

令和5年度

修士論文

協働学習における理解の比較と整理を支援する  
ための再構成型概念マップによるグループ活動  
環境の設計・開発

指導教員 林 雄介 教授

広島大学大学院 博士課程前期

先進理工系科学研究科

先進理工系科学専攻 情報科学プログラム

M220235 田中恒成

令和6年2月21日 提出

## 概要

協働学習とは、「子供たち同士が教え合い学び合う協働的な学び」と定義され、学習者自身が活動の主体となって、議論や対話を中心に進められる学習の形態である。

協働学習には、議論対象への理解を深める効果が期待でき、学校授業における既習事項の振り返りにも有効である。その背景には「互恵的学習」や「マルチヴォーカリティ」といった概念が関係している。これらはいずれも、学習活動の場に他者の視点が存在することで、新たな理解を得られたり、既存の理解を修正したりする機会が学習者に与えられるというものである。

協働学習の基本的特徴の1つとして「構造化」されていることが挙げられる。協働学習の典型的な構造は「課題明示→個人思考→集団思考→振り返り」とされる。課題明示では、グループワークの目的や目的達成のための手続き、学習目標などについて、学習者に明示する。「個人思考」では、1つ後段の集団思考の準備と位置付けられ、明示された課題に対して学習者は自分なりの理解を整理する。「集団思考」では、実際にグループワークが実施され、グループ内で合意を形成する。最後に、「振り返り」では、必要に応じてクラス全体で意見を交換し、共通認識をつくる。

以上のプロセスで、学習者による対話は、主に「集団思考」において実施される。その集団思考において、共同体の中で知識を共有し、新たな意味を協働的に付け加えるようなサイクルが Stahl によってモデル化されており、それは「協働的知識構築過程」と呼ばれる。これは、共同体において、個人の理解を言語化し、表明し合い、その根拠をもとに議論する中で、用語の意味や異なる視点との交渉を経て合意を形成、その合意を外化した文化的人工物を作成する、という流れである。

教育学や学習科学等の分野において、ICT の利用による協働学習支援について広く研究されている。それは、「コンピュータに支援された協働学習 (Computer-Supported Collaborative-Learning: CSCL)」と呼ばれ、コンピュータとネットワーク化された装置によって促進・媒介された協働学習と定義される。

日本の学校教育現場では文部科学省の「GIGA スクール構想」によって、学習者1人に対して情報端末1台が与えられるという環境が整備されてきており、学校教育現場への CSCL 導入の追い風となっている。

実際に学校教育現場に導入されており、協働学習にも利用されているサービスとして、「ロイロノート・スクール(以降、単に「ロイロノート」と呼ぶ)」がある。ロイロノートは、教育現場での使用を目的としたクラウドベースの学習支援ツールである。また、オンラインホワイトボード機能を備えており、この機能によって、学習者間、あるいは学習者-教師間のインタラクティブなコミュニケーションを促進することができる。その特徴を利用して、個人思考ではホワイトボードで学習者個人の理解を整理し、集団思考では各学習者

の個人思考の成果を相互に参照し合いながら、新たなホワイトボード上にグループの理解を整理する、という協働学習を実施することができる。

ロイロノートでは、集団思考において、学習者個人の理解を収集するステップが支援されている。協働的知識構築過程モデルで説明すれば、学習者個人の理解を言語化し、表明し合うプロセスが支援されている。しかし、それ以降のプロセスについては、議論に関する学習者のコンピテンシーに大きく依存している。このような現状にあって、教師の役割は、学習のファシリテータとして議論のルールを設定し、それを学習者に共有することである。それには、課題明示で議論のルールを示すことに加え、集団思考中の学習者がルールを実行できるように導くことも含まれる。しかし、学習者主体の自由な議論が行われる集団思考では、教師が学習者の逸脱を検知して修正するような介入を適切に行うことは難しい。よって、既存手法で可能となった班員の理解を収集する過程以降のプロセスも含めて、実行を支援する仕組みを備えた協働学習環境が必要である。

以上の背景から、本研究では、必要なプロセスを意識しながら議論することで、グループ内で適切に理解を構築できるような協働学習環境を、情報システムとして実現することを目的とする。

まず、協働的知識構築過程を具体的に実行可能な形にするために、本研究で直接的に扱うプロセスは、「班員の理解の収集→比較すべき理解の発見→理解の統合」である。「班員の理解の収集」では、班員が持っている理解を網羅的に収集する。その際、学習者がその理解を持っている根拠も併せて収集することが望ましい。既存手法(ロイロノート)で支援が実現しているのは、このステップである。次に、「比較すべき理解の発見」では、学習者の理解を比較するための基準を定め、その基準に沿って、比較すべき(=議題とすべき)理解を探す。そして、「理解の統合」では、議論が行われ、グループで協働的知識の形成がなされる。このとき、全員の理解とその根拠をもとに議論を進め、合意を得る。

本研究では、「比較すべき理解の発見」の支援のために、学習者の理解を比較しやすい形式を協働学習に適用し、「理解の統合」を支援するために、議論をシステムの操作としてタスク化し、実行できるようにする。

まず、「学習者の理解を比較しやすい形式」として、本研究では「Kit-Build 概念マップ(以降、「KB 概念マップ」と呼ぶ)」の「重畳マップ」を利用する。概念マップとは、概念を表すノードと、概念間の関係を表すリンクによって構成される意味構造の図的表現である。その中でも、KB 概念マップは、再構成型の概念マップと呼ばれ、その利用の流れは以下である。まず、教師が学習目標を表したものである「ゴールマップ」を作成する。次に、ゴールマップを分解して「キット」を作成し、全学習者に同一のキットを配布する。そして、学習者は、そのキットから、自分の理解に沿ってマップを再構成し、学習活動を実施する。ゴールマップと学習者マップはすべて同一の部品から構成されているため、KB 概念マップは機械的な診断に適した形式である。この特徴を活かして、複数の学習者をグループとみなして、そのマップを機械的に重ね合わせることで、「重畳マップ」と呼ばれるマッ

## 概要

プを作成することができる。重畳マップは、グループ内に存在する理解がすべて反映されたマップである。また、「比較すべき理解」＝「あるリンクと種類が同じで配置が異なるリンク」として明確化できる。よって、重畳マップは学習者間の理解を比較しやすい形で収集できる形式だといえる。

KB 概念マップを利用した協働学習として、本研究では以下のような流れを提案する。個人思考では、KB 概念マップの再構成活動によって、既習事項に対する学習者個人の理解を整理する。集団思考では、提案システムを利用しながら議論を進める。まず個人思考の成果物である学習者マップ(=以降、「個人マップ」と呼ぶ)を重ね合わせることで重畳マップを作成し、学習者に表示する。重畳マップには、グループ内に存在する理解がすべて反映されているので、重畳マップの表示は学習者の理解の収集を支援となる。次に、学習者は議論するリンクを決めるために、画面上のリンクをクリックして選択する。すると、そのリンクと種類が同じで接続されているノードがことなるリンクがハイライトされて表示される。このハイライトされたリンクは比較すべき(=議題とすべき)リンクであり、これが提案システムにおける「比較すべき理解の発見」の支援である。学習者の意見がまとまり、比較すべき理解の中から、どのリンクを採用すべきか決定したら、「採用ボタン」をクリックしてそれを採用する。こうすることで、グループ内での合意が具体的に客観化・形式化される。また、リンクに対して下した結論は、リンクの色や線の種類の変化により、議論中、常に確認することができる。以上が「理解の統合」の支援である。提案システムでは、上記のプロセスを必要な数だけ繰り返して、すべてのリンクに「採用」「却下」の状態を割り当てることが学習者の操作としての目標となる。

提案システムの評価のために、既存手法(ロイロノート)を利用した協働学習と、提案システムを利用した協働学習の2つの授業を実践し、その効果を比較した。

リサーチクエスションは、提案システムを利用した協働学習では、学習目標に集中して議論できるか(RQ1)、必要な議論プロセスに集中して議論できるか(RQ2)、の2つである。

RQ1 の評価には、振り返りで学習者に文章で記述させた「授業まとめ」の採点結果を用いた。また、RQ2 の評価には、必要なプロセスを実行できたか、学習者が主観的に評価したものであるアンケート結果と、プロセスを実行した結果として得られるチームマップの情報をを用いた。

結果、まず、RQ1 について、授業まとめの得点は、提案システムを利用した協働学習の方が、既存手法を利用した協働学習よりも統計的に有意に高いことが確認されたため、RQ1 は達成された。

次に、RQ2 について、まず、アンケートの結果は、全項目において、提案システムを利用した協働学習の方が、既存手法を利用した協働学習よりも統計的に有意に肯定的な評価が多いことが確認された。また、チームマップについては、7/8 のチームが完成させることができている。以上から、RQ2 は達成された。

残された課題は、議論プロセスの詳細な分析や、さらなる機能追加などがある。

## 目次

概要.....	2
目次.....	5
図索引.....	7
表索引.....	8
第1章 はじめに.....	9
第2章 協働学習の支援と課題.....	10
2.1 協働学習とは.....	10
2.1.1 一斉学習.....	10
2.2.2 協働学習.....	10
2.2 協働学習の利点.....	10
2.2.1 互惠的学習.....	10
2.2.2 マルチヴォーカリティ.....	11
2.3 協働学習のプロセス.....	11
2.3.1 協働学習の構造.....	11
2.3.2 協働的知識構築過程.....	12
2.4 ICT を利用した協働学習環境.....	13
2.5 協働学習が抱える課題.....	14
第3章 研究の目的.....	15
3.1 研究の目的.....	15
3.2 目的達成のための方針.....	16
第4章 手法.....	17
4.1 Kit-Build 概念マップ.....	17
4.1.1 概念マップ.....	17
4.1.2 Kit-Build 概念マップ.....	18
4.2 提案システム.....	19
4.2.1 タスクの実行支援.....	20
4.2.2 提案システムを利用した協働学習.....	22
第5章 評価.....	24
5.1 実験計画.....	24
5.1.1 実験の流れ.....	24
5.1.2 リサーチクエスチョン.....	27
5.1.3 評価指標と基準.....	27
5.2 実験結果.....	28
5.2.1 RQ1 の検証.....	28

## 目次

5.2.2 RQ2の検証.....	29
第6章 まとめと今後の展望 .....	32
6.1 まとめ.....	32
6.2 今後の展望 .....	32
謝辞.....	34
参考文献 .....	35
付録.....	37

## 図索引

図 1	協働的知識構築過程モデル [13] [14]	12
図 2	ロイロノートを利用した協働学習	14
図 3	本研究で支援に取り組む集団思考プロセス	16
図 4	各ステップに対する支援の方針	16
図 5	概念マップの例	17
図 6	KB 概念マップ利用の流れ [21]	18
図 7	重畳マップのイメージ	19
図 8	システム画面（班員の理解の収集）	20
図 9	システム画面（比較すべき理解の発見）	21
図 10	システム画面（理解の統合）	21
図 11	システム画面（完成したチームマップ）	22
図 12	提案システムを利用した協働学習の流れ	22
図 13	ウェビングマップの例	25
図 14	授業まとめの例	25
図 15	実験に使用したゴールマップ	26
図 16	実験に使用したキット	27
図 17	協働学習の種類ごとの授業まとめ得点の分布	29
図 18	①教師：教授内容をもとにゴールマップ作成（事前準備）	37
図 19	②教師：リンクの接続を解いてキットを作成（事前準備）	37
図 20	③学習者：キットからマップを再構成して個人マップを作成（個人思考）	38
図 21	④学習者：図 13 を持ち寄って議論開始（重畳マップ表示）（集団思考）	38
図 22	⑤学習者：リンクのハイライトから比較すべき理解の発見（集団思考）	38
図 23	⑥学習者：「採用」ボタンから理解の統合（集団思考）	39
図 24	⑦学習者：チームマップ完成（集団思考）	39

## 表索引

表 1 分析に使用したアンケート項目 .....	28
表 2 アンケートによる調査の結果 .....	30
表 3 チームマップの結果 .....	30
表 4 授業まとめの得点 .....	39



## 第1章 はじめに

協働学習とは、「子供たち同士が教え合い学び合う協働的な学び」と定義され [1], 学習者自身が活動の主体となって, 議論や対話を中心に進められる学習の形態である。また, 議論や対話の場における他者とのかかわりあいによって, 議論対象への理解を深める効果が期待できる [2] [3]. 京尾育楽屋学習科学の分野では, 協働学習への ICT の適用が盛んに研究されており, 学校教育現場でも, 「ロイロノート・スクール」などのサービスが導入されている。ロイロノート・スクールは, 教師-学習者間や学習者同士のインタラクティブなコミュニケーションを促進することを目指したクラウドサービスで, オンラインホワイトボードを備えている。このホワイトボードを利用することで, 学習者の理解の収集が支援された協働学習環境を, 学習者に提供することができる。しかし, 理解の収集の先では「比較すべき理解の発見」や「理解の統合」といった議論プロセスを実行する必要があるが, 既存の記述ではこれを支援するには至っておらず, 学習者の議論に関するコンピテンシーに大きく依存するのが現状である。また, 協働学習は学習者が主体的に活動する分散的な授業形態であるため, 教師が適切に介入し, 学習者の活動を修正するのが困難である。よって, 班員の理解の収集過程以降のプロセスも含めて, その実行を支援する仕組みを備えた協働学習環境が必要である。

本研究では, 上記の課題に対して, Kit-Build 型概念マップという再構成型の概念マップを利用した協働学習環境を提案する。Kit-Build 概念マップを利用することで, 重畳マップという, 学習者の理解を比較しやすい形式を協働学習に適用することができる。

提案システムの評価は, 提案システムを利用した協働学習と既存手法(ロイロノート)を利用した協働学習の2つの授業を比較することにより行った。

本論文では, まず第2章で, 協働学習について概観し, 本研究で取り組むべき課題を述べる。第3章では, 本研究の目的を明らかにし, 目的達成の方針を述べる。第4章では, 第3章で述べた方針を具体化し, Kit-Build 概念マップを利用した協働学習支援システムについて述べる。第5章では, 提案システムの評価のために実施した利用実験の結果を述べる。

## 第2章 協働学習の支援と課題

本章では、協働学習の概要について、本研究と関連する部分を中心に概観し、本研究で取り組む課題を示す。

### 2.1 協働学習とは

#### 2.1.1 一斉学習

一斉学習とは、文部科学省 [1]によれば「一斉指導による学び」と定義され、1人の教師が多くの学習者に対して、黒板やスクリーンなどを使用して一斉に教授活動を行うような、従来型の集権的な学習形態である。典型的な一斉学習においては、教師は知識の教授者としての役割を担う。学習者は情報の受け手であり、教師の説明や教科書の内容をノートテイキング等の活動により習得することを目指す。

#### 2.2.2 協働学習

協働学習とは、文部科学省 [1]によれば「子供たち同士が教え合い学び合う協働的な学び」と定義される、一斉学習とは対照的に、学習者自身が主体となって一連の活動が進められる学習形態である。普通、クラス全体を少人数グループに分割し、各々のグループで活動が進行する、分散的な学習形態である。一斉学習においては、教師は知識を与える教授者だったが、協働学習ではそれとは対照的に、学習をマネジメントするファシリテータとしての役割を担う [4] [5]。その中で、教師には、話し合いのためのルールを共有して探求的会話を促進することが求められ [6]、学習者が知識を得るための情報提供や、学習者が知識を得る過程をモニタリングし、問いかけを行う等の間接的な働きかけを行う [7]。

### 2.2 協働学習の利点

森 [8]は、授業の目的に着目した協働学習の分類として、深い理解や知識の定着を協働学習によって図ることを目指すタイプである「知識定着型の協働学習」を挙げている。本研究で扱う協働学習は、既習事項を振り返って理解を深めることであり、知識定着型の協働学習だといえる。協働学習によって議論対象への理解が深まることには、「互惠的学習」や「マルチヴォーカリティ」といった概念が背景にあるが、これらはいずれも、学習活動の場に他者の視点が存在することで、新たな理解を得られたり、既存の理解を修正したりする機会が学習者に与えられるというものである。

#### 2.2.1 互惠的学習

「互惠的学習」は協働学習の基本要素の1つとされ [9]、学習者どうしで教え合うことによる学習である。秋田 [3]は、教える側は「抽象的に理解していたことと具体的な例がつながり、理解が深まる」とし、教えられる側は「ヒントを求めたり、一緒に解いてもらったり

## 第2章 協働学習の支援と課題

して相手の行動や話を見聞きする過程で、教えられる側の子も、適切な援助を受け理解を深める」と述べている。

### 2.2.2 マルチヴォーカリティ

「マルチヴォーカリティ」の概念も、協働学習の効果を説明するうえで重要である。白水ら [2]は、マルチヴォーカルな環境について「議論の場において、異なる考えをもった他者に触れて、自らの考えを見なおす建設的な相互作用が推奨される」とし、「一人で問題を解くとき、人は自分の知識を総動員し、その場の情報を最大限活用して解を提案しているため、その妥当性をチェックするリソースが残されていない。しかし、そこに他人がいると、自分とは異なる意見に触れることで再考のきっかけを得ることができる」と述べている。従来の授業形式である一斉学習形式では、ある1つの事項を教えるのに、教科書や教師のする1通りの説明しか学習者には与えられないが、協働学習においては、グループ内に多様な理解が存在することで、学習者個人に合った説明に出会う機会が増える。また、説明を提供する側は、異なる理解を持つ他者に触れて説明を練ることにより、学習課題に対する自らの理解を見直すことになる。このように、多様な理解が議論の場に存在することが協働的な学びには重要であると指摘するのが「マルチヴォーカリティ」である。

## 2.3 協働学習のプロセス

協働学習の基本的な構造は「課題明示→個人思考→集団思考→振り返り」とされる。その中でも学習者による議論が行われるのは「集団思考」であり、その中で学習者が合意を形成して成果物を作っていくサイクルとして「協働的知識構築過程」というモデルが提唱されている。

### 2.3.1 協働学習の構造

協働学習の基本的な構造は、「課題明示→個人思考→集団思考→振り返り」とされる [10] [11]。本研究で扱う協働学習も、この構造に依拠する。

「課題明示」では、グループワークの目的と、そこに至るまでの手続き、および個人が行うべき活動内容を、事前に学習者に明示する。「個人思考」は後段の集団思考の準備であり、明示された課題について自分なりの意見を練る。「集団思考」では、実際にグループワークが行われるが、この際、各自の意見の違いを手掛かりに対話を深めていく。最後に、「振り返り」では、必要に応じてクラス全体で意見を交換し、共通認識をつくる [10] [11]。

協働学習の一連の流れの中でも、集団思考の前に個人思考を求めることが、従来のグループ学習と協働学習とを比較した際の一つの特徴だといえる [11]。安永 [11]は、個人思考の重要性について「仲間と話し合う課題について事前に自分の考えをまとめることで、仲間と対等な関係で積極的に行動できる」と述べている。

2.3.2 協働的知識構築過程

Scardamalia と Bereiter [12]は、既存の知識に新たな情報を加え、協働的に新たな意味を作り出すような学習として「知識構築(knowledge Building)」の概念を提唱している。また、Stahl [13]は、共同体における知識構築の過程を、「協働的知識構築過程」として図1のようなモデルを示した。

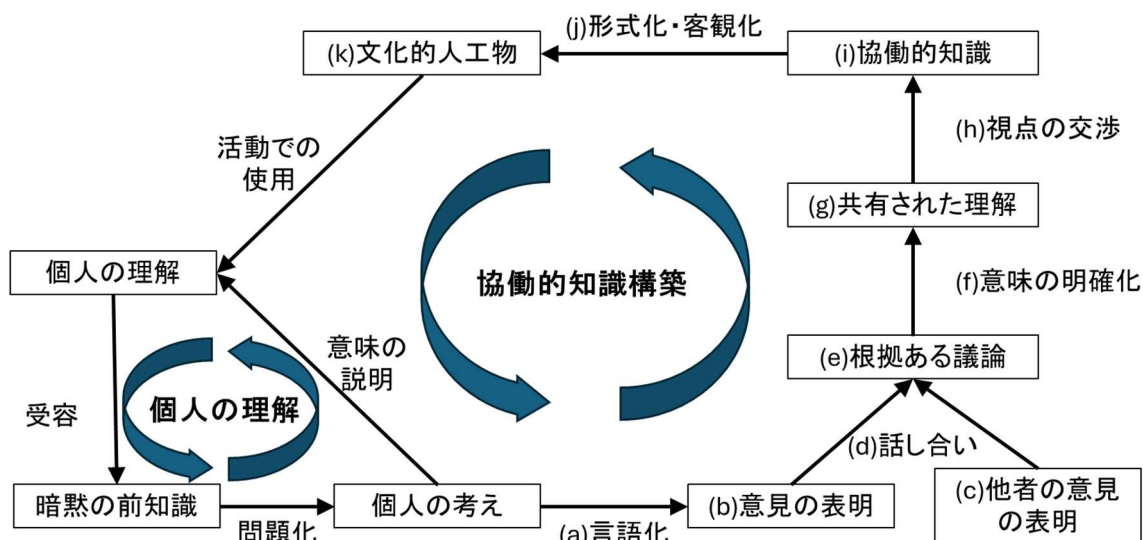


図1 協働的知識構築過程モデル [13] [14]

本研究で扱う協働学習は、新たな意味を作り出すというよりは、共同体の中に共通知識を作り上げるような活動だが、その過程もこのモデルを使ってある説明することができ、その流れは次のようなものとなる。

まず、本研究で扱う協働学習は既習事項の振り返りをテーマとしたものなので、協働学習より先に、一斉学習形式による通常の授業が行われる。そこでは、教師の発言や板書をメモしたノート、授業に用いた教科書や参考資料などが「文化的人工物」となり、学習者の「個人の理解」に反映される。それが受容されれば「暗黙の前知識」となる。

協働学習がスタートすると、先に行った通常の授業をもとに、まず個人思考では、明示された課題に対する「個人の考え」を「(a)言語化」する。

集団思考では、「(b)意見の表明」や「(c)他者の意見の表明」からスタートする。「(d)話し合い」は、誰の意見に対する意見なのか明らかにすることが重要である。そして、「(e)根拠ある議論」が行われる。この協働学習は既習事項の振り返りを目的としているので、ここでいう「根拠」は、教科書や授業中の教師の発言や板書の内容となる。「(f)意味の明確化」は、グループの中で、議論中に使用する言葉の意味を明確に定義することで、それぞれの理解の違いを明らかにしていく。「(g)共有された理解」では、「(f)意味の明確化」で定義した言葉をグループ全体で共有し、話し合いの焦点を定める。「(h)視点の交渉」では、多様な視

## 第2章 協働学習の支援と課題

点から知識を共有し、「どの理解が既習知識を再現するものか」という観点から議論し、合意を得る。ここでの合意内容が「(i)協働的知識」である。「(f)意味の明確化」は暗黙的なものであり、紙に書き出すなどして「(j)形式化・客観化」することで、「(k)文化的人工物」として、議論の結果をグループの外部からも確認できる形として明確にする。

振り返りフェーズでも、個人をグループに、グループを教室全体に置き換えることで、同様のサイクルをたどって協働的知識構築を実行することができる。このときの一連のプロセスは、集団思考の結果、学習者が授業を再現したものとして合意したものである「(k)文化的人工物」からはじまる。またここでは、教師が議論を管理し、適切な問いかけを行うことで、一連のプロセスが実行されるよう補助する。

### 2.4 ICTを利用した協働学習環境

教育学や学習科学等の分野において、ICTの利用による協働学習支援について広く研究されている。それは、「コンピュータに支援された協働学習 (Computer-Supported-Collaborative-Learning: CSCL)」と呼ばれ、コンピュータとネットワーク化された装置によって促進・媒介された協働学習と定義される [15]。

日本の学校教育現場では、文部科学省の「GIGA スクール構想 [16]」により、1人の学習者に対して1つの情報端末が与えられるという環境が整備されてきており、CSCLの追い風となっている。

実際に学校教育現場に導入されているサービスとして、「ロイロノート・スクール (以降、ロイロノートと呼ぶ)」が挙げられる。ロイロノートは、教育現場での使用を目的としたクラウドベースの学習支援ツールである。

2022年時点でロイロノートの1日の利用者数は200万人を超えており、これは日本全国の小学生から高校生までの児童・生徒・教員数の合計1300万人のうち、15%にあたる。また、使用頻度についても54.8%がほぼ毎日(週に4日以上)使用している [17]。

ロイロノートはオンラインホワイトボード機能を備えており、この機能によって、学習者間、あるいは学習者-教師間のインタラクティブなコミュニケーションを促進することができる。その特徴を利用して、次のような協働学習を実施することができる(図2)。

まず、課題明示では、学習目標となる目当ての提示や、使用するフレームワークの紹介、協働学習全体の流れの説明などを行う。個人思考では、学習者は既習事項の振り返りとして、ロイロノートのホワイトボード上に図や文章を用いて自らの理解を整理する。集団思考では、個人思考の成果を持ち寄って議論がなされる。このとき、ロイロノート上のホワイトボードに記述した情報は、学習者が相互に閲覧することが可能であり、班員が整理した理解を収集できる環境である。このような環境で、各学習者の理解を統合し、個人思考で作成したような既習事項の理解の整理を、今度はグループで合意した内容として作成する。振り返りでは、集団思考の成果物を情報端末で相互に確認し合うことによって全体で共有し、最終的には目当てに対する回答をオンラインホワイトボード上に記述する。

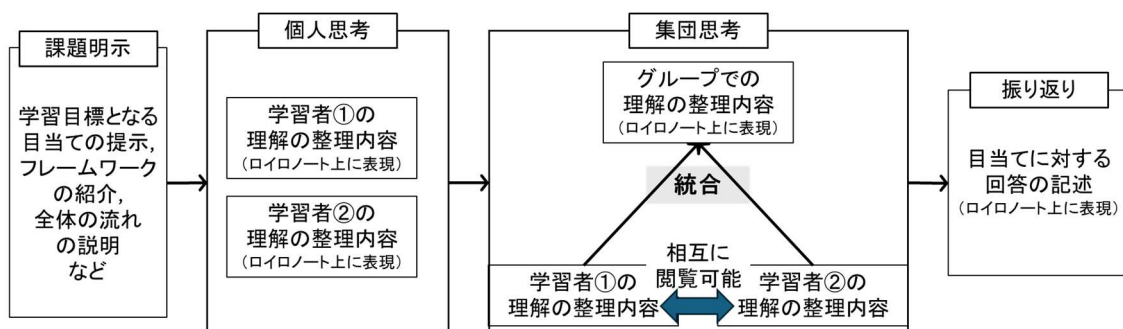


図2 ロイロノートを利用した協働学習

### 2.5 協働学習が抱える課題

前節で、ICT を利用した協働学習環境としてロイロノートを紹介した。この環境では、学習者は相互に互いの理解を確認し合うことができるため、グループ内の理解の収集が支援された環境だといえる。2.3.2 の協働的知識構築過程モデルで説明すれば、個人思考で(a)言語化、集団思考では(b)意見の表明、(c)他者の意見の表明が実行可能となるように支援されている。しかし、それ以降のプロセスの実行の可否については、議論に関する学習者のコンピテンシーに大きく依存している。

このような現状にあって、教師の役割は、学習のファシリテータとして議論のルールを設定し、それを学習者に共有することである [6]。それには、課題明示で議論のルールを示すことに加え、集団思考中の学習者がルールを実行できるように導くことも含まれる。

しかし、学習者主体の自由な議論が行われる集団思考では、教師が学習者の逸脱を検知して修正するような介入を適切に行うことは難しい。

よって、既存手法で可能となった班員の理解を収集する過程以降のプロセスも含めて、実行を支援する仕組みを備えた協働学習環境が必要である。

## 第3章 研究の目的

### 3.1 研究の目的

以上を踏まえて、本研究では、必要なプロセスを意識しながら議論することで、グループ内で適切に理解を構築できるような協働学習環境を、情報システムとして実現することを目的とする。

ただし、システムによる支援がなくとも、学習者が必要なプロセスを意識しながら議論できるようになることが理想だが、それは長期的な目標である。本研究では、その過程として、議論に必要なプロセスの実行を、まずは支援ありで成功させることを目指している。

また、第2章で協働的知識構築過程モデルを示したが、その中のステップを具体的に実行可能な形にするために、本研究で直接的に扱う集団思考プロセスは、次のようなものである。

#### 1. 班員の理解の収集

班員が持っている理解を網羅的に収集する。その際、その理解を持っている根拠も収集する。

#### 2. 比較すべき理解の発見

学習者の理解を比較するための基準を定め、その基準に沿って、比較すべき(=議題とすべき)理解を探す。

#### 3. 理解の統合

議論が行われ、グループで協働的知識の形成がなされる。このとき、全員の理解とその根拠をもとに議論を進め、合意を得る。

これらのうち、「班員の理解の収集」は協働的知識過程モデルの(b)意見の表明、(c)他者の意見の表明に相当し、既存手法(ロイロノート)で支援が実現している。本研究では、それ以降のプロセス、とりわけ「比較すべき理解の発見」の支援を目指す(図 3)。

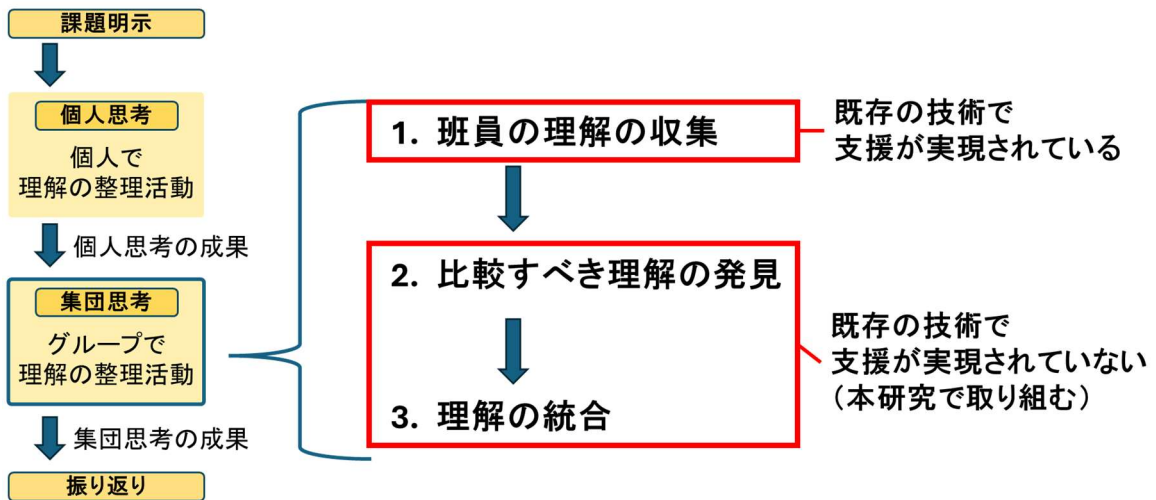


図 3 本研究で支援に取り組む集団思考プロセス

### 3.2 目的達成のための方針

前節で述べた目的を達成するために、本研究では、まず、学習者の理解を比較しやすい形式を協働学習に適用し、議論をシステム上の操作としてタスク化し、実行できるような協働学習環境を設計・開発する(図 4)。

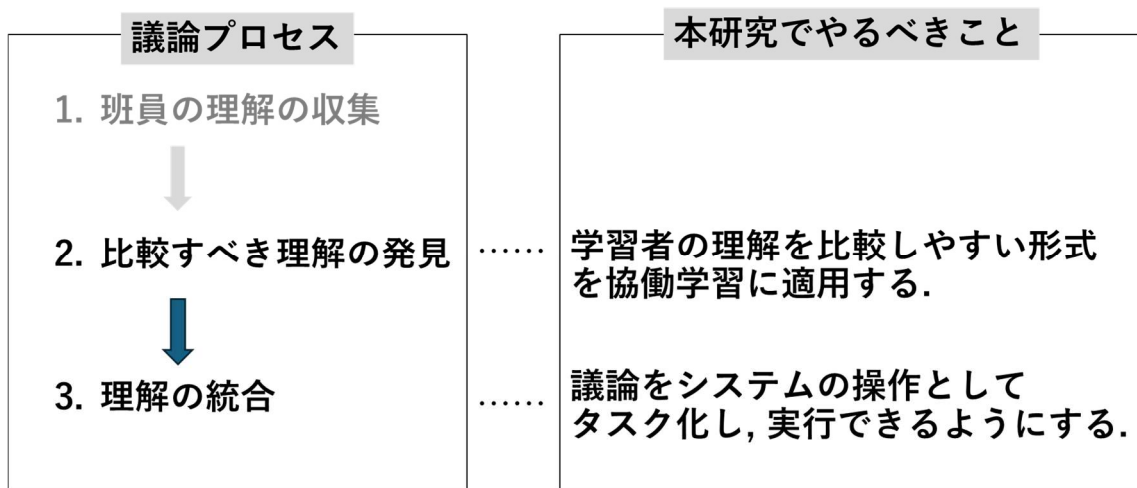


図 4 各ステップに対する支援の方針



## 第4章 手法

本研究の目的達成のために、Kit-Build 概念マップを協働学習に適用することを試みた。Kit-build 概念マップは、各学習者の作成したマップを機械的に重ね合わせることで、それぞれを比較しやすい形で理解を収集することが可能である。そのため、この特徴を利用すれば「比較すべき理解の発見」以降のプロセスを支援できる。また、Kit-Build 概念マップを利用したシステムとして、必要なプロセスの実行を具体的な操作として実装することで、実行可能とした。

### 4.1 Kit-Build 概念マップ

#### 4.1.1 概念マップ

そもそも、概念マップとは、概念を表す「ノード」と、2つの概念間の関係を表す「リンク」によって意味構造を示す図的表現である [18]。2つのノードとそれらをつなぐ1つのリンクがあるとき、「命題」と呼ばれる1つの単位となる。例えば、図5では、黄色の部品がノード、灰色と緑の線で構成される部品がリンクであり、「固体」と「液体」の2つのノードに注目すると、これらの概念間には、「凝固」という関係があることが分かる。これら3つのパーツから成るのが、「命題」という意味の単位であり、この例では、「液体は凝固して固体になる」という意味になる。



図5 概念マップの例

概念マップは、知識・理解の外化表現として教育現場においても用いられることがあり [19]、利用によって、学習者それぞれの知識の構造化が促進される [20]ほか、学習すべき知識を構造化した形で獲得するために有効 [21]だとされている。

しかし、学校授業において学習者に概念マップを作成させる場合、学習者は、少なからず、ノードやリンクを自由に表記するため、学習者によってそれらの表記が異なる。そのため、学習者が作成した概念マップを診断するとき、1人の教師が数十人の学習者による多様な概念マップを評価することには多大な負担が伴う。また、多様な概念マップを比較すること

は負荷が高く、例えば授業などで、学習者間で比較や吟味を行わせることは容易ではない [22].

以上のような課題をうけて、「再構成型」の概念マップである「Kit-Build 概念マップ」が提案された [22] [23] [24].

#### 4.1.2 Kit-Build 概念マップ

一般的な概念マップの作成過程は、「分節化」と「構造化」の2つの過程に大別できる。「分節化」は、教材などのリソースから、概念マップの部品であるノードとリンクを抽出する過程で、「構造化」は、抽出した部品から概念マップを組み立てる過程である [22]. 学習者のマップが多様であり、診断が困難であるという問題は、分節化の過程で、学習者が多様な表現でノード・リンクを抽出することに由来する.

「Kit-Build 概念マップ (以降, 「KB 概念マップ」と呼ぶ)」は、学習者の活動から分節化を除外し、構造化のみとしたものである. 正確には, KB 概念マップによる活動において, 学習者は分節化活動を「分節の認識」に代替する. 具体的には, 教師と学習者の2者による次のような活動によって, KB 概念マップを用いた活動は成立する(図 6) [22].

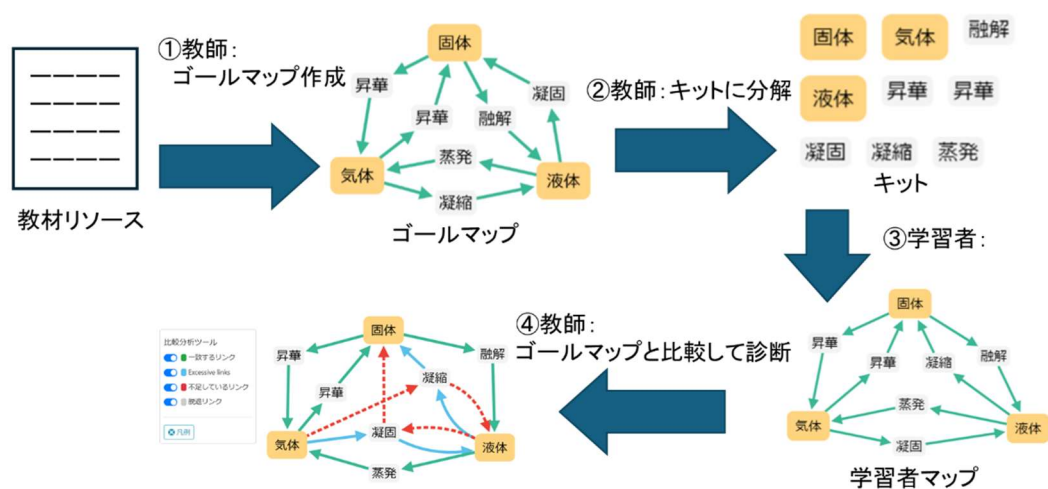


図 6 KB 概念マップ利用の流れ [22]

まず、教師は、既存の教科書等の教材リソースから、学習者に習得してほしい知識を抽出・構造化し、教材リソースの学習目標としての概念マップ (= 「ゴールマップ」と呼ぶ) を作成する. そして、それを分解することで、ノードとリンクの集合である「キット」を用意し、これを学習者に提供する. 学習者は、教材リソースの内容をどのように理解したのか表明するために、提供されたキットを構造化し、概念マップ (= 「学習者マップ」と呼ぶ) を作成する [22].

KB 概念マップによる学習は、少なくともキットに含まれる内容について、通常の概念マ

マップと同等の記憶効果があることが、実験によって確認されている [22].

ゴールマップとすべての学習者マップは、同一のノードとリンクの集合から構成されるため、機械的な比較や診断が可能である。この特徴から、学習者マップを重ね合わせる処理を実行することにより、「重畳マップ」と呼ばれるマップを機械的に作成することができる (図 7) [23].

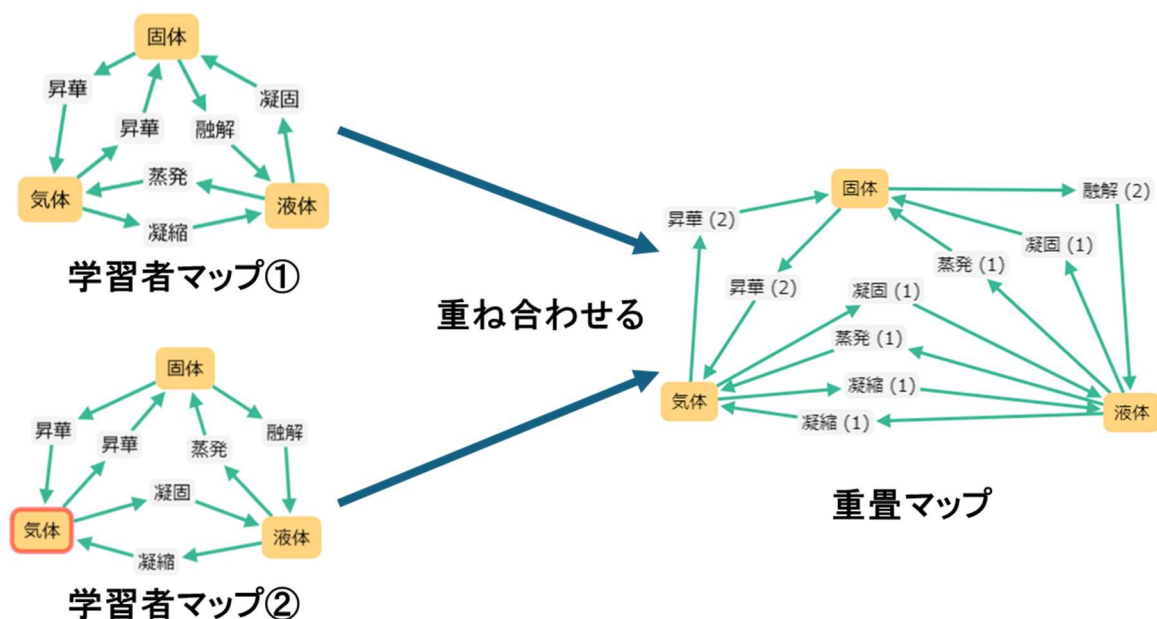


図 7 重畳マップのイメージ

重畳マップを構成する複数の学習者マップを 1 つのグループによるものとみなせば、重畳マップには、そのグループ内に存在する理解がすべて反映されていることになる。

また、重畳マップは、学習者間の理解を比較しやすい形式である。KB 概念マップの学習者マップ組み立てにおいて、学習者の理解は「あるリンクをどのノードに接続するか」として現れる。よって、複数の学習者のマップを重ねたものである重畳マップ上では、学習者の理解の違いを確認することは「あるリンクについて、その配置の違いを確認すること」に変換できる。そのため、重畳マップは、学習者の理解を比較しやすい形で収集できる形式だといえる。

KB 概念マップを協働学習に適用すると、個人思考で学習者マップ (=以降、「個人マップ」と呼ぶ) を組み立て、集団思考では、重畳マップを基盤としたシステムによって議論を行うという構造になる。

## 4.2 提案システム

前節では、KB 概念マップを協働学習に適用することで、学習者間の理解の差異を確認し

やすい形式をつくることができると説明した。本節では、具体的に、KB 概念マップをどのように協働学習に適用するのか説明する。

#### 4.2.1 タスクの実行支援

設定した具体的なタスクに対して、提案システムではどのような支援を設計・開発したのか、以下に説明する。

まず、集団思考を開始した学習者は、図 8 に示すような重畳マップからグループワークを開始する。前述したように、重畳マップは、個人の理解を言語化したものである個人マップを、機械的に重ね合わせて作成することができるため、重畳マップには、グループに存在する理解がすべて反映されている。そのため、これは提案システムにおける「班員の理解の収集」を支援する機能として位置づけられる。

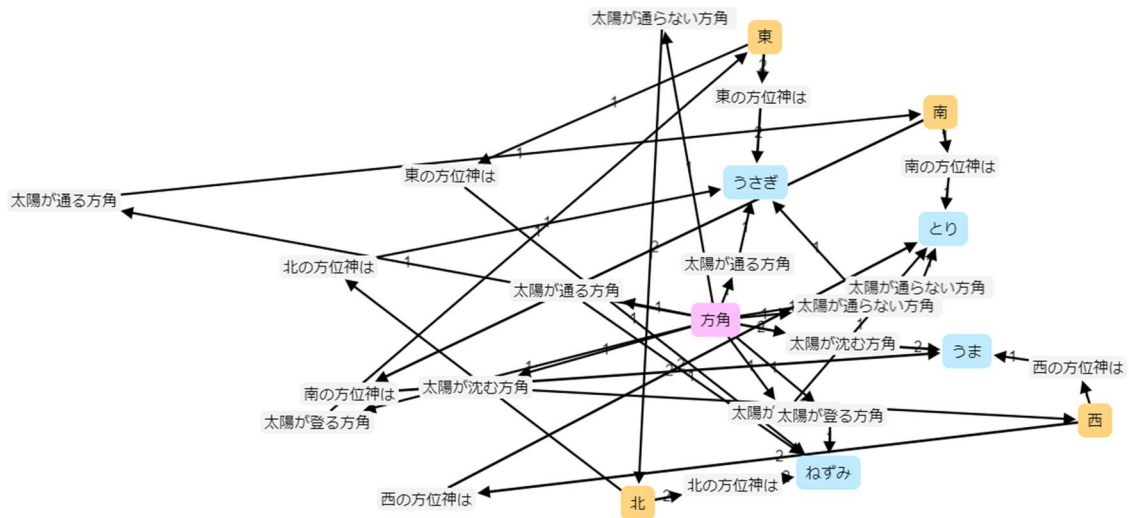


図 8 システム画面（班員の理解の収集）

次に、「比較すべき理解の発見」について述べる。学習者個人の理解の整理活動である個人マップの作成は「あるリンクをどのノードに接続するか」という問題であると前節で述べた。このことから、重畳マップにおいて、学習者間の理解の違いは「あるリンクの配置の違い」として現れる。システムでは、これを比較の基準として学習者に提供し、この基準に沿って比較すべき理解を学習者に提案する。つまり、提案システムを利用した集団思考において、「比較すべきリンク」は、学習者が注目したあるリンクと「種類が同じで配置が異なるリンク」である。

具体的には、学習者がリンクを選択すると、システムでは「種類が同じで配置が異なるリンク」をハイライトすることで、比較すべき理解の発見を助ける(図 9)。

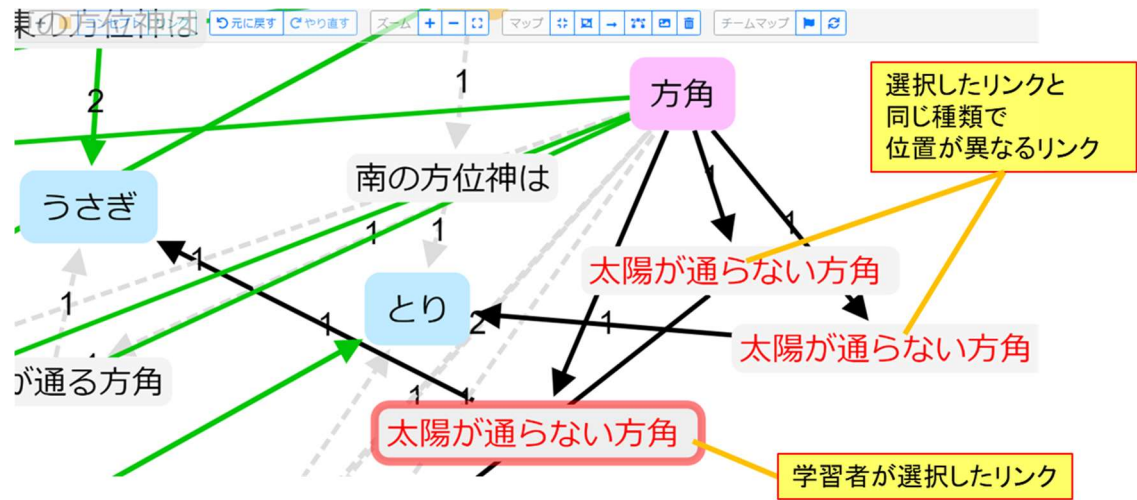


図9 システム画面（比較すべき理解の発見）

比較すべき理解を発見したら、それらのうちのどれによって、既習知識を再現できるのか、学習者は議論する。議論の結果合意を得られたら、ある学習者の理解を「採用」する。これが議題1つに対するゴールである。これに対応する機能として、提案システムでは、採用ボタンを設置することによって、「理解の統合」を操作化し、議論のゴールを明確に示す。また、また、学習者自身が議論の結果をいつでも確認できるように、議論の結果に応じてリンクの線の色や種類が変化する(図10)。こうすることで、グループにおける合意を、具体的に客観化・形式化することができる。

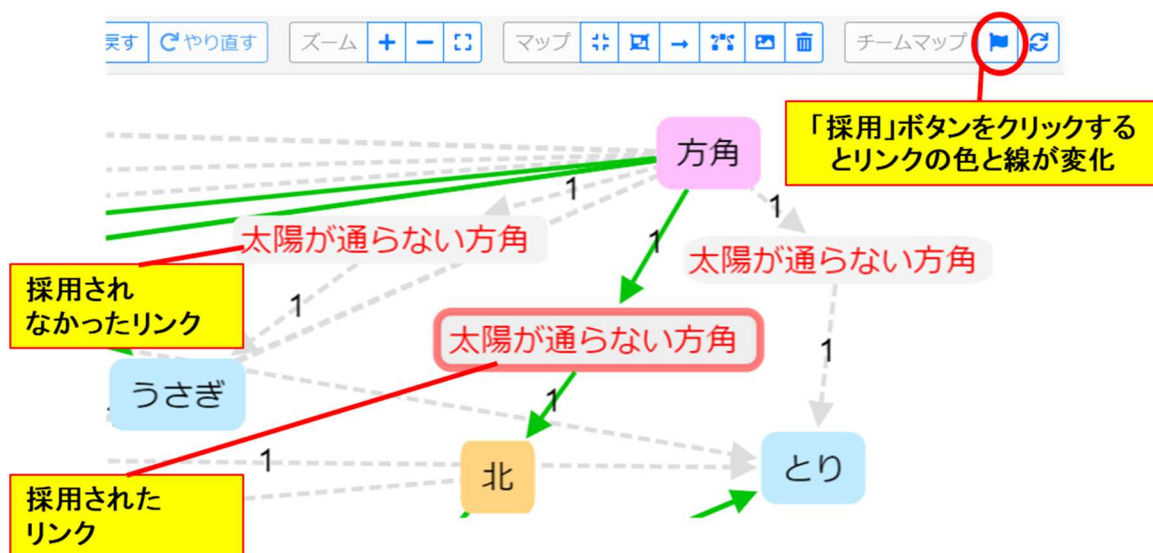


図10 システム画面（理解の統合）

これをゴールマップに含まれるすべてのリンクに対し実行して、何らかの状態を割り当

ることができれば、集団思考の成果である「チームマップ(図 11)」が完成する。

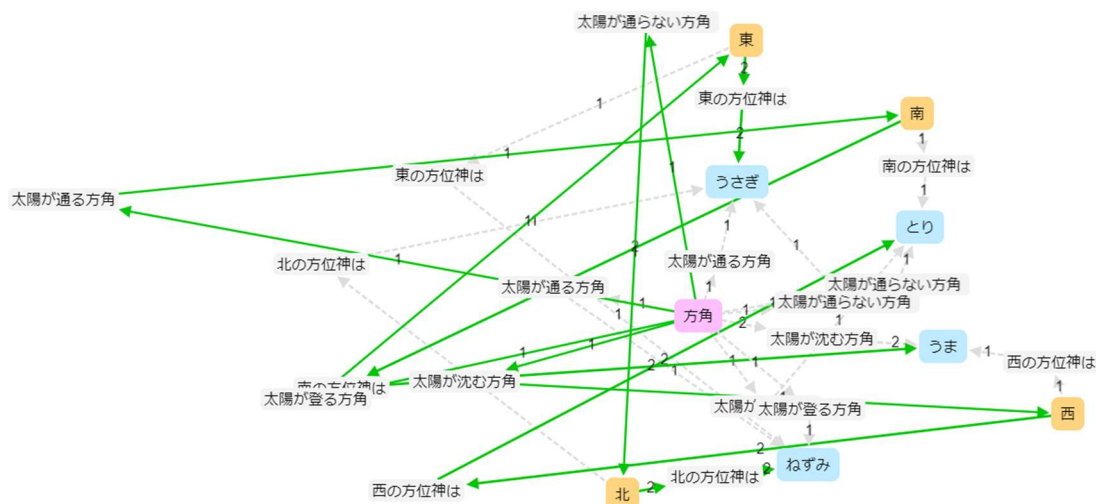


図 11 システム画面 (完成したチームマップ)

#### 4.2.2 提案システムを利用した協働学習

以上のシステムを利用して、本研究が想定する協働学習は次のようなものである。第2章で述べた「協働学習の基本的な構造」に依拠して説明する。

図 12 は、以下に述べる提案システムを利用した協働学習の流れを図解したものである。

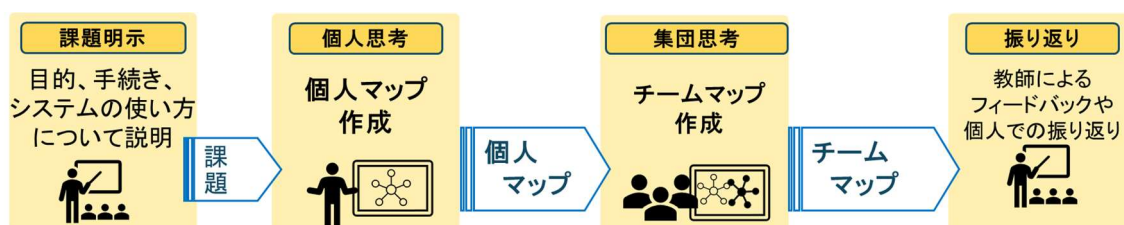


図 12 提案システムを利用した協働学習の流れ

まず、課題明示では、授業の目的や学習課題、議論するにあたっての注意点などが学習者に説明される。加えて、KB 概念マップの組み立て方や、提案システムによる議論の仕方についても説明される。

次に、個人思考では、学習者が個人で、既習事項の振り返りを実施する。このとき、教師が用意したキットをもとに、KB 概念マップの再構成活動を実施する。個人活動の成果物は、このとき再構成した学習者マップである。

続いて、集団思考では、学習者ら少人数によるグループを形成し、既習事項の振り返りを実施する。このとき、集団思考の目標はグループで統一された理解を形成することである。

## 第4章 手法

本研究における提案システムは、この集団思考にて用いられる。集団思考が始まると、学習者が操作する端末の画面上には提案システムの KB 重畳マップが表示される。学習者は、リンクを比較・検討し、最終的にはすべてのリンクについて理解を統合する。あるいは、合意できないことに合意し、リンクを採用せず放置する。集団思考の成果物は、重畳マップ中の全リンクについて議論した結果得られたマップ（チームマップ）である。チームマップは、グループで統一された理解を反映している。

最後に、振り返りを実施する。ここでは、集団思考で作成したチームマップをもとに、学習者が個人で授業のまとめを書いたり、教室全体で教師によるチームマップの比較やフィードバックが行われたりする。

## 第5章 評価

本研究の提案システムによる利用実験を実施した。本研究の目的は、議論に必要なプロセスを意識しながら実行することで、グループ内で適切に理解を構築できるような協働学習環境を実現することだ。この目標は5.1節で設定する、協働学習の課題にそれぞれ対応した2つのリサーチクエスチョンによって評価される。

### 5.1 実験計画

#### 5.1.1 実験の流れ

実際に実施した協働学習の流れは、それぞれ次のようなものだった。

- **既存手法（ロイロノート）を利用した協働学習**
  - 実施場所：岡山県内の公立小学校
  - 被験者：第6学年の児童 33人
  - 単元：社会科（明治政府の政策）
  - 協働学習の流れ
    - ◇ 課題明示(10分)
      - 学習目標「欧米に負けないような国づくりをするために行った明治政府の政策とその効果を説明しよう」を提示した。
      - 使用するフレームワークである「ウェビングマップ」(=マインドマップ)について説明した。
    - ◇ 個人思考(30分)
      - 学習者個人でロイロノート上にウェビングマップを作成した。
    - ◇ 集団思考(35分)
      - 個人で作成したウェビングマップを確認し合った。
      - グループでウェビングマップを作成した。
    - ◇ 振り返り(10分)
      - 全体での振り返り
        - ロイロノート上に班のマップを貼付して、教師がフィードバックした。
      - 個人での振り返り
        - 学習目標の問題に対する回答を「授業まとめ」として文章で記述した。
  - アンケート
    - ◇ 学習者自身の主観として、集団思考がどのようなものだったか、アンケート



調査により確認した。

図13は、学習者が個人で作成したウェビングマップの例である。また、図14は、学習者が振り返りで記述した授業まとめの例である。

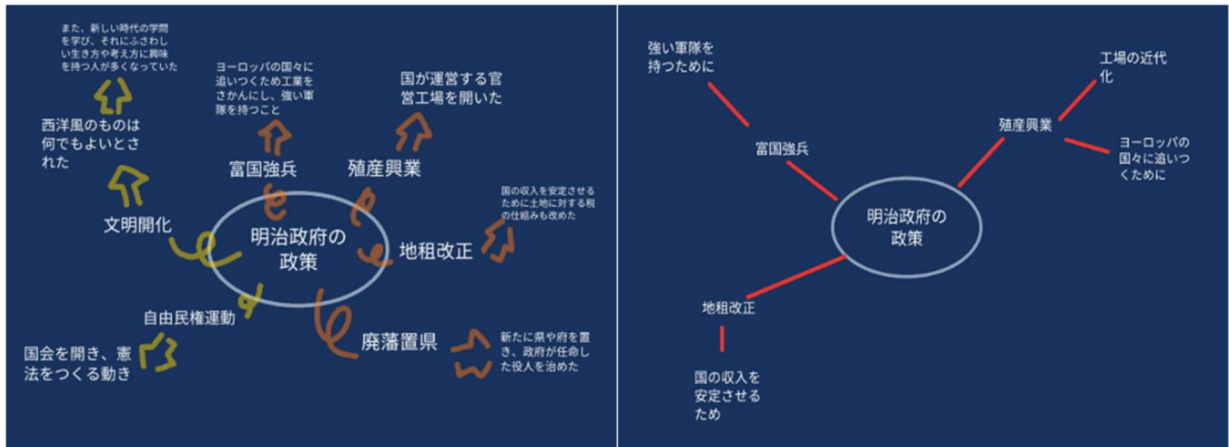


図13 ウェビングマップの例

**【まとめ】**  
 欧米に負けない国づくりをするためには殖産興業で国の収入を安定させたり廃藩置県で政府の権力が強まり、国の体制が取れるようにしたり、地租改正や富国強兵などをして、欧米に負けない国づくりをした。

図14 授業まとめの例

- 提案システムを利用した協働学習
  - 実施場所：岡山県内の公立小学校
  - 被験者：第6学年の児童 31人
  - 単元：(江戸幕府の政策)
  - 協働学習の流れ
    - ◇ 課題明示(10分)
      - 学習目標「江戸幕府の政策とその効果を整理し、学習問題に対する答え

## 第5章 評価

を文章で書こう」を提示する。

- 議論するためにしてほしい思考を、評価基準として明示した。

### ◇ 個人思考(30分)

- KB 概念マップの再構成活動により、学習者個人で授業内容を整理した。

### ◇ 集団思考(25分)

- 本研究による提案システムを利用して、グループで授業内容を整理した。

### ◇ 振り返り(30分)

- 全体での振り返り

➤ チームマップのスクリーンショットを映しながら、教師がフィードバックした。

➤ 下記の個人、グループでの振り返りを挟んだのち、

- 個人での振り返り

➤ 作成したチームマップを閲覧しながら、個人のマップを修正した。

➤ 学習目標の問題に対する回答を文章で記述した。

### ➤ アンケート

- ◇ 学習者自身の主観として、集団思考がどのようなものだったか、アンケート調査により確認した。

なお、演習には図 15 のゴールマップ、および図 16 のキットを利用した。

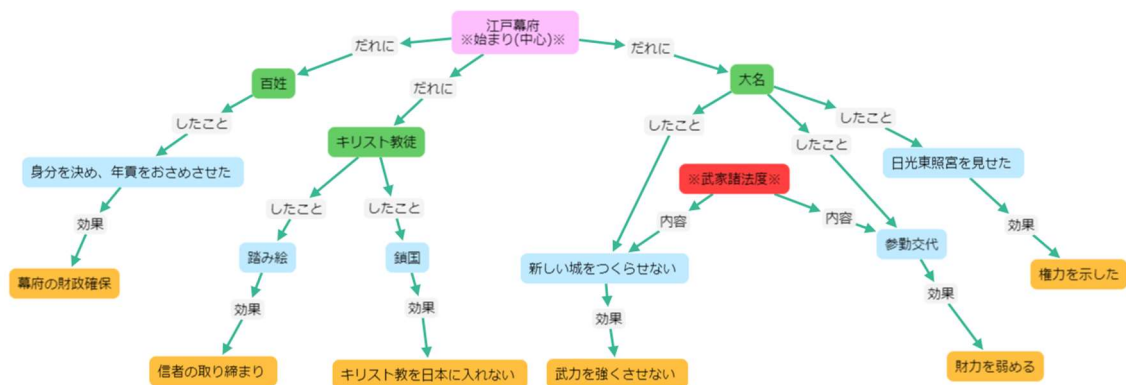


図 15 実験に使用したゴールマップ

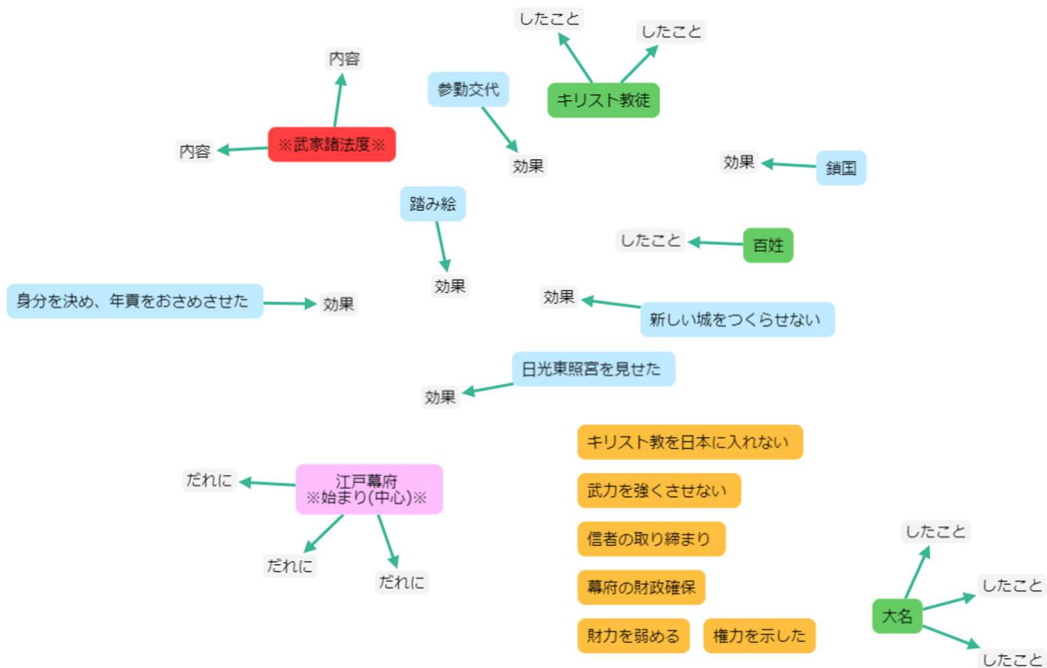


図 16 実験に使用したキット

### 5.1.2 リサーチクエスチョン

本利用実験によるリサーチクエスチョンは、以下の通りである。

#### RQ1

提案システムを利用した協働学習環境では、学習目標に含まれる知識について集中して議論できたか。

#### RQ2

提案システムを利用した協働学習環境では、議論中、学習者は必要なプロセスを実行できるか。

### 5.1.3 評価指標と基準

本利用実験では、提案システムを利用した協働学習と、提案システムを利用しないかわりにオンラインホワイトボードであるロイロノート [25]を利用した協働学習の2つの実験を実施した。その2つの協働学習を比較することにより、各RQについて、提案システムを評価する。

RQ1の評価には、両協働学習後に記述させる「授業まとめ」の採点結果を用いる。学習者に記述させたまとめを、その学級担任の教師が「要点を抑えられており、物事の関連性について表現できている」という観点から3点満点で採点し、提案システムを利用した協働学習の方が既存手法による協働学習よりも有意に授業まとめの採点結果が良ければ、学習目標

に含まれる知識について集中して議論していた結果であるとして、RQ1 を達成したとみなす。

RQ2 の評価には、両協働学習後に回答させるアンケートの結果と、集団思考の成果であるチームマップを用いる。アンケート項目は、学習者がどのような集団思考を実施したか測るものであり、両協働学習間で有意な差がみられるか確認する。表 1 は、分析に使用したアンケート項目である。なお、各項目で「はい」という回答が多ければ、その手法を肯定する結果となる。

表 1 分析に使用したアンケート項目

設問番号	設問
Q1	班のメンバーみんなの意見を知ることができましたか？
Q2	議論を通して、みんなが持っている意見の根拠を知ることができましたか？
Q3	班のメンバーみんなの意見を聞いてから、結論を出しましたか？
Q4	意見の根拠をもとにして、議論を進めることができましたか？
Q5	意見を比較・検討することができましたか？

また、提案システムを利用した協働学習が実行可能であったか否かを知るために、チームマップの情報も利用する。

アンケートは、議論に必要なプロセスを学習者が実行できたか、学習者の主観として測るものであるため、アンケートの結果が良ければ、学習者は少なくとも必要なプロセスを意識して実行できていたといえる。チームマップについては、8つあるグループのうち、どの程度のグループでチームマップを完成させられたか確認する。チームマップを完成させるためには、第4章で述べたようなタスクを順に実行しなければならないため、チームマップを完成させることができているならば、必要なプロセスを実行できていたとする。まず、アンケートの結果について、提案システムによる協働学習の方が、既存手法による協働学習よりも有意に肯定的な反応が多く、かつチームマップを作成できたグループが、作成できなかったグループと比べて十分多ければ、RQ2 を達成したとみなす。

## 5.2 実験結果

### 5.2.1 RQ1 の検証

担任の教師が設定した評価基準（3点満点）により、振り返り時に学習者が作成した授業まとめを採点した。ロイロノートを利用した協働学習と提案システムを利用した協働学習とを比較し、授業まとめの得点に差があるかを確認した。図 17 は、協働学習の種類ごとに、得点の分布をまとめたものである。なお、2つの実験のうち、一方を欠席した学習者(2名分)のデータは、ここでは除いてある。

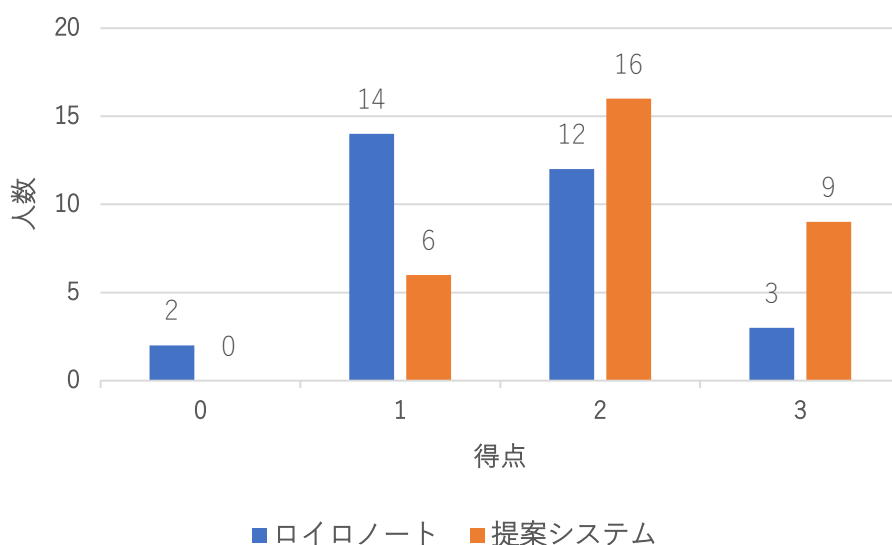


図 17 協働学習の種類ごとの授業まとめ得点の分布

検定には、ウィルコクソンの符号付順位検定を用いた。その結果、 $p$  値は  $0.0012 (< 0.01)$  となり、提案システムによる協働学習の方が、有意に得点が向上していたことを確認でき、提案システムを利用したときの方が、得点が高い学習者が多いことがわかった。また、効果量は  $0.7449$  と中程度であり、ロイロノートを利用した協働学習と提案システムを利用した協働学習との差は、比較的大きいといえる。

以上のことから、提案システムを利用した学習者の方が、「要点を抑えられており、物事の関連性について表現できている」まとめを記述できており、RQ1「提案システムを利用した協働学習環境では、学習目標に含まれる知識について集中して議論できたか」は達成されたとみなせる。

### 5.2.2 RQ2 の検証

協働学習後に学習者が回答したアンケート結果を確認した。アンケートの項目は、表 1 の内容である。ロイロノートを利用したときと提案システムを利用したときとの間で、設問ごとに有意差が認められるか検証した。その結果を表 2 に示す。

表 2 アンケートによる調査の結果

設問番号	協働学習の種類	はい	いいえ	フィッシャーの 正確確率検定の結果(p 値)
Q1	提案システム	31	0	0.004919
	ロイロノート	25	8	
Q2	提案システム	30	1	8.91E-05
	ロイロノート	18	15	
Q3	提案システム	30	1	0.006201
	ロイロノート	23	10	
Q4	提案システム	30	1	0.001251
	ロイロノート	21	12	
Q5	提案システム	31	0	3.00E-06
	ロイロノート	17	16	

表 2 より, Q1 から Q5 のすべての設問において, フィッシャーの正確確率検定の結果, 1%水準で有意差が認められ, 提案システムを利用したときの方が, 学習者は必要な議論のプロセスを少なくとも意識して実行できていたといえる。

次に, どれくらいのグループがチームマップを完成させられたか確認する。表 3 は, チームマップの結果を表している。チームマップのスコアは, ゴールマップの命題を再現できていれば 1 点加算され, 再現できていなければ 0 点加算される。今回の協働学習では, ゴールマップの命題は 17 個あり, したがって, チームマップのスコアは 17 点満点である。

表 3 チームマップの結果

グループ 番号	グループ の人数	個人マップ の平均点	個人マップ の最高点	個人マップ の最低点	チームマップ のスコア
1G	4	15.5	17.0	13.0	17
2G	4	13.8	17.0	10.0	17
3G	3	14.7	17.0	11.0	17
4G	5	14.8	17.0	14.0	17
5G	2	11.5	15.0	8.0	11
6G	3	13.7	17.0	9.0	17
7G	5	15.4	17.0	12.0	17
8G	5	11.0	15.0	7.0	17

表 3 から, チームマップを完成させられなかったのは, 5G だけであり, 7/8 のグループが

## 第5章 評価

チームマップを完成させられたことが分かり、これは十分大きいといえる。

以上のことから、提案システムを利用した協働学習環境により、RQ2「提案システムを利用した協働学習環境では、議論中の学習者は必要なプロセスを実行できるか」は達成されたとみなせる。

## 第6章 まとめと今後の展望

### 6.1 まとめ

本研究では、議論の必要なプロセスを意識しながら議論することで、グループ内で適切に理解を構築できるような協働学習環境を、情報システムとして実現することを目的とした。

目的に対して、学習者の理解を比較しやすい形式として Kit-Build 概念マップを利用し、さらに、具体的にプロセスを実行できるように、重畳マップを利用して、班員に理解の収集→比較すべき理解の発見→理解の統合という3つのタスクの流れに沿って、それぞれ支援できるようにシステムの機能を設計・開発した。

利用実験の結果、開発したシステムによる協働学習環境は、議論中の学習者が学習目標に集中でき、必要な議論のプロセスを実行できるものとなっていることが確認でき、目的を達成したといえる。

### 6.2 今後の展望

今回、評価において、提案システムを利用した協働学習と既存手法(ロイロノート)を利用した協働学習とを比較したが、2つの授業では単元が異なっていた(提案システムでは江戸時代、既存手法では明治時代の単元だった)。そのため、2つの協働学習では課題設定が異なっており、活動の難易度も同等のものではなかった可能性もないではない。よって、今後も利用を継続してデータを蓄積し、そのうえで、本システムに対する最終的な評価を下すべきだろう。

また、今回は、協働学習の結果として得た知識や、学習者の主観的な振り返り内容から、間接的に協働学習を評価した。しかし、本来、協働学習の分析では、学習者の議論プロセスを直接データとして得られるような手法を採ることが望ましい。本研究における評価は、提案システムに効果があり、実用可能であることを簡易的な手法で示すにとどまったが、詳細なプロセスの分析は今後実施する必要がある。

RQ2 の評価において、チームマップの結果(表 3)を用いたが、5G だけマップを完成させられなかった。5G 中の個人マップの最高点が 15 点、最低点が 8 点であることを考えると、重畳マップ上のリンクに、ゴールマップに含まれるリンクが存在せず、それで完成させられなかった可能性もある。しかし、それでも議論がうまくいけば、チームマップのスコアは 15 点になるはずであり、結果は 11 点とむしろ下がってしまっていることから、何らかの要因で議論がうまく進行されなかったのだと思われる。加えて言及したいのは、8G についてである。8G は、個人マップの最高点が 15 点、最低点が 7 点と、5G と似た状態であるにもかかわらず、こちらは逆に、チームマップを完成させることができている。重畳マップ上にゴールマップのリンクが全部そろっていたことは当然その要因ではあろうが、こちらは議論がうまく進行し、学習者がそれぞれの理解を、その根拠をもとに伝えあい、正解のリンクを



## 第6章 まとめと今後の展望

採用できたのかもしれない。いずれにせよ、先に述べた通り、議論プロセスの詳細な検討を今後実施する必要がある。

また、システムの追加機能についても考案する必要がある。

アンケートの結果はかなり良かったとはいえ、今回、集団思考プロセスの中でも、「理解の統合」については、支援が不十分である可能性がある。提案システムの「理解の統合」では、「採用」という行為の操作化し、またリンクの色や種類を変化させることで、いつでも結論の確認しながら議論を進められるというものだった。「理解の統合」というあいまいなタスクを明確に操作化し、操作のフィードバックを与える環境を設計・開発することは必要な支援である。しかし、本来このプロセスでは、「根拠をもとに議論する」とか「全員の理解を考慮する」ような活動が必要であり、提案システムではそれを直接的に支援しているわけではない。今後の展望としては、例えば、根拠(=授業ノートや教科書等の資料から参考にした具体的な箇所)と作成した命題を接続するような機能が必要だし、学習者全員の理解を参照させるような操作も設計する必要があるかもしれない。

また、集団思考中の学習者の活動について、システムでログを取れるようにすれば、前述したような、今後の詳細なプロセスの分析にも役立つだろう。

加えて、よいチームの組み方を提案する機能が必要である。安永 [10]は、「効果的なグループ活動を演出する第一歩はグループ編成にある」と述べている。今回のグループ分けは、もともと教室でグループ学習を行うためにあらかじめ設定されていたもので、個人思考の結果によって臨機応変に編成されたものではない。今回、5G はチームマップを完成させられなかったが、その要因の1つとして、個人思考を終えた段階で、そのグループの中に正解となるリンクが存在しない命題があったことがある。そのようなグループが生じないように、個人思考が終了した段階で、教師に対して良いグループ分けの仕方を提示するような機能があれば、学習者は良い集団思考を実行できるようになるかもしれない。

他に追加すべき機能としては、「採用」ボタンのほかに「合意できない」ボタンや「却下」ボタンを設置することが挙げられる。集団思考中の学習者がリンクに対して採りうる選択すべてに対して明確な操作が対応付けられれば、議論のゴールがさらにクリアになり、それに向けた議論の舵取りがしやすくなるかもしれない。

謝辞

## 謝辞

本研究を実施するにあたって、ご指導いただいた林雄介教授、平嶋宗教授、実験に協力していただいた遠藤隆平先生、津下哲也先生、岡山市立横井小学校6年3組の生徒の皆さんに深く感謝を申し上げます。ならびに、本研究をまとめるうえでアドバイスをいただいた、北須賀輝明准教授に深く感謝申し上げます。また、日々の研究活動や論文執筆の際に多くの助言をいただいた、山本凧人くんをはじめとする広島大学学習工学研究室の皆さんに深く感謝を申し上げます。

## 参考文献

1. 文部科学省. 教育の情報化に関する手引(令和元年 12 月). 文部科学省, 2019.
2. 白水始 , 遠山紗矢香. マルチヴォーカリティが育む未来への学び. KEIO SFC JOURNAL Vol.12 No.2, 2012.
3. 秋田喜代美. 授業研究と談話分析 (改訂版) . 放送大学教育振興会, 2007.
4. CareyM.D. Teacher Roles and Technology Integration: Moving from Teacher as Director to Teacher as Facilitator. Computers in the Schools, 9(2), 105-118, 1994.
5. Grabinger Scott R. , DunlapC. Joanna . Rich environments for active learning: A definition. Research in learning Technology, 3(2), 1995.
6. Children's talk and the development of reasoning in the classroom. N Mercer, RWegerif , LDawes. British Educational Research Journal, pp.95-111, 1999 年.
7. 野村敏弘, 林雄介 , 平嶋宗. 教師による授業内形成的評価のための命題レベルでのグループ活動成果予測. 人工知能学会論文誌 29 巻, 2014.
8. 森朋子. アクティブラーニングを深める反転授業. アクティブラーニングの技法・授業デザイン. 東信堂, 2016, ページ: 88-109.
9. KAGANSpencer. Cooperative Learning. Kagan Publishing, 1994.
10. 安永悟. 協同学習による授業デザイン: 構造化を意識して. アクティブラーニングの技法・授業デザイン. 東信堂, 2016, ページ: 9-11.
11. 一. 第 4 章 自ら学ぶ学生: 学生の主体的な学びを実現する 1 協同・協調学習. 学士力を支える学習支援の方法論. ナカニシヤ出版, 2012, ページ: 125-129.
12. MScardamalia , CBereiter. Computer Support for Knowledge-Building Communities. (作者) KoschmannTimothy. CSCL: Theory and Practice of an Emerging Paradigm. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates, 1996.
13. StahlGerry. A Model of Collaborative Knowledge-Building. Fourth International Conference of the Learning Sciences, 2000.
14. 協働的知識構築モデルを基軸とした理科授業デザインに関する研究 —小学校第 3 学年「かげと太陽」の実践を事例として—. 後藤大二郎 , 和田一郎. 3, 理科教育学研究, 2019 年, 第 59 巻.
15. シュタールジェリー, ほか. コンピュータに支援された協調学習. (作者) ソーヤーKR. 学習科学ハンドブック第 2 巻(第 2 版). 京都市北区 : 北大路書房, 2016.
16. 文部科学省. GIGA スクール構想の実現について. 文部科学省ホームページ. (オンライン) (引用日: 2024 年 2 月 18 日.) [https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt\\_syoto01-000003278\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt_syoto01-000003278_1.pdf).
17. 株式会社 LoiLo. PR TIMES. ロイロノート・スクール 1 日の利用者数 200 万人を突破! (オンライン) 株式会社 LoiLo, 2022 年 3 月 8 日. (引用日: 2024 年 2 月 20 日.)

## 参考文献

<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000105.000024975.html>.

18. **NovakDJoseph , GowinDB.** Learning How to Learn. Cambridge University Press (福岡敏行, 弓野憲一監訳, (1992), 子供が学ぶ新しい学習法—概念地図によるメタ学習—, 東洋館出版社), 1992.
19. **川上綾子 , 西川栄展.** "概念地図を活用した思考支援のあり方", 鳴門教育大学研究紀要 第 28 卷. 2013.
20. **福岡敏行 , 笠井恵.** 理科学習における概念地図作り (CONCEPT MAPPING) の有効性に関する一考察—第 6 学年児童の「水溶液の性質」概念の形成において—. 日本理科教育学会研究紀要 32(1), 1991.
21. **福岡敏行 , 植田千賀子.** 概念地図作り (CONCEPT MAPPING) の学習効果に関する一考察—ペーパーテスト法による有効性の確認—. 日本理科教育学会研究紀要 33(2), 1992.
22. **舟生日出男, ほか.** 概念マップ作成方式の違いによる記憶効果の差異の比較. 日本教育工学会論文誌 35(2), 2011.
23. **平嶋宗, ほか.** キットビルド概念マップの小学校理科での授業内利用の試み. 教育システム情報学会誌 36(4), 2016.
24. **山崎和也, ほか.** Kit-Build 式による概念マップのインタラクティブ化. 人工知能学会研究会資料 SIG-ALST-A803, 2009.
25. **ロイロノート SCHOOL.** (オンライン) LoiLo Inc. (引用日: 2024 年 1 月 26 日.) <https://n.loilo.tv/ja/>.

# 付録

● システム画面

演習の流れに沿って、システム画面のスクリーンショットを掲載する。

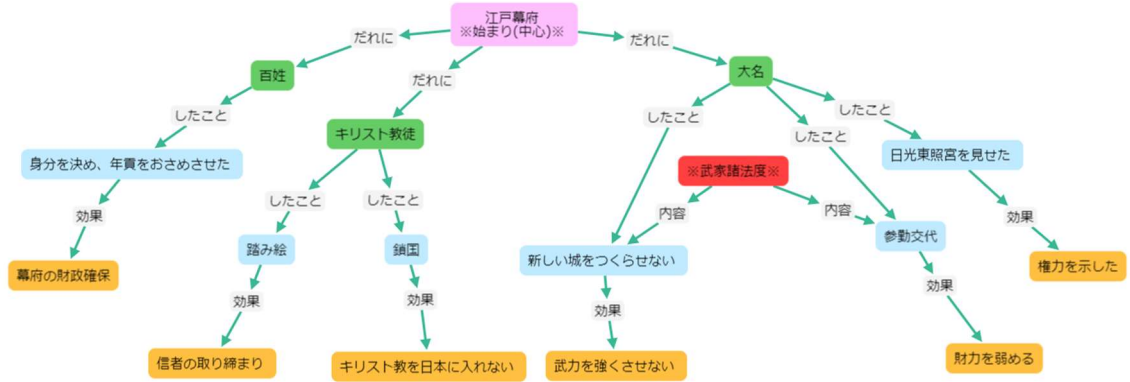


図 18 ①教師：教授内容をもとにゴールマップ作成（事前準備）

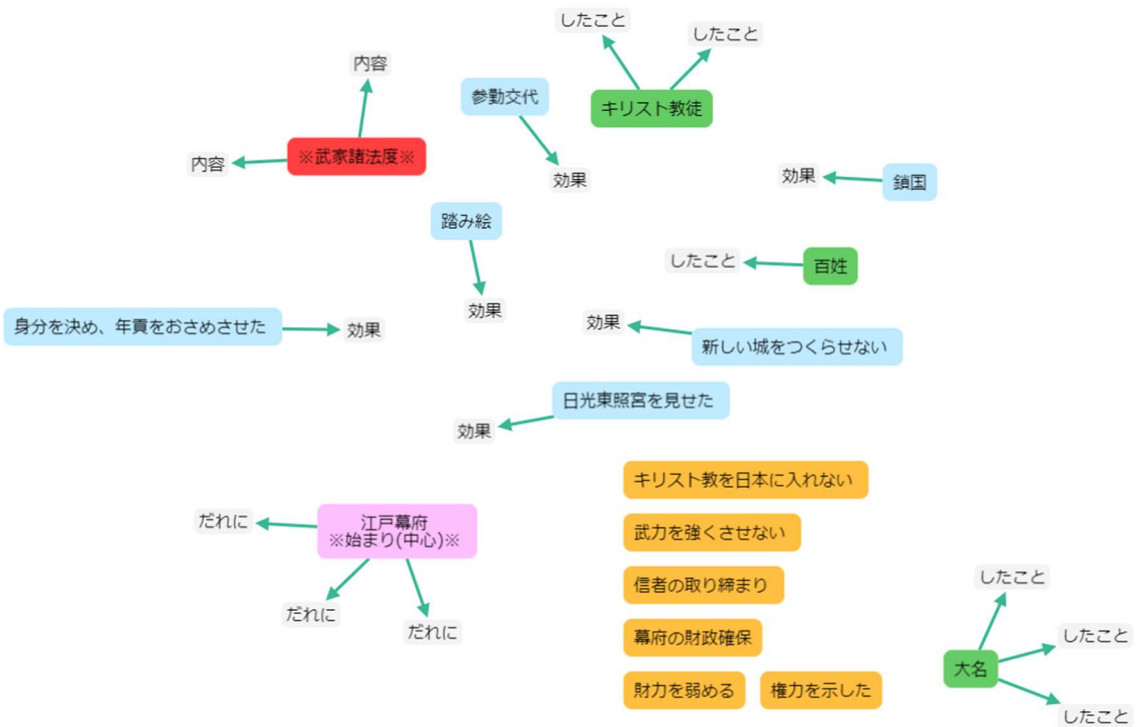


図 19 ②教師：リンクの接続を解いてキットを作成（事前準備）

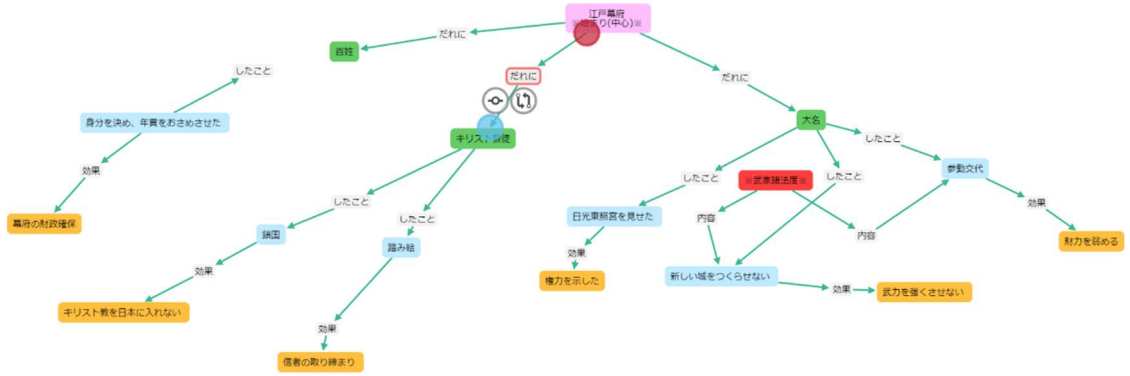


図 20 ③学習者：キットからマップを再構成して個人マップを作成（個人思考）

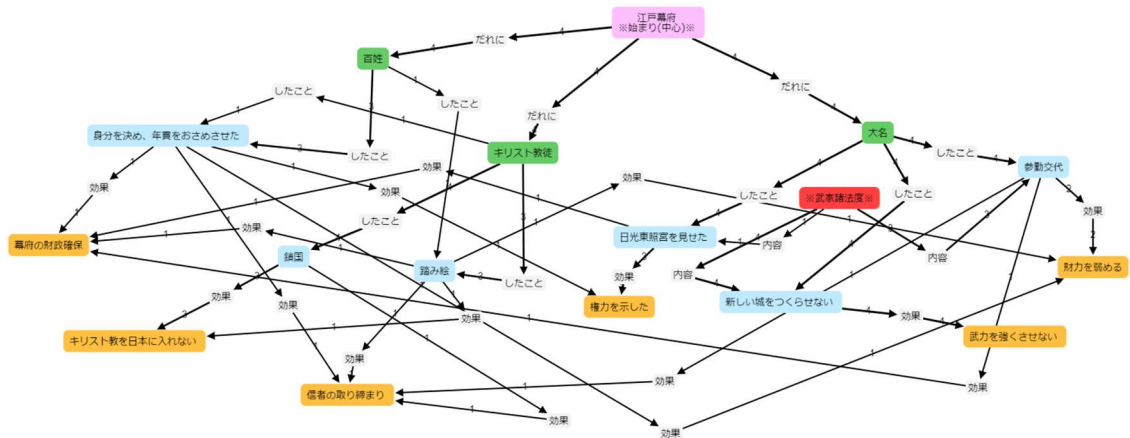


図 21 ④学習者：図 20 を持ち寄って議論開始（重畳マップ表示）（集団思考）

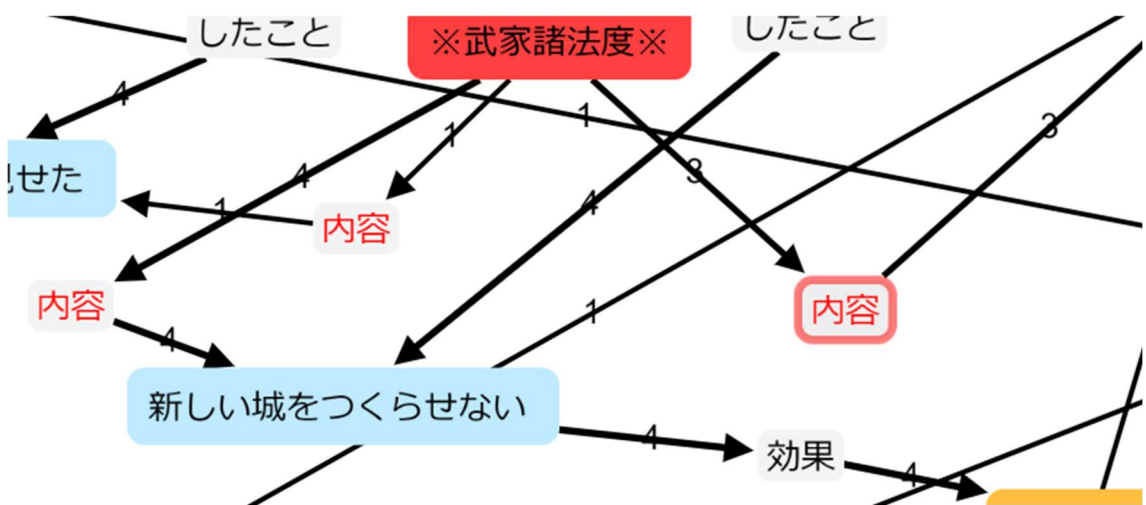


図 22 ⑤学習者：リンクのハイライトから比較すべき理解の発見（集団思考）

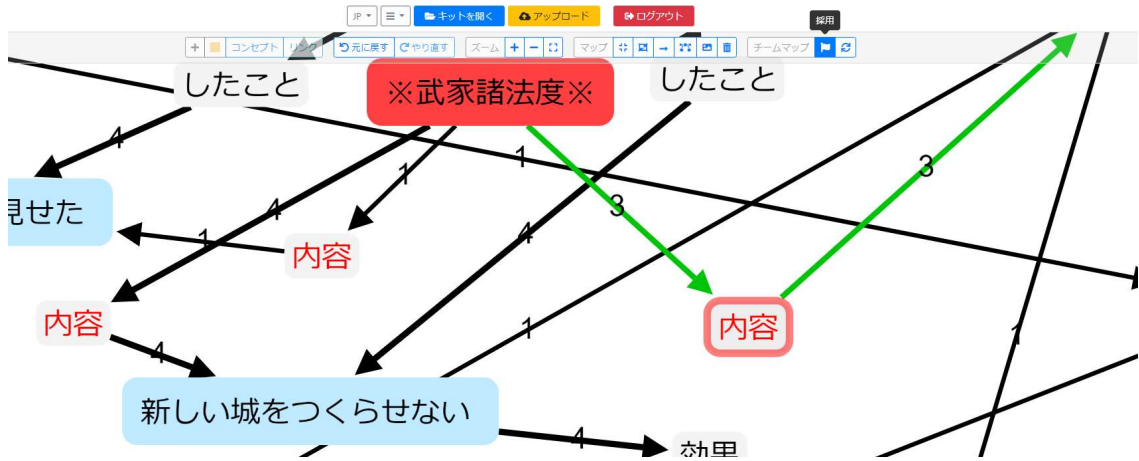


図 23 ⑥学習者：「採用」ボタンから理解の統合（集団思考）

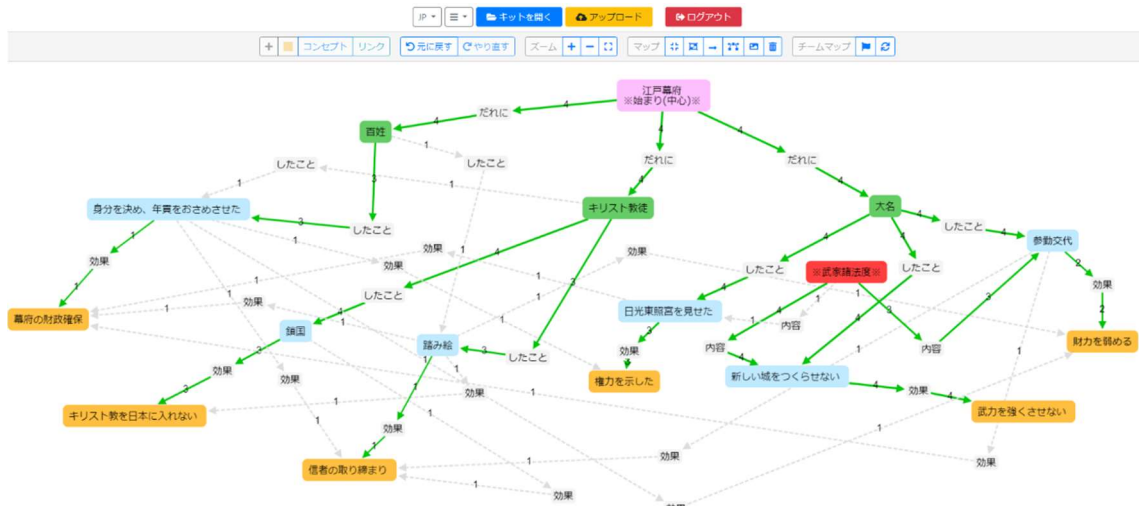


図 24 ⑦学習者：チームマップ完成（集団思考）

● 授業まとめの得点データ

表 4 は協働学習の種類ごとにユーザに対する授業まとめの得点をまとめたものである。授業まとめを提出しなかった学習者の得点は空欄となっているほか、欠席した学習者は「-」としている。

表 4 授業まとめの得点

ユーザ ID	ロイロノートを利用したときの授業まとめの得点	提案システムを利用したときの授業まとめの得点
1	2	2

付録

2	2	2
3	2	3
4	1	2
5	1	1
6	2	-
7	1	2
8		
9	2	2
10		
11	1	2
12	2	3
13	2	3
14	2	3
15	1	2
16	2	2
17	2	3
18	3	2
19	0	2
20	1	1
21	2	3
22	0	1
23	1	2
24		
25	1	2
26		
27	2	-
28		
29	1	2
30	1	3
31	1	1



付録

32	2	1
33	2	2
34	1	2
35		
36	3	3
37	3	3
38	1	2
39	1	1