

# 学びの構成原理に基づく授業デザインと評価方法の提案

## —小学校におけるジグソー法を組み込んだ

## 算数授業を対象とした実践—

大崎理乃<sup>\*1</sup>, 笠井俊信<sup>\*2</sup>, 林雄介<sup>\*3</sup>, 益川弘如<sup>\*4</sup>

\*1 産業技術大学院大学, \*2 岡山大学, \*3 広島大学, \*4 聖心女子大学

## A Case Study of Lesson Design and Assessment Based on Design Mechanism for Mathematical Class in Elementary School

Ayano Ohsaki<sup>\*1</sup>, Toshinobu Kasai<sup>\*2</sup>, Yusuke Hayashi<sup>\*3</sup>, Hiroyuki Masukawa<sup>\*4</sup>

\*1 Advanced Institute of Industrial Technology, \*2 Okayama University,

\*3 Hiroshima University, \*4 University of the Sacred Heart

授業デザインの検討のために、設計された授業とそこでの学びのプロセスを対象とした評価が必要とされている。しかし、授業中の対話分析には実践から評価までに時間を要するという課題がある。本研究では、授業実践当日の検討会にて実施可能な、教師による授業評価と改善検討の実現を目指して、学びの構成原理を利用した授業デザインと評価による授業検討方法を提案した。さらに、小学校でのジグソー法を組み込んだ算数授業の実践を例に、提案方法の効果と課題についての検討を行った。その結果、提案方法は設計された授業と実際に行われた授業の比較、および実現を目指した授業への改善検討に効果が示唆された。

キーワード: 授業設計, 評価, 小学校教育, 目標の階層構造, 知識構成型ジグソー法

### 1. はじめに

授業デザインの検討では、学習者の成果物だけではなく学びのプロセスを対象とすることが必要とされている。例えば、学習科学研究で用いられることの多い「デザイン研究」<sup>(1)</sup>という方法論について Sandoval は、「設計の評価」と「原則の評価」の二段階に整理している<sup>(2)</sup>。「設計の評価」では、学びのプロセスを対象として、授業設計の背景となる理論や設計者の意図が授業実践の中で期待通りに機能していることを評価する。「原則の評価」では、設計通りに機能している授業の学習成果を評価することで、授業デザインと学習成果の関係を検討する。つまり、学びのプロセスを評価する「設計の評価」は、学習成果を評価する「原則の評

価」の前提条件となる。この方法論を用いることで、授業設計の工夫と学習成果の関係を分析的に検討し、よりよい授業設計につなげることが可能となる。

そこで近年、学習者の対話を分析対象とした評価が注目されている。しかし、教育現場における授業設計検討は授業時間毎に行われるものであり、学習者の対話をテキストに変換し、その対話を分析するというプロセスの短縮が必要とされている。その観点では、オンラインの教育ゲームを対象に、限られた語彙集を利用して学習者の発話を自動的にテキスト化した研究<sup>(3)</sup>など、自動的な音声認識によるテキスト化技術の貢献が期待される。ただし、教室での学習者発話の自動テキスト化には、教室環境内の騒音や音声認識のトレーニングに関する困難さなど、多くの問題があることが

指摘されている<sup>(4)</sup>。

つまり、授業中もしくは授業直後に教師が、授業中の対話から「設計の評価」を行うためにはテキスト化の課題があり、教師が授業実践を通して授業デザインの検討を行うための新たな方法が求められている。そこで著者らは、対話のテキスト化を必須としない授業デザインの検討方法として、(1) 学びの構成原理に基づいた授業設計、(2) 授業設計意図の可視化を利用した授業観察による評価の2点を含めた方法を提案した。本研究での提案方法は、原則や理論に基づいて実践的に学習環境を設計する場面に焦点をあてた、「設計の評価」のより分析的な評価方法である。本稿では、提案方法の有用性検討と課題抽出を目的として、小学校の研究授業にて提案方法を利用した結果を報告する。

## 2. 提案方法

本研究における提案の目的は、教師による授業改善検討の支援である。つまり、授業実践の場面において

(1) 学習者の思考に焦点を当てた授業設計の支援、(2) 授業設計意図の授業観察者での共有、(3) 授業設計意図を踏まえた学習プロセス評価の支援の3点により、授業当日に設計された授業と実施された授業の比較を可能とすることを目指す。具体的には、まず授業設計時に、その設計意図を原則に紐付いた形で整理して可視化する。授業観察時には、可視化された図に基づいて、授業設計意図の実現有無を評価する。つまり、授

業観察者が授業中に、授業設計意図が表現された図に基づいて、示された観点の活動や思考が実現しているかどうかを評価することで、授業中に「設計の評価」を実施しようという試みである。授業観察中に、児童生徒の対話を聞き、示された観点に対応するかどうかを判断する活動は、テキスト分析の際にあらかじめ定められたタグを付与し分析を行う協調学習分析<sup>(6)</sup>と同様の活動であると考えた。

本研究にて述べる「学びの構成原理に基づく授業デザインと評価」とは、授業で実現を目指す学習活動を明確にし、設計と実施とを照らし合わせることである。つまり、本研究が対象とする授業デザインには目標となる学習活動が整理されていることが必要となる。そこで著者らは、知識構成型ジグソー法を組み込んだ授業に焦点をあてた実践を行った。

知識構成型ジグソー法(以下、「ジグソー法」とする)は、東京大学大学発教育支援コンソーシアム推進機構(CoREF)が開発した学習法であり<sup>(6)</sup>、主にエキスパート活動、ジグソー活動、クロストークの3種類の活動によって構成されている。学習者は、授業全体で解決すべき学習課題(以下、「問い」とする)に対し、問いの解決に必要な数種類の教材(以下、「部品」とする)の一つをエキスパート活動で学習する。その後、別々の部品について学んだ学習者が新たなグループを構成し、それぞれの知識を組み合わせ、「問い」への答えをつくる。

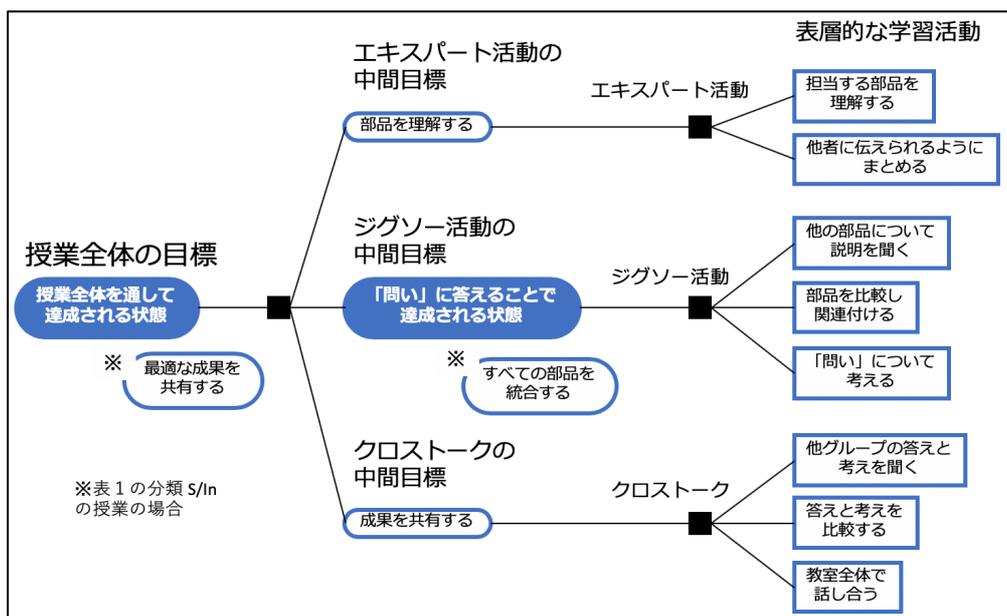


図 1 知識構成型ジグソー法の授業の目標の階層構造表現の例<sup>(8)</sup>

これまで著者らは、学習活動の目標を明示した「目標の階層構造表現」を提案し、ジグソー法を組み込んだ授業を対象とした実践研究を行ってきた(7,8)。「ジグソー法の目標の階層構造表現」は、CoREFから提供されているジグソー法を組み込んだ授業案を分析することを通して整理したものであり、ジグソー法の授業全体、エキスパート活動、ジグソー活動、クロストークの4種類の学習活動について、目標と期待する学習活動を明示している(7)。例えば、部品を統合して最適な成果を共有するタイプの授業を表した図1では、授業全体の目標が「最適な成果を共有する」であり、全体の目標達成のためにエキスパート活動、ジグソー活動、クロストークの各活動の目標（以下、「中間目標」とする）と学習活動があることが示されている。さらに、ジグソー活動の中間目標は「すべての部品を統合する」であり、中間目標達成のために「他の部品について説明を聞く」、「部品を比較し関連付ける」、「『問い』について考える」という学習活動中の学習者の思考があることが整理されている。また、図1の作成を通して、分析対象とした授業の構造を教科や教材に依存しないレベルまで抽象化したことで、ジグソー法を組み込んだ授業を、授業全体の目標2種類とジグソー活動の中間目標3種類の計6種類に整理した(表1)(8)。

さらに、授業実践の評価のため、学びの構成原理に基づく分析カテゴリを整理し、分析ツールの開発にも取り組んでいる(9)。開発した分析可視化ネットワーク(図2)では、各部品に関する発言の有無だけでなく、各部品の比較や「問い」への適用、「問い」へ部品を適応した結果の関連検討など、学習者の思考に焦点を当てた分析を支援している。

表 1 ジグソー法の分類(8)

授業全体の 目標の種類	ジグソー活動の 中間目標の種類		
	分類する (Cl)	選択する (Ch)	統合する (In)
最適な成果を 共有する(S)	S/Cl	S/Ch	S/In
多様な成果を 認識する(D)	D/Cl	D/Ch	D/In

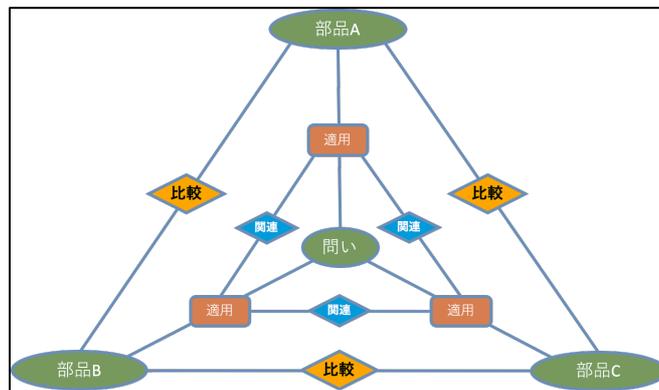


図 2 ジグソー法を組み込んだ授業の対話分析テンプレート  
※表 1 における「D/In」の場合

### 3. 実践

提案方法を利用した授業検討の実践は、公立の小学校（以下、「協力校」とする）における研究授業の場で行った。授業科目は小学校4年生の算数であり、学習者は3名から4名で構成される班で活動した。班の数は8班である。当該実践の「問い」は「4つの4と+、-、×、÷や（ ）を使って、答えが0～4になる式を作ろう」であった。また、各部品は計算の決まりに関するものであり、Aは「左から順番に計算する」、Bは「（ ）の中を先に計算する」、Cは「×、÷を先に計算する」であった。表1におけるジグソー法の分類では、「部品を統合し、多様な成果を認識する(D/In)」に相当する実践であった。また、研究授業に参加した授業観察者数は17名、全員が協力校の教員であった。協力校では、4年前からジグソー法を組み込んだ授業の研究に取り組んでおり、2019年度の研究テーマは児童の思考力向上である。

実践では、まず授業設計者が表1におけるD/Inとして授業をデザインした。その際に、授業でのジグソー活動のプロセスを前半・中盤・後半の3フェーズに分割して、図2のテンプレートを参照しつつ授業中に実現を期待する児童の思考を想定した図を作図した。作成された図は、前半が図3、中盤が図4、後半が図5である。続いて授業では、ジグソー活動中に、授業観察者は一人あたり1班の分析を担当し、A4用紙両面に図3から図5がカラー印刷された「授業観察ワークシート」へ分析結果を記入した。授業観察者には、図6の記入見本のとおり授業観察者が実現を判断した思考に○印をつけ、期間内に実現を確認した回数を記入す

るように依頼した。授業観察者に向けた具体的な説明内容は、図7のとおりであった。

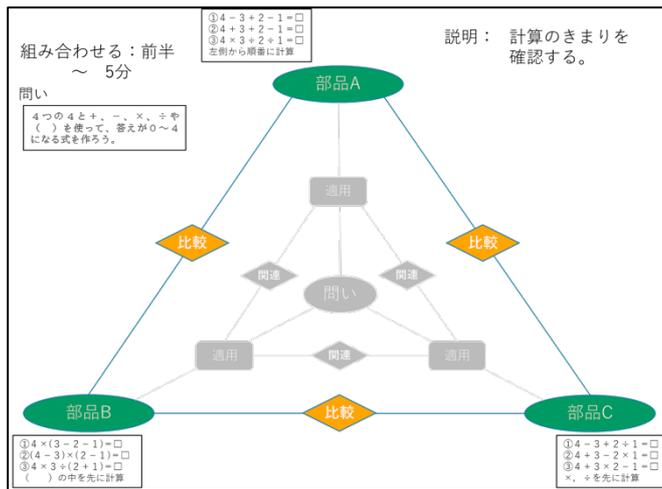


図3 授業前半において授業設計者が期待する児童の思考

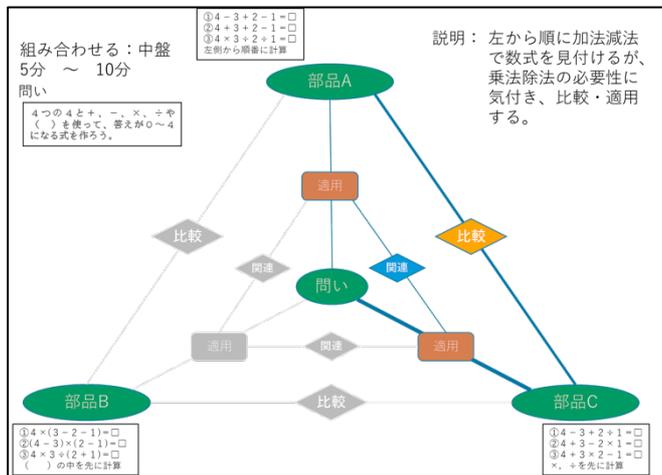


図4 授業中盤において授業設計者が期待する児童の思考

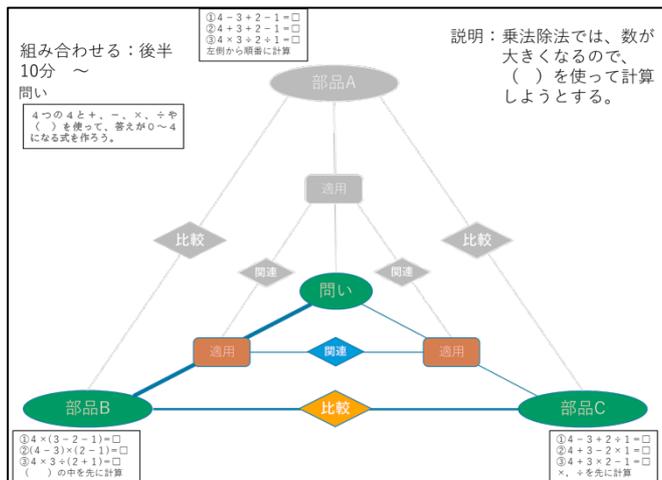


図5 授業後半において授業設計者が期待する児童の思考

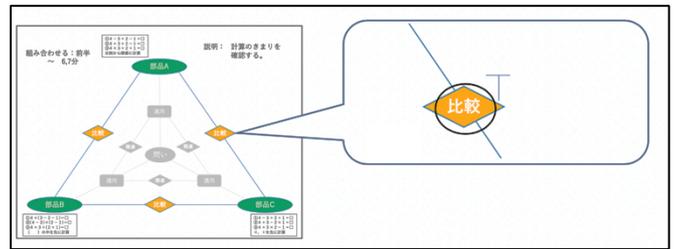


図6 授業設計ワークシートの記入見本

- ジグソー活動を前半、中盤、後半の三つの段階に分けて、担当班の児童らが行った発話から推測される観点（○、◇または□）に丸をつけてください。  
※ 表面的な発話の内容だけでなく、その発話に至る児童の“思考”を推測して判断してください。
- 活動の中で、複数回確認された観点（○、◇または□）に関する発話については、可能な範囲で正の字で回数を記録してください。
- 前半、中盤、後半の切り替えの細かいタイミングは各自の判断で構いませんが、書き込む図を変えた直後の児童の発言を単語だけでも、メモをお願いします。
- その他、気づいた点をメモしてください。

図7 授業設計ワークシートの説明文

#### 4. 結果と考察

提案方法の効果を確認するため、実践の結果を授業フェーズごとに前半を図8、中盤を図9、後半を図10として図示した。これらの図の縦軸は、各観点が実現されたと評価した授業観察者の人数を示している。授業観察者は1班につき1名から3名で担当しているため、授業観察者の数が班数を示すわけではない。図の横軸は授業観察ワークシートに掲載した図のノードを示した。紙面の都合上、各ノードの名称は、部品は英字のみ、「部品Aの問いへの適用」は「A適用」というように略称を用いた。授業設計者が期待した児童の思考は、授業デザイン時に作成された授業設計者の意図を可視化した図（図3から図5）に基づいて、横軸の観点到に「\*」を付与することで示した。

まず、図8から図10より、授業設計者が実現を目指した各観点について、実現していると判断した授業観察者が他の観点到に比べて多いことが確認された。さらに授業前半では、約半分の授業観察者が各部品に関

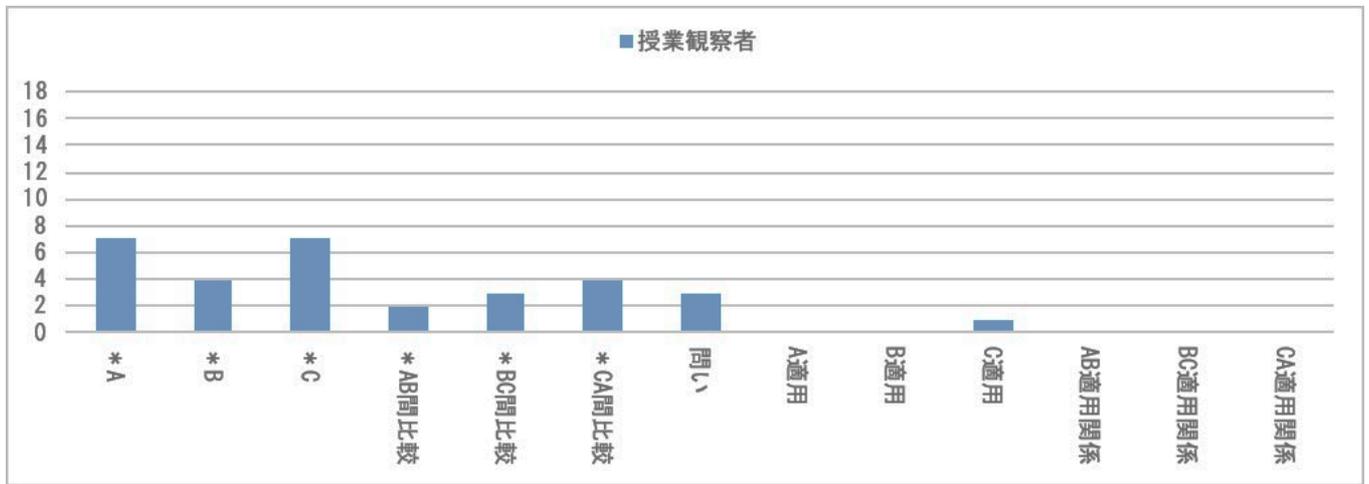


図 8 授業前半における分析の結果

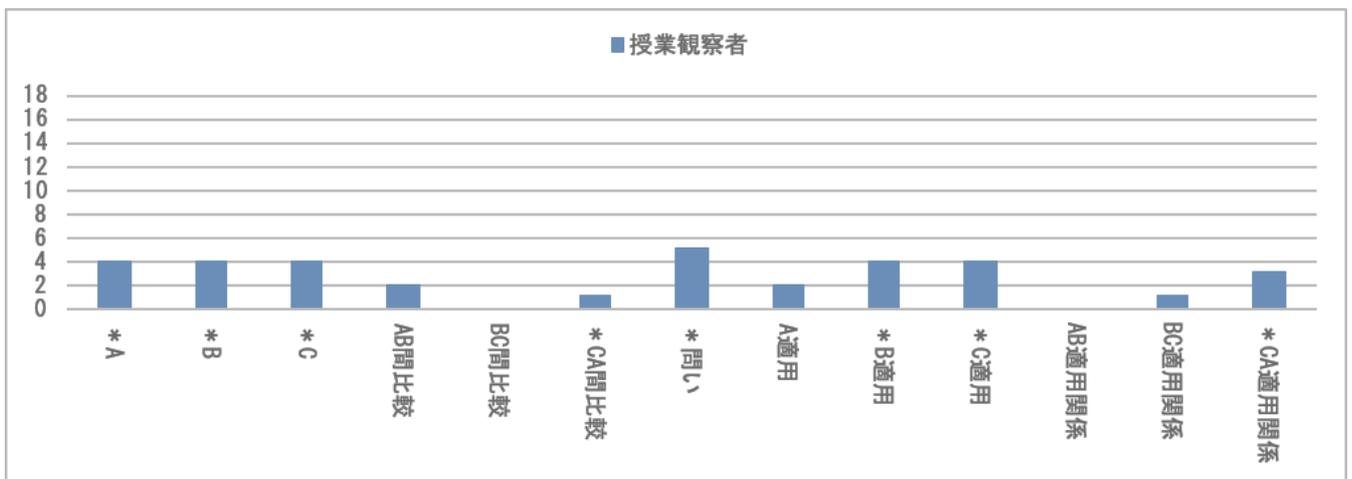


図 9 授業中盤における分析の結果

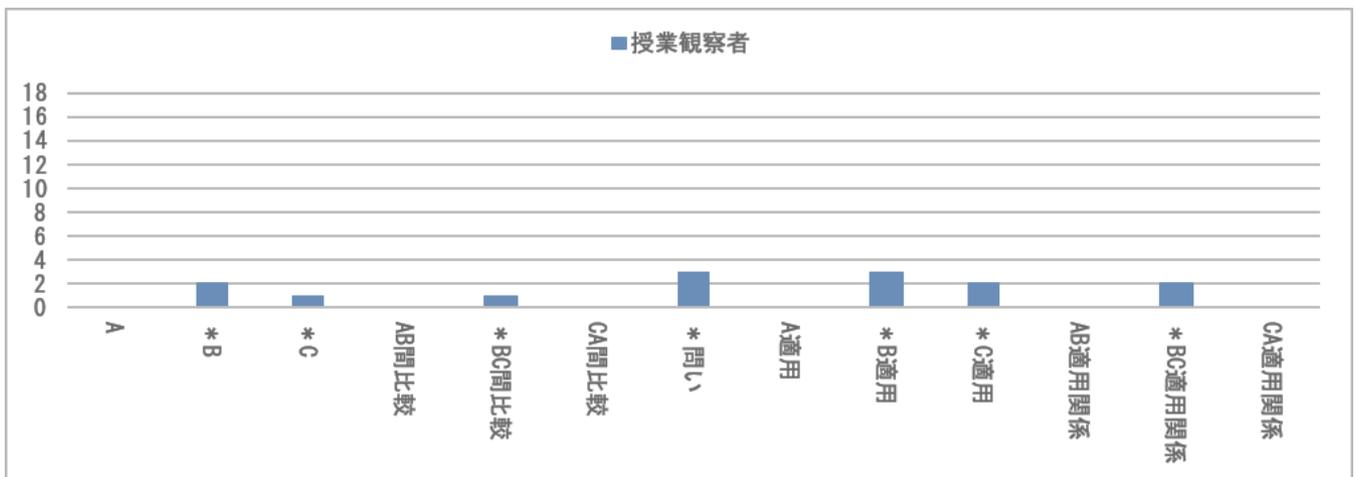


図 10 授業後半における分析の結果

する発言を評価した。これは、ジグソー法を組み込んだ授業では、始めに学習者による各部品の共有が行われるため、そのタイミングで各部品に関する発言と部品間の比較が行われることを授業設計者が期待し、実際の授業でも期待どおりに関連する対話を授業観察者が確認した結果と考えられる。また、授業前半では授

業設計者が意図していなかった「問い」に関する発言も、図 8 では確認されており、児童が活動の初期段階から「問い」を意識していた可能性が示唆された。さらに、図 9 と図 10 から、中盤と後半では、「\*」の付与された観点の実現を評価した授業観察者が減少していることが確認された。このように、提案方法により

授業設計者の意図と授業観察者の認識を比較可能とすることで、授業後の検討会にて状況を詳しく共有し改善方法を検討することを通して、授業設計者が実現を目指す授業に向けた検討が可能になると考えられる。

ほかにも、授業観察ワークシートの記入内容には、授業観察者が児童の思考と紐付くと判断した児童の発言に関するメモとして「これはだめ?」「1でしょ5でしょ1でしょ」といった発話が数多く記入されていた。また、「部品間の比較」に対して「ヒントを言うのも一つの手」といった、授業設計者の意図を実現させるための改善提案が複数の授業観察者のワークシートに確認された。これらのことから、本研究での提案方法は児童の思考に着目し、実現を目指した授業への改善検討に一定の効果があつたものと考えられる。

一方で、次の改善につながる課題も確認された。第1の課題は、授業のフェーズ以降タイミングである。学習者の思考の変化を捉えることを目的として、本実践では授業を前半・中盤・後半の3段階にフェーズを分割した。しかし、実際の授業では学習者の様子を見ながら教師が声かけや時間配分を調整するため、授業設計者と授業観察者および授業観察者同士でフェーズの移行タイミングを揃えて分析することに困難さがあつた。

第2の課題は、授業観察者による学習者の発話の把握である。実践では図8から図10のとおり、各観点において授業観察者17名のうち数名しか「実現した」と評価しなかった。ただし、授業の3フェーズを通して一度も実現を評価しなかった授業観察者は2名のみであった。つまり、授業実践時には複数の班が近い距離で活動していたため、分析対象班の児童の発言が聞き取りにくい場面が数多くあり、実際には思考の実現を評価可能な対話があつたにも関わらず、授業観察者が聞き取れなかったため「実現が確認されなかった」と判断された可能性がある。今後学習者の発話データをテキスト化して分析することで、提案方法の検出力を評価した上で、提案方法であるテキスト化なしでの分析の精度向上を検討する必要がある。

さらに本研究では、授業の設計意図の実現有無を判定するだけでなく、その評価結果や差から次の授業実践への改善を支援することを目指している。しかし、本稿では授業中の分析結果に焦点を絞って議論した。

今後、提案方法が授業検討会での教師の検討に、どのように影響するのかを評価する必要がある。

## 謝辞

実践にご協力頂いたI市立小学校の先生方に感謝いたします。本研究は、JSPS 科研費 B19H01715 (代表者：笠井俊信) の助成を受けたものである。

## 参考文献

- (1) 益川弘如：“デザイン研究・デザイン実験の方法”，清水康敬，中山実，向後千春(編著)，教育工学研究の方法，ミネルヴァ書房，東京，pp.177-198 (2012)
- (2) Sandoval, W.: “Conjecture mapping: An approach to systematic educational design research”, *Journal of the Learning Science*, Vol.23, No.4, pp.18-36 (2014)
- (3) Gruenstein, A., McGraw, I., and Sutherland, A.: “A self-transcribing speech corpus: collecting continuous speech with an online educational game”, In *International Workshop on Speech and Language Technology in Education* (2009)
- (4) Blikstein, P., and Worsley, M.: “Multimodal Learning Analytics and Education Data Mining: using computational technologies to measure complex learning tasks”. *Journal of Learning Analytics*, Vol.3, No.2, pp.220-238 (2016)
- (5) 稲葉晶子，大久保亮二，池田満，溝口理一郎：“協調学習におけるインタラクション分析支援システム”，*情報処理学会論文誌*, Vol.44, No.11, pp.2617-2627 (2003)
- (6) CoREF：知識構成型ジグソー法。http://coref.u-tokyo.ac.jp/archives/5515, (2009)(参照日 2019.12.10.)
- (7) 笠井俊信，遠藤育男，大崎理乃，林雄介，益川弘如，永野和男，平嶋宗，溝口理一郎：“授業目標の階層構造表現による教員研修支援の試み”，*日本教育工学会研究会報告*, JSET17-5, pp.97-102 (2017)
- (8) 笠井俊信，大崎理乃，益川弘如，林雄介，永野和男，平嶋宗，溝口理一郎：“授業の幅広い対案作成に基づく教員研修の試みとその効果”，*日本教育工学会研究会報告*, JSET18-5, pp.209-214, (2018)
- (9) 笠井俊信，大崎理乃，林雄介，益川弘如：“発話分析可視化ツールを活用した授業振り返り研修の実践”，*教育システム情報学会*, JSiSE Research Report, Vol.34, No.4 (2019)