上越数学教育研究，第34号，上越教育大学数学教室，2019年，pp.59-70

中学校数学における生徒同士の「支援する－受ける」という場面での話し合いに関する研究
－生徒個人の理解に焦点を当てて－

渡部　陽平
上越教育大学大学院修士課程２年

１．問題の所在と研究の目的

数学の授業において、グループによる協同学習には、生徒同士が話し合うことで新しい数学的な概念や性質を獲得したり、協働的に問題解決を図ったりするというねらいがある。しかし、実際に筆者や他の教師の授業において、生徒同士の話し合いの内容を観察すると、協同学習のねらいに沿った話し合いになる前や話し合いの途中で問題解決の前提となる既習内容などについて、「分かっている生徒が分からない生徒に教える」という場面が多く含まれていた。そして、その内容がグループ内の生徒の中で理解されていないと、本来のねらいに沿った話し合いが進まないことがあった。

このような生徒同士の「支援する－受ける」という場面は、グループ学習だけに限らず、一斉授業においても自然に見られていた。

さらに、筆者は話し合いの後、支援を受けた生徒について以下のような姿が見られ、理解が深まっていないと感じることがあった。

○　改めて他者に説明する時、説明を受けた以外のことが言えない。
○　他の生徒や教師の質問に答えることができない。
○　値や条件を変えた事例や課題に対応することができない。

ここまで述べたことから、生徒同士の話し合いの中で「支援する－受ける」という場面は、普段の授業において多く自然に見られていることから、生徒にとって身近な学習の場であるととらえられる。しかし、そのような場面が支援を受けた生徒の理解に必ずしもつながっていないという問題点も含まれていることが考えられる。

本研究では、生徒同士の「支援する－受ける」という場面における話し合いを分析し、支援を受ける生徒にとって理解が促進される話し合いの手立てを検討することで、今後の授業においてそのような場面を生徒の理解を促進するために役立てたいと考えた。

２．先行研究の成果と課題

(1) 生徒同士の「支援する－受ける」という場面で期待される効果

町，中谷（2013）は、理解や思考を深める言語活動として協同学習に着目し、国内外の先行研究を整理している。協同学習の定義については、「定まった統一見解が築かれていない」という立場から、「ペアを含む小グルー

プの生徒全員が協力して共通の課題に取り組み、全員が利益を得ることを志向する学習活動」と広義にとらえ、協同学習場面における生徒の相互作用が学習効果を促進する理由について３つの視点で整理し、その中の１つとして「能力の低い者がより熟練した者の支援によって、１人では実行できなかった課題を実行でき、新しいスキルや知識が獲得される」を挙げている。

また、山路（2014）は、自力で問題を解決できない困難に直面した時に他者からの援助を受けて学習するための方略として、「help－seeking（援助要請）」という概念に着目している。この「援助要請」については、「近年の研究では、効果的に教室での学習に参加するのに役立つスキルとして定義づけられている」として、「他者との協働における積極的な情報のコミュケーションを促進する概念として、グループ学習過程の研究に根付いている」と述べている。

このように「援助要請」は、学習効果を促進するためのコミュニケーションスキルとして期待されている一方、これまで日本の算数・数学の授業においては積極的に評価されてこなかったという指摘がある。

関口（2018）は、算数・数学の協働的な問題解決の授業において、「最初に自分なりの考えが作れないと、次の『練り上げ』に参加しにくく、自分の考えが作れない子どもたちにとっては無駄な時間を過ごすことになる」と指摘し、これを解消するため「援助要請」に着目している。そして、これまで日本の算数・数学の授業では、「自分なりの考えを持つことが大切であり、人に頼ってばかりいたのでは主体性や自律性が育たない」や「試験では誰にも頼れないから、日頃から一人で解く習慣をつけなければならない」という伝統的な社会規範や数学教育観により、「他者に援助を要請することは、積極的に評価しないところがある」と述べている。

その上で、子ども同士による援助の要請および提供をすることは、問題解決に向けた話し合いで「自分の考え」を作るための知識や技能を身に付けるという点に加えて、クラスの仲間からすぐに援助が受けやすく、教師などから否定的な評価を受けるリスクも少ないという点において重要な役割が期待されていると述べている。

ここまで取り上げた先行研究から、生徒同士の「支援する－受ける」という場面は、「能力の低い者がより熟練した者の支援によって、１人では実行できなかった課題を実行でき、新しいスキルや知識が獲得される」という学習効果が期待されることが明らかになった。さらにこれらの場面は、日本の算数・数学の授業において積極的に評価されてこなかったが、「問題解決に向けた話し合いの土台となる基礎的な知識や技能、および話し合いのスキルを身に付ける」という重要な役割が期待されていることが明らかになった。

しかし、Webb, Farivar & Mastergeorge（2002）は、精緻化された支援について、支援する側は達成度にプラスの効果があるが、支援を受ける側は達成度にプラスの効果があるかは研究結果が一貫しないことを指摘しており、本研究において焦点を当てている支援を受ける生徒の理解を促進する話し合いになるためには、何らかの手立てが必要であると考えられる。

(2) 支援が精緻化される過程で見られる生徒の行動

Webb & Mastergeorge（2003）は、支援を受ける生徒の中で質の高い説明を受けて理解できる者とできない者がいることを指摘し、同じ課題に取り組んだ複数のグループにおける生徒の振る舞いの違いに着目して談話を分析している。

分析の結果から、支援を受けて理解できた（事後テストが解けた）生徒において、支援が精緻化される過程で以下の「望ましい振る舞い」があったことを明らかにしている。

○　混乱を認めて告白した上で、計算過程だけでなく、特定の値がもつ意味など具体的な説明を求める。
○　納得するまで質問を修正しつつ、支援を求め続ける。
○　説明を受ける前、受けた後それぞれにおいて、自力で問題を解いてみる。

また、山路（2014）は、Webb & Mastergeorge（2003）の研究をもとに、日本の中等教育学校前期課程の生徒を対象として、数学の課題を目的によって「解決志向課題」と「意味理解課題」に分け、普段の授業におけるグループでの談話（教室談話）から、それぞれの課題における生徒の振る舞いの違いを分析している。

分析の結果から、支援を受ける生徒の振る舞いについて、「納得するまで質問を修正しつつ、支援を求め続ける」は Webb & Mastergeorge（2003）の研究と同様の結果が得られ、それに加えて、「誤りをおそれずに自分の考えを述べること」や「受けた説明を自分の言葉で言い換えること」という振る舞いが重要な役割を果たしていることを明らかにしている。

Webb & Mastergeorge（2003）および山路（2014）の先行研究から、生徒同士の「支援する－受ける」という場面において、支援が精緻化される過程で、生徒の中にある種の振る舞いが見られることが明らかになった。このことから、生徒同士の話し合いの中で、何らかの行動（振る舞い）が見られるようになることが、支援を受ける生徒の理解を促進する手立ての１つになることが考えられる。

(3) 課題

協同学習による学習効果を促進する方略として、町，中谷（2013）は「話し合いの構造化」や「グループによる改善手続き」などを提案しているが、「話し合いにおける生徒の行動」という点から提案し、実際の学習場面において実証している研究は少ない。

また Webb & Mastergeorge（2003）や山路（2014）は、生徒同士の話し合いにおいて、支援が精緻化される過程で見られた生徒の振る舞いを分析し、それらの特徴を明らかにしている。しかし逆に、学習効果を促進する方略として、これらの振る舞いが生徒の間で意図的に共有され、話し合いの中で見られるようになった時、支援が精緻化されたという効果は示されていない。

ここまで述べた先行研究の成果と課題から、生徒同士の「支援する－受ける」という場面による学習効果を促進する方略の手がかりとして、生徒同士の話し合いの中で、何らかの行動（振る舞い）が見られる時、支援を受ける生徒の理解が促進されるのかを分析し、授業への示唆を与えることは意義があると考えられる。

３．支援を受ける生徒の理解が促進される話し合いになるための手立て

(1) 予備調査の概要

先行研究の考察から、生徒同士の「支援をする－受ける」という場面において、支援を受ける生徒の理解が促進される話し合いになるためには、どのような行動を取ればよいのかを検討するため、予備調査として実際の授業における生徒同士の話し合いを分析した。

具体的には、公立中学校第２学年の生徒を対象に、「確率」の授業を計 12 時間観察し、生徒同士の話し合いにおいて、ある生徒が他の生徒に対して「分からない」などと発話し、支援を要請した場面を抽出した。その中から、

支援を受けた生徒の「理解の促進につながった」および「理解の促進につながらなかった」と考えられる話し合いをそれぞれ分析した。

「理解の促進につながった」と考えられる話し合いでは、支援する生徒が支援を受ける生徒に対して理解状況を確認し、支援を受ける生徒も自分の分からないところなどを伝えることで、支援する生徒はそれに沿った説明をすることができた。

一方で、「理解の促進につながらなかった」と考えられる話し合いでは、支援を受ける生徒が支援する生徒に対して、個人で考えたことや分からないことを伝えても、支援する生徒が、「前の授業（問題）で学習した」などと述べたり、自分の考え（解き方）だけを説明したりして、支援を受ける生徒の分からない部分に沿った説明にならなかった。

これらの事例から、支援する生徒が支援を受ける生徒の理解状況を把握することに加えて、数学的な概念や性質など問題の背景にある既習内容について具体的に説明したり、「どうしてそのような解き方や答えになるのか」という理由を説明したりすることで、支援を受ける生徒の理解の促進につながると考えられる。

(2) 支援を受ける生徒の理解が促進される話し合いになるための行動モデル

予備調査の考察から、生徒同士の「支援する－受ける」という場面において、支援を受ける生徒の理解が促進される話し合いになるためには、支援する生徒、支援を受ける生徒それぞれが、「考えの理由や背景にある概念, 性質をお互いに尋ねたり、伝えたりする」という行動を取ることが必要なのではないかと考えられる。（このことを以降においては「行動モデル」と呼ぶことにする。）

４．調査の概要

生徒同士の「支援する－受ける」という場面において、モデルに示された行動が見られる時、支援を受ける生徒の理解が促進される話し合いになるのかを検証するために調査を行った。

(1) 調査期間、対象学年・学級、単元

平成 30 年６月～７月、公立中学校３年生・２学級、「平方根」および「２次方程式」

(2) 調査の内容

調査期間中に行われた全 19 時間の授業を観察するとともに、3 時間目の授業の後に前半調査を、19 時間目の授業の後に後半調査を実施した。

(3) 前半調査

本調査では、生徒同士の「支援する－受ける」という場面が見られうる最も少ない人数であるペア（２人１組）での話し合いに着目した。そして、対象学級の生徒の中から、調査者（筆者）と対象学級の授業を担当する教師が相談し、教室において座席が隣りまたは前後の生徒の中から、普段の授業で教師が話し合うよう指示した場面以外でも自然に話し合う姿が見られるペアを４組編成した。

これらの生徒を授業以外の時間帯（放課後）に呼び出し、既に学習した内容に関する問題を１題出題し、個人で取り組ませて解答状況を把握した。その後、それぞれのペアに対して、個人で取り組んだ時と同じ問題を提示し、「問題について、２人とも『分かった！』と思えるようになるまで、話し合ってください。後で同じような問題を解いたり、いくつかの質問に答えたりしてもらいます」という指示を出し、話し合う様子をビデオカメラで記録した。そして、ペアでの話し合い直後に、話し合った問題と類似した問題にそれぞれ個人で取り組ませるとともに、個別にインタビューを行い、その様子をビデオカメラで記録した。

(4) 授業観察

普段の授業（単元の授業）については、通常授業を担当する教師（教科担任）が行い、その様子を調査者がビデオカメラを２台使用して記録した。１台は教室後方に固定して設置し、学級全体での教師や生徒の発話および板書を記録した。もう１台は、生徒同士が話し合っている時、調査者が手で持ち、自由に移動しながら前半調査において調査したペアを中心に、複数の生徒の発話を記録した。

(5) 後半調査

前半調査で調査したペアに対して、前半調査とは異なる複数の問題を個人で取り組ませて解答状況を把握した。その後、それぞれのペアに対して、個人で取り組ませた問題の中から１題を提示し、話し合いをさせた。それ以外の内容は、前半調査と同じである。

(6) モデルで示された行動が生徒同士の話し合いで見られるようになるための手立て

Webb & Mastergeorge（2003）の「支援をする側および受ける側双方の振る舞いは、教師が生徒に伝える言動に影響を受けることがある」という示唆に基づき、生徒同士の話し合いの中で、モデルに示された行動が自然に見られるようになるための手立てを実践した。

具体的には、調査期間に行われた９時間目の授業の後に特設の授業を行い、生徒同士の話し合いに関する具体的な事例を取り上げ、生徒に「みんなが『分かった！』となる話し合いにするためにはどんなことに心がけたらいいか」ということについて考えさせた。生徒からは行動モデルを含む多くの意見が出され、それらを学級全体で共有した。

さらに、普段の授業において、モデルに示された行動を授業者自身が率先して実践した。例えば、生徒が学級全体などで発言する時、「どうしてそのように考えたの？」と尋ねたり、一斉授業において例題などを解説する時、計算手続きの説明に加えて、「どうしてそのような計算（手続き）をするのかというと…」というように説明したりした。

このような実践により、行動モデルが教師と生徒の間で共有され、モデルに示された行動が一斉授業だけでなく、生徒同士の話し合いにおいても見られるようになることが期待された。

(7) 分析の方法

前半調査および後半調査、普段の授業において記録した生徒および教師の発話についてプロトコルを作成し、話し合いで使用したプリントやホワイトボードなどの記述と合わせて分析した。

(8) 分析の視点

プロトコルに基づき、生徒同士の話し合いの中でモデルに示された行動が見られたと考えられる発話をとらえ、その前後における支援を受ける生徒の理解状況に着目した。さらに、普段の授業における生徒同士の話し合いについても同様にとらえた。

それらの分析結果から、生徒同士の「支援する－受ける」という場面の話し合いにおいて、モデルに示されている行動が見られる時、支援を受ける生徒の理解が促進されるのかについて考察した。

ここまで述べた内容および方法により調査した４組のペアの中から、本稿では生徒ＫおよびＳからなるペアと、生徒ＴおよびＮからなるペアにおける話し合いの分析を取り上げることにする。

５．「Ｋ・Ｓ」ペアによる話し合いの分析

(1) 前半調査

①話し合い前の理解状況

＜問題＞
$(x-y)^2+4(x-y)-5$ を因数分解しなさい。

＜Ｋの解答＞
$(x-y)^2+4(x-y)-5$
$x-y=M$ とおく
$=M^2+4M-5$

＜Ｓの解答＞
$(x-y)^2+4(x-y)-5$
$=x^2-2xy+y^2+4x-4y-5$

②ペアでの話し合い

Ｓ　まず、お互いにどこまで解いたか書いてみよう。
Ｋ　分かんないんだけど…
（それぞれ話し合い前に個人で解いた時と同じものを書く）
Ｓ　（Ｋの解答をのぞく）そっち解けそう？
Ｋ　俺もＳの解答と迷った。
自分の解答だと－５があるから、因数分解できない。
Ｓ　因数分解できない？ちょっと待って。
（図１を書く）

$(x-y)^2+4(x-y)-5$
$x-y=A$
$=A^2+4A-5$
$=(A-4)(A-1)$

図１　話し合い中に書いたＳの記述①

Ｓ　たして、かけてだから…
こうするんだっけ？
Ｋ　あー、そうじゃないよ。ちょっと待って。
（図２を書く）

$(x-y)^2+4(x-y)-5$
$x-y=M$ とおく
$=M^2+4M-5$
$=(M+5)(M-1)$

図２　話し合い中に書いたＫの記述

Ｋ　これで因数分解できない？
Ｓ　あー、できる。
（２人とも最後まで解答を書き、正しく因数分解することができた）

③話し合い後の理解状況

＜類似問題＞
$(x+y)^2-16$ を因数分解しなさい。

＜ＴおよびＮの解答＞
$(x+y)^2-16$
$=M^2-16$
$=(M+4)(M-4)$
$=(x+y+4)(x+y-4)$

＜インタビュー＞
この問題では、どうして $x+y=M$ に置き換えて因数分解するのでしょうか。

Ｋ　計算しやすくするためです。問題の式は文字の種類が多くて、ごちゃごちゃしているからです。同じものがあるから、１つの文字に置いても変わらないと思います。
Ｓ　同じものがいくつかある式をかんたんに因数分解するためだと思います。

④考察

話し合い前の解答状況から、どちらか一方が支援する側、支援を受ける側という明確な役割がないまま話し合いが始まった。

話し合いの中では、Ｋが因数分解できないことについて理由を含めて説明した。その理由として挙げた「－５があるから」という発話から、Ｋは共通因数でくくり出して因数分解する方法しか想起できなかったと考えら

れる。それを受けて、Ｓが「本当に因数分解できない？」と発話し、因数分解できない理由について検討することで、「同じ多項式を別の文字に置き換える」という計算手続きを想起したとともに、Ｋとは別の方法で因数分解することを試みることにつながった。このことがきっかけとなり、その後もお互いが相手の考えを受けながら話し合いを進めたことで、正解に導くことができたと考えられる。

そして話し合い後、ＫおよびＳは類似問題を正しく解くことができたことに加えて、この問題を解くために行った計算手続きをする理由について説明することができた。

(3) 後半調査

①話し合い前の理解状況

＜問題＞
$(x-5)(2x+3)=0$ を解きなさい。

＜Ｋの解答＞
無答（何も書いていない）

＜Ｓの解答＞

$$(x-5)(2x+3)=0$$
$$2x^2+3x-10x-15=0$$
$$2x^2-7x-15=0$$

②ペアでの話し合い

Ｓ　まず展開するから…
Ｋ　うん。
Ｓ　（個人で解いた時と同じものを書く）
Ｋ　両辺を２で割ると、（因数分解が）できないじゃん。
Ｓ　うん。
Ｋ　両辺を２で割ると、$x^2-\frac{7}{2}x-\frac{15}{2}=0$ になるじゃん。かけたら $-\frac{15}{2}$ になるような数の組み合わせはないんだよ。
Ｓ　（図３を書く）

$$(x+5)(2x+3)=0$$
$$2x^2+3x-10x-15=0$$
$$2x^2-7x-15=0$$
$$x^2-\frac{7}{2}x-\frac{15}{2}=0$$

図３　話し合い中に書いたＳの記述②

Ｓ　できないじゃん。
Ｋ　整数と分数の組み合わせでもできるかもしれない。
Ｓ　１と $\frac{15}{2}$ かもしれない。
Ｋ　そうすると（たして）$-\frac{7}{2}$ の部分がおかしくなるね。（方程式の各項の）係数が小数や分数にならないような気がする。
Ｓ　（図３を消す）
（しばらく無言の状態が続く）
Ｋ　そもそも $x-5$ と $2x+3$ をかけると０になるってことでしょ。$x-5$ が０になるためには、（ｘに）５を入れればいいし、$2x+3$ が０になるためには、$\frac{3}{2}$。
Ｓ　どうして？
Ｋ　$2\times\frac{3}{2}$ で３になるじゃん。
Ｓ　もう１回言って。
Ｋ　あっ、$-\frac{3}{2}$ だった。$2x+3$ のｘに $-\frac{3}{2}$ を代入すると、$2x$ は $2\times-\frac{3}{2}=-3$ で（$2x+3$ の値が）０になるから。
Ｓ　$-\frac{3}{2}$ はどこから出てきたの？
Ｋ　$2x+3$ の部分を２で割って $(x-5)\times(x+\frac{3}{2})=0$ になるから。
解は５と $-\frac{3}{2}$。
Ｓ　あー、本当だ。

③話し合い後の理解状況

＜類似問題＞
$(3x-1)(x+7)=0$ を解きなさい。

＜ＫおよびＳの解答＞

$$(3x-1)(x+7)=0$$
$$(x-\frac{1}{3})(x+7)=0$$
$$x=\frac{1}{3},\ -7$$

＜インタビュー＞
２次方程式を解く時、どうして左辺を因数分解するのでしょうか。

Ｋ：左辺が因数分解されていない状態だと、ｘに１つ１つ適当な数を代入していって何分もかけないと探せないけど、左辺

を因数分解するとどちらかのかっこが０になればいいから、ｘに代入する数（解）をかんたんに探せるからです。因数分解すると、どっちかのかっこが０になればもう一方のかっこが何になっても答え（積）が０になるからです。

Ｓ：例えば$x^2+x-12=0$のままだと、ｘに何が入るのかが見えにくいけど、左辺を因数分解すると$(x+4)(x-3)=0$になって、ｘに－４と３を入れると、(左辺の式の値が）０になるっていうのがすぐに分かるからです。

④考察

話し合い前の解答状況から、前半調査と同様にどちらか一方が支援する側、支援を受ける側という明確な役割がないまま話し合いが始まった。

話し合いでは、Ｓの考えをもとに、２人で左辺を因数分解することを試みるが、うまくいかなかった。そのため、Ｋは最初に提示された問題の式の意味について考えたことで、授業で学習した「Ａ×Ｂ＝０のとき、Ａ＝０またはＢ＝０である」という性質（以下、「整域の性質」とする）を想起し、代入した時に等式をみたす値（解）をみつけることができた。しかし、Ｓは理解できなかったので、Ｋに対して「どうして？」と説明を求めた。このＳの「どうして？」には、「どうしてそのような値が出てくるのか？（どのようにして値をみつけたのか？)」という考えの理由を尋ねる意味が含まれていたと考えられる。

それ以降の話し合いは、Ｋが支援する側として、Ｓに説明する形で進められた。Ｋの説明に対してＳは当初理解できなかったが、「$-\frac{3}{2}$ はどこから出てきたの？」というように質問の内容を具体的にして再び尋ねたことで、Ｋは解き方について背景にある性質（整域の性質）と結びつけて説明することができた。

そして話し合い後、ＫおよびＳは類似問題を正しく解くことができたことに加えて、計算手続きをする理由や解き方の背景にある性質について説明することができた。

６．「Ｔ・Ｎ」ペアにおける話し合いの分析

(1)前半調査

①話し合い前の理解状況

<問題>
$(x-y)^2+4(x-y)-5$を因数分解しなさい。

<Ｔの解答>

$(x-y)^2+4(x-y)-5$

$x-y=A$とおく

$=A^2+4A-5$

$=(A+5)(A-1)$

$=(x-y+5)(x-y-1)$

<Ｎの解答>

$(x-y)^2+4(x-y)-5$

$=x^2-2xy+y^2+4x-4y-5$

②ペアでの話し合い

Ｎ　まず$(x-y)^2$と$4(x-y)$の部分を展開して計算したでしょ？

Ｔ　因数分解だから、最終的には(　)×(　)の形にしないとダメだよね。

Ｎ　そうだね。

Ｔ　だから、授業でやったように、$x-y=F$と置き換えると、F^2+4F-5になる。次に、例えばx^2+4x-5を因数分解すると、$(x-1)(x+5)$になるから、同じようにF^2+4F-5は$(F-1)(F+5)$になる。Ｆを元に戻して、$(x-y-1)(x-y+5)$。分かる？

Ｎ　分かった。同じ部分を大きな文字に置き換えて、因数分解していって、最後に元に戻すんでしょ？

Ｔ　そう。最終的に因数分解は、(　)×(　)の形にしたら完成だから、これでオッケーだと思う。

③話し合い後の理解状況

＜類似問題＞
$(x+y)^2-16$ を因数分解しなさい。

＜TおよびNの解答＞

$(x+y)^2-16$
$=M^2-16$
$=(M+4)(M-4)$
$=(x+y+4)(x+y-4)$

＜インタビュー＞
この問題では、どうして $x+y=M$ に置き換えて因数分解するのでしょうか。

Ｔ：分かりません。最初は展開してから因数分解しようと思ったけどしっくりこなかったので、他に思い付く方法でやってみようと思いました。
Ｎ：分からないです。

④考察

話し合い前の理解状況から、Ｔが支援する側、Ｎが支援を受ける側として、話し合いが進められた。

話し合いでは、Ｔが因数分解のゴールイメージを示すことでＮの間違いを暗示的に指摘した後、計算手続きを説明した。それを受けてＮも計算手続きについて自分の言葉でまとめたが、２人の間で計算手続きをする理由などについては話題にならなかった。

そして話し合い後、Ｎは計算手続きを理解したことで、類似問題を解くことができたが、インタビューではそのような計算手続きをする理由については説明することができなかった。

(3) 後半調査

①話し合い前の理解状況

＜問題＞
$(x-5)(2x+3)=0$ を解きなさい。

＜Ｔの解答＞

$(x-5)(2x+3)=0$
$2x^2+3x-10x-15=0$
$2x^2-7x-15=0$

＜Ｎの解答＞

$2x^2+3x-10x-15=0$
$2x^2-7x-15=0$
$x^2-\frac{7}{2}x-\frac{15}{2}=0$

②ペアでの話し合い

＜前半部分＞

初めにお互いの理解状況が共有され、左辺を因数分解しようと試みるがうまくいかず、話し合いが止まってしまった。

調査者（Ｒ）はこれで話し合いが終わってしまう可能性があると考え、計算手続きをする理由を中心に２人の話し合いに介入する判断をした。

Ｒ　じゃあ、質問してもいい？どうして左辺を展開したのかな？
Ｔ　今までの授業でもずっと展開してきたので…
Ｎ　（Ｔくんの考えと）同じです。
Ｒ　展開した後、何をしたの？
Ｎ　同類項をまとめて、（x^2の係数の）２がじゃまなので、すべての項を２で割ろうとしたんですけど、ｘの項と定数項が割れなかったので、どうすればいいかこれ以上進まなかったです。
Ｒ　一応、２次方程式の基本形になったんだよね？２次方程式の基本形になったんだけど、解けないのはなぜ？
Ｔ　左辺を因数分解するために、かけて15になる数の組み合わせを探すと、１×15, ３×５なんですけど、たしてもひいても７にならないです。
Ｒ　そもそも２次方程式を解く時、どうして左辺を因数分解するの？

Ｔ　（少し考えてから）かっこ同士をかけるので、どっちかのかっこの中が０になればいいから。

Ｒ　Ｎくんはどう思う？Ｔくんの説明、分かった？

Ｎ　いや、分からなかったです。

以上のような話し合いを行った後、中盤部分および後半部分の発話を以下に示す。

<中盤部分（左辺を因数分解する理由について話し合う）>

Ｒ　じゃあ、「どうして左辺を因数分解するのか？」っていうところからまた２人で話し合ってみて。

Ｔ　例えば、(ｘ＋４)(ｘ＋５)＝０の場合、ｘに－４を代入すると０×１＝０になって、解を求めやすいから左辺を因数分解する。①

Ｎ　（少し考えてから）最初からもう１度説明して。

Ｔ　例えば、(ｘ＋４)(ｘ＋５)＝０の解は、ｘ＝－４，－５じゃん。因数分解するとどっちかのかっこが０になれば、もう一方のかっこが何になっても答え（積）が０になるから。
一番かんたんに解を求められる方法が（左辺を）因数分解すること。②

Ｎ　・・・

Ｔ　どこが分からない？Ｎはどうして左辺を因数分解すると思うの？考えを聞かせて。

Ｎ　２次方程式の基本形にすると、だいたい自然に左辺を因数分解するっていうイメージがあるから。特に理由は考えたことがなかった。
どっちかのかっこが０になればもう一方のかっこが何になっても（積は）０になるっていうことは分かった。

Ｔ　どっちかのかっこを０にすると、答え（積）が０になるっていうのが因数分解だから。③

Ｎ　あー。ちょっと理解できた。

Ｔ　じゃあ、俺に説明してみて。

Ｎ　んー。

Ｔ　うーん、説明が難しいわ。因数分解すると、例えば、（ｘ＋△）（ｘ＋□）＝０になって、どっちかのかっこを０にするために△の符号を逆にした数をｘに入れる。△が－４だったら、ｘに＋４を入れれば０になるじゃん。④

Ｎ　例えば、かっこの中がｘ＋６のとき、ｘに－６を入れると、＋６と－６で（たして）０になる。だから、解を求めるために因数分解をする。

Ｔ　そう。そうすると、方程式の解を求めることができるじゃん。だから（左辺を）因数分解するっていう感じ。
x^2＋○ｘ＋△＝０のままだと、ｘに何が入るか求めにくいじゃん。例えば、x^2＋５ｘ－14＝０だと、ｘは何かっていうのは求めにくいけど、(左辺を)因数分解して（ｘ－２）（ｘ＋７）＝０にすると、－２の符号を逆にした数が解になるじゃん。⑤

Ｎ　（左辺を）因数分解すると解が求めやすくなる。

<後半部分（この問題の解き方について話し合う）>

Ｔ　そうそう。じゃあ、話を元に戻そう。
（ｘ－５)(２ｘ＋３)＝０の解の１つはｘ－５から＋５でしょ？
２ｘ＋３の方はどうしようかな・・・

Ｎ　２ｘ＋３の方は、ｘに－３を入れるんじゃないの？

Ｔ　２ｘ＋３のｘに－３を入れて計算すると、(式の値が) －３になる。２ｘ＋３を０にしたいから、２ｘ＋３＝０の方程式を立てて、＋３を移項して２ｘ＝－３。そして、両辺を２で割ってｘ＝$-\frac{3}{2}$。

逆に、ｘに$-\frac{3}{2}$を入れると、２ｘ－３の値は０になる。

Ｎ　２ｘ＋３を０にするために、２ｘ＋３＝０の式を作って、これを解いてｘ＝$-\frac{3}{2}$。

③話し合い後の理解状況

<類似問題>
（３ｘ－１）（ｘ＋７）＝０を解きなさい。

<ＴおよびＮの解答>

（３ｘ－１）（ｘ＋７）＝０
３ｘ－１＝０　ｘ＝－７
３ｘ＝１
ｘ＝$\frac{1}{3}$
ｘ＝$\frac{1}{3}$，－７

<インタビュー>
２次方程式を解く時、どうして左辺を因数分解するのでしょうか。

Ｔ：因数分解すると、どっちかのかっこが０になればもう一方のかっこが何になっても答え（積）が０になるからです。どっちかのかっこを０にするために一番かんたんな計算が因数分解だからです。

Ｎ：左のかっこと右のかっこをかけると０になるということは、どちらかのかっこを０にしなければならないからです。

④考察

話し合い前の理解状況から、どちらか一方が支援する側、支援を受ける側という明確な役割がないまま話し合いが始まった。

前半部分では、話し合いが止まってしまった２人に対して、調査者がこの問題を解くことができない理由を尋ね、「左辺が因数分解できないから」ということが共有された。それを受けて、調査者がさらに左辺を因数分解する理由を尋ねた。Ｔはこの質問について考えることを通して、この問題の解き方には整域の性質が使われていることを想起することができたと考えられる。

中盤部分では、前半部分において既に理解することができたＴが支援する側としてＮに説明した。その中で、ＴはＮが理解したと考えられるまで、内容を変えながら５回の説明を試みた。（プロトコルにおいて下線①～⑤で示した部分）具体的には、①で「解を求めやすいから」というように計算手続きをする理由を、②で解き方の背景にある性質（整域の性質）をそれぞれ説明した。

Ｔの①および②の説明について、Ｎは理解していない様子だったので、ＴはＮの分からないところを尋ねると、Ｎは整域の性質については理解し、計算手続きをする理由については分からないことを述べた。それを受けてＴは、④および⑤で計算手続きをする理由について、具体例を挙げながら背景にある性質と結び付けて説明した。この④および⑤の説明によりＮは理解し、具体例を挙げながら自分の言葉で説明することができたと考えられる。

後半部分では、この問題の解き方について、再び２人とも分からない段階から話し合いが始まった。初めにＴが「整域の性質から１次方程式を立て、その解が問題の２次方程式の解になる」ということを想起することができ、支援する側としてＮに説明した。その中で、Ｎの考えが間違いであることを具体的に指摘するとともに、整域の性質を使って「２ｘ＋３＝０」という１次方程式を立てて、解くことを説明した。このようにＴがこの問題の解き方について背景にある性質と結び付けて説明することで、Ｎは理解することができたと考えられる。

そして話し合い後、ＴおよびＮは類似問題を正しく解くことができたことに加えて、計算手続きをする理由や背景にある性質についても説明することができた。

７．研究のまとめ

(1) 成果

「Ｋ・Ｓ」ペアにおける話し合いでは、前半調査から生徒の中からモデルに示された行動が見られ、後半調査においても同様に見られた。具体的には、お互いに考えの理由を尋ねたり（伝えたり）、支援する生徒が解き方について背景にある性質と結び付けて説明した。その結果、いずれの調査においても支援を受けた生徒の理解が促進された。

一方、「Ｔ・Ｎ」ペアにおける前半調査の話し合いでは、生徒の中からモデルに示された行動は見られなかった。そして、支援を受けた生徒は類似問題を解くことができたが、計算手続きをする理由について理解するまでには至らなかった。また、後半調査においても同様の行動は見られず、途中で話し合いが止まった。しかし、調査者が２人の理解状況を確認しながら、計算手続きをする理由について尋ねることで、先にＴの理解が促進された。さらに、それ以降の話し合いでは、Ｔが支援する側として、計算手続きをする理由や解き方について背景にある性質と結び付けて説明することで、支援を受けた生徒（Ｎ）の理解が促進された。

以上のことから、生徒の中から「考えの理由や背景にある概念，性質を尋ねたり、伝えたりする」という行動が見られる話し合いでは、支援を受ける生徒の理解が促進され、見られない話し合いでは、意図的に考えの理由や背景にある概念，性質を話題にすることで、理解が促進されることが明らかになった。

また、生徒同士の話し合いにおいて、いずれの生徒も理解していない状況で話し合いが始まった場合でも、考えの理由や背景にある概念，性質が話題になることで、どちらか一方の生徒が先に理解し、途中から「支援する－受ける」という場面に移行しうることが明らかになった。

(2) 課題

生徒同士の話し合の中で、「考えの理由や背景にある概念，性質を尋ねたり、伝えたりする」という行動が自然に見られるようになるために、調査では４(6)で述べた手立てを実践したが、この手立てが有効であったかについての検証には至っていない。

本研究で明らかになったことを生徒同士の「支援する－受ける」という場面における学習効果を促進する方略として活用するためには、この手立てについてさらに長期的な実践や検証が必要である。

引用・参考文献

町岳，中谷素之（2013）．協同学習における相互作用の規定因とその促進方略に関する研究の動向．名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要，*60*，83-93.

関口康広（2018）．算数・数学科協働学習におけるヘルプ・シーキング．日本数学教育学会第 51 回秋期研究大会発表集録，283-286.

Webb, N. M. , Farivar, S. H. & Mastergeorge, A. H.（2002）. Productive helping in cooperative groups. *Theory Into Practice*, *41*（1）, 13-20.

Webb, N. M. & Mastergeorge, A. M.（2003）. The development of students' helping behavior and learning in peer-directed small groups. *Cognition and Instruction*, *21*(4), 361-428.

山路茜（2014）．中学校数学科のグループ学習における課題の目的に応じた生徒のダイナミックな関係．教育方法学研究，*39*，25-36.