

協調的問題解決能力をいかに評価するか — 協調問題解決過程の対話データを用いた横断分析 —

遠山 紗矢香・白水 始

Why do some collaborations lead to fruitful outcomes and some don't? What are the differences between effective collaboration and ineffective collaboration? These questions remain unsolved in spite of the great progress in collaboration research. In this study, we propose an assessment framework for evaluating collaborative problem solving (CPS) skills from a theoretical perspective of *constructive interaction*. The framework comprises observational and analytical methods. The observational method lets children solve knowledge-rich problems both individually and collaboratively and assesses the differences in performance between these two modes and processes. The analytical method analyzes the performance data and the process data from conversational and cognitive analyses. We have collected data from 110 elementary school pupils belonging to five schools. We chose three math problems from the Type B problems of the National Assessment of Academic Ability that are not easy to solve alone. We assigned one problem from the three to each pupil, asking him or her to first solve it individually in 8 minutes, then with the nearest partner in 8 minutes, and finally individually again. The results indicate that the pupils' performances in the paired phase mostly were enhanced compared to those in the individual phase. However, there were successful pairs in which both members improved (e.g., solved the problem successfully) and unsuccessful pairs in which neither did. The cognitive analysis showed that the successful pairs discussed the meanings of numbers in the problem and tried to connect them with their knowledge or experiences more than the unsuccessful pairs did. In the successful pairs, the different levels of abstraction in the pupils' ideas prompted them to reconsider their own ideas from different viewpoints, which further caused the members of those pairs to question or challenge each other. We propose that CPS skills should be defined as learners' persistent endeavor to deepen their understanding in reaction to others' contribution by tying their experiential and conceptual knowledge.

Keywords: collaborative problem solving skill (協調的問題解決能力/スキル), constructive interaction (建設的相互作用), dialogue (対話), analysis of cognitive process (認知過程分析), conversational analysis (会話分析/対話分析)

1. はじめに

なぜ、よい成果に結びつく協調活動とそうでない

ものがあるのか。効果的な協調と非効果的な協調との差はどこにあるのか。こうした問いは単純に見えるが、実は何を「よい協調」と見なすのかといった見方やどういう場を用意するかという調査方法、得られたデータをどう分析するかという分析方法と複雑に絡み合い、慎重な検討を要する。本論文では、協調的問題解決能力観とその評価方法を先行研究から詳細に検討した上で、小学生が算数の文章題を協

調的に解決する場面を具体例として、一人よりも二人のときにパフォーマンスが向上する協調的問題解決過程の特徴を把握し得る評価方法を提案する。

国際的な学習到達度調査 (PISA2015) に協調的問題解決能力調査が取り入れられるなど (OECD, 2013), 協調的問題解決能力を評価する取組に注目が集まっている。その背景には、職場や市民生活において多様な人々によるコラボレーションの重要性が増してきていること (Griffin & Care, 2015; Senge, 2004) や、教育現場における協調学習の実践の蓄積に伴ってその成果を的確に評価できる手法が求められていることがある。協調的な認知過程に関する研究は、認知科学・学習科学を中心に蓄積されてきた (Hmelo-Silver et al., 2013)。そこで本稿では、認知科学・学習科学の蓄積を基盤に、協調的問題解決能力をいかに評価できるかを検討する。具体的には、協調学習などアクティブ・ラーニング型の授業の質向上に貢献することを目指して、協調的問題解決能力の能力観とデータの収集・分析方法を一体化させた調査方法を提案する。

1.1 PISA2015 における協調的問題解決能力調査

2015 年度の PISA (OECD が実施する 15 歳対象の国際到達度調査) の協調的問題解決能力調査は、当該能力を「二人以上のエージェントが解に迫るために必要な理解と努力を共有し、解に至るために必要な知識とスキル、労力を出し合うことによって問題を解決しようと試みるプロセスに効果的に従事できる能力」(OECD, 2013, p.6) と定義した上で、Computer-Based Test によって評価するものである。能力を「共通理解の構築・維持」「問題解決に対する適切な行動」「チーム組織の構築・維持」という三つの下位能力に分解し、PISA2012 から実施されている「問題解決」の四つの下位プロセス(「問題の探索と理解」「問題の表象や定式化」「プランと実行」「モニタと振り返り」)と掛け合わせて、12 のスキルを設定した。受検者は PC 上のエージェント相手に 15~30 分程度で解ける問題に取り組み、スキルの習熟度が判定され得点化される。

公開されているサンプル問題では、受検者がエージェントとチャットを行いながら、選択肢を選んで目的を達成していく。例えば、人工的な水槽の中で魚にとってよりよい環境を実現するために、受検者

は、自分と違う環境変数(餌の種類や魚の数など)を持つエージェントに情報を尋ねたり、変数を変えた場合の結果を見て次の選択肢を選んだり、相手が間違えた場合はそれを正したりしながら、環境の質を良くしていく。別の「運動会の表彰用のロゴ」を作成する問題では、受検者は自分以外の二人のエージェントが作るロゴに対するクラスの評価を見ながら、会話で二人の作成過程をコントロールし、その質を上げていく。受検者自身はロゴを作成しないため、他者のコミュニケーションを監督する能力が問われているのである(詳細は白水・三宅・益川, 2014 など)。

認知科学の蓄積からすると、ここには次の三つの問題点が指摘できる。

- 調査で問われる「調整」や「監督」などの能力は、協調的問題解決のごく一部を構成するものに過ぎず、「違いから学ぶ」、「問題を解きながら次の問題を見出す」といった協調的問題解決の多様な側面をカバーしたものではない。
- 「一般的な」問題解決能力を調べるために領域知識を問わないことで、問題があたかもコンピュータ・ゲームのように人工的なものになっている。
- 受検者が人間関係の調整や変数の効果的な制御などの下位スキルだけをトレーニングした場合でも得点できる問題になっている。

こうした限界に関わらず、上記テストが PISA 等を通して世界標準として示されると、教育現場はテストの限界を知らずに、テストに教育目標を合わせ、その達成のために教育を組織しかねない。

本来、学校教育では学習者に学んでほしい知識や技能があり、その学習が最優先の目標になるべきだろう。協調的問題解決も学習のために組織され、その能力も問題解決を通した学習のために発揮されるべきものである。そこで本稿では、各教育現場が子供に発揮してほしい協調的問題解決能力を見定め、教育方法を工夫し、その質を高めることに貢献できるような評価方法を模索する。

そのためには、調査や分析手法を左右する暗黙の能力観を自覚する必要がある。例えば、「協調的問題解決能力」と言うときに、それが「誰でも解ける問題を分担してこなす力」のことなのか、「誰も解けない問題について力を合わせて解く力」のことなのか、「自分一人では解けない問題を他人の力を借り

て解く力」のことなので、いかなる調査場面を設定し、その結果をどう分析するかが変わる。また、協調的問題解決能力が状況を問わない領域普遍的な行為のセットに分割できるものなのか、それとも、どのような問題を解くかという状況や知識に依存して発揮される領域固有なものとするかでも違いが生ずる。能力観とデータの収集・分析方法の関連性を明確化することが必要である。

1.2 学習科学の協調的問題解決能力観

学習科学は、認知科学の成果に基づき、その誕生時から「全ての人々が持っている潜在的な『学習可能性』をいかに引き出し育むか」(Bransford, Brown & Cocking, 2000, 邦訳 p.5) を実証しようとしてきた。その成果から、全ての学習者は協調的問題解決能力を潜在的に持ち、他者とのやり取りを通して自らの考えや理解を深め得ることが示唆されている(三宅, 2015; Sawyer, 2014; Scardamalia et al., 2012)。

そこで本稿では、「全ての学習者が協調的問題解決能力を潜在的に持つ」との能力観に依拠した上で、協調的問題解決前後でのパフォーマンスと問題解決中のプロセスデータを収集できる調査場面を設定し、他者とのやり取りを通じた考えや理解の深化を把握する分析手法を採用することとした。さらに、人がこの能力を潜在的に持つと考える点で普遍的な能力として仮定するが、その実体は領域知識を働かせて問題を解く過程に表れて初めて観察・分析可能になると考えたため、教科内容に関わる問題を一人で解いた後に二人で解く場面を設けた。

この手法の提案により、教育現場が「子供たちが潜在的に持つ協調的問題解決能力を発揮して、教員の教えたことを子供が自ら学ぶことができるように、問題を設定し学習環境を整え、その中で実際に子供が能力を発揮しているかを評価する」方向に向かうことを促そうとした。具体的には「全国学力・学習状況調査 B 問題」という知識の活用に関わるとされる問題を協調的に解く場面を設け、一人で解いたときよりも協調的に解いたときの方が問題解決や理解が進むかを検証して、能力の発揮を推定するという研究枠組みを採用した。

以下の 2 節でこれまでの協調的問題解決研究を基に能力観とデータ分析法の関連性について概観した上で、3 節で本研究の枠組みを詳述する。

2. 協調的問題解決と対話研究

協調的問題解決能力の評価に協調的問題解決研究を参照する場合、そこには多様な研究手法が混在するため、整理が必要である。表 1 は、研究上の関心の焦点と分析単位 (unit of analysis) によって既研究を整理したものである。

表 1 の左上のセルに入る「1. コミュニケーションの在り方の解明」とは、エスノメソドロジー (Garfinkel, 1967) 等を基盤に、会話分析 (Sacks, Schegloff & Jefferson, 1974; 西阪, 1997) や相互行為分析 (Goodwin, 1981) を通して、コミュニケーションの秩序やその破綻を解明する研究を指す。研究上の関心は、外化された発話や身体動作間の関係、すなわち「会話」の在り方にあり、分析単位は必然的に「二人以上」となる。日常生活や職場、学校といった様々な場面の自然な会話が研究対象となる。この研究アプローチでは一般に個人の内的・心的な能力が想定されないため、「協調的問題解決能力」といった表現が使われることは少ないが、強いて言えば、当該文化に属する者にとっては自明の会話秩序を会話の参加者が構築・維持できることがそれに相当するだろう。

表 1 の左下のセルには、上記の流れを引きながらも、参加者の問題解決や理解などの「認知過程」に関心を持つ「2. 協調での問題解決の達成過程の解明」研究が含まれる。コミュニケーションにおける共通理解の達成を検討した grounding の研究 (Clark & Brennan, 1991) はその典型である。課題にも、会話をういて衝立越しに相手の見ている絵を当てる相互参照課題等のコミュニケーション課題が採用されやすい(林・三輪・森田, 2007 など)。こうした課題は参加者が二人以上いて意味をなすため、分析単位も二人以上となる。こうしたコミュニケーション課題の解決を協調的問題解決と見なせば、人間関係や視点の調整が協調的問題解決能力に含まれることになる。それゆえ OECD の協調的問題解決能力には「共通理解の構築と維持 (Establishing and maintaining shared understanding)」が含まれているのだと考えられる (OECD, 2013)。

表 1 の右下のセルの「3. 協調場面における個人の理解深化過程の解明」研究は、協調的問題解決場面を対象としながらも、一人ひとりが他者とのやり取りを通して自らの理解をいかに深めるかとい

表1 分析単位と研究の焦点による協調問題解決研究の分類

分析単位 焦点	二人以上	一人
会話	1. コミュニケーションの 在り方の解明	—
認知過程	2. 協調での問題解決の 達成過程の解明	3. 協調場面における個人の 理解深化過程の解明

た認知過程に焦点を置く (Miyake, 1986; Shirouzu, Miyake & Masukawa, 2002). 研究の流れとしては、情報処理心理学や認知心理学など個人の認知を中心とした伝統的なアプローチを協調場面に拡張したものである。このアプローチでは、他者と共に問題解決を進め理解を深める能力を協調的問題解決能力とみなすことになる。

なお、研究の焦点が「会話」にある右上のセルは、本来的に二人以上の認知行動を問題にするため、分析単位が一人である研究は見出し難い。

以上の各セルに研究上の利点がある。すなわち、左上のセル1には会話の秩序—話者交代のための自然な発話順や発話に変調を来した場合の修復 (repair) など—を明らかにできる利点がある。左下のセル2には二人以上の参加者が貢献する協同達成 (shared achievement) を明らかにできる利点がある。右下のセル3には一人ひとりの問題解決を通した理解深化を捉えることができる利点がある。これらの利点を融合的・相補的に活用するためには、コミュニケーション課題のような達成すれば終わりになる場面設定ではなく、「参加者一人では解決の難しい問題に二人で取り組み、解決を通して理解を深める余地のある」協調問題解決場面を設定すること、及び、そこでの協調問題解決の進展と個々人の理解の変容を捉えるために、単なる会話の在り方ではなく、問題解決前後でのパフォーマンスと解決中の言動などのプロセスを分析する必要がある。

3. 本研究の枠組み：対話分析と認知過程分析の融合

複数の研究アプローチの融合を図る際には、目的に照らして各アプローチの欠点を補う工夫が求められる。例えば、表1のセル1の会話分析では、話者それぞれの会話への貢献は明らかにできるが、その際の本人の認知過程は明らかにできない (より正確には、会話分析は理論的な立場上、認知過程を想

定しない、もしくは想定したとしても立ち入らないが、今回の目的に転用しようとするとうこうした欠点が生ずるということである)。一方で、セル3のように個々人の理解深化を明らかにしようすると、外化されたデータ (発話や行動) を超えて「見えない」本人の理解過程を推定するための認知モデルが必要になる。こうした研究手法の融合をいかに行うかについて以下で具体的に検討する。

3.1 「よい対話」パタンの特徴：対話分析の立場から

表1のセル1やセル2は、会話やそこで達成される二人以上の問題解決や共通理解に関心があるため、これを総称して「対話分析」と呼ぶことにする (「会話」が単なる情報交換を目的としたコミュニケーションも含むのに対し、「対話」が共通の課題解決を目指した会話を指すためである)。

対話研究は、ペアやグループの対話の特徴と協調問題解決の成否を照合することで、表2の通り、成功につながる「よい対話」の特徴をリストアップすることに役立つ。表は、対話研究でよく引用される対話のタイプ (型) について、成功的・肯定的な対話に見られる特徴を「+」、否定的な対話にその特徴が見られない (あるいは反対の特徴が見られる) ことを「-」として表したものである。特徴の判断には原典の説明や引用された会話を引用したが、紙幅の都合上、主たる説明のみ引用した。抽出した「特徴」は次の通りである (表2右列)。

特徴 A：自分の考えを述べる

特徴 B：疑問を発する

特徴 C：批判をする

特徴 D：話者が交代しながら互いの考えを述べ合う

特徴 E：発言を遠慮しない

特徴 F：答えを急ぐ発言がない

表2に沿って上から順に簡単に解説する。

表2 各種の対話タイプに見られる特徴

対話のタイプ (出典)	対話のタイプに関する出典内の説明	特徴					
		A	B	C	D	E	F
Representational transact (Bercowitz & Gibbs, 1983)	The transacts are divided into two types: representational and operational. The former are considered lower level transacts by virtue of the limited degree of operativity involved: feedback request, paraphrase, justification request, juxtaposition, dyad paraphrase, competitive juxtaposition	-	-				
Operational transact (Bercowitz & Gibbs, 1983)	Operational transacts represent the truest form of transacts ... : clarification, refinement, extension, contradiction, reasoning critique, competitive extension, counter consideration, common ground/integration, comparative critique	+	+	+			
Exploratory talk Barnes (1976/2008)	Exploratory talk is hesitant and incomplete because it enables the speaker to try out ideas, to hear how they sound, to see what others make of them, to arrange information and ideas into different patterns.	+	+				
Presentational talk Barnes (1976/2008)	...presentational talk the speaker's attention is primarily focused on adjusting the language, content and manner to the needs of an audience...		-				
Exploratory talk (Mercer, 1995; Mercer & Littleton, 2007; Mercer, 2008)	"Exploratory talk," in which partners engage critically but constructively with each other's ideas. ...These may be challenged and counter-challenged, but challenges are justified and alternative hypotheses are offered... everyone is free to express their views...Everyone listens actively, people ask questions and share relevant information, ideas may be challenged, reasons are given for challenges, everyone is encouraged to contribute..	+	+	+	+	+	
Disputational talk (Mercer, 1995; Mercer & Littleton, 2007; Mercer, 2008)	"Disputational talk," which is characterized by disagreement and individualized decision making. ...talk has some characteristic discourse features - short exchanges consisting of assertions and challenges or counter-assertions. ('Yes, it is.' 'No it's not!') ...Judgemental comments such as 'you're stupid' are typically heard...There are few attempts to pool resources, or to offer constructive criticism...			-	-	-	
Cumulative talk (Mercer, 1995; Mercer & Littleton, 2007; Mercer, 2008)	"Cumulative talk," in which speakers build positively but uncritically on what the others have said...Everyone simply accepts and agrees with what other people say...Children repeat and elaborate each other's ideas, but they don't evaluate them carefully.		-	-			
Social modes of co- construction (Weinberger & Fischer 2006)	<ul style="list-style-type: none"> • Externalization: Articulating thoughts to the group • Elicitation: Questioning the learning partner or provoking a reaction from the learning partner • Quick consensus building: Accepting the contributions of the learning partners in order to move on with the task • Integration-oriented consensus building: Taking over, integrating and applying the perspectives of the learning partners • Conflict-oriented consensus building: Disagreeing, modifying or replacing the perspectives of the learning partners 	+	+	+	+		
Academically productive talk (Dyke et al. 2013)	<p>Revoicer: "Revoicing" is when you restate someone else's reasoning, using your own words.</p> <p>Challenger: (1) Saying you agree or disagree (and why) with a classmate's statement is important. (2) Challenge (Can you think of a counter-example?)</p> <p>Explainer: (1) ...you can add-on to a classmate's words. (2) ...you should try your best to explain what you're thinking.</p>	+	+	+			

Berkowitz & Gibbs (1983) や高垣・中島 (2004) は、仲間と自分の考えを積極的に出し合って比較・統合する「操作的対話」(operational transact) と、一人ひとりの発話が独立的で絡み合い難い「表象的対話」(representational transact) とを対比し、前者で思考がより深まると指摘している。ここでは、特徴 A~C が関わると考えられる(発話長についての言及はないため、特徴 D は同定しなかった)。

上記の対比は、Barnes (1976) の「探究型の対話(exploratory talk)」と「最終稿・発表型の対話(presentational talk)」の対比にも類似する。学習者同士が「え?」「もし〇〇なら、△△は?」などと質問・提案しながら進む探究型の対話では協働的に考えが作られやすい一方で、「私は〇〇だと思います。理由は△△だからです」といった紋切り型の最終稿・発表型の対話では知識が伝達されるだけにとどまりやすい。そこから特徴 A, B を同定した。

最終稿・発表型の発話が続けば、「私は〇〇だと思う」「僕は△△だと思う」といった意見の述べ合いが続くだけで、対話にはなりにくい。可能な話型としては、主張とそれに対する別の主張の応酬である「論争型の対話(disputational talk)」か、逆に「賛成です」「それでいいと思う」といった全面的な同意や無批判な受け入れなどの「累積型の対話(cumulative talk)」(比留間, 2006; Mercer & Littleton, 2007; Wegerif et al., 1999) に限られやすい。したがって、いずれの型も参加者が「考えながら話し、話しながら共に考える対話」になり難しく、特徴 B, C, E, F が欠けていると言える。

これに対して、Mercer らが拡張した「探究型の対話(exploratory talk)」では、答えがはっきり得られていない場面で各自が不完全で疑問生成的な発話を頻繁に話者交代して行うことで、考えを深めることができると指摘されており、特徴 A~E が認められる。

考えや知識を「共同構築する社会的な対話モード(social modes of co-construction)」では、考えの外化や、質問による情報の引き出し、視点の異同を超えた合意形成など、特徴 A~D が幅広く指摘できる(Weinberger & Fischer, 2006)。また「学術的に生産的な対話(academically productive talk)」では、相手の発言を自分なりに説明し直す「リボイス」や反例・反論を示す「チャレンジ」、相手の意見に自分の意見を足して発言する「説明」等が見ら

れ(Dyke et al., 2013)、特徴 A~C が指摘できる。

以上のような対話研究から理想的な対話の型を同定し、それによって協調場面の活動を評価したり、教育に応用したりする実践は、一見わかりやすいが、次の三つの問題点をはらむ。一つは、認知科学が明らかにしてきた人の認知過程の多様性に鑑みれば、対話も参加者の知識・経験やその場の状況、問題解決や学習の対象に応じて多様な形で表れ、特定の型に押し込み難いということである。二つ目は、もしこうした多様性に関わらず、一定の共通な特徴が抽出できたとしても、そうした特徴は協調場面でも問題を解いたり理解を深めたりしようとする個々人の自然な発話の表れ—言わば派生結果—である可能性があり、それを直接の教育目標にし難いという点である。この二つの問題点は、基本的に対話研究が対話の在り方と問題解決・学習等の質の間の「相関研究」にとどまることに起因している。それゆえ、上記の特徴がなぜ対話で生ずるのかという因果関係を明らかにしないまま、教育に応用しようとすると、多様であるはずの学習者に「対話の型」を強制することになり、本末転倒となる恐れがある。さらに三つ目の問題点は、これらの特徴抽出を研究者が行って「最適な評価手法・指標」として現場教員に知見を手渡す方法では、教員自身の評価の力量向上につながり難いという点である。本来は、現場教員が自らデザインした学習環境の中で、子供たちが特定の内容を学ぶ際に現れる対話を評価する過程を支援したい。逆に対話の型の特徴も、こうした目的で使えるのであれば、評価のガイド—「水先案内役」—として役立つ可能性がある。

3.2 対話における理解深化：認知過程分析の立場から

3.1 節で見た対話の特徴が協調問題解決からいかに生ずるかを捉えるために、表 1 のセル 2 やセル 3 の参加者全体あるいは個々の理解深化を捉える「認知過程分析」が役立つ。

例えば Roschelle (1992) は、コンピュータを使って力学について学んだ高校生二人の対話の分析から、次の 4 ステップで理解が深まるという収斂説を主張した。

- 協調場面において人は説明のために自分の考えを外に出す「外化表現」を自然に行い
- 互いにその意味を了解しようと、表現の呈示・

確認・修正を繰り返す中で

- 具体的な表現を抽象化した一種のモデルを作り上げ
- より高度なレベルでの収束を確かめるための証拠を互いに求め合う

四点目の収束を確かめる活動は、「進行中の活動に口を挟まずに継続すること」「単なる同意」「相手の発言のオウム返し」「概念の互恵的な精緻化や協同構築」の順に高度になると言う。収斂説は「対話を通して参加者全体が共通理解を構築（考えを一つに収斂）させようとすることで理解が深まる」と見る立場であり、その過程は3.1節で見た特徴A~Cを伴うことになる。

これに対し、建設的相互作用説 (Miyake, 1986; Shirouzu et al., 2002) は、理解深化過程を個人単位で辿ることで、次のようにメカニズムを説明する。

- 協調場面では、考えを話したり問題を解いたりする課題遂行者と、それを聞いたり解決を見守ったりするモニタとの間での役割分担が自然に発生し、課題遂行者が自分の考えを言葉やメモ、描画、ジェスチャ等で外化する。
- モニタは課題遂行者の認知過程を共有していないからこそ、外化結果に対してやや抽象的・客観的なコメントを行う。
- モニタがコメントを行うために課題遂行者（話し手）となり、最初の課題遂行者はモニタ（聞き手）となって、コメントを契機に自分の考えを見直し、コメントの中から了解可能な要素を自分の考えに取り込む。
- この役割交代を繰り返すことで、各自の考えが段階的に抽象度を高め、適用範囲を拡げる。

例えば、Shirouzu et al.(2002) が根拠とした対話の典型例では次のように建設的相互作用が展開する。場面は「折り紙の3/4の2/3を示す」という課題に話者Aがまず折り紙を四等分して開いたところである。

- 1 A: これをさらにふとん折りすれば1/3ができるじゃん、わかる？(3/4をさらに3等分しようとしている)
- 2 B: 3/4の……、ああ、3/4の2/3だろ。なら3/4の2/3ってここじゃん hhh (3/4の2/3を4等分の折り目の中に見つける)
- 3 A: バカ、おまえバカ hhh、半分じゃん?! これじゃ hhh (答えを全体の半分と見直す)

4 B: 3/4ってどこだ?ここだろう。これの3分の2、どこだ?

5 A: おっつ、ほら hhhh (答えの箇所を同定する)。あ、そうじゃん、掛け算すりゃいいじゃん (計算に気付く)

1行目でAが課題遂行者（話し手）として解の候補を外化すると、モニタ（聞き手）のBが外化結果の違う見方に気付く。2行目でBが話し手となってそれを指摘すると、最初の課題遂行者であるAが今度はモニタ（聞き手）となってBのコメントを受け止め、「もしそうなら答えが全体の半分になる」と3行目で推論する。4行目でBが答えを再度説明すると、Aは5行目でその考えも取り込んで計算するというやり方に気づき、問題の解き方を変え、理解を深める。

この一連の過程の動因は、各自が課題遂行者（話し手）の役割を取るときの言葉や折り目による考えの外化と、モニタ（聞き手）の役割を取るときの「外化結果に対する客観的な見方」の交換にある。この建設的相互作用が生じているときの対話の特徴に着目すると、3.1節の特徴が次のように含まれる。

- 自分の考えを述べながら（特徴A）、
 - 疑問や批判を交えて（特徴B、C）、
 - 頻繁に役割を交代する（特徴D）
- こうした対話が成立すれば、当然、
- 互いに発言を遠慮せず（特徴E）、
 - 答えを急がずに段階的に再考吟味する（特徴F）

ことになる。つまり、建設的相互作用が生ずることで、3.1節で整理した発話の特徴が発現する。なお、疑問は相手への説明に用いられる場合（会話例の1、4行目）や自問を含む場合（3行目）など多様に用いられる。

以上のように、認知過程分析を用いて協調的な理解深化メカニズムを解明できれば、対話の特徴がどう生ずるかの洞察も深まる。さらに、対話に当然伴われる「聞く」という認知行為の意義を明らかにできる点も大きい。外化された発話同士の関係に関心がある対話分析では、参加者が「聞き手」に回っているときの認知過程が焦点化され難い。これに対して、建設的相互作用説では「聞くこと」を理解深化の動因として捉えるため、聞き手のモニタリングが協調を進めることを示唆できる。一方で、人が聞き手に回っているときの認知過程は、黙っているだ

けに、外界から捕捉できるデータが少ない。それゆえ、外化されたデータから、氷山の一角をつなげるように、水面下の認知過程を推測する必要—認知科学に多くの蓄積がある「認知モデル」を想定する必要—がある。

3.3 協調的な理解深化を捉えるモデル

三宅・三宅(2014)は、建設的相互作用による学習者の知識の変化を「対話による理解深化モデル」という3段階の知識の統合プロセスとして描き出した。3段階の知識は、レベルが上がるほど抽象度が高く、様々な事柄を一貫して説明できる適用範囲の広い知識となっている。レベル3は現在の科学者集団の合意として存在する原理原則であり、図式や命題など高度に抽象的な形式で教科書などに掲載されている。それに対し、児童生徒の知覚経験に密着した抽象度の低い経験則がレベル1である。レベル2の知識は、経験的知識(レベル1)を形式的理論(レベル3)と結びつけて各自が作り上げる準抽象的な知識—一定の整合性を持つモデル的理解—であり、「説明モデル」と呼ばれる。レベル3の原理原則を納得するには、レベル2の知識を学習者自らが構成し、原理原則を裏付けられるところまで精緻化していく必要がある。こうした活動は、学習者間で多様な知識の外化や比較検討が促進されやすい協調問題解決の場で起こる建設的相互作用で可能になる。三宅らは、この「知識の社会的構成=対話による理解深化」モデルを、教科を問わず広く働くモデルとして提唱しており、それを学習や問題解決等の対象領域に応じて具体化できると考えた。

協調的問題解決能力を評価するための問題解決場面を設定・分析する際に、こうしたモデルを活用できれば、参加者が対話を通して問題解決をどう進め、理解をどう深めたかを捉える枠組みにできる。これは3.1節で見た対話の特徴同様に、汎用的な分析モデルを設定することに近いが、授業の質向上など教育への寄与を考えたとき、対話の型自体を強制するよりも、望ましい知識の質を設定することを優先するため、より深い理解を促すことに役立つと考えられる。

3.4 研究仮説

以上より本研究では、参加者が二人で問題解決や理解を進展させる余地のある協調問題解決場面を

設定し、一人で解いた後に二人で解いたときのパフォーマンスを比較した上で、対話データを対話分析と認知過程分析で検討した。

1.2節の通り、「全ての学習者が協調的問題解決能力を潜在的に持つ」のであれば、参加者は一人で解いたときよりも、二人で解いたときに、二回同じ問題を解くという効果も加わって、パフォーマンスを向上させるだろう。この事実を5節で確認する。6節で、パフォーマンスを向上させたペアとそうでないペアの違いを対話分析—3.1節の「よい対話の特徴」—を用いて検討した後、同じデータを認知過程分析—3.3節の理解深化モデル—を用いながら検討する。そこから、「よい対話の特徴」が見られた対話にも、個人々が理解を深める対話とそうでない対話が含まれることが示されるだろう。なお、対話が各個人の理解深化に貢献したかを確かめるため、一部の参加者については二人での問題解決の後に、個人での解法再生を依頼した。その結果を基に、対話を通して個人の理解が深化した場合には解法が再生されることが確かめられるだろう。

以上のように、1)パフォーマンスの比較分析と2)プロセスの対話分析、3)認知過程分析のトライアングレーションを行うことによって、そのどれか一つを行った場合に比べて、協調問題解決過程により詳しく迫ることができ、そこで働く協調的問題解決能力についての洞察も深まることを本論文では示す。


なお、課題に全国学力・学習状況調査B問題という毎年実施されている現実の課題を用い、初めて協調問題解決場面で実施したことで、子供たちが果たして問題文を読めていないのか(新井, 2016)、何につまずいているか、二人で解くことでそこからどう回復できるかなども明らかにできることになる。

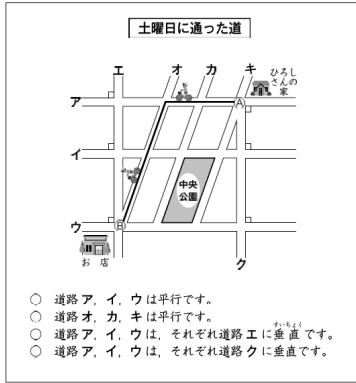
4. 研究方法

4.1 調査に用いた問題

子供にとって一人では解くのが難しいが二人で解くことができる可能性がある問題として、全国学力・学習状況調査B問題のうち、全国平均正答率が30%未満程度の、傾向が異なる3題(国立教育政策研究所, 2007, 2012, 2014)を選んだ。「二人でなら解くことができる可能性」を増すために、協調問題解決が有利に働く問題の二つの特徴(三宅, 2000)を満たすものを選んだ。すなわち、解決中のステッ

5

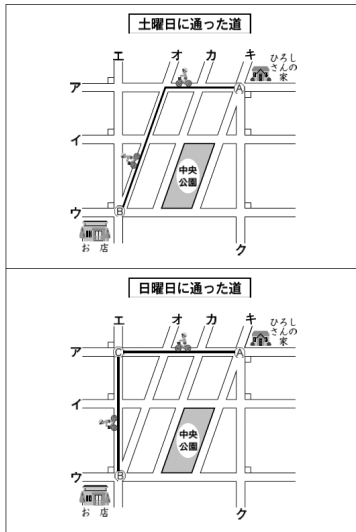
ひろしさんは、土曜日に買い物に行きました。交差点④から交差点⑤まで行くのに、下の地図の中にある  の道を通りました。



(2) ひろしさんは、次の日の日曜日に、交差点④から交差点③を通って交差点⑤まで行きました。

土曜日に通った道と、日曜日に通った道では、どちらの道のりのほうが長いですか。

答えを書きましょう。



(1) ひろしさんは買い物を終えたので、交差点③から交差点⑤まで帰ろうと思います。

ひろしさんは、次のようなことを考えています。



道にそってはかった長さを「道のり」といいます。

来たときに通った道を通らずに、同じ道のりで帰るためには、ひろしさんはどの道を通ればよいですか。

解答用紙の地図に、1通りだけ、線(——)をかきましょう。

(3) ひろしさんの家の近くに東公園があります。

東公園の面積と中央公園の面積では、どちらのほうが広いですか。

答えを書きましょう。また、そのわけを、言葉や式などを使って書きましょう。

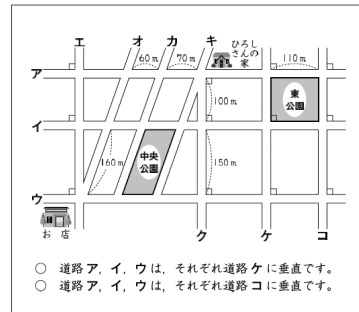


図1 平行四辺形問題 (全4ページ)

ブが互いに共有され易く (共有可能性), 解決の途中で互いの解き方の正誤が容易には判断し難い (局所的な正誤判断困難性) という特徴である. 以降本稿では, 三つの問題それぞれを次の名称で呼ぶことにする.

- 平行四辺形問題 (平成 19 年 B5): 問題文に描かれている図を用いて, (1) 目的地までの距離

が同じ道のりになる別のルートを記入する問題, (2) 直角に曲がるのと斜めに横切るのはどちらの道のりが長いかなど答える問題, (3) 平行四辺形型の公園と長方形型の公園のどちらが大きいかなど理由とともに答える問題 (図 1)

- あた問題 (平成 26 年 B5): 親指と人差し指を直角に開いた場合の指先を結んだ長さを「一あ

(2) まことさんは、使いやすいはしの長さのめやすについて発表します。



使いやすいはしの長さのめやす

使いやすいはしの長さのめやすは、「^{ひと}一あたり半」と言われています。

一あたりは、親指と人差し指を直角に広げたときのそれぞれの指先を結んだ長さです。

一あたり半は、一あたりを1.5倍した長さです。

(3) まことさんの発表を聞いて、なつきさんは妹のはしを買いに行こうと思いました。

なつきさんは「あた」の長さについてさらに調べ、下のことがわかりました。

一あたりは、身長約10%の長さです。

妹の身長は140cmです。

妹の身長と、左の使いやすいはしの長さのめやすをもとに、一あたり半の長さを求めると、はしの長さは約何cmになりますか。求め方を言葉や式を使って書きましよう。また、答えも書きましよう。

下の1から4までの中から、一あたり半の長さを表しているもの()を1つ選んで、その番号を書きましよう。

1

2

3

4

図2 あた問題 (全2ページ)

(3) あやかさんは、学級の男子と女子ではどちらのほうが一輪車に乗れるか調べてみようと思ひ、下のような男女別の表にまとめました。

一輪車に乗れる人調べ (人)

	乗れる	乗れない	合計
男子	9	6	15
女子	12	8	20

男子と女子それぞれで、合計の人数をもとにした乗れる人数の割合を比べます。男子と女子ではどちらのほうの割合が大きいですか。

次の1から3までの中から1つ選んで、その番号を書きましよう。また、その番号を選んだわけを、言葉や式を使って書きましよう。

- 1 男子のほうに乗れる人数の割合が大きい。
- 2 女子のほうに乗れる人数の割合が大きい。
- 3 男子と女子の乗れる人数の割合は同じ。

上の表を見て、あやかさんは次のように言ひました。

乗れる人数は、男子が9人で女子が12人です。だから、女子のほうに乗れるのかな。

あやか

図3 一輪車問題 (全2ページ)

た」としたときに、(2) 一あたりの1.5倍の長さを選択する問題、(3) 妹の身長が140cm・あたが身長約10%の長さ・使いやすい箸はあたの1.5倍の長さのとき、妹が使いやすい箸の長さを答える問題 (図2)

- 一輪車問題 (平成24年B5) : (3) 男子15人中

9人、女子20人中12人が一輪車に乗ることができることを示した表を用いて、男女どちらが一輪車に乗ることができる人の割合が多いかを理由付きで答える問題 (図3)

国立教育政策研究所がまとめた各問題の解答類型によれば、誤答の類型で多かったのは、平行四辺

表 3 調査対象の小学校と実験協力者

学校名	調査実施日	平行四辺形	あた	一輪車
A 小学校	2014/7/29	5	0	0
B 小学校	2014/8/1	6	0	0
B 小学校	2014/10/7	3	3	2
C 小学校	2014/10/21	0	3*	2
D 小学校	2014/10/30	0	5	5
E 小学校 (静岡県)	2015/2/16	6*	7	7
合計		20	18	16

* 1 トリオを含む

形の面積を底辺×斜辺で求めた解答(平行四辺形問題)、問題文中に囲みで大きく示された「一あたは身長10%の長さ」のみ求める解答(あた問題)、「合計人数÷一輪車に乗ることができる人数」など割り算の割る数・割られる数が基準量と比較量の観点から誤っている解答(一輪車問題)だった。問題ごとの正答率は後述の図4で示す。

4.2 調査対象

調査対象者は、表3に示す公立小学校5校の6年生110名(52ペア、2トリオ)である。関東圏から四国まで様々な地域の学校に協力を依頼した。いずれの小学校も、6年生全体で2クラス以上の規模であり、男女比はほぼ同等だった。調査は各小学校にて実施した。このうちE小学校は児童主体の協調学習が日常的に行われている学校だった。詳しくは益川・河崎・白水(2016)に述べられており、そちらで協調的問題解決能力の育成過程を追う縦断分析を行うため、本稿は題目に「横断分析」と付した。なお、B小学校のみ二度調査を行ったため、実験に二度参加した児童には一度目とは別な問題を割り振った。

4.3 調査方法

調査では、児童一人で8分間問題を解かせた後、同じ問題を二人組で話し合わせながら8分間解かせた。児童に割り振る問題は4.1節で紹介した三種類の中からランダムに決めた。ただし、A小学校とB小学校(一度目)では、実験の都合で平行四辺形問題のみを行った。それ以外の学校では、できるだけ各問題に同数のペアが分配され、実験全体で各問題を解いたペア数ができるだけ同数になるよう児童を割り振った。解答用紙は、一人で解くときは一人に

枚ずつ配布し、二人のときには対話の焦点となるように二人に一枚配布した。問題用紙と解答用紙は一人で解く8分間が終わった時点で回収し、二人組には改めて新しいものを配布することで、一人のときと二人のときの解答を区別できるようにした。二人組は実験者がランダムに決めた。ただし、原則的には最も近くに座る二名をペアにしたため、同じ学級の児童の組み合わせが多くなった。彼らが普段から会話を交わす仲であることは事後の質問紙で確かめた。最後に、二人時点での解答や解法を一人に戻っても再現できるかを調べるため、児童一人ひとりに対して、二人組で解決後に一人で解き方を説明させた。ただし、一人での解決結果の説明は、参加者全員ではなく、ペアでの解決時にモニター(聞き手)の役割を取っていた児童に行わせた(人数等の詳細は6節にて記す)。

実験者は著者らが務め、時間配分のアナウンスや用紙の配布・回収を行った。発話など問題解決過程はビデオとICレコーダで記録し、全て書き起こした。

5. パフォーマンス比較：一人と二人の比較

5.1 分析方法

ここでは児童が問題を一人で解いたときよりも、二人で解いたときに、二回解くという効果も加わって、パフォーマンスを向上させることを示す。分析には、解答用紙の記述結果を用い、以下に詳述する基準で正誤判断を行った。

- 平行四辺形問題：(1)道のりが等しければ正解とした。(2)日曜日に通った道の方が長いことが書かれていれば正解とした。(3)中央公園の面積を平行四辺形の公式「底辺×高さ」で求め、東公園の面積を「縦×横」で求めた結果を比較

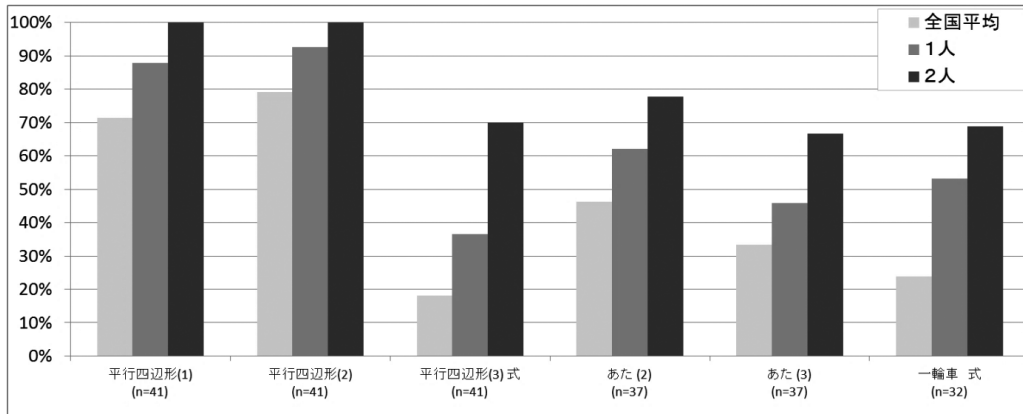


図4 一人で解いたときと二人で解いたときの平均正答率

し答えを導くことができているならば正解とした。平行四辺形の高さの代わりに斜辺を掛けた場合は全て不正解とした。

- あた問題：(2) 選択肢4のみ正解とした。(3) 妹の身長の一割の長さを求め、その値を1.5倍していれば正解とした。一あたの長さのみを求めた解答や理解困難な解答(例： $140 \div 0.1 = 14$)は不正解とした。
- 一輪車問題：男女それぞれの一輪車に乗ることができる割合(またはできない割合)を求めた後、二つの結果を比較して「同じ」という意味の記述があった場合に正解とした。基準量と比較量の考え方が合っていれば、割合を求める式は全て正解とした。実数同士の引き算等は不正解とした。また、男女それぞれの乗ることができる人数を乗ることができない人数で割った解答は考え方としては「比」の考えを用いており、正解とも言えるが、問題文で「合計人数をもとに」と明示されているため不正解とした。

さらに、平行四辺形問題(3)の式記述やあた問題(3)、一輪車問題の式記述という理由の説明が必要な問題については、解法を次の四種類に分類した。

- 吟味された規範解：本稿の基準で正解となる解のうち、解法が効率的に示された解や正しさが吟味された解(例：平行四辺形問題では計算した二つの公園の面積を不等号などで直接比較して答えを導いた解、あた問題では一あたの長さとその1.5倍を求める手続きを二つの式に分けずに一つの式で示した解、一輪車問題では二つ

以上の解き方で確かめた解など)

- 規範解：本稿の基準で正解とされる解
 - 規範解に近い誤答：概念的には規範解に近いが軽微なミスで誤答になった解
 - 規範解と遠い誤答：無解答も含むそれ以外の解
- 最後に、ペアの組み合わせによるパフォーマンスの差を調べるために、一人で解いたときの解答と、二人で解いたときの解答の組み合わせで全てのペアを6ボタンに分類した。これら6ボタンを、パフォーマンスが類似したペア同士をまとめて3グループに再分類し、6節でのプロセス分析に用いた。

5.2 正答率と解法の変化

図4に全問題に関する正答率の結果を示した。棒グラフは左から、当該問題の全国平均正答率、本実験での児童が一人で解いたときの平均正答率、二人で解いたときの平均正答率を示す。図より、全ての問題で一人より二人のときに正答率が向上した。理由の説明が必要で正答率が低くなりがちな問題でも、協調問題解決による向上が認められた。なお、全国平均より一人での成績がよいのは、その問題のみを集中して解いたことなどによると考えられる。

図5には先述の四種類の解法の変化を示した。二人で解くことで「規範解に近い誤答」を中心に誤りが減少し、規範解が増加した。さらに、二人のときには「吟味された規範解」も出現した。

表4 解の正誤の組み合わせによるペアの分類

ボタン	一人の解	一人の解	二人の解	ペア数	グループ名
A	○	○	◎	7*	規範解到達かつ全員向上
B	○	○	○	5	規範解到達
C	○	×	○	22	規範解到達
D	○	×	×	2	規範解未到達
E	×	×	○	4	規範解到達かつ全員向上
F	×	×	×	14*	規範解未到達

*1 トリオを含む

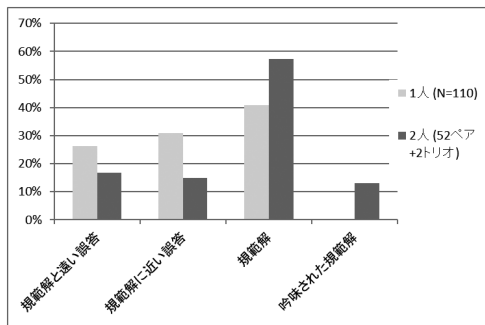


図5 二人での解答の質的な変化

5.3 メンバーの組み合わせによるペアのパフォーマンスの違い

一人での正誤と二人での正誤に注目して、ペアのボタンを表4に示した。表中の○は「規範解」、×は「誤答」(5.1節の分類では「規範解に近い誤答」「遠い誤答」の両方を含む)、◎は「吟味された規範解」を示す。表の通り、一人で解けたメンバーがペアに含まれた場合は、ほぼ確実に正答に至った。一方で、「一人で○の児童が二人で◎」「一人で×同士が二人で○」など、一人では到達できなかったパフォーマンスに二人で初めて到達したペアも見られた。

以上5.2節以降の結果を総合すると、児童の多くは同じ問題を一人で解いた後に二人で解くことでパフォーマンスを向上させたと言える。その要因として正答した児童が誤答した児童に解き方を教えるだけでなく、二人で対話しながら解や別解を見出した可能性も示唆される。その詳細を探るために、6節以降で、プロセスの分析を行う。

ペアのタイプ別に対話プロセスを分析するため、表4のペアを一人のときから二人のときへのパフォーマンス向上の差分に応じて、次の3グループへ再分類した(表4右列)。

- 規範解到達かつ全員向上グループ：ペアで正解かつ児童全員が一人より二人でパフォーマンスを向上させたボタンAとEの11ペア
- 規範解到達グループ：ペアで正解したが児童の少なくとも一人に二人のときのパフォーマンス向上がなかったボタンBとCの27ペア
- 規範解未到達グループ：ペアで不正解のボタンDとFの16ペア

もちろん、規範解未到達の児童も詳細を追えば、多くの概念変化を起こしていたであろうが、本稿では問題解決の解という主要なポイントでの変化を各分析手法で説明できるかどうかを検討するため、否定的なグループとして分類した。

6. プロセス比較：対話分析と認知過程分析を用いた比較

6.1 分析方法

本節では、5.3節で分類したペアによるパフォーマンスの違いが対話場面で把握できるかを探るため、対話分析と認知過程分析の両方を用いた分析を行う。

対話分析の基準を3.1節に沿って表5の通り定めた。分析では、隣り合う二つの発話(隣接対)を一組として、先行発話から見て後続発話が表5のどの特徴を示しているかを分析した。表のうち、特徴A~Dは、3.1節の基準で対話が成功裡に進んでいるときに表出される特徴であるため「肯定的な特徴」と呼び、その表出数が多いほど成功的な対話だと捉えた。残り二つの特徴E, Fは、3.1節の基準に従って「否定的な特徴」と呼び、その表出数が多いほど失敗的な対話だと捉えた。なお、相手と異なる考えを疑問形で示す場合等もあるため、特徴Bが特徴AやCと共に起った場合は全ての特徴にカウントした。分析には文脈も考慮し、問題解決と無関係な発話は分析対象から除いた。

表 5 対話分析の基準

対話の特徴	分析基準	分類
A. 自分の考えを述べる	直前の相手の意見に反しない範囲で、自分の主張や根拠を示す発言 ● 「私も同じ答え」「○○だと思った」等	肯定的な特徴
B. 疑問を発する	自分の発言に対する確認を求める発言 ● 「○○だよねえ?」「○○でしょ?」等 相手の発言を促す発言 ● 相手の発言を復唱した後で「…が?」や「…で?」等の文末を付した発言 相手の主張やその根拠を確認する発言 ● 「それどういうこと?」「どうして?」等 相手の発言に対する不理解を示す発言 ● 「それよくわかんないんだけど」等	
C. 批判をする	相手の主張や根拠と自分のそれらとの相違を明確に指摘する発言 ● 「私と違う」「待って、○○だよ」等 矛盾の指摘や反例の提示等によって、相手の主張や根拠を批判する発言 ● 「○○じゃ△△にならないから変だよ」等	
D. 交代しながら考えを述べ合う	直前の発話の話者と後続の発話の話者が異なるときに一回と数える	
E. 発言を遠慮する	自分の主張や根拠の明言を避ける発言 ● 「私バカだから○○ちゃん考えて」等	否定的な特徴
F. 答えを急ぐ	ある考えを答えだと決めつける発言 ● 「答えは絶対これ」「その答えを早く（解答用紙に）書いてちょうよ」等	

表 6 認知過程分析による対話の分析基準と発言内容例

	平行四辺形問題	あた問題	一輪車問題
【レベル 3】 数学的な知識や概念	● 平行四辺形の面積が底辺×高さで求められることの指摘 ● 公園の面積を比べた大小関係の判断	● 一あた半が一あたの 1.5 倍で求められることの指摘 ● 1.5cm と 1.5 倍の違いの説明	男女それぞれの合計人数に占める「乗ることができる」人数の割合を求めて比較
【レベル 2】 数値の結び付け、立式や計算	● 比較の意味の確認 ● 掛ける対象の確認 ● 面積を求める計算	● 一あた半や 1.5 倍の意味の確認 ● それらの長さを求める計算	● 比較の意味の確認 ● 比較のための立式 ● 男女を比べる計算
【レベル 1】 問題文に示された図や表、身体や道具の利用	● 公園の大小関係の見目による判断 ● 対象図形近くの辺の長さへの言及（中央公園の斜辺）	● 自分や相手の手、あたの図の使用 ● 箸の長さや机の大きさとの比較	男女それぞれの「乗ることができる」人数の割合を実数や直感で判断

次に、認知過程分析の基準を 3.3 節に沿って表 6 の通り定めた。レベル 1 は問題文に表された図や表の数値、自分たちの身体や道具など、外界の情報を見たまま捉えた発言、レベル 3 は学校で学ぶ数学的概念や知識を示す発言、レベル 2 はレベル 1 の数値や身体など外界の情報とレベル 3 の数学的概念・知識とを結び付ける発言とした。したがって、レベ

ル 2 には試行錯誤的な計算も含まれる。レベル 2 は先行する発言にレベル 1, 3 が出ていないときにも独立で同定したため、単なる数字を当てはめた計算もレベル 2 にコーディングされる場合がある。その上で、発言にレベル 1~3 が重層的に含まれるかを検討した。

なお、問題文や選択肢を読み上げるだけの発話な

表7 あた問題の協調問題解決場面での対話 (一部)

発話行	話者	発話	レベル	特徴A (主張)	特徴B (疑問)	特徴C (批判)	特徴D (話者交代)
13	児童A	え？私，これ（選択肢3）にしたんだよ。だってさ，約さ，だって，だってさ，1.5倍じゃん，だからさ，ここ（選択肢）に1.5って書いてあるからさ	3	✓	✓		
14	児童B	でも一個半ってことじゃないの？	1		✓	✓	1
15	児童A	え，そうなの？だって1.5倍でしょ？	3		✓	✓	1
16	児童B	これ（一あたの図を指す）が一個だから，これ（別の一あたの図を指す）をもう一個付けて，半分にするっていう，だからこれ（選択肢1）	1	✓			1
17	児童A	ああ，私間違えたのかも…					1
18	児童B	あ，でも，でも，こっち（選択肢4）かも？			✓	✓	1
19	児童A	え？			✓		1
20	児童B	こっち（選択肢4）かもよ			✓	✓	1
21	児童A	ああ，こっち（選択肢4）かもね		✓			1
22	児童B	こうで（左手であたを示す）こう，もう一個付けて（左手のあたに右手のあたをくっつける）	1	✓			1
23	児童A	え，でも，待って				✓	1
24	児童B	で，その半分	1	✓			1
25	児童A	あー，そっか，そっか，そっか					1
26	児童B	あ？それ（自分が両手で示したあた一個半を指して）1.5じゃない？0.5じゃないの？あれ？	3		✓	✓	1
27	児童A	え，じゃ，これ（選択肢1）も違くない？じゃあ，これも0.5のようなもんじゃん	3		✓	✓	1
28	児童B	こう（あたをする）の，ここ（あたの親指と人差し指の間の箇所を指差す）？ (中略：選択肢1の図の見方などの議論)	1	✓	✓		1
43	児童A	うん，これはさ，ただ単にここ（選択肢1のあたの線がない部分）をなくしたってことじゃね，ここ（あた全体の2/3）の長さを出したってことだよな (中略，略中の最終発話は児童Bによる)	1	✓			1
55	児童A	(あたの二個目を指して) こうなってる二個目があるじゃん，でも，この二個目の全部を言ってるわけじゃなくてさ，この半分の長さを言ってるわけだから	1	✓			1
56	児童B	1.5倍って，一個と半分か！	2	✓			1
57	児童A	え，違う，違う				✓	1
58	児童B	じゃ，ちょっと，あれ，えー？			✓		1
59	児童A	つまり，1.5倍ってことは，（問題文を指差しながら）1に0.5足した数だから，ね	2	✓			1
60	児童B	じゃ，これ？（選択肢4）		✓	✓		1
61	児童A	これだ（選択肢4），たぶん		✓			1

どは，思考過程の表れと区別し難いため，分析対象から除いた。複数の小問から成る平行四辺形問題では(3)「中央公園と東公園はどちらが大きいか」，あた問題では(3)「妹の使いやすさの長さ」を求めた小問解決時の対話を主たる分析対象とした。

6.2 対話の分析例：1ペアの分析結果

表7に規範解到達かつ全員向上グループの1ペア

での対話分析と認知過程分析例を示した。このE小学校の女児A・Bは，一人で解けなかったあた問題を二人で話し合うことで解決した。表中の「発話行」は，話者の一息での発話を一行として，全123行あった対話の一部を示したものである。「レベル」の列は，認知過程分析によるレベルを示した。「特徴A」から「特徴C」の列は，対話分析の基準と一致した場合に✓を付した。「特徴D」の列は話者交

代ごとに1とした。なお、特徴EとFは本対話では示されなかったため割愛した。

本対話を対話分析の観点で見ると、児童は役割交代しながら(特徴D)、自分の考えを示したり(特徴A)、互いに疑問・反論を呈したり(特徴B・C)、自問自答したりする(特徴B)相互作用的なやり取りがほぼ全行に見られる。

対話の特徴を冒頭から順に追うと、初めに児童Aが考えを外化し(13行目)、児童Bが批判・疑問を投げ掛け(14行目)、児童Aが疑問文で反論した(15行目)。この児童A主導の展開に対して、児童Bが考えを説明し(16行目)、自らの説明に自問自答しながら(18行目)対話を主導すると、児童Aが疑問で不理解を示し(19, 23行目)、児童Bが説明を詳細化する(22, 24行目)という「主たる説明役」の役割交代が生じた。さらに、児童Bの自問自答(26行目)を境に児童Aの疑問文での批判(27行目)や説明(43行目)が生まれ、46行目以降で批判のない互いの考えの外化、すなわち、合意へと至っていく。

次に、こうした展開がなぜ引き起こされたのかを認知過程分析から検討する。興味深いことに、対話の序盤で児童Aは小問(2)に「1.5倍」と言いながら誤った選択肢3(一あたに1.5cmを足した誤答:図2参照)を選び、児童Bは「一個半」という表現を使いながら誤った選択肢4(あたを3分の2にした誤答:図2参照)を選んでいった。それが対話を通して、あたの図や身体を活用(レベル1)と1.5倍や0.5といった数値表現(レベル3)を行き来してレベル2に至り、正解を選ぶことができたのである。そこで何が起きていたのだろうか。

対話を冒頭から追うと、児童Aの「選択肢3」の主張に対して、児童Bは「でも一個半ってことじゃないの?」と「個数」に注目したレベル1の応答を行う。児童Aは「だって1.5倍でしょ?」と数学的な「倍」を表すレベル3で再度反論する。児童Bは、「一あた」の図を指しながら個数表現(レベル1)により答えが「選択肢1」だと主張する(16行目)。ところが、図と個数を結び付けたこの説明は、児童B本人に自問自答「でも、こっち(選択肢4:正答)かも?」という見立て直しを引き起こした(18行目)。しかし、その発話は児童Aには早すぎた可能性があり、Aの疑問(21, 23行目)を受けてBは手を使って一あた半を示すというレベル1のま

まった再説明を行う(22, 24行目)。その後、児童Bは彼女自身初めて「1.5」「0.5」という数値(レベル3)に言及し、選択肢1を疑問視し始める(26行目)。これは元々数値表現を行っていた児童Aの説明を招き(27行目)、43行目ではA自身が図と個数表現を結び付けた説明(レベル1)を行う。28~43行目に掛けて二人は、選択肢1が自分たちの手の「一あた」に達していないことを体で確認し、あたかもそれが短すぎることに気づいたかのような振舞いを見せていた。その上で児童Bが「1.5倍って、一個と半分か!」と、1.5を1と0.5へと解体し、倍数と個数を結び付けたレベル2の表現を行い(56行目)、二人で正解に至った(60, 61行目)。

以上の対話分析結果と認知過程分析結果を併せると、次の解釈が可能となる。

- 児童AとBの「倍数」と「個数」という視点の違いが互いの意見を疑問視・批判する契機となり、視点の違いに応じて各自が各時点でできる説明を行って、互いにその説明を聞き合うという役割交代が起きた
- 上記が両者に説明の再吟味を促し、それによって児童Bは最初言葉だけで説明していたレベル1の個数表現を図や身体という多様でより具体的な表象と結び付けて精緻化した
- 説明の精緻化が自分たちの理解と問題で問われている「一あた半」を結び付けようとする動機付けを生んで、各個人の中でレベル1と3の理解を行き来する契機となった
- その結果、レベル3の「1.5」を1と0.5、レベル1の「(親指と人差し指で作った長さの)一個半」を一個と半分にそれぞれ分解したものを、各児童が自分なりに統合し直したレベル2の説明が生まれた

分析方法の観点で見れば、対話分析が対話の全体傾向の把握に使い、認知過程分析の、特にレベル1, 2, 3の重層的な往還の分析が参加者の理解深化過程の把握に使えることが示唆される。

6.3 対話全体の分析結果

前節からは対話分析と認知過程分析が相補的に結果の解釈に活用できる可能性が伺えた。そこで本節は全ペアの対話過程を両分析手法で分析し、何がペアの規範解到達や解法の質向上を予測するかの結果を量的側面から概観する。

表 8 各グループの総発話数 (ペア平均)

	総発話数
規範解到達かつ全員向上 (11 ペア*)	96.6 ($SD = 36.4$)
規範解到達 (27 ペア)	69.8 ($SD = 31.8$)
規範解未到達 (16 ペア*)	88.3 ($SD = 49.0$)

* 1 トリオを含む

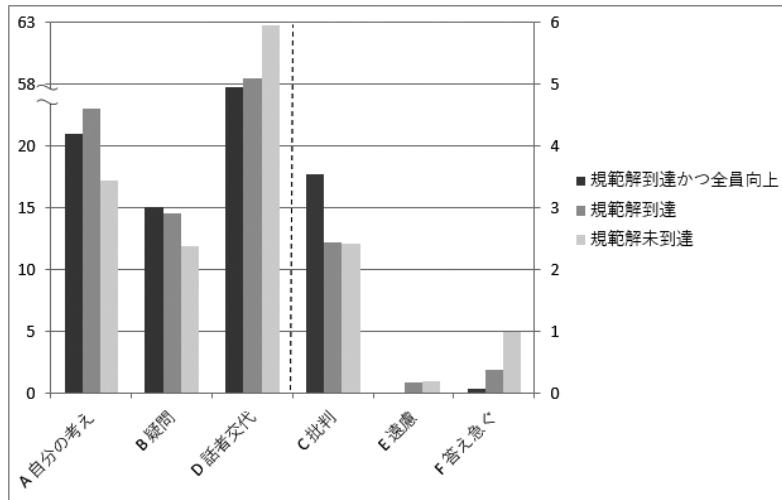


図 6 特徴的な発話のペア平均出現数 (A, B, D は左, C, E, F は右軸数値)

表 9 認知過程分析結果 (上段:ペア数 (%); 下段: χ^2 二乗値の調整済残差)

	三つのレベルに言及	二つのレベル, または一つのレベルに言及
規範解到達かつ全員向上 (11 ペア*)	9 (81.8%) 2.65 **	2 (18.2%) -2.65 **
規範解到達 (27 ペア)	15 (55.6%) 1.37	12 (44.4%) -1.37
規範解未到達 (16 ペア*)	1 (6.2%) -3.83 **	15 (93.8%) 3.83 **

** $p < .01$

* 1 トリオを含む

まず, 5.3 節で分類した 3 グループの総発話数を求めた結果, 各グループの平均は表 8 の通りとなった。規範解到達グループの発話数が若干少ないが, 分散分析の結果, 有意差は認められなかった ($F(2, 51) = 2.20, n.s.$)。次に, 対話分析の基準に基づいて各グループの特徴的な発話の出現割合を調べるため, 総発話数が最も少なかった規範解到達グループの総発話数を基準として残り 2 グループの特徴的な発話の平均出現回数を図 6 に正規化した (特徴 A, B, D はグラフの左縦軸, 特徴 C, E,

F は右縦軸参照)。それぞれの特徴について分散分析を行った結果, 特徴 F のみ有意差が見られた ($F(2, 51) = 4.51, p < 0.01$)。

続いて, 認知過程分析の結果として, 3 グループごとに三つのレベルに言及したペアの数と, 二つまたは一つのレベルに言及したペア数を表 9 に示す。カイ二乗検定で有意差が認められ ($\chi^2 = 16.83, df = 2, p < .01$), 残差分析の結果, 三つのレベルに言及したペアが規範解到達かつ全員向上グループで有意に多く, 規範解未到達グループで有意に少な

表 10 協調問題解決後の一人での解答
($N = 73$; 上段:人数 (%); 下段: χ^2 二乗値の調整済残差)

	正解	不正解
規範解到達かつ全員向上 (13 名)	13 (100%) 3.42 **	0 (0%) -3.42 **
規範解到達 (34 名)	27 (79.4%) 3.53 **	7 (20.6%) -3.53 **
規範解未到達 (26 名)	2 (7.7%) -6.41 **	24 (92.3%) 6.41 **

** $p < .01$

いことが示された。

以上より、3 グループ間の違いは、対話分析よりも認知過程分析で予測され易いことが示唆された。前節で示されたような肯定的な対話の特徴はペアのパフォーマンスに関わらず見られるが、その対話の内容の質、つまり、三つのレベルの往還などはパフォーマンスとの相関が高い可能性がうかがえる。

6.4 協調問題解決後の個人のパフォーマンスの違い

3 グループ間の対話過程の違いが個人の理解深化に及ぼす影響を調べるため、二人で解いた後に再度一人で解いたときの正答者数を調べた。その結果、規範解到達かつ全員向上グループの児童は全員が正答した。しかし、規範解到達グループの児童は正答率が80%に留まり、規範解未到達ペアの児童は9割以上が不正解だった(表10)。カイ二乗検定から有意差が示され($\chi^2 = 42.7$, $df = 2$, $p < .01$)、残差分析で正解者が規範解到達かつ全員向上グループ及び規範解到達グループで有意に多く、規範解未到達グループで有意に少ないことが示された。

6.3 節の結果と併せて考えると、規範解到達かつ全員向上グループの児童は、三つのレベルを往還する対話などによって一人ひとりが理解を深め、パートナーがいなくとも独力で正答できるほど解法を定着させた可能性がうかがえる。

なお、規範解到達グループで、ペアで規範解に挑戦していたはずなのに一人では解法を再現できなかった児童がいたのが興味深いところだろう。それは次の対話例のようなケースだった。対象はあた問題(3)である。児童Cが1行目で誤答を言うと、児童Dが正答とその導き方を説明した。しかし、Cは3行目で「割る」、5行目で「掛ける」とDの異論に直面して恣意的に四則演算を並べ上げる。本来、C

は一あた半と数式がどう結び付くのかを質問して理解すべきところが、6行目のDの再説明を聞くと、「ばかだからわかんない」と遠慮し(特徴E)、会話を収束する。その後、一人で問題解決を求められると、四則演算を抜いた不完全な式「 $14 \quad 1.5 = 21$ 」を記し、解法を再現できなかった。

1 C: 14. で、答え、約 14

2 D: 答え、21 になったんだよ。あ、違うよ。一あた半だから、14 足す 14 割る 2 (一あたの 14 と半分の 7 を足す説明を行っている)

3 C: 28 割る、14 か

4 D: え?

5 C: 14 掛ける 14

6 D: 最初に割るからやるから、14 割る 2 で 7 じゃん。で、14 足す 7 で 21

7 C: そうか。D ちゃん、頭いい。C、ばかだからわかんない。約 21 で。…D ちゃん、頭よくね

6.5 対話内容と関連づけた分析結果

6.2 節から 6.4 節までの結果は、一人からペアでの解決におけるパフォーマンスの向上、そしてペアから一人に戻った際のパフォーマンスの定着に、対話の在り方が影響することを示唆している。特に認知過程分析によると、三つのレベルの往還が重要だと示唆される。それがなぜなのかを探るため、本節の 6.5.1 では各問題の典型的な解決過程を認知過程分析で示した上で、6.5.2 節において対話分析と認知過程分析とをどのように相補的に使っていけばよいかを事例ベースで検討する。

6.5.1 各問題の認知過程分析結果

規範解到達かつ全員向上グループで、表 6 や表 9 の三つのレベルに言及したペアの典型的な対話は、次の通りであった。

平行四辺形問題では、平行四辺形の面積を求める計算（レベル2）をする際、図における「高さ」はどこか（レベル1）を指さしながら確認し、確認した数値を底辺×高さの公式（レベル3）と結びつけて式を作る過程が観察された。ペアの意見が、図に示された斜辺の長ささと高さのどちらを用いるか（レベル1）で割れたときも、レベル1と3の往還によって意見の相違が調停され正答に至った。つまり、レベル1の図情報とレベル3の求積公式を改めて対応付け直すことでレベル2の意味ある計算に至ったと考えられる。

あた問題では、表7のペアのように自分たちの身体であったを実演することや図に示されたあたの仕事を確認することで、一あたの長さを捉え直し（レベル1）、「140」や「10%」といった数字を用いて求めたい数値（妹の箸の長さ）を求める式を立て（レベル2）、「1.5」や「10%」といった数値の意味を確認しながら（レベル3）、「一あた半=あたの1.5倍」「一あた=身長 $\frac{1}{10}$ 」といった意味ある立式（レベル2）へと到達していた。答えが出た後も、自分たちの箸の長ささと比べて「お箸が長い」「箸が短い」（レベル1）などと解答を見直す発話も見られ、レベル1の身体や図を使ってレベル3の「1.5倍」等の数学概念を捉えることで、レベル2の有意義な計算に至ったと言える。

一輪車問題では、割り算や比、分数を用いた計算（レベル2）を行おうとして、計算で用いる数値（男女各々の合計人数と一輪車に乗ることができる人数）を表で直接確認したり（レベル1）、取りあえず何らかの割合を求めて男女間を比較したり（レベル3）といったレベル間の結び付けを行っていた。その過程で、例えば「女子の方が一輪車に乗れる人数が多いのでは？」（レベル1）といった実数同士を比べる発話が出ても、「比較って何？」という根本的な問い直しをすることで、有意義な操作（レベル2）に至っていた。中でも3ペアは正解到達後に「乗れない（人数）でやっても同じ結果になるのかな？」と疑問を創り出して割合を求め、分数の意味理解を一層深めていた。

これに対して、規範解未到達グループで二つまたは一つのレベルのみに言及したペア（表6・表9参照）で顕著だったのは、不適切な数値を式へ当てはめて安易に計算を行う対話だった。例えば、平行四辺形問題では、底辺に「斜辺」を掛ける計算、あた

問題では、求めるべきは一あた半の長さであることに触れず、妹の身長 $\frac{10}{100}$ の長さ「14cm」を求めて終わりにする解法、一輪車問題では、割る数と割られる数が逆になる計算などであった。これらは単に誤りというだけでなく、認知的な労力を割かずに関わる浅い処理の解法だと言える。

6.5.2 対話分析と認知過程分析の相補的利用

6.5.1節の分析は、規範解到達かつ全員向上グループと規範解未到達グループとで、対話の長さや互いの発言に対する批判や疑問の頻度に違いが生まれることを示唆していそうに思われる。しかし、6.3節に見た通り、グループ間で多くの特徴に有意差がなかった。こうした結果がなぜ生まれるのかについて、対話分析の結果がほぼ等質となる規範解到達かつ全員向上グループと規範解未到達グループの各1ペアの対話を比較することで検討する。いずれもあた問題を解いたペアだが、ペアXは三つのレベルを往還し、メンバーの児童X1・X2とも対話後に一人で正答したが、ペアYはレベル2のみに言及し、児童Y1・Y2ともペアでも一人でも誤答した。

対話はいずれのペアも7行からなる。対話分析上、話者は毎回交代しており（特徴D）、特徴A～Cが各二回以上、各児童から表出されており、両ペアは類似している。しかし、認知過程分析では、ペアXは、X2がレベル3の観点で「1.5cmだから選択肢3ということではなく、選択肢4」という趣旨の発言をし、X1が「選択肢4では長すぎる」というレベル1の視点での発言で対抗した。この双方の異なる視点が疑問や批判等の対話の特徴に表れたと言える。

これに対しペアYは、どのような考え方で箸の長さを求めるのかを議論せず突然4行目で計算を始めた。その後のY1とY2の間で交わされる疑問や批判は計算結果に集中しており、なぜ掛け算をするのかといった立式の根拠自体は疑問視されていない。また、得られた答え「140」を自分たちが使う箸の長さとして照らし合わせる様子も見られず、言わば計算式がレベル3や1に拡張して重層的に吟味されることなしに計算式としてのみ扱われている。

一例でしかないが、このペアの対比に見るように、認知過程分析と対話分析を併せて活用することで初めて「何を」「どう」話し合っていたかが見えてくる。逆に、認知過程分析では対話内容の質的な

表 11 規範解到達かつ全員向上グループのペア X の対話 (一部)

発話行	話者	発話	レベル	特徴 A (主張)	特徴 B (疑問)	特徴 C (批判)	特徴 D (話者交代)
(あた問題 (2) 一あた半の長さを 4 つの選択肢の中から選んでいる)							
1	児童 X1	これ 3 って書いた (選択肢 3 を指す)		1			
2	児童 X2	3 って書いたの…?			1		1
3	児童 X1	(頷く)					1
4	児童 X2	(選択肢 3 を指して) ここ 1.5 センチじゃんか	3			1	1
5	児童 X1	(3 秒沈黙) こっち? (選択肢 4 を指す)		1	1		1
6	児童 X2	うん, (選択肢) 4		1			1
7	児童 X1	(選択肢 4 を指して) 長過ぎない? でもこれ	1		1	1	1

表 12 規範解未到達グループのペア Y の対話 (一部)

発話行	話者	発話	レベル	特徴 A (主張)	特徴 B (疑問)	特徴 C (批判)	特徴 D (話者交代)
(あた問題 (3) 妹の使いやすい箸の長さを求めようとしている)							
1	児童 Y1	答えは?			1		
2	児童 Y2	ええーわからない			1		1
3	児童 Y1	適当でもいいから一回書いてみようよ					1
4	児童 Y2	140 × 10 は 140…140	2	1			1
5	児童 Y1	140 × 10 が 140? ほんと? 違うよ	2		1	1	1
6	児童 Y2	140 で合ってると思うけど	2			1	1
7	児童 Y1	まあいいや, 書いておけばいい. 140 (140 × 10 = 140 と解答用紙に書く)	2	1			1

違いが見えるペアが、対話分析で等質に見えてしまうという事実こそが、「話し方 (話型)」の指導の危うさを浮き彫りにするとも言える。

7. 考察と今後の展望

7.1 まとめ

本研究では、他者との対話を通じて理解を深化させることができる能力を協調的問題解決能力と捉え、その能力の発現の有無を評価する手法を提案した。

手法は、話し合い前後での問題解決結果というパフォーマンスデータと問題解決中の対話というプロセスデータを収集する調査方法と、パフォーマンスとプロセス両面について理解深化の観点から検討する分析手法とを組み合わせた。

分析の結果、多くの児童でパフォーマンスの質が向上する傾向が見られた (5 節)。また、一人のときから二人のときへのパフォーマンス向上の差分に応じてペアを三種類に分類しプロセスについて比較したところ、対話を通じて、問題として与えられた数値や自分たちで立てた式を日常経験と関連付けて捉え直し、求めるべきことの意味を明ら

かにしながら自分たちなりの理解を作っていくプロセスがパフォーマンスの向上につながるという示唆が得られた (6 節)。

3.3 節のモデルに照らせば、問題文に示された図表や自分たちの身体といったレベル 1 の知識をベースとして、その知識をレベル 3 の数学的・抽象的な知識と結び付けながら、レベル 2 の数式を構築するという三つのレベルを往還する建設的相互作用に従事することで、「意味をわかって数式を使う」というレベル 2 の知識が構成されたということになる。

7.2 レベル往還で構成される知識

本研究で焦点となった「レベルを往還することで構成される知識」とはいかなるものであり、そこから学校教育にどのような示唆が得られるだろうか。

諏訪・藤井 (2015) は「学ぶこと」について、「学ぶものごとを自分自身のからだで捉え、自分の生活の文脈における意味を見出し、構成のループを繰り返して、自分なりの問いとその答えを練ったり紡いだりして、自分のために自分ならではの知をつくりあげていく」(諏訪・藤井, 2015, p.200) と説明して

いる。この説明を 3.3 節のモデルと照らし合わせると、「学ぶものごと」はレベル 3、「自分自身のからだで捉え」るのはレベル 1、「構成のループを繰り返して、自分なりの問いとその答えを練ったり紡いだりして」はレベル 1 と 3 の往還、「自分のために自分ならではの知をつくりあげていく」のはレベル 2 と整理できる。

全国学力・学習状況調査問題を用いて、子供たちに解けなかった問題についても話し合ってもらうことによって、新井(2016)が推察するように、子供が確かに問題文を「一人では」読めていない場合もあることが見えてきた。それはつまり、算数の文脈で問題文を読もうとして、「生活の文脈」で考えれば当たり前前のこと(例えばあた問題小問(2)の選択肢 1 は箸の長さとして考えれば明らかに短すぎるなど)すら気づかないということである。それが「二人で」話し合ううちに、自分たちの身体や直接経験、目の図表に立ち戻り、互いに問いと答えを投げ掛け合う対話を通して、算数と生活の文脈を紡ぎ合わせていくことが窺えた。この「意味を回復していく過程」が、三つのレベルの往還として示されたと言える。そこで構成される知識は、算数と生活の両方の文脈に関連づいた保持可能で発展性のある知識であり、だからこそ一人に戻った後も定着していたり、次の疑問を生んだりする基盤となったと考えられる。

これが算数の教科特性に拠るのかは今後の検討事項だが、少なくとも算数教育についてだけでも、問題文を自分たちの身体や生活に照らして読解することや、解の妥当性を現実世界に照らしてチェックすること、その過程を他者との対話の中で疑問や仮説を応酬しながら行うこと、その対話を教員が聞き取って理解の深化過程をモニタリングすることなどの重要性が浮かび上がる。

7.3 評価手法に関する示唆

本稿で提案した評価手法では、問題解決やそれに伴う方略変化、理解深化といった認知面を軸として、パフォーマンスで変化を捉え、プロセスでその変化を説明し、以て協調の効果を同定した。プロセスの分析では、対話分析と認知過程分析の二つを相補的に用いた。

対話分析において「よい対話」パターンとして挙げられた特徴は、答えを性急に決めつける特徴を除いて、パフォーマンスとの相関が低かった。元々、「よ

い対話」パタンの研究が参加者間の対話の「形」を対象としており、参加者個々人の理解深化まで射程に収めていなかったため、特徴的な発話の出現数を検討するだけでは学習者の理解変化を捉える上で限界があるのだろう。

だからこそ、パフォーマンスの分析と認知過程分析とを合わせて行うことによって、例えば 6.5.2 節のように「主張」やそれに対する「疑問」「批判」を役割交代しながら行うという対話の特徴を持っていても、プロセスの質に違いがあり、それがパフォーマンスに繋がっているというメカニズムが見えてくる。つまり、対話分析と認知過程分析の両方を相補的に用いることで、対話分析の結果がなぜそのようになるのかを検討する手掛かりを得られると言える。それではパフォーマンスと認知過程分析だけで十分ではないかという考え方もできるが、対話分析は、将来的にビッグデータを基にした AI による談話認識等に活用しやすく、それを分析の水先案内人として使うことによって分析労力を最も重要な意味的・認知的分析に振り分けやすくする利点がある。実際、本研究のペアでも、6 節の肯定的な対話の特徴を全て示し、否定的な特徴を示さなかった 34 ペアのうち、三つのレベルを往還したペアが 21 ペアあり、逆に三つのレベルを往還した 25 ペアのうち、よい対話の特徴を満たさなかったペアは 4 ペアしかなかった。つまり、対話分析はラフなカテゴリとして質の高いペアを含み得るということである。

パフォーマンスと対話、認知過程を合わせた分析のトライアングレーションは、対話の特徴分析のみの場合よりも教育の質向上につながりやすい可能性を持つ。本研究で建設的な数学的コミュニケーションに従事できなかったペアには、算数の成績のよしあしを気にするペアや不理解感を率直に表明できないペアが見受けられた(6.4 節)。だからといって子供に「優劣を気にするな」「『わからない』や『え?』と言おう」等と対話の形を変えることを迫る教育は、不自然で奇妙なものになる。これに対し、理解に踏み込んだ評価手法の組み合わせは、挑戦的な問題に「わからないな」「こんな解き方はどう?」「え、それはないよ」などと言い合いながら取り組むことを子供たちに促し、その中で自然に協調的問題解決能力を引き出すような学習環境デザインの工夫を推奨することになるためである。

7.4 「協調的問題解決能力」とは何か

本研究では多くの児童が一人より二人で、二回同じ問題を解く効果も手伝ってパフォーマンスを向上させた(5.2節)。しかし、その向上の仕方によって違いがあること(5.3節)、具体的には、対話の中で問題や式の意味、答えの理由まで話し合っただけで正解や次の疑問に到達するペアと、意味や理由の吟味を飛ばし、問題の見た目や数で判断したり数や式を適当に入れて計算したりして解決にも定着にも成功し難いペアとがあることを確認した(6節)。この両者の違いは、「算数の学力」であって「協調的問題解決能力」ではないようにも見える。しかし、両者を二分せず、「算数における協調的問題解決能力」と考えてみれば、二人で「なぜ」や「そもそもどう解けばよいか」などを話し合えることが算数における協調的問題解決を建設的にする能力だと考えることもできる。実際、本研究の手法で国語問題の調査もしているが、本稿と同じ調査対象児が算数から国語に教科が変わっただけで実に生き生きと協調していることもあった。それゆえ、「協調的問題解決能力」と言ったときに「何の」協調的問題解決能力なのかを常に意識することが重要だと言える。

ここから先に、「協調的問題解決能力」と取って呼称すべきかについて二つの戦略が考えられる。一つは人が生得的・潜在的に持つ能力のみをそう呼び、それが教科など特定の領域で発揮され、その人の問題の解き方や学び方、働き方を支えるに至ったものは「認識論(epistemology)」や「思考習慣(thinking practice)」(Greeno & Goldman, 1998)などと呼び分けるという方針である。もう一つは、上記の両方ともを協調的問題解決能力と呼び、その汎用的な能力が領域固有の学習経験を積みながら質を上げていくと見る方針である。

著者らは、次の二つの理由で後者の方針を取りたいと考える。

一つは、教科や領域を超える人の傾向性(disposition)を捉えたいという理由である。確かに「能力」という語は、個人がある状況で見せたふるまいをもとに、それがあらゆる状況で再現できるものとして個人にふるまいの原因を帰属し実体化させる恐れがある。しかし、ある種の傾向性を個人に帰属させることで教育を構想しやすくなる利点があれば戦略的に試みる価値はある(白水, 2015)。例えば、本稿では数学などの抽象的な知識を暗記ではなく理

解するには、自分たちの腑に落ちる表現を見つけるための対話に持続的に従事できることが有効だと示唆された。その示唆に基づけば、協調的問題解決能力とは、自分がわからないことを率直に「わからない」と他者に伝えながら、自分の納得のいくわかり方を追い求めることができる傾向性だということになる。この定義は、あまりにも単純に見えるかもしれないが、これができる学習者なら、解決が困難な問題に直面したときに、自ら仲間を探して協調問題解決場面を作り、対話によってより良い考えを見出していくことも期待できる(Bereiter, 2002)。こうした傾向が教科や領域を超えて生まれてくるかという研究は、「協調的問題解決能力」という総称で対象を指していた方が取り組みやすい。

また、これはもう一つの理由、すなわち協調的問題解決能力の教育可能性の検討という理由ともつながる。子供が協調的問題解決能力を潜在的に持っており、適切な協調学習環境デザインがその能力を解発するとしても、その先に能力の解発経験の蓄積が協調的問題解決能力の自覚化やより効果的な活用を可能にするかは知見が集まっていない。益川ら(2016)は、本稿の調査対象校の中から、児童の協調的問題解決能力を信じてそれを引き出そうとする教育を行っている学校を二校選び出し、4年間にわたる児童の継続調査を施して効果を確かめている。こうした成長を協調的問題解決能力の成長と見ることによって、教育方針の異なる学校間での横断的・縦断的なデータを集め、それらの比較などを通じて、能力をより効果的に育成するための方法を検討することも考えられる。

協調的問題解決能力の呼称や定義、評価は、こうした将来的な狙いや目的と一体で考えていく必要がある。

7.5 今後の課題

本研究の課題は、分析結果や知見から教育の示唆を研究者が引き出したにとどまっておらず、それらを教員に戻して、日々の授業の質向上につながるかを検討できていない点である。例えば、本論文の対話データを研修の題材として活用し、子供の内容理解やその不足を子供自らが対話でどう補うかというプロセスを分析できれば、アクティブ・ラーニングなどの授業デザインも、より子供の協調的問題解決能力を用いさせるものにも変わる可能性がある。さら

に、対話を子供たち自身に読ませるといった支援も考えられる。それによって子供が自らの協調の仕方を自覚できるかは大きな検討課題である。

本研究のデータについては個人単位の理解深化の分析をさらに深める必要があるほか、理解深化に対する役割交代の影響の分析、及びペアリングの影響を検討する必要がある。

また、こうした学校間の横断調査が調査時点までの教育効果やそれ以後の学習態度等の評価方法としてどれだけ有効かつ妥当か、継続的な授業や学習環境デザイン改善に有効かも重要な課題である。さらに、技術的にもペアのパフォーマンスを個人にどう帰責するか、調査は大規模に実行可能か、ICTで支援できるかなども検討課題として考えられる。

謝 辞

本研究は第二筆者に対する科研費補助金 課題番号 17H06107 (基盤研究 S)、26242014 (基盤研究 A) の助成を受けた。本調査に対して協力を賜った小学校の関係者の皆様及び、本論文に対して貴重なご意見をくださった査読者の皆様に心より感謝申し上げます。

文 献

新井 紀子 (2016). 人工知能 (AI) 時代の学校の役割. 『教職研修』, 7月号, 3-7.

Barnes, D. (1976). *From communication to curriculum*. England: Penguin.

Barnes, D. (2008). Exploratory talk for learning. In N. Mercer & S. Hodgkinson (Eds.), *Exploring talk in school*, 1-15. London: Sage Publications.

Bereiter, C. (2002). *Education and mind in the knowledge age*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Berkowitz, M. W., & Gibbs, J. C. (1983). Measuring the developmental features of moral discussion. *Merrill-Palmer Quarterly*, **29**, 399-410.

Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.) (2000). *How people learn: Brain, mind, experience and school*. Washington D.C.: National Academy Press.

Clark, H. H., & Brennan, S. E. (1991). Grounding in communication. In L. B. Resnick, J. M. Levine, & S. D. Teasley (Eds.), *Perspectives on Socially Shared Cognition*, 127-149. American Psychological Association.

Dyke, G., Howley, I. K., Kumar, R., & Rose, C. P. (2013). Towards academically productive talk supported by conversational agents. In D. Suthers, K. Lund, C. Rose, C. Teplov, & N. Law (Eds.), *Productive multivocality in the analysis of group interactions*. New York: Springer.

Garfinkel, H. (1967). *Studies in ethnomethodology*. New Jersey: Prentice-hall.

Goodwin, C. (1981). *Conversational organization: Interaction between speakers and hearers*. New York: Academic Press.

Greeno, J. G., & Goldman, S. V. (Eds.) (1998). *Thinking practices in mathematics and science learning*. New Jersey: Routledge.

Griffin, P., & Care, E. (Eds.) (2015). *Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach*. New York: Springer.

林 勇吾・三輪 和久・森田 純哉 (2007). 異なる視点に基づく協同問題解決に関する実験的検討. 『認知科学』, **14** (4), 604-619.

比留間 太白 (2006). 小学校低学年用 Thinking Together Programme の開発と実践. 『人間活動理論研究センターテクニカルレポート』, 3号, 1-39.

Hmelo-Silver, C. E., Chinn, C. A., Chan, C.K.K., & O'donnell, A. (Eds.) (2013). *The international handbook of collaborative learning*. New York: Routledge.

国立教育政策研究所 (2007). 平成 19 年度全国学力・学習状況調査の調査問題・正答例・解説資料について. 国立教育政策研究所. (<http://www.nier.go.jp/tyousa/tyousa.htm>)

国立教育政策研究所 (2012). 平成 24 年度全国学力・学習状況調査の調査問題・正答例・解説資料について. 国立教育政策研究所. (<http://www.nier.go.jp/tyousa/12tyousa.htm>)

国立教育政策研究所 (2014). 平成 26 年度全国学力・学習状況調査の調査問題・正答例・解説資料について. 国立教育政策研究所. (<http://www.nier.go.jp/tyousa/14tyousa.htm>)

益川 弘如・河崎 美保・白水 始 (2016). 建設的相互作用経験の蓄積が協調的問題解決能力の育成につながるか—縦断的な発話データを用いた能力発揮場面の分析—. 『認知科学』, **23** (3), 237-254.

Mercer, N. (1995). *The guided construction of knowledge: Talk amongst teachers and learners*. England: Multilingual Matters.

Mercer, N., & Littleton, K. (2007). *Dialogue and the development of children's thinking: A so-*

- ciocultural approach*. Abingdon, UK: Routledge.
- Mercer, N. (2008). Three kinds of talk. *Thinking Together Resources, University of Cambridge*. (https://thinkingtogether.educ.cam.ac.uk/resources/5_examples_of_talk_in_groups.pdf)
- Miyake, N. (1986). Constructive interaction and the iterative process of understanding. *Cognitive Science*, **10**(2), 151–177.
- 三宅 なほみ (2000). 建設的相互作用を引き起こすために. 植田 一博・岡田 猛 (編著) 『共同の知を探る』, 40–45. 東京: 共立出版.
- 三宅 なほみ (2015). 三宅なほみ 最後の論文. 『認知科学』, **22**(4), 542–544.
- 三宅 芳雄・三宅 なほみ (2014). 実践の科学としての教育心理学. 三宅 芳雄・三宅 なほみ (編) 『教育心理学概論』, 11–23. 東京: 放送大学教育振興会.
- 西阪 仰 (1997). 『相互行為分析という視点 認識と文化 (13)』. 東京: 金子書房.
- OECD (2013). *PISA 2015 collaborative problem solving framework*. OECD Publishing.
- Roschelle, J. (1992). Learning by collaborating: Convergent conceptual change. *The Journal of the Learning Sciences*, **2**(3), 235–276.
- Sacks, H., Schegloff, E. A., & Jefferson, G. (1974). A simplest systematics for the organization of turn taking for conversation. *Language*, **50**(4), 696–735.
- Sawyer, K. R. (Ed.) (2014). *The Cambridge handbook of the learning sciences 2nd edition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Scardamalia, M., Bransford, J. D., Kozma, R., & Quellmalz, E. (2012). New assessments and environments for knowledge building. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills*, 231–300. Dordrecht: Springer.
- Senge, P. (2004). Foreword. In A. Kahane, *Solving tough problems: An open way of talking, listening, and creating new realities*. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers.
- 白水 始 (2015). フロントライン教育研究 B 問題を 2 人で解いたら? : 算数科における効果的なペア学習へのヒント. 『初等教育資料』, **926**, 86–89.
- Shirouzu, H., Miyake, N., & Masukawa, H. (2002). Cognitively active externalization for situated reflection. *Cognitive Science*, **26**(4), 469–501.
- 白水 始・三宅 なほみ・益川 弘如 (2014). 学習科学の新展開: 学びの科学を実践学へ. 『認知科学』, **21**(2), 254–267.
- 諏訪 正樹・藤井 晴行 (2015). 『知のデザイン—自分ごととして考えよう』. 東京: 近代科学社.
- 高垣 マユミ・中島 朋紀 (2004). 理科授業の協同学習における発話事例の解釈的分析. 『教育心理学研究』, **52**, 472–484.
- Wegerif, R., Mercer, N., & Dawes, L. (1999). From social interaction to individual reasoning: an empirical investigation of a possible socio-cultural model of cognitive development. *Learning and Instruction*, **9**(5), 493–516.
- Weinberger, A., & Fischer, F. (2006). A framework to analyze argumentative knowledge construction in computer-supported collaborative learning. *Computers & Education*, **46**(1), 71–95.

(Received 19 Jan. 2016)

(Accepted 24 June 2017)



遠山 紗矢香 (正会員)

2014 年中京大学博士 (認知科学). 現在, 静岡大学情報学部特任助教 (地域連携推進室) / 学術研究員 (認知的インタラクシオンデザイン学). 主に小学生及び大学生を対象に, 一人ひとりが学びの

中心となる協調学習場面の設計を試みながら, そこでの学びを評価する方法を検討している. 現在は小学生向けプログラミング教育や海外プログラミング教育調査プロジェクト等をフィールドに本稿の知見を展開中.



白水 始 (正会員)

2004 年中京大学博士 (認知科学). 現在, 東京大学高大接続研究開発センターの CoREF ユニットにて, 小中高の授業を学習者中心の対話型授業へと作り変える支援研究を継承しつつ, そこで磨か

れた子どもたちの知力を公正に評価できる手法を模索している. これは PISA2015 の協調問題解決能力調査に対する異議申立てとしてより, そのオルタナティブを発信して調査で捉えられる限界を超えた子どもたちの知力を可視化することを狙ったものである. 読者の皆様にも本論文の枠組みをぜひ使ってケースを増やし共有興味させていただきたい.