

# 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

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には、教師の数学教育観、数学観が如実に反映されるため、数学的コミュニケーションの活性化には、教師自らの数学教育観、数学観を見直すことが求められる。数学的コミュニケーションに対する意識調査の結果から、生徒は数学的コミュニケーションの活性化のために学習形態を工夫したり、話しやすい雰囲気を作ったりすることを求めていることが明らかとなった。調査は平成27年度と平成29年度の2回実施し、経年比較をした。その結果、3年生に進級することで外在的な数学観へと変容した生徒が増えていることが明らかとなった。また、中学生の数学的コミュニケーションに対する意識は、生徒のもつ数学観、授業観、学習観との相関が大きいことがわかった。このことから、数学学習とは他者との学びであり、授業は数学の妥当性を他者とともに確証する場であるとの認識を日常の実践の中で培っていくことが、数学的コミュニケーションが果たすべき重要な役割といえる。

**キーワード**：数学的コミュニケーション、数学観、授業観、学習観

## 1 調査目的

数学的コミュニケーションは、数学的思考方と同様に、教師の数学教育観、数学観が反映されるものである。平林(1987)は、「これまでの数学教師は、数学を既成の学問体系として、また、人間の外から人間と交渉をもつものとして理解していることが多かったが、こうした絶対的・外在的数学観から脱却し、数学を人間の外にあるものとは考えず、人間の内にあるものと考えることにより数学教育の問題点を克服できる」と指摘している。金本(2014)は、「数学教育現代化の失敗以降、算数数学の潮流は大きく問題解決に切り替えられ、教室の風景に子どもたちの話し合いや練り上げ活動が強調されるようになったものの、それが形式や表面的な指導に留まっていたのは、底流する数学観の論理的帰結として、コミュニケーション活動の本質が看過されていたからにほかならない」と数学観の重要性を指摘する。さらに金本は、湊・浜田(1994)を引用し、プラトンのあるいは絶対主義的な数学観ではコミュニケーションを前提と

する子どものの主体的な学習は保証できないため、コミュニケーションを含め表現力の充実が叫ばれるようになれば別の数学観が求められる、と指摘する。数学的コミュニケーションの活性化には、教師、生徒の数学観を見直していくことが不可欠である。

そこで、数学的コミュニケーションの活性化に向けて、本研究は中学生の数学的コミュニケーションに対する意識調査を行い、授業における数学的コミュニケーションの実態を把握することを目指す。さらに、数学的コミュニケーションに対する意識と、生徒のもつ数学観、授業観、学習観との関連について検証し、数学的コミュニケーションが活性化するための示唆を得ることを目的とする。

## 2 数学的コミュニケーションと調査の枠組み

### (1) 数学的コミュニケーション

本研究では、数学的コミュニケーションを、数学の授業中に行われているコミュニケーションの総称とし、算数数学の表現を使用したコミュニケ

ーションと捉えていく。実際の授業で行われているコミュニケーションの多くが数学的コミュニケーションでありながら、生徒の捉え方は様々である。そして、数学的コミュニケーションは、授業において重要な役割を担い、授業の流れを大きく左右している。授業を組み立てるとは、数学的コミュニケーションをコントロールしながら、生徒の思考に変化を与えていくこととも言える。数学的コミュニケーションに関わる研究は多岐に渡り、その仕組みやプロセスが徐々に明らかになってきた。その一方で、従来の数学的コミュニケーションの研究では、意欲的な生徒を対象に分析を行っているものが多く、数学的コミュニケーションに戸惑っている生徒を扱った研究は意外と少ない。実際の授業では、うまく伝わらなかったり説明できずに苦心していることの方が多い。または、一部の生徒のみが活発に発言し、多くの生徒が傍観者となっているケースも少なくない。中には、数学的コミュニケーションに対して否定的な態度をとり、多くを語ろうとしない生徒もいる。そして、こうした生徒には、数学とは人間の外側に存在するという数学観、仲間と協力せずに一人で学ぶべきといった授業観、数学は教師が伝授すべきであるといった学習観が内在している可能性がある。そこで、質問調査を行い、数学的コミュニケーションに対する意識と数学観、授業観、学習観との関連性について考察することとした。

## (2) 調査の枠組み

数学的コミュニケーションに対する意識、数学観、授業観、学習観の実態把握に向けて、平成27年度、平成29年度に秋田市内の中学校4校を対象にアンケート調査を実施した。表1、表2は各校の回答数である。平成27年度の1年生は、平成29年度の3年生であるため、経年比較による分析を行う。調査はいずれも12月に実施した。

	A中	B中	C中	D中	合計
1年生	177	122	148	238	685
2年生	175	116	154	220	665
3年生	184	130	163	208	685
合計	536	368	465	666	2035

表1：平成27年度 回答数(n)

	A中	B中	C中	D中	合計
1年生	180	96	148	212	636
2年生	151	103	145	193	592
3年生	168	120	136	225	649
合計	499	319	429	630	1877

表2：平成29年度 回答数(n)

また、平成27年度は、秋田市内の教師58名にも同様の質問調査を実施した。その結果から、生徒と教師との意識の差について考察する。

## (3) 質問項目

数学的コミュニケーションに対するイメージ、困難性、活性化に向けた方策について、中学生の考え方を調査するために質問事項を開発した。また、自らの数学的コミュニケーションに対する取組や意識を調査するための質問事項を開発した。

質問アでは、授業中に行われている活動の中から、数学的コミュニケーションと思うものを選択する。数学的コミュニケーションが授業中に行われているコミュニケーションの総称とすれば、選択肢のすべては数学的コミュニケーションと捉えることができる。しかし、生徒がすべてを数学的コミュニケーションと捉えるとは限らない。生徒が選ぶ数学的コミュニケーションの割合の高いものを考察することにより、生徒がもつ数学的コミュニケーションの具体的なイメージを明らかにしていく。

質問ア：次の中から数学的コミュニケーションだと思うものに○をつけてください。いくつ選んでもかまいません。

- 1 自分の考えを説明する
- 2 グループで話し合う 3 他の人に教える
- 4 先生に質問する
- 5 わからない問題を他の人に質問する
- 6 先生からの質問に答える
- 7 他の人と答え合わせをする
- 8 他の人から解き方を教えてもらう
- 9 答えを発表する
- 10 他の方の説明を聞く

質問イは、数学的コミュニケーションが活発に行われない理由について問うものである。中学生が数学的コミュニケーションを難しいと考えてい

る理由を分析することで、数学的コミュニケーションを妨げる心的要因を明らかにしていく。

質問イ：数学の授業において、数学的コミュニケーションが活発に行われない理由として、考えられるものに○をつけてください。いくつ選んでもかまいません。

- 1 話しにくい雰囲気がある
- 2 話したいことがない
- 3 はずかしい
- 4 笑われそうだから
- 5 考え方がうまく説明できない
- 6 問題が難しい
- 7 数学的な表現が難しい
- 8 問題や質問の意味が分からない
- 9 どのように考えたのか忘れる
- 10 何をしているのか分からない
- 11 何を言っているのか分からない
- 12 チャンスや時間がない
- 13 先生が説明したり話した方がわかりやすい

質問ウは、数学的コミュニケーションが活性化するための手立てについて、中学生の意見を問うものである。調査結果から、数学的コミュニケーションを支える環境的要因を明らかにしていく。

質問ウ：数学的コミュニケーションを活性化させるためには、どのような工夫するとよいと思いますか。下の中から当てはまるものに○をつけてください。いくつ選んでもかまいません。

- 1 グループやペアなど学習形態を工夫する
- 2 話をする練習をする
- 3 問題を簡単にする
- 4 気軽に話すことができる雰囲気をつくる
- 5 仲のよい友達と一緒にやる
- 6 楽しそうな問題にする
- 7 いろいろな考え方や解き方の問題にする
- 8 分かりやすい質問をする
- 9 雑談を入れる
- 10 日常生活とつながりのある問題にする

質問1～7は、数学的コミュニケーションの実態や意識に関する質問である。数学的コミュニケーションを好意的に捉えているか、その有効性や必要性を実感しているか、数学的コミュニケーションに対する態度を明らかにしていく。

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めるもの、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。

<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

質問a～cは、数学観、授業観、学習観に関する質問である。数学的コミュニケーションが数学観、授業観、学習観に支えられているかどうかを明らかにしていく。そして、数学観、授業観、学習観と数学的コミュニケーションの相関関係について分析する。

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、必ずしもみんなと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

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点として集計する。

数学的コミュニケーションに対する意識と、数学観、学習観、授業観との相関関係、また平成27年度と平成29年度の経年比較をするために一元配置の分散分析を用いる。ここでは、5%水準で有意差について検証する。分散分析におけるF値は観測された分散比であり、F値がF境界値より大きい場合は有意差があるといえる。また、P値は有意水準0.05以下であれば有意差があるとする。P値が低いほど差は大きく、F値が大きいほど差は大きいことになる。

### 3 調査結果と考察

#### (1) 数学的コミュニケーションに対するイメージ

質問アの結果から、各選択肢を選ぶ割合を集計した。

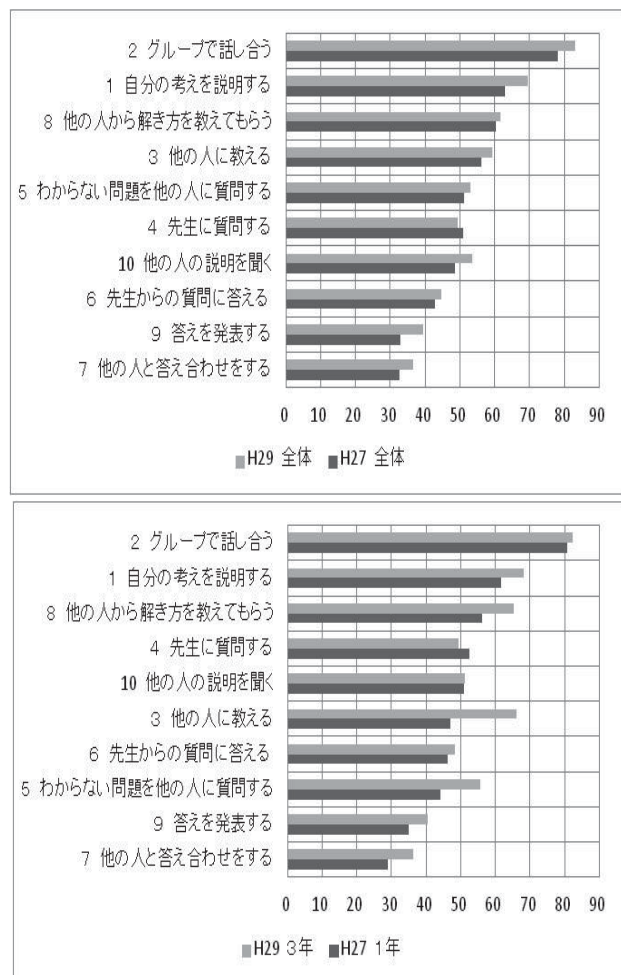


図1 数学的コミュニケーションと思うもの

図1は、選んだ割合の高い順から並び替えたものである。平成27年度、29年度とも同様の傾向を示している。選んだ項目を比較すると「グループで話し合う」「自分の考えを説明する」「他の人から解き方を教えてもらう」といった認知過程に関わる活動を数学的コミュニケーションと捉える傾向が強いことがわかる。江森(2000)は、数学的コミュニケーション参画者の認知過程は「認識・同化・拡張・分化・再構成」という5つの相からなる、と述べている。相という用語を用いるのは、それぞれの過程が明確に分離されるものではなく、また、再帰的な過程でもあることを示している。数学的コミュニケーションはこうした相を経て、生徒の認知に深く関わっていく。調査結果からも数学的コミュニケーションは認知過程と関わるもの

であると捉えていることがわかる。

また、「先生からの質問に答える」「答えを発表する」「他の人と答え合わせをする」といった一方方向のやり取りを数学的コミュニケーションと捉える生徒の割合は低い。つまり、単なる答えの伝達を数学的コミュニケーションとは捉えていない。何らかの考え方や理由が含まれていることが、数学的コミュニケーションの要件の1つと考えている。このことから、生徒は理由や説明を納得する形で受け取り、自分の中に取り組みでいく活動を大切にしていることがわかる。

平成27年度の1年生と平成29年度の3年生の結果を比較すると、「他の人に教える」「分からない問題を他の人に質問する」といった活動割合が上昇している。3年生になると学習内容が難しくなり、他者に聞かざるを得ない状況が日常的に多いことが伺える。学習内容は、生徒の数学的コミュニケーションに対する意識に大きな影響を与えている。

#### (2) 数学的コミュニケーションが難しい理由

質問イの結果から数学的コミュニケーションを難しいと感じている理由を考察する。図2は、選んだ割合の高い順に並び替えてのものであり、平成27年度と29年度、生徒と教師を比較したものである。約40%の生徒が「数学的コミュニケーションは難しいもの」と感じている。教師が思っている以上に、生徒にとって数学的コミュニケーションの壁は高い。さらに、数学的コミュニケーションが活発に行われない理由として、多くの生徒が「考え方がうまく説明できない」「数学的な表現が難しい」と答えている。これは、平成27年度も、29年度も同様傾向にあり、教師も同じ傾向を示している。「考え方がうまく説明できない」要因として、メタ認知や反省的思考の難しさが挙げられる。日常の授業において、立式できたものの、その式がなぜ立式できたのかを説明できる生徒は意外と少ない。自らの思考を振り替えることができなったり、なぜそうしたのか自分でもよく分からないことがその理由として挙げられる。または、形式的な操作で立式しているケースこともあり、意味も分からずに式を提示することもある。式の意味とそれを導くためのプロセスを数学的コミュニ

ケーションを通して問い直すことで、反省的思考は鍛えられる。

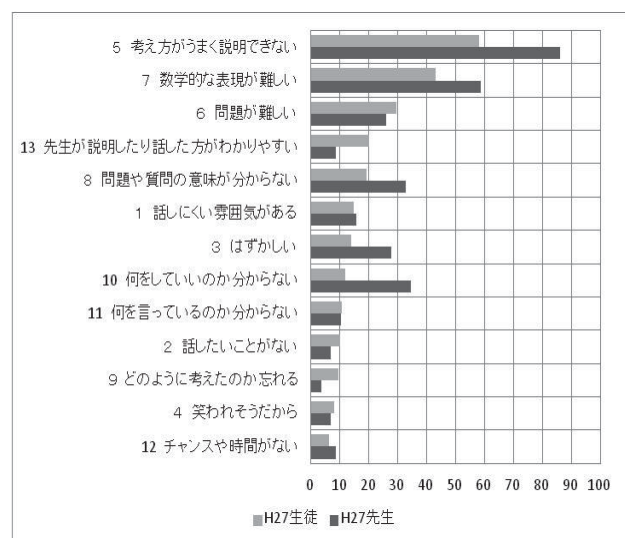
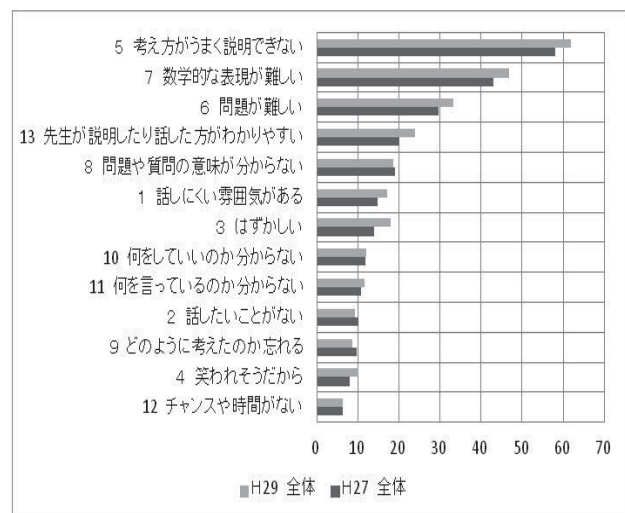


図2 数学的コミュニケーションが活性化しない理由

「数学的表現が難しい」と答える生徒が40%を超えている。数学には様々な表現方法があり、表現力の向上は不可欠である。中でも文字式に負うところは大きい。また、文字式を学習していくと、生徒が認知的コンフリクトに陥ったり、ミスコンセプションを起こしている場面をよく目にする。認知的コンフリクトやミスコンセプションの解消には、数学的コミュニケーションが欠かせない。

先生よりも生徒の割合が高い項目に、「先生が説明したり話した方がわかりやすいから」がある。

「先生が説明した方が手っ取り早い」と考えている生徒が平成27年度で20%、平成29年度で24%存在する。つまり、4～5人に1人の生徒が、「先

生からの分かりやすい説明」を求めている状況が伺える。生徒が説明した後に教師が同様の説明を繰り返す場面をよく見かけるが、過度な発言は控え、適切に生徒の説明を補足するといった加減が大切である。

なお、活発に行われない理由として「チャンスや時間がない」と答えた生徒は、平成27年度も29年度もわずか6%であり、理由として最も低い割合であった。この結果は、多くの生徒が授業においてチャンスや時間があると思っている。授業が数学的コミュニケーションを前提としたものであることを生徒が自覚している結果である。教師自身が授業改善を目指し、数学的コミュニケーションを積極的に取り入れていこうとする姿勢の現れといえる。

「話にくい雰囲気がある」「はずかしい」「笑われそうだから」といった情意的な理由を挙げる生徒が少ない。他教科においても言語活動の充実が求められており、中学生にとって、話すことへの抵抗感は小さいものとなっている。その中で、数学的コミュニケーションにとって学級の雰囲気が大切であると生徒は指摘している。また、一人一人に目を向けると、全体の間では発言することが苦手な生徒もいる。緊張の度合いは、生徒によって差がある。個別、ペア、グループ、一斉など学習形態によっても、緊張の度合いは変わってくる。緊張を緩和しながら、話しやすい雰囲気作りが求められる。

### (3) 数学的コミュニケーションの活性化に向けて

数学的コミュニケーションを行うことは難しいと思いながらも、生徒や教師は工夫次第では活性化できるものと考えている。図3は、数学的コミュニケーションの活性化のための手立てとして、いくつかの項目から選んだ結果を割合の高い順に並べたものである。

平成27年度、29年度とも、「グループやペア学習など学習形態を工夫する」「気軽に話すことができる雰囲気をつくる」「いろいろな考え方や解き方の問題にする」を挙げる生徒の割合が高い。これには教師も同様の見解を示している。「学習形態」「雰囲気づくり」「問題の工夫」は活性化のための三大要素と言える。さらに教師の場合は、

項目 7, 10, 6 のような「問題の工夫」を挙げる

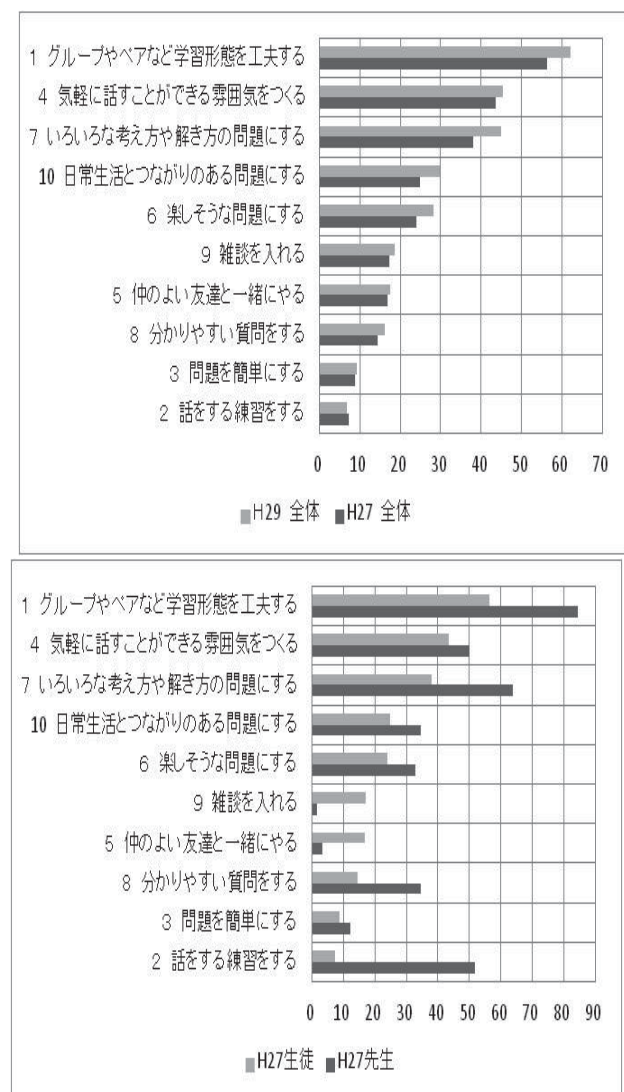


図3 数学的コミュニケーションの活性化のために

割合が生徒よりも高い。数学的コミュニケーションの活性化には、生徒が話したいと思うことがその授業の中に含まれていなくてはならない。問題のレベルも簡単すぎてもつまらないし、難しすぎてもしらけてしまう。提示する問題の難易度は、数学的コミュニケーションを大きく左右する。また、多様な見方や考え方を要する問題であれば、練り合いや討論の場面が盛り上がる。

多くの教師が「話をするための練習をする」ことを求めているのに対し、生徒はそれほど練習の必要性を感じていない。ここに、生徒と教師の間に意識の差がある。教師は話型などを重視し、筋道立てて話をするをを求める傾向が強い。型にはまった数学的コミュニケーションを求めるあま

り、数学的コミュニケーション離れを引き起こすことが懸念される。型にはめるのではなく、自然に沸き起こる数学的コミュニケーションを大事していくべきである。

#### (4) 数学的コミュニケーションに対する意識、数学観、授業観、学習観

質問 1～7, 質問 a～b の平均値を集計し、2年間の平均値を分散分析で比較した(表3)。

平成27年度、29年度の分散分析の結果、有意差を示したのは、質問 2, 5, 6, 7, a, b である。質問 2, 6, 7 は平成27年度と平成29年度では質問の文章が多少異なっている。平成27年度では、この3つの質問に「数学的」との言葉をつけずに、単に「コミュニケーション」と表記して質問した。平成29年度では、すべての質問項目に整合性を持たせるために、すべての質問を「数学的コミュニケーション」と表記して質問した。このように、「コミュニケーション」を「数学的コミュニケーション」を変えた質問 2, 6, 7 に大きく有意差が見られたということから、生徒が「コミュニケーション」と「数学的コミュニケーション」を同等のものに見なしてはいることがわかる。さらに、「数学的」といった言葉がつくことで意欲や必要感、有効性が増している。今後、研究を進めていく上でこの2つの用語を意図的に使い分けて行く必要がある。質問 5, b について有意差はあるものの、その差はわずかである。質問 a (数学観) については有意差が大きく、数学観が好意的な方向へ推移している。

表4は、平成27年度の1年生と平成29年度の3年生の平均を比較したものである。質問 2, 4, 7, c について有意差が見られた。質問 1, 3, a, b について、平成29年度には平均値が下がっているものの、有意差は見られない。この結果から、数学的コミュニケーションに意欲的に取り組み、その有効性を実感しているものの、困難に感じる生徒が増加していることがわかる。また、質問 c の得点が大幅に減少しており、授業を通して数学を自分の中に作り上げていくイメージが薄れている様子が伺える。学年が進むにつれて内容が難しくなり、数学的コミュニケーションが一段と困難なものとなっている。

※印 5%水準で有意である

	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	雰囲気	必要感	有効性	数学観	授業観	学習観
H27	4.20	3.72	3.84	3.02	4.37	4.23	4.19	3.32	3.75	3.79
H29	4.17	3.85	3.86	3.04	4.42	4.41	4.34	3.48	3.82	3.76
増減	-0.03	0.13	0.02	0.02	0.05	0.18	0.15	0.16	0.07	-0.03
P値	0.43453	0.00018	0.62741	0.466948	0.029944	$8.56 \times 10^{-10}$	$6.11 \times 10^{-8}$	$1.77 \times 10^{-6}$	0.04842	0.408979
F値	0.61	14.04	0.24	0.53	4.72	37.81	29.44	22.90	3.90	0.68
F境界値	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84
有意差		※			※	※	※	※	※	

表3 H27とH29の平均値の比較と分散分析結果

※印 5%水準で有意である

	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	雰囲気	必要感	有効性	数学観	授業観	学習観
H27 1年生	4.27	3.73	3.89	3.13	4.36	4.25	4.16	3.42	3.71	3.89
H29 3年生	4.19	3.87	3.86	2.92	4.43	4.33	4.29	3.34	3.62	3.72
増減	-0.08	0.14	-0.03	-0.21	0.07	0.08	0.13	-0.08	-0.09	-0.17
P値	0.14197	0.014279	0.580246	0.000966	0.147284	0.148851	0.013841	0.228335	0.145139	0.001078
F値	2.16	6.02	0.31	10.94	2.10	2.09	6.07	1.45	2.13	10.73
F境界値	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85
		※		※			※			※

表4 H27の1年生とH29の3年生の平均値の経年比較と分散分析結果

次に学校間において数学的コミュニケーションに対する意識や数学観、授業観、学習観に差異はあるかを分析した。

表5、6は、質問1、2、6、7、a、b、cについて、4校の学校間を比較した結果である。平成27年度、29年度の分散分析の結果、すべての質問項目について有意差があり、学校間に差があることが明らかになった。質問間を比較すると、

質問1、2の数値の高い学校は、数値a、b、cの数値も高くなっている。数学的コミュニケーションに意欲的な学校は、内在的数学観、構成的授業観・学習観に支えられていることが明らかになった。また、分散分析の結果や図4のグラフから、平成29年度になり学校間の格差が広がっている。平成29年度では、C中がすべての質問項目に対して、平均値が最も低い。

平均	質問1	質問2	質問6	質問7	質問a	質問b	質問c
	実態	意欲	必要感	有効性	数学観	授業観	学習観
A中	4.24	3.66	4.24	4.17	3.19	3.79	3.81
B中	4.06	3.61	4.32	4.26	3.41	3.60	3.80
C中	4.04	3.66	4.07	4.01	3.26	3.73	3.57
D中	4.33	3.87	4.30	4.30	3.43	3.83	3.92
P-値	$8.89 \times 10^{-8}$	$8.971 \times 10^{-5}$	0.0001822	$2.448 \times 10^{-6}$	0.0002	0.0068737	$1.5 \times 10^{-7}$
F値	11.98	7.15	6.65	9.67	6.64	4.06	11.62
F境界値	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61

表5 学校間の比較(平成27年度)

平均	質問1	質問2	質問6	質問7	質問a	質問b	質問c
	実態	意欲	必要感	有効性	数学観	授業観	学習観
A中	4.21	3.79	4.36	4.28	3.44	3.75	3.75
B中	4.16	3.92	4.52	4.47	3.66	3.92	3.85
C中	3.74	3.48	4.12	4.03	3.28	3.71	3.41
D中	4.44	4.10	4.59	4.54	3.55	3.90	3.97
P-値	$2.92 \times 10^{-28}$	$5.83 \times 10^{-21}$	$2.92 \times 10^{-28}$	$8.43 \times 10^{-23}$	$1.517 \times 10^{-6}$	0.0046248	$4.63 \times 10^{-17}$
F値	45.30	33.29	28.82	36.30	10.01	4.35	26.95
F境界値	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61

表6 学校間の比較(平成29年度)

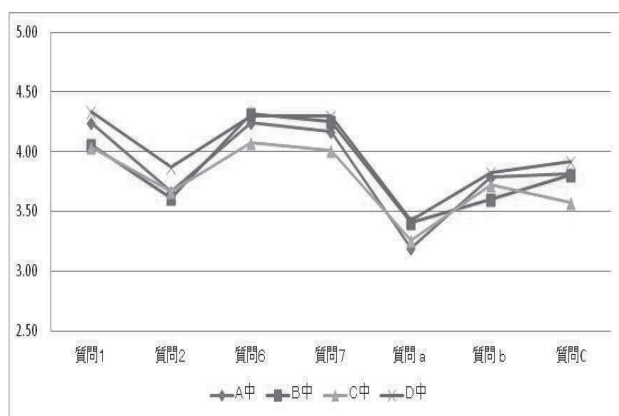


図4 学校間の比較グラフ(平成27年度)

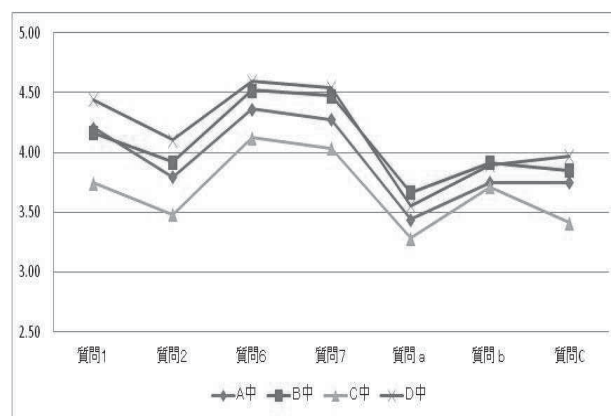


図5 学校間の比較グラフ(平成29年度)

#### (5) 数学的コミュニケーションに対する意識と数学観、授業観、学習観との関係

数学的コミュニケーションに対する意識と、数学観、授業観、学習観を相関関係を考察するために、質問2(意欲)、質問6(必要感)と質問a, b, cの関係について分散分析をした。

表7, 8は質問2の得点毎に、質問a, b, cの平均をまとめたものである。

質問2	割合	質問a	質問b	質問c
5	24.4%	3.55	4.06	4.14
4	40.1%	3.36	3.84	3.85
3	21.7%	3.16	3.43	3.58
2	10.8%	3.09	3.45	3.47
1	2.9%	3.07	3.43	2.92
P値		$6.09 \times 10^{-11}$	$1.95 \times 10^{-24}$	$1.19 \times 10^{-34}$
F値		13.60	30.20	42.98
F境界値		2.38	2.38	2.38

表7 質問2と質問a, b, cの関連(平成27年度)

質問2	割合	質問a	質問b	質問c
5	30.7%	3.85	4.10	4.13
4	37.4%	3.45	3.83	3.77
3	20.8%	3.17	3.55	3.51
2	8.4%	3.10	3.50	3.26
1	2.8%	3.33	3.38	3.06
P値		$2.30 \times 10^{-28}$	$4.02 \times 10^{-19}$	$2.82 \times 10^{-35}$
F値		35.18	23.67	43.92
F境界値		2.38	2.38	2.38

表8 質問2と質問a, b, cの関連(平成29年度)

分散分析の結果、有意差があることが示された。平成27年度、29年度ともに、質問2で5点の生徒は、質問a, b, cともに最も平均値が高い。そして、質問2の点数が低くなるにつれて質問a, b, cの平均値も低くなる。つまり、数学的コミュニケーションに意欲的に取り組んでいる生徒は、内在的数学観、構成主義的授業観・学習観を



身に付けていることがわかる。つまり、数学的コミュニケーションへの意欲は生徒の数学観、授業観、学習観に支えられていることが明らかになった。そして、数学的コミュニケーションを通して、数学観、授業観、学習観が好意的な態度へと成長している。

表9、10は質問6の得点毎に、質問a、b、cの平均をまとめたものである。

質問6	割合	質問a	質問b	質問c
5	49.2%	3.43	4.06	4.08
4	32.3%	3.25	3.62	3.64
3	12.7%	3.15	3.26	3.32
2	4.1%	3.21	2.90	3.26
1	1.6%	3.03	2.88	3.00
P値		$3.75 \times 10^{-5}$	$1.25 \times 10^{-52}$	$6.06 \times 10^{-47}$
F値		6.45	66.12	58.71
F境界値		2.38	2.38	2.38

表9 質問6と質問a、b、cの関連(平成27年度)

質問6	割合	質問a	質問b	質問c
5	59.7%	3.69	4.06	4.01
4	26.6%	3.23	3.65	3.56
3	10.1%	2.97	3.14	3.08
2	2.4%	3.13	2.96	3.18
1	1.2%	3.61	2.78	2.78
P値		$8.48 \times 10^{-28}$	$3.93 \times 10^{-46}$	$6.58 \times 10^{-46}$
F値		34.47	57.92	57.63
F境界値		2.38	2.38	2.38

表10 質問6と質問a、b、cの関連(平成29年度)

分散分析の結果、有意差があり、平成27年度、29年度ともに質問6で5点の生徒の数学観、授業観、学習観の平均値が他の点数よりも圧倒的に高い。また、質問6の点数が下がるにつれて、質問a、b、cの平均値は下がる。これは質問2の結果と同様の結果である。数学的コミュニケーションの必要性を感じる生徒は、内在的数学観、構成主義的授業観・学習観を身に付けている。また、内在的数学観、構成主義的授業観・学習観が身に付いているからこそ数学的コミュニケーションの必要性を十分に感じている結果といえる。

#### 4 成果と課題

本研究では、質問調査に基づき、中学生の数学的コミュニケーションに対する意識を考察してきた。数学観について、「数学とは、自分の外側にあるものだ」と質問した。数学観に関する質問内容としては、不十分な内容かもしれないが、それでも数学的コミュニケーションに意欲的な生徒は、「数学とは、自分の内側にあるもの」と考えている。自らの内側にある数学を豊かに育ていくためにも、数学的コミュニケーションは欠くことのできない活動といえよう。授業観について、「数学の学習は1人で取り組むものであって、必ずしもみんなと一緒に学習する必要はない」と質問し、協力性や相互作用について中学生の意識を考察した。数学的コミュニケーションには他者の存在が不可欠であり、積極的に数学的コミュニケーションをしている生徒は、他者との相互作用の有効性を認めていることが明らかになった。学習観について、「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」と質問した。数学的コミュニケーションは構成主義的な立場に立つものと考え。調査の結果からも生徒は自然と構成主義的な考え方に立って授業に参加していることが明らかになった。

成果として、質問調査を通して数学的コミュニケーションが生徒の数学観、授業観、学習観に支えられていることが明らかとなったことが挙げられる。一方、生徒の数学観、授業観、学習観は、日常的な数学的コミュニケーションによって形成されているとの見方もできる。どちらが先とは言えず、日常的に行われている授業を通して、お互いが影響し合い、成長をしていると見るのが妥当だろう。勿論、教師の数学観、授業観、学習観の影響は大きい。Cobb(1997)は、子どもが数学的活動を反省し、客観化することは対話に参加したときに起こる、と指摘する。数学的コミュニケーションを通して自らの思考を振り返る経験の積み重ねが、生徒の数学観、授業観、学習観を豊かにしていく。数学的コミュニケーションの活性化において大事なことは、授業は数学の妥当性を他者とともに確認する場であるとの認識のもとで授業実践を積み重ねていくことである。

今後の課題として、スタック状態に陥った場面で行われている数学的コミュニケーションの分析が挙げられる。話し合いの場面と言われると、「比較検討」、「練り合い」といった場面が連想されやすい。しかし、実際の授業を振り返ると、スタック状態において話し合いが盛り上がっていることが多い。「何をしたらよいか分からない」、「うまく説明できない」といったスタック状態になると、生徒は積極的に話したり、聞いたりする。数学的コミュニケーションには目的がある。生徒の目的意識や必要感の有無は、数学的コミュニケーションの活性化に大きく影響する。数学的コミュニケーションがどのような目的で行われ、その目的が達成されたかどうかを、スタック状態の場面に焦点を当てて分析していきたい。

また、教師の問いに関する部分にも研究の余地がある。数学的コミュニケーションを質的に高めるためには教師の問いが重要な役割を果たす。ここでの質の高まりとは、生徒の認知過程に数学的コミュニケーションが積極的に関わっている状態を指す。教材開発および授業形態の工夫が数学的コミュニケーションの活性化には必要不可欠ではあるが、質的な高まりを目指すには教師からの問いが大きく影響してくる。授業では、「もう一度説明してごらん」「どうしてそれに気がついたの」「知りたいことは何だろう」「そのために必要なことは何だろう」といった問いをタイミングよく発することが求められる。そのタイミングは、経験により身に付いていく。そのため、教師は自らの授業を振り返り、適切な問いかどうかを省察する必要がある。教師がなぜそのタイミングでその問いを発したのか、数学的コミュニケーションが授業において効果的に機能するための教師の内面に関する分析も今後の課題としたい。

#### 引用文献

- Cobb, P., Boufi, A., McClain, K., Whitenack, J., . . . 1997. Reflective Discourse and Collective Reflection. *Journal Research in Mathematics Education*. 28, 3. pp258-277
- 江森英世. 2000. 数学的コミュニケーション参加者の認知過程. *数学教育学論究*. 73・74. 日本数

学教育学会. pp27-54

- 平林一栄. 1987. 数学教育の活動主義的展開. 東洋館出版社
- 金本良通. 2014. 数学的コミュニケーションを展開する授業構成原理. 教育出版
- 湊三郎・浜田真. 1994. プラトンの数学観は子供の主体的学習を保障するか：数学観と数学カリキュラム論との接点の存在. *日本数学教育学会誌「数学教育」*. 76(3)

# On the Consciousness of Middle School Students' Mathematical Communication

OTOMO, Masazumi

Katsuhira Junior high school

## Summary

As mathematical communication reflects teacher's view on mathematical education and view on mathematics vigorously, activation of mathematical communication requires the teacher to reconsider view on mathematical education and view on mathematics. The results of the survey of awareness of communication revealed that students are asking to devise learning formation to make mathematical communication active, and to create an easy to feel free to talk atmosphere. The survey was conducted in FY2015 and FY2017. As a result, it was revealed that the number of pupils transformed into an external mathematical view by promoting to a third grader is increasing, and it is clear that junior high school students. The mathematical communication awareness was found to be greatly correlated with student's view on mathematics, view on class, view on learning. (The word of view is interpreted into “perspective” or “perception” “great concentration and insight on mind, heart in practices”). This implies that mathematical learning is learning together with others. It is an essential role for mathematical communication to fulfill that cultivating awareness that lessons are a Ba place to confirm the validity of mathematics with others in the practice of daily life.

Keywords: Mathematical communication, view on mathematics, view on class, view on learning