優秀論文賞を受賞して

算数の協同的問題解決場面において児童の深い概念理解を促す 効果的な相互作用プロセスの検討

『教育心理学研究』第67巻第1号

住 田 裕 子
(広島大学大学院)

森 敏 昭
(岡山理科大学)

この度は、優秀論文賞という荣誉ある賞を賜り、大変光栄に存じております。調査・分析にご協力いただいた全ての方々、そして丁寧かつ確なご助言をくださいました査読者の先生方、選考に関わられた先生方に、厚く御礼申し上げます。

本研究の背景

学習とはヒトとモノとコトの相互作用の中で成立する社会的事象であり、主体的に知識を習得し、それを他者と共有し協調して創造へとつなげる知識創造の営みであるというのが学習科学の学習観です (Sawyer, 2014)。学習科学は社会的構成主義に立脚しており、学習者が自分自身の知識構築に主体的かつ協調的に取り組むことで深い理解を伴う学習が成立すると考えます。そして、学習者が自分で構築している知識を外化し明確化することによって、より効果的な学習がなされることを明らかにしてきました。折しも平成29年7月に告示された新学習指導要領において「主体的・対話的で深い学びを実現する」との方針が示されたことは周知の通りです。しかしながら、これまで学校教育において主体的で対話的な学習活動が全く実践されてこなかったわけではありません。第一著者は現場に立つ小学校教員ですが、小学校の授業には、例えばペア学習やグループ学習、クラス全体での協同学習など、他者と協働・協調する相互作用の機会が多くあることを認識しています。しかし、そうした協同的学習を通じて、必ずしもすべての児童が学びを深めているとは限らないことも実感しています。そのため、今、改めて協同的な学びの質が問われているのだと思われます。

従来の協同学習に関する研究では、話し合いによる

他者との相互作用は個々人の思考を深める効果があることが示唆されています。このため、日本の算数科教育では協同的な問題解決を行う機会が多く設けられます。ところが、算数科授業においてクラス全体で多様な考えを交流する場を設けた場合、他者の考えを解釈したり、自他の考えを関連づけたり、自らの考えを精緻化し新たな考えを創出したりする児童がいる一方で、同じ交流に参加し活発に発言していても、同一の解釈を得ることができない児童も出現します。このことは、他者への説明活動や対話などの相互作用を通して必ずしも個々の学習者の概念理解が深まるわけではないことを示します。他者との相互作用において個々人の概念理解が促進される場合があるのは明らかですが、協同的問題解決過程に相互作用があればそれでよいというものではないようです。では、どのような相互作用が概念理解を深めるのでしょうか。そして、概念理解を深める相互作用プロセスはいかにして生成されるのでしょうか。それを明らかにする必要があると考えました。そのためには、個々人の相互作用プロセスへの言葉による関わりの様相を明らかにすること、つまり相互作用プロセス中の発話の詳細な分析が必要でした。

算数の概念が話し合いの過程で他者の言葉を自分の既有知識と関連づけて構築されるのであれば、相互作用プロセスにおける発話はそのための重要な役割を担います。算数の問題解決における話し合いでは児童には不明な点や方略の検証をその都度に粘り強く続けていく姿勢が求められますが、粘り強く対話を続けていくためには何が必要でしょうか。算数科の話し合いによる問題解決場面では、発話の指示対象は、図の一部や数量、解決方略であることが多いのですが、それ

らは心内で操作され、必ずしも可視化されるとは限りません。しかも、対話場面では話し手が交替するのが通例であり、発話の指示対象も文脈に沿って複雑に絡み合い入れ替わります。それゆえ、対話を成立させ粘り強く続けていくためには、他者の発話の指示対象を特定する必要があります。指示対象に対する注意を他者と共有して他者の発話の意図を推測する共同注意（Tomasello, 2001）が重要な役割を果たすのではないかと考えました。そこで本研究では、共同注意の概念を援用しています。そして、ペア学習中の相互作用における発話から、共同注意が算数の概念理解を深めるのにどのような役割を果たすのかについて分析しました。

また、概念理解の深まりを検討するには、思考力の質的評価が不可欠ですが、それは、プロセス中の発話分析だけでは明確に示すことができません。そこで、本研究では、思考の質的評価法としてルール評価アプローチに着目しました（Siegler, 1986）。ルール評価アプローチは、学習者はあるルールに基づいて課題を解決しているという考えに基づいています。学習者は段階的に高次化していく複数の課題を解きます。その際に学習者は自分なりのルールを用いて課題を解決するので正答や誤答が生まれます。そのため、正答と誤答のパターンを分析することで学習者が用いているルールを推測することができるのです。このルール評価を援用すれば、児童が用いている問題解決方略を査定でき、どのようなレベルの概念理解をしているかを評価できます。本研究では、個々の児童の概念理解の質的変容が相互作用プロセスのどの段階で生起し、個々の児童にどのように取り込まれていくのかをルール評価に基づいてアセスメントしています。幸い、本研究では数校の小学校の協力を得て、実験室ではない実際の授業における相互作用プロセスとその前後のプレ・ポストテストについてのデータを採取することができました。

本研究の概要

目的

本研究は、小学校の算数科授業の問題解決場面において、児童の数学的概念理解を促す効果的な相互作用プロセスにおける個々の発話の質を共同注意の観点から検討することを目的としました。

研究の方法

対象児 広島県内の小学校（4校）児童4,5年生（4年生児童51名、5年生児童58名）計109名を対象としました。ルール評価アプローチにおける段階設定が可能な課題として本研究では速度の課題を取り上げました。小学

4年生で倍数関係の認識が、小学5年生で単位あたりの認識がみられ始める（藤村, 1990）ことから、未習の課題であっても既有知識や日常の経験から問題解決方略を導き出すことが期待されたからです。調査時、5年生は「単位量あたり」については既習でしたが、「割合」「比例」「速さ」については、未習でした。4年生はいずれも未習でした。

本時課題 本時課題には、パフォーマンス課題（松下他, 2004）を使用しました。この課題は「3 km を1時間で歩くゆう子」と、「5 km を1時間30分で歩くあきお」の速さを比較する問題で、複数の解法がとれる課題であるため児童個々の思考プロセスを使用方略に基づいて追うことができます。速さ概念について未習の児童が日常の経験や既習から得た解決方略をいかに変化させるか、概念理解の質的変化プロセスを追うのに適当であると判断しました。

プレ・ポストテスト課題 プレ・ポストテスト課題には、本時課題と同じく内包量を扱った比較課題をルール評価アプローチにおけるルールの高次化を援用し、調査者が作成し使用しました。そのルールとは、「ルールⅠ—優位次元のみで判断する。ルールⅡ—優位次元が等しいときは、下位次元で判断する。ルールⅢ—優位次元も下位次元も考慮するが、葛藤が起こる場合は葛藤を解決するような一貫した公式をもたない。ルールⅣ—葛藤を解消する適切な公式を用いて判断する」というものです。本研究では、藤村（1990）の作成した方略と段階の規定も参考にして課題と評価基準を作成しました。例えば「A店の2段で400円のアイスクリームと、B店の4段で700円のアイスクリームでは、どちらを買うのが得でしょうか」と問い、「A店」「B店」「どちらも同じ」「わからない」から1つを選んで丸をつけ、そう考えた理由を言葉や式などで書く課題です。そして、徐々にルールが高次化していくように小問①—⑤を設定しました。

手続き 上記課題を用いて、プレテスト（個別）→本時課題の導入→問題把握→自力解決→ペア解決→ポストテスト（個別）のデザインで実施しました。プレテスト・ポストテストは約15分間ずつ、プレテスト・ポストテストを除く授業部分は約50分間（うち、ペア解決場面は約20分間）の配分でした。ペアリングはペア学習が進められないほど寡黙な児童同士をさけるよう児童の関係性についての担任教師の助言を勘案した上で、プレテストで用いた方略やレベルが同じ者同士や異なる者同士など、できるだけ組み合わせが多様多様に成立するよう意図してその場で決定しました。学級の数

等の事情によりペアが組めず、3人組になったグループもありましたが、本研究においては相互作用プロセスにおける共同注意を自分と他者と対象物との三項関係でとらえ記述することを主目的とするためこれらも含めてペアと称し取り扱っています。約20分のペア解決場面について、全ての発話はボイスレコーダーで録音し、ペアごとに音声記録を採取しました。音声記録の不具合により1ペアを除き、50ペアの記録が採取でき、記録はその後全て文字化しました。プレテスト・ポストテスト課題は2種類用意し、カウンターバランスをとるため、半数ずつ交換して実施しました。

主な結果

ペアで協同的問題解決を行う際の相互作用プロセスにおける発話の特徴から、自分のすでに持っている知識の枠組みに基づいた発話を「自己中心的発話」、他者が持つ知識の枠組みを理解しようとする発話を「他者視点言及発話」、他者からの刺激を受けて自己の既存の知識の枠組みが変容したことを示す発話を「調節的発話」とする3カテゴリーを設け分析した結果、相互作用プロセスの最初から最後まで自己中心的発話に終始する自己中心性タイプ、自己中心的発話と他者視点言及発話の両方、もしくは他者視点言及発話ばかりを発する他者視点取得タイプ、自己中心的発話や他者視点言及の発話に加え調節的発話を発現させる協調タイプの3タイプに分類できました。自己中心性タイプは全体の36%、他者視点取得タイプは39%、協調タイプは25%でした。プレ・ポストで実施された内包量の比較問題に対する得点にタイプ差があるかを検討するため、学年（4年生、5年生）および発話タイプ（自己中心性、他者視点取得、協調）を被験者間要因、課題の時期（プレ、ポスト）を被験者内要因とする3要因混合計画の分散分析を行った結果、発話タイプと課題の時期の交互作用が有意でした（Figure 1）。下位検定の結果、他者視点取得タイプ、協調タイプにおける課題の時期の単純主効果が有意でした。一方、自己中心性タイプにおける課題の時期の単純主効果は有意ではありませんでした。また、学年の主効果は有意でしたが、学年×発話タイプおよび学年×課題の時期の交互作用は有意ではありませんでした。このことは発話タイプおよび課題の時期の効果には学年差がないことを意味します。そこで、学年の要因をプールして得点上昇率について3タイプ間で比較したところ、自己中心性タイプと他者視点取得タイプ間、他者視点取得タイプと協調タイプ間には有意差が見られず、自己中心性タイプと協調タイプ間には有意差が見られました。この結果は、発話タイプ

Figure 1

発話タイプ別にみたプレテスト・ポストテスト得点平均

によって使用方略の変容の生起に有意な差があり、自己中心性タイプの児童に比べ協調タイプの児童の得点上昇率が高いことを示しています。これらの分析から、ペア学習における相互作用プロセス中の発話には質的な違いがあることが示され、調節的発話を行う協調的相互作用プロセスを経ると使用方略を適応的に変容させることができ概念理解が深まりやすいという結論を得ることができました。ただし、ペア学習の一員として協調的相互作用プロセスを経たとしても、その児童自身に他者視点言及発話や調節的発話がなければ概念理解を深める手段にはならないことも示唆されました。つまり、協調的な相互作用を起こせるかどうかはペアとの協働によりますが、その際、他者との相互作用で得た考えを自分のものとするには、自身の言葉による外化が必要です。以上の結果から、相互作用プロセスにはタイプによって学びの質の深まり具合に差がある、つまり協同的な学びには、よい学びとそうでない学びがあることが明らかになったと言えます。

ところで、発話記録を詳細に分析すると調節的発話が生起するペアの発話の中には、注意の対象が目に前に可視化されていなくてもまるで両者が同じ思考空間を見て言動しているかのように相手の考えを心得た発話が多数見られました。一方が途中まで言いかけたつぶやきを他方が引き取って補完するような発話です。「児童はいかにして自他の思考空間に思い描くものを相手と共有しているのだろうか」ということが課題となりました。そこで、児童が思考する場面において注目する場所やものや表象などの対象物を注意する時、児童が自他の注意を他者と共有する過程を発話と発話の連鎖によって調べるため、相互作用プロセス中の発話を発話者が交代する分節単位で取り出し、個々の言語反応を再分析しました。分析は、共同注意の視点を用い、言語反応を自分の向けた注意に相手の注意を向け

させようとする「誘導的共同注意」と、相手の注意に自分の注意を向けて追跡しようとする「追跡的共同注意」、そして追跡しようとするが追跡できない「未追跡的共同注意」の3つに整理しました。全体の発話におけるそれぞれのカテゴリーの発話の割合は、誘導的共同注意・未追跡的共同注意・追跡的共同注意の順に50.4%、26.2%、23.4%でした。タイプ別では自己中心性タイプ群では順に65.1%、23.6%、11.2%、他者視点取得タイプ群では順に38.9%、34.8%、26.3%、協調タイプ群では順に53.7%、17.4%、28.9%でした。その上で誘導的共同注意・未追跡的共同注意・追跡的共同注意について、一つのカテゴリーから次のカテゴリーに移行した確率、すなわち各発話間の推移確率を求めました。すると、自己中心性タイプの児童は、自分の注意へ他者を誘導する誘導的な相互作用が多く、他者視点取得タイプや協調タイプでは他者の注意を追跡する追跡的な相互作用が多いことが明らかとなりました。また、協調タイプの児童は、他者の誘導的发話を追跡し、さらに他者の行った追跡的发話をも追跡する追跡的发話へ推移する傾向が高いことが示されました。これは、協調タイプの児童が一つの視点を他者と共有しようとし、その視点について掘り下げていく粘り強い対話（追跡サイクル）を行うことを示します。追跡的发話を繰り返した結果として、他者の視点を自分のものにしていくことは十分推察できるでしょう。このことから、協同的なよい学びを生起させるには、他者の視点を追跡する共同注意形成が重要であると考えました。他者の誘導する視点を追跡せず自分の視点ばかりに誘導するような児童は他者の考えを自分のものとして用いることができません。また、協働する一方が他者の誘導する視点を追跡したとしても、誘導-追跡の繰り返される相互作用プロセスでは「教える-教えられる」の関係が成立してしまう傾向にありました。一見他者の方略を自分のものにしたかに見えるこのプロセスもやはり表層的な模倣に過ぎず、他者の方略を適切に用いて概念理解を深めるまでには至らなかったことが、プレ・ポストテストの方略比較から分かりました。これらに対し、追跡をさらに深く追跡するよう、追跡的发話が繰り返される追跡サイクルが生起した場合は、相互作用プロセス中に発話された方略がポストテストでも使用され概念理解を深めたことが示されました。児童は最初に視点が他者と一致しなくても、粘り強く追跡的发話を繰り返すうちに視点を共有し意図を共有して協働し始めました。注目する視点の共有が他者の意図を理解することにつながり、やがて意図の

共有となって協働が始まるのであり、相手の注目する視点を大事にして追跡的发話を重ねる傾聴追視のスタンスが協同的な学びを生み出すのだと考えられます。

今後の課題と展望

本研究には、プレ・ポスト課題におけるルールを判断する手続きやペア学習におけるペアが使用した方略の判断、相互作用プロセスにおける発話タイプの特定、発話のカテゴリー分類など、たくさんの判断過程がありました。これらについて、ルール評価を用いたり複数の評価者で一致率を検討したりするなどして信頼性を高めるよう努めました。更なる信頼性の確保が課題です。

また、追跡的发話のサイクルが概念理解の質的变化を促す効果的な相互作用プロセスを導くことが見出された一方で、追跡的发話を重ねたペアがどんな条件をもったペアであるか、そのペアリングについての条件は明らかになっていません。ペア学習におけるペアリングに関する知見は学校現場でもニーズが高いため、概念理解の質的变化を促す相互作用プロセスを営むペアリングの要件をさらに研究する必要があります。

本研究において調節的发話の生起が概念理解を深め、その調節的发話と追跡的共同注意との関連が示唆されたことから、現在は協同学習において追跡的共同注意行動を介入指導し、調節的发話が生起するグループの特徴について研究を展開しています。共に対象を追跡し続けるには、相手の注意に自分の注意を合わせたり誘導を急がず待ったりする必要があるため、他者の向ける注意を追跡するという行為は、他者への関心や関わろうとする意欲と関係することが予測されます。また、誘導された新たな注意への焦点づけが大きな負担となる学習者がいることも分かってきました。追跡的共同注意行動を苦手とする児童が存在することを教師が知っておくことや、追跡的共同注意行動は児童間の対等な立場でのやりとりを生じやすいことも踏まえた上で、協同学習のペアリングを行うことが期待されます。さらに、共同注意関係の形成能力は学齢期の学習場面において発達していくと仮定すれば、学校教育における協働の学びの意義は増すでしょう。学齢期の共同注意の形成能力について、発達プロセスを含めた更なる検討が必要であると考えます。

引用文献

藤村宣之（1990）. 児童期における内包量概念の形成過程について 教育心理学研究, 38(3), 277-286.

- https://doi.org/10.5926/jjep1953.38.3_277
- 松下佳代・耳塚寛明・諸田裕子・上垣 渉・神戸佳子・鈴木京子 (2004). JELS第3集 算数・数学学力調査報告 お茶の水女子大学 21 世紀 COE プログラム「誕生から死までの人間発達科学」報告書
- Sawyer, R. K. (2014). *The Cambridge handbook of the leaning sciences* (2nd ed.). Cambridge University Press. (ソーヤー R. K. (編) 森 敏昭・秋田喜代美・大島 純・白水 始 (監訳) 望月俊男・益川弘如 (編訳) (2018). 学習科学ハンドブック 第二版 第1巻 北大路書房)
- Siegler, R. S. (1986). *Children's thinking*. Prentice-Hall. (シーグラール, R. S. 無藤 隆・日笠摩子 (訳) (1992). 子どもの思考 誠信書房)
- Tomasello, M. (2001). *The cultural origins of human cognition*. Harvard University Press. (トマセロ, M. 大堀壽夫・中澤恒子・西村義樹・本多 啓 (訳) (2006). 心とことばの起源を探る—文化と認知 勁草書房)