

論 文

中学生の数学的コミュニケーションに対する意識について II

大友 正純

秋田市立勝平中学校

要約

数学的コミュニケーションは生徒の数学観、学習観に支えられているため、数学的コミュニケーションの活性化には、内在的数学観、構成的学習観への転換が求められる。本研究は、協定的構成主義に基づく学習観を基盤としながら、中学生のコミュニケーションに対する意識について考察することを目的とする。そして、生徒の数学観、学習観と数学的コミュニケーションの関係性について考察し、生徒がコミュニケーションに期待することを明らかにするため、質問紙調査を実施した。質問紙調査から、主体的に参加した授業経験や、自分で考えることを有意義に感じた授業経験が生徒の内在的数学観、構成的学習観を支えていることが明らかになった。小学生の時にコミュニケーション活動の意義を感じることができた生徒は、中学生になってからもコミュニケーション活動に対する取り組みが良好である。しかし、生徒同士だけの活動には限界があり、説明につまずいている時には適切なアドバイスによる働きかけを期待していることが明らかになった。

キーワード：数学的コミュニケーション、内在的数学観、構成的学習観

1 研究の目的

(1) コミュニケーションを支える数学観、学習観

大友(2018)は、数学的コミュニケーションは生徒の数学観、授業観、学習観に支えられており、コミュニケーションの活性化には内在的数学観、構成的学習観が欠かせないことを明らかにした。

内在的数学観とは「数学を人間の内に在るものとする見方」である(佐々木, 1993)。また、平林(1987)は「もともと数学は、数学者の内からの創造である。もし、それを子どもの内部での再生産という形で学習されるならば、それはこれまでの外在的数学観による数学教育学とは異なった教育学を必要とするであろう」と指摘している。外在的数学観は湊・浜田(1994)が「教師がプラトンの数学観をもつ限り主体的学習なるものは行えない」と示しているように、プラトンの数学観と同義である。内在的数学観は教師のみならず、生徒にとっても必要となる数学観である。

構成的学習観とは、構成主義に立脚している学習観である。中原(1995)は、急進的構成主義を修正し、それに協定という原理を組み込んだ

協定的構成主義を提起している。中原は、「生存可能な数学的知識は集団において協定され、準客観的な知識となる。数学的知識の正否は、協定に基づいて準客観的になされる」と述べ、協定の積極的な面に焦点をあてている。本研究は、協定的構成主義に基づく学習観を基盤としながら、中学生のコミュニケーションに対する意識について考察していく。

(2) コミュニケーションを阻害する要因

生徒のコミュニケーションが活性化しない一番の理由に、「考え方がうまく説明できないこと」を挙げている(大友, 2018)。さらに、特有の数学的表現の難しさがコミュニケーションの活性化を困難にしている。

教室内のコミュニケーションを活性化させようとする研究が様々になされている。久保(1998)は、「数学的コミュニケーション活動を活発にするには発散と収束の繰り返しが有効である」と指摘する。教室内コミュニケーションは学級の雰囲気、生徒の性格、人間関係、教師や生徒の数学観、学習観など、数多くの要素が複雑に絡み合うため、その活性化には特段の配慮を必要とする。

考え方がまとまらなかったり、何を聞いてよいか分からなかったり、生徒は内的要因からうまく話すことができない時がある。江森(1992)は、「教師の言葉が生徒に通じない、生徒が発言しない、生徒が何を考えているのか分からないなど、私たちはさまざまなコミュニケーション上の諸問題を抱えている」と述べ、「コミュニケーションの障害が何に起因するのかを知るためにも、数学の学習場面で行われているコミュニケーション・プロセスのメカニズムを追究する必要がある」と指摘している。その一方、学級の雰囲気、人間関係、学習グループの未熟さといった外的要因によって話しにくい環境が生まれ、コミュニケーションの活性化が妨げられることもある。

(3) コミュニケーションに対する意識の向上に向けて

(1)(2)を踏まえ、本研究では、数学的コミュニケーションを支える数学観、学習観がどのように形成されてきたのかを分析していく。そこで、生徒へ質問紙調査を実施し、その結果から数学観、学習観やコミュニケーションに期待することを分類・整理し、そこに至るきっかけについて考察していく。そして、考え方をうまく説明するための手立てを追究し、中学生のコミュニケーションに対する態度を向上させるための方策を明らかにすることを目的とする。

2 K中学校3年生の実態

本研究で調査研究の対象とする生徒は、秋田市内K中3年生である。はじめに、K中3年生の実態を把握するために、2017年度にK中1年生96名に実施した数学的コミュニケーションに関する質問紙調査と同じものを、2019年度のK中3年生94名を対象に実施した(6月)。質問紙の質問項目、回答方法、集計方法は図1の通りである。表1は、2019年度のK中3年生を1年生の時と比較したものである。質問5以外はすべて3年生時の平均値が1年生時を下回っている。その中で質問1はわずか0.09ポイントの減少にとどまっている。また、質問1は2017年度の秋田市内3年生よりも0.18ポイント高く、K中3年生が3年生に進級してからも数学的コミュニケーションに積極的に参加していることを示している。質問6、7の減少率は0.09、0.04と他の質問項目よりも低く、3年生に進級してからも数学的コミュニケーションの必要性、有用性を十分に感じていることがわかる。そして、コミュニケーションが重要であると考へながらも簡単なことではないと捉えていることが伺える。また、質問a、bの平均値が大きく減少しており、K中3年生の数学観、授業観が1年生の頃よりも大きく変容していることがわかる。このことから、3年生に進級して内的数学観を保持している生徒は減少したものの、依然として構成的学習観を持ち合わせている生徒が多いことがわかる。

<数学的コミュニケーションに対する意識についての質問項目>

質問1(実態)：数学の授業において、数学的コミュニケーションは活発に行われていますか。

質問2(意欲)：あなたは、授業中に積極的に(数学的)コミュニケーションをしようとしていますか。

質問3(楽しさ)：あなたは、数学的コミュニケーションを楽しいもの、面白いものと思っていますか。

質問4(困難性)：あなたにとって数学的コミュニケーションは難しいものだと思いますか。

質問5(雰囲気)：数学的コミュニケーションにとってクラスの雰囲気はとても大事ですか。

質問6(必要感)：(数学的)コミュニケーションは数学の授業にとって必要だと思いますか。

質問7(有効性)：(数学的)コミュニケーションは数学の学力を高めるために効果的だと思いますか。

<数学や授業に対する態度についての質問項目>

質問a(数学観)：数学とは、自分の外側にあるものだ。

質問b(授業観)：数学の学習は1人で取り組むものであって、必ずしもみんなで一緒に学習する必要はない。

質問c(学習観)：数学とは、授業を通して自分の中につくり上げていくものである。

<回答方法>

1. そう思わない 2. あまりそう思わない 3. どちらともいえない 4. だいたいそう思う 5. そう思う

<集計方法>

すべての質問について、それぞれ5段階で答え、望ましい方向から5点、4点、3点、2点、1点として与える。従って、質問4、質問a、質問bは、1と答えた場合を5点、5と答えた場合を1点として集計し、各質問項目の平均値を算出する。

図1 質問紙の質問項目と回答方法、集計方法

	質問1	質問2	質問3	質問4	質問5	質問6	質問7	質問a	質問b	質問c
	実態	意欲	楽しさ	困難性	有用性	必要感	有効性	数学観	授業観	学習観
2017年度 K中1年	4.46	4.13	4.32	3.73	4.68	4.68	4.64	4.15	4.19	4.05
2019年度 K中3年	4.37	3.88	4.05	3.18	4.69	4.59	4.60	3.37	3.82	3.92
増減	-0.09	-0.25	-0.27	-0.55	0.01	-0.09	-0.04	-0.78	-0.37	-0.13

表1 2019年度K中3年生の2017年度1年生の時との比較

3 数学観、学習観に関すること

(1) 数学に対する意識

数学観、学習観についてさらに詳しく分析するために、記述式の質問紙調査を実施した。(2019年7月実施, 対象K中3年93名). 質問内容と生徒の反応は図2の通りである。

「そう思う」と答えた生徒は、自分達だけの活動では限界があるため教師の力が必要であると考え、教師から正確な解き方を教えてほしいと答えている。「そう思う」ようになったきっかけは、内容が難しくなってきたことを挙げる生徒が多く、困難性を指摘している。そう思うようになった時期としては、小学校高学年から中学校1年にかけてと答えている。

「どちらともいえない」理由は3通りに分類できる。理由Aは「そう思う」寄りの立場であり、理由Bは「そう思わない」寄りの立場であり、理由Cはその中間の立場に立つものである。「教えてほしい」、「分からないところが分かるようになりたい」との心理が働き、コミュニケーションを頼りにしている傾向が見られる。個人学習には限界があり、数学学習には教師や他者が必要であると考えていることが伺える。

きっかけAは教師依存型の内容であり、きっかけBは、教師非依存型の内容である。小学生の時に子供同士の活動に限界を感じて教師の補助を必要とした経験をもつ生徒、中学生になってから生徒同士で考える場面を経験した生徒が存在していることがわかる。このことから、過去の授業経験が生徒の数学観、学習観に大きな影響を与えていることがわかる。内容が難しくなってきたから教師を必要と考える生徒と、困難だからこそ教師からの一方的なやり方の伝達には否定的な態度をとる生徒がいた。

「そう思わない」生徒は、自分で考えることの大切さ、有用性を十分に感じていることがわかる。主体的に参加した授業経験や自分で考えることの有意義さを感じた授業経験が生徒の内

在的数学観、構成的学習観を支えていることが明らかになった。理由やきっかけの中には解き方や求め方との言葉を用いた記述が多く、このことから技能的な問題解決場面を想定しながら質問に答えていると捉える。

(2) コミュニケーションに期待すること

コミュニケーションに対する意識を詳しく分析するために新たな質問調査を実施した。コミュニケーションに期待していること、コミュニケーションの意義について生徒の視点から分類した。質問内容と生徒の反応は図3の通りである。ほぼ全員がコミュニケーションが必要であると考えている。理由については、ア～オのように分類することができる。

アは、理解の補助に関することが記述されているものである。コミュニケーションが理解のために欠かせないと捉える生徒が多いことは注目に値する。その記述には、「分からない」との言葉が多く登場し、理解の補助としてコミュニケーションを必要と感じる生徒が多い。生徒は数学が分かるようになりたいと願い、そこにコミュニケーションの必要性を見出ししている。イは、見方や考え方の拡張に関する内容が記述されているものである。見方や考え方を広げるためにコミュニケーションは欠かせないと考えている。ウは、自分の成長につながるものが記述されているものである。アでは分からない事が分かるようになることを期待し、コミュニケーションが理解の補助のために必要と捉えたのに対し、ウは理解の深化のために必要であると捉えたものである。オでは、コミュニケーションの有用性を認めながらも、一人で解くことの重要性を指摘しており、状況に応じたコミュニケーションを求めていることがわかる。コミュニケーションに期待することは生徒間に意識の差があり、その意識の差はコミュニケーションに対する態度に影響を与えていた。

質問1 数学は、教師が唯一絶対の数学を効果的、効率的に生徒に授け、伝達していくものである。
 そう思う 14名(15%) どちらともいえない 45名(48%) そう思わない 34名(37%)

◇【そう思う理由とそのきっかけ】

- ・先生からしっかり正しい解き方などを教わることで理解していくから。
- ・自分一人では絶対に解けないから。
- ・自分達だけでは分からない問題があるから。

<きっかけ>

- ・難しくなったので公式を教えてほしいから。
- ・小学校のときは何も考えなかったけど、中学校になってから先生に伝達されているなど思った。
- ・だんだん難しくなっていくから。

◇【どちらともいえない理由とそのきっかけ】

<理由A>

- ・その人のやりやすいやり方もあるので、ひとそれぞれだと思うから。しかし、できるだけ教師が教えた方が良くと思う。
- ・自分の理解力じゃついていけない生徒もいるから。

<理由B>

- ・先生がただ教えるのではなく、生徒も考えて協力しあうものだと思ったから。
- ・結果だけでなくそこまでの過程をたくさん考えることで頭に入りやすいと思うから。

<理由C>

- ・効果的、効率的はいいけど、人にはそれぞれに解きやすいやり方があるから、それをふまえた上でやっていったらいいと思う。
- ・先生から教えてもらってわかりやすいときもあれば、自分で考えてわかりやすいときもある。
- ・先生から学ぶ必要もあるけど、自分で考えることも大切だと思うから。

<きっかけA>

- ・中学校の内容が難しく先生の説明を聞いたほうが分かりやすい。
- ・小1～4のときはクラスみんなが考えても自分達で答えを見つけ出せなかったときがあったから。
- ・自分で考えるのは大切だと思うが、難しくなるにつれて先生から教えてもらわないと分からない問題が出てくるから、自分で考えて分からなかったら教えてもらいたい。

<きっかけB>

- ・授業中他の人の考えに先生が「そんな考えもあるんだ」と言っていたことがあったから。
- ・問題が難しくなってきたり、いろいろな求め方があるとき、自分に合ったやり方でやればよいと思ったから。

◇【そう思わない理由とそのきっかけ】

<理由>

- ・教師が絶対数学を伝えるのではなく、生徒が自分でひらめいた方がみんながスッキリするから。教師はそれを補助すればいい。
- ・自分のやりやすい考え方もあるし、自分で考えた方が分かりやすいから。

<きっかけ>

- ・小学生のときは学校ではなんとなく先生が教えていたけど、中学生になって自分でひらめくという場面があってひらめいたときにスッキリしたから。
- ・先生に教えられているだけでは自分の頭に入っていないということが分かったから。
- ・授業でグループ毎に話し合ったりしているときに、自分が教わったり、教えたりしてその問題への理解度が上がったから。

図2 数学に対する意識について

質問2 数学の学習にコミュニケーションは必要だと思いますか。その理由を書きなさい。
そう思う 85名(91%) どちらともいえない 8名(9%) そう思わない 0名(0%)
◇【そう思う理由】(複数回答)
ア 理解の補助に関すること…41名(44%)
・分からない問題も協力して解いたり教え合ったりできるから。
・コミュニケーションがなければ分からないまま終わってしまうから。
イ 考え方や見方に関すること…27名(29%)
・数学にはたくさんの考え方があると思うのでそれを多くの人と共有することによって考え方が広がっていくと思ったから。
ウ 自分の成長に関すること…24名(26%)
・コミュニケーションをすることで自分のまちがったところがわかる。自分の成長にもつながるから。
・解は1通りだが、解き方は何通りもあるため自分の考えを深め、成長につなげることもできるから。
エ その他…4名(4%)
・数学はみんなで楽しく学ぶものだから。
・自分の思っていることを伝える必要があるから。
オ どちらともいえない…8名(9%)
・難しい問題などはコミュニケーションは必要だけど、一人で解けるのは一人で解いた方がよい。
・みんなで考えるのも大切だけど、一人で集中して解くことも大切だ。

図3 コミュニケーションに期待すること

(3) 考え方をうまく説明するために

考え方をうまく説明するための手立てについて考察していく。考え方をうまく説明するためのアイデアを生徒から引き出すために質問紙調査を実施した。質問内容と、生徒の立場から、考え方をうまく説明するために生み出したアイデアは、図4の通りである。

アは、モデルとなる説明を授業内で提示することを期待するものである。手本を示すこと、説明の仕方の型を示すことは、説明することを苦手とする生徒の参考になる。ウは、反省的思考の必要性を述べたものである。自らの思考過程を振り返ることは考え方を説明する上で重要な過程といえる。振り返りをしないままに考え方を説明しようとする、考え方の始まりやそのきっかけをうまく伝えられずに苦労することになる。その考え方に至ったきっかけを振り返ることでメタ認知が機能し、考え方をうまく説明することへとつながるのである。エでは、様々な表現方法を状況に応じて活用することを提案している。式、表、図などの数学的表現を用いることにより考え方は伝えやすくなる。しかし、特に数式や文字式を言葉に置き換えて表現した

り、話したりすることは容易なことではなく、文字式による表現力、文字式を言葉に換言する力がコミュニケーションを支える大きな力になる。オでは、自分の言葉で話すことの重要性を指摘している。はじめからうまく話す必要はなく、何でもよいから話してみようとする気持ちがコミュニケーションの活性化につながるのである。こうした意見の表出は、教室内に温かい雰囲気があることを示している。

考え方をうまく説明するために教師に期待することは、図5の通りである。多くの生徒が説明につまずいている時には適切なアドバイスやヒントによる働きかけを期待し、言いたいことや心境をくみ取ってほしいと考えていた。こうしたアドバイスの付与により、教師と生徒との間に更なる信頼関係が構築されるのである。

生徒は考え方をうまく説明するために、何かを参考にしたいと考えており、そのための方策として教師からのアドバイスを求めていることが明らかになった。生徒の反省的思考を促し、その考え方に至るまでの過程を振り返ることができる問いを、タイミングよく発することが教師に求められるのである。

質問3 数学的コミュニケーションが活性化しない理由として「考え方がうまく説明できない」と答える生徒がたくさんいます。考え方をうまく説明することができるようになるために、どんな工夫をしたらよいと思いますか。生徒の立場と先生の立場からアイデアを出してみましょう。

【考え方をうまく説明するために】

ア 何かを参考にする…24名(26%)

- ・分かる人が先に説明をして、それをふまえて考え直すこと。
- ・近くの友達の発表の仕方をまねする。

イ 環境に関すること…19名(20%)

- ・話しやすい環境づくりが大切だと思うので まちがいや戸惑っても待っていたり、支えてあげる事が必要だと思う。
- ・発表する前に少人数でコミュニケーションをとり確認してもらう。

ウ 思考の振り返りに関すること…17名(18%)

- ・どういう道筋で解いたのか、頭で整理する。
- ・自分で考えた解き方の順を追えば、多少言いやすくなるはず。

エ 他の方法を活用すること…11名(12%)

- ・図や式などを使って説明する。

オ まず話してみる…10名(11%)

- ・そんなに上手に説明しようとしなくても、今分かっていることを言えば伝わるからあまりうまく説明することにこだわらなくてもいいと思います。

カ その他…10名(11%)

キ 無回答…2名(2%)

図4 考え方をうまく説明するための手立てについて

【教師の期待すること】

ア アドバイスを与える…46名(49%)

- ・何を言いたいのかを予想しアドバイスをする。

イ グループや友達を活用…10名(11%)

- ・他の人からのアドバイス時間を設ける。
- ・一人が難しければグループで考え、説明をかためて発表するのがいいと思う。

ウ 一緒に考える…9名(10%)

- ・なぜそうなったのかを生徒と一緒に一つずつ丁寧に確認していけばいいと思う。

エ 図や表を使って工夫する…5名(5%)

- ・図や表、グラフを使う。

オ 雰囲気をつくる…2名(2%)

- ・間違ってもよいということをはっきりと伝える。

カ その他…4名(4%)

キ 無回答…17名(18%)

図5 考え方をうまく説明するために教師に期待すること

4 成果と課題

本研究では、数学に対する意識、コミュニケーションに期待すること、考え方をうまく説明するための生徒のアイデアについて考察してきた。対象とした生徒はコミュニケーションに対して概ね好意的であったため、数学観や学習観が教室内コミュニケーションの活性化を妨げている様子は見受けられなかった。質問紙調査から、数学観、学習観は今までの授業経験から大きな影響を受けていることがわかった。これは、「学習指導のための文化の台本は早い時期から、時には学校に上がる前から作り始められる。子どもたちは12年、あるいはそれ以上、学校に通いながら、学習指導の台本を作る」とするスティグラー(2002)の指摘と一致する。自らの数学観や学習観の形成に至る経緯やきっかけを考察することにより内在的数学観、構成的学習観の構築への示唆を得ることができた。

生徒はコミュニケーションの必要性について十分に理解しているものの、期待することについては個人差があり、その意識の差がコミュニケーションへの取り組みに影響を与えていた。内在的数学観、構成的学習観を保持している生徒は、コミュニケーションが理解の補助になることや見方や考え方を拡張させることを体験しているため、積極的にコミュニケーションに関わっていた。その結果、授業中にコミュニケーションがしたい、自分が納得する形で数学を理解したいと意欲的な態度で授業に参加していることがわかった。こうした信念や態度は、日々の授業経験を通して培われている。生徒の信念や態度の変容とコミュニケーションの関連性についての分析が今後の課題である。

新学習指導要領では、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善が求められており、コミュニケーション活動が充実することへの期待が高まっている。コミュニケーションの充実を図るためには、まずは生徒と教師が共に内在的数学観、構成的学習観の構築を図ろうとすることである。

引用・参考文献

江森英世. 1992. 「数学の学習場面におけるコミュニケーション・プロセスの分析」. 第25回数学教育論文発表会論文集. 10~24.
平林一榮. 1987. 数学教育の活動主義的展開.

東洋館出版社

J.W.スティグラー他(著). 湊三郎(訳). 2002. 日本の算数・数学に学べー米国が注目する jugyou kenkyuu. 教育出版.
久保良宏. 1998. 「中学校の指導における数学的コミュニケーション活動に関する実践的研究」. 日本数学教育学会誌. 80 巻9号. 2~9.
湊三郎, 濱田眞. 1994. 「プラトンの数学観は子供の主体的学習を保証するか」. 日本数学教育学会誌. 76 巻3号. 58~64
中原忠男. 1995. 算数・数学教育における構成的アプローチの研究. 聖文社.
大友正純. 2018. 「中学生の数学的コミュニケーションに対する意識について」. あきた数学教育学会第1回定例研究会発表資料.
佐々木敏幸. 1993. 「数学観としての数学の内在性と外在性を測定する用具の開発」. 第26回数学教育論文発表会論文集. 10~24.

On the Consciousness of Middle School Students' Mathematical

Communication II

OTOMO, Masazumi

Katsuhira Junior high school

Summary

As the mathematical communication is supported by students view on mathematics and view on learning, activation of mathematical communication requires the student to switch to an inherent mathematics view and a constructive learning view. This study was intended to examine consciousness for the communication of the junior high student while assuming a view on learning based on the constructionism of agreeing a base. And I examined the outlook on mathematics of the student, a view on learning and a relationship of the mathematical communication and carried out inventory survey to clarify what a student expected for communication. From inventory survey, it became clear that the class experience that students felt class experience that it was independent and they participated in and that they thought by oneself significantly supported the inherent view on mathematics and view of the student on constructive learning. The student who was able to feel the significance of the communication activity wrestles for communication at the age of a primary schoolchild eagerly even after becoming a junior high school student. However, an activity only for students has a limit, it was revealed that students expected courage pickles by the appropriate advice when they failed in explanation.

Kew Wards : Mathematical communication, inherent mathematics view ,constructive learning view