

概念地図による協調活動初期段階の支援

遠山紗矢香・三宅なほみ（中京大学情報科学研究科）

1. はじめに

大学での講義など初学者が専門領域についてその基礎を学ぶ場合、多数の学習材料を統合しまとめを作っていく学習活動が必要だが、その過程は一般に困難であることが知られている。本研究では、継続的な協調活動によってこの過程を支援する試みについて、特に、学習素材テキストの情報を断片的に抜き出して編集可能にし、まとめを行う中途段階を設けることの効果を検討する。このような統合過程なかばの外化物を残すことは、多くの学習材料を統合するための協調活動を有効に行う足場となるだろう。具体的には、学習者の中途段階での知識の状態を概念地図によって外化する支援システム ReCoNote と、中途段階で一旦まとめを作るカリキュラムの両面から支援した協調学習場面の分析から、中途段階の外化を促すことが学習材料全体を統合する上で有効であることを示す。

2. 背景

様々な学習内容を統合的に解釈して知識を獲得することは、深い学びを引き起こすために有効である(Bransford, Brown & Cocking, 2000)。この学びは、大学生に求められる、テキストを読解し内容を解釈して、多様な講義間を統合的にまとめていく複雑な知識構築作業に該当する。この幅広く統合的なまとめを行う上で、断片的で未整理な状態の知識や学習者自身の考えが多数生まれるだろう。それらの間を関連付けていくプロセスを支援することで、知識構築の質を高めることができるだろう。

小学生が分数の交換法則を見出す過程を詳細に追った研究から、考えを外化することは、その考えを吟味し見直す好機会となり、個々の学習者が対象を深くわかることを助けることが指摘されている(白水, 2004)。また、Suthers ら(2002)は、大学生に対して、病気の多様な原因について外化ツールを利用して整理する課題を与えた結

果、概念地図を利用した場合の方が、表やワープロの利用者よりも質の高い最終レポートをまとめたことを報告している。これらから、大学生が、専門領域について学びを深めていく場面でも、概念地図等を用いた外化支援が有効である可能性が高いと考えられる。

しかし、専門分野の多岐にわたるリソースを解釈し、統合していく学習過程は非常に複雑である。特に、初学者にとって、統合しなければならない情報が多く、またそれら情報の表している内容の関連性が互いに見えにくい場合、時によって個々の主張に矛盾があるように見える場合もある。そのため、十分な統合的知識を獲得するには、教材など学習環境面の工夫を効果的に構築すべきだろう(Linn & Hsi, 2000)。

そこで、本研究では、学習者が中途段階の知識統合を外化しておくことで、最終的な全体の知識統合の質が向上することを検証する。中途段階までのまとめを外化し、常時編集できるよう、学習支援ツール ReCoNote によって支援した。また、中途段階で区切りをつけるために、学習材料をまとまりの良い単位で分割し、学習者に対して段階的に提供するよう授業をデザインした。知識統合の中途段階を残しておくことで、統合のプロセスが可視化されて残るため、学習者がこれまで学んだ内容に新しい学習内容を追加して全体をまとめていく支援となることが期待される。

3. 目的

現在、学習者の能動的な学びを広く促進するための、学習支援ツールの効果が明らかになってきている。特に、ツールを授業デザインの一部として組み込み、ツールと授業デザインが有機的に結びついて深い学びを引き起こす実践手法がさかんに取られるようになってきた(三宅・白水, 2003)。このような手法を用いることで、より質の高い知識統合を引き起こすツールや実践デザインを探ることができる。

そこで、本研究では、テキスト情報の部品化を促して外化させる一連の活動を、授業デザインとして組み込んで、その実態を評価した。この活動は、概念地図作成ツール ReCoNote(Reflective Collaboration Note)によって支援した。また、まとめの外化の機会を保証するため、統合過程の中途段階でシステムに外化させるよう授業をデザインした。

知識統合過程では、活動の複雑さから段階の切り分けが難しい場合が多い。しかし、中途段階のまとめを残すよう支援することで、関連付けを拡げていく際に、いつでもそのまとめに立ち返って、その先のまとめの方向性を考え直すことができるだろう。システムによる支援と、それを生かすための授業デザインによって、学習者が多くのテキストを統合する過程の外化を強力に支援すると期待される。

3. 対象実践の概要

本研究での対象は、第二著者らによる Dynamic Jigsaw の 2007 年度実践である。本実践では、A4 裏表のサイズに凝集された、認知科学に関する 5 分野×3 種類のテキストを、ReCoNote によるまとめの外化を促す環境を利用しながら、それぞれを関連付けて統合していくことが期待されている。この 15 種類のテキストを以降「資料」と呼ぶ。受講生は最終的に、「私にとっての認知科学」というタイトルで、全資料を根拠に据えながら自らの認知科学観について、自らの言葉でレポートを執筆することが期待されている。本実践は、資料数や活動時間数などについて小さな改変を繰り返しながら、最も知識統合を促す授業デザインを目指して再構成を続けてきている (Miyake & Shirouzu, 2006)。

本研究の対象実践の特徴は、テキストを 5 分野×3 資料から構成し、学習者にはまず分野内の 3 資料を関連付けてから、全 15 資料を関連付けていくよう、2 段階でまとめの外化を求めたことである。知識統合の中途段階を、一度明示的に外化しておく機会を設けることで、全体を統合していく際の土台として利用可能にすることを目指した。中途段階でのまとめを作りやすくするために設け

た 5 分野は、「言語・発達」、「知識・表象」、「知識活用」、「問題解決」、「社会・進化」という、いずれも認知科学の大きな研究分野に即したものである。資料は、例えば「言語・発達」では、子どもが言語を獲得できるのは普遍的な言語獲得装置を持っているためであること、子どもでも視覚と触覚のモダリティや視覚と知識とを連合して物理現象を認識可能であること、子供の発達についてロボティクスを利用してモデル化し段階的な発達の重要性を示したこと、といった、相互に関連の深い 3 つの資料から構成されていた。

4. 学習支援ツール ReCoNote

ReCoNote は、断片的な情報を空間配置することによって概念地図を自由に作成することができるシステムである。この支援によって、学習者が言語的に説明するのが困難な状態の知識を外化するよう促す。DJ 実践では、複数テキストの関連性を検討したり、関連性について説明したりする場面で利用する。また、ReCoNote の成果は、常時、学習者同士で相互に検索・参照可能である。

学習者が作成した典型的な ReCoNote の概念地図を図 1 に示す。このように ReCoNote では、複数の「ノート」を「シート」の上に自由に配置し、「コネクション」を用いてノート同士を関連付け、部品化された材料を元に概念地図を作成できる。ノートは、紙で行う作業での付箋にあたる。任意の内容について、キーワードや、資料内容のうち重要な部分、自らの考え等の断片情報を各ノートに自由に記入することができる。シートは、紙での作業の台紙に相当する。任意のテーマについてまとめあげる際、多様なノートを空間配置したり、関連性の強いノート間に「コネクション」を作成

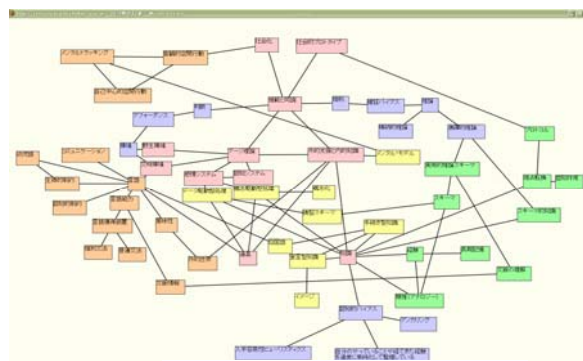


図 1: ReCoNote でのまとめ

することによって線を結び、関連付けを行ったりするための土台である。シートの上に、様々な資料の情報を書き出したノートを配置していくことで、資料間の関連性について整理する過程が支援される。

5. 対象実践の活動の段階

この 15 資料の構成によって、活動は、大きく分けて、「準備段階」と、2 回のまとめの機会、「中途段階」・「最終段階」から構成された。表 1 に各段階とその内容を示す。中途段階のまとめを作成しておくことが、最終段階で全体をまとめていく際の支援になることを期待したデザインである。本実践の流れと活動のねらいを、受講生の実際の活動で紹介していく。

受講生はまず、関連付けを行うために準備を行う。まず、15 種類の資料の中から、自分が担当したいもの、つまり「担当資料」となるものを 1 つ選ぶ。そしてその資料を、ReCoNote を利用しながら「テーマ」「証拠」等の各構成要素に分解し、各要素の中のテキストが表している内容を把握させ、構成要素を再配置して相手に伝わりやすいよう説明を組み立てる(表 1: 担当資料の内容整理)。

まとめを作っていく過程の 1 段階目の中途段階では、受講生は、構造化したテキストを元に、同分野の他 2 資料を担当していた者と 3 人組を作る。そして、互いの担当資料内容を相互に説明する。ここまでで、聞き知った資料の内容も含めて、分野内の 3 つの資料の関連性について ReCoNote でまとめることが求められる(表 1: 分野内のまとめ)。

最終段階で、受講生は、中途段階で所属していた分野がそれぞれ異なる学習者と 5 人班を作る。そして、これまでに各自が各分野で学んできた 3

資料を統合した内容について、相互に説明する。この結果聞き知った全 15 資料を、ReCoNote で関連付けてまとめるよう求められる(表 1: 全体のまとめ)。

また、この最終外化のさらに後には、「文章化」として最終レポートの提出が求められた。このため、レポートと ReCoNote の両方が最終外化物として残り、2 つを利用して知識統合度を評価可能であった。

6. 期待される学習過程

本実践では、まず準備段階で、担当資料を正確に把握することを求める際、「テーマ」「実験」「結果」などの断片にしておくよう、受講生に呼びかける。そして、これら断片的な情報を ReCoNote のノートとして保存させ、シートの上にまとめさせる。

複数のテキストをまとめる支援としては、中途段階では分野内の 3 資料、最終段階では 15 資料の内容をノートとして保存させる。このノートは、断片的な情報であってかまわない。そして、各資料についての複数のノートの間をシート上で比較し、空間配置したりコネクションを作って関連付けたりして、統合的なまとめを作っていく。断片的な情報が残りやすく、再利用可能にすることで、学習者が口頭で説明するには難しい、複数テキストを関連付けてまとめる活動を促進できると期待できる。

まとめを作成するシステム面の支援に加えて、活動に段階を設けることで、学習者は、中途段階までのまとめ、つまり本実践で言う担当分野まとめを作成しやすくなるだろう。また、中途段階のまとめを中心にすすめることで、他の分野を関連付けやすくなるだろう。こうして学習者自らが中心

表 1: 2007 年度情報知能学 の実践の構成

活動段階	活動のねらい	期待される外化物	活動期間	コマ数
準備段階	担当資料内容を正確に把握する	担当資料の内容整理 (ReCoNote)	10/9, 10/16	2
中途段階	分野内 3 資料をまとめる	担当分野のまとめ (ReCoNote)	10/30 ~ 11/13	3
最終段階	全 15 資料をまとめる	全体のまとめ (ReCoNote)	12/18, 1/8	2
文章化	全 15 資料のまとめを文章化する	最終レポート	~ 1/28(〆切)	-

となって知識を作り上げる活動によって、多資料の統合が可能になるだろう。

さらに、担当分野のまとめが概念地図で表されていることによって、新しい情報を断片的な形で追加したり、断片間の関連性を吟味したりしやすくなる。このことが、理由を伴った関連付けとしてしばしば表れる、学習者の緻密な吟味活動を支えるだろう。以上によって、中途段階の ReCoNote まとめが中心となった知識統合が引き起こされると考えられる。

7. 分析対象

2007 年度秋期、中京大学情報知能学科 2 年生を対象に開催された必修授業「情報知能学」(担当教員: 三宅なほみ・白水始ほか)での、DJ 活動の全 12 回(10/9~1/8)を対象とした。なお、本実践の受講者のうち、授業最後に ReCoNote による 15 資料全体のまとめと最終レポートの両方を提出し、全授業回の 2/3 以上出席していた 29 名分を分析対象とした。なお、ReCoNote の作成者が明確でない場合は分析対象から除外した。最終レポートも同様に、29 名分を対象とした。ただし、分析対象者のうち 1 ペアは担当資料が同じであり、常に ReCoNote を共同で作成していたため、それぞれの学習者のレポートを採点したのち、2 名の平均を求めて 1 名分に換算した。

8. 結果

中途段階のまとめを外化しておくことが最終的な知識統合度を高めることを検証する。ReCoNote を利用して中途段階のまとめである「担当分野まとめ」を作成していた学習者の方が、全資料の最終的な知識統合の成果が高いだろう。そこで、学習者全体を、ReCoNote の担当分野まとめの有無で分類し、最終レポートにまとめられた内容の分析から、知識統合度の差を比較した。

8.1. 学習者の分類

DJ 活動の中で、ReCoNote を利用して資料間を関連付けてまとめる機会は、中途段階と最終段階の 2 回が確保されていた。また ReCoNote への外化物としては、準備段階の、担当資料のまとめもある。

分析対象者 29 名について、ReCoNote にまとめを外化していた活動のタイプで学習者を分類し、表 2 に示す。

表 2: 中途まとめで分類される学習者タイプ

タイプ名	ReCoNote	人数	割合
中途まとめあり	中途 最終	7	24%
中途まとめなし	担当 最終	12	41%
最終のみ	最終	10	35%

まず、中途段階の時点で、担当分野のまとめを作成していた学習者が 7 名であった。これら学習者は、授業デザインで意図されていた中途段階でのまとめを行う機会を十分に活かすことができ、最終的な知識統合度が高いことが期待される。以降この 7 名を、「中途まとめあり」群と呼ぶ。

これに対して、担当資料をまとめ、全体のまとめを作成していたが、中途段階で担当分野のまとめを行っていなかった学習者は、12 名であった。このタイプの学習者は、いわば関連付け前の段階と、全てを関連付ける最後の段階を外化したのみであり、中途段階が欠落している。このため、最終段階での知識統合は中途まとめあり群よりも行いにくかったと考えられる。これら学習者を以降「中途まとめなし」群と呼ぶ。

そして最後に、各段階では ReCoNote にまとめを作っておらず、資料全体のまとめのみを作っていたのが、10 名であった。この群の学習者は、活動期間には一切 ReCoNote にまとめを作っておかなかったため、全体を一度に統合しなければならない。この活動は困難が予想され、全体の知識統合は起こりにくかったと考えられる。この群を「最終のみ」群と呼ぶ。

これら 3 タイプのうち、中途まとめあり群の学習者の知識統合度が平均して高ければ、中途段階でまとめを作成しておくことの意義を検討できる。そこで、中途段階で作成されていた最終段階での知識統合度を分析するために、最終レポートから知識統合度を評価する。

8.2. 最終レポートの評価

最終レポートは、学習者が最後に提出する、知識統合の成果物である。ここでは、「私にとっての

認知科学について、これまでに学んだ 15 資料を根拠に語る」というテーマに対して、5 分野の 15 資料全体を統合的にまとめることが期待される。

15 資料の関連付けの深さによって、最終レポートを、以下 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。人数内訳は、4 点が 4 名、3 点が 6 名、2 点が 14 名、1 点が 5 名であった。本分析対象全 29 名の平均点は、2.3 点であった。

学習者の 3 タイプ別に、最終レポートの平均点を求めた結果を図 2 に示す。図から明らかなように、「中途まとめあり」群の学習者は、最終レポートの平均点が 3.2 点と最も高かった。これに比べて、「中途まとめなし」群は 2.1 点であり、大きな差があった。また、「最終のみ」タイプの学習者は、1.9 点と最も低い点数であった。

以上より、関連付けを中途段階でまとめて表す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、自らの考えを述べるほど知識統合度が高まっていたと考えられる。

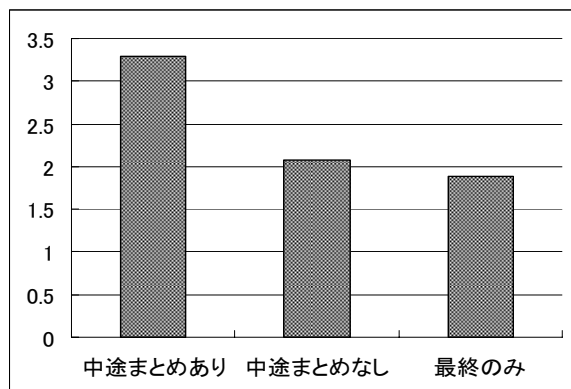


図 2: 最終レポートの平均点

8.3. 最終 ReCoNote の中途段階の利用度評価

上記の結果が、実際に中途段階で外化された学習者の考えを協調的に吟味する活動で支えられていたかどうかを確認するために、概念地図がどれ

ほど活用されていたかを調べた。

分野のまとめが有効に利用される 1 つのケースとして考えられるのは、分野間を関連付けていく際に、分野のまとめを中心に据えて他分野をつないでいくやり方である。この方法では、学習者は ReCoNote 上にある担当分野の情報を、他分野の断片的な情報とコネクションで結び付けていくことで、関連性を吟味していく。このような分野中心のまとめが実際に行われていたかを分析するために、最終段階の ReCoNote に配置されていた各ノート分野を同定した。そして、それらノートから伸びているコネクション数をかぞえ、どの分野のノートから最も多くのコネクションが出ているか分析した。

結果を表 3 に示す。中途まとめあり群は全員が、担当分野のノートから多くのコネクションを作成して、他分野を結びつけていた。中途まとめなし群や最終のみ群では、担当分野を土台にした関連付けを行う者は少なかった。ここから、中途まとめを作成しておくことで、担当分野を中心に置いたまとめが作成されやすくなったと考えられる。

表 3: 担当分野を中心にしてまとめた学習者

	人数	担当分野中心でまとめた人数	割合
中途まとめあり	7	7	100%
中途まとめなし	12	6	50%
最終のみ	10	1	10%

また、これら担当分野中心での関連付けを行った学習者が、そうでなかった学習者と比較して、より多くの分野を関連付けていたかを調べた。結果を表 4 に示す。3 つの群の学習者全てについて、担当分野を中心にしてまとめた学習者は、他分野を中心にまとめた学習者よりも多くの分野の関連性を明記することができていた。また、中途まとめあり群ほど、関連付けた分野数が全体的に多かったと言える。最終のみ群で担当分野を中心にしてまとめた学習者は 1 名だったため、この学習者のみが特殊だった可能性が否定できないためである。

これら 2 つの結果から、学習者が中途段階をまとめて外化しておくことによって、中途でまとめた担当分野を中心にして、関連付けを行いやすい可能性が見出された。また、中途まとめの成果を

中心に関連付けを拡げることによって、より多くの分野間を関連付けることができる可能性も示唆される。

表4: 関連付けられた分野数の平均

	関連付け分野数 (平均)	
	担当分野中心	他分野中心
中途まとめあり	3.3	—
中途まとめなし	2.6	1.6
最終のみ	4	2.4

8.4. 最終 ReCoNote の関連付け活動評価

本実践は、分野の枠をこえた全資料の深い関連付けによる知識統合を目指している。そこで、関連付けの理由が明記され、分野間を関連付けているケースを、最終段階の ReCoNote から調べた。

結果、図3に示すように、中途まとめあり群ほど、分野をこえた関連付けを行い、その理由を述べる事ができていた。また中途まとめあり群は、これら理由のうち 2/3 が、担当分野に関連するものだった。以上から、中途段階でまとめを行うことが、幅広く深い関連付けを行う上で有効だと考えられる。

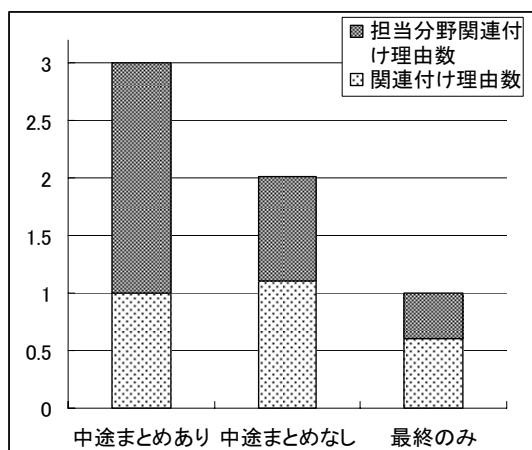


図3: ReCoNote の関連付け理由件数

9. 考察

多数のテキストを統合する際、いくつかのテキストからなる中途段階のまとめを作成できるよう支援することによって、知識統合が深まることがわかった。また、このような学習到達度は、中途段階のまとめに多数のテキストを関連付けていくことで実現されていた。なお、理由を伴った有意義なつながりは、中途段階のまとめを拡張してい

ることが多いことも確認された。

これらの学びは、中途の段階までで、まとめを随時編集・拡張できるシステムによって強力に支援された可能性がある。実際、中途段階のまとめを作成していなかった学習者は、関連付け件数が少なく、深い関連付けも少なかった。このことは、授業デザインの工夫による支援に加えて、外化を促すシステムによる支援の効果を示していると考えられる。

今後は、このような中途段階でのまとめを作成しておくことの実践に戻して、幅広い情報を関連付けていく際の足場としての実効力を高めたい。そして、より幅広い学習者が有効に活用できる知識統合支援を構築したい。

謝辞

本研究は第二著者を代表者とする JST/SORST, 科学研究費補助金の支援を受けて実施された。

文献

- Bransford, J. J, Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How People Learn*. National Academy Press.
- Linn, M. C., & Hsi, S. (2000). *Computers, teachers, peers*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- 三宅なほみ・白水始. (2003). *学習科学とテクノロジー*. 放送大学教育振興会.
- 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.
- 白水始. (2004). *協調学習における理解深化過程の分析：発話を対象とした分析方法の提案*. 中京大学博士学位論文.
- Suthers, D. & Hundhausen, C. (2002). The effects of representation on students' elaborations in collaborative inquiry. *In Proceedings of Computer Support for Collaborative Learning 2002*, 472-480.