

## 論文要旨

本論文の目的は、協調学習という質の高い知識獲得のための学習場面において、建設的相互作用をより起こりやすくするための支援方法を提案するとともに、その効果について述べることである。具体的には、大学の学部生が認知科学を協調的に学ぶ場面に焦点をあてて考察した。そこでは、学習者が一定時間内に資料を読み解き、解くべき問いに対して各自の考えを説明し、学習者が互いにそれを検討しあう「Dynamic Jigsaw」が行われた。Dynamic Jigsaw では、学習者が1人で得た知識よりもさらに質の高い知識を構築するという相互作用、つまり「建設的相互作用」が起こることが期待された。

近年、学習者が質の高い知識を身につける重要性が指摘されている。質の高い知識には次に示す3つの特徴があると考えられている：

特徴1. 学習者自身が学んだ場から外に持ち出せる

特徴2. 持ち出した先の状況に応じて適用できる

特徴3. より良く作り変えながら保持できる

質の高い知識を獲得させるための手段として、世界でいろいろな協調学習が実践されている。これらの協調学習実践では、学習者にとって身近で、一定の「正解」が世の中にある問い、例えば「光はどこまで届くのか」といった問いを学習者に検討させることが多い。日常的になじみ深い問いは、「車のヘッドランプのように光は途中で途切れる」といったように学習者が何らかの考えを表明することを促す。学習者は自分と仲間の意見の違いを認識することで議論が始められる。

しかし、近年では、学習者の日常生活にとって必ずしも身近ではなく、かつ多様な正答があり得る問いに直面する機会が増えている。例えば、東日本大震災の被災者に対して私たちはどのような対応をすべきか、といった問いである。問いの難しさに反して、解が多様であるからこそ、参加者ひとりひとりが多様な解の妥当性を検証できる程度に考えを述べる必要が生じる。このことを踏まえて本論文では、こうした議論場面の初期において、参加者が表明する考えを一定以上まで高めるための「足場掛け」を行うことで、建設的相互作用が起こりやすくなると仮定した。足場掛けとは、道具や他者などの社会的支援によって本人の独力以上の認知活動を達成させるための手助けを指す。

本論文では、学習者が元々持っていた初期の素朴な考えを超えて、専門家が創り出した知識を互いに異なる分担部分で受け持つ状態を作り出すことで協調学習を引き起こす「ジグソー法」を対象に足場掛けを行った。ジグソー法は、本を章ごとに分割するなどして別々の学習者に「ジグソー資料」として担当させ、それらの知見を統合することによって問いに対する答えが得られるよう構成された協調学習の方法である。本論文では、学習者がジグソー資料を通じて獲得する知見を、学習者が日常経験等から得た素朴な知見と区別して「初期理解」と呼ぶ。

ジグソー法は、「エキスパート活動」と、それに続く「ジグソー活動」の2つの主要な活動から構成される。エキスパート活動において学習者は、用意された様々なジグソー資料のうちの1つの資料について仲間と内容を確認し合い、その資料についてのエキスパートになる。ジグソー活動では、異なるジグソー資料を持った仲間と話し合っ資料間の関連性について議論する。この議論場面では、ジグソー資料の説明を行う課題遂行者の役割と、相手の話を聞いてモニターする役割という2つの役割の交代が起こる。モニター役が相手の説明をやや抽象的な見地から検討して大局的なコメントを述べることで、課題遂行者が自分の理解を見直す建設的相互作用が起き易くなることが、ジグソー法における建設的相互作用の駆動メカニズムである。

本論文では、エキスパート活動において学習者に初期理解を獲得させるための認知的な足場掛けを用意する効果に注目した。さらに、ジグソー法の中でも、認知科学における様々な研究成果の解説を資料として用意し、それらを大学の学部2年生同士で話し合わせて「私にとっての認知科学はどのようなものか」という問いに対する解を考えさせる「Dynamic Jigsaw」に焦点を当てた。Dynamic Jigsawとは、ジグソー資料として認知科学の論文要約およそ30種類を用いてジグソー活動を繰り返し行うカリキュラムである。このDynamic Jigsawの初期段階において学習者に初期理解を獲得させるための支援を行うことで、学習者同士の協調学習場面で建設的相互作用が発生する機会を増加させられると考えた。Dynamic Jigsawにおけるジグソー活動は、回数を重ねるほど学習者が1つの資料の説明にかけられる時間が短くなるようデザインされている。また、聞き手を務める学習者は毎回交代する。さらに、前の回で仲間の話を聞いて知った資料の話を、次の回では自分が聞き手に対して説明しなければならない。Dynamic Jigsawは、こうした制約をカリキュラムデザインとして盛り込むことによって、学習者が聞き手とのやり取りを通じて手際よく説明ができるようになることを促す。

このように、初期理解は協調学習 Dynamic Jigsaw において重要であるため、初期理解を獲得するための支援方針を先行研究から導いた。学習者がテキスト読解を通じて、協調学習によって学びを深められるよう設計された先行研究を参考にした結果、専門領域の初学者である大学の学部生が質の高い知識を構成するためには、(1) 専門的な教材から内容を読み取るために必要不可欠な構成要素（テーマ・主張・証拠・考察）を把握すること、(2) 読み取った内容に対して学習者なりに疑問や意見等を持つこと、(3) 異なる教材間に関連付けられること、(4) 教材から得た知識を学習者なりに振り返ってより良く作り変えていけること、が重要であることが見出された。そこで本論文では、これら全てを学習者が初期理解を獲得するための支援として実現するために、学習支援システム「質問回答ツール」を構築し、Dynamic Jigsaw に既存の概念地図作成システムである「ReCoNote」と連動させて導入した。質問回答ツールは「この資料のテーマは何か?」といった質問形式で、テーマ・主張・実験や観察の手順・結果・考察という構成要素および学習者なりの疑問点について問いかける質問群で構成した。学習者は wiki ライクなインターフェースを通じて回答を書き込んで保存し、保存された回答は既存の概念地図作成システム「ReCoNote」の部品として自動的にインポートされた。学習者は、部品を二次元空間上に自由に配置したり、部品間を線で結んだりすることによって、自分なりの担当資料のまとめを作成することができた。

質問回答ツールの効果を検証するために、Dynamic Jigsaw のエキスパート活動において質問回答ツールの支援があった2004年度と、支援がなかった2003年度の2つの実践を比較した。学習者の実際の学習場面を実験的な統制を行わずに比較するため、「デザイン研究手法」を用いた。デザイン研究手法は、文脈を固定すれば実験群・統制群のような条件統制を行うことなく学習者に対して総合的な学習支援を実施した結果を比較できという利点がある。その一方で、支援と学習成果の因果的な説明が難しいという欠点もある。そこで本論文では、ツールを導入する前の年度における実践と比較して質問回答ツールの効果を検証する際、ツールに残されたログデータだけでなく、学習者の学びのプロセスデータを合わせて分析することで欠点を補った。分析には、学習者自身の考えを表す概念地図や、議論における発話など、協調学習中に発生する多様なプロセスデータを用いた。

学習者が獲得した初期理解の質を評価するために、先行研究から導かれた4つの支援方針、すなわち（支援方針1）学習者なりの視点を重視した読みをさせる、（支援方針2）テキスト中の重要な構成要素を把握する、（支援方針3）異なるテキストと関連付けられる、（支援方針4）テキストに対する解釈を何度でも作り変えられる、の4点を用いた。これら4点が満たされれば、質の高い知識が獲得されると考えられる。そのため、学習者が獲得した知識を評価するための観点として、（特徴1）担当資料で学んだ認知科

学概念をエキスパート活動の文脈を超えてジグソー活動にも持ち出す、(特徴2) 担当資料で学んだ認知科学概念を自分なりに作り変えられる、(特徴3) 仲間の説明を聞いて自分が知っている認知科学概念を引用する、の3点を用いた。

質問回答ツールが初期理解獲得に及ぼした効果について、エキスパート活動にて作成された概念地図と発話プロトコルデータを用いて検証した。その結果、質問回答ツールによって、学習者なりの解釈の記載量が増加した(支援方針1)。また、主張や考察が言及されやすくなり、考察と証拠(実験手順・結果)の間が適切に関連付けられやすくなった(支援方針2)。これらは、資料に明記されていない解釈を学習者なりに付け加えて資料の主張を複眼的に捉えることで、実験結果を解釈し直す活動で支えられていた(支援方針4)。なお、支援方針3はジグソー活動にて検証した。以上より、質問回答ツールは、完全な説明のための準備としてではなく、主張や考察といった抽象的なまとめを学習者に意識させ、具体的なデータとの関連付けを自分たちなりに行わせる上で役立つと言える。

エキスパート活動における質問回答ツールの効果の検証に続いて、学習者の初期理解が支援方針に沿う形になったことで、学習者が協調的な議論を通じて質の高い知識を獲得しやすくなったかを、発話プロトコルデータを対象に検証した。分析では、学習者が自身の担当資料の大意をどの程度把握していたか検討するため、資料を把握する上で重要な観点である4点を抽出して著者が作成した「大意把握度」の指標を用いた。その結果、質問回答ツールの支援によって、学習者は学習者なりに本文に明記されていない資料の主張までも読み取って資料の大意を説明できた(特徴1)。また、聞き手の質疑に応じて自らの説明を再構築し、学習者なりの解釈を混じえながらより良い説明を作っていた(特徴2)。聞き手の質問へ回答する際に、新しい説明のやり方を見つけることで、資料の大意を安定的に説明しやすくなった可能性も示された(特徴1+特徴2)。さらに、多くの関連付けを根拠とともに述べることで、関連付けでは、他資料の実験内容を担当資料の実験内容と比較したり、他の資料の主張を用いて担当資料の主張を見直したりといった、構成要素単位での比較吟味が多く見られた(特徴3)。以上より、質問回答ツールの支援によって、学習者は協調的な議論において担当資料の内容を構成要素の単位で振り返ることによって、構成要素を補足したり考え直したりといった見直しや、構成要素間を関連付け直すことで知識の作り変えを実現した可能性が示された。

1回目のジグソー活動における学習者の知識の変化の検証に続いて、Dynamic Jigsawにおける全てのジグソー活動における発話プロトコルデータを分析することで、知識の作り直しに見られる特徴を詳しく検討した。その結果、質問回答ツールの支援を受けた学習者は、ジグソー活動を重ねるほどより大意を把握した説明を行うようになっていた(特徴1)。また、学習者は、聞き手の発言を契機として、資料の主張に多様な構成要素を関連付け直すことで、説明の作り直しを行っていた(特徴2)。関連付けについての説明は、回数を重ねるほど精緻になり、抽象度が上がっていった。これらに伴い、学習者は資料を複眼的に捉えられるようになっていた(特徴3)。学習者は、ジグソー資料を元に、話し合いによって知識を作り変える「知識変容型の説明」を実現したと考えられる。このような説明は、学習者の初期理解に資料の主張が含まれていたこと、および議論を通じてその主張を学習者なりに解釈し直して他の構成要素間と関連付け直すことで達成されたと考えられる。

以上をまとめると、質問回答ツールの支援の効果は次に述べる3点に集約される。

- (1) 相手の発言を契機に学習者自身の考えを様々な抽象度で見直す
- (2) (1)を契機に相手の考えを取り込んで自身の初期理解を繰り返し作り変える
- (3) (1)を契機に自身の考えと相手の考えを包含する新しい概念を繰り返し作る

質問回答ツールは、学習者が資料から議論のために最低限必要な構成要素を学習者なりに抽出し、構成

要素間について仲間とともに関連付けを試みて、話を知らない聞き手に対して説明することを促したと言える。言い換えると、学習者がこのような初期理解を獲得することが、建設的相互作用を実現する上で有効だったと考えられる。質問回答ツールは、専門的な題材についての建設的な相互作用を、学習者にとって実現可能な活動に落とし込むことによって、学習者なりに専門的な知識をより良く高めていく活動を実現させる上で効果的だったと言える。その支援方法として把握すべき構成要素、特に著者の主張をテキストから読み取るよう学習者に提示したことで、議論が枝葉末節に偏ったり裏付けのない抽象論に偏ったりすることを防ぎつつ、学習者なりに考えさせる議論を実現したと考えられる。

以上より、大学生が自身の専門領域を学ぶ文脈において、建設的相互作用を引き起こしやすくするために、質問回答ツールが有効だったと考えられる。今後の課題としては、質問回答ツールがどのような学問領域の協調学習において有効な支援であるかの検討と、質問回答ツールが効果をあげるための要因としての聞き手の役割やカリキュラムデザインの特徴の分析があげられる。