

## 協調作業による理解深化支援

三宅なほみ\*、益川弘如\*\*、野田耕平\*\*、森孝行\*

中京大学情報科学部\*、中京大学大学院情報科学研究科\*\*、中京大学文学部\*\*\*

〒470-0393 愛知県豊田市貝津町床立 101

0565-45-0971

nmiyake@sccs.chukyo-u.ac.jp, masukawa@grad.sccs.chukyo-u.ac.jp, noda@grad.sccs.chukyo-u.ac.jp

あらまし 本報告は、協調作業を、複数の人が同じ問題を互いに相互作用をもちながら解こうとする作業と定義し、協調作業の場を活用して参加者がそれぞれの学習理解を深化させることを支援する方法について、その原理と考えられるものを整理し、そのような整理に基づいた実践的なカリキュラムやシステムの紹介と評価を試みた。

支援可能な協調作業過程として、1)外化過程そのものの支援、2)共有過程の支援、3)吟味過程の支援、の3つを取り上げ、Jigsaw 形式による協調作業活動、CArD, ReCoNote というシステムによる支援を実例として解説する。

キーワード 協調作業、理解深化、外化、共有、吟味

### Supporting conceptual understanding by collaborative learning Processes

Naomi Miyake\*, Hiroyuki Masukawa\*, Kouhei Noda\*, Takayuki Mori\*\*

School of Computer and Cognitive Sciences, Chukyo University\*

Faculty of Letters, Chukyo University\*\*

101 Tokodate, Kaizu-cho, Toyota. Aichi, 470-0393 JAPAN

81-565-45-0971

nmiyake@sccs.Chukyo-u.ac.jp, masukawa@grad.sccs.chukyo-u.ac.jp, noda@grad.sccs.chukyo-u.ac.jp

Abstract In this report We define the learning collaboration as the situation where participants interactively collaborate to Solve the shared problem. The factors we try to Support include the externalization Process of learning, sharing the externalized outcomes, and reflective activities on such outcomes, through the active use of support systems and curriculums under development. As concrete examples, the Jigsaw class formation for sharing information, the CArD (Card Arrangement Displayer) for reflective reading, and the ReCoNote (Reflective Collaboration Note) for reflective and collaborative learning are introduced with evaluation reports gained from actual classroom practices.

key words Collaboration, conceptual understanding, externalization, sharing, reflection

## 協調作業とはなにか

本報告では、協調作業を、複数の人が同じ問題を互いに相互作用をもちながら解こうとする作業と定義する。そう定義した時、協調作業の利点は、

1)参加する個々人がそれぞれの認知過程の中途結果を外化しようとする自然な状況が生まれること

2)それらの自然な外化結果が、外化した本人を含めて参加者の持つ複数の視点からの吟味の対象になり得ること

3)それらの吟味を受けることによって、外化された内容が修正、改定される機会が増え、それによって個々人の学習、理解が深まる場合があること

だと考えられる(三宅、1985)。言い換えれば、報告者らは、協調作業を参加者個々人が各自自分一人では極めにくいところまで自分自身の理解を深める機会が提供される場として据える。

本報告は、このように定義した協調作業の場を活用して、参加者がそれぞれの学習理解を深化させることを支援する方法について、その原理と考えられるものを整理し、そのような整理に基づいた実践的なカリキュラムやシステムの紹介と評価を試みる。

ここで「同じ問題」とは、ある視点、例えば教師や実験者といった特定の視点から見て同型の問題であることが説明可能である場合、それらを「同じ」問題とする。問題解決過程はその第一段階として問題そのものの理解、解釈が要求され、その理解、解釈はそれぞれ個人的なものだと考えられるから、例えば教師から見て「同じ」問題であってもそれが複数の学習者から見て「同じ」問題であるという保証はない。むしろ、協調作業の特徴の一つは、参加する個人によって詳細なレベルでは問題の捉え

方が異なるところにある。そのようなずれが、個々人が自分たちの成果を持ち寄った時に互いの間のずれとして認識され、個々人をそれぞれの理解深化に導く可能性がある。

また、定義の中にある相互交渉は、ことばによるやりとり、図やメモなどを媒介にした意見交換などから互いの考えていることへの質疑や建設的批判、それらへの応答を含む。これらの相互交渉が起きるためには、参加者個々人が内的に持っている内的モデルが何らかの形で外化され、共有、吟味される必要がある。

## 理解支援の諸側面

協調作業によって理解深化を支援するには、上で説明したようないくつかの異なる側面を支援する方法を合わせて考える必要があるここではそれらの中から、

- 1)外化過程そのものの支援、
- 2)共有過程の支援、
- 3)吟味過程の支援

の3つを取り上げる。

外化過程の支援としては、第一に、従来から思考外化物として利用されてきたノートやメモ、発話などに注目し、それらをよりその場の課題に直結した形で外化しやすくする工夫が考えられる。テキストやモデル生成による外化は効果も大きいですが、外化そのものにかかるコストもかなりなものである。発話はその点外化しやすい媒体であり、音声によるメモなどは発話支援の工夫の一つとして考えられるが、現在の技術では未だ入力の実用性や検索性の低さなど、特有の問題も抱えている。また、発話などきわめて身近な外化に関しては、その効果そのものが過小評価されてきた可能性もある(三宅他、1998)。

共有過程の支援としては、まず協調作業に

参加する個々人の試行や思考の遺程の中途結果が他のメンバーからも具体的に見え、また利用可能であることが目指される。一般に協同学習支援用のノートシステムなどではこのようなシステムが作り出されさえすればそれがノートの共有を促すと考えられているが、そもそも参加者ひとりひとりが提供すべき内容を持っていないければ共有というシステムそのものが働かない。さらに、ノートが共有されるためにはそれなりの理由がなければならない。共有過程を支援するためには、人がどのようなときに他人の意見を求めるものかなど、人の認知活動の契機についての洞察も必要である。

理解における吟味の重要性はこれまでもくり返し取り上げられてきたものの、吟味することによって具体的にどのような利益があるのかがはっきりしていない。そのため、吟味過程を直接支援することを狙った支援システムもまだ数少ない。吟味過程の支援がやりにくい理由の一つは、吟味にはそれなりの時間がかかることがあげられる。現実の教授場面では、教わった内容や理解した過程、あるいは例題を解いた過程そのものを振り返って吟味するための時間が確保されていない。吟味の効果が漠然としか捕らえられていない現状では、教授のコストパフォーマンスを考えた場合、新しい内容の教授のほうが、すでに学んだことの再吟味より効率がよいと考えられがちである。吟味の効果をはっきりさせるためには、効果の評価方法そのものをかえる必要もある。吟味の果たす役割を十分解明した上で、どのような吟味をどう支援することが学習や理解の深化につながるのかを明らかにして行く必要がある。

## 理解支援の条件

上記の考察を踏まえ、ここでは、外化、共有、吟味のそれぞれの過程について、それが支援可能になるにはどういう条件が満たされる必要があるかを具体的に考えてみたい。

外化の支援に関しては、

- ・外化すべき内容があること
  - ・外化が容易に実行できること
  - ・外化過程が保存可能であること
  - ・外化過程のやり直し、最初に戻っての再現が可能なこと
- などが考えられる。現在では、文章のほかにも、音声による発話記録やビデオによる動作記録の保持が容易になってきている。これらの媒体をうまく利用することによって、外化そのものを容易に実行可能にする工夫が今後もっとなされるべきだと考えられる。

外化過程の保存、外化過程そのものをやり直したり、最初に戻ってたどりなおしたりできることの重要性は、それらの過程の記録が取りやすくなった近年にわかに注目されるようになってきた。他人のやり方をそのまま対象化し、そこで何が起きていたのかをたどることによって、また自分自身のやり方を振り返って他人のそれと比較することによって、人は、多くのことを学ぶ可能性がある。

共有の支援に関しては

- ・ノート、メモなどさまざまな形のものが簡単な手順で参照可能なこと
  - ・ノートなどの作成過程、そこで利用された参照物や作成環境などが同時に入手可能なこと
- などの技術的な側面に加えて、共有されたものが何のために使われるのかという共有目的の把握が重要である。このことと深く関連するのは、グループの成員がそれぞれ互いに知らないことを数え合おうとするときに共有が促進される、という現象である。互いが相手の

知らないことを知っており、共通目的のために相手に自分の知っていることを知らせたいと思うような状況を作り出すことが共有のための目的を設定することにつながると考えられる。

吟味過程を支援するための具体案、条件としては、

- ・吟味そのものが明確な意味を持つ過程としてその場の活動に組み込まれていること

- ・吟味のための具体的な作業が明確に指示されていること

- ・吟味のための時間的余裕が確保されること

などが重要だと考えられる。人が、成功経験を持つ課題解決過程について注意深い吟味を行わない傾向があることは、問題解決研究ではよく知られている。現実の問題に対処する多くの場合、まずその問題が解けることが一義的に重要であることが多いことを考えれば、この人間の特性には十分正当性がある。その正当性を超えて吟味に意味を持たせるには、吟味によって何を得ようとするのかを明確にしておかなくてはならないだろう。

## **理解支援の試み**

以下では、以上のような考察の上に、現在試みている協調作業による理解支援のためのカリキュラムと支援システムの機要を紹介する。

### **共有のための動機付け**

#### **一変形 Jigsaw カリキュラム**

他人の知らないことを他人に説明する状況を作り、クラスの中での教え合い、情報共有を支援する方法として、Jigsaw 形式と呼ばれる協調学習形態がある (Aronson & Patnoe, 1997; Brown, 1992)。この方法では、クラ

ス全員が一つのことを学ぶのではなく、3 分の 1 なり 4 分の 1 なりをそれぞれの成員が負担する。その上で、それぞれ別の 3 分の 1 (あるいは 4 分の 1) を担当したものが 3 人 (あるいは 4 人) 集まって互いのもつ情報を交換、比較対照する機会を設ける。これによって、自分の担当した部分についての理解を深め、同時に他人から提供される情報と結びつけて全体を理解する。

Jigsaw 形式による情報共有には 3 つのステップがあると考えることができる。

Step1: あるテーマ A について知識を貯える

Step2: テーマ A を共有する他人と A についての理解を確認し合い、A について知らない人に説明するにはどうしたらいいかを検討する。

Step3: 新たに形成されたグループで、A について説明可能な唯一のメンバーとして、他のグループの成員に A を説明する。同時に他の成員からそれぞれが専門とする他のテーマの説明を受ける。

Step3 の後に、もう一度各テーマの専門グループに戻り、他者への説明の機会を通して得た吟味のための視点を持ち寄ってテーマ A を深める、という活動を step4 とすることもできる。

Jigsaw 形式は各ステップの実施時間を調整することによっていくつものバリエーションがあり得る。各ステップに数週間を当て、半期の授業のほとんどを使っていくつかの重要テーマをカバーすることも可能である。90 分の授業の中で、3 種類の資料を配り、各自で与えられた資料を読み、同じ資料を読んだもの同士で内容を確認し他者への説明を構成した後、別の資料を読んだ他者と新たなグループを構成し、各自与えられた資料について説明し合うという形で 3 種類の資料をカバーする

ことも可能である。

いずれの形をとるにせよ、Jigsaw 形式を取る場合、そこで共有しようとする資料の質と、それらを比較対照、統合することでどのような理解が目指されているのかについて明確なビジョンが必要である。

これらの協調作業は、理解のプロセスや生成したノートなどの共有およびその再吟味のためのツールがあることによってやりやすくなり、その成果を発揮しやすくなると考えられる。

### 読みのプロセスの再吟味ツール

#### ・-CArD(Card Arrangement Displayer)

CArD(Card Arrangement Displayer)は、文章を文または節の単位でカード化しそれを画面上に自由に配置しながら読み進めることで、文章の意味的構造の理解支援を目的としたシステムである。カードの配置の軌跡や配置された形状そのものが、文章を読み取っていく上でその構造的な意味を構成するプロセスの外化である。この配置を要請しその履歴を吟味することが読解プロセスを支援する可能性がある。

現在評価中のシステムは、VisualBasic5.0 で開発したもので、MS-Windows95/98 上で動作する(図 1)。

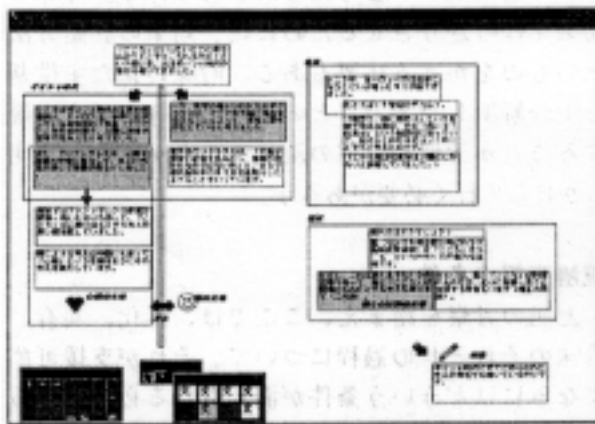


図 1 : CArD の実行画面

まず最初にカード化して読みたい文章を、あ

らかじめ保存されているテキストファイルから「読み込む」。システムは、読み込まれた文章を改行を区切りの単位としてカード化し、文章順に重ねて表示する。このカードを文章順に上から、マウスを用いて自由に画面上に配置しながら、文章を読み進めていく。複数のカードの選択や、移動も可能である。カードの内容を強調したり分類するために、カードに「色」(地が白で、文字が黒、赤、青、緑、または文字を黒で、地が灰色、赤、青、緑)をつけることが出来る。カードのサイズを変更したり、新規カードを作成する機能も備わっている。また、気付いたことや見出し等のコメントの入力も可能であり、カードと同様に自由な配置や色の変更が可能である。カードの特徴や、カード同士の関係を示す矢印やマークなどのビットマップ形式等のピクチャーを配置することも可能である。

複数のカードを一つのかたまりとして示すためのシートという機能がある。シートは、全てのカードの下層に配置され、シートの移動時にはそのシート内や境界線上にあるカードやコメントなどのオブジェクトを一度に移動することが可能である。また、シートを 1 つの小さなカードに畳むことも可能である。その他の機能としては、簡易印刷機能、保存機能等がある。

上記ツールの実装に先立ち、紙の上で、カードを二次元上に自由に並べながら読み進めるという方法が文章の意味の構造的な理解に対してどのような促進効果を持つのかを実証的に検討した。

このような方法で読ませると、特に貼り方の指示を与えずとも読み手は、自分の捉えた意味の構造にあわせて自由にカードを配置しながら読み進めることができる。例えば、対比があると感じた時には左右にカードを貼り分

けたり、話の内容が変わったと感じた時にはカードの間を空けて貼るなどの行動を行う。こうすることで、読み手が文章の意味構造を構成する途中のプロセスそのものが外化され、それを後から利用することが可能になる。

こうした自由に配置しながら読むことの理解に与える効果を調べるため、カードを文章順直列に貼りながらの読みと比較する実験を行っている。その結果、自由配置条件の方が、文章中の複雑な対比構造を踏まえた理解が促進されることがわかった。また、自分のわからない箇所を文章の書き方そのものと関連付けて捉えたり、文章の、足りない点を指摘するような意見の提出が多くみられた。

実際の配置中のプロセスデータを詳しく分析すると、自由配置条件では盛んにより広い範囲でカード同士を関係付けながらその内容について吟味を行っている(野田、1998)。カードの貼る位置に迷う行動が契機となって、カード同士の関係の吟味活動が生じた結果、文章そのものの関係性に言及した意見の提出もみられた。

外化された配置の途中のプロセスは、本人のみならず他者にとっても利用可能な情報である。従って、理解の途中のプロセスを共有しながらの協調作業への応用が期待される。

これまでに、2人1組でカードを用いながら読み進めてもらったり、配置した図を使って他の人にその内容を説明するなど、幾つかの活動を行っている。配置した図から、お互いの理解の仕方の違いに気が付き、その解釈について読論が深まるといった事例も実際に観察されている。

## 共有と再吟味支援のためのノートシステム

### --ReCoNote(Reflective Collaboration Note)

ReCoNote は、学習者が互いに教え合い、学び

合う環境を作り出すための機能を備えており、Web ブラウザ Netscape Navigator 上で動作するように開発された。ReCoNote の中には、グループでの議論や話し合った内容をお互いに書き込める「グループのノート」と、個人的に考えた内容や感想などを書き込む「個人のノート」という場所があり、システム上から直接内容を記入することができる。また、全てのノートは全員に公開されていて、学習者が互いの内容を自由に見合うことができる。設計になっている。作成したノートは、図2のように上下それぞれ異なる内容を表示して比較しながら読むことができる。

ReCoNote はお互いのノートが単に共有できるだけでなく、関連のあるノートがあればそのノート同士に相互リンクを作成して繋げる機能を持っている(図3)。相互リンク機能の特徴的な点は、リンク作成時に両方向に対して作成理由をコメントとして残すことができることである。そのためノートからノートへ間にどのような関連があるのかを双方向に吟味することができる。



図2：ノート参照画面



図3：リンク作成画面

このように、学習者は互いのノートや資料との間にどのような関連があるかについて、明示的にリンクを作成しながら、またリンクを見直しながら考えることができる。

ReCoNote を本学情報科学部認知科学科 3 年生対象、1988 年度後期に開講した「問題解決論」「インターフェイス論」に導入した。インターフェイス論では、先の Jigsaw 形式による情報共有に ReCoNote が活用された(益川,印刷中)以下、問題解決論での使用結果を報告する。問題解決論では人の問題解決過程の特徴について総合的に学ぶことを目標であった。ReCoNote のノート共有機能を活用して、まずいくつかの古典的な問題解決の研究課題からどのようなことが分かっているかをグループごとにそれぞれ調べて共有し合うことを考えた。様々な課題をみんなが分担して調べて他人に明確に伝えることができれば、それらの内容を共有し合うことができるだろう。そして、お互いに共有している内容を元に ReCoNote の相互リンク機能を活用して、それぞれの課題の同じ特徴、異なった特徴など内容同士の関連性を吟味を求め、最終的にはそれら関連性の吟味から、総合的に問題解決について理解を深めていくことを目的とした。

週 1 回の講義 13 回の具体的な授業展開はまず、古典的な問題解決研究(4 枚カード問題など 11 課題)について 1~4 人の小グループで文献を調べて ReCoNote にまとめ発表した。その際に発表間にどのような共通点があるかを考えてもらった(課題調査期間)。次に、それぞれの発表の関連を考えてもらい、グループごとに ReCoNote 上の関連のある内容同士に相互リンクを作成するよう促し、結果を発表し合った(関連調査期間)。最後に最終レポートとして人という問題解決システムの特徴を ReCoNote 上にまとめることを求めた(まとめ

期間)。

ReCoNote の使い方を覚えてもらうために授業中に講習会の時間を設けた。また、授業中グループで話し合う時にも ReCoNote が利用できるように環境を整え、授業時間外の活動時でも学内で ReCoNote を使えるよう準備した。

ReCoNote の利用者は全体で 57 人、延べログイン数は 749 回だった。ノート共有機能がうまく働いているのならば、お互いのノートを見合うという活動が活発に起きていると考えられる。他のグループのノートを実際どれだけ参照していたかを、課題調査期間後期以降のグループのノート参照ログより分析した。グループは全部で 23 ほどあり、それらのグループごとにそれぞれ自分のグループを参照している回数、他のグループのノートを参照している回数を全て数えると、圧倒的に他グループのノートの参照数が多い結果となった(表 1)。

表 1：グループのノートの参照数

| 自グループのノート | 他グループのノート | 不明  | 合計   |
|-----------|-----------|-----|------|
| 383       | 6924      | 491 | 7798 |

また、これら様々のノート同士に相互リンクが合計 189 個作成されていて、より共有しやすい状態になっていた。各グループごとに参照したグループ数を調べると(図 4)、23 グループ中 20 グループが 13 グループ以上を参照していた。その中でも 6 グループは全てのグループのノートを参照しているという積極的な利用が見られた。

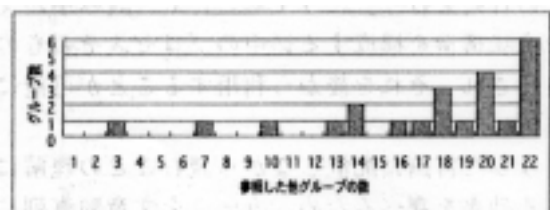


図 4：参照したグループの数

以上より、ReCoNote のノートの共有機能によって、ほとんどのグループが実際に多くの他グループのノートを参照する活動が起きていたことが裏付けられた。

本研究は、一部中京大学特定研究補助金による援助を得て実施された。

[文献]

Aronson, E., & Patnoe, S. (1997): The Jigsaw classroom, Longman: New York

Brown. A., (1992):"Design experiments: Theoretical and experimental challenges in creating complex interventions," Journal of Learning Sciences2(2),pp.141-178

野田耕平(1998):読解過程の外化による効果とその起因についての分析,日本認知科学会第16回大会発表論文集.

益川弘如(印刷中):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).

三宅なほみ(1985):理解におけるインタラクションとは何か, 認知科学選書 4「理解とは何か」東大出版会

三宅なほみ, 落合弘之, 新木眞司(1998):Learning by doing: 再訪: 表象変化に対する言語化の効果,認知科学.5(2),pP.57-68

[URL]

<http://www.crest.sccs.chukyo-u.ac.jp/projects/index.html>