

# 数学教育におけるコミュニケーションの 社会文化的アプローチによる考察

<修士論文要旨>

数学教育専攻 数学科教育学領域

大地孝宏

## 論文構成

序章 本研究の目的・本論文の構成	第3章 社会文化的アプローチについて
第1節 本研究の目的	第1節 社会文化的アプローチの基本的概念
第2節 本論文の構成	第2節 A.Sfard のコモグニション論
第1章 数学教育におけるコミュニケーション・ コンテキストに関する考察	第4章 授業におけるコミュニケーションの分析
第1節 数学教育におけるコミュニケーション に関する考察	第1節 授業分析の目的・方法・対象と 授業の概要
第2節 数学教育におけるコンテキストに関す る考察	第2節 授業の分析と考察
第2章 コンテキストの性質について	第3節 指導の在り方
第1節 コンテキストの慣習的性質・ 文化的性質	終章 研究の成果と課題
第2節 コンテキストの変化の困難性	第1節 研究の成果
	第2節 研究の課題

### 1. はじめに

コミュニケーションが数学の学習においては必要であるという認識は一般的なものであるが、岡崎(2012)が述べるように、「話し合いが儀式のようになっていて、何のためにそうした活動をしているのかが見えない授業もある」(岡崎, 2012, p.1)。また同様に、平林(1987)が指摘するように、子どもたちが活発に議論を行ったとしても、望ましい概念形成につながることは多々あるものである。

筆者は、このようにコミュニケーションが形骸化してしまうことに対して問題意識を持っている。学習の手段としてコミュニケーションが機能していると言うためには、何らか

の目標の達成を助けていなければならない。

また、子どもたちの問題解決や議論が望ましいものとなるかを左右するものとして注目されるものとしてコンテキストの概念がある。コンテキストとは、問題解決の際に参照されるものであり、ある問題に対する解答の適切さの方向付けを指すものである。そのため、教師やカリキュラムで意図される目標に子どもが達するためには、子どもがそれに適したコンテキストを参照することが必要である。

そこで本研究では、コンテキストを視点にし、コミュニケーションが学習にどのように機能するのか、ということ进行を明らかにすることを目的とする。また、これらの問題につい

での議論を踏まえ、望ましい指導への示唆を得ることを目的とする。

## 2. コンテキストについて

本研究では、子どもたちの問題解決が望ましいものとなるかを左右するものとして注目されるものとして、コンテキストの概念に着目する。

本研究では課題に対して参照されるコンテキストに着目する。このコンテキストは、課題に対する解決の方向を定めるものである。

このコンテキストに着目すると、子どもの解答が教師の意図するものや、カリキュラム上の目標と異なってしまうことを説明することができる。また、子どもの議論が望ましくならないことも、子どもたちが課題に対して教師が意図するコンテキストと異なるものを共有していると考えれば、その原因を説明することができる。そのため本研究では、課題に対して参照されるコンテキストに着目し、子どもの問題解決が望ましくなるためには、適切なコンテキストを学習することが必要であるとする。

また、本研究でのコンテキストの定義は岸本のもを参考にし、「ある人が課題に対する解答が適切であると考えるとき、その適切さの方向づけ」(岸本, 1995, p.215)とする。

上述したように、筆者は、コミュニケーションが学習にどのように機能するのか、ということを明らかにしたいと考えている。そこで本研究では、この課題に対して参照されるコンテキストに焦点を当て、コミュニケーションを通して、子どもがどのように適切なコンテキストを参照できるようになるのかを明らかにする。

## 3. 研究課題の設定

先行研究において、子どもの参照するコンテキストの変化過程を説明するものとして、岸本(1995)や金本(1998)、岩崎(1998)がある。これらにおいて、適切なコンテキストへの変化は、コミュニケーションの中で起きるものとされている。

岩崎は、コンテキストは教師と生徒によって相互交渉されながら発達するものであると述べ

る。また岩崎は、適切なコンテキストへの変化のためには、子どもに数学の在り方を教えていかなければならないとしている。

このように、相互交渉によって、子どもが参照するコンテキストが適切なものへと変化するためには、子どもが、数学がどう在るべきかということを理解していることが前提となる。

しかし、数学の在り方については数学を学ぶ過程で学ばれるものである。そのため、数学を熟知しない子どもにとって、そこでのコミュニケーションはむしろ、適切なコンテキストへと導かれる過程であると捉えられる。そして、その過程で数学の在り方を学ぶことができるのである。つまり、コンテキストの変化のためのコミュニケーションは、子どもを数学という文化に導く過程として捉えられる。

そういった意味では、金本が、教師の権威を想定し、適切なコンテキストの形成を教師の役割としていることは、教師を数学の文化に長けた人物として見るものであり、数学という文化に子どもたちをつなげるものとしてコミュニケーションを捉えるものである。

しかし、金本は、コミュニケーションと思考は別のものであると述べ、それらについての関係に言及をしていない。そのため、コンテキストの変化のためのコミュニケーションが、どのようにして思考の変化に影響を与えているのかを明らかにされていない。これについては岸本も同様である。

そこで本研究では、コンテキストの変化のためのコミュニケーションと、それに伴う思考の変化との関係を明らかにすることを課題とする。

## 4. Sfardのコモグニション論

本研究では、コンテキストの変化のためのコミュニケーションと、個人の思考の変化の関係を説明するものとして、A.Sfard(2007)のコモグニション論を参考にする。

コモグニション(commognition)は、Sfard独自の言葉で、コミュニケーション(communication)と認知(cognition)を合わせた造語である。この理論の基本的な前提は、思考

がコミュニケーションの一部として想定されることである。さらに Sfard は、この考え方から、思考ができるようになるために、他者とコミュニケーションをすることが必要であるとする。特に Sfard は、数学におけるルールの学習においてコミュニケーションが必要であるとする。

Sfard の言うルールの概念は、本研究におけるコンテキストの概念を包含するものと考えられる。そのため、Sfard の言うルールについての学習は、本研究で言うところの適切なコンテキストについての学習を含んでいると考えることができる。

また、コモグニション論では、コミュニケーションにおけるルールの学習の過程についての説明がされている。

Sfard によれば、ルールの学習は、まず、異なるルールを持つ人物とのコミュニケーションが起点となる。つまりここでは、コミュニケーションの仕方についての差異が起きることになる。Sfard は、コミュニケーションの参加者におけるこのような差異のある状態をコモグニション的対立(commognitive conflict)と呼ぶ。

では、このコモグニション的対立はどのように解消されるのだろうか。Sfard はこのコモグニション的対立は、コミュニケーションに対する欲求によって解消されると述べる。Sfard は、このような要因によって、他者のコミュニケーションに同調しようとし、コミュニケーションの仕方を模倣することによって、コモグニション的対立が解消されると説明するのである。

さらに本研究では、コミュニケーションを通して、コンテキストについての価値の理解によっても、コモグニション的対立が解消されると考える。

これについて、ある課題に対して適切であるとされる解答の仕方には、何らかのよさがあるものである。つまり、適切なコンテキストは何らかの価値を内在している。

そのため、コミュニケーションを通して、コンテキストの価値が顕在化され、そのよさを子どもが理解することができた場合、子どもはコンテキストの変化を起こすと考えられる。

ここまで見た Sfard のコモグニション論を、適切なコンテキストへの変化過程の説明のために参考にすると、適切なコンテキストへの変化は、適切なコンテキストを持つ、数学に長けた人物とのコミュニケーションによるコモグニション的対立が起点となり、それを、社会的適応によって解消していくことで起きるといことになる。

それに加え、本研究では、コミュニケーションを通して、コンテキストについての価値の理解によっても、コモグニション的対立が解消されると考える。そして、思考とコミュニケーションが同じ事象であることによって、適切なコンテキストに従うコミュニケーションを行うことができるようになることで、適切な個人内のコミュニケーション、つまり、適切な思考ができるようになることができるのである。このようにして、コンテキストの変化のためのコミュニケーションが思考の変化に機能するのである。

## 5. 授業の分析

本章では、実際の授業の分析を行う。この分析の目的は、コンテキストの変化過程を具体的に明らかにするとともに、指導への示唆を得ることである。

授業分析の対象としたのは、国立大学附属中学校第 1 学年の「比例」の単元の授業である。本分析においては、9 時間の授業を観察した。

また、分析の枠組みとして、上述した Sfard のコモグニション論を採用する。

今回分析した授業で扱われていた課題は、「砂が落ちきるのに 2 分 50 秒かかる砂時計を、3 分ちょうどで落ちる砂時計にするためにはどのようにしたらよいか？」である。また、ここで注意したいことは、この 2 分 50 秒かかる砂時計は、架空のものではなく、実際に教師が用意したものであるということである。

今回注目したいのは、「2. 砂時計の砂の量と時間は比例するのか?」、「3. 比例する、比例しない、というそれぞれの考え方のいいところはなにか?」という課題である。

2 の問いは、3 分ちょうどの砂時計を作ることに  
 対し、子どもたちが、「砂の重さ  $\times \frac{3:00}{2:50}$  を  
 計算し、その答えの重さの砂を砂時計に入れる」と  
 いった、砂時計が比例することを前提とした考  
 え方が多く出たことを受け、教師がこのよう  
 な考え方をするためには、「砂時計の砂の量と時  
 間が比例するかどうかを確かめなくてはなら  
 ない」として、出題したものである。この課題  
 に対して子どもたちは、各自で実際に実験を行  
 って検討した。

そして、今回の課題が実際の砂時計を扱って  
 いることから、2 の課題では、比例するかどう  
 かの判断の仕方の差異、つまり、コンテキスト  
 の差異によって、砂時計が比例するかどうかで  
 議論が生じた。そのため、ここでの議論はコモ  
 グニシヨンの対立の見られる場面である。

また 3 の課題は、2 の課題についての、それ  
 ぞれの解答の仕方のよさを問題にするものであ  
 る。つまりこれは、コンテキストの価値を議論  
 するものである。

これら 2 つの課題に対するコミュニケーション  
 は、参照するコンテキストを変化させる機会  
 となると考えられる。まず 2 の課題についての  
 コミュニケーションの場面である。この場面  
 では、生徒が実験結果を提示し、その結果が比  
 例するものであるかどうか議論される。

この場面では、実験に誤差が生じることを認  
 めたうえで、生徒の実験結果が比例するもので  
 あるかどうか議論される。ここでは多くの子  
 どもが「比例する」とし、少数の子どもが「比  
 例しない」としていた。ここでの子どもたちの  
 意見のずれは、比例するかどうかの判断の仕  
 方の差異、つまり、コンテキストの差異による  
 のである。よって、ここでの意見の違いは、コ  
 モグニシヨンの対立とみなすことができる。

それぞれのコンテキストについては、具体的  
 には、実験結果を「比例する」としている子  
 どもたちは、「比例するかどうかの判断は大  
 体の基準で判断すべきである」というコン  
 テキストを参照していると言っている。この  
 コンテキストを大体コンテキストと呼ぶこと  
 にする。）

逆に「比例しない」としている子どもたちは、  
 「比例するかどうかの判断は厳密な基準で判  
 断すべきである」というコンテキストを参照  
 していると言っている。（このコンテキストを  
 厳密コンテキストと呼ぶことにする。）

この場面では、複数の実験結果をもとに、比  
 例するかどうかという議論がしばらく続けら  
 れるのだが、結局子どもたちで議論が収束す  
 ることはなかった。

次に 3 の課題についてである。これは 2 の課  
 題が行われた授業の次の時間に扱われた。こ  
 こで提示する場面は、教師がこの課題を提  
 示し、コミュニケーションが行われている場  
 面である。

このコミュニケーションで扱われている課  
 題は、それぞれのコンテキストのよさ、つま  
 り、コンテキストの価値を考えるものである。

また、これは教師によって提示された課題  
 である。2 の課題についてのコミュニケーション  
 では、コンテキストの価値についての発言が  
 あまり見られなかった。そのため、教師がこ  
 の課題を提示したのである。

このコミュニケーションは、なぜ他の生徒が  
 大体コンテキストを採用するのか、あるいは  
 厳密コンテキストを採用するかが理解でき  
 ない生徒にとっては有意義なものである。な  
 ぜなら、そうした生徒は、異なるコンテキ  
 ストの価値に気付くことで、コンテキスト  
 の変化をさせることの必要性を感じること  
 ができるからである。これが教師のこの課  
 題に対する意図である。そしてここでの  
 コミュニケーションは、教師の意図通り  
 のものと言ってよいだろう。

## 6. 考察

ここでは、コミュニケーションにおける子  
 どもの参照するコンテキストの変化について  
 考察する。ここでは適切であるコンテキ  
 ストは大体コンテキストであると考え  
 る。というのも、我々が現実の事象を扱  
 う際、大体コンテキストを参照することが  
 通例であり、教師も、子どもたちが大  
 体比例するとみなし、見当を付けられる  
 ようになることを目的としていたため  
 である。

そのため、大体コンテキストを参照する子  
 ども

もは、適切なコンテキストを持つ文化に長けた人物であると言える。また、厳密コンテキストを参照する子どもにとって、今回のコミュニケーションは、参照するコンテキストを、適切なものへと変化させる機会となっていたと言える。

これらを踏まえ、コミュニケーションによるコンテキストの変化の様相について考察する。ここでは、2名の生徒を取り上げて考察する。

ここで取り上げる生徒は、今回の議論で、直接コミュニケーションに参加していなかった生徒Aと、何度か発言をしていた生徒Bである。彼らは、ともに今回の課題に対して、厳密コンテキストを参照していた。よって、彼らにとって「比例しない」と解答することは筋の通るものである。

まず、生徒Aについて考察する。上述したように、生徒Aは議論の最初、厳密コンテキストを参照して「比例しない」と考えていた。しかし、3の課題が扱われた授業の後、今回の砂時計の事象について、比例すると考えた方がよいということをノートに記述していた。

この理由について生徒Aにインタビューを行った。まず、生徒Aは「なぜ比例すると思った？」という質問に対し、「だいたい比例するから」と述べた。そこで、以前のノートを見せ、「この時は比例しないって書いたと思うんだけど、なんで比例するに変えたの？」という質問をしたところ、生徒Aは「比例ってちょうど一緒じゃなきゃだめだと思ってたけど、今回は大体でいいと思ったから」と述べた。さらに「なんで今回は大体でいいと思ったの？」と質問を行ったところ「見当が付けられるから」と述べた。

ここで見たように、生徒Aは授業を通して参照するコンテキストを変化させている。ここで注目すべきは、2の課題が扱われた授業の後には、「比例しない」としたままであったということである。

これに関して、2の課題が扱われた授業の時、すでに多くの生徒が大体コンテキストを参照し、「比例する」という解答を出していた。つまり、「比例する」という解答は社会的な力を持つも

のであると感じられる。よって、この時点で生徒Aが「比例する」としなかったことで、生徒Aは他の生徒の意見に適応しようとすることはしなかったと言える。

また、2の課題の時点では、なぜ大体コンテキストを参照するのか、つまり、コンテキストについての価値が議論されることがほとんどなかった。それに対し、3の課題は、コンテキストについての価値が焦点となっていた。そして、この授業後に生徒Aは「比例する」と考えることを認めている。

これは、生徒Aが比例すると考えることで、見当をつけられる等の価値に個人では気づくことできなかったためであると考えられる。そのため、大体コンテキストの価値が議論されなかった2の課題の後では、コンテキストの変化が起きずに、3の議論の後で変化したのである。実際、生徒Aは3の議論の後で「比例する」と考えることの価値について気づいていた。

このように、生徒Aは直接コミュニケーションには参加しないものの、教室での議論と自分の意見の間でコモニケーション的対立を起し、それを、コンテキストの価値の理解を動機とした模倣によって解消したのである。さらに、それによって、大体コンテキストに基づいて「比例する」と解答できるようになったのである。

次に生徒Bについて述べる。生徒Bは議論の中で何度も発言をしており、今回の事象について一貫して「比例しない」と述べた。これに関して、今回の議論では、多くの生徒が「比例する」と考えるべきだと主張していたため、生徒Bは批判を受けていた。また、3の課題において、コンテキストの価値が議論されていてもなお、今回の場合も「比例しない」と述べている。

これらから考えられることは、まず生徒Bは社会的適応を起こそうとしなかったことである。これについては生徒Aと同じであり、生徒Bの「比例しない」という解答は、彼のコンテキストにおいては筋の通るものであったため、「比例する」という意見を受け入れる必要がなく、他の生徒に適応することも選ばなかったのである。

そして、「見当が付く」という発言を聞いても

なお「比例しない」とするのは、生徒 B が厳密コンテキストの価値を見出し、それにこだわったためである。これは、生徒 B が「およそは 100 パーセントじゃないです。すごく貴重な研究とかだったら厳密にした方がいいと思う」という発言をしていたことからわかる。

これらの発言から、生徒 B は、大体コンテキストが見当をつけるために有効であることを知りながらも、見当をつけられることの価値を受け入れることができないために、コンテキストの変化を起こさないのである。

### 7. 指導の在り方

ここでは、前章までの授業分析や議論をもとに、指導の在り方について考察する。

今回の授業では、大体比例すると考えられるようになることが教師の目的であったため、この観点から教師の役割について議論する。

授業での議論で見られたように、大体コンテキストの価値について理解している子どもが何人か見られた。これについては、今回の課題が具体的な事象であったため、容易に気づくことができたのである。また、生徒 A の変化からもわかるように、理解しやすい価値であった。

しかし 2 の課題の時点では、生徒が自分たちでそのような価値についての議論をすることが少なかったため、3 の課題を提示したことは重要なことである。このようにすることで、大体コンテキストの価値に気付いていなかった生徒も、その価値を理解し、参照するコンテキストを変化させる必要性を感じるのである。

また、生徒 B のような、自分のコンテキストの持つ価値へのこだわりが強い子どもは、生徒 A のような変化を起こすことができない。そのため、権威を持つ教師が、大体コンテキストを価値づけていくことが必要となる。

このように権威を持つ教師が、「見当をつけること」に価値があることを顕在化していくことで、生徒 B が社会的適応を起こすきっかけを作ることができるのである。また、そのようにすることで、生徒 B はどのようなことが価値あるとされるのかを知り、今後、適切なコンテ

クトの選択を行うことができるようになる。

### 8. 今後の課題

今回の課題は、具体的な事象を扱っており、コンテキストの価値が子どもたちにとって理解しやすいものであった。しかし、抽象的な数学においては、コンテキストの価値は子どもたちに理解しにくいものであると考えられる。そのため、子どもたちの参照するコンテキストの変化に、より困難が生じると考えられる。そこで、今後実際の授業を分析することを課題にしたい。

### 引用・参考文献

- 岩崎浩(1998). 「「メタ知識」を視点とした授業改善へのアプローチ—「指示の文脈」と「記号体系」との相互作用—」. 全国数学教育学会誌, 『数学教育学研究』, 第 4 巻, 83—103.
- 金本良通(1998). 『数学的コミュニケーション能力の育成』. 明治図書.
- 岸本忠之(1995). 「小数の除法の児童の概念変容について—「授業コンテキスト」に焦点をあてて—」. 日本数学教育学会, 『第 28 回数学教育論文発表会論文集』, 213-218.
- 岡崎正和 (2012). 「数学教育における認識論研究の展開と課題の明確化」. 全国数学教育学会誌, 『数学教育学研究』, 第 18 巻, 1-12.
- Sfard, A. (2007). When the rules of discourse change, but nobody tells you - making sense of mathematics learning from commognitive standpoint. *Journal of Learning Sciences*, 16(4), 567-615.