

# 話量は理解と相関するか？ —「知識構成型ジグソー法」授業を例に— Do Vocal Students Learn More than Silent Students? --- In the Case of Knowledge Constructive Jigsaw Classrooms

白水 始<sup>†</sup>, 中山 隆弘<sup>‡</sup>, 齊藤 萌木<sup>‡</sup>, 飯窪 真也<sup>‡</sup>  
Hajime Shirouzu, Takahiro Nakayama, Moegi Saito, Shinya Iikubo

<sup>†</sup>国立教育政策研究所, <sup>‡</sup>東京大学

National Institute for Educational Policy Research, The University of Tokyo  
shirouzu@nier.go.jp

## 概要

対話型授業のグループ活動における個々人の話量と理解度は相関するのかを明らかにするために、「知識構成型ジグソー法」7授業61グループ172名の発話量と学習成果の相関関係を調べた。授業によって学習成果の到達度は多様だったが、どの授業でも多く話す生徒が理解を深めるという単純な正の相関があるとは言えなかった。相関の低さは、主に話量は少なくとも理解を深めている生徒の存在ゆえだと考えられた。

キーワード: 発話量, 理解, 建設的相互作用, 知識構成型ジグソー法

## 1. はじめに

学習者を中心に据えた対話型の授業では、活発な学習者ほどよく学んでいると想定されがちだが、本当に各学習者のグループ活動中の話量は理解の程度と相関するのだろうか。本研究では「知識構成型ジグソー法」[1]という対話型の授業を例にこの問題を検討する。

「GIGA スクール構想」[2]など初等中等教育の情報化に伴い、教室におけるグループ学習でも、各グループや児童生徒の発話量を即座または授業直後に可視化し、学習支援や授業研究に活用する試みが数多くなされている[3,4]。そこには、話量が多いグループ/児童生徒の方がよく学んでいるという前提があると考えられる。

その一方で、協調学習の実践研究においては、発言回数が少ない子どもでも、活発な子どもと同等の学習成果を収めることが経験的に知られている[5,6]。これは、認知科学の協調問題解決研究で明らかにされてきた「建設的相互作用」に拠ると考えられる[7,8]。すなわち、協調場面では解決を主導する「課題遂行者」の話し手に対して、聞き手が「モニター」としてその説明を咀嚼し、自らの理解に統合しようとする作用が働く。それにより、発話という目に見える認知活動が行われていなくとも各参加者には「聞きながら考える」という認知過程が働き、その結果、話量と理解の程度間に明確な相関関係が見られない現象が観察されることになる。

2020年度から段階的に実施される学習指導要領では「主体的・対話的で深い学び」が教育現場に求められており[9]、対話を通した深い学びを保証する研究知見が必要になる。そのためには、たとえ話量と学習成果の相関関係といった基礎的な知見であっても、一定の役には立つと思われる。しかし、管見の限り組織的な先行研究はない。黙りがちな児童生徒が何をどの程度理解しているのかがデータに表出されない難しさがあるためだろう。

そこで本研究では、一人ひとりに発話する機会と授業における学習成果を表出する機会が保証されている「知識構成型ジグソー法」を用いて、7授業61グループ172名の発話と学習成果データをもとに、その相関関係を明らかにする。

なお、本研究は量的検討にとどめ、発話内容には踏み込まない。その上で、もし話量と理解の程度に相関関係がないとすれば、発話と理解にどのような関係があるのかを1授業1グループに絞って、本学会において齊藤ほか[10]が詳細かつ質的に検討する。

## 2. 方法

本研究で活用する「知識構成型ジグソー法（以下KCJ）」とは、授業の最初と最後で各学習者が同じ問いに対する解答を個人で考え、その間で対話を通して三つ程度の異なる資料を分担・交換・統合して答えを作り上げる学び方である。

この授業最初から最後の解答の変化や授業最後の解答の達成度を個々人の学習成果とみなすことにする。さらに、資料を交換・統合する「ジグソー活動」中の発話をすべて文字起こしし、その字数を話量とする。

筆者らはKCJを用いた授業改善プロジェクトを10年に亘って進めてきており、その中から、児童生徒の学習成果と対話が紐づけられて分析できる7授業を当面

の研究対象とする。なお、相関関係の分析結果はここで選択した KCJ 授業の特徴による可能性があるため、その結果の一般化可能性については考察で検討する。

## 2.1. データ収集方法

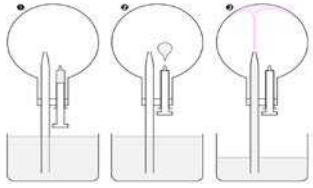
知識構成型ジグソー法とは、1) 教師から提示された課題について個人で考え、最初の考えを書き出す(プレテスト)、2) グループに分かれて、課題に対してより良い答えを出すためのヒントになる知識を資料などの形で分担して確認する(エキスパート活動)、3) それぞれ異なる知識を確認したメンバーが集まって新しいグループを作り、課題解決に取り組む(ジグソー活動)、4) 各グループの現時点での課題の解をクラス全体で聞き合い、比較吟味する(クロストーク活動)、5) 本時の問いに対する答えを再度個人で書いてみる(ポストテスト)、という5つのステップからなる授業の型である。

例えば、表1に概要を示した中学1年生理科の「赤い噴水」の授業は次のように進行する(数字は上記のステップに対応する)。まず、教師が逆さまになった丸底フラスコに注射器で少量の水を入れると、ビーカーの液体がガラス管を上昇し、赤い噴水となる現象を生徒は確認する。その上で、1)この噴水がどんな仕組みで起きたのかを記述する、2)丸底フラスコに入っていた気体とビーカーの液体が何かを考えるためのエキスパート資料 A、気体が水に溶けることを粒子でイメージするエキスパート資料 B、気圧の差で噴水が生ずる仕組みに関わる資料 C のどれか一つを担当し、3、4人で A4一枚の資料を読み込む、3)違う資料を読んだ3名がグループとなって読解結果を交換して「赤い噴水の謎(仕組み)」を解明し、表1中に示したボードに文章・図解を書き込む、4)その答えをクラス全体でグループ間で発表し合う、5)最後にもう一度個人で解答を記述する、という流れである。

データとしては、この全ステップの全学習者の言動を記録した上で、1)プレテストと5)ポストテストの各学習者の記述解答を2.2節の分析方法に従って分析し学習成果の指標とした。また、発話量についてはステップ3)の各学習者の発話を一人一台のヘッドセットマイクとICRで収集し、人手で文字起こしした。発話はステップ2~4)で収集できるが、今回ステップ3)のみを対象としたのは、それが「知識構成」の最たる活動であり、かつどのグループも同じ3資料をカバーし、またグループメンバーの3名が必ず一度は説明する必要性があ

るためである。なお、字数の集計に際しては、漢字と平仮名は区別せず(すなわち、すべてを平仮名に書き下さずに)集計した。これは作業の煩雑さと、同じ作業者が起こしているため、話者ごとの偏りは小さいと見なしたためである。

表1 知識構成型ジグソー法「赤い噴水」授業のデザイン概要

課題	 <p>赤い噴水の謎を解明しよう (図はジグソー活動で作成する、課題解決&amp;クロストーク発表用のボード)</p>
エキスパート A	指示薬と気体の特定
エキスパート B	気体が水に溶けるとはどのようなことを粒子でイメージする
エキスパート C	気圧の差とその利用
期待する解答の要素	<p>①あらかじめ、フラスコ内に「アンモニア気体」、ビーカーの水に「フェノールフタレイン溶液」が入れてあった</p> <p>②注射器でフラスコ内に「水」を入れると、水に溶けやすい「アンモニア気体」が溶けて「アンモニア水」になると共に、フラスコ内の気圧が下がる</p> <p>③フラスコ内の気圧が下がると、外の大気圧に押されたビーカーの水がガラス管を上昇してきて、噴水が起こる</p> <p>④ビーカーからフラスコ内に入った水には「フェノールフタレイン溶液」が含まれているため、アンモニア水の「アルカリ性」と反応して噴水は「赤色」になる</p>

## 2.2. 分析方法

授業前後、すなわち 1)プレテストと 5)ポストテストの各学習者の記述解答を期待する解答の要素に従って、要素に完全な形で言及できていれば 1, 不完全に言及していれば 0.5 を付与した。第一筆者が分析するか、もしくは授業教員が分析する場合も第一筆者が結果を確認して統一した。分析方法を「赤い噴水」授業の生徒解答で例示する。

### 授業前 (プレテスト) 記述

「かわいたフラスコの周りに少量の水がひっついて、それにはんのうし、ビーカーの水がなにかのしくみでひきよせられた。空気がまざって赤色になった。」

ここでは、①の具体的な要素名が未知であり、②の原理である「溶ける」ということへの言及や、そして③の「気圧差 (で押し上げられる)」ことへの言及が見られず、④の「反応」という語への断片的な言及のみが見られるため、「0.5」とする。

これに対し、授業後の記述では、下線のとおりの要素に対応した記述が認められる。これを「4」とする。

### 授業後 (ポストテスト) 記述

「ビーカーの中には、フェノールフタレイン溶液が入っていて (①)、フェノールフタレイン溶液は、アルカリ性にはんのう (④) します。丸底フラスコには、アンモニアという気体は入っていて (①)、アンモニアはアルカリ性 (④) です。 (略)

そこに、1 ml の水をいれることによって、アンモニア水になります。そうすると、丸底フラスコの気圧が小さくなります (②)。

そうすると、ビーカーの気圧におされ、フェノールフタレイン溶液が上にあがり (③)、フェノールフタレイン溶液が、アンモニア水にはんのうし、無色の色が赤色に変わりました (④)。」

以降の分析では、話量と授業後の到達度の相関、及び話量と授業前後の伸び (上記では 0.5 から 4 で 3.5 要素) の相関の二つを検討する。話量については、各生徒がジグソー活動中に発話した文字数 (上記生徒の場合は 20 分で 1647 文字) を指標とした。

3 節の結果では、まず実数で授業ごとの相関を示し、その後全 7 授業での正規化した学習成果 (期待する解

答の要素数で割った%:上記の生徒なら到達度は 100%, 伸びは 87.5%となる) と 1 分あたりの話量 (上記の生徒なら 82.35 字) を HLM (階層線形モデル) で分析する。

## 2.3. 対象授業

表 2 が対象とした授業の一覧である。一行目に授業の基本情報、二行目に授業内容の要約を記した (「赤い噴水」授業は表 1 参照のこと)。期待する解答の要素数は図 1 に記した。

今回は理科と社会を中心に中高生の授業を対象とした。6 番を除いて公立中高の通常学級で、普段当該の教科を担当している教員が 1 時間の授業時間 (45~50 分) 内で行った。いずれの授業もグルーピングはランダムに行った。6 番の授業は、Global Science Campus 事業の一環として高校 1, 2 年生を大学に集めて 2 コマの時間をかけて行った。ただし、対象生徒は半年弱にわたって協働活動の経験があり、互いに既知であった。

授業内容に見るように、いずれも単なる知識・技能の定着というより、メイン課題の解決を通した主題に対する理解深化をはかる授業であった。それゆえ、本研究とは理解を学習という用語と同義で用いることとする。

## 3. 結果

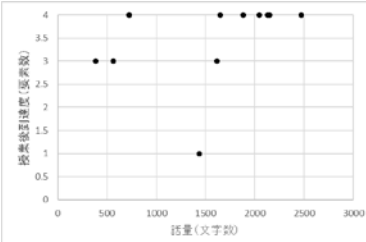
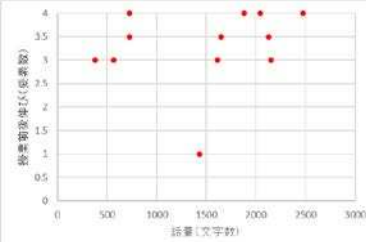
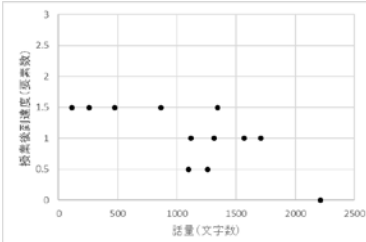
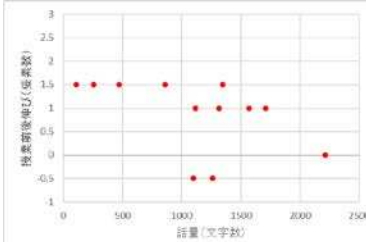
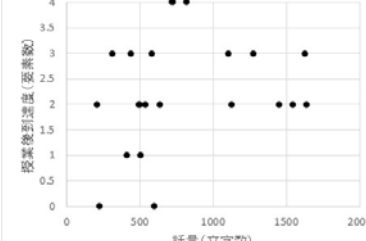
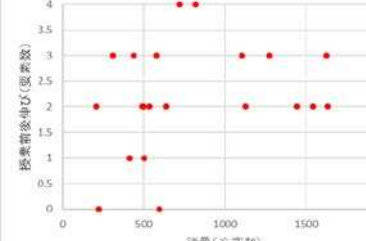
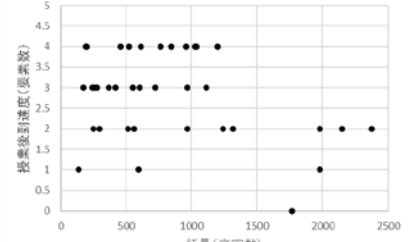
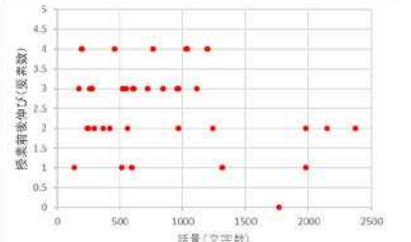
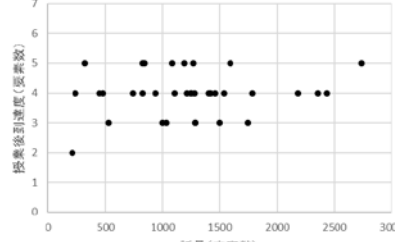
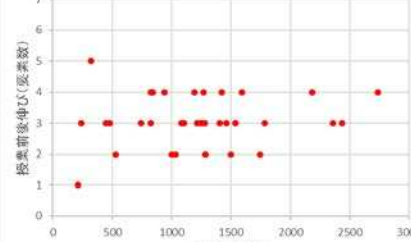
図 1 が全授業の話量と授業後到達度 (左列) 及び話量と授業前後での伸び (右列) の散布図と相関係数 (有意差) である。各点が生徒を表す。両軸とも最後の「全授業」を除き実数である。最後の全授業は、7 授業すべての対象生徒に関する話量の 1 分当たり平均と授業後到達度率や授業前後伸び率の散布図である。

図に見る通り、教員の期待した解答に向けて十分に狙いが達成された授業 (授業 1) から、生徒による違いが出た授業 (授業 3, 4, 6), 十分には達成されなかった授業 (授業 2, 5, 7) まで、結果は多様である。それにもかかわらず、どの授業も明確な右肩上がりの散布図にはなっていない。

相関係数を見ても、授業ごとでは、有意ではない小さな相関か (授業 1, 3, 5, 6, 7), 逆に有意な負の相関が見られる (授業 2, 4)。全授業の授業後到達度で有意な相関が見られるのは、サンプルサイズの大きさと複数授業を合わせたために、よく話す授業 (授業 1, 5, 6) で授業後到達度がある程度高かったためであろう。この点は HLM で再検討する。

表2 対象授業一覧

No.	授業名	学年	教科	対象者数 n (出席者数)	対象グループ数 (全グループ数)	ジグソー活動 時間	生徒ジグソー 経験	実施年	教員 (教歴)
1	赤い噴水	中学1	理科	12 (20)	4 (6)	20分 0秒	有	2018	男性・ 20年超
2	運動の仕組み	中学2	理科	12 (24)	7 (8)	21分 0秒	有	2014	男性・ 20年超
	「神経」「骨格」「筋肉」に関する資料を基に、自分たちが属する部活のボールを打つ動きのストーリーを語る。								
3	戦争と国民	中学3	社会	22 (22)	6 (6)	12分 58秒	有	2019	男性・ 20年超
	第二次世界大戦時の「虚飾だらけの新聞報道」「連合軍が日本に撒いた厭戦ビラ」「米国の自国民扇動ポスター」の資料を基に、「国は〇〇がなければ戦争をすることはできない」の〇〇にふさわしい言葉を考える。								
4	ドバイ	高校1	地歴	36 (39)	12 (13)	16分 13秒	初回	2018	男性・ 10年未満
	ドバイの「歴史・地理と治安」「インフラ整備」「外国企業誘致と観光・宗教」の資料を基に、「なぜドバイはヒト・モノ・カネが集まる都市になったのか？」を考える。								
5	啓蒙専制君主	高校1	地歴	41 (41)	13 (13)	15分 48秒	有	2019	男性・ 10年未満
	「ロシア エカチェリーナ 2 世」「オーストリア ヨーゼフ 2 世」「プロイセン フリードリヒ 2 世」の資料を基に、「(一見矛盾して見える) 啓蒙専制君主」とはどういう君主かを考える。								
6	ヒートポンプ	高校1・2	理科	18 (18)	6 (6)	29分 7秒	初回	2020	男性・ 20年超
	ヒートポンプに関して「断熱膨張・圧縮」「状態変化と温度」「圧力の変化と沸騰」の3資料を基に、「冷蔵庫はどのような仕組みで内部を冷やしているか」を考える。								
7	平清盛	高校2	地歴	31 (39)	12 (12)	21分 21秒	有	2019	女性・ 10年未満
	平清盛についての「武家の政治家としての側面」「平家物語での描かれ方」「後世の評価」の3資料を基に、平清盛を評価する。								

話量と授業後到達度	話量と授業前後での伸び
 <p style="text-align: right;"><math>r=0.29</math> (n.s.)</p>	 <p style="text-align: right;"><math>r=0.20</math> (n.s.)</p>
<p>授業1：中学1年生理科「赤い噴水」</p>	
 <p style="text-align: right;"><math>r=-0.72</math> (<math>p&lt;0.01</math>)</p>	 <p style="text-align: right;"><math>r=-0.49</math> (n.s.)</p>
<p>授業2：中学2年生理科「運動の仕組み」</p>	
 <p style="text-align: right;"><math>r=0.23</math> (n.s.)</p>	 <p style="text-align: right;"><math>r=0.23</math> (n.s.)</p>
<p>授業3：中学3年生社会「戦争と国民」</p>	
 <p style="text-align: right;"><math>r=0.35</math> (<math>p&lt;0.01</math>)</p>	 <p style="text-align: right;"><math>r=-0.29</math> (<math>p&lt;0.01</math>)</p>
<p>授業4：高校1年生地理B「ドバイ」</p>	
 <p style="text-align: right;"><math>r=0.20</math> (n.s.)</p>	 <p style="text-align: right;"><math>r=0.21</math> (n.s.)</p>
<p>授業5：高校1年生世界史B「啓蒙専制君主」</p>	

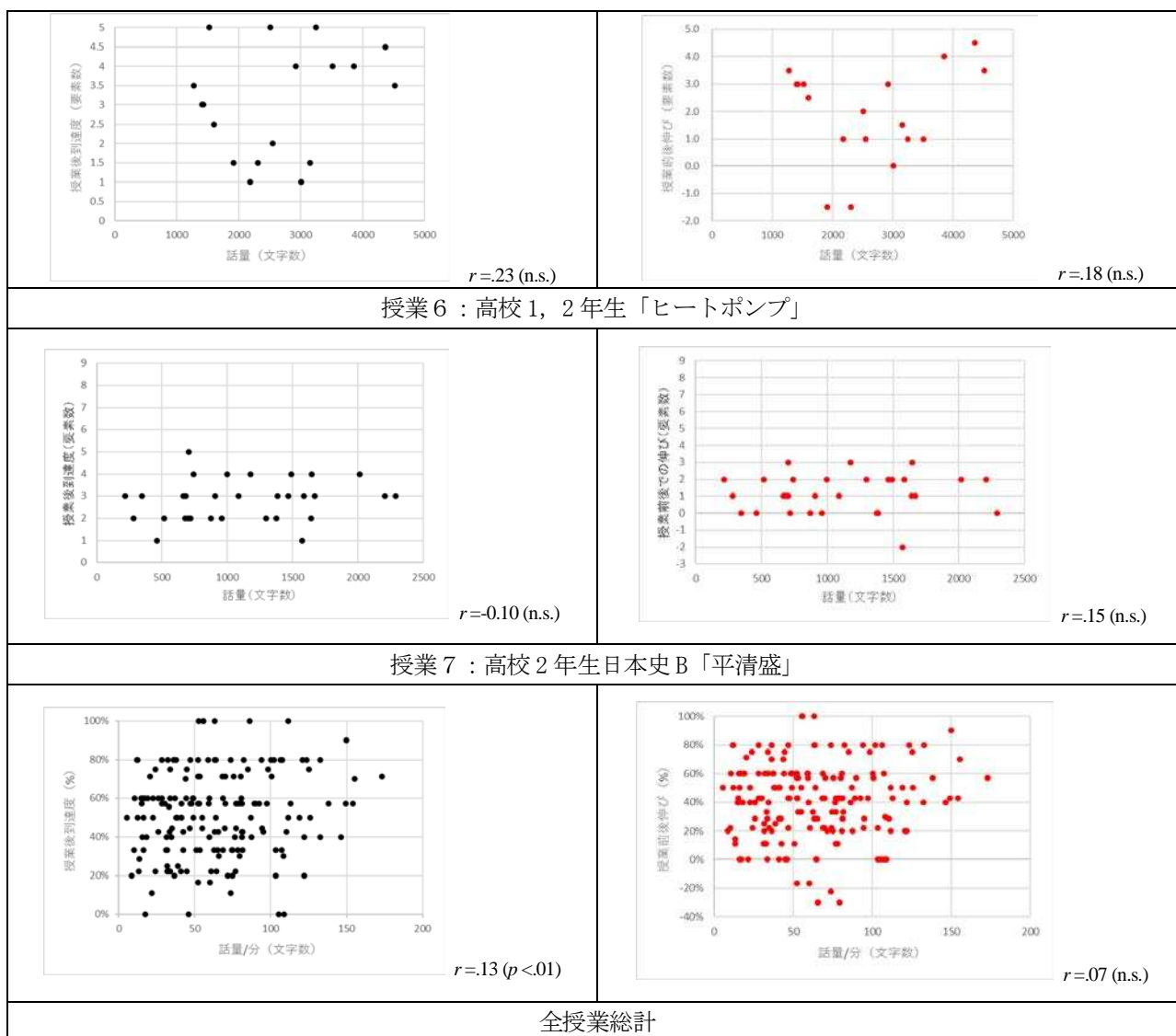


図1 対象授業での話量と授業後到達度／授業前後の伸びの相関関係

以上の相関の低さは、主に「話量は少なくとも理解が進んでいる生徒」の存在ゆえだと考えられる。これを端的に示すために、すべての授業について、対象生徒の授業後到達度・授業前後での伸び、及び話量の平均を授業ごとに算出し、その平均からの大小4象限に分けて、該当する生徒数を集計した。その結果が表3,4である。

平均より上の授業後到達度(表3)、伸び(表4)の生徒を見ると、話量が平均より多い生徒に偏るわけではないこと、つまり、「話量は少なくとも理解が進んでいる生徒」の存在が確認できる。

表3 話量と授業後到達度のクロス集計(人)

	話量が平均より少ない	平均より多い
授業後到達度が平均より高い	53	50
平均より低い	37	29

表4 話量と授業前後の伸びのクロス集計(人)

	話量が平均より少ない	平均より多い
授業前後の伸びが平均より大きい	48	49
平均より小さい	39	30

最後に、階層的線形モデル（HLM）を使った統計的検定を行った。話量に対して平均による中心化を行い、レベル1に個人の話量、レベル2にグループ話量と授業話量を設定し、どの話量が授業後到達度や伸びを予測するかを分析した。まず級内相関係数を算出し、グループ、授業とも0.35～0.4の範囲になっていたため、HLMを実施した。

タイプⅢの検定結果を表5、6に示した。授業前後の伸びについては、切片以外の有意差はなかった（表6）。授業後到達度に関して、個人の話量（wc）と授業の話量（m\_s\_g）が有意であり、グループ話量（m\_g\_g）が有意ではないという結果となった（表5）。つまり、後者については、「よく話す生徒」が多くを占める「よく話す授業」の方が肯定的な結果をもたらすが、グループ間の差は大きな違いをもたらさないということになる。

表5 授業後到達度と話量のHLM分析結果

ソース	分子の自由度	分母の自由度	F 値	有意
切片	1	164	1194.186	.000
話量_wc	1	164	19.504	.000
話量_m_s_g	1	164	13.555	.000
話量_m_g_g	1	164	.117	.733

表6 授業前後の伸びと話量のHLM分析結果

ソース	分子の自由度	分母の自由度	F 値	有意
切片	1	155	536.664	.000
話量_wc	1	155	1.558	.214
話量_m_s_g	1	155	.858	.356
話量_m_g_g	1	155	.003	.953

#### 4. 考察

以上より、「知識構成型ジグソー法」授業を題材にした範囲では、必ずしも話量と理解の間に単純な正の相関があるとは言えなかった。統計的に有意差がないことを基に積極的な主張はできないが、この事実を確認できたことが本研究のひとまずの成果である。詳細を

見ると、話量が少なくとも理解が進んでいる生徒の存在が上記の結果の一因を担っていると考えられた。黙っている間にも他者の対話を聴きながら理解を深めている認知過程が授業前後の記述解答の変化に表れているためであろう。

今後検討すべき課題は二点である。

一つは、上記で量的結果から示唆されたような対話を聴くことからの学びが実際起きているのか、起きているとすればどのようなプロセスで起きているかの解明である。それが、単に他のメンバーのまためにフリーライドして結論をうつしているだけではないのかといった批判に応えることになる。

もう一つは、「知識構成型ジグソー法」授業で上記のような結果が見られたにも関わらず、なぜ教育現場や世間一般には、「活発な対話」を良しとする風潮や未検証な前提がはびこっているかの検討である。仮説として、そこで正の相関が出るのは、よく発話して学ぶ生徒と、発話できず／発話せず学んでいない生徒との二分化が起きているためだという可能性がある。つまり、黙っている生徒は問題解決のモニターとして働くのではなく、問題解決の場に認知的に参加していない（降りてしまっている）という可能性、あるいは授業自体が協働問題解決の場足りえておらず、何か知っていることやわかっていることがある生徒だけが発言する場になっている可能性である。これらを検討するため、別の授業スタイルで行われた授業の結果も取り込んだ、より広範な相関分析が必要である。これは良質な沈黙とそうでないものとの見分けも可能にする。

本研究を方法論の側面から振り返ると、本研究の成果が得られた一つの要因は、授業前後で一人ひとりの生徒に課題に対する解答を記述させていたことによる。それによって、話量と関係づけて分析するに足るデータが得られたわけである。先行研究では、授業中の会話のみで活発度を評価したり、提出された事後レポートと会話のどちらを成績評価に重視するか議論をしたりするものはあったが[11]、そもそも「活発な対話」がどのような理解や学習を生み出したのかを組織的・量的に検討し、そのメカニズムを質的に探る研究は少なかった。本研究はその試みの端緒となるだけでなく、対話と理解とを関係づけて授業デザイン・学習評価を行っていく実践研究を牽引すること自体を狙うものでもある。



## 謝辞

本研究は、国立教育政策研究所プロジェクト研究「高度情報技術の進展に応じた教育革新に関する研究」、科研費基盤研究S「評価の刷新：学習科学による授業モニタリングシステムの開発と社会実装」（17H06107）、挑戦的研究（萌芽）「寡黙な学習者の認知モデル開発：対話を深い学びに繋げるために」（20K20816）、東京大学高大接続研究開発センター高大接続連携部門CoREFユニットと埼玉県教委との「未来を拓く『学び』プロジェクト」や全国自治体との「新しい学びプロジェクト」、東京大学グローバルサイエンスキャンパス事業の支援を受けている。また、統計処理については東京大学大学院学際情報学府福田優一氏の協力を得た。記して感謝する。

## 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] 文部科学省, (2020) “GIGAスクール構想の実現について”, [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/other/index\\_00001.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/other/index_00001.htm)
- [3] ハイラブル, (2018) “話し合いを見える化するクラウドサービス”, <https://www.hylable.com/>
- [4] NEC, (2019) “「未来型教育 京都モデル実証事業」を開始”, [https://jpn.nec.com/press/201812/20181205\\_04.html](https://jpn.nec.com/press/201812/20181205_04.html)
- [5] 佐藤学, (2003) “教師たちの挑戦”, 小学館.
- [6] Saito, M. & Miyake, N., (2011) “Socially constructive interaction for fostering conceptual change”, Proc. of CSCL2011, pp.96-103.
- [7] Miyake, N., (1986) “Constructive interaction and the iterative process of understanding”, Cognitive Science, Vol. 10, No. 2, pp. 151-177.
- [8] Shirouzu, H., Miyake, N., & Masukawa, H., (2002) “Cognitively active externalization for situated reflection”, Cognitive Science, 26, pp. 469-501.
- [9] 文部科学省, (2017), “学習指導要領”, [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/1383986.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1383986.htm)
- [10] 齊藤萌木, 飯窪真也, 白水始, (2020), “協調問題解決型授業におけるヒント資料の提示が生徒の理解に及ぼす影響”, 日本認知科学会第37回大会論文集.
- [11] 奥原 俊, 菅原 良, 伊藤 孝行, (2017), “グループ学習における議論内容把握システムを用いた発話内容の評価に関する研究”, コンピュータ&エデュケーション, Vol. 42, pp. 37-42, <https://doi.org/10.14949/konpyutariyoukyouiku.42.37>

※URL 参照はすべて 2020. 5. 21