上越数学教育研究，第 24 号，上越教育大学数学教室，2009 年，pp.31-40.

相互作用における教師の感触と生徒の数学学習のずれ

岩﨑　聡
上越教育大学大学院修士課程 2 年

1．はじめに

数学の授業において，問題解決的な学習の場で生徒たちが意見を出し合い，数学を作り上げていく姿は理想の一つである。また，教室で展開される相互作用のパターンは，生徒がどのように数学的な知識を構成するかに影響を及ぼすと考えられる。しかし，実際の数学の教室では，教師が生徒の発話を要約したり，それぞれの意見をまとめたりする姿が見られることが多い。筆者の授業も例外ではなく，生徒の発話をもとに授業を進めているようではあるが，教師主導であることは否めなかった（岩﨑，2008）。

そこで，筆者はより開かれた相互作用を展開することを目的とし，説明責任を生徒に委譲することを試みて授業改善を行った。そして，教師が常識としてあたりまえのようにしてきたことを改め，そのハードルを乗り越えることで，生徒に主体的な態度を培うことができるということを提案してきた（岩﨑・岩﨑，2008）。本稿では授業改善の中で多くの不安や戸惑いを感じた第 1 時に焦点をあて，相互作用と教師の意識について分析していく。そして，そこで展開される相互作用と生徒の数学学習の関係について明らかにしていくことが，本稿の目的である。

2．相互作用

筆者自身が 2004 年に実施した授業を分析すると，生徒が問題を解決し，その方法を発表し合い，よりよい方法を見いだしているように見えるが，そこでは教師対生徒の相互作用が中心であることが浮き彫りになった（岩﨑，2008）。さらに，相互作用の中で特徴的であったのは，生徒の発話を教師が復唱し，考え方をまとめていくというパターンが多いことであった。

Wood らは，次の 4 つの教室文化のクラスで起こる相互作用のパターンと子どもたちの数学的な思考の関係について分析し，教科書中心の教室文化から探究・論証の教室文化へと相互作用の質は閉じたところからより開かれたところへと変化しているとまとめている（Wood，2006)。

伝統的な指導		改革志向の指導	
教科書中心の授業	問題解決中心の授業	ｽﾄﾗﾃｼﾞｰ報告中心の授業	探究・論証中心の授業

問題解決的な学習においては，生徒の考え方を取り上げる際の教師の姿勢は大きなポイントである。Wood らが分類する相互作用のパターンでは，次の 3 つのパターンに教師の姿勢の違いが見られる。（型名は筆者訳）

〔Exploring Method〕（方法探究型）
この相互作用パターンの働きは，生徒がどのように問題を解き，どのように答えにたどり着いたかを説明することである。その目的は，

生徒がいくつかの異なるストラテジーを発表することである。
〔Teacher Elaborate〕（教師洗練型）
教師は，生徒の説明を洗練したり，発展させたりするために，この相互作用を使う。それは説明している生徒のためだけでなく，説明を聞いている生徒のためでもあり，生徒の解説の不十分な点を補う方法の一つでもある。
〔Inquiry〕（探究型）
この相互作用のパターンの基本的な考えは、他のアイディアや考え，方法を理解することである。生徒や先生は、他の人の説明やアイディアを理解していないことを示したり、意見をしたりする。その目的は、他の生徒の意味することを、明らかにすることである。

特に教師洗練型の相互作用パターンはストラテジー報告中心の教室文化で多く見られ，これは説明者としての責任を生徒にシフトしつつも教師主導になってしまったことの表れであろうと Wood らは指摘している。2004 年の筆者の授業をこの枠組みで見ると，教師洗練型の相互作用が多く見られたことになり，筆者の数学の教室は生徒に期待しつつも，完全には任せきれない状態だったと言える（岩崎，2008）。

これらをもとに授業研究においては，生徒の説明に対して復唱をしないこと，生徒の説明について質問がないか，妥当であるかということを全体に返すことを心がけ，授業の改善を試みる。Wood らは，生徒の言語として表現された思考との関係を分析したが，本稿では生徒の自己評価表も参照し，相互作用と生徒の数学学習について関係を明らかにしていくこととする。

3．授業研究について

授業研究は，ゼミを中心とするチームで取り組んだ。本節では授業研究の概要および本稿で対象とする第 1 時の指導計画について述べる。（授業研究についての詳細は，岩﨑，岩﨑(2008)を参照。）

3.1. 構成メンバー

授業研究は数学教育学研究者 2 名（岩崎浩：上越教育大学，Heinz Steinbring：Universität Duisburg-Essen）と現職の大学院生 3 名及び大学院生 1 名の合計 6 名のチームで実施した。全授業とも，授業者は筆者であり，グループ活動の場では現職の大学院生 1 名が補助（TT）として参加した。

3.2. 対象クラスと単元

［対象クラス］
上越市内の中学校 1 年生 1 クラス
（41 名；男子 22 名，女子 19 名）
［実施期間］
2008 年 5 月中旬～6 月中旬
1 単位時間(50 分)ずつ計 8 単位時間実施
［単　元］
正の数・負の数の乗法から四則の混じった計算まで

3.3. 具体的活動

＜指導案検討＞

授業者である筆者から提出された指導案は，授業研究の目的に照らして検討された。その際，主に研究者から代案となりうるアイディアが示された。それは，数学教育学研究の成果に基づくものであり，主なものは，次のものであった。

- Wittmann(1995, 2000)のパターンや構造の科学としての数学の考え方
- Steinbring(2005)の認識論的三角形，特に，指示の文脈（Reference Context）の考え方
- 岡本光司(1998)のこれまでの問題解決学習に対する批判的見方及びその際の教師観，子ども観

ただし，研究者によって示されたアイディアが指導案に反映されるかどうかは，授業者

である筆者がそのアイディアを重要だと評価し，受け入れるかどうかにかかっていた。その意味で，作成された指導案は，授業者が研究者と共同でデザインしたものであり，ここに授業者と研究者との間に程よい緊張関係が維持されていた。

＜授業実践とその記録＞

授業の様子は，教師の動きを中心に授業全体を記録するために1台，抽出生徒を記録するために3台，計4台のビデオカメラで記録した。

また，生徒一人一人に授業の事前・事後にそれぞれ5分程度で自己評価表を記入させた（福島・岩崎，2008）。この自己評価表は授業後に集め，次の授業の最初に新しい自己評価表を配布する際に同時に返却した。

授業中のあらゆる意志決定は，授業者である筆者に任されていた。時間的な制約や生徒たちとの対応の中で，筆者の判断で計画した指導案が変更されることは珍しいことではなかった。

＜反省的検討＞

授業終了の数時間後に，授業のビデオをチームの全員で観ながら授業の反省的検討を行った。ここでは，通常の研究授業の反省会のように，「こうすべきであった」という観点からではなく，主に，授業中の生徒の意見，生徒によってなされた説明や論証についてよりよく理解することを試みた。また，それと同時に，教師と生徒の相互作用の仕方が，我々の目指す生徒の説明や論証する姿に与えうる影響について理解することを試みた。ここでは，主に，研究者から，教師が当然のこととして展開する相互作用の意味が，社会学的及び認識論的視座から指摘され，議論された。また，生徒の数学学習への影響をよりよく理解するために，しばしば当該生徒によって書かれた自己評価表が参照された。

3.4. 指導案計画

第1時の指導計画は次の通りであった。

○前時までの復習としてのエクササイズ[i]
①(+2)×(+5)の積を求め、その求め方を説明する。 ②(-2)×(+5)の積を求め、その求め方を説明する。
③(+2)×(-5)や(-2)×(-5)の場合はどうか考える。 乗数が負の数の場合、①や②のように既習事項を使った考え方ができないことに直面させ、どのように説明したらよいのかという課題意識をもたせる。
④教科書などの資料をもとに、(負)×(負)＝(正)となることの説明を，レポートにまとめてくることを家庭学習の課題とする。

筆者はこれまで「正の数・負の数の乗法」の授業では，(＋)×(＋)の段階からトランプのモデルを導入し，そのモデルで(－)×(＋)についても考え，答えを導いていていくというパターンであった。これは負の数の導入が中学生にとって重要であり，できるだけ障害がなく，容易に理解できるようにと考えてのことであった。しかし，今回の授業研究では，最初からモデルを導入し「分かりやすく教える」ではなく，「生徒ができるところまでやらせてみる」へと単元構成の視点の変換を図った。まず，①(＋)×(＋)，②(－)×(＋)までは生徒に考えさせ，そこで生徒たちが何を用いて説明するのかを見極めた。そして，そこで出た考えや教科書，自分で調べた資料などをもとに，③(＋)×(－)では生徒自身がモデルを構成し，乗数がマイナスの場合について説明するという計画とした。

このような方向へと変換した要因は2つある。1つは，研究者からの指示の文脈（図1）の考え方によるもので，生徒が分かりやすいと思うものは生徒が実際に分からない対象を説明するのに使うものであるという考え方である。特に，今回は生徒が分かりやすいモデルは何であるのかを，教師があらかじめ決定

[i]：○×問題などの，簡単な練習問題。積極的に発言する雰囲気作りや，数学の学習における学習規範を形成することが主要な目的であった。

し単元を構成するのではなく，授業実践の中でそれを見極めていこうということが単元構成のこれまでの考え方と大きく異なる点でもある。もう１つは，今回の研究のねらいである，授業実践を通して生徒がより分かりやすい説明はどれかを生徒自身で判断し，それを活用して新たな問題を解決する態度を助長しようというものである。チームで検討する中で，これまでと違うパターンであることに筆者は授業者として戸惑ったが，生徒がモデルを必要と感じることでその理解も深まるであろうと考え，メンバーの意見に授業者として納得し，実践した。

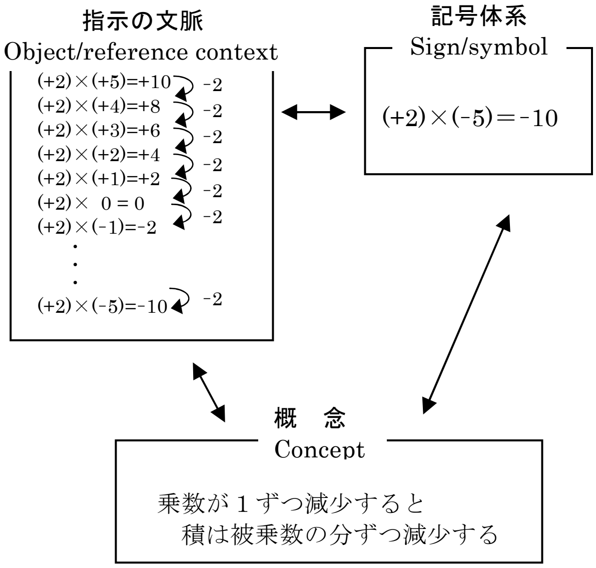

図１：認識論的三角形[ii]
（The epistemological triangle）

４．授業における相互作用と教師の姿勢

第１時では，初めての授業ということもあり，復習を兼ねた導入でのエクサイズに時間がかかってしまった。ここでは，エクサイズ終了後の，正の数・負の数の内容にかかわる場面のエピソードを以下に示す。

4.1. 場面Ⅰ：教師の戸惑い①

導入の活動が終わり，正の数・負の数の乗法の内容に移り，教師は「①(+2)×(+5)＝」と板書し，10 秒くらい間をおいただけで，全体に対して「さぁ，どうでしょう？」と投げかけた。この投げかけに対して，2／3 くらいの生徒が挙手をし，その中から Kon が指名された。教師の発問が具体的な説明を求めていなかったため，Kon の発話は「+10」という答えのみであった。その後の，教師と Kon のやり取りを以下に示す。

1257) Kon ：プラス 10 です。
1258) T ：どうして？
1259) Kon ：えーと、プラスを取って計算すると、2 かける 5 なんで、それで 10。
1260) T ：取っちゃっていいん？なんで？（言い終えると、式に積の「＋10」を書く）
1261) Kon ：プラス 5 も、5 も同じだから。
1262) T ：プラス 5 も 5、プラス 5 って言うのも、ただの 5 って言うのも同じだから。どうですか？（全体に向かって）いいっすか？
1263) S ：いいっすよ。（数名）
1264) T ：本当、いいっすか？
他に何か違う説明、こんな説明もあるよとかって、何かありますか？
（手を挙げるふりをして、挙手を促す）
ないですか、いいですか？納得？
どうですか？納得ですか？いいですか？いいですか？はい、はい。

じゃぁ、そうに書いておくか。
えー、プラス 5 も 5 も同じだから。
2 かける 5 って言ったんだっけ？
（Ko くんの方を見て確認する）
（「2×5 と同じだから」と板書）

⋮

〔T：教師，S：複数または特定できない生徒〕

教師はこの場面では机間支援をしておらず，意図的に Kon を指名したわけではないことが分かる。教師は Kon が説明したのに対して，「どうして？」（№1258），「なんで？」（№1260）と Kon 自身に具体的な説明を要求し

---

ii：乗数を１ずつ減少させていくモデルで，生徒が「(+2)×(-5)=-10」を説明したとすると，そのモデルが生徒にとっての指示の文脈にあたる。図１は，その場合の認識論的三角形を例示したものである。

ている。そして，Kon とのやり取りがすべて終わり，Kon の説明を復唱した後に，全体に対して「どうですか？いいっすか？」と投げかけている（№1262）。これに対して，数名の生徒が「いいっすよ」と答え，教師は他の説明はないか，Kon の説明に納得できるのか何度も投げかける。そして，生徒が頷いているのを見て，Kon の説明のまとめとして「+10」の答えと「2×5 と同じだから」という理由を板書する。

プロトコルから分かるように，教師は説明した生徒自身に，さらに補足を促すような質問をしていることが見て取れる。これは，Wood らの分類した教師洗練型のパターンであると考えられる。その後，教師は全体に返しているが，他の生徒から意見が出るなどの議論の広がりは見られない。Kon の説明については理解が深まったであろう。しかし，そのために他の生徒がそれ以上，説明を加えるなどの必要を感じなくなってしまったとも考えられる。

この場面での教師とは，授業者つまり筆者自身である。事前の授業検討で，この場面では Kon のような説明が出れば十分であろうという意見は出ていた。だからこそ，この場面ではトランプなどのモデルを提示せずに，生徒にできるところまでやらせてみようとしたのである。しかし，本当に生徒に任せて大丈夫なのかという戸惑いがあったのも事実である。その戸惑いの要因として，次のようなことが挙げられる。

・この説明だけで，これ以降の計算について考えられるであろうかという，先が見えない不安。
・教科書に載っていないような生徒の説明だけで，まとめもせず，このまますぎてしまってよいのだろうかという戸惑い。

これらが，何度も「納得ですか？」「いいですか？」と繰り返す言動に表れたと省みる。全体に返し，その妥当性について生徒の判断に任せることについては，教師が簡単に認めてしまうのではなく，教室全体として納得したことを受けて，まとめとしている。戸惑いの中ではあったが，生徒の判断に委ねようという教師の姿勢が見られる。

4.2. 場面Ⅱ：教師の戸惑い②

授業者としての筆者が，第 1 時で最も戸惑ったのは，「②(-2)×(+5)」の計算で，最初に指名した Tuba が，次のような説明をした場面である。

> 「えーと、例えば、2 かける 5 の場合をなんか速さに変えたとして、あのー、1 分あたりが 2 メートル進むとして、それを 5 分進んだ、あのー、その 5 分後だから、10 になったみたいな感じに考えて。それをかっこ 2 番は、逆方向に 1 分あたり 2 メートル進むと考えて、その 5 分後はあの逆に、逆の方向に 10 メートル進んだ。そういう感じかなと。」

今，筆者がこの説明を見れば，2 かける 5 の場合まで戻って，つまり既習の(＋)×(＋)の場面に戻って速さのモデルを定義し，的確に説明できていると見て取ることができる。しかし，この場面での授業者としての筆者は，これまでにないほど動揺してしまった。それは，Tuba の説明がこれほど的確であったことを，覚えていないほどであった（事実，授業後の反省的検討で，他のメンバーから聞くまで，Tuba の説明内容をよく覚えていなかった）。その要因として，次のことが挙げられる。

・教師が速さのモデルを提示しない状態で，生徒から速さのモデルを使った説明が出てこないと思っていた。
・説明を生徒に任せようとしていたので教師が説明してはいけない。しかし，Tuba はさらに詳しく説明できるのだろうか，他の生徒はそれで理解できるであろうかと不安であった。

このように考えると，生徒に任せきれていなかったということなのかもしれない。

では，この場面で実際にどのようなやり取りが行われたのか。Tuba の説明に対して教師は，「速さに例えてみたらどうかということな」と返し，同じような説明を考えた人はいるか，Tuba の説明を理解できるか，よく分からない人はいないかを全体に投げかけ，それらを挙手で確認し，Tuba とのやり取りは終わった。ここでは，補足を促すような質問はなかった。

Tuba の説明を聞いたあと，他の説明があると挙手した Haru が，「-2 かける+5 は，プラス 5 は 5 と同じだから，-2 が 5 個ということで-10 になります」と説明した。ここでも，教師は Haru の説明について理解を深めるようなやり取りはせずに，この場面では終わった。しかし，次節の場面Ⅲに出てくる Take の説明をはさんで，「②(-2)×(+5)」についての最後の場面で，「-2 が 5 個分とはどういうことか？」と再度，Haru の説明を取り上げた。そこでは，小学校のときの累加の考え方にすると「(-2)＋(-2)＋(-2)＋(-2)＋(-2)」であると Haru 以外の生徒が説明した。②については，この後に教師が「速さに例えたらどうか」，「-2 が 5 個分だから」，「(-2)＋(-2)＋(-2)＋(-2)＋(-2)」の 3 つを板書にまとめ，議論は終わった。

速さのモデルについては，Tuba が説明をしたとき以外は，第 1 時では取り上げられていない。戸惑っていたとはいえ，簡単に扱われていたことは否めない。Tuba の説明について，このように扱うことになったのは，前述したようなことが要因となり，授業者としての筆者が Tuba の説明をこの場面で取り上げるべきかどうかを判断してしまった結果によると考えられる。

4.3. 場面Ⅲ：教師の経験

「②(-2)×(+5)」では，Tuba や Haru の説明だけでなく，Take が答えを「＋8」と導いたことについて議論している。その場面における概要は，以下の通りである。

②の計算について，最初に教師はどのような答えになったのかだけを，生徒に聞いた。そして「-10」が出てきたのだが，教師は他の答えになった人はいないかを聞き返し，そこで Take が「＋8」を答えた。Take が自分の考え方について発表したのは，Tuba や Haru の説明を聞いた後であった。「-10」になる説明が他には出てこず，教師が Take に説明を求めた。Take の考え方は，2 と 5 をかけて 10，そして，前の数（被乗数）がマイナスだったので 2 を引いた，というものだった。そして，答えが 2 通り出てきているがどうだろうかと全体に教師が返したことで，議論が始まった。そこで出た質問や意見は，次のようであった。

Ni：理由は分かりませんけど、決まり的にマイナスの数（個数）が奇数だったらマイナスになる。〔(個数)：筆者追記〕

Hi：質問なんですけど、なんで 2 を引くんですか？

（これに対して，Take は「2 かける 5 で 10 になるが，それではプラスどうしの時と同じになってしまうから，マイナス 2 なので 2 を引いた」と答えている）

Nw：2 を引くんだったら、かけるかっこプラス 5 の後に、引くかっこプラス 2 が，そのあとにもう一つ何か書かないと、2 を引くことにはならないんじゃないですか

Yu：2 と 5 をかけたら、その 2 はなくなるから、Take さんの考えだと 2 と 5 をかけて 2 を引くんだったら、そのマイナス 2 の 2 はかける 5 で使ったので，もうない。

これらの意見を聞いて Take が自分の間違いを納得したが，教師はさらに Take の方法で(+2)×(+5)の計算をしたらどうなるかと全体

に投げかけた。そこでは，Yu が Take の計算だと(+2)×(+5)の答えは＋12 になるはずであると説明し，Take が再度納得することでこの議論は終わった。

この議論での相互作用を見ると，教師が復唱することが多いものの，他の生徒から Take へ質問したり，他の生徒の説明に対してさらに違う生徒が説明を付け加えたりするなど，活発に議論が行われている。教師が質問するだけでなく，生徒にも質問，意見する機会があったことから，Wood らの分類した「探究型」にあたると考えられる。

「-10」以外の答えは，Take だけでなく数名の生徒が導いていたことは，授業者である筆者は机間支援の時に把握していた。しかし，このような誤答を取り上げることは，指導案にはなかったことである。なぜ授業者である筆者がこのような指導に変更したのか。一つは，机間支援をしている中で誤答している生徒が数名いたこと。もう一つは，誤答も取り上げそれぞれの考え方を比較していくことで，意見を出しやすいと考えたことが理由である。

筆者の考えで指導を変更したので当然かもしれないが，場面Ⅲでは，場面ⅠやⅡのような戸惑いはなかった。生徒が主体的に意見を述べたこともあり，授業者として筆者は充実感を得た場面である。少しではあるが，生徒たちが説明することに対して躊躇しなくなってきたとも感じられた。

５．考察

第１時における活動を，場面Ⅰ～Ⅲのように分析してきたが，授業研究の初めての授業ということもあり，Wood らの相互作用のパターンにあてはめてみると，それぞれの場面での相互作用や生徒の反応に違いが見られる。それぞれの場面での，相互作用と教師の姿勢や意識，授業の感触を，場面ごとにまとめると次の【表 1】のようになる。

相互作用という視点で場面Ⅰ～Ⅲを見ると，場面Ⅲがより開かれたものに見える。授業者としての筆者の感触としても，場面Ⅲは生徒が数学していると感じられ，場面ⅠやⅡではあまり達成感を感じられるものではなかった。

【 表１ 】

	相互作用	姿勢，意識，感触
場面Ⅰ	方法探究型 →教師洗練型 （生徒の発表に対して，教師が質問する）	・生徒の説明だけであることに不安 ・考え方の取り上げ方に意図はない
場面Ⅱ	方法探究型 （生徒に発表させるだけで，教師からの質問もない）	・初めてのモデルで説明が難しく，他の生徒も理解できないのではないか ・指名に意図はないが，取り上げ方に教師の判断が大きく左右している
場面Ⅲ	探究型 （教師も復唱があるが，生徒同士のやり取りが見られる）	・議論が活発で生徒が数学をしていると実感 ・取り上げ方に教師の意図が見られる

では，それぞれでの筆者の授業者としての姿勢はどうであったか。場面Ⅱでは生徒の考え方をその場で取り上げるべきかを迷い，筆者の判断で教室での議論にしなかった。逆に，場面Ⅲではこれまでの経験を生かし，全体に返しながら議論させるというように全く相反する形で授業者としての筆者の姿勢が影響していた。

筆者は，場面Ⅲのようなときに，生徒が数学していると感じていた。しかし，本当にそうなのだろうか。上のようにまとめてみると，実は生徒に数学させることができたと感じていたのは，自分の思うとおりに授業が展開されていたということだったのではないだろうか。生徒はそれぞれの場面を，どのように受け止めていたのか。授業後に記入させていた自己評価表を分析することで，それは明らか

となった。

授業研究の自己評価表では,「自分が今日どんな考え方をしたか，また他の人や先生から学んだ考え方を書こう。」という自由記述欄が設けてあった。第１時の自己評価表で，生徒がこの欄に記述した内容が，どの場面に関係する内容であるかを分類した。分類の視点としては，「(+2)×(+5)」という式や，「速さ」という言葉など，各場面に関係のある言葉をキーワード（太字斜体）として，場面Ⅰ～Ⅲに分類した（№1～19）。また，場面Ⅰ～Ⅲと特定できなかった生徒の記述（№20～36）は，後述するが，違う視点でさらに分類した（分類Ⅳ～Ⅶ）。

【 表２ 】

№.	生　徒　の　記　述	分類
1	(＋2)×(＋5)は同符号なので、2×5 をしてあとから＋をつけるとか･･･。	Ⅰ
2	***同符号の時、積は正***になる	Ⅰ
3	(－2)×(＋5)は、－2×5 になる。ここまでしか自分は考えられなかったけど、***ほかの人は「速さに例える」***などいろいろな考えを発見していた	Ⅱ
4	他の人の意見から自分とは違う***(速さに例える等)考え***が聞けて納得しました	Ⅱ
5	***速さに例えて***やった	Ⅱ
6	***速さ***に例える	Ⅱ
7	自分，***(−2)+(−2)+(−2)+(−2)+(−2)***　　他人，**速さに例えていた**	Ⅱ
8	***速さ***に例える。***かけ算は足し算のことを考える***	Ⅱ
9	(−2)×(+5)のときに***(−2)＋(−2)＋(−2)＋(−2)＋(−2)と同じ***答えだと考えられた	Ⅱ
10	今の自分は(−2)×(+5)の時、－、＋の記号に惑わされて、Tuba さんが言ったように***−2 が 5 個分というのを***忘れていた	Ⅱ
11	(−2)×(+5)は***−2 が 5 個***	Ⅱ
12	私は、かけ算とはちがうな･･･などと思い、絶対値が大きい方の符号につけてみたり、様々なことを考えをした。***−2 が 5 個分という意見***にはとても納得ができた。	Ⅱ
13	***(－5)×(＋2)を(－5)＋(－5)にするという考え***は思いつかなかった。その考えは良いと思った	Ⅱ
14	②では、***(－2)が 5 個分という考え***をした。そこから考えた自分と Tuba さんの考えは似ているなと思った。そのような考え方学んだ。	Ⅱ
15	(2)の考え方を***−2 が 5 個分という考え方***	Ⅱ
16	かけ算を小学で習った***「○○の△△個分」という考え***にできた	Ⅱ
17	***(−2)×(+5)の説明***がよく分かった	Ⅱ
18	***(−2)×(+5)=−10***　（数直線を用いた自分で考えた説明が書いてあった）	Ⅱ
19	少し***間違った考え方***をしてしまった	Ⅲ
20	***たくさんの人の説明***が勉強になった	Ⅳ
21	やったことがなかったので、***友達の考え方を聞き***、答えがどうしてこうなることを学んだ	Ⅳ
22	***前に習ったことを利用して考える***ことができるのが大切だと感じた	Ⅴ
23	新しいところに入って×などに入り、***( )の時の計算を少し利用している***と思いました	Ⅴ
24	***今までに学んだこと***が、いろいろな式で活かせること	Ⅴ
25	今やっている学習だけで考えるだけでなく、***前に学習した考えを利用(意識の中におく)することで***、考えが広がった。(様々な観点から見れるようになることを学んだ)	Ⅴ
26	計算は決められたものではなく、***いろいろな解き方を工夫する***ことで変わった答えが求められる	Ⅵ
27	今日は上のような考え(塾で教わった負の数の個数で符号が決まること)をし、***他の考えなど何かのものに例えるなどをする***といいということを学びました	Ⅵ
28	計算の仕方は分かっていたけど、***なぜ？ということは知らなかったのでためになった***。	Ⅵ
29	意見を言った中で***そうなんだと考えたりした***	Ⅵ
30	掛け算が使える	Ⅶ
31	教科書などに書いてあったやり方で符号を決めて、後は絶対値の積を求める	Ⅶ
32	プラス同士はプラスのまま、マイナスの時は変わることも学んだ。	Ⅶ
33	①2×5 と同じだから②2×5 をして2をひく③速さに例える④－2 が 5 個分⑤(−2)+ (−2)+ (−2)+ (−2)+ (−2)	Ⅶ
34	負の符号の数によって、答えの符号が変わる	Ⅶ
35	塾で学んだことも、生かしてやることができました。	Ⅶ

36	かけ算を最低使った	Ⅶ
	無記入(5 名)	

この欄の記述だけではあるが，授業者である筆者が，最も議論が活発であったと感じた場面Ⅲに関して記述していた生徒は一人だけであった。この生徒は，Take と同じように「②(-2)×(+5)」のときに，誤答していた生徒である。第 1 時の自己評価表での場面Ⅲに関する記述は，他は，Take 自身の「授業の感想」の欄での「間違った考え方を正しい考え方に直せた」というものだけであった。教師の意図したことや授業を実施した感触とは，全く逆だったとも言える反応である。教師の受けた印象と生徒が学習したと感じた場面，内容に，ずれがあったということである。

では，場面Ⅲでの議論は，誤答した生徒だけに意義のあるもので，他の生徒にとって意味のないことだったのだろうか。生徒の記述を分類し，授業者としての筆者が驚いたのは，場面Ⅰ～Ⅲとは判断できないような記述が多かったことである。そこで，これらの記述内容を見ていくと，次のような視点で分類することができた。(【表 2】参照)

Ⅳ…「友達の考え」などをキーワードとし，他の人の考えが参考になったという記述

Ⅴ…「前に習ったこと」などをキーワードとし，これまでの学習が生かせるという記述

Ⅵ…「なぜ」「考えた」などをキーワードとし，計算結果だけでなくその過程を考えていこうという記述

Ⅶ…Ⅰ～Ⅵと判断できない記述

場面Ⅰ～Ⅲにあてはまると分類できた記述が授業の中で具体的に取り上げた解決方法であるのに対し，Ⅳ～Ⅵの記述は数学の学習そのものに関する記述であると言えよう。これは，生徒が知識を構成するときにその知識自体に付与する評価を含んだ知識，メタ知識である（岩崎，1998)。二宮(2001)は，このようなメタ知識に関する記述を「メタ知識的記述」と呼び，数学的記述表現活動において，自らの考えや記述を自己参照することができるといった点で非常に有用であると述べている。このようなメタ知識を，生徒がどのような場面で身につけたのか。その一つと考えられるエピソードが，場面Ⅲでの教師と生徒のやり取りである。Take が「＋8」と導いた過程を「2 と 5 をかけて 10，そして，前の数（被乗数）がマイナスだったので 2 を引いた」と説明したのに対し，教師が「今，言った計算と同じことを，もし，①番でやったら①番の答えは？」と切り返している。そして，それに対して Yu が，「Take さんの計算だと，①はプラス 12 になるはず」と説明したのである。ここで重要なのは，教師がここでの相互作用のプロセスにおける生徒 Yu の論証の質を数学的に重要な「べき(Should be)」に基づく論証を含んでいることを見取り，即時的にフィードバックしている点である。そして，この後にも「12 という答えになるべきだと。」と繰り返している。これらの行為は，教室における社会-数学的規範を強化していると理解することができる（岩崎，2009)。

これはあくまでも一つのエピソードであるが，場面Ⅲが生徒の数学学習に有効に機能していたことがここから見て取れる。Bauersfeld(1995)らは,「参加を通して学ばれることの核心は，何をいつするのかや，それをどのようにするのかである。学校数学の文化化の主要な部分は，メタレベルにおいてなされ，間接的に「学習される」。」と指摘している。生徒たちが，Ⅳ～Ⅵのような記述内容をどこで学習したのか，明確には判断できない。間接的であるが故に，生徒自身にもどの場面で学んだのか，はっきりしていないかも

しれない。しかし，教室で展開される数学の授業への参加を通して学んだということは確かであろう。

６．おわりに

本稿では，数学の授業で展開される相互作用において，そこから受ける教師の感覚と，その場面での生徒の数学学習について分析し，次の 2 点を示唆として得ることができた。

(1)数学の授業において，生徒にとって数学学習が充実したであろうという教師の感触と，生徒自身がその場面で数学を学んだと感じるかどうかには，ずれがあることが明らかとなった。教師は，相互作用と生徒の数学学習の関係を反省的に評価し，相互作用を通して生徒が何を学んでいるのかを見極めていくことが重要である。

(2)生徒は数学の授業で展開される相互作用から, 数学の内容に関する知識だけでなく，メタ知識を身につけていることが明らかになった。教師は授業で取り上げる直接的な内容だけでなく，生徒にどのようなメタ知識を身につけさせたいのか，教師としてのメタ知識を持つことが重要である。

第 1 時だけでは，生徒に議論させるべき内容についてまでの示唆は得られなかったが，今回の授業研究において他の時間でも同じような現象が見られている。今後の課題は，生徒に議論させることが有効であるのは，どのような内容なのかを明らかにすることである。

引用・参考文献

Cobb, P. , Bauersfeld, H. (1995). Introduction:The Coordication of Psychology and Sociological Perspectives in Mathematics Education, in P.Cobb,& H,Bauersfeld. (Eds.), *The Emergence of Mathematical Meaning: Interaction in Classroom Cultures*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey,pp9-19.

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ー「指示の文脈」と「記号体系」との間の相互作用－．全国数学教育学会誌『数学教育学研究』, *4*, 83-103.

岩崎浩．(2009)．数学に固有の論証の一形式としての「べき(should be)」－数理哲学的位置づけと教室におけるその発生と展開－．全国数学教育学会第 29 回研究発表会資料．

二宮裕之．(2001)．数学教育における内省的記述表現活動に関する研究．学位論文．

岩﨑聡．(2008)．問題解決的な学習における相互作用と生徒の思考についての一考察．上越数学教育研究，*23*，105-116.

岩﨑聡，岩崎浩．(2008)．数学の授業において探究的な相互作用を実現するためにー単元構成の新しい考え方を取り入れた実践を通してー．全国数学教育学会第 28 回研究発表会資料．

福島剛，岩崎浩．(2008)．自己評価表を活用した数学学習の改善に関する研究－授業研究で使用した自己評価表「本時の目標を記述する項目」の分析－．全国数学教育学会第 28 回研究発表会資料．

岡本光司，静岡大学教育学部附属静岡中学校数学科．(1998)．生徒が「数学する」数学の授業 ―わたしも「論文」を書いた―，明治図書．

Steinbring,H.(2005). *The Construction of New Mathematical Knowledge in Classroom Interaction: An Epistemological Perspective*, Springer, USA.

Wittmann, E. Ch.(2000). 算数・数学教育を生命論的過程として発展させる，日本数学教育学会誌, *82*(12), 36 頁.

Wood, T. and Williams, G. and McNeal, B. (2006). Children's mathematical thinking in different classroom cultures. *Journal for Research in Mathematics Education*, *37*(3), 222-255.