

「比とその利用」の「知識構成型ジグソー法」授業における 児童の学習プロセスの検討

Children's Learning Processes of Ratio in a Knowledge-Constructive Jigsaw Classroom

齊藤 萌木[†], 水谷 隆之[‡]
Moegi Saito, Takayuki Mizutani

[†] 東京大学, [‡] シカゴ日本人学校

The University of Tokyo, Chicago Futabakai Japanese School Day School
saitomoegi@coref.u-tokyo.ac.jp

概要

本稿では、指導と評価の一体化の視点から比・割合の指導の指針を得るため、「比とその利用」の「知識構成型ジグソー法」授業における小学6年生の学習プロセスを検討した。結果、児童が「差に着目した比べ方」に強い志向を持つこと、その見直しには協調問題解決が貢献するものの、理解深化プロセスは複雑多様で1コマでは達成しきれないことが見えてきた。この結果から、同領域における概念理解支援の重要性を改めて示唆された。

キーワード：比・割合の理解、「知識構成型ジグソー法 (KCJ)」, 教育評価, 授業研究

1. はじめに

教育評価の変革を狙うのであれば、そもそも子どもたちが何をどこまで理解し得るものなのか、そのプロセスがどれほど強固な素朴概念を科学的概念へと作り変えていくものなのか、その概念変化のプロセスがどれだけ一筋縄でいくものなのか、それともそれらの概念が複数並存してしまうような一筋縄でいかないプロセスなのかなどについての我々の理解を深めておく必要があるだろう。協調的な学習形態は、このような理解の深化を促進すると同時に、子どもたちの理解のプロセスを授業者や研究者に「全開」にしてくれる利点を持つ。そこで見てくることは、今後AI等も用いた教育支援を考える際にも、我々の視野を広げること、場合によっては指導や評価に関する様々な「悩み」や「迷い」を新たに生み出すこと、そしてそれを踏まえてより自覚的に新しい授業をデザインすることに役立つはずである。

本稿では、指導と評価の一体化の視点から比・割合の指導について指針を得るため、「知識構成型ジグソー法」[1]の授業をとおして比と割合について理解を深めた小学校6年生の授業の記録をもとに、学習のプロセスを描出する。

対象とする授業では、小学校6年生28名が単元1時

表1 「比とその利用」の授業の課題

<p><プレテスト/ジグソー活動></p> <p>梅のシロップと水を混ぜて、梅ジュースを作ります。</p> <p>②～⑥番から、①番と同じ濃さになる組み合わせをすべて選びましょう。</p> <p>①番 シロップ 60mL と水 100mL</p> <p>②番 シロップ 100mL と水 140mL</p> <p>③番 シロップ 90mL と水 150mL</p> <p>④番 シロップ 120mL と水 240mL</p> <p>⑤番 シロップ 21mL と水 35mL</p> <p>⑥番 シロップ 3 カップと水 5 カップ (1 カップ=200mL)</p> <p>※プレテストでは、「結果の見通し」「方法の見通し」を記載</p> <p><ポストテスト></p> <p>⑦～⑨番で、①番と同じ濃さになる組み合わせには○、ちがう組み合わせには×を書きましょう。そして、その理由を説明しましょう。</p> <p>⑦番 シロップ 150mL と水 250mL ()</p> <p>⑧番 シロップ 150mL と水 300mL ()</p> <p>⑨番 シロップ 180mL と水 300mL ()</p>
--

間目の1コマ(45分)を使って表1の課題に取り組んだ。

プレテストで結果を正しく見通せたのは1名のみだったのに対し、ポストテストでは完全正答23名、部分正答(3問中1問または2問正答できた児童)5名とパフォーマンスが大きく上昇した。そこで、授業は多くの児童の理解の深まりに貢献したと考えられる。こうした事例を題材に、授業中の対話や記述に基づいて学習のプロセスを描きだし、そのプロセスがどんな要素に影響されて生じたかを考察することにより、比・割合の指導のポイントについて示唆を得ることが本稿の主題で

①と②が引き算で計算 $100-60=40$, $140-100=40$ 同じ
①と③がわり算で計算
①と④が分数で計算

図3 8班の発表用ホワイトボード

(児童名は仮名). 8班がジグソー活動終了時に提出した発表用ホワイトボードには, 図3に示すように, 「差に着目した比べ方」による誤った解答が記載されていた. この時点で「差に着目した比べ方」を記載したのは1班だけであった.

(1) 8班のジグソー活動

8班がジグソー活動をとおして「差に着目した比べ方」の誤りに気づけなかった背景には何があったのだろうか. ジグソー活動中の対話からは, 「比や割合に着目した比べ方」という正しい比べ方についての知識や理解の不十分さよりはむしろ, 「濃度を比べるのに適切な比べ方はどういう方法か」という問題意識の無自覚や, 「発言の内容自体に一貫性を見いだせれば, 前提の見直しは起こりにくい」という傾向が, 「差に着目した比べ方」を温存させたのではないかという解釈を提示できる.

8班はジグソー活動が始まると, BCAの順で情報共有を行った. ユリカは「割り算で, 分数に直せば, ③は同じになる」とBの内容を伝えた. また, Cについてはタクヤが「(図を示しながら) 同じ数で分けていくと, (①の水の量が) $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5$, (③の水の量も) $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5$ で同じになる」と内容を伝えていた. 2人の説明によって, 8班でも「比や割合に着目した比べ方」という正しい比べ方についての知識の共有自体はなされたということになる.

しかし, 続くAの説明では, セイジが「差に着目した比べ方」により「①・②は同じ濃さ」という誤った見解を提示した. そしてその説明は誤っていたにもかかわらず, 聞き手の子どもたちに積極的に受け入れられてしまった.

セイジは自身の説明の順番が来ると, 「俺発表していい? 俺の簡単」という発言の後, 「水の量—シロップの量」の引き算とその答えをもとに「①・②は同じ濃さ」という説明を行った. セイジの説明は, プリントに書かれた「 $100-60=40$ $140-100=40$ 」の式と, それぞれの数値と問題文中の①・②の水・シロップそれぞれの数

量の対応を示しながら, 「水の分量とシロップの分量がこれ…で, 答えは40」というよどみのないものであった.

これを聞いた3名は「同じことになったけえ同じね」「これが一番簡単や」「全部同じになるんじゃないか」と口々に応じ, セイジの説明を疑う様子は見られなかった. 「①・②は同じ濃さ」というのは勿論誤答であるが, 正しい計算手続きを行ったうえで計算結果が同じだから濃さも同じという説明は, 児童には説得力があったようである.

その後, 8班はABCの資料を改めて見直ししながら, 課題に対する班の答えをまとめ, 発表用ホワイトボードに記載していった. その過程では, Cについて「分けて5つ分ね」とポイントを確認する発言が出されるなど, 「比や割合に着目した比べ方」についても理解が深まりつつある様子も窺われた. しかし, ジグソー活動終了直前になっても「①・②は引き算」「①・③は割り算よね?」「割り算? 分数で割る?」といった発言が続いており, 「差に着目した比べ方」と「比や割合に着目した比べ方」は, どちらもこの問題場面に活用できると認識されていることが窺われた.

以上より, 8班の児童たちのジグソー活動における思考・対話の焦点は, 主に「エキスパートABCで提示された比べ方はそれぞれどういう方法か」「①と同じ濃さのジュースはどれか」という2つのポイントに置かれており, 「濃度を比べるのに適切な比べ方」の検討には目が向いていなかったとみなすことができる. そこで, 「差に着目した比べ方」と「比や割合に着目した比べ方」の両方が温存されることになったと考えられる.

(2) クロストーク

では, 8班の児童には本時において「差に着目した比べ方」を見直す機会は訪れなかったのだろうか. 8班の児童4名のポストテストの解答を見てみよう(表4)

表4より, 4班の4名も, ポストテストにおいては「比や割合に着目した比べ方」を用いようとしていることを確認できる. 正答数や理由の説明の精度に差はあるものの, 8班の児童にもジグソー活動の後の行われたクロストークにおいて考えの見直しのチャンスがあったことが窺われる.

クロストークについては残念ながら話者を同定できる対話記録が残っていないため, 教室の全体を撮影したビデオで確認できる範囲で学習の事実を抜粋していく.

クロストークに際し, 黒板には, ジグソー活動中に各

表4 8班のポストテスト解答

	理由(原文ママ, カッコは引用者)
セイジ (完全正答)	⑨180と300は30でわれて, 6と10になり, 約分して5/3になるからです. ⑧150と300は30でわれて, 5と10になり, 約分し, 1/2になるからならない. ⑦150と250は50でわれて, 3と5になり, 分数にして5/3になるからです.
ユリカ (完全正答)	まず⑦は $250 \div 150 = 5/3$ になり, ⑨は $300 \div 180 = 5/3$ になるから, ⑦と⑨は同じ
タクヤ (一問正答)	180と300の最大公約数もとめたらできる.(3対5の書き込みあり)
アオイ (二問正答)	180と300の最大公約をみつけて計算すればできる.

表5 クロストークにおける「比や割合に着目した比べ方」に関する発言の抜粋(下線は引用者)

<ul style="list-style-type: none"> ・まず③は, えっと, えっと赤四角で囲める数が5個と, あ, えっと5対3... ・⑤はえっと両方の, 両方を, <u>両方の数を, えっと7で割ると, 5対3になるから</u> ・⑥は, カップをmlの単位に直すと, 600mlと1000mlで, です. で, えっと, ①は60mlと100mlで<u>両方とも同じ10倍になっている</u> ・⑤は両方7で割ってというところが(わかんない) ・⑤は(シロップが)7が3つ分, 水は7が5つ分 ・①の割合は, <u>シロップに対して水が1.6666倍になりました</u> ・1.6666というのは, (黒板に式を書いて)イコール, 5/3 ・③は<u>水150ml...</u>が, シロップの何倍かを求めたいので... 150÷90で, (黒板に150÷90を書いて計算), ③の場合は150÷90で5/3になるので

班で作成したクロストーク発表ホワイトボードが並べて掲示された。児童は全員黒板を一覧できる位置に集まった。教師は児童に「どこの説明から聞きたいか」を尋ね、推薦された1班, 2班, 7班が順に①と同じ濃さになる番号とその理由を述べた。理由が述べられた際には、沈黙する, 首を傾げるといった姿が多く見られた場合には、教師が一旦説明を止め、聞いた説明を隣と確認する時間を取ったり、どこがわからないかを質問させたりした。所要時間は16分程度であった。

先に述べたように, 8つのジグソー班のうち発表用ホワイトボードにおいて「差に着目した比べ方」に言及したのは8班1つだけであった。他の班の説明はすべて「比や割合に着目した比べ方」についてのものだったのである。そこで, 8班の児童は「比や割合に着目した比べ方」に関する様々な表現に接することになった。具体的な発言の例として, 説明した3つの班や, 説明に対する疑問として出された「比や割合に着目した比べ方」に関する表現をピックアップしてみたものが表5である。

表5の一連の発言は, 梅ジュースの濃さを比べるために, ジュースを構成するシロップと水の量が「それぞれ同じ数の何個分」なのかを知る必要があり, 何個分かは「両方の数を『7』(最大公約数)で割ればわかる」, 「『7が3つ分, 水は7が5つ分』という水とシロップの関係は, 『シロップに対して水が1.6666倍』であることを示している」「これは, 水がシロップの5/3倍ということと同じである」といったように, 「比や割合を用いてジュースの濃さを比べるとはということか」を様々な角度から明らかにしていると言える。

8班の4名の児童は, これらの発言を聞きながら考えることをとおして, ジュースの濃さを求めるためには, シロップと水の量の割合に着目する必要があることを徐々に認識していったと考えられる。

表6に8班4名の授業後の感想を示す。タクヤとユリカの感想にも, クロストーク中に考えを見直したことが明記されている。

ただし, 「みんなで協力してがんばって」といったセイジの言葉や, 「みんなと相談して...」「ジグソー活動は普段の授業より好き」といったユリカの言葉からは, クロストークが単独で有効だったというよりは, ジグソー活動から連続する経験としてクロストークで考えを見直せたことの意義を実感していると解釈できる。

ポストテストにおいて8班の児童のうち最も精緻に理由を記載できたのが, 「差に着目した比べ方を用いて, 「①・②は同じ濃さ」という誤った説明を行ったセイジだったことからしても(表4), クロストークで2つの比べ方を比較しながら他班の説明を聞き, 「比や割合に着目した比べ方」の妥当性に気づくための素地として, ジグソー活動で「差に着目した比べ方」を自分なりに納得して説明し活用するという経験ができたことが有益だった可能性も否定できない。

加えて, もう1つ指摘しておきたいのは, ポストテストの時点では, 8班の児童の「比や割合に着目した

表6 8班の授業後の感想

	感想 (原文ママ, 児童名は伏字. カッコは引用者)
セイジ (完全 正答)	いろいろむずかしかったけどみんなで協力してがんばってとけました. 新しい言葉「比」ということをおぼえて, 身の回りのことでも比をさがしたいです.
ユリカ (完全 正答)	みんなと相談して学習すると楽しかったです. それに初めは引き算も使っていたけど, クロストークをしていてやっとうひき算はちがうことに気づきました. でも比は, そんなに好きではありません. また, ジグソー活動は普通の授業より好きです.
タクヤ (一問 正答)	7班のしたこと (注: 表5 下から2つの発言を参照) はよう思いついたなと思いました. あと, 比をつかったらこの問題がわかりやすくなったからこんどからはかつようすることをおぼえていてしかも, 使う場所だったら使おうと思いました. あとぼくは①と②はいっしょの味だと思っていたけど, 先生とXXくんの言葉でこれはまちがっていたんだとわかりました.
アオイ (二問 正答)	同じ味を見つける方法はすこ(し)むずかしかったです. でも比をつかえばかんたんにできることがわかりました.

比べ方」の理解には深まりの余地があるという可能性である. 問題への解答が部分正答で, 理由の説明も不十分なタクヤやアオイは勿論のこと, セイジやユリカにしても, 「 $250 \div 150$ 」や「 $5/3$ 」が何を意味しているのかを説明できる状態なのか, クロストークで他班の児童が板書した手続きをまず踏襲してみた状態なのかはこの時点では明らかではない. そこで, 「差に着目した比べ方」も活用可能であるという誤解はクロストークを経て訂正されたものの「比や割合に着目した比べ方」の理解には深まりの余地が残ったと解釈することが妥当であるだろう. .

4. 考察

以上, 「シロップと水の量の差に着目した比べ方」に関する8班の児童4名の考え・対話に着目して, 「比とその利用」の授業における児童の学習のプロセスを描出した. その結果, 授業前後ですべての児童の理解はねらう方向に深まっていたものの, 深まりの過程では「差

に着目した比べ方」を用いて①・②を同じ濃さとみならず誤った説明を受け入れてしまうという想定と異なる自体が起こったこと, 誤りはクロストークを経て訂正されたものの「比や割合に着目した比べ方」の理解には深まりの余地が残ったことが見出された.

学習プロセスについてのこうした事実から, 比・割合の指導のポイントについてどのような示唆が得られるだろうか. 以下では2点を提示したい.

1つには, 児童が「差に着目した比べ方」が有用でない場合があることを自覚できることが比・割合の指導の1つのポイントであるという点である. 8班の児童の場合, ジグソー活動において, 「比や割合に着目した比べ方」について知識を共有し, 理解を深めつつあったものの, 考えの見直しはクロストークの段階まで起こらなかった. クロストークでは, 他班がいずれも「差に着目した比べ方」を使っていなかったことによって, この問題場面において「差に着目した比べ方」が有用でないことを自覚できたと考えられる. その結果, ポストテストでは全員がねらいに近い解答を残すことができた.

この点に関して更に重要なのは, 今回の授業の場合, このポイントの重要性そのものは授業デザインの段階から授業者にも自覚されており, そこに主眼を置いた授業デザインもクラス全体の理解深化という観点では, ほぼねらいどおり有効に機能したということである. 2(1)節に記載したとおり, エキスパートAは「差では濃さを比較できないことに気づかせること」を意図した資料であり, クロストークにおいて「差に着目した比べ方」に言及した班が8班のみだったことから, ほとんどの場合資料は意図どおり機能したと考えられる.

それにもかかわらず, 8班においてエキスパートAがねらいどおり機能しなかった点から, 「差に着目した比べ方」への志向は想定外に強い場合もあると言える. 多様な児童がともに学ぶ教室において, 一人ひとりが「差に着目した比べ方」への志向を見直し, 「比や割合に着目した比べ方」を正しく活用できるようになるまでには, 一筋縄ではいかないプロセスが必要である. そこで, 「比や割合に着目した比べ方」を正しく活用できるようになることは, 1コマの授業で達成しきる目標ではない可能性がある. この点は, 比・割合の指導において意識しておくべきポイントだろう. だとすれば, 1コマの授業デザインと同時に, 単元スパンで多様な協調問題解決活動を含む継続的な理解深化支援プロセスの支援方略を合わせて考えること, いわば異なるタイムスパンを行き来しながら学習のデザインを検討すべきで

あるという点が、2つ目の示唆になる。

なお、エキスパート A が授業者の意図どおり機能しなかった理由については、様々な仮説がありうる。1つには、「2量の関係（割合）が同じならば同じ濃さになるはず」という感覚を児童が生活を通して共有しているはずという前提が妥当でなく、「どういうときに同じ濃さになるのか」のイメージが授業の開始時点で共有されていなかった可能性がある。また「知識構成型ジグソー法」の授業の進め方により（図1）「各エキスパートは担当が一番よくわかっている」という認識が共有されていたことで、Aの説明を聞き手が疑いにくかった可能性もある。

こうした仮説が確かならば、仮にエキスパート A を「シロップと水の量の差が同じでも同じ濃さとは言えない」を明言してなぜかを考えるような資料とすることや、この点は全員で授業前に確認しておいたうえで、比や割合に着目した比べ方に関する3つの内容をエキスパート活動において提示するデザインに変更することなどは、1コマの授業デザインの範囲で試してみる価値のある改善であるといえる。

とは言え、以上のような改善点が存在することは、単元の最初の1時間としての本時の学習成果の価値を疑うものではない。本稿で示したクラス単位での実践の成果（表3）や、一番達成度の低い8班の理解深化の事実、比・割合の深い理解に主眼を置いた協調問題解決活動が着実に児童の理解を前に進めることを示すものであろう。

だとすれば、比と割合の効果的な指導には、数量の関係を比で表したり、等しい比をつくったり、比の相当を判断したりという技能に習熟させる手立てを検討するだけでなく、その基盤となる「比や割合を用いて比べるとはどういうことか」の理解に主眼を置いた授業・単元デザインの検討が重要であると言える。この課題に取り組むうえで、個別具体的な技能問題への反応だけでなく、児童の学習プロセスに着目する学びの深い見とりに基づいて引き起こしたい学習プロセスを具体化する授業研究PDCAサイクルの更なる充実が求められるだろう。

文献

- [1] 三宅なほみ, (2011), "概念変化のための協調過程—教室で学習者同士が話し合うことの意味—", 心理学評論, Vol.54, No.3, pp.328-341.
- [2] 白水始, 飯窪真也, 齊藤萌木, 三宅なほみ (2021) 『自治体との連携による協調学習の授業づくりプロジェクト令和

元年度活動報告書 協調が生む学びの多様性第11集—
学習科学とテクノロジーが支える新しい学びの未来—』東京大学 CoREF