint Workshop 2005, Tokyo.

白水始, 2005, 「能動的な聴講スキルの獲得を支援する」,『日本教育心理学会第47回総会論文集』, s46-s47.

白水始, 2005, 「学習科学におけるリサーチ・ポートフォリオの利用可能性」,『日本教育心理学会第47回総会発表論文集』, s37

三宅なほみ, 2005, 「協調的に説明を繰り返すことによる理解深化過程」,『日本認知科学会第22回大会発表論文集』, 136-137.

岡田美磯, 三宅なほみ, 白水始, 2005, 「講義受講中における学生の学習活動の分析」,『日本認知科学会第22回大会発表論文集』, 308-309.

長田尚子, 鈴木宏昭, 三宅なほみ, 2005, 「ジグソー法によるインタラクションの効果の検討—大学導入教育における『レポートの書き方』の授業の分析—」, 『日本認知科学会第 22 回大会発表論文集』, 194-195.

白水始, 三宅なほみ, 2005, 「確率実験とその言語化の繰り返しによる理解深化」, 『日本認知科学会第 22 回大会発表論文集』, 328-329.

Miyake, N., Shirouzu, H., & Chukyo Learning Science Group. (2005, July). The dynamic jigsaw: Repeated explanation support for collaborative learning of cognitive science. Paper presented at the meeting of the 27th annual meeting of the Cognitive Science Society, Stresa, Italy.

Shirouzu, H. (2005). Understanding the nature of verbalization in collaboration. Proceedings of the 27th annual meeting of the Cognitive Science Society, Stresa, Italy, 2552.

Miyake, N. (2005, June). Futures of formal postsecondary education. Paper presented at the meeting of the Computer Supported Collaborative Learning, Taipei, Taiwan.

Miyake, N. (2005, June). What is the place of computer science research in CSCL? Paper presented at the meeting of the Computer Supported Collaborative Learning, Taipei, Taiwan.

Miyake, N., & Shirouzu, H. (2005, June). CSCL for lecture comprehension and question asking: Commentable movie sheet on BBS. Paper presented at the meeting of the Computer Supported Collaborative Learning, Taipei, Taiwan.

Miyake, N., & Shirouzu, H. (2005, June). Design and use of smart tasks in collaborative classrooms. Poster session presented at the meeting of the Computer Supported Collaborative Learning, Taipei, Taiwan.

Osada, N., & Miyake, N. (2005, June). From CSCL classroom to real-world settings through project-based learning. Paper presented at the meeting of the Computer Supported Collaborative Learning, Taipei, Taiwan.

②その他

国内 13 件, 海外 1 件

【招待講演】

三宅なほみ, 2008, 「認知科学から見たこれからの科学」, 北陸先端科学技術大学院大学 先端融合領域研究院 多次元セミナー.

三宅なほみ, 2007, 「学習者を中心とした『作る, わかる, 考える』授業を目指して」, 社団法人日本語教育学会 2007 年度日本語教師研修コース 集中合宿研修.

三宅なほみ, 2007, 「Collaborative Learning in Language Classrooms: Redefining instructional practices」 「大学における協調学習～好奇心と適応的な熟達化～」, 南山大学 Nanzan English Program At Seto (NEPAS), Faculty Development.

三宅なほみ, 2007, 「協調的な学習過程」, 北海道大学留学生センター 日本語・日本語教

育講演会.

三宅なほみ, 2006, 「認知科学とコミュニケーション能力ー協調学習のススメー」, 愛知県立大学 学術講演会.

三宅なほみ, 2006, 「人と人との共生に果たす情報環境・人工物の役割」, 横断型基幹科学技術研究団体連合 共生コミュニケーション支援調査研究会シンポジウム.

三宅なほみ, 2006, 「学習科学と持続する社会」, 東北大学大学院情報科学研究科 学術講演会.

【研究会発表】

三宅なほみ, 2007, 「持続する学習を目指してー今の学びを未来の学びに結びつける新たな学習支援の姿ー」, e-LearningConference2007 Winter.

三宅なほみ, 2006, 「大学生の協調学習と ICT」, 公開研究会 BEAT(ベネッセ先端教育技術学講座)'Special' Seminar: 学習科学と ICT は学びのあり方を変えるかー高等教育の変革を事例としてー.

三宅なほみ, 2006, 「学びをデザインする」, 第 13 回授業改革フェスティバル 第二回決起集会.

三宅なほみ, 白水始, 2005, 「『読む／聞く／語る』を繰り返して理解を深める」, 「日本語表現講座」合同研究会講演.

三宅なほみ, 2005, 「学習科学と持続する社会」, 株式会社コンポン研究所 人間科学セミナー講演.

三宅なほみ, 2005, 「協調的な数学教育ー問題はみんなで解こう!ー」, 関東・東京地区数学教育協議会共催 夏の研究大会.

Miyake, N., Shirouzu, H., & Chukyo Learning Science Group. (2005, May). Repeated constructive interaction for sustainable understanding in college classroom. Paper presented at the meeting of Talk and Dialogue: How Discourse Patterns Support Learning, Pittsburgh, PA.

(3)特許出願(SORST 研究の成果に関わる特許(出願人が JST 以外のものを含む))

該当なし

(4)その他特記事項

【書籍】

Miyake, N. (2008). Conceptual change through collaboration, In S. Vosniadou (Ed.), Handbook of research on conceptual change. London, Taylor & Francis Group.

Inagaki, K., & Hatano, G. (2008) Conceptual change in naïve biology, In S. Vosniadou (Ed.), Handbook of research on conceptual change. London, Taylor & Francis Group.

三宅なほみ, 2007, 「解説 - アーグ理論と学習科学」, 戸田正直, 『感情:人を動かしている適応プログラム 新装版 (コレクション認知科学 9)』, 東京大学出版会.

三宅なほみ, 2007, 「学び方を学ぶ工夫としての協調学習 -その理論的背景と具体的な実践例-」, 『日本語教育年鑑 2007 年版』, 独立行政法人国立国語研究所(編), くろしお出版, 5-19.

三宅なほみ, 2007, 「協調過程, 他 9 項目」, 『ユーザビリティハンドブック』, 「ユーザビリティハンドブック」編集委員会(編), 共立出版, 392-393, 400-401, 444, 469, 569, 621, 645-646, 647-648, 650-651.

三宅芳雄, 2007, 「認知科学, 他 4 項目」, 『ユーザビリティハンドブック』, 「ユーザビリティハンドブック」編集委員会(編), 共立出版, 371, 548-549, 569-570, 571-572, 642.

白水始, 「問題解決, 他 8 項目」, 『ユーザビリティハンドブック』, 「ユーザビリティハンドブック」編集委員会(編), 共立出版.

Miyake, N. (2007). Computer supported collaborative learning. In R. Andrews & C. Haythornthwaite (Eds.), The Sage handbook of E-learning research (pp.248-265). London, Sage.

稲垣佳世子, 波多野誼余夫, 2006, 「ヒト知性の生得的基盤」, 『知性の創発と起源』鈴木宏昭(編), オーム社, 151-177.

三宅なほみ, 2006, 「鼎談:認知科学の射程」, 大津由紀雄, 波多野誼余夫, 三宅なほみ(編), 『認知科学への招待 2 - 心の研究の多様性を探る』, 研究社, 263-289.

稲垣佳世子, 波多野誼余夫, 2006, 「概念変化と教授」, 大津由紀雄, 波多野誼余夫, 三宅なほみ(編), 『認知科学への招待 2 - 心の研究の多様性を探る』, 研究社,

白水始,, 「教室の中での学習 -協調による理解深化-」, 『児童心理学の進歩 45-2006 年度版』, 金子書房, 85-111.

白水始, 2006, 「学びにおける協調の意味」, 『教授・学習過程論』大島純・野島久雄・波多野誼余夫(編), 放送大学教育振興会, 121-135.

白水始, 2006, 「協調学習における理解深化プロセスをどうとらえるか」, 『はじめての質的研究法』秋田喜代美・藤江康彦(編), 東京図書, 49-74.

三宅なほみ, 2005, 「共に学び共に高めあう」, 長尾眞(監修)『ヒューマン・インフォマティックス』, 工作舎, 206-223.

9. 結び

CREST の成果を他機関に転移可能にするという具体的な目標をかかげ、これまでの研究の経緯と成果を見直して、これからの研究に繋がる素地を築くことができた。CREST 終了時に比較して、カリキュラムの構成やツールの運用に安定性が増し、更に大量のデータを蓄積した。海外を見ても、10年以上継続して実践的な研究を進めることにより学習の理論を地道に作り上げてゆく学習科学研究者が多くなってきたと感じる。ここまで研究を進めてくることができたことに対して、領域総括三谷先生 SORST 事務所の方々に改めて感謝申し上げる。

本報告に成果として記載した多くの他機関転用試験例は、いずれもこちらから一方的に働きかけて実施できるものではなかった。お名前を上げることはしないが、本研究の成果を垣間見て、実践に関心を持ち、転用の場を設定して下さった他機関の先生方に感謝したい。三省堂数学教科書の公開も含めて、本研究で蓄積してきたカリキュラムならびにティーチング・ポートフォリオを今後どう発展させてゆくかが新たな課題となる。大学、大学院間の連携なども現実的な話題となっており、一つの学習環境は、一つの大学にだけ属するものではなくなるだろう。すべての人が必要と知的好奇心に応じて学ぶことができるバーチャルな環境がどのようなものか、将来を見越して本研究を発展させてゆきたい。

