

原著〔実践研究〕

ノート共有吟味システム ReCoNote を利用した大学生のための 知識構成型協調学習活動支援

益 川 弘 如*

本論文では、大学学部生を対象に学生自身が協調的な活動を通して知識を構成していく2つの授業の実践と評価を報告する。認知科学研究の基礎資料を理解させる1998年度学部3年生の授業では、学生自身が担当した研究事例を調べて発表し、互いの研究事例を関連付け、全体を統合する3つのフェイズが段階的に含まれるカリキュラムで、これらの学習活動を協調活動作業支援ツールで支援した。理想的な協調学習が起きた場合を想定した学習者モデルを作成し、その学習者モデルとシステムログデータを照らし合わせて分析した。結果、想定していた積極的な他人のノート参照、関連付け活動が確認された。特に活発なグループは、個々の研究例の繋がりを挙げつつ問題解決の特徴をまとめた質の高いレポートを提出していた。この授業成果を元に、2000年度は授業に段階的に関連付け活動を入れて、幅広い対象領域においても相互に関連付ける活動を促進させる工夫をした。結果、統合型のレポートを提出する割合が増加した。以上より、研究事例の関連付け活動をシステムとカリキュラムで工夫して導入したことで学習者自身による協調的な知識構成活動を促進させることができたと言える。

キーワード：協調学習支援、関連付け、デザイン研究、ReCoNote、jigsaw形式

問題と目的

本研究では、大学学部生を対象に、学生自身が協調的な活動を通して構造的な知識を構成していく授業を実践し、その評価を行った。対象は認知科学科の3年生に対して認知科学研究の基礎資料を理解させる授業である。

授業実践研究では、授業を実践する実践者に加えて対象の教科領域に詳しい専門家、学びや教えについての研究を専門とする認知研究者、教材カリキュラム、支援システムなどの製作を担当する開発メンバーなどがうまく連携する必要がある。本研究は、認知科学を研究する専門家集団がこれらの役割を分担して認知科学を教えることによりこの連携を実現したプロジェクトの一部である。

実践の成果は、Collinsらが提案したデザイン研究アプローチ (Collins, 1992; Brown, 1992) によって評価する。この研究手法では、認知的な学習理論を元に効果的な授業を実現し、実際に学習効果が上がったかどうかを評価するとともに、学習者のプロセスを詳細に分析す

る。そのため、従来のように統制群を設けた比較評価は行わず、客観的な指標である学習者の学習プロセスを探るログデータを分析して、想定した学習活動が起きていたかを評価する。

ここで取り上げる授業では、通常は講義で教員が説明する認知科学の初歩的な資料について学生自身が協調的に学んでいく。カリキュラムには、学生自身が担当した研究事例を調べて発表し、互いの研究事例を関連付け、全体を統合するという3つのフェイズが段階的に含まれる。本研究ではさらにこの協調的な学習活動をコンピュータによる協調活動作業支援ツールによって支援した。本論文では、まず授業の学習活動の構成と、そこで学習支援ツールがどのように使われたかを解説する。その上で、そこで実際に起きていた学習プロセスを分析し、それが実際どのような学習成果に結びついたのかを報告する。

協調的学習活動

学習場面での協調的な知識構成活動は、理解を深める上で有効なプロセスであることが分かっている (フランスフォード他, 2002; 稲垣・波多野, 1989)。建設的な共同問題解決場面では、自分が理解したことを他人に説明したり、自分の意見を他人の意見と比較したりする活動が自然に起きる。その結果、自分自身が理解してい

* 静岡大学教育学部
〒422-8529 静岡市大谷836
ehmasuk@ipc.shizuoka.ac.jp

ないところが明らかになり、吟味再構成活動が起きやすくなる。これまでの研究から、そのような活動は理解を促進することが明らかになっている(三宅, 1985; 三宅, 1997; Chi, 2000)。

学習場面にこのような活動を取り入れるためには、プロジェクト形式をとることが有効だと言われている。しかし、プロジェクト型の授業の中にはグループ内の活動だけで終わってしまうものも多い。各グループで学んだことを他グループの成果と比較吟味したり、さらには学んだことをクラス全体で統合するような広い領域での吟味構成活動が起きれば、協調学習の効果はさらに高まると考えられる。

以上を踏まえて、効果的な協調学習を実現するためには、学習者ひとりひとりが理解した内容を互いに比較参照して関連付ける活動を、意図的にカリキュラムに組み込む必要がある。そのために有効なアイデアの一つとして jigsaw 形式と呼ばれる活動がある(Aronson, Blaney, Stephan, Sikes, & Snapp, 1978)。Jigsaw 形式の授業では、学生ひとりひとりに異なった資料を担当させ自分が理解した内容をグループ内の他の成員に責任を持って説明し質問に答えなければならない状況を作り出す。この形態は自分の担当部分と他人の担当部分を互に関連付け統合する機会を提供する。Brownらはこの jigsaw 形式を再評価し、環境問題をテーマとした授業実践に取り入れた結果を報告している(Brown & Campione, 1994)。そこでは、生徒を5つのサブテーマごとにグループに分けて調べさせ、その後各グループから1人ずつ集めた新しいグループで中心テーマのプロジェクトに取り組ませて成果をあげている。この授業には、自分自身の担当内容と他グループの担当内容の比較吟味、それらの関連付けからの特徴の抽出活動、テーマ全体を統合する活動が含まれている。

テクノロジーを活用した知識構成支援

人には外界を積極的に利用して認知活動の記録を残し、それを協調的に利用しながら各自が自分の理解を作り上げていく傾向がある(Shirouzu, Miyake, & Masukawa, 2002)。コンピュータを使って学習過程を記録、共有する仕組みを作れば、学習者はそれを協調的な知識構成の材料として活用できる可能性がある。テクノロジーを導入した協調的な授業実践例は北米を中心に盛んになりつつあるが(Koschmann, 1996; Hall, Miyake, & Enyedy, 1997; Koschmann, Hall, & Miyake, 2002), このような考え方を最も忠実に利用したものに CSILE/ Knowledge Forum がある(Scardamalia & Bereiter,

1996)。その日本での実践(Oshima, et al., 2002)では、例えば小学校での理科の単元「燃焼」の中から「ビンの中に密閉しておくとしてロウソクの炎は消えるのか?」のようなテーマについて、各グループに仮説を出させ、互いの仮説について議論させる。生徒は Knowledge Forum (CSILE) というデータベース環境を使って自分の考えを書き込み、他人の意見と比較し、議論する。このような活動によってメタ認知活動が支援され、「燃える」とはどういうことかについて概念的な理解が促進され、科学的思考が身に付くと報告されている。

他にも北米で実践されている大型実践研究では、一般にテクノロジーによって支援された協調的学習が重視されている。一例を引くと、Linn らの CLP (Computer as Learning Partner) プロジェクトでは、Web 上で得られる情報を使って身近な科学の問いに答えを出し、互いの答えを比較検討して統合的な理論を構築する知識統合型カリキュラムによる実践が行われている(Linn & Hsi, 2000)。例えば「光はどのくらい遠くまで届くか」という問題について、学生自身が証拠となる具体事例をネット上などで集めて証拠を作り、互いに比較検討して、統合的な理解に至る。集めた事例は、Sense-maker と呼ばれるシステムを使って「支持」「非支持」に分けて整理して説得的な議論、理由付けを構成する。授業を通じて学生は自分自身で具体例を示しながら説得的に説明することができるようになったと報告されており、学習にとって統合的な知識構成活動をテクノロジーによって支援することが重要であることが分かる。

本研究ではこれらの研究動向を踏まえて、大学レベルの認知科学の学習を対象に協調的な学習活動を促進する授業構成が学習成果に結びつくことを示し、そのプロセスを検討する。加えて、テクノロジーが協調的な学習活動をいかに支援し得るかを実証的に検討する。

方 法

協調的学習活動を促進するためのカリキュラム構成

以上のような知見を生かして、本実践の授業カリキュラムでは、次の3つのフェイズを設けた。最初のフェイズではまず、個々の研究事例の内容を正確に把握させる。Jigsaw 形式を導入し、各研究事例をグループで分担してその内容をまとめ、発表し合うことによって内容をはっきり把握させる。このフェイズを「調査期間」と呼ぶ。次のフェイズでは、複数の研究事例を比較参照して関連付ける。そのために、グループ相互が調べた内容を比較参照して関連付け、その結果を

クラスで発表し合うことを求める。このフェイズを「関連付け期間」と呼ぶ。以上の活動を行った上で最後のフェイズ「まとめ期間」では、研究事例の内容や関連付けの内容を振り返りながら学生ひとりひとりが資料全体をまとめることを要請する。

ノート共有吟味システム ReCoNote

このようなカリキュラムによる協調学習活動を支援するために、上述したような事例を含む多くの事例を参考にしつつ、ノート共有吟味システム ReCoNote (Reflective Collaboration Note) を開発 (益川, 1999), 導入した。ReCoNote は Web ブラウザ上で動作するため様々な環境で利用可能で、学生同士互いに調べた内容を共有し、相互に関連付け、全体をまとめる作業を支援する機能を搭載している (FIGURE 1)。

上記で紹介した Knowledge Forum(CSILE)は、テーマごとに構造化された場で議論を直接支援するシステムであるのに対し、ReCoNote は、各グループがまとめた内容を比較対照し、自分なりに関連付けて知見を統合していく活動を支援するシステムである。そのため、書き込む内容はグループだけでなく、個人単位でも構造化することができる。

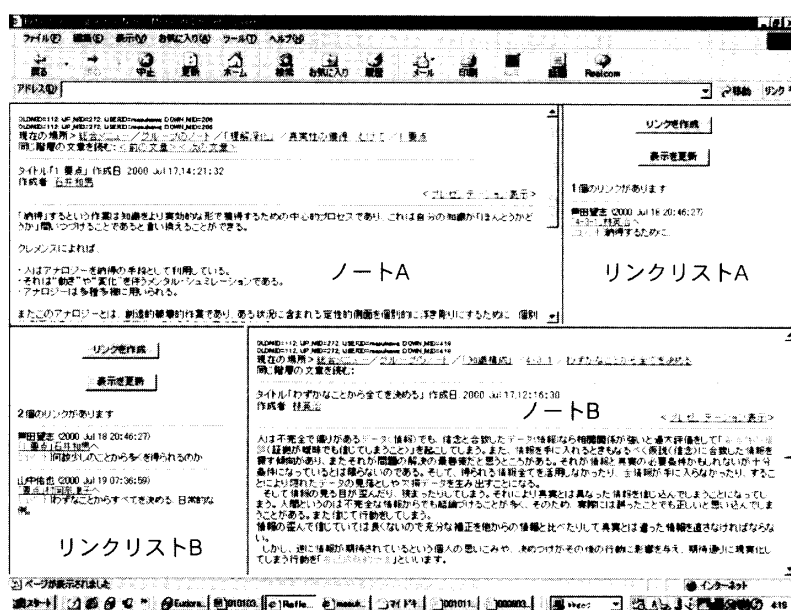
ReCoNote には個人のノートとグループのノートがあり、それぞれ階層的に作成できる。例えばグループで調べた研究事例のまとめはグループのノートに、自分自身のまとめは個人のノートに書き込む。他人のノート、グループのノートは自由に参照可能で、相互に関連付けることができる。ノートは上下2つのウィンドウに表示され、比較した内容同士を関連付けると

きには「相互リンク機能」を活用する。相互リンク機能は、関連のある内容同士を双方向に、作成理由をコメントとして記入しながら関連付ける。例えば、ノートAとBを繋げるとき「ノートAからノートBへの関連」と「ノートBからノートAへの関連」をそれぞれ独立したコメントとして残しておくことができる。作成したリンクは、リンクリストとしてコメントと共にノートの隣の窓に一覧表示される。この機能により他人が作成した相互リンクをたどって、関連付けられたノート同士を比較参照できる。また、関連リンクのリンクリストのコメントを比較参照してノート間の複数の繋がりを吟味することができる。

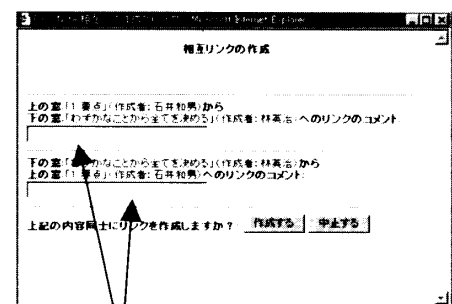
対象授業

本研究では、上述したような3つのフェイズから構成された2つの授業実践を対象として分析、評価する。具体的には中京大学情報科学部認知科学科の学部3年生を対象にした1998年度「問題解決論」と、2000年度「学習と発達の認知科学」の2つの授業である。両授業とも授業目標は、人の問題解決過程や学習、発達の過程について、通常は講義でカバーされる研究資料について特徴を抽出し、学生自ら統合的な理解を構築することである。

1998年度は複数の文献を関連付けてまとめるために jigsaw 形式を導入した (Miyake, & Masukawa, 2000)。調査期間では、各グループが特定の文献を調べてまとめ、他のグループに対して発表する。次いで関連付け期間では、他グループの発表を聞いて、自分が担当した文献との関連性、他の文献との関連性を考え、関連付け



相互リンクの作成画面



コメント記入部分
ノートAからBへの繋がりが
ノートBからAへの繋がりが

FIGURE 1 ReCoNote

た結果そのものを発表し合う。まとめ期間では、互いに考えた関連性も吟味した上で、授業全体で学んだ内容を統合した。

2000年度は、教材資料自体を予め構造化し、その全体構造を学生に示すことによって統合活動を促すことを目指した complex jigsaw 形式(Miyake, Masukawa, & Shirouzu, 2001)を導入した。この形式では、4つの領域からなる12資料(1領域3資料)について、まず同じ領域で読み合わせた後に、領域を超えてグループを組み直し、理解した内容を交換し合う。これによって各学生が担当する説明の範囲が段階的に広がり、より幅広い領域にわたる関連付け活動が起きることが期待される。

以下、年度ごとに実践内容と分析結果を詳述する。まず1998年度の授業実践から、学生自身による協調的な知識構成活動を起こすことができたのかを検討する。システムのログ記録データから、各フェイズで想定された学習者の協調的な学習活動が起きていたことを分析する。加えて、最終レポートの評価から、学習者の積極的な活動との関連を検証する。2000年度は、扱う資料を増やし、資料間の統合をさらに強力に支援するためにカリキュラムを作り変えて実践した。ここでは段階的にグループを組み変えながら行う協調作業により、より幅広い領域を扱った授業においても全体を関連付ける知識構成活動が可能かどうかを検証する。

1998年度実践評価

授業内容

1998年度「問題解決論」の目標は、認知的な問題解決過程に関する複数の基礎的な研究資料からその特徴をまとめて「人はどのような問題解決システムか」を統合的に理解することである。受講生は認知科学を専攻する学部3年生57人、授業は週1回、合計14回行われた。受講生は1, 2年生の内に認知科学の概論を学んでいるが、教材として取り上げた研究事例の詳細については未知である。なお、全員がコンピュータについて基礎的な操作は習得している。教室は100人収容可能な普通講義教室で、全体の活動を調整するための説明や若干の解説的な短い講義、またグループ発表に使われた。授業時間外に自由にコンピュータを利用できる環境としてはSUNワークステーションが設置された教室やガーデンと呼ばれる共有空間などがあり、学生の自主的な活動はそれらの場で行われた。授業の構成は以下の通りである。

調査期間(10週間) 始めの5週間では、まず学生を23グループに分けて担当を決め、文献を読んで

ReCoNote内にまとめることを求めた。テーマはこの分野でよく取り上げられる11の古典的な問題(「ハノイの塔問題」「胃がん問題」「ボルソンの水瓶問題」「ルーチンスの水瓶問題」「タクシー問題」「チェッカーボード問題」「サルとバナナ問題」「4枚カード問題」「川渡り問題」「9点問題」「覆面計算問題」)から一つを選ぶ。教材は論文、専門書から該当する研究について研究の目的、実験課題、結果、考察がまとめられている10ページ前後抜粋したものを用意した。担当の論文をまとめる上で、関連する文献を探して追加しまとめるよう促した。この期間は授業中講義教室とコンピュータ教室の両方を活用しReCoNoteを利用できるようにした。後半5週間に亘って講義教室でReCoNoteをプロジェクタに投影しながら全てのグループが調査結果を発表した。各発表について担当教師がコメントを加え、重要なポイントについて内容を確認した。聞き手には、各研究の間にどのような関連があるかを考え、用紙にまとめながら聞いていくよう要請した。

関連付け期間(4週間) ReCoNote内のノートを振り返りながら、各グループで調べた研究事例間の関連性を考えることを求めた。関連がある内容同士に相互リンクを作成させ、全体の発表をどのように関連付けたかをグループごとに発表させた。相互リンクの作成は授業時間外の活動として行われた。聞き手には発表を聞きながら、人は問題解決システムとしてどのような特徴があるかを考えさせた。この作業に3週間をかけ、最後の週には担当教員から各研究事例の繋がりに関する解説がなされた。

まとめ期間(4週間) 授業期間終了後、1ヶ月以内にReCoNote内に「人はどのような問題解決システムか」をレポートとしてまとめることを任意に求めた。この活動は、全て授業時間外にReCoNoteを利用して行われた。

分析指標

授業を評価するために、効果的な学習活動が起きていれば出てくると考えられる理想的な学習活動を想定した。TABLE 1に、その理想的な学習者モデルの活動をまとめる。左欄は各期間におけるグループ活動、右欄はその活動で起きるであろうReCoNote上の活動である。このような活動が起きていれば、ReCoNoteのノート及びリンクの内容とログデータはTABLE 2に挙げたようなパタンを示すと考えられる。以下TABLE 2に挙げたパタンを仮説として、実際そのような活動が起きていたかどうかを検討する。

TABLE 1 想定される学習者モデル

グループ活動内容	ReCoNote を使用した学習活動
調査期間： 担当研究例をまとめて、他人に説明できるようにする	担当研究例をまとめる
	関連した研究例をまとめる
	同じ研究例を参照
	同じ研究例同士にリンクを作成
関連付け期間： 研究例を相互に関連付ける	他の研究例を参照
	担当研究例と関連するものにリンクを作成
	関連する研究例同士にリンクを作成
まとめ期間： 「人とはどのような問題解決システムか」をレポートにまとめる	他の研究例を参照
	個人のノートにレポートをまとめる
	まとめたときに関連するものにリンクを作成

結果

最終的に306個のノートと186個のリンクが作成された。グループによって利用頻度に差が見られたが、半数以上のグループが積極的に利用していた。以下、TABLE 2 に提示した3つの活動毎にそれぞれの結果を検討する。

ノート参照活動

ノート参照活動を TABLE 3 に示す。上段は自分のグループのノート参照した数、下段は他人のグループのノート参照した数、内括弧内は自分が担当していた研究事例と同じ研究事例を担当していたグループのノート参照した数である。TABLE 3 に示すように、調査期間の後半から他の研究事例が積極的に参照されており、大変活発な活動が起きていたことが分かる。関連付け期間では想定通り、他グループのノート参照して実際に様々な研究事例を比較参照する活動が起きていた。参照したグループ先を詳細に分析すると、23グループ中20グループは半数以上のグループのノートを、内6グループは全てのグループのノート参照していた。まとめ期間でも、他グループの研究事例のノートを数多く参照していた。これらから、学習者は

自分の担当した研究事例だけでなく ReCoNote を活用して他の研究事例を積極的に比較参照していたことが分かる。

ノート作成活動

TABLE 4 は期間別のノート作成数を示す。上段はグループのノートの場所に作成した数、下段は個人のノートの場所に作成した数である。ノート、作成活動は予測通りのパターンで起きていたと言える。ノートの内容を分析したところ、調査期間ではグループのノートに各グループが担当した研究事例がまとめられていた。13グループでは配布した資料に追加して自ら調べた関連研究事例がまとめられていた。学生自身が実験した結果をノートにまとめたグループもあった。まとめ期間では、個人のノート内に多くレポートがまとめられていた。

リンク作成活動

相互リンク機能は関連付け期間以降、研究事例同士を関連付けて繋げる為に使われている。例えば「サルとバナナ問題」を担当したグループは、最終的に8つの相互リンクを作成していた。その内には、自分が担当していた研究事例と他グループが担当した「9点問題」を関連付けて、「時間を置くこと（あたため）が有効である」というコメントを記入したり、「チェッカーボード問題」と「9点問題」を「視覚的な制約で解けなくなる」という理由で関連付け、最終的には10個の特徴を抽出していた。

このような相互リンク作成活動が期間別にどれだけ起きていたのかをリンクの作成数で表したのが TABLE 5 である。調査期間では同じ研究事例同士を繋ぐリンクは6件と多くなかったが、関連付け期間以降は想定通り、異なった研究事例間に積極的にリンクが作成された。まとめ期間中異なる研究事例間を関連付けたリンク51件の内、20件では自分が担当していない研究事例同士を繋ぐ、積極的な活動が起きていた。

TABLE 6 はリンクを結び付けていたものの種類に

TABLE 2 想定されるログ記録の状態

活動の種類	調査期間	関連付け期間	まとめ期間
ノート参照活動	同研究グループ、自グループの参照数が多い	他グループのノート参照数が多い	他グループのノート参照数が多い
ノート作成活動	グループのノートを多く作成	ノート作成活動は少ない	レポートとして個人のノート多く作成
リンク作成活動	同じ研究例、自グループ間でリンクが作成される	異なる研究例間にリンクが作成される	個人のノート（レポート）とグループのノート（研究例）との間にリンクが作成される

TABLE 3 参照場所別ノート参照数

	調査期間	関連付け 期 間	まとめ期間
自グループのノート	84	194	101
他グループのノート (内、同研究例)	2000 (104)	2307 (132)	2479 (324)

(注) 調査期間は最初4週間を除く

TABLE 4 作成場所別ノート作成数

	調査期間	関連付け 期 間	まとめ期間
グループのノート	173	16	7
個人のノート	22	16	72

TABLE 5 リンク先別相互リンク作成数 (同研究例・異研究例)

	調査期間	関連付け 期 間	まとめ期間
自分のグループ内	22	15	31
同じ研究例同士	6	6	6
異なる研究例同士	1	49	51

TABLE 6 リンク先別相互リンク作成数 (グループ・個人)

	調査期間	関連付け 期 間	まとめ期間
グループのノート同士	20	61	25
個人のノートとグループのノートの間	9	8	42
個人のノート同士	0	1	21

よって分類した結果である。まとめ期間ではまず個人のノートにレポートをまとめ、別に関連する研究事例のノートを探してそれらと自分のレポートとをリンク付けるという活動が多く起きていた。

さらに詳しく調べるため、研究事例を関連付けた理由を書き込んだ場所を期間別に分類して数えた結果がFIGURE 2のグラフである。関連付け期間ではリンクのうち、コメント欄に理由を記入する回数が22と多かったものが、まとめ期間ではノートを利用して関連性についてより詳しく記入する回数が44と増えていたことが分かる。以上のデータより、リンク作成活動は積極的に起きていたと言えるだろう。

学習プロセスを分析した結果、学習者は想定していた学習モデルに近い活動を行っていたと考えられる。

学習成果評価

このような活動の学習効果を調べるため、最終レ

ポートの作成状況を検討した。

最終レポートは「人という問題解決システムの特徴」についてのまとめを求めるもので、提出は任意とした。グループで作成しても個人で作成してもどちらでも良いこととした。結果、ほぼ半数の27人から計10個のレポートが提出された。この提出されたレポートの内容を評価対象とした。

評価の観点とは、人一般の特徴が統合的に記述されているか、人の問題解決の特徴を一般的にまとめているか、また複数の特徴を比較対比しながら言及したかの3つを設け、レポートは文単位に区切り、各文、サブタイトル、ノートタイトルに関して以上の観点から評定した。評定基準は次の通りである。

1. 統合度の高さ 特定の研究事例から人間の問題解決の特徴について言及しているだけでなく、それに加えて人間の問題解決の一般的特徴をまとめている部分があるかどうかを文単位で評価した。主に文章の主語が統合的なものか、特定の研究に言及したものかによって分類することができる。具体的には、文の主語が「人は」「人の特徴は」などであれば、統合度の高いまとめ、ある特定の研究事例「川渡り問題では」「2つの研究事例をまとめると」などであれば特定の研究事例のまとめであるとみなすことができる。主語で評定できない場合は前後の文、サブタイトル、ノートのタイトルから評定した。

2. 一般的な用語の使用 問題解決研究の成果をまとめる際に必要となる一般的な構成概念を表す抽象度の高い用語が、有効に使用されているかどうかを判定した。具体的には、まとめの文章の中に以下の単語が有効に使われているかどうかを判定した。

- ・環境、道具、表現、外的、他者、多人数
- ・経験、知識、記憶、スキーマ、内的

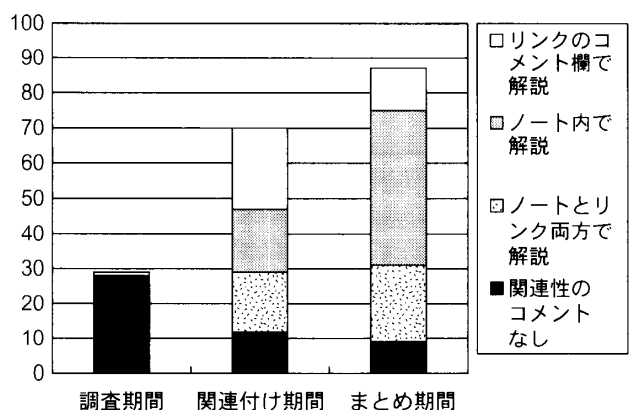


FIGURE 2 関連付けの理由を書き込んだ場所

・日常的, 社会的, 生活, 具体的, 現実的

3. 複数の特徴の対比 複数の特徴を比較しながらまとめている表現がみられるかどうかを判定した。具体例として「人の問題解決に関するいくつかの特徴には, 外的要因, 内的要因などによって上手くいく場合とそうでない場合がある」という文では外的要因と内的要因が比較され, それぞれの特徴が挙げられているため, 対比を使ったまとめと分類される。

以上の評価基準を元に最終レポートを評価した。以下, 一つのレポートの一部分を使って評価の仕方を解説する (文頭の番号は文番号)。

「チェッカーボード問題と9点問題のつながり」

①この2つの問題は, 視覚的なものの影響によって問題解決が困難になっているタイプの問題だと考える事ができる。②まずチェッカーボード問題は角の同色の2つが抜けているのに規則正しく並んだボードの見え方によって, 人はまさか二色の数が違っているとは思わない。③これはまさしく視覚的な制約であるといえる。④9点問題でも正方形に並んだ9つの点の見え方によって, 点で作られた四角から出てはいけないという無意識の制約がかかる。⑤このように規則正しい並び方や, 図形があると人はそれをこわさないように問題解決を行おうとする傾向がある。

この冒頭の文, 第2文, 第4文はそれぞれ「この2つの問題は」, 「チェッカーボード問題は」, 「9点問題でも」という主語で始まっているため, 特定の研究事例についてのまとめであると分類する。これらに対して第5文は「このように…人は」という表現があるため, ここで2つの問題について局所的に結合が起きた

と考えられる。

このレポートは, このような2つの研究事例の関連を7つほど述べた上で, 後半では以下のようにまとめられている。

(前略) ②今まで, 問題解決について考えてきて分かった事, 思った事をまとめてゆくことにする。③まず人は問題解決を行う時に目標の分割を行っている場合が多いといえるだろう。(中略) ⑥また人は違反の摘発などの日常生活でよく使うような問題解決場面での手順はスキーマという形で持っていて, そのような問題解決は非常に得意とするようだ。⑦つまり同じ問題でもその問題の状況設定などの問題の「見え」によって解きやすさが左右される。⑩これはいくつかの実験でそのような結果がでていた。⑪問題が具体的で身近であれば解きやすいと感じるだろう。⑫以上のように, 人は生きていく上で有利なように問題解決のシステムを進化させてきたと思われる。(後略)

第3文では, これまでの複数の研究事例の関連を統合した「まず人は」という形の主語になっているのでこれは, 人一般についてのまとめと分類できる。また第16文の「日常生活」や「スキーマ」, 第17文の「状況」など, 抽象度の高い用語が正しく使用されているため, これらの文は抽象度の高いまとめと分類される。

TABLE 7 は, 評価結果をグループ別に並べた表である。まず左欄にレポート中で言及された研究事例の数を挙げる。ここから, レポートの多くが他グループの調べた成果を利用して広く研究事例を考察していたことが分かる。左から2番目の欄は, 評価の対象としたレポートの文及びタイトルの合計数である。対象とした文を「特定」(欄3) もしくは「人一般」(欄4) に分類

TABLE 7 レポート評価結果

グループ番号	取り上げた研究例数	文の数合計	文の数特定	文の数一般	抽象度の高い用語	レポートタイプ
1	9	79	52	27	4	統合型
2	7	42	25	17	6	
3	10	43	22	19	7	
4	5	30	18	12	3	リストアップ型
5	11	64	56	8	6	
6	0	12	0	12	5	
7	9	13	11	2	4	
8	1	10	9	1	2	自課題中心型
9	3	12	9	3	0	
10	1	10	10	0	1	

し統合度の高さをみると、10グループ中6グループでかなり頻繁に人一般に関する言及していた。これらのレポートのうち上から5つは、特定の研究事例について言及しつつ人一般について多くをまとめ、質の高いレポートを作成している。中でも上位3グループは、「人一般」に関して抽象度の高い用語を使用し（欄5）それらを対比させながら展開していた。

「人一般」に分類された文中に一般的な用語を使用していなかった下位3グループのまとめを見てみると、はじめに担当した研究事例を中心にまとめている段階で留まっており、引用した研究事例は1から3つと少なかった。

これらのレポートの質の違いがどこから来たのかを探るため、上位5グループと下位5グループのReCoNote上の学習活動を比較した。ノートの平均参照数は、下位グループが650回に対して上位グループが1319回と2倍近くアクセスしていた。特に、調査期間ではほとんどアクセス数は変わらないが、関連付け期間、まとめ期間では差が大きくなっていて、関連付け活動の差がレポートの差に大きく影響していると考えられる。相互リンク作成平均数も、下位グループは7.8個に対して上位グループが20.6個と2倍以上の差があった。ノートの作成数は、個々の研究事例をまとめたグループのノートの数の差は少なかったが、個人のノートの数に3倍以上の差が見られ、自分のノートに全体を統合してまとめる活動の差があったのではないかと考えられる。

レポートの質と作成プロセスから考えると、上位3グループは、個々の研究事例の繋がりをリストアップしてまとめた上で人間の問題解決の一般的特徴を最後にまとめている。これらは「統合型」のレポートと呼べるだろう。下位3グループは自分が担当した1から3つの研究事例を中心にレポートをまとめた。「自己課題中心型」のレポートである。そして中間4グループは、個々の研究事例から言える特徴を項目として、人一般についての特徴を次々に紹介する「リストアップ型」レポートと言える（グループ番号6は、個々の研究事例を明示的に示さずに複数の特徴をリストアップしている）。

考察

1998年度の実践では、学生はフェイズを追って協調的な知識構成活動を行い、その活動が活発な学生は質の高いレポートを作成していたことが分かった。実際の活動場面でも、授業時間外に数人でReCoNoteが動いているパソコン囲んで、時間を掛けて他グループのノートを参照しながら比較議論する場面が多く見られた。中でも活発なグループはReCoNote上の全てのグループのノートを比較参照しながら最終レポートをまとめていた。これらのグループの時間外活動のビデオ記録を見ると、他グループが関連付けた内容についての議論や、新たな研究事例間の関連付け、全体としてどのようなことがいえるのかについての議論が活発に起きていたことが分かる。学生が積極的にReCoNoteを使って他グループのノートを比較参照し、相互にリンクを作成することが、より効果的な学習を引き起こしていたと言える。

2000年度実践評価

授業内容

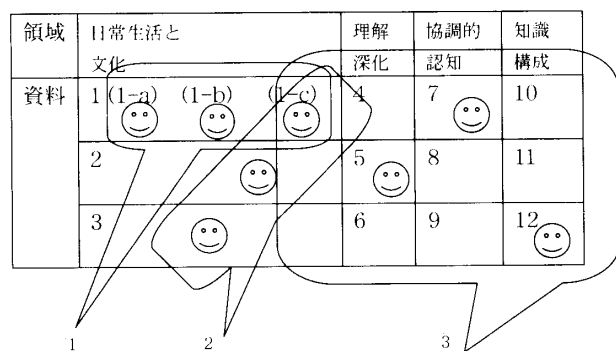
1998年度の授業では問題解決という1つの研究領域を扱っていた。その実績を踏まえて、2000年度には複数の研究領域を扱った「学習と発達認知科学」についての授業を展開した。この授業では段階別にグループを組み変えながら3フェイズの活動を組み込み、研究事例間の比較参照と関連付け統合活動を支援した。授業目標は、複数の研究事例から得られる知見を統合的に理解し、それらの知見を元に大学授業の改善案を作成、評価することである。

授業は1998年度と同様学部3年生を対象とした。認知科学に関する知識、コンピュータ利用レベルは1998年度の対象学生とほぼ同等であった。71人の受講生に対して、3日間に亘る集中講義形式で行った。教室は、1日目は100人収容可能な普通講義室とコンピュータ教室、2日目以降は机が移動できる教室とコンピュータ教室で行った。授業時間外でもReCoNoteは自由に利用できた。

授業で扱う研究事例は、「日常生活と文化」「理解深

TABLE 8 準備した教材

領域	日常生活と文化	理解深化	協調的認知	知識構成
文献	飼育動物からの類推	協調ミシン	大型船チーム航行	バイアス
	日常計算	クレメントのばね	外界を利用した計算	メンタルモデル
	銀行の仕組み	表象変化	科学における協調	問題解決



例えば、資料(1-c)が担当になった人の場合：

1 同資料（資料1を1-a, 1-b, 1-cを1人ずつ分担して3人で読み合わせ）

2 同領域3資料（同領域の資料1, 2, 3から各1人、3人で読み合わせ）

3 4領域（各領域から各1人、4人で読み合わせ）

FIGURE 3 Complex Jigsaw 形式の概念図

化」「協調的認知」「知識構成」の4領域からなっており、各領域からそれぞれ3資料を選び、12種類の資料を準備した（TABLE 8）。これらの資料は専門書から5ページ前後を抜粋したものである。

2000年度の授業を ReCoNote 内で学習活動ごとに3つの期間に区切った。以下、授業の流れを詳述する。

調査期間（1日目） 12文献を分担して読み、説明し合って全員がその内容を理解することを1日目の目標とした。はじめにインターネットを使った英語教育実践の資料を読み、その長所と短所を ReCoNote 内にまとめる簡単な事前調査を行った。午前中は1資料を3分割し、1人が3分の1を担当して読み、その後同資料のメンバーで jigsaw グループを組み、まとめることを求めた（資料内 jigsaw ; FIGURE 3 の①）。午後、同じ領域に属している論文を読んだ人4人で領域内グループを組み、その領域についてまとめた（領域内 jigsaw ; FIGURE 3 の②）。最後に各領域について学んだ者一人以上を集めてグループを作り、担当領域の研究について説明し合うことを求めた（領域間 jigsaw ; FIGURE 3 の③）。各グループでの話し合いの後には、ReCoNote 内にまとめを求めた。

関連付け期間（2日目） 最初に同資料を担当した学生同士のグループに戻り、前日の議論を元に担当研究事例をまとめ直すよう求めた。午前中はプロジェクトを利用して各グループがまとめ直した内容を発表させた。午後、ReCoNote 内で各資料の間の関連を考えて相互リンクを作成するよう求めた。その後、最終日に向けて希望を元に作成したプロジェクトグループを発表し「英語」「プログラミング」「認知科学概論」のいずれかに関して授業改善提案を考えさせた。平行して、2日目までの学習成果を踏まえた上で1日目に触れた

インターネットを使った英語教育実践の資料を読み返し、長所と短所をまとめ直させた。

まとめ期間（3日目、レポート提出までの10日間） プロジェクトグループごとに今までに学んだ認知科学の諸知見を踏まえて授業改善案を考え、ポスター発表形式で前半、後半グループに分かれて発表し、相互評価を行わせた。この時、発表する際にはどの知見を元として改善案を考えたかも言及するよう要請した。授業後10日以内に、ポスター発表の内容、12資料を繋いで分かってきたこと、及び今回の集中講義の授業の進め方に関してのまとめを ReCoNote 内に最終レポートとして要請した。

分析指標

ReCoNote には最終的に407個のノートと106個のリンクが作成された。この数は1998年度と比較すると作成されたリンクの数に対してノートの数が多い。逆に作成されたリンクの数自体は少なかった。1998年度の学生と2000年度の学生は、ほぼ同等のカリキュラムを履修してきており、ほぼ等質だと考えられる。

1998年度と比較すると complex jigsaw 形式を導入することによって、以下の3点の学習活動に変化が見られると考えられる。

1. 他人が担当していた研究事例同士を関連付ける活動が増加する
2. 異領域の研究事例間の関連付け活動が起きる
3. 全体を統合してまとめる活動が増加する

資料の全体構成が見えているため、研究事例同士を関連付ける活動では、自分が担当した研究事例を元に関連する研究事例との間にリンクを作成する活動に加えて、他人が担当した2つの研究事例間にリンクを作成して関連付ける活動の増加が期待される。また、授業全体で扱った資料が相互に関連付けられると期待でき、幅広く領域間でリンクが作成されていれば広い領域間での参照吟味活動が支援されるだろう。これらを ReCoNote 内に作成された相互リンクの状態により評価する。最後にこれらの活動の成果として、統合的なまとめのレポート数が1998年度より増加したかを調べる。

結果

他人が作成した内容同士を関連付ける活動の増加

FIGURE 4 は、期間別にリンクで繋げた場所（自分のノート同士、自分のノートと他人のノート、他人のノート同士）を数えたグラフである。2000年度では構造的な教材と

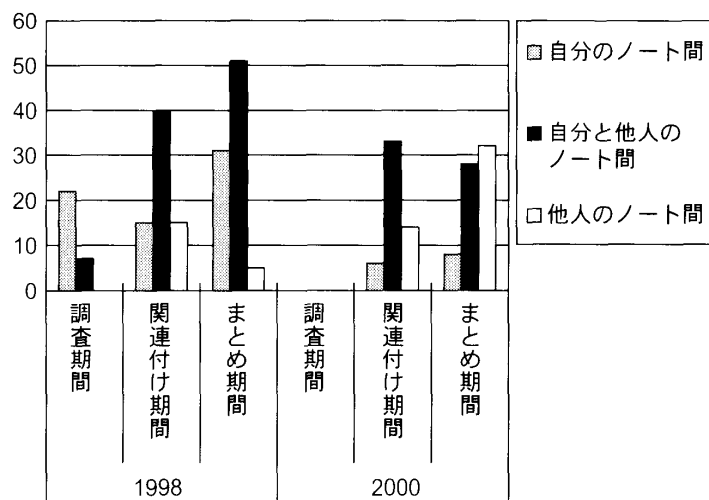


FIGURE 4 授業・期間別相互リンクで繋げたノート

complex jigsaw 方式の導入により、他人のノート同士の間に作成したリンクが1998年度の20個に比べて46個と2倍以上多い。さらにこの傾向は期間が進むにつれて多くなっている。担当した研究事例と他の研究事例との繋がりを考えるだけでなく、他人が調べた内容同士にどのような関連があるかを考えてリンクを作成する活動がより促進された可能性が高い。

領域を超えた関連付け活動

各領域間の関連付けの数には幅があったが、学習者自身によってなんらかの関連性を見出してリンクが作成されており、結果として、元々関連が深い同じ領域の資料同士にリンクを作成するだけではなく発展的に別の領域間での関連付けが起きていたといえる。

全体を統合したレポートの増加

ReCoNote 上の最終レポートをタイプ別に分類して評価した。2000年度は「4領域12研究の知見をまとめ学習環境のデザインに対してどのようなことがいえるか」を求めるものであった。レポートはグループ、個人どちらでも可とし、14レポート提出された。これらのレポートを1998年度と同様の基準で分析し、1998年度で見られたレポートの形式に基づいて、3つのタイプ「自課題中心型」「リストアップ型」「統合型」に分類した。各年度それぞれのレポート数はTABLE 9の

通りである。結果、2000年度の方が統合型レポートの提出の割合が高くなっており、全体として自課題中心にまとめたレポート数は減少していた。各レポートのタイプごとに ReCoNote 内での参照活動等を分析した結果、1998年度の場合と同様、統合型のレポートを提出したグループは積極的な活動をしていた。これらから、2000年度では積極的な活動をするグループが増加したのではないかとと思われる。

考察

2000年度の特徴的な活動は、他人のノート同士にリンクを作成する活動が多かったことである。特に期間の後半で他人のノート同士が多く、関連のある内容同士にどのような関連があるのか明示的にコメントを記入して相互リンクを作成する活動が多く起きていた。この活動が最終レポートを統合的にまとめる要因の1つだと思われる。

最終レポートの内容を見てみると、相互リンクを作成して必要な情報を引用するという ReCoNote の利点を活用したスタイルが多かった。相互リンクが張られたレポートには、関連する研究事例だけではなく、各グループの実践プロジェクトの内容、さらにはインターネットを使った英語教育についてまとめた内容など様々なリソースが利用されていた。これらから授業全体で扱った内容を関連付けていく知識構成が起きていたのではないかと推測される。

総合考察

本研究では「調べて発表する」「互いの研究事例を関連付ける」「統合する」という3フェイズが組み込まれた2つの授業実践について、そこで起きていた活動と

TABLE 9 レポートのタイプ

	1998年度	2000年度
統合型	3	8
リストアップ型	4	3
自課題中心型	3	3

学習効果を検討した。ノート共有吟味システム ReCoNote を導入して、各グループが調べた内容を共有して関連付けるグループ間の協調活動を支援した。問題解決という一領域を扱った1998年度の授業実践を分析した結果、相互リンクを積極的に作成し、全体をまとめていく活動が起きていたことが実証された。また発達と学習について複数の領域を扱った2000年度の授業では、研究事例を研究領域ごとに分割し、グループを組み変えながら各研究事例、領域に関連付けていく complex jigsaw 形式の授業を実践し、関連付け活動の促進を狙った。結果、他人が調べた研究事例同士をより積極的に関連付けていく質の高い活動が起きていたことが示された。

今回の実践評価から、大学レベルの研究分野について基礎的な知識を身につけるための協調的な授業をデザインする場合、以下のような観点を重視する必要があると思われる。

- ・複数の具体例を理解するために相互に説明しあう活動を考える
- ・明示的に具体例同士の関連を考える活動を入れ、他人のまとめ方との比較吟味を促進させる
- ・最終的には具体例と関連付いた概念的な理解の知識構成を目指す

今回は ReCoNote に記録されたログデータ、書き込みの内容を分析対象としたが、今後は、より詳細な分析をするために他のデータも収集する必要があると考えている。特に、ノート作成までに起きていた活動過程の評価や、ログや書き込みには残らないタイプの活動の評価は今後の課題である。授業中の活動をビデオで収集するなどして、ログ記録と比較しながら分析していく必要があるだろう。

コンピュータを利用した学習活動の支援では、学習者の知識構成プロセスに対応した支援を行っていく必要がある。今回の授業実践では、研究事例間の関連付け、比較共有という学習過程を具体的に支援してきた。今後、個々の学習者が関連付けて統合した過程の可視化や、全体像を比較参照する支援、複数の授業をまたいだ内容の共有関連付けの支援など、より発展的に学習過程を支援する方向を考えることができるだろう。

引用文献

- Aronson, E., Blaney, N., Stephan, C., Sikes, J., & Snapp, M. 1978 *The jigsaw classroom*. Beverly Hills, CA : Sage Publications.
- ブランスフォード J.・ブラウン A.・クッキング R. 森 敏昭・秋田喜代美 (監訳) 2002 授業を変える—認知心理学のさらなる挑戦 北大路書房 (Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.) 1999 *How people learn : Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC : National Academies Press.)
- Brown, A. L. 1992 Design experiments : Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2, 141-178.
- Brown, A. L., & Campione, J. C. 1994 Guided discovery in a community of learners. In K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons : Integrating cognitive theory and classroom practice*. Cambridge, MA : MIT Press. Pp.229-272.
- Chi, M. T. H. 2000 Self-explaining : The dual processes of generating interface and repairing mental models. In R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology*, vol. 5. *Educational design and cognitive science*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates. Pp. 161-238.
- Collins, A. 1992 Toward a design science of education. In E. Scanlon & T. O'Shea (Eds.), *New directions in educational technology*. Berlin : Springer-Verlag. Pp.15-22.
- Hall, R., Miyake, N., & Enyedy, N. (Eds.) 1997 *Proceedings of CSCL'97*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- 稲垣佳代子・波多野誼余夫 1989 人はいかに学ぶか 中公新書
- Koschmann, T. (Ed.) 1996 *CSCL : Theory and practice of an emerging paradigm*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Koschmann, T., Hall, R., & Miyake, N. (Eds.) 2002 *CSCL2 : Carrying forward the conversation*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Linn, M. C., & Hsi, S. 2000 *Computers, teachers, peers : Science learning partners*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- 益川弘如 1999 協調学習支援システム「ReCoNote」が持つ相互リンク機能の効果 日本教育工学会論文誌, 23(2), 89-98. (Masukawa, H. 1999 Effects of mutual links of a collaborative learning support system ReCoNote (Reflective Collaboration Note). *Japan Journal of Educa-*

- tional Technology*, **23**(2), 89-98.)
- 三宅なほみ 1985 理解におけるインタラクシオンとは何か 佐伯 胖(編) 認知科学選書4 理解とは何か 東京大学出版会
- 三宅なほみ 1997 インターネットの子どもたち 岩波書店
- Miyake, N., & Masukawa, H. 2000 Relation-making to sense making : Supporting college students' constructive understanding with an onriched collaborative note-sharing system. *Proceedings of the International Conference of Learning Sciences*. Ann Arbor, MI : University of Michigan Press. Pp.41-47.
- Miyake, N., Masukawa, H., & Shirouzu, H. 2001 The complex jigsaw as an enhancer of collaborative knowledge building in undergraduate introductory cognitive science courses. *Proceedings of European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning*. Maastricht, the Netherlands. Pp.454-461.
- Oshima, J., Oshima, R., Murayama, I., Inagaki, S., Nakayama, H., Yamaguchi, E., & Takenaka, M. 2002 Design experiments for integrating a CSCL technology into Japanese elementary science education. In G. Stahl (Ed.), *Proceedings of CSCL2002*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates. Pp.613-614.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. 1996 Student communities for the advancement of knowledge. *Communications of the ACM*, **39**(4), 36-37.
- Shirouzu, H., Miyake, N., & Masukawa, H. 2002 Cognitively active externalization for situated reflection. *Cognitive Science*, **26**, 469-501.

謝 辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金（基盤研究(BX2)）「深い理解を促進する協調的学習支援環境の研究」から助成を得て実施された。また、この研究は中京大学大学院情報科学研究科及び情報科学部認知科学科において三宅なほみを研究代表者として遂行されている協調学習研究プロジェクトの一部として行われ、文部科学省ハイテク・リサーチ・センター整備事業「ネットワーク主導型協調的知的活動支援に関する基盤的研究」、科学技術振興事業団戦略的基礎研究推進事業研究領域高度メディア社会の生活情報技術「高度メディア社会のための協調的学習支援システム」として助成を受けている。また本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金（特別研究員奨励費）から助成を得て実施された。ご指導頂いた三宅なほみ教授、放送大学の波多野誼余夫教授に深く感謝致します。また査読者の方々、TAを担当した湯浅且敏氏、上谷佳誉氏をはじめとした三宅研究室の方々に感謝致します。

(2002.1.9 受稿, '04.3.11 受理)

Collaborative Knowledge Construction : Learning in Undergraduate Cognitive Science Courses Supported by an Enhanced Note-Sharing System Technique

HIROYUKI MASUKAWA (FACULTY OF EDUCATION, SHIZUOKA UNIVERSITY) JAPANESE JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, 2004, 52, 331-343

The present paper describes the curriculum of two courses and the evaluation of a collaborative knowledge construction method used in introductory cognitive science classes for undergraduates. In 1998, a curriculum on problem solving consisted of 3 phases: reviewing the literature, making relations, and integrating. The students collaboratively surveyed literature on the topic of their choice from a given selection, exchanged survey results with each other, and wrote reports on the integrated results. These collaborative activities were supported by an enhanced note-sharing system called ReCoNote, which helped each student construct his/her own knowledge collaboratively. The log-data pattern was analyzed by comparing it to a hypothesized ideal learning model. The students were found to be referring actively to others' notes and making relations as the model had hypothesized. The more active groups turned in higher quality reports with integrated summaries of the fundamental characteristics of human problem solving. In 2000, the curriculum was expanded to cover a wider range of the basic literature of cognitive science. The students engaged in active collaboration, and their reports demonstrated a higher degree of integration of knowledge. The improvements in the curriculum, the system, and its use all appeared to contribute to enhancing the quality of their learning.

Key Words : collaborative learning, making relations, note-sharing system (ReCoNote), jigsaw method, undergraduate curriculum