第５章

数学学習における

コミュニケーションの連鎖

－学習者間の思考の連続性－

第５章では、学習者間の思考の連続性という視点から、数学学習におけるコミュニケーション連鎖の類型を整理する。第１節では協応連鎖と共鳴連鎖、第２節では超越連鎖、第３節では創発連鎖というコミュニケーション連鎖の類型を例示する。第４節では、コミュニケーション連鎖の類型を整理する。第５節では、類型論の有効性を実証的に検証する。

第１節　協応連鎖と共鳴連鎖

第４章では、メッセージを送信した学習者が、他者からのフィードバックによって、どのような認知変容を遂げるのかという、初源的なコミュニケーション連鎖の問題について考察してきた。メッセージの送信とフィードバックという双方向コミュニケーションに関する考察として、前章では、第１メッセージを送信した学習者を中心に議論を進めてきたことになる。そこで第５章では、第１メッセージを受信し、メッセージ送信者にフィードバックを行う学習者の認知過程に焦点を当て、送り手と受け手との思考の連続性という視点から事例の分析を行う。第５章の目的は、「学習者間の思考の連続性という視点から、数学学習におけるコミュニケーション連鎖の類型を整理する」という第２の課題に答えることである。この目的を達成するために、第１節では、協応連鎖と共鳴連鎖という２つのコミュニケーション連鎖の類型を示す。

第１項　連鎖的フィードバック

前章では、考察の第一段階として、活動の連続性という視点から、コミュニケーションの連鎖を捉えてきた。活動の連続性という視点で捉えるコミュニケーション連鎖には、他者からの刺激に反応するだけのフィードバックを含むという意味で、送り手の思考に自らの思考を連続させようとする受け手の意図が、常に存在しているわけではない。それゆえ、他者の意見と自分の意見との関係を認識しない発言の連鎖は、学習者間の思考の連続性という視点で捉えられるコミュニケーション連鎖よりも初源的な形態であると言える。

本節で分析する中学２年生の事例においても、初期のコミュニケーション連鎖では、最初に示された生徒Ａの解法に同意しない生徒たちが、自分の解法について述べるという形で、「私の解法は、生徒Ａの解法とは違う」という第１発言者へのフィードバックが行われている。この場面で、生徒たちは、生徒Ａの解法と自分の解法との関連を吟味せずに、自分の解法の方が優れているという意図を持って、発話行為のみを継続させている。第１項では、協応連鎖というコミュニケーション連鎖が発生する以前の場面として、生徒Ｂと生徒Ｃが生徒Ａとは異なる解法を発表する場面を連鎖的フィードバックの発生として捉え、この事例を分析していくことにする。

(1) 事例5-1の概要

表5-1に示した事例5-1は、中学２年の連立１次方程式の第３時の授業の一部である[1]。この授業は、筆者が直接担当した授業である。それゆえ、教師の発言意図は、発言者としての筆者の考えを授業後にノートに記録しておいたものに基づき記している。

事例5-1では、「２元１次連立方程式ｘ＋３ｙ＝－１…①、２ｘ＋ｙ＝－７…②を解け」という問題に対して、生徒Ａから、「たすと係数が大きくなってしまうので、①から②を引いてみる。この式に①をたすとｘが消えそうだから、①をたしてみると、うまくｘが消えて、ｙが１で、ｘが－４（発言12）」という解法が示される。ここで生徒Ａより示された解法は、係数を揃えて１文字を消去するという加減法ではなく、①の式から②の式を引き、もう一度①の式をたすという、いわゆる「素朴な加減法」が用いられている（図5-1）。

$$
\begin{array}{rrl}
 & x+3y=-1 & \cdots ① \\
-) & \underline{2x+\ \ y=-7} & \cdots ② \\
 & -x+2y=\ \ 6 & \cdots ③
\end{array}
\qquad
\begin{array}{rrl}
 & -x+2y=\ \ 6 & \cdots ③ \\
+) & \underline{x+3y=-1} & \cdots ① \\
 & 5y=\ \ 5 & \\
 & \therefore\ y=\ \ 1\ ,\ x=-4 &
\end{array}
$$

図5-1：生徒Ａが示した素朴な加減法

次に、生徒Ａの解法に対して、複数の生徒たちから、どちらの文字を消去するのか、解法の意図が明確ではない、という疑問の声があがる。そこで教師は、生徒たちの疑問の声を代弁するように、「なんで、①から②を引こうと思ったの（発言13）」と生徒Ａに問う。この問いに対して、生徒Ａは、「たすとね（発言14）」と述べたまましばらく沈黙する。その沈黙に対し、教師は、「たすと、３ｘ＋４ｙで、ｘもｙも消えないね（発言15）」と言って、生徒Ａの解法がでたらめに行われたものではなく、①から②を引くという行為が、①と②を加えるという行為との比較によって選択されたものであることを引き出そうとしている。①－②によって得られる等式「－ｘ＋２ｙ＝６」と、①＋②によって得られる等式「３ｘ＋４ｙ＝－８」との比較で、①－②という計算の方が、１文字を消去する方向へ近づいているという認識を生徒Ａが持っていただろうと、教師は考えていた。生徒Ａの「引い

[1] 事例5-1は、1993年４月30日に収録されたものである。

てやったら、うまくいった（発言16)」という発言に対して、教師が「たまたまうまくいったの、そうじゃないよね（発言17)」と述べているように、生徒Aが用いた方法が常に問題の解決をもたらすものではなく、生徒Aなりの思考があって選択された方法であることを他の生徒にも示したいという意図が、この教師の発言には込められていた。

しかし、生徒Aは、自分の解法について問い詰められていると感じ、いすに座り込んでしまう。教師による「A君。でもこれ数学的に間違ってないよね。計算も間違ってないし、正しいよね。ほかの人はどう思いますか（発言18)」という問いかけは、生徒Aの解法の分析を試みたい教師の意図を示しているが、自分たちの解法とは違うという認識しか持たない生徒たちには、教師の意図は受け入れられず、「S君。どうかな（発言19)」という教師から生徒たちへの問いかけと、「答えは同じだけど。(沈黙)（発言20)」という生徒から教師への応答が繰り返されることになる。

そこで、生徒Aの解法の吟味に行き詰まった教師は、次に、「はい、それじゃ、他のやり方でやった人の意見も聞いてみようか。誰か、A君の方法と違うやり方で解いた人いますか。Bさんは、どうやりましたか（発言24)」という新たな問いかけを試みる。生徒Bは、この発問に、「私は、A君と違って、まず、①の式を２倍して。それで、$2x+y=-7$を引きました（発言25)」と答え、xの係数を揃えて文字xを消去するという加減法を提示する（図5-2)。そして、生徒Bの発表に続いて、生徒Cは、「私は、②の式を３倍して、①を引きました（発言36)」と述べ、生徒Bが示したxの係数を揃えるという方法に対し、yの係数を揃えて文字yを消去するという別の解法があることを示している（図5-3)。

$$\begin{array}{rrl}
 & 2x+6y=-2 & \cdots ①\times 2 \\
-) & \underline{2x+\ \ y=-7} & \cdots ② \\
 & 5y=\ \ 5 &
\end{array}
\qquad
\begin{array}{rl}
 & y=\ \ 1 \\
①式から & x=-4
\end{array}$$

図5-2：生徒Bが示したxの係数を揃える加減法

$$\begin{array}{rrl}
 & 6x+3y=-21 & \cdots ②\times 3 \\
-) & \underline{x+3y=-\ \ 1} & \cdots ① \\
 & 5x\ \ \ \ \ =-20 &
\end{array}
\qquad
\begin{array}{rl}
 & x=-4 \\
②式から & y=\ \ 1
\end{array}$$

図5-3：生徒Cが示したyの係数を揃える加減法

表 5-1：連鎖的フィードバックが起きている事例 5-1 の発話記録

12 生徒Ａ：たすと係数が大きくなってしまうので、①から②を引いてみる。
この式に①をたすとｘが消えそうだから、①をたしてみると、
うまくｘが消えて、ｙが１で、ｘが－４。

$$\begin{array}{rrl} & x+3y=-1 & \cdots ① \\ -) & \underline{2x+\ \ y=-7} & \cdots ② \\ & -x+2y=\ \ 6 & \cdots ③ \end{array} \qquad \begin{array}{rrl} & -x+2y=\ \ 6 & \cdots ③ \\ +) & \underline{x+3y=-1} & \cdots ① \\ & 5y=\ \ 5 & \\ & \therefore\ y=\ 1\ ,\ x=-4 & \end{array}$$

図 5-1：生徒Ａが示した素朴な加減法

（生徒Ａの解法が理解できない生徒たちから疑問の声があがる。）

13 教師　：なんで、①から②を引こうと思ったの？

14 生徒Ａ：たすとね。

15 教師　：引かないで、たしたらだめかな。
たすと、３ｘ＋４ｙで、ｘもｙも消えないね。

16 生徒Ａ：引いてやったら、うまくいった。

17 教師　：たまたまうまくいったの、そうじゃないよね。
（生徒Ａは椅子に座ってしまう。）

18 教師　：Ａ君。でもこれ数学的に間違ってないよね。
計算も間違ってないし、正しいよね。
ほかの人はどう思いますか。
（教室が静かになる。）

19 教師　：Ｓ君。どうかな。

20 生徒Ｓ：答えは同じだけど。
（沈黙）

21 教師　：答えはあってるよね。
Ｔさんは、Ａ君の方法を説明できますか？

22 生徒Ｔ：（沈黙）

23 教師　：Ａ君の方法、これは、これでもまちがってないと思うから、
Ａ君も自信をもって説明してほしいんだけど。

24 教師　：はい、それじゃ、他のやり方でやった人の意見も聞いてみようか。
誰か、Ａ君の方法と違うやり方で解いた人いますか。
Ｂさんは、どうやりましたか。

25 生徒Ｂ：私は、Ａ君と違って、まず、①の式を２倍して。
それで、$2x+y=-7$ を引きました。

$$\begin{array}{rrl} & 2x+6y=-2 & \cdots ①\times 2 \\ -) & \underline{2x+\ \ y=-7} & \cdots ② \\ & 5y=\ \ 5 & \end{array} \qquad ①式から\quad \begin{array}{l} y=\ \ 1 \\ x=-4 \end{array}$$

図 5-2：生徒Ｂが示したｘの係数を揃える加減法

26〜34　：（生徒Ｂが行った計算の過程が説明されている。）

35 教師　：さっきと同じ答えが出てきたね。
それでは第３の解法は。
はい、Ｃさん。

36 生徒Ｃ：私は、②の式を３倍して、①を引きました。

$$\begin{array}{rrl} & 6x+3y=-21 & \cdots ②\times 3 \\ -) & \underline{x+3y=-\ \ 1} & \cdots ① \\ & 5x\qquad =-20 & \end{array} \qquad ②式から\quad \begin{array}{l} x=-4 \\ y=\ \ 1 \end{array}$$

図 5-3：生徒Ｃが示したｙの係数を揃える加減法

(2) 事例 5-1 の分析

事例 5-1 では、生徒Ａの解法に対し否定的な反応が教室内に発生したものの、生徒Ａの解法がどのようなものであるのかという問いに答えられる生徒は現れなかった。それゆえ、学習者自身の言葉として、生徒Ａの解法に対する何らかのフィードバックを喚起しようとする教師の試みは失敗していた。その一方で、教師がその他の解法を求めた後半部分では、「私は、Ａ君と違って、まず、①の式を２倍して（発言 25）」という生徒Ｂの言葉が示しているように、生徒Ａに対するフィードバックを意図した発言がなされている。生徒Ｂの発言には、「私の解法は、Ａ君の解法よりもわかりやすい」という意図が含まれていたと考えられる。そして、生徒Ｃの発言には、生徒Ｂに対し、「Ｂさんと同じ考え方だが、別の方法もある」という情報を伝達しようとする意図が含まれていたと考えられる。送り手の意図

をこのように解釈すると、生徒Ａに対する生徒Ｂと生徒Ｃの発言は、第４章で示した連鎖的フィードバックの発生として捉えることができる。この連鎖的フィードバックにおいて、生徒Ｂと生徒Ｃの発言に共通する情報は、「連立方程式の解法には、係数を揃える方法がある」というものであった。そして、生徒Ｂと生徒Ｃの解法を支持する教室の反応は、生徒Ａに対して、生徒Ａの解法が教室のみんなに受け入れられないものであるという情報を伝えるフィードバックとして機能している。

教師の質問に対して、いつの間にか座り込んでしまった生徒Ａの態度が示しているように、生徒Ａは、生徒Ｂの発言を受け入れる前に、自分の解法に対する不安な気持ちを抱いていたと考えられるが、生徒Ｂの発言により、漠然とした不安感は、生徒Ｂの解法と自分の解法とのいずれが良い方法かという選択を迫られる状況に直面することで、より鮮明に顕在化されている。生徒Ａ自身が、生徒Ａに対する反応と生徒Ｂに対する反応との差異を認め、こうした反応の差異は、生徒Ａの解法より生徒Ｂの解法の方がよいということを伝えていると解釈していたならば、生徒Ｂのメッセージと教室の反応は、生徒Ａに認知的な不協和をもたらす負のフィードバックとして作用していたと考えることができる[2)]。ここで負のフィードバックという言葉は、生徒Ａの考え方を否定するように機能するフィードバックであることを示している（図5-4）。

また、生徒Ｃの発言は、生徒Ｂからのフィードバックによって、生徒Ａ自身が提示した素朴な加減法と、生徒Ｂが提示した加減法との差異を認識し始めていた生徒Ａに対して、自分の解法を棄却し、生徒Ｂの解法の採択を強化するように、生徒Ａに作用していたと考えることができる。生徒Ａが、生徒Ｃの発言を、自分の解法と異なる生徒Ｂの解法を支持する意見であると受けとめ、「素朴な加減法」と「加減法」という２つの解法の対立により発生した認知的不協和状態を、自分の考え方を棄却することにより解消させるものであると考えたと判断することにより、生徒Ｃによる生徒Ａへのフィードバックは、生徒Ａの認知変容を擁護する正のフィードバックとなっていたと言うことができる（図5-4）。

[2)] 生徒Ａが古い解法を棄却し、新しい解法を受け入れたとする当分析の妥当性は、次の２つの資料によって保証されると考える。①授業直後の面接における生徒Ａの反応：生徒Ａは、「今日の授業でわかったことは何か」という質問に対して、「Ｂさんのやり方の方が良いことがわかった」と答えていた。②事後に行われた３回の連立方程式のテストにおける生徒Ａの解答：生徒Ａは、生徒Ｂの解法を採用し全問正解していた。

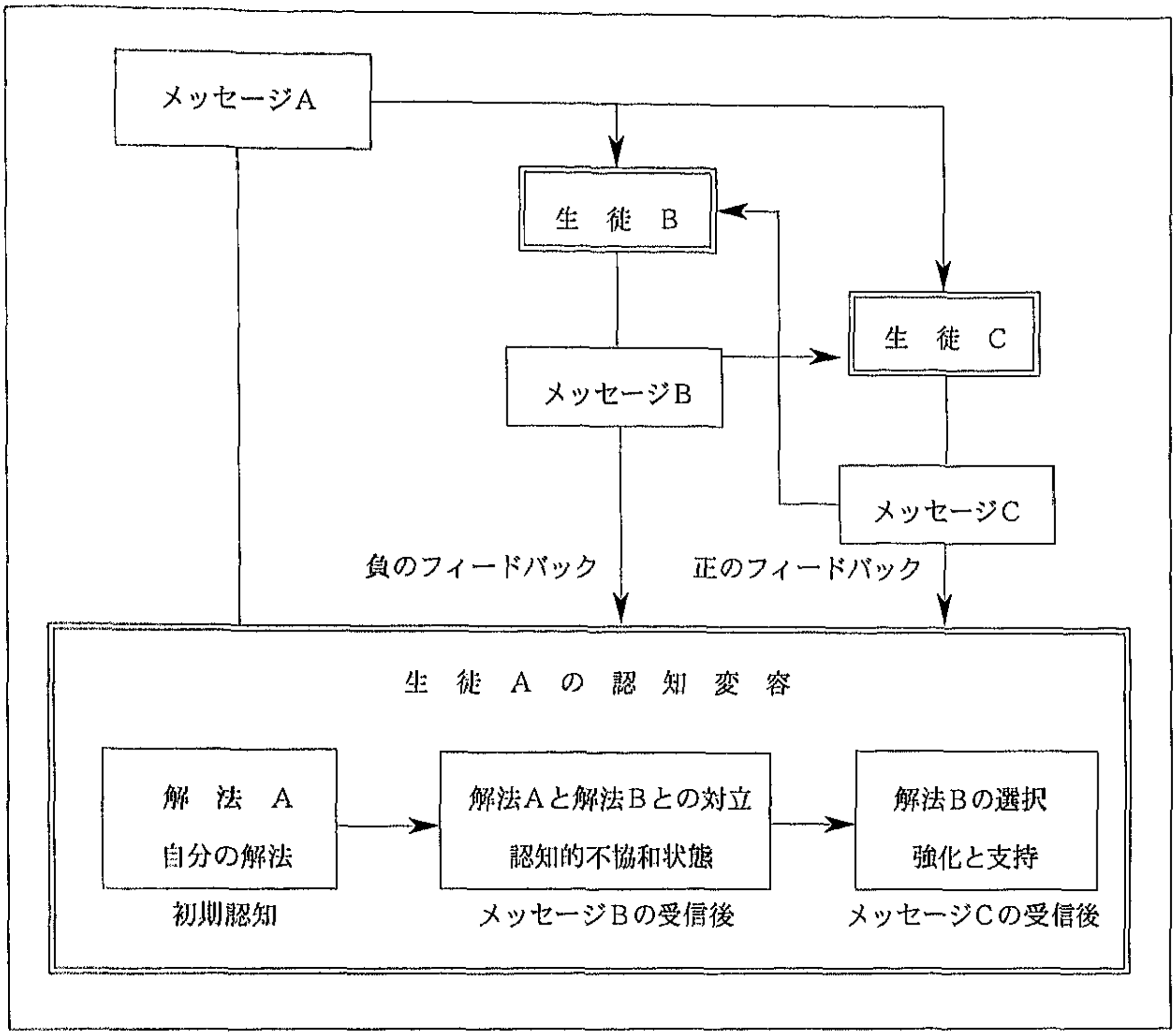


図5-4：生徒Aによる情報選択の推移

第２項　協応連鎖

第１項の事例分析で示したように、メッセージの送信とそのフィードバックという構図は、コミュニケーション連鎖の初源的形態であり、連鎖的フィードバックというフィードバックの連鎖は、第１発言者へのフィードバックという意味合いを離れ、コミュニケーションに参画している学習者が新たなコミュニケーション連鎖を創出していく契機ともなる。第１項では、生徒Bと生徒Cの発言は、生徒Aに対する連鎖的フィードバックと考えてきたが、生徒Bの発言に生徒Cの発言が継続して行われるというコミュニケーション連鎖は、生徒Aに対するフィードバックという目的を離れ、新たなコミュニケーションの連鎖を創出している。そこで第２項では、事例5-1に引き続いて展開された中学２年生の事例5-2から、協応連鎖という最も基本的なコミュニケーション連鎖の形態を例示する。

(1) 事例５-２の概要

事例5-1では、生徒Ａの提案した解法に対し、生徒Ｂと生徒Ｃから加減法による解法が示された。表5-2に示した事例5-2では、「２つの解法が出ましたが、同じような解き方、他にはないでしょうか（発言52)」という教師の問いかけに対して、生徒Ｄから、「－２を①の式にかけて、②の式にたすと、－５ｙ＝－５になるから（発言55)」という発言がなされる。そして、生徒Ｄの解法が説明された後、「もう１つくらいありそうですね（発言69)」という教師の問いかけに対し、生徒Ｅから、「②の式に－３をかければいいと思います（発言61)」という発言がなされる。ここで、この生徒Ｅの発言を聞いていた生徒Ｆは、「やっぱり出た。これしかないや（発言62)」とつぶやいている。この生徒Ｆのつぶやきは、生徒Ｄの発表が終わった段階で、４番目に発表される解法は、生徒Ｅが示した解法しか残されていないことを、生徒Ｆが予期していたことを示している。

表5-2：協応連鎖が起きている事例5-2の発話記録

52 教師　：２つの解法が出ましたが、同じような解き方、ほかにはないでしょうか。

53 生徒Ｄ：今度は、－２を上の式にかける。

54 教師　：－２を上の式にかけるの？

55 生徒Ｄ：－２を①の式にかけて、②の式にたすと、－５ｙ＝－５になるから。

56～59　：（生徒Ｄが行った計算の過程が、図5-5をもとに説明されている。）

$-2x-6y=2$	・・・①×（－２）		$y=\ \ 1$
$+)\ \ 2x+\ \ y=-7$	・・・②	①式から	$x=-4$
$-5y=-5$			

図5-5：生徒Ｄの解法

60 教師　：もう１つくらいありそうですね。はい。

61 生徒Ｅ：②の式に－３をかければいいと思います。

62 生徒Ｆ：やっぱり出た。これしかないや。

(2) 事例５-２の分析

事例5-1で観察された生徒Ｂと生徒Ｃの発言には、表5-3に示したように、「①の式を

ａ倍して、②の式を引く」という共通の形式があった。そして、事例 5-2 でも、生徒Ｄと生徒Ｅの発言に見られるように、「正の数をかけて引くことは、負の数をかけてたすことと同じである」という認識の下で、事例 5-1 と類似の形式「②の式に、①の式の（－ａ）倍をかけてたす」が使われている。「－２を①の式にかけて、②の式にたすと、－５ｙ＝－５になるから（発言 55)」という生徒Ｄの発言の直後に行われた、生徒Ｅの発言「②の式に－３をかければいいと思います（発言 61)」が、この表現だけで意味を持つのは、生徒Ｂから生徒Ｄまでの発言で確立された発言の形式が、コミュニケーションに参画している学習者の間で共有されているからだと考えられる。

表 5-3：３人の生徒の発言に見られる共通の形式と生徒Ｅの発言に対する補完

生徒Ｂ：①の式を２倍して、２ｘ＋ｙ＝－７を引きました。

生徒Ｃ：②の式を３倍して、①を引きました。

→生徒ＢＣの形式：**Ａの式を□倍して、Ｂの式を引く。**

生徒Ｄ：－２を①の式にかけて、②の式にたすと、－５ｙ＝－５になるから。

→生徒Ｄの形式：**Ａの式を－□倍して、Ｂの式にたす。**

⬇

生徒Ｅ：②の式に－３をかければいいと思います。

→生徒Ｄの形式から導き出される生徒Ｅの発言に対する補完

：**②の式を－３倍して、①の式にたす。**　（注：波下線部が補完されている。）

事例 5-1 から事例 5-2 へと継続していくコミュニケーション連鎖の中では、生徒Ｂによって示されたｘの係数を揃えるという連立方程式の解法が、生徒Ｃのｙの係数を揃えるという解法に引き継がれ、その応用として、負の数をかけてたすという生徒Ｄや生徒Ｅの解法に拡張されている。この場面で展開されたコミュニケーション連鎖は、数式というコードの操作によって導き出されている。その結果、この一連のコミュニケーション連鎖は、生徒Ｆの発言「やっぱり出た。これしかないや（発言 62)」に見られるように、その場に居合わせた教師やその他の学習者に、次の展開が予測可能なコミュニケーションの連鎖として受け入れられている。それゆえ、学習者たちは、生徒Ｅが発信した「②の式に－３をか

ければいい（発言61)」というメッセージに、省略された「①の式にたす」というメッセージを補完して、生徒Ｅが示した解法は、「②の式に－３をかけて①の式にたす」という解法である、と理解することになる（図5-6)。

$x+3y=-1$	・・・①	$x=-4$
$+)\ \underline{-6x-3y=21}$	・・・②×（－３）	②式から　$y=\ 1$
$-5x\qquad=20$		

図5-6：生徒Ｅの解法（生徒Ｅの発言をもとに、教師が板書した計算式）

コード操作という形式的なメッセージの創出は、コード操作を繰り返すことにより、学習者たちに、加減法という解法が持つ数学的な構造を、より鮮明に意識させる効果をもたらした。そして、数学的構造が鮮明にされつつある中で展開された事例5-2のコミュニケーション連鎖は、「同じような解き方、ほかにはないでしょうか（発言52)」という教師の発言に対して、次にどのような発言を行うべきなのかを、学習者たちが考えながら発言することによって成立していた。それゆえ、この場面で展開されたコミュニケーション連鎖は、学習者が自己を他者の期待に応えるべき存在として律し、他者との思考の連続性を保つように意識しながらコミュニケーションに参画した結果として、成立していたと言える。

事例5-2で示したように、学習者間の思考の連続性という視点で捉えられるコミュニケーション連鎖には、コード操作の共有による予測可能性に基づいた学習者間の協応的なメッセージの連鎖によって構成されているものがある。本研究では、メッセージ送信が学習者の予測可能性の範囲内で連鎖していくとき、この連鎖を「協応連鎖」と呼ぶことにする[3)]。他者が示した解法に対して自分の解法を述べるという行為が、必ずしも前言者の思考と自らの思考を比較して行われるものではなく、活動の連続性を維持するという意味だけでコミュニケーションを連鎖させていたのと比べ、前言者の思考を考慮しながら自らの発言を連鎖させていく協応連鎖は、学習者間の思考の連続性という視点で捉えられるコミュニケーション連鎖の中で最も基本的な形態である。

[3)] 各生徒の発言は、教師の板書による数式の操作という形でコード化されていた。数式というコードの使用が協応連鎖を支えているという認識を持つことは、協応連鎖の理解にとって重要である。

第３項　共鳴連鎖

第２項で示した協応連鎖は、コード化とコード解読が中心になっており、省略されたコードの補完という必要最小限の推論を必要とするものの、言外の意図を探るという意味での発言者の意図を推論することは必要とされてはいなかった。しかし、Green(1989/1990, p.1)が「一般に信じられていることとは裏腹に、意思伝達は記号表現の交換によって達成されるものではなく、むしろ、話者の言語行為の遂行における意図を聴者が首尾よく解釈することによる」と述べているように、私たちのコミュニケーションには、単にコードの交換だけではなく、言外の意図を探るという推論をもとにして成立するものもある。そこで第３項では、推論という受け手の認知活動に基づいてコミュニケーション連鎖が成立する、共鳴連鎖という形態を例示する。

(1)　事例 5-3 の概要

事例 5-3 は、事例 5-1 と事例 5-2 に引き続いて観察された、中学２年の連立１次方程式の授業の一場面である（表 5-4)。事例 5-3 では、事例 5-1 と事例 5-2 で提示された、生徒Ｂ、Ｃ、Ｄ、Ｅの解法に対して、教師の発言により、４人の解法は加減法という１つの共通した解法であることが説明され、ｘとｙの２つの文字のいずれかを加法または減法で消去する方法は、２×２の４通りであることが示される。教師は、「さっき、みんなが出してくれたように、加減法のやり方には、文字ｘ、ｙのどちらかを消去するか。その消去を加法で行うか、減法で行うかの、全部で４通りあります（発言 71)」という発言をしている。そして、この説明を受け入れた生徒たちは、生徒Ａの解法が、加減法を用いた他の生徒の解法とは異なっているという認識を深めていく。ここで教師は、もう一度、生徒Ａの解法に注目するように、「それじゃ、さっきの、一番最初に、Ａ君がやってくれたのは、どうかな。これは、特に係数を揃えていないね。①から②を引くと、－ｘ＋２ｙ＝６で、どちらの文字も消えていない（発言 72)。Ａ君の方法は、どういう方法なんでしょうか。誰か、どうですか（発言 73)」と問いかける。

この教師の問いかけに対し、生徒Gは、「上のから下のを引いたのに、上のをたしたのは、あれと同じだと思います（発言 74)」と答えるが、この発言はすぐには理解されず、「えっ？（発言 75)」という生徒たちの驚きの声があがる。生徒Ｇの発言が理解できなかった教師も、間を置かずに、「もう一度言って、わかるように（発言 76)」と質問している。この教師の質問に、生徒Ｇは、「①から②を引いて、①をたすと（発言 77)」と説明を試みるが、うま

く説明ができずに、「わかんないかな（発言 77）」とつぶやいている。

そこで教師は、「①から②を引いたものを③としようか（発言 78）」と、説明を形式化することを提案する。一つひとつのプロセスを形式化することで、それぞれの演算過程に含まれる論理関係を整理しようと考えている教師と、後に図 5-7 として板書される「①－②＋①＝①×２－②」という演算過程を説明したいと考えている生徒Ｇとの間で、コミュニケーション・ギャップが生じている。生徒Ｇが、①－②＋①＝①×２－②となるゆえに、生徒Ａの解法は生徒Ｂの解法と同値であることを説明しようとしているにも関わらず、この場面で教師は、「①－②＋①＝③＋①」という余分な提案をしている。

その後の発言 79 から発言 87 では、生徒Ｇの発言は理解されないまま、教師と他の生徒とのやり取りが続いている。この場面では、生徒Ｇの考えを理解できない教師は、教室の誰かが生徒Ｇの説明を理解していないかと救いを求めている。そして、誰も助けてくれないことを受け入れた教師は、再度、生徒Ｇに、「Ｇ君。もう一度ゆっくり言ってみて（発言 88）」と問いかけ、「上のから下のを引いて、上のをたすと（発言 89）」という生徒Ｇの発言を引き出している。この発言は、「上のから下のを引いたのに、上のをたしたのは、あれと同じだと思います（発言 74）」と、ほぼ同一の発言の繰り返しであった。

しかし、発言 74、発言 77、発言 89 と３度にわたり繰り返されたメッセージの送信は、教師に、「あっ、そうか。①－②＋①だから、これは、２番目の解答、①×２－②と同じことをしているって言うんだね（発言 90）」という反応を引き起こさせる。「そう、それが言いたかったんだよ（発言 91）」という生徒Ｇの発言が示しているように、教師が発言 90 を発しながら黒板に書いた「①－②＋①＝①×２－②（図 5-7）」という数式は、教師と生徒Ｇの間で、生徒Ａと生徒Ｂの解法の同値性を示すメッセージとして機能することになる。

その一方で、「①－②＋①＝①×２－②」という数式を書くことで、生徒Ｇの意図を理解した教師は、他の生徒たちにも、教師自身が理解したように、生徒Ｇの意図が理解されたと考えた。そのため、教師は、「そうか、そうすると、Ａ君の解答も、実は、加減法でやったＢさんの方法と同じことをしていたことになるんだね（発言 93）」と言うだけで、生徒Ａの解法に関する討論を終結させている。

表5-4：共鳴連鎖が起きている事例5-3の発話記録

（注：下線は引用者による。）

71 教師　：さっき、みんなが出してくれたように、加減法のやり方には、文字x、yのどちらかを消去するか。その消去を加法で行うか、減法で行うかの、全部で4通りあります。

72 教師　：それじゃ、さっきの、一番最初に、A君がやってくれたのは、どうかな。
これは、特に係数を揃えていないね。
①から②を引くと、－x＋2y＝6で、どちらの文字も消えていない。

73 教師　：A君の方法は、どういう方法なんでしょうか。誰か、どうですか。

74 生徒G：上のから下のを引いたのに、上のをたしたのは、あれと同じだと思います。

75 複数の生徒：えっ？（生徒Gの発言の意味がわからないという動揺の声があがる。）

76 教師　：もう一度言って、わかるように。

77 生徒G：だから、①から②を引いて、①をたすと、・・・うっんん。わかんないかな。

78 教師　：ちょっと、ゆっくり考えてみよう。
まず、これ、①から②を引いたもの、これ。じゃ、これを③としようか。それで。

79 生徒G：それに①をたしたら、同じになる。

80 教師　：うん、待って、待って。これに①をたしたら、・・・。（間）

81 教師　：G君の言っていることわかるかい。

82 他の生徒：（少し緊張した雰囲気になる。）

83～87　：（教師は2人の生徒を指名するが、2人とも「わからない」と答える。）

88 教師　：G君。もう一度ゆっくり言ってみて。

89 生徒G：だから、<u>上のから下のを引いて、上のをたすと・・・</u>。（しばらく沈黙）

90 教師　：<u>あっ、そうか。①－②＋①だから、これは、2番目の解答、</u>
<u>①×2－②と同じことをしているって言うんだね</u>！

$$\boxed{①－②＋① \quad ＝ \quad ①×2－②}$$

図5-7：2つの解法の同値性を示した板書

91 生徒G：そう、それが言いたかったんだよ。

92 他の生徒：（笑い；緊張感の解消）

93 教師　：そうか、そうすると、A君の解答も、実は、加減法でやったBさんの方法と同じことをしていたことになるんだね。

(2) 事例 5-3 の分析

事例 5-2 の分析では、コミュニケーション連鎖の一形態として、協応連鎖と呼ばれるものがあることが示された。しかし、私たちのコミュニケーションが、常に他者理解による予測可能性の範囲内で進行するとは限らない。中学２年生の連立１次方程式の授業では、そうした協応連鎖とは異なる連鎖形態が、事例 5-3 で観察されている。生徒Ｇの発言「上のから下のを引いたのに、上のをたしたのは、あれと同じだと思います（発言 74）」に対する、他の学習者の反応に見られるように、生徒Ｇと他の学習者との間には意思疎通に関する断絶があった。生徒Ｇの発言は、生徒Ｂなどの発言と同様のコード操作から成り立っていたが、生徒Ｇのコード操作が結論づけた「あれと同じだ」というメッセージの意味が、他の学習者たちには理解できなかった。学習者たちが生徒Ｇの発言を理解できなかったのは、「加減法のやり方には、文字ｘ、ｙのどちらかを消去するか。その消去を加法で行うか、減法で行うかの、全部で４通りあります（発言 71）」という教師の発言によって確定されていた、加減法には４つの解法があり、生徒Ａの解法はこれら４つの解法とは別のものであるという認識に、生徒Ｇの発言が反していたからである。

教師は、生徒Ｇの発言が行われた当初、生徒Ｇのメッセージを「上の式から下の式を引いて、その答えに、もう一度上の式を加えた答えは、他の方法で求めた答えと同じになる」と解釈しようと考えていた。ここで示された教師による解釈は、「上」、「下」という表現が、「上の式」、「下の式」と補完されたものである。しかし、この解釈では、生徒Ａの素朴な加減法による解法も、生徒Ｂによる加減法による解法も、いずれの答えも同じであるという、これまでに確認されてきた事柄以上の情報を含んでいないことになる。教師は、生徒Ｇの発言が教師自身の解釈以上の何かを含んでいると考え、「ちょっと、ゆっくり考えてみよう。まず、これ、①から②を引いたもの、これ。じゃ、これを③としようか（発言 78）」と述べ、さらに生徒Ｇの発言を促している。

学習者だけで行われる協同学習では、通常、生徒Ｇのような他者に理解されない発言は、これ程のこだわりを持って議論されることはない。しかし、この場面では、教師が生徒Ｇの発言に何か重要な意味があると判断し、生徒Ｇのメッセージに支持的に接触している。教師は理解できないながらも、生徒Ｇのメッセージを解釈することから、何かおもしろいアイデアが出てくるかもしれないと考え、他の学習者に生徒Ｇのメッセージを解釈させようと問題の焦点化を図っていた。こうした教師の行為に呼応して、生徒たちは次第に緊張感を高め、生徒Ｇのメッセージ解釈に意識を集中していくようになる。こうした現象は、

知識量の多い教師が、情報選択の主導権を握り、計画された授業目標の達成という観点から、学級で展開されているコミュニケーションを制御していることを示している。

他の学習者たちにゆだねた生徒Gのメッセージ解釈がうまくいかないと判断した教師は、続いて、生徒Gに、「もう一度ゆっくり言ってみて（発言88）」と尋ねている。教師の発言「①から②を引いたもの、これを③としようか（発言78）」が示しているように、この時点で教師は、「①−②+①」を「①×２−②」と書き換えることに気づいてはいなかった。教師は、３度目に繰り返された生徒Gの発言（発言89）を解釈する際に、メモとして黒板に書いた式「①−②+①=①×２−②」によって、生徒Gの意図を初めて理解することができたのである。そして、教師は、自分が理解した生徒Gの意図を他の生徒も同様に理解できたと考え、「そうか、そうすると、A君の解答も、実は、加減法でやったBさんの方法と同じことをしていたことになるんだね（発言93）」と発言している。

この教師の発言の背後には、「加減法はその演算順序の交換が可能であり、累加は乗法に書き換えが可能である」ことは既習事項であるという、教師による学習者理解があった。教師は、この認識をもとにして、表5-5に示されている５項目が、教師が黒板に書いた式「①−②+①=①×２−②」を解釈する際に、学習者たちにも想起されていると考えた。このように生徒Gのメッセージ解釈には、コードの解釈だけではなく、関連する数学的知識を用いた数学的概念の再構成という認知活動が必要とされていた。本研究では、事例5-3における生徒Gの発言「上のから下のを引いて、上のをたすと（発言89）」から、教師の発言「あっ、そうか。①−②+①だから、これは、２番目の解答、①×２−②と同じことをしているって言うんだね（発言90）」に見られる連続的な対話を、送り手の意図を受け手が首尾よく解釈することにより成立するコミュニケーション連鎖という意味で、「共鳴連鎖」と呼ぶことにする。

表5-5：教師の発言に含意されていた数学的概念

(1)　文字式の演算規則より、①−②+①＝①+①−②＝①×２−②である。
(2)　①は「ｘ＋３ｙ＝−１」を、②は「２ｘ＋ｙ＝−７」を表している。
(3)　丸数字の演算は、２つの２元１次方程式間の演算を示している。
(4)　２つの方程式の加減は、左辺同士ならびに右辺同士の加減を意味する。
(5)　Ａ＝Ｂ、Ｃ＝Ｄならば、Ａ±Ｃ＝Ｂ±Ｄ（複号同順）である。

第４項　共鳴連鎖がもたらすコミュニケーション効果の分析

事例 5-3 は、推論という認知活動による欠落したメッセージの補完によって、情報伝達が可能となるコミュニケーションがあることを示していた。コードに依存した協応連鎖に対し、推論という受け手の主観的な認知活動を必要とする共鳴連鎖に参画していくためには、Green(1989) が述べるように、聞き手は、話し手の言語行為の遂行における意図を首尾よく解釈する必要がある。それゆえ、事例 5-3 のコミュニケーションを終結させるにあたり、「Ａ君の解答も、実は、加減法でやったＢさんの方法と同じことをしていたことになるんだね（発言 93)」という教師の発言が、教師が意図した通りに、「生徒Ａが試みた解法（素朴な加減法）で連立方程式が解けるのは、加減法と同じ構造を持った演算を行った場合だけであり、試行錯誤の結果『たまたまうまくいくものではない（発言 17)』」という意味で、すべての学習者によって解釈されていたのか否かは疑問の残る所である。生徒Ｇの発言意図を推論という認知的な活動により補完することで到達した、教師のコミュニケーション理解が、他の学習者にも共有されていたか否かは、実際に一人ひとりの生徒の解釈を確認しなければ、その可否を論ずることはできない。

Gattegno(1974,p.83) が、「同値性とは、ある目的のために１つの項目を他のものに置き換えることが可能であるということに合意できるような、広い関係について考慮されるものであるが、同値性を示すために使われる等号記号は、いつも学習者に同値性の意味で解釈されるわけではない」と述べているように、教師が黒板に書いた「①－②+①=①×２－②」という等式に用いられている等号記号が示す同値性について、個々の学習者が個別の解釈をした可能性は高い。そこで本研究では、生徒Ｇが示した「同値性」に対する受け手の解釈の多様性について調べるために、第３時の授業に出席していた生徒Ｇを除く４１人に対して、質問紙と個別面接による調査を実施した[4]。

表 5-6 に示した質問紙調査の問題は、生徒Ａが提示した素朴な加減法による解法を別の問題にあてはめたものである。生徒たちは、この解法によって、なぜ答えが求まるのかを問われている。出題者は、「Ａ君の解答も、実は、加減法でやったＢさんの方法と同じことをしていたことになるんだね（発言 93)」という教師の発言意図が、正しく学習者に理解されていたならば、４１人の生徒たちは、調査問題で示された生徒Ｓの解法の妥当性を、授業で提示された生徒Ｇのアイデアを用いて説明するだろう、と考えたのである。

---

[4] 質問紙調査は 1993 年５月 21 日に、面接調査は 1993 年５月 28 日、６月４日に実施した。また、連立方程式を解く学力試験を 1993 年６月 15 日、９月 24 日、28 日に実施した。

表5-6：教師と生徒Gとの対話の意味理解に関する質問紙調査の問題

問題：下に示したSさんの解き方は、正しいですか、間違いですか。その理由を述べよ。

$$\begin{cases} x+3y=9 & \cdots ① \\ 3x-4y=1 & \cdots ② \end{cases}$$

［Sさんの解答］

$$\begin{array}{rrrl} & x+ & 3y= & 9 \quad \cdots ① \\ -) & 3x- & 4y= & 1 \quad \cdots ② \\ \hline & -2x+ & 7y= & 8 \quad \cdots ③ \end{array}$$

$$\begin{array}{rrrl} & -2x+ & 7y= & 8 \quad \cdots ③ \\ +) & x+ & 3y= & 9 \quad \cdots ① \\ \hline & -x+ & 10y= & 17 \quad \cdots ④ \end{array}$$

$$\begin{array}{rrrl} & -x+ & 10y= & 17 \quad \cdots ④ \\ +) & x+ & 3y= & 9 \quad \cdots ① \\ \hline & & 13y= & 26 \\ & & y= & 2 \quad \cdots ⑤ \end{array}$$

⑤を①へ代入して

$x+6=9 \qquad x=3$

答　$(x, y)=(3, 2)$

表5-7は、質問紙調査に対する生徒たちの反応を整理したものである。この表に記載されているように、「Sの解法は正しい」と回答した生徒は３７人で、残りの４人が間違えであると答えている。また、その理由の内訳を見ると、生徒Gと教師の間で確認された方法を用いて、「①−②+①+①=①×３−②」という解法の構造を説明している者は、わずかに５人（理由項目１と２）だけで、他の３２人は、それぞれに別の理由をあげて、Sの解法は正しいと回答していることがわかる。

３２人が示した別の理由の中では、「答えがあっているから正しい（理由項目５）」という回答が最も多く、１９人の生徒がこの範疇に含まれている。そして、この１９人に共通して見られる傾向は、面接調査に対して、「生徒Gのアイデアについては、あまり良く覚えていない」と応えていることである。この事は、教師の援助によって理解された生徒Gの意見が、約半数の生徒たちにはまったく反映されていないことを物語っている。約半数の生徒たちは、教師が意図した数学的構造の類似性から、生徒Aの解法の妥当性を認めるという検証方法が、新しいアイデアとして提起されたことには反応せずに、「答えが正しければ、その解法は正しい」と考えるレベルにとどまっている。また、別の３人の生徒は、「どんなやり方で解いてもよい（理由項目６）」と質問紙調査の問いに回答し、面接調査では、

「生徒Ｇのアイデアは記憶にある」と述べている。この３人の生徒は、数学的構造を分析することによって解法の正しさを示すという方法を知っていながら、「答えがあっているなら、どんな方法で解いてもかまわない」という教師の意図に反する反応を示している。

表 5-7：質問紙調査の結果[5)]

「正しい」と回答した生徒			「間違い」と回答した生徒		
	理　由	人数（男，女）		理　由	人数（男，女）
1	①×３－②という構造を説明	４（２，２）	10	解法の普遍性が問題	４（２，２）
2	1)と同様の理由を言葉で説明	１（０，１）			
3	加減法である	４（３，１）			
4	生徒Ａの解法を説明	６（２，４）			
5	答えが正しい	１９（７，１２）			
5-1	答えも途中の計算も間違えていない	5（3，2）			
5-2	答えを与式に代入して確認（検算）	3（1，2）			
5-3	自分の答えと同じ	2（0，2）			
5-4	解法Ａの評価（加減法の方がよい）	7（3，4）			
5-5	解法Ａの評価（代入法の方がよい）	2（0，2）			
6	どんなやり方で解いてもよい	３（３，０）			
計	３７人	（１８，１９）	計	４人	（２，２）

これらの調査結果に示されているように、同一のコミュニケーションに参画しながら、その反応にさまざまな差異が見られるということは、コミュニケーション効果の多様性が示されているものと解釈することができる。それでは、なぜ、これほど多様なコミュニケーション効果が観察されるのだろうか。この問題に答える１つの鍵が、等号記号の解釈の困難さにある。小学校以来、慣れ親しんでいる等号記号は、実は、さまざまな意味で学習者に解釈されていることが、Kieran(1981)[6)]によって明らかにされており、Kieran が指摘した問題点は、本調査においても同様の問題として浮かび上がっている。

例えば、質問紙調査に「答えがあっているから正しい」と応えた１９人の生徒たちは、図 5-7 の左辺「①－②+①」を計算した答えが「５ｙ＝５」となり、右辺「①×２－②」を計算した答えも「５ｙ＝５」となることが、等号記号の示している意味だと考えていた。

[5)] 細目 5-1 から 5-5 は、項目５を細分したものである。
[6)] 例えば、ある児童は、3+6=9 という式の中で使われている等号記号は問題と答えを分離する記号であると認識し、4+5=3+6 の場合には、演算は異なるが答えが等しくなることを示す記号として認識している（Kieran,1981,p.319. cf. Herscovics & Kieran,1980)。

彼らは、２つの異なる演算「３＋３」と「３×２」が等しいと考えたのと同じ理由で、図5-7の式を解釈し、理解していたのである。この事は、彼らが、「①−②+①」と「①×２−②」は種類の異なる演算であり、これら２つの演算には結果が等しくなるという関係があるだけだと考え、その「算術的同値性」[7]のみに着目していたことを意味している。

一方、理由項目１と２に分類された５人の生徒は、加法や減法は、その演算順序を交換することが可能であり、かつ、乗法は累加と同じであるという認識を持ったうえで、２つの式が同値であることを理解していた[8]。上述の１９人の生徒たちが等号記号を算術的同値性を示す記号と解釈していたのに対して、これら５人の生徒は、教師が意図していた「数学的構造の同値性」を理解していたと言える。それゆえ、本事例の分析によって示されたコミュニケーション効果の多様性は、等号記号という数学的コードの解釈が、算術的同値性に基づくものであるのか、あるいは、数学的構造の同値性に基づくものであるのかという、同値性に関する認識の違いとして説明することができる。

第５項　共鳴連鎖と教師によるフィルター効果

協応連鎖にしろ、共鳴連鎖にしろ、コミュニケーションが連鎖するためには、学習者の間で、何らかの情報が共有されているという認識が必要である。しかし、その一方で、第４項の分析でも明らかにされたように、コミュニケーション連鎖によってもたらされるコミュニケーション効果は、学習者ごとに多様であり、学習者間の情報共有認識には、ずれがあることが認められる。コミュニケーションのずれは、情報伝達の側面から見れば、回避されなければならないものだが、その一方で、コミュニケーションのずれは、新しいアイデアを生み出すという利点も持っている（cf.江森,1991c）。第５項では、「ずれ・共鳴・創造」という概念をもとに、共鳴連鎖が発生するメカニズムの一端として、教師によるフィルター作用とその効果について考察する。

質の高いコミュニケーションが行われるためには、たくさんの発言が出されるだけでは不十分である。上滑りしない内容のあるコミュニケーションは、教師が学習者の持っている可能性を信じることから始められる必要がある。混沌とした学習者の発言に、「意見がまとまったら、また後で発言して」などと言ってしまったり、教師のアイデアより良いアイ

---

[7] Kieran(1981,p.321)は、2×6=10+2のように、演算の種類が異なる2つの式を、その演算によって得られる答えの同値性から「同じだ」と捉える考え方を「算術的同値性」と呼んでいる。
[8] 理由項目１と２に分類された５人の生徒の理解状況については、面接調査にて確認した。

デアを学習者たちが見つけ出すことはないと考えていたのでは、学習者の思考に共鳴するなどということはあり得ない。この事が、十分な時間を与え、間を取りながら、学習者のアイデアを引き出していくことは大切である、と主張されてきた1つの根拠になっている。

学習者に考える間を与えながら、学習者の考えを引き出し、整理させようとする教授方略は、「教師による鏡像作用（mirroring）[9]」と呼ばれてきた(Bartolini-Bussi,1992,p.8)。研究者たちは、教師が学習者の発言を繰り返すことが、学習者に発言内容を再考させる時間を与えることになり、また、発言の一部を繰り返すことが、問題の焦点化の手助けになると考えて、教師が主導するのではなく、教師が鏡のような存在になることで、学習者の思考を促進するという意図を込めて、こうした教授方略を鏡像作用と呼んできたのである。

しかし、事例5-3における教師の役割は、単に、生徒Gの発言を繰り返す鏡の役割だけではなかった。鏡像作用という命名で、この現象を捉えてしまうと、一連のコミュニケーションは、生徒Gの思考のみで進行しているように捉えられてしまい、教師の言い直し（再形式化）や繰り返し（焦点化）という行為の重要性が、過小に評価されてしまうことになる。事例5-3では、生徒Gのアイデアを記号化し、形式化することで、教師は、一般性の高い、抽象度の高い思考へと、生徒Gの思考を深化させることができた。この事例は、記号化、すなわち、日常言語による直観的アイデアの表出を数学記号を用いた表現に直すということが、単なる伝達のための記号化を意味するのではなく、本質的に混沌としていたアイデアが数学記号によって単位に分節化され、その結果、それぞれの単位間に存在する論理関係の明確さが問われ、その事が混沌としていたアイデアの再構造化を促すことを意味している。このように共鳴連鎖において、教師が果たした媒介者としての役割は、学習者のアイデアを埋没させずに焦点化し、他の学習者たちにそのアイデアを共有させる役割であった。そこで本研究では、こうした教師の働きかけを「教師によるフィルター作用」と呼び、この作用によってもたらされたコミュニケーション効果を「教師によるフィルター効果」と呼ぶことにする。図5-8は、事例5-3における教師によるフィルター作用のプロセスを示している。ただ、第4項の分析でも明らかにされたように、教師によるフィルター効果によって、生徒Gのアイデアに共鳴できた生徒が、5人という少人数に限られたことは、授業という視点からこの効果を再考する必要性があることを示している。

---

[9] 同様の考え方として、コミュニケーション論では、Cooley(1902)の「鏡効果－鏡に映る自我」モデルのメカニズム決定理論がある。Cooleyによれば、他者との相互作用は主体者自身の概念を形成するうえで、鏡のような役割をはたすと考えられていた（cf. Rogers, E. M.,1986/1992,p.82)。

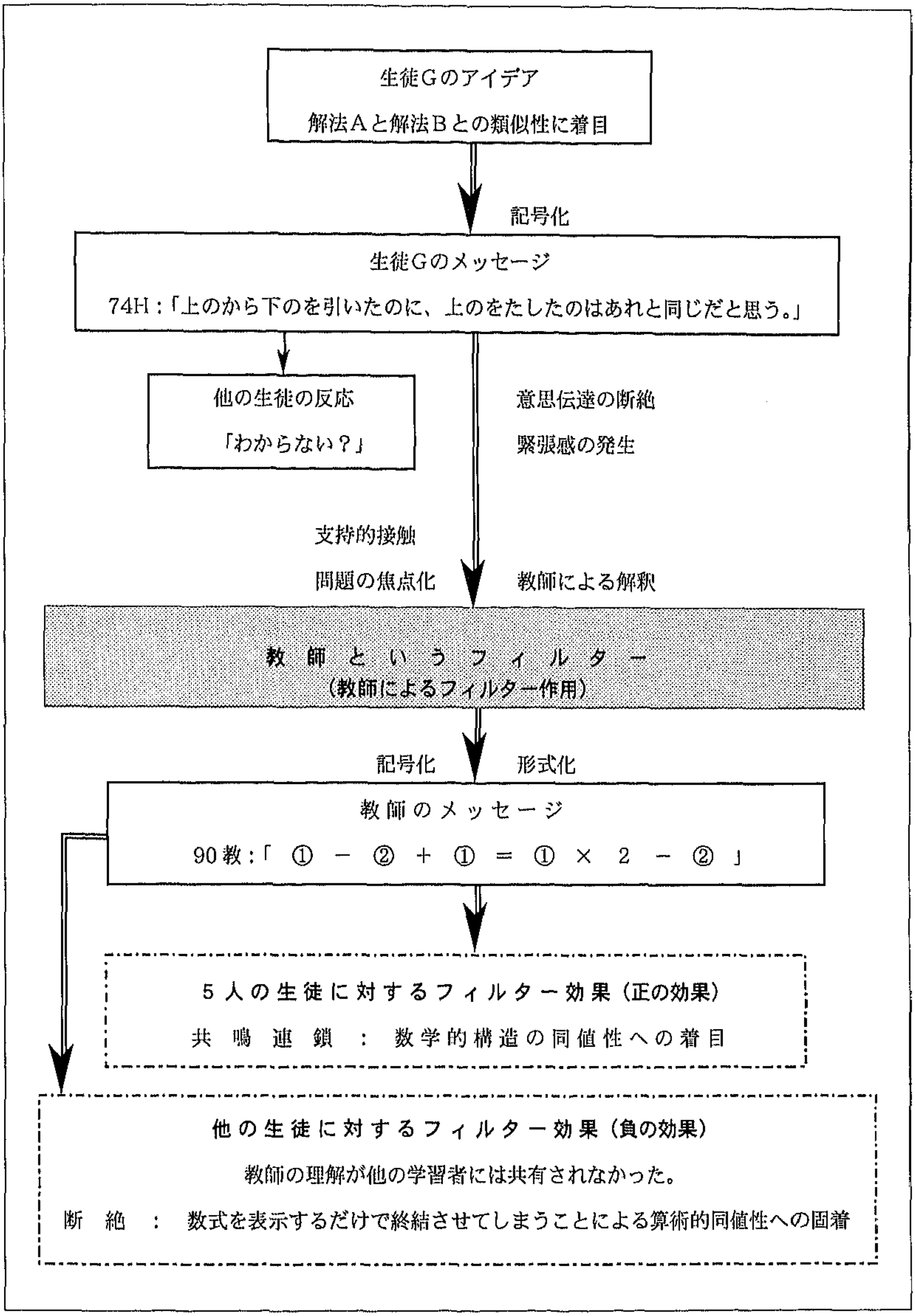


図 5-8：教師によるフィルター作用と効果

第２節　超越連鎖

連鎖的フィードバックが協応連鎖を、協応連鎖が共鳴連鎖を導くように、コミュニケーション連鎖の質的変容は、コミュニケーションの展開とともに起こる。それゆえ、いかなる場面においても、他者の推論を期待した省略の多いコミュニケーションが、いきなり成立するわけではない。他の連鎖と同様に、第２節で例示する超越連鎖も、協応連鎖や共鳴連鎖の展開とともに導き出される。本節で述べる超越連鎖は、共鳴連鎖のように受け手が送り手の思考を推測し省略されたメッセージを補完するとき、その補完された内容が送り手の意図した情報を超えてしまう場合に起こるコミュニケーション連鎖の一類型である。

こうした連鎖は、通常の学習場面では、教師が学習者の発言を発言者の意図以上に深く解釈してしまう場面で観察されるが、逆に、学習者が教師の予測した以上の応答をもたらす場合にも観察される。そしてさらに、超越連鎖は、第１発言者に新たな数学的アイデアを発見させるフィードバックとして機能することもある。そこで第１項では、教師が学習者を超越する例と、学習者が教師を超越する例を示し、第２項では、新しいアイデアの発見をもたらすフィードバックとして機能する超越連鎖の例を示す。

第１項　教師と学習者との間で展開される超越連鎖

(1)　事例 5-4 の概要

教師と学習者との間で展開される超越連鎖の例として、第１項では、小学２年生の長さの授業から事例 5-4[10] を引用する（表 5-8)。この事例は、物差しを使って、身の回りの物、例えば、鉛筆や教科書などを測定するという作業の後に、１ｍという長さの量感を確認するために、教師が、黒板に４本のテープを貼り、１ｍのテープはどれかと尋ねることにより始まる（図 5-9)。教師の問いに対し、多くの児童が、２番目か３番目のテープが１ｍであると答えている。そこで、教師は３人の児童を指名し、その理由を尋ねている。

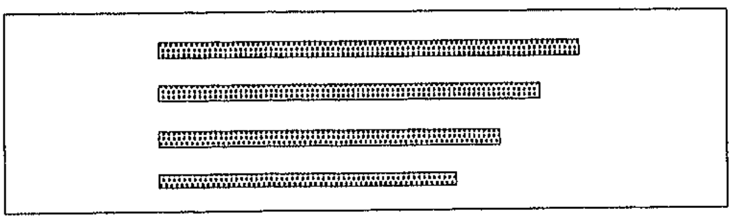


図 5-9：黒板に貼られた４本のテープ

[10] 事例 5-4 は、2000 年 10 月 21 日に収録された小学２年生の授業の一部である。

最初に指名された児童Ｄは、「教科書使うんだけど（発言 10)」と言って、２番目と３番目のテープを教科書を使って測ろうとする。この児童Ｄの発言に対して、教師は、「さっき、教科書の長さを測ったね。だから、それを使って測るんだって（発言 11)」と述べ、児童Ｄが教科書の長さ（２６ cm）を使ってテープの長さを測ろうとしていることを、他の学習者にフィードバックしている。そして、「教科書をこうして、だれか押さえて（発言 12)」という児童Ｄの求めに応えた児童Ｅの助けを得ながら、児童Ｄは２番目のテープに教科書をあててゆく。その結果、図 5-10 に示されたように、児童Ｄは、ほぼ４冊分の長さとしてテープの長さを同定する。

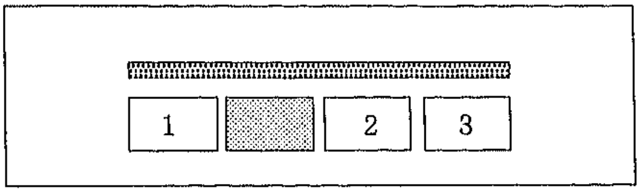


図 5-10：２番目のテープに教科書をあてる児童Ｄと児童Ｅの動作

（注：網掛けの四角は児童Ｅの教科書が、他の白抜きの四角は児童Ｄの教科書がテープの下にあてられたことを示している。児童Ｄの教科書は左から順次移動している。）

次に、児童Ｄは、３番目のテープを、今度は１人で自分の教科書を端から１、２、３、４と置いてみるが、図 5-11 に示したように、教科書のあて方が正確ではないために、教科書と教科書との間に隙間ができ、４冊目の教科書の端がテープの長さより長くなって余る。そこで児童Ｄは、「これで教科書を置いていくと、２番目のテープの方が、余りが少なくなって、だから、こっちの方が、１ｍだと思う（発言 15)」と述べ、２番目のテープが１ｍであるという結論を出す。

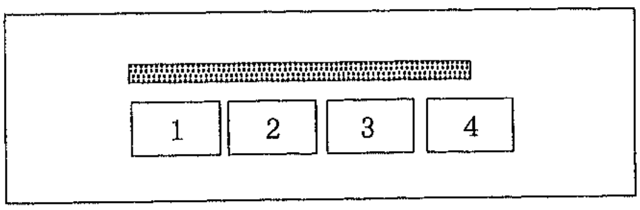


図 5-11：３番目のテープに教科書をあてる児童Ｄの動作

（注：白抜きの四角は、児童Ｄの教科書があてられたことを示している。）

また、２人目の児童Ｆは、「こうやって、手と手を広げた長さが私の背の高さと同じだから、私の身長が１２５cmだから、私の手の長さより２５cmだけ短いのって探したら、この３番目のテープが、ちょうど、２５cmくらい短かったので、３番のテープだと思いました（発言18）」と述べ、３番目のテープが１mだという結論を出す。ここで教師は、「Ｆさんは、手と手を広げた長さが、背の高さになるということを知っていたのね。手と手の長さを広げると皆さんの身長と同じになるというのをＦさんは使ったんだね（発言19）」と述べ、手と手を広げた長さが身長と同じになるということを、他の児童たちも知っているのか否かを確認している。この教師の質問に、児童たちは特別な反応を示さずにいる。

そして、第３番目に指名された児童Ｇは、「私の身長は、１２３cmで、こうして３番のところで広げると、これだけ余るんだけど、この余った長さは、私の腕の長さよりちょっと長くて、私の足の長さは、１８cmで、ちょうど、その余った長さが5cmだから、この・・・。(発言23)」と述べる。そこで教師は、すぐに児童Ｇの「足の長さ」という言葉に反応して、「足の長さをあてたの（発言24)」と述べ、足をテープの高さまであげる動作をしながら、にこにこと微笑んでいる。この教師の仕草に対し、児童Ｇは、「ここをあてて(発言25)」と言いながら、足ではなく、手首から肘までの部分を指し、この部分をあてて測ったという動作を示している。

この反応に対して、教師は、「なに、この手首から肘の部分をあてたの。そこの長さは、いくらなの（発言26)」と述べ、児童Ｇが示した部分と足の長さとの関係が理解できない、という表情を示す。そこで、児童Ｇは、「ここの長さは、私の足の長さと同じなの（発言27)」と述べ、手首から肘までの長さが足の長さに等しいということを言い出している。児童Ｇは、手首から肘までの長さが足の長さに等しいという知識を使って、両手を広げた１２３cmの長さから、２３ｃｍ分を差し引く方法を教師に伝えようとしている。教師や観察者は、この説明によって、児童Ｇが考え出した１ｍのテープを同定する方法が、両手を広げた１２３ｃｍの長さから、手首から肘までの長さ１８cmを引いて、さらに、残りの5cmだけを目分量にて調節する方法であることを理解する。

ここで、教師は、児童Ｇの発言に対して、「えっ、この長さが足の長さと同じなの。どう、みんな知ってた。先生は知りませんでした（発言28)」と述べ、児童Ｇが用いた、手首から肘までの長さが足の長さに等しいということを、教師も知らなかったことを明らかにしている。また、教師は、この発言によって、他の児童たちへ児童Ｇのアイデアを還元しようと試みていると言うこともできる。

表 5-8：教師と小学２年生による事例 5-4 の発話記録

1 教師：黒板に４本のテープを貼りました。この４本のテープの中で、長さがちょうど１mのものは何番のテープでしょうか。よく見たい人は、前に出てきてもいいですよ。

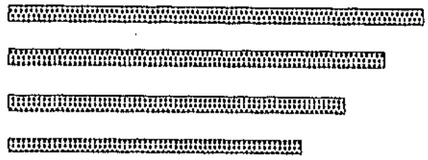


図 5-9：黒板に貼られた４本のテープ

（児童たちは、黒板に張られたテープの前に立ち、テープの長さを両手を広げて測っている。）

2 教師：それでは、ちょうど１mのテープはどれでしょうか。

順番に聞いていきますから、これだと思うテープのところで手をあげてくださいね。

3 教師：１番のテープの長さがちょうど１mだと思う人、手をあげてください。

１人、２人。２人だけですか。

4 児童たち：それはちょっと長すぎるよ。

5 教師：では、この２番目のテープはどうですか。これは結構いますね。１５人位かな。

6 教師：それでは、この３番目のはどうですか。さっきより多いですね。

7 教師：この一番短いのはどうですか。あれ、１人もいないの。

そうですね、これはちょっと短いかもしれませんね。

8 教師：それでは、多かったこの２番と３番ではどうでしょうか。どちらが１mだと思いますか。

9 教師：D君、どうですか。

10 児童D：教科書使うんだけど。

11 教師　：さっき、教科書の長さを測ったね。だから、それを使って測るんだって。

12 児童D：教科書をこうして、だれか押さえて。

13 教師　：誰かそのとなりに教科書をたしてあげて。E君、手伝ってくれる。

（児童Eが左から２番目に教科書（網掛けの四角）を置いている。児童Dは自分の教科書を左から１、３、４番目の位置に、指で位置を確認しながら置いていく（白抜きの四角）。）

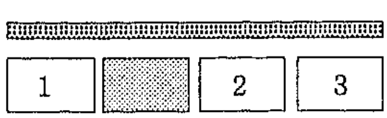


図 5-10：２番目のテープに教科書をあてる児童Dと児童Eの動作

14 教師　：ちょうど、４つ分くらいかな。

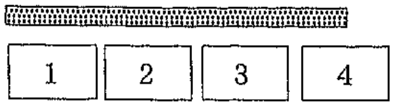


図 5-11：３番目のテープに教科書をあてる児童Ｄの動作

（３番目のテープにそって、児童Ｄは教科書を左から１、２、３、４番目の位置に置いている。但し、教科書と教科書の間は、隙間があいている。）

15 児童Ｄ：これで教科書を置いていくと、２番目のテープの方が、余りが少なくなって、だから、こっちの方が、１ｍだと思う。

16 教師　：Ｄ君は、教科書で測ったら２番目のテープが１ｍだと思ったんだね。

17 教師　：それでは、３番目のテープに手をあげた人、誰か、その理由を説明してくれるかな。はい、Ｆさん。

18 児童Ｆ：こうやって、手と手を広げた長さが私の背の高さと同じだから、私の身長が１２５cm だから、私の手の長さより２５cm だけ短いのって探したら、この３番目のテープが、ちょうど、２５cm くらい短かったので、３番のテープだと思いました。

19 教師　：Ｆさんは、手と手を広げた長さが、背の高さになるということを知っていたのね。手と手の長さを広げると皆さんの身長と同じになるというのをＦさんは使ったんだね。

20 教師　：他の人はどうですか。

21 複数の児童：（多くの児童が手をあげる。）

22 教師　：Ｇさん。

23 児童Ｇ：私の身長は、１２３cm で、こうして３番のところで広げると、これだけ余るんだけど、この余った長さは、私の腕の長さよりちょっと長くて、私の足の長さは、１８cm で、ちょうど、その余った長さが５cm だから、この・・・。

24 教師　：足の長さをあてたの。（足をテープの高さまであげる動作をしながら笑っている。）

25 児童Ｇ：ここをあてて。（手首から肘までの部分を指している。）

26 教師　：なに、この手首から肘の部分をあてたの？
そこの長さは、いくらなの。

27 児童Ｇ：ここの長さは、私の足の長さと同じなの。

28 教師　：えっ、この長さが足の長さと同じなの。
どう、みんな知ってた。先生は知りませんでした。

(2) 事例 5-4 の分析

事例 5-4 では、２つの超越連鎖が観察されている。まず、第１の超越連鎖は、教師が児童Ｄの方法を評価する場面で起きている。教科書を使ってテープの長さを測ろうと試みる児童Ｄに対して、教師は、教科書の長さが２６ cm であることを用いて、児童Ｄが１ｍのテープを見つけだそうとしていると考えている。教師の発言「ちょうど、４つ分くらいかな（発言 14)」に見られるように、教師は、児童Ｄの方法を見ながら、教科書の長さをおよそ２５ cm と見積もって、「２５＋２５＋２５＋２５＝１００」という式を頭の中に思い浮かべていたと考えられる。この場面で、教師が、「教科書使うんだけど（発言 10)」という児童Ｄの発言と操作をもとにして、上述の式を想起していたと仮定すると、「さっき、教科書の長さを測ったね。だから、それを使って測るんだって（発言 11)」という教師の発言は、教科書の一辺を物差しとしてテープの長さを測るという、児童Ｄの意図を代弁しているものと考えることができる。

しかし、教科書の長さが２６ cm であることを利用してテープを測るならば、児童Ｄは正確に教科書の位置を定めていかなくてはならないし、１ｍという長さは教科書４冊分の長さより短いことが言動として示されなければならない。授業後に行った「１ｍは教科書４冊分より長いのか、短いのか」というインタビューに対し、児童Ｄは、「わからない」と述べている。この応答は、「２５ cm の４つ分」という考え方に基づいて、児童Ｄが１ｍのテープの測定を行ったのではないかという、教師の推測が誤っていたことを示している。児童Ｄは、教師が推測したように考えたのではなく、消しゴムで教科書の長さを測ったときと同じように、２番目のテープの測定の方が、３番目のテープの測定よりも余りが少なく、教科書のサイズとうまく一致したという判断に基づいて、２番目のテープを選択したと考えられる。児童Ｄは、教科書を使ってテープを測定するという目的を、教科書がうまく当てはまるテープを探すという目的に、置き換えてしまったと言うことができる。

教師と児童Ｄとの対話の分析は、学習者のアイデアを代弁するつもりで行われた教師の発言が、学習者の考え方を超越するアイデアの提示となってしまうことがあることを示している。本研究では、この事例のように、第１発言者のメッセージに共鳴し、その人の思考を代弁する形で発信した発話内容が、第１メッセージの送信者の思考を超越している場合、このコミュニケーション連鎖を「超越連鎖」と呼ぶことにする（表 5-9)。この超越連鎖の例に示されているように、算数・数学の授業において、教師は、学習者の思考を本人の思考以上に高く評価してしまうことがあることに注意する必要がある。

表 5-9：教師が学習者の思考を高く評価することによって生じる超越連鎖

（注：下線は引用者による。）

10 児童Ｄ：<u>教科書使う</u>んだけど。

11 教師　：さっき、教科書の長さを測ったね。だから、<u>それを使って測る</u>んだって。

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

14 教師　：ちょうど、４つ分くらいかな。

次に、２番目に指名された児童Ｆと教師とのコミュニケーションを分析する。この２人の間では、「３番目のテープに手をあげた人、誰か、その理由を説明してくれるかな（発言17)」という教師の発言に、「手と手を広げた長さが私の背の高さと同じだから、私の身長が１２５cmだから、私の手の長さより２５cmだけ短いのって探したら、この3番目のテープが、ちょうど、２５cmくらい短かったので、３番のテープだと思いました（発言18)」という、児童Ｆの発言が連鎖している。教師の問いかけに児童Ｆが応答しているこの場面は、指導案に「手と手を広げた長さが身長に等しいことなどを用いて」とあるように、手と手を広げた長さが身長と同じになるという知識を使って、１ｍのテープを同定する児童がいるだろうという教師の期待に、学習者が応えている場面である（表 5-10)。

表 5-10：教師の予測した範囲内でなされた児童Ｆの応答

（注：下線は引用者による。）

17 教師　：それでは、<u>３番目のテープに手をあげた人、誰か、その理由を説明してくれるかな</u>。はい、Ｆさん。

18 児童Ｆ：こうやって、<u>手と手を広げた長さが私の背の高さと同じだから</u>、私の身長が１２５cmだから、私の手の長さより２５cmだけ短いのって探したら、この３番目のテープが、ちょうど、２５cmくらい短かったので、３番のテープだと思いました。

19 教師　：Ｆさんは、<u>手と手を広げた長さが、背の高さになるということを知っていたのね</u>。手と手の長さを広げると皆さんの身長と同じになるというのをＦさんは使ったんだね。

その一方で、３番目の児童Ｇの発言には、教師が予測していた以上の内容が含まれていたことが、「この長さが足の長さと同じなの。どう、みんな知ってた。先生は知りませんでした（発言28)」という教師の発言に示されている。「この余った長さは、私の腕の長さよりちょっと長くて、私の足の長さは、１８cmで（発言23)」という児童Ｇの発言に対して、教師は、「足の長さをあてたの（発言24)」と述べ、足をテープの高さまであげるような動作をしながら、にこにこと微笑んでいた。自分の足を持ち上げながら微笑んでいた教師の態度は、その後に児童Ｄから説明される「手首から肘までの部分の長さが足の長さに等しい」ということを、教師がこの時点で理解していないことを示している。

児童Ｇは、授業後のインタビューに対して、「お母さんに聞いた」と応えていた。手首から肘までの長さと足の長さが本当に等しいのかという真偽判定は別にして、ここでは、学習者が教師の予測を超える思考を巡らせながら教師の問いに応えるという、コミュニケーション連鎖が観察されている点に注目する。この第２の例は、第１の例として示した教師と児童Ｄのコミュニケーション連鎖のように、知識量の多い教師が学習者の思考を超越して、コミュニケーションを連鎖させるという場面ばかりではなく、その逆のケースとして、学習者の思考が教師の思考を超えた結果として引き起こされる超越連鎖があることを示している。教師の発言と児童Ｇの発言の連鎖は、教師が予測していなかったフィードバックが返ってきたという意味において、超越連鎖の第２の例になっている（表5-11)。

表5-11：学習者が教師の予測した範囲を超えて反応する
ことにより生じる超越連鎖（注：下線は引用者による。）

20 教師　：<u>他の人はどうですか。</u>

21 複数の児童：（多くの児童が手をあげる。）

22 教師　：Ｇさん。

23 児童Ｇ：私の身長は、１２３cmで、こうして３番のところで広げると、これだけ余るんだけど、<u>この余った長さは、私の腕の長さよりちょっと長くて、私の足の長さは、１８cmで、ちょうど、その余った長さが５cmだから</u>、この・・・。

24 教師　：足の長さをあてたの。（足をテープの高さまであげる動作をしながら笑っている。）

25 児童Ｇ：ここをあてて。（手首から肘までの部分を指している。）

第２項　知識の再構成を促す超越連鎖

(1)　事例 5-5 の概要

教師と児童Ｇとの対話が示していたように、超越連鎖には、第２発言者の発話内容が第１発言者の予測を超えるという特性だけではなく、第２発言者の発言が第１発言者に新たな知識の再構成を促すフィードバックとして機能するという特性もある。そこで第２項では、３人の数学教師の間で観察された事例 5-5[11] を用いて、超越連鎖が第１発言者の所有している知識の再構成を促すフィードバックとして機能することを示す（表 5-12)。

事例 5-5 は、教師Ａが、２人の教師に、「$a^2+b^2+c^2-ab-bc-ca \geqq 0$ を証明せよっていう問題はどうですか（発言 1)」と尋ね、この問題が大学の新入生を対象にした学力調査問題として適切かどうかという判断を求めた所から始められる。この教師Ａの提案に対して、まず、教師Ｂは、「これ、平方の和にすればいいんでしょ。ちょっと、簡単すぎる（発言 2)」と応えている。教師Ｂは、「平方の和」という用語を用いることで、この問題が、$(a^2+b^2+c^2-ab-bc-ca)=1/2\ \{(a-b)^2+(b-c)^2+(c-a)^2\} \geqq 0$ として、解けることを知っているということを、教師Ａにフィードバックしている。

次に、教師Ｂは、教師Ａの問題では簡単すぎるという理由から、「実係数の３つの２次方程式 $ax^2+2bx+c=0$、$bx^2+2cx+a=0$、$cx^2+2ax+b=0$ のうち、少なくとも１つは実数解を持つことを証明せよ、っていう問題にしたら（発言 3)」と述べ、別の問題を提案する。この提案に対し、教師Ｃは、「判別式の和に分解したんですね（発言 4)」と述べている。ここで教師Ｃは、教師Ａが提案した不等式の証明に用いる３つの平方式が、教師Ｂが示した３つの２次方程式の判別式になっており、それゆえ、２つの問題は同じ構造を持った問題であることを教師Ｃ自身が理解していることを、教師Ｂにフィードバックしている。ここでは、教師Ａの発言に教師Ｂがフィードバックし、その教師Ｂの発言に教師Ｃがフィードバックするという連鎖的フィードバックが起きている。

しかし、教師Ａは、教師Ｂがなぜ２次方程式の問題を提案したのか（発言 3)、そして、教師Ｃが、教師Ｂに対して、なぜ、「判別式の和にしたんですね（発言 4)」と言ったのかを理解できずに、「判別式の和？（発言 5)」と教師Ｃの言葉を繰り返しながら、ノートに３つの２次方程式の判別式を書き出している。そして、判別式の和を書き出した教師Ａは、「そうか、$(b^2-ac)+(c^2-ab)+(a^2-bc)$ だから。少なくとも１つは実数解を持つなら、判別式の和は、０以上になればいいんだ。これ、なかなかおもしろい問題ですね

---

[11] 事例 5-5 は、1994 年 8 月 31 日に収録されたものである。

（発言6）」と述べ、教師Ｂと教師Ｃの意図を理解したことを少し遅れて表明している。

表 5-12：３人の数学教師による事例 5-5 の発話記録

１教師Ａ：$a^2+b^2+c^2-ab-bc-ca \geqq 0$ を証明せよっていう問題はどうですか。
２教師Ｂ：これ、平方の和にすればいいんでしょ。ちょっと、簡単すぎるから、
３教師Ｂ：実係数の３つの２次方程式　$ax^2+2bx+c=0$、$bx^2+2cx+a=0$、$cx^2+2ax+b=0$　のうち、少なくとも１つは実数解を持つことを証明せよ、っていう問題にしたら。
４教師Ｃ：判別式の和に分解したんですね。
５教師Ａ：判別式の和？　（教師Ａは、３つの２次方程式の判別式を書き出している。）
６教師Ａ：そうか、$(b^2-ac)+(c^2-ab)+(a^2-bc)$だから。
少なくとも１つは実数解を持つなら、判別式の和は、０以上になればいいんだ。
これ、なかなかおもしろい問題ですね。

(2)　事例 5-5 の分析

教師Ａの発言１に対して、教師Ａ自身が期待しているフィードバックは、問題の適否に関する教師Ｂと教師Ｃの意見であった。そこで、教師Ｂは、教師Ａの期待に応え、「これ、平方の和にすればいいんでしょ（発言 2)」と述べ、教師Ａが２人の教師に期待した式変形に関する知識（表 5-13）を想起したことを、「平方の和」という数学用語を用いてフィードバックしている。平方の和という計算過程の想起を前提として行われた、教師Ａから教師Ｂへのコミュニケーション連鎖は共鳴連鎖になっている。

表 5-13：式変形に関する知識

$$
\begin{aligned}
&2(a^2+b^2+c^2-ab-bc-ca)\\
&=(a^2-2ab+b^2)+(b^2-2bc+c^2)+(c^2-2ca+a^2)\\
&=(a-b)^2+(b-c)^2+(c-a)^2 \geqq 0
\end{aligned}
$$

しかし、次の教師Ｂの発言「実係数の３つの２次方程式$ax^2+2bx+c=0$、$bx^2+2cx+a=0$、$cx^2+2ax+b=0$のうち、少なくとも１つは実数解を持つことを証明せよ、っていう問題にしたら（発言3)」は、教師Aが予期していないフィードバックとして、教師Ａと教師Ｂとの間にコミュニケーションの断絶を生じさせている。教師Ａは、教師Ｂが意図した２つの問題の構造的同値性をメッセージの受信とともに瞬時に理解することはできなかった。この２人の間に生じたコミュニケーションの断絶は、「３つの実係数２次方程式のうち少なくとも１つは実数解を持つ」という命題が、「３つの実係数２次方程式すべてが虚数解を持つことはない」という命題と同値であり、そして、この置換された命題が、「３つの実係数２次方程式の判別式の和は正または０である」という命題に帰着され、この最終命題の証明は教師Ａが提案した不等式の証明そのものになっているという、各命題間の連結性を教師Aが想起できなかったことを意味している。

教師Ｂは、表5-14に示された問題の構造を前提に、教師Aが提案した不等式の証明を別の問題に書き換えたことを、教師Aが理解できるだろうと考えていた。ここで教師Ｂの発言２と発言３は、教師Aの発言に共鳴する形で発生していた。そして、上述してきたように、教師Ｂの発言２は教師Aが想定していた知識の範囲内で行われ、２人の対話は共鳴連鎖していたが、続いて行われた教師Ｂの発言３には、教師Aが予期していた以上の応答が含まれており、結果として、教師Ｂの発言３は、教師Aと教師Ｂとの間にコミュニケーションの断絶状態を引き起こすことになった。第１発言者に対するフィードバックが、第１発言者の理解を超える範囲でなされたという意味で、教師Aの発言１から教師Ｂの発言３へのコミュニケーション連鎖は、共鳴連鎖から超越連鎖へと変容していったと言える。

表5-14：教師Ｂが提起した問題の構造

３つの実係数２次方程式　$ax^2+2bx+c=0$・・・(1)、$bx^2+2cx+a=0$・・・(2)、$cx^2+2ax+b=0$・・・(3)　のうち、少なくとも１つは実数解を持つ。

⇔　３つの実係数２次方程式すべてが虚数解を持つことはない。

⇔　３つの実係数２次方程式の判別式の和は正または０である。

$$\Leftrightarrow \quad D_1+D_2+D_3 = (4b^2-4ca)+(4c^2-4ab)+(4a^2-4bc)$$
$$=4(a^2+b^2+c^2-ab-bc-ca)=2\{(a-b)^2+(b-c)^2+(c-a)^2\} \geqq 0$$

教師Ｂの発言は、教師Ａの発言に共鳴して想起された知識がもとになって生み出されたものであった。しかし、その内容を理解するために必要となる知識は、教師Ａが想定していた知識の枠組みを超えていた。教師Ｂの発言は、その理解に必要となる知識を直接的には伝えないで、２つの問題が同一の構造を持っているという結論だけを伝えたものである。この場面のコミュニケーションにも、教師Ａが問題の解法を示さずに、その問題の難易度を尋ねた時と同じように、伝達すべき情報の一部を省略する、「伝達の節約」という行為が見られる。結果として、教師Ａとの間に断絶をもたらすことになったコミュニケーションも、知り合えていることは省略してもよいというルールに則って遂行された行為であった。この教師Ｂの態度には、コミュニケーションの効率性を高め、リズミカルな対話を楽しむという姿勢が見られる。

そして、この教師Ｂの発言を受けて、教師Ｃは、「判別式の和に分解したんですね（発言4)」というフィードバックを即座に行うことによって、新たな共鳴連鎖を創出している。教師Ｂは、教師Ｃが述べた「判別式の和」というキーワードを受信することにより、教師Ｃが自分の意図を理解していることを知ることができ、自分が仕掛けたリズミカルなコミュニケーションの成立を楽しんでいる。教師Ｂと教師Ａ、ならびに、教師Ｂと教師Ｃとの間に見られる反応の違いは、共鳴連鎖と超越連鎖という２つの類型を区別することにより、コミュニケーション連鎖の差異として説明することが可能になる。また、教師Ｂの発言に対する、教師Ａと教師Ｃの反応の差異は、メッセージ解釈の差異によって、コミュニケーション連鎖から離脱者が出ること、つまり、「参画者間の差異化」という現象が起きていることも示している。欠落している情報の補完を前提にして行われるコミュニケーションでは、必要な知識や情報の想起ができない参画者はコミュニケーション連鎖という協同的な行為から排除される、という危険性が常に内包されている。

このように私たちのコミュニケーションでは、メッセージをただ単にコード解読したり、関連する知識を共鳴という形で想起した結果として、受け手が送り手の意図を理解したことをフィードバックするばかりではなく、受け手が送り手に対して、新たな情報の発信者となる形で展開する場合がある。この場合、新たな情報の発信を促す起源は、第１送信者の思考に共鳴するという第２送信者の思考にあるので、受け手側の認識としては、共鳴連鎖も超越連鎖もその区別を付けることは難しい。第２送信者は、自分が送信したフィードバックに対する第１送信者の反応を探ることによって、現在進行しつつあるコミュニケーションの連鎖が、共鳴連鎖になっているのか、あるいは、超越連鎖になっているのかを知

るのみである。それゆえ、本節で定義する超越連鎖は、第１送信者が予期していなかった情報が、第２送信者から第１送信者にフィードバックされるという点で、共鳴連鎖と区別されるものである。その意味では、共鳴連鎖も、超越連鎖と同様に、フィードバックに対する第１送信者の反応を見極めることにより、その同定が可能な現象であると言える。

共鳴連鎖を同定するためには、送り手の意図を理解したという受け手からのフィードバックがあって、理解された内容が送り手の意図したものであることが確認される必要がある。その一方で、超越連鎖の場合には、上述の事例のように、送り手側には、なぜ、そのようなフィードバックが返ってくるのかが理解できないという、コミュニケーションの断絶状態が一時的にもたらされる。つまり、超越連鎖では、受け手がメッセージを受信することにより想起した知識が、送り手が想起している知識よりも高度なものになっている点に、その特徴があると言える。

教師Ｃの発言に即座に対応できなかった教師Ａは、その後、教師Ｃが発言した判別式の和を実際に計算してみることで、教師Ｂや教師Ｃが過去に経験した解法のプロセスをたどっている。教師Ａの「少なくとも１つは実数解を持つなら、判別式の和は０以上になればいいんだ（発言６）」という発言は、教師Ａが、教師Ｃの「判別式の和」というメッセージをもとに、教師Ｂの意図を理解しようとした過程で、２つの問題の構造の同値性に気づいたことを示している。ここで教師Ａは、「不等式$a^2+b^2+c^2-ab-bc-ca\geqq 0$が成り立つことを証明することは、実係数を持つ３つの２次方程式、$ax^2+2bx+c=0$、$bx^2+2cx+a=0$、$cx^2+2ax+b=0$のうち、少なくとも１つは実数解を持つことを証明することと同じである」、という数学的知識を獲得している。

教師Ａが獲得した新しい知識は、他者から伝達されたものではなく、教師Ｂや教師Ｃによる刺激を受けながら、教師Ａが自分自身で構成した数学的命題である。この命題は、教師Ａが既に知っていた、「a、b、cが実数ならば、不等式$a^2+b^2+c^2-ab-bc-ca\geqq 0$は常に成立する」という命題と、「実係数２次方程式の判別式が正または０ならば、その方程式の解は実数解である」という命題を結びつけ、再構成することによって得られたものである。この事例が示しているように、超越連鎖は、コミュニケーションの断絶という状態を一時的にもたらすが、断絶に陥ったコミュニケーション参画者がこの断絶状態を超越したとき、個人では気づくことなく分離されていた知識が関連づけられ、そしてさらには、新しい知識として再構成されるという効用をもたらすことになる。

第３節　創発連鎖

第１項　アイデアの創発

３人の数学教師による事例 5-5 では、教師Ｂの発言意図は、メッセージを構成する一つひとつのコードを解釈するだけでは理解することはできない。教師Ｃのように、教師Ｂの意図した数学的背景を理解し、その発言に対応するためには、高度な数学力が必要となる。それゆえ、メッセージの解読に必要とされる数学力がない場合には、教師Ａと教師Ｂの対話は、「Ａ：Ｘという問題はどうですか。Ｂ：それでは簡単すぎるから、Ｙという問題にしたら」というレベルで理解されるだけである。２つの問題Ｘと問題Ｙとの間に共通の問題構造が隠されていることを認識できない場合には、２つの問題の単純な比較として、私たちはこの対話を解釈するしかない。こうした対話の理解は、２人の教師の対話を「Ｍ：てんぷらがいい。Ｎ：いや、すき焼きの方がいい」という対話と同じレベルで理解したことになり、比較する対象が数学の問題であるという以外には、この対話が数学的である特徴を有しないことになる。２つの問題の単純な比較という視点に立つ場合には、教師Ｂの発言には数学的に豊かな情報が含意されているということを理解しないまま、私たちは２つの問題の難易度だけを目安に議論を続けてしまうことになる。

しかし実際には、教師Ｃは、教師Ａの問題と教師Ｂの問題との関連性を数学的な視点、すなわち、「判別式の和」という視点から結びつけ、教師Ｂの意図を推察した。教師Ｂと教師Ｃとの対話では、教師Ｂの発言が教師Ｃを刺激して、瞬時のうちに、教師Ｃと教師Ｂとの間に、類似の認知空間が構成されたことになる。そして、教師Ｃの「判別式の和」という音声刺激と教師Ｂのうなずきによって、教師Ｂと教師Ｃには共有された認知領域があることが、相互に確認されている。教師Ｂと教師Ｃとのコミュニケーションのように、共鳴連鎖では、メッセージ量の最小化という経済性の高い情報の伝達が可能となるが、このコミュニケーションにより新しいアイデアが見出されることはない。その意味で、協応連鎖、共鳴連鎖、超越連鎖といういずれの情報伝達過程も、その成立メカニズムの大部分は、送り手または受け手の既有知識に依存していると言うことができる。

そこで最後に、第３節では、新しいアイデアの創造という観点からコミュニケーションの連鎖形態を位置づける。まず、新しいアイデアの創造には、２つのレベルがあることを確認しておくことにする。第１のアイデア創造のレベルは、既にそのアイデアを所有している他者の助けを借りて、その本人にとって新しいアイデアを発見、創造する場合である。

例えば、数学教師の対話では、教師Ａは、教師Ｃの発言をもとに、３つの方程式の判別式の和を計算して、教師Ｂが提案した問題と自分が提案した問題との数学的な関連性を理解することができた。教師Ａは、このコミュニケーションを通して、それまで個別に所有していた２つの知識を、同一の構造を持つ命題として、結びつけることができたと言える。教師Ｃの「判別式の和」という音声刺激に共鳴することにより、つまり、教師Ｃの手助けを得て、２つの問題が類似の構造を持つというアイデアを発見した教師Ａの思考プロセスは、本研究の立場では、共鳴連鎖に位置づけることができる。

そして、第２のアイデア創造のレベルは、コミュニケーション参画者のいずれもが持ち得なかったアイデアが、コミュニケーションによって創造される場合である。送り手の送信したメッセージが受け手の頭脳を刺激し、送り手の意図を超える思考が展開されるとき、送り手と受け手が所持していたアイデアを超える新しいアイデアが創造される場合がある。この時、創造されたアイデアは、送り手の意図したものではないし、かと言って、受け手が１人で考え出したものでもない。ここで創造されたアイデアは、送り手と受け手のいずれにも内在されてはいなかったもので、２人の思考と刺激の交換によって創発[12]されたものだと言うことができる。そこで第２項では、いずれの学習者も所有していない新しいアイデアが創発される創発連鎖という、コミュニケーション連鎖の一類型を例示する。

第２項　創発連鎖

第２項では、新しいアイデアが創発された例として、小学５年生の事例を取り上げる(三輪,1990,pp.86-88)。この事例については、第３章第３節ですでに分析を行っているので、ここでは、考察に必要な概要のみを記述しておくことにする（表5-15)。

この場面は、「家と家の間を直接電話線で結ぶことにします。今、どの家とどの家の間にも、ちょうど１本ずつ電話線を取りつけます」という文章に対して、児童Ａから電話線の結び方がわからないという質問が出され、教師が、児童Ａに、３軒の場合について、黒板に図を書いて考えるように指示する所から始まる。この指示に対し、児童Ａは、３軒の家を２本の電話線で結んだ図5-12を書いたまま、その後どうすればよいのか迷っている。そこで、児童Ｂは、両端の家と家との間も結ばなければいけないと、児童Ａの図にもう１本の線を書き加えることを提案する（図5-13)。この提案に対して、児童Ｃは、「(児童Ｂ

[12] 創発とは、構成要素以上のものをもたらし、かつ、もとの要素に還元できないものを生み出すことである。

の図では）変に見える（発言3)」と発言し、直線状に並んだ３つの丸印を三角形状の配置になるように書き直している（図5-14)。

表5-15：創発連鎖が起きている事例5-6の発話記録（表3-1再掲：一部省略）

1児童Ａ：これ、どうなるんだか、わからない。

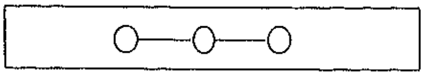
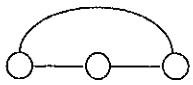


図5-12：児童Ａの図

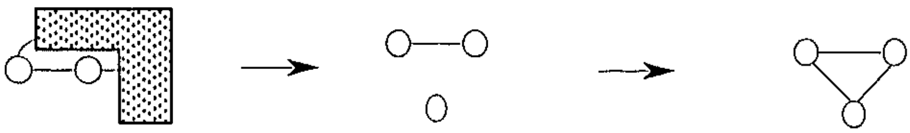
2児童Ｂ：家と家の間を１本ずつ結ばなくちゃいけないんだから、ここも結ばなくちゃいけない。



［両端の丸印を曲線で結ぶ。］

図5-13：児童Ｂの図

3児童Ｃ：これじゃ、なんだか、変に見えるから、これを動かしてこうすればいい。



［図の一部を手で隠す。］［新たに丸印を下に書く。］［下の丸印に向かって２本の線を引く。］

図5-14：児童Ｃが示した図とその手順

4教師　：いいですか、わかりましたね。家と家とを結ぶということはこういうことですよ。

表5-15に示した場面以降、この授業では、「２０軒の家と家とを１本の電話線で結ぶとき、電話線は何本必要か」という問題に対する問題解決が、個別学習として行われている。ここでもう一度、３人の児童の問題解決過程を確認しておくと、まず、児童Ｂの解答には、児童Ｃが示した図を利用した多角形の対角線と辺の数の和という解法①と、児童Ｂ自身が示した直線状の図を利用した解法②が、併記されていることがわかる（表5-16)。児童Ｂが、児童Ｃの発言を、２つの解法の併記という形で解答に反映させていることは、児童Ｂに対する児童Ｃのフィードバックが、児童Ｂに新たな視点を与えたことを物語っている。そして同時に、２つの解法の併記は、児童Ｂ自身の解法を完全に捨て去るほどの説得力を、

児童Ｃの発言が有していないことも示している。

表 5-16：児童Ｂの解答（表 3-4 再掲）

①まず、間の数[13]を求めます。２０角形になるから、自分ととなりはむすべないから、

（２０－３）×２０になる。とちゅうで、むすべる数が半分になるから、

（２０－３）×２０÷２＝１７０それに２０をたして１７０＋２０＝１９０（本）

②この場合はとなりの家の数も入るので、１けんから出る電話線は、２０－１で１９本。

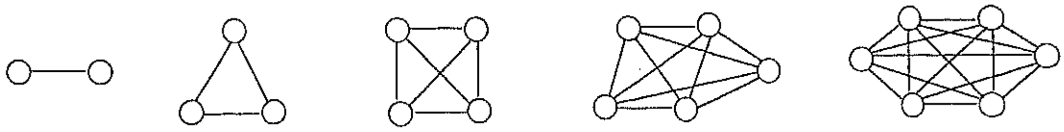
それが２０けんあって、とちゅうで半分になるから、１９×２０÷２＝１９０（本）になる。

児童Ｂの解法に対して、児童Ｃの解法には、児童Ｃ自身が示した「多角形状の図を書く」というアイデアが、多角形の対角線と辺の数の和という解法に結びついていないことが示されている（表 5-17）。児童Ｃは、線分の本数を数え上げたうえで、「かける数が 0.5 ずつ増えていく」という関係を帰納的に見出し、２０軒の場合に適応している。児童Ｃが示した「２×0.5＝１、３×１＝３、４×1.5＝６・・・」という式は、「ｎ×(ｎ－１)／２」という式に一般化される可能性を秘めているが、「かける数が 0.5 ずつ増える」ことが、何を意味するのかを理解できない児童Ｃにとって、その一般化は達成されなかった。児童Ｂの解法①は、児童Ｃが示した図によって想起されたものであったにもかかわらず、対角線の本数を求める公式を利用しなかった児童Ｃには、自分が提示した図が、児童Ｂに解法①を想起させるとは考えられなかったのである。

表 5-17：児童Ｃの解答（表 3-2 再掲）

答え１９０本

２×0.5＝１　３×１＝３　４×1.5＝６　５×2.0＝１０　６×2.5＝１５・・・２０×9.5



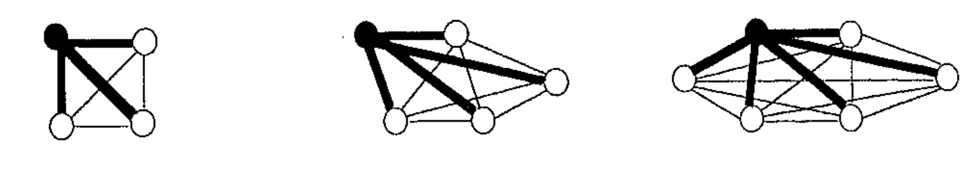
[13]「間の数」とは、対角線の本数のことである。

私たちは、抽象的な概念を他者に伝達する際に、具体的な事例の操作によって、伝えたいことを表出する。例えば、電話線の本数を数え上げる方法として、対角線の数と辺の数の和という考え方を伝達する場合には、４軒や５軒という具体的な図を使って表現するのが適している。事例 5-6 で用いられた３軒の場合の図は、三角形状の図という特殊な状況が、図の中に対角線が現れないという事態をもたらしていた。しかし、児童Ｂや児童Ａは、その特殊性を正しく理解し、４軒の場合では、四角形の２本の対角線と４本の辺という形で表されると考えていた。この事は、３軒の場合には三角形状の図になるという特殊事情によって隠蔽された、対角線の本数を含むという考え方の伝達が、児童Ａと児童Ｂの所有していた知識を想起させるという形で共鳴連鎖していたことを示している。

次に、児童Ｂから児童Ｃへと連鎖していったコミュニケーションが、児童Ａの問題解決にどのような影響を及ぼしたのかという問題について考える。児童Ａの解答を見ると、児童Ａの解答は他の２人の解答とは異なっていることがわかる（表 5-18）。そしてさらに、この解法が児童Ａ個人の力だけで見出されたものではないことは、児童Ａが、３軒の家を２本の電話線で結んだ図を書き、３軒の場合には２本の電話線が必要だと考えていた段階から、児童Ｂと児童Ｃの図に刺激されて、２０軒の場合には１９０本の電話線が必要になると正解できるように変容したという事実から確認できる。こうした判断を根拠に、本研究では、児童Ａが児童Ｂと児童Ｃのメッセージを自分なりに解釈することによって、児童Ａ独自の解法が導き出されたと考える。

表 5-18：児童Ａの解答（表 3-3 再掲）

例えば、家が４つのとき、Ａの家からは３つの電話線がつながれている。
４けんの時、５けんの時、６けんの時とやっていくと、６、１０、１５というかずが出てきます。
つまり、４、５という差があるわけです。だから、４けんの時と５けんの時との差をつなげていくと、２０けんの時は１９０本になるのです。



児童Ａの解答で、基点となる家から出る線が太線で強調されているように、児童Ａは、児童Ｃが書いた三角形の図を、「３軒の場合は２軒の場合（１本）＋２本である」と解釈し、以下同様に、「４軒の場合は３軒の場合（３本）＋３本である」という問題の構造を記述する方法を見出している。この見方は、児童Ｂが児童Ａの図に１本の線を加えたときには、見出されなかったはずである。なぜならば、「３軒の場合には２軒の場合の１本に２本の線を加える」という見方は、児童Ｃが児童Ｂの図を書き換えたときに示された、「下の丸印と上の２つの丸印が２本の線で結ばれる（図5-15)」という方法だからである。つまり、児童Ｃの動作と図に対する児童Ａの主観的な解釈は、「３軒の場合には、既にある２つの家を結んでいる１本の電話線に２本増やす」という情報を児童Ａにもたらし、児童Ａは、この情報を４軒、５軒、６軒の場合へと適用することによって、「１＋２＋３＋・・・＋１７＋１８＋１９＝１９０（本)」という解法を見出すことになったと考えられる。

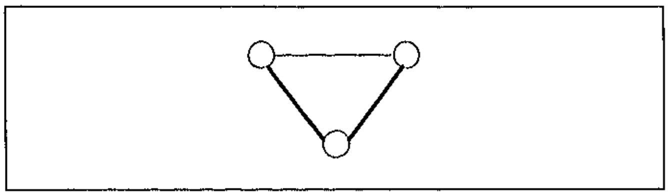


図5-15：児童Ｃの図と動作に対する児童Ａの解釈

（注：児童Ａの見方を太線で示すという記述方法は、児童Ａが解答に示した方法を援用した。）

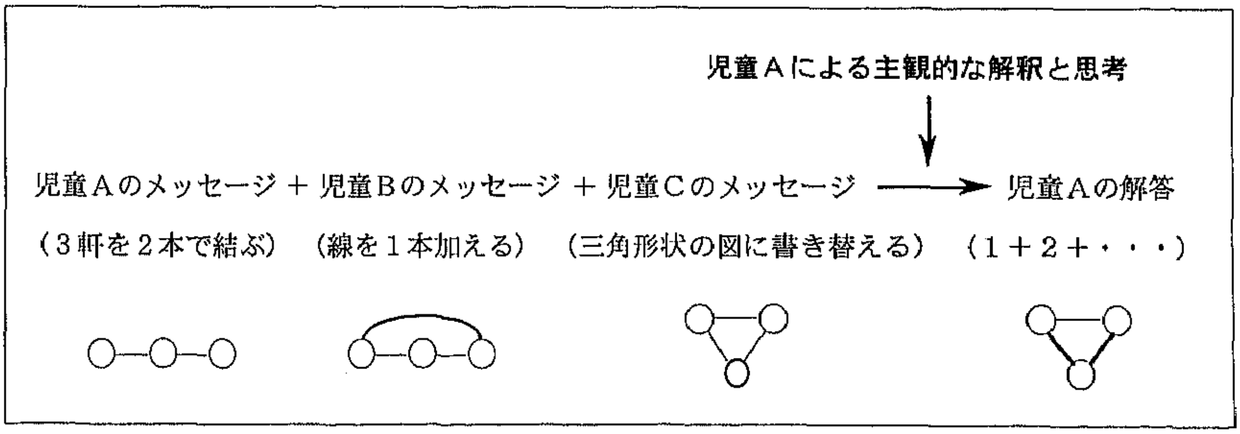
しかし、児童Ｃの解法で確認できるように、児童Ａが用いた方法を具体的な操作として示した児童Ｃは、三角形状の図が「１本＋２本」という構成原理を示しているという見方には気づいていなかった。児童Ａが注目した児童Ｃによる２本の線を加えるという操作は、児童Ｃ本人にとっては、児童Ｂの図を書き換えるという必要性から生じた、「深い意味を持たない行為」に過ぎなかったのである。児童Ｃにとって重要だった事柄は、３軒の場合には三角形状の図になるということであった。児童Ｃにとって、三角形状の３つの線分は、１本とその他の２本とに分離されるものではなかった。それゆえ、児童Ｃが、始めから三角形状の図を示していたら、児童Ａも１本と２本とを分離して考える見方を獲得することはなかったかもしれない。このように考えると、児童Ａが児童Ｃの図を上述のように解釈するためには、児童Ｂの図を変形して児童Ｃの図が示されるという操作が必要不可欠であったと言うこともできる。なぜならば、児童Ｂの図がなければ、児童Ｃによる上記の操作は、

「意図されない行為」としても出現することはなかったからである。こうした事例解釈に基づき本研究では、児童Ａが創造したアイデアは、児童Ｂと児童Ｃのメッセージに、児童Ａによる主観的な解釈が組み合わされることによって創発されたものだと考える。

本研究では、コミュニケーションに参画する学習者のいずれもが所有していなかったアイデアが、学習者同士の相互作用の結果として生み出されることを「アイデアの創発」という用語で表す。そして、本研究ではこの用語を用いて、送り手の送信したメッセージが受け手の思考を刺激して、受け手の所有している知識などと結びつくことにより、新しいアイデアが創造されるコミュニケーション連鎖を「創発連鎖」と呼ぶことにする。創発連鎖をこのように規定すると、表5-19に示した「児童Ａ→児童Ｂ→児童Ｃ→児童Ａ」というコミュニケーションの連鎖は、創発連鎖としてその特徴を明記することができる。

だが現実的な場面としては、この創発連鎖を決定づける最後の児童Ａの発言は、この授業の中では、教室の仲間たちへのメッセージとしては発信されなかった。最後の児童Ａのメッセージを受け取ったのは、授業を担当している教師と、この授業を分析した研究者たちだけであった。児童Ａの解法は、この授業に参加している他の誰もが考えつかない斬新なアイデアであった。しかし、他者のアイデアを使って考え出したという児童Ａの思いが、自分のアイデアを積極的に表出することをためらわせていた。児童Ａは、自分が考えついたことはそのアイデアを創発する契機となったメッセージの送り手である児童Ｂや児童Ｃも気づいているはずだと考え、自分のアイデアの新規性に気づかなかったのである。この事例分析が私たちに示していることは、援助者と被援助者という関係認識が、創発連鎖の発生を疎外する要因になるということである。

表5-19：３人の児童のコミュニケーション連鎖に見られる創発性



第４節　数学学習におけるコミュニケーション連鎖の類型

第１項　類型化のための認知モデル

第４節では、これまでに例示してきた４つのコミュニケーション連鎖の類型を理論的に定式化する。この目的を達成するために、第１項では、メンタル・スペースとコンセンサス・ドメインという概念を導入し、類型論の構築に用いる認知モデルを準備する。

言霊（ことだま）という言葉が示すように、言葉には不思議な力があると考えられてきた。私たちは、言葉の力を借りて、他者とコミュニケーションしたり、考えたりすると信じてきた。確かに、私たちが日々使っている言葉には偉大な力がある。しかし、その力を引き出すのは、それを使う人間自身にあるのであって、言葉という音や記号が力を持つのではない（cf. Fauconnier,1994/1996,p.ｘxii[14)]）。伝達された言葉は、個々の解釈者による主観的解釈によって異なる効果をもたらす。そして、３人以上の学習者によるコミュニケーションでは、その言葉が誰から誰にどのような状態で向けられたのかによって、さらに複雑な効果を派生させる。コミュニケーション連鎖という現象がもたらす相互主観的世界とは、それぞれの個人の内的世界が他者のものと同じであるという理解では説明できるものではない。学習者Ａの発言に学習者Ｂの発言が続き、さらに学習者Ｃの発言が起こるというコミュニケーションの連鎖がもたらす効果は、学習者Ａ、Ｂ、Ｃ、あるいは、間接的にコミュニケーションに参画している学習者Ｄにとって、すべて異なったものになると言える。そこで本研究では、このコミュニケーション効果を記述する研究方法論上の概念として、メンタル・スペースという認知空間を想定し、類型論のための認知モデルを構築していくことにする。

Fauconnier(1994,p.22) は、言語表現によって心の中に作り出されるものは何かを問題にし、これに「メンタル・スペース[15)]」という名前をつけた。思考とコミュニケーションの

[14)] 同様のことを Fauconnier は、Turner の言葉を引用しながら次のように述べている。「表現は意味を与えるのではなく、われわれがすでに知っているプロセスを使って意味を構築するための手がかりを与えるのである。（中略）文の意味が『まさに言葉のなかにある』などということは決してない。文を理解する際に、われわれが『言葉の言っていることだけ』を理解しているということは決してない。言葉そのものは、われわれが解釈するために持ち出すきわめて詳細な知識と強力な認知過程から独立には、何も意味しない（Turner,1991,p.206 in Fauconnier,1994/1996,p.ｘxii）。」

[15)] Fauconnier(1994/1996,p.22) は、「メンタル・スペースは構造を持った増加可能集合 (incrementable set) として表される。すなわち、要素（a, b, c,･･･）と要素間に成り立つ関係 (R_1ab, R_2a, R_3cbf, ･･･）を持つ集合であり、新しい要素を付け加え、要素間に新しい関係を設定することができる」と述べ、個々の単語同士の関係、あるいは、文と文との関係という言語学的なアプローチのための方法論として、メンタル・スペースという仮想の認知空間を設定している。

成立には複雑な構築物が作り出される必要があるという Fauconnier の考え方は、思考とコミュニケーションによって構成される心的な構築物が、概念構成能力、複雑に構造化された背景知識と文脈知識、メタファーや類推での複数領域に共通するスキーマの取り出しやマッピング能力などに依存することを示している。本研究では、Fauconnier の理論に基づき、数学という複雑に構造化された知識体系と、数学を使う人々が数学的概念を構成する能力や数学をすることによって共有しているスキーマなど、私たちが数学について思考したり、コミュニケーションする際に用いる認知的な空間をメンタル・スペースとして考える。そして、本研究では、複数のメンタル・スペースによって構成される心的構築物の集合を相互主観的世界を描き出すためのモデルと考えることにする。

上述してきたように、Fauconnier(1994) が提起したメンタル・スペースは、コミュニケーションに参画する者が所有している知識と経験を構成要素とする心的構築物である。Fauconnier は、ある言語刺激によって想起された知識や経験が互いに関連づけ合うことにより、メンタル・スペースが構築されると考えている。だが、そもそも、さまざまな所有知識の中から、ある一群の知識が関連性のある知識として想起されるとは、どのようなことなのだろうかという疑問が生じてくる。本研究では、この問題に答えるために、Sperber & Wilson(1986/1993) の提唱する関連性理論を基礎理論として用いる。

Sperber & Wilson(1986/1993,p.XIII) は、「人間の認知過程は、可能な限り最小の労力で可能な限り最大の効果を達成するような仕組みになっている」という前提を設け、「各個人は入手可能な最も関連性のあると思われる情報に注意を集中しなければならない。伝達するということは、ある個人の注意を喚起することである。よって、伝達するということは、伝達される情報が関連性のあるものであるということを含意することである」として、関連性という視点からコミュニケーションを説明している。関連性理論によれば、コミュニケーションを可能にするために、受け手には、送り手が意図した推論過程をたどるための方策として、送り手と相互に共有された知識の所有が求められる。しかし、知識の共有という観点だけでは、言語刺激Ａに対して、なぜ、知識Ｂではなく、知識Ｃを関連性が高い知識として想起するのかということに対して十分な説明ができないという問題が残される。そこで本研究では、コミュニケーションの成立のためには、必要となる関連知識の共有と、その知識が現在の話と関連すると貯蔵知識を想起させるセンス（sense：判断能力）の共有が必要だと考えることにする[16)]。

[16)] ナンバーセンスに関する研究として、Reys, Reys, Nohda, & Emori(1995) がある。

私たちは、「半径２㎝の円がある」という文章に対して、ある特定のメンタル・スペースを構築する。この認知空間は、例えば、「円」、「半径」、「２㎝」というメッセージ内にコード化されている概念と、それから連想される「中心」や「直径」などの関連概念、さらには、それらを統合した「中心が（a,b）で、半径がｒの円は、$(x-a)^2+(y-b)^2=r^2$という方程式で表せる」という知識などが思い出されるように、１つの知識の想起がまた別の知識を想起させるという具合に、貯蔵されていた知識がそれぞれの結びつきを持ちながら１つのネットワーク[17)]として拡大していくことになる。このように「半径２㎝の円がある」という文章（視覚刺激）によって、関連知識のネットワークとして形成されるメンタル・スペースは、その後のコミュニケーションの進展とともに変容し、新たな知識構造として再構成されることになる。

例えば、「その円に半径１㎝の円が内接している」という刺激が加えられたとき、これまでの「円」という刺激に対して構成されたメンタル・スペースは、「内接」という概念の想起とともに、新たな枠組みが加えられる。この時、関連性という観点から何が加えられるかが、それぞれの受け手のセンスということになる。コミュニケーションにおけるセンスとは、情報選択と情報を結びつける個人内規準のことである。それゆえ、私たちが、他者とのコミュニケーションにおいて、他者の知性を評価するのは、まさに、その人の所有する知識とセンスである。私たちは、問題解決能力で他者の知性を評価するとともに、コミュニケーションにおいて、適切な時に適切な応答ができる人の知性を高く評価する。思考とコミュニケーションの過程において、個々人が構成するメンタル・スペースは、知識とセンスによって構成される構造化された認知空間である。

これまで第１項では、コミュニケーションの成立には知識とセンスの共有が必要だと述べてきたが、個々人のメンタル・スペースがすべて一致するというわけではない。メンタル・スペースには、他者と共有されている領域と個別に所有している領域とがある。本研究では、この共有されたメンタル・スペース上の部分空間を「コンセンサス・ドメイン（consensus domain）」と呼ぶことにする。

既にRichards(1991,p.18）は、「コンセンシャル・ドメイン（consensual domain）」という考え方を提示している。Richardsが提示したコンセンシャル・ドメインという考え方は、２本の木が寄り添って生えているとき、互いの木は、相手の木を邪魔しないように枝を伸ばし、全体として１本の木のように調和を保つ、その２本の木が互いを気づかいながら共

17) 情報のネットワークという考え方については、今井・金子（1988）を参照。

生している空間をさす生物学上の概念を援用したものである。また、Richards の考え方を支持する広瀬(1996,p.41)は、数学の授業における議論での共有の基盤を見ていく観点として、「consensual domain とは何らかのコンセンサスのもとに開かれた領域で、新たなコンセンサスを引き起こす可能性を持つ領域を指す」と定義し、コミュニケーションに何らかのコンセンサスが必要だと指摘した。しかし、彼らの研究において、そもそもこの領域が所属するのはどのような空間なのか、すなわち、コンセンシャル・ドメインが物理的空間上の領域なのか、あるいは、認知的空間上の領域なのかは、明らかにされてはいない。Richards はコンセンシャル・ドメインを行為の場と定義しており、この考え方を踏襲している広瀬も行為の場での共有領域を想定していると考えられるが、２人の論考において、コンセンシャル・ドメインを明確に特定することはできていない。こうした問題に対して、本研究では、認知的な空間であるメンタル・スペースというものを準備することにより、このメンタル・スペースの部分空間として認定される他者と類似の構造を持った認知空間を「コンセンサス・ドメイン」と呼ぶことにする[18)]。

第２項　コミュニケーション連鎖の類型

第２項では、第３章で行ったメッセージの解釈方法に関する考察と、第１項で規定したメンタル・スペースとコンセンサス・ドメインという研究方法論上の概念を用いて、これまでの事例分析によって類別されてきた、協応連鎖、共鳴連鎖、超越連鎖、創発連鎖という４つのコミュニケーション連鎖を理論的に区分する規準を構築する。

(1)　協応連鎖と共鳴・超越・創発連鎖との区分規準

コミュニケーション連鎖の類型を区分する第１の規準は、メッセージ解釈がコードモデルに基づいて行われるのか、推論モデルに基づいているのかという規準である。本研究では、コードモデルに従うコミュニケーション連鎖を協応連鎖と呼び、推論モデルに基づくコミュニケーション連鎖を共鳴連鎖、超越連鎖、創発連鎖のいずれかに区分する。

例えば、事例 5-2 では、４人の生徒の解法は、数式というコードの操作として発信され、教師による板書を手がかりに理解されていた。４人の生徒の解法は、コード理解に基づくメッセージ解釈以外に、推論を必要とする部分はほとんどなかった。この事例に見られる

---

18) Richards(1991)や広瀬(1996)が規定する「コンセンシャル・ドメイン」は行為の場であり、本研究で規定する「コンセンサス・ドメイン」は認知空間の部分集合である。

協応連鎖では、送り手の意図した情報が、受け手のメンタル・スペース上に、数式というコードの操作として認識されることにより、コミュニケーションが成立していたと言える。事例 5-2 では、「２つの未知数のうち、どちらかの係数を揃えて消去し、残された未知数の値を求める」という情報が、受け手のメンタル・スペース上に、数式というコードの操作として認識されていた。そして、生徒Ｂの発言「私は、Ａ君と違って、まず、①の式を２倍して。それで、２ｘ＋ｙ＝－７を引きました（発言 25)」の解釈によって築かれたメンタル・スペースが、板書された数式の操作（図 5-2）として共有された場合、異なる参画者の認知空間上に構築されたメンタル・スペースは、他者と共有されているという意味で、コンセンサス・ドメインとなり、その後のコミュニケーションの基盤となっていた。この基盤にもとづき、生徒Ｄの「今度は、－２を上の式にかける（発言 53)」という発言が、コードとして意味を持つことになる。コードに頼った協応連鎖という形態においても、コンセンサス・ドメインという共有された認知空間をもとに、送り手と受け手の双方がそれぞれ関連性という視点から発言の一部を省略するという行為が見られる。

その一方で、事例 5-2 に引き続いて観察された事例 5-3 における、生徒Ｇの「上のから下のを引いたのに、上のをたしたのは、あれと同じだと思います（発言 74)」という発言は、コード解読だけではその意味を理解することはできなかった。そしてさらに、数学教師による事例 5-5 では、関連知識の想起という認知過程がメッセージ解釈に必要だということが示されていた。

コミュニケーションの導入段階では、推論を交えないコード解読によるコンセンサス・ドメインの形成が図られる。本研究では、コード解読によりコミュニケーションの共通基盤を築く、この段階のコミュニケーション連鎖を協応連鎖と呼んだ。それゆえ、コミュニケーション連鎖の類型は、コードモデルによって説明が可能となる協応連鎖と、推論モデルを基本モデルとする共鳴連鎖などに二分することが可能となる。

$$\begin{array}{rll} 2x+6y=-2 & \cdots ①\times 2 & \qquad\qquad y=1 \\ \underline{-)\ 2x+\ \ y=-7} & \cdots ② & \text{①式から}\quad x=-4 \\ 5y=5 & & \end{array}$$

図 5-2：生徒Ｂが示したｘの係数を揃える加減法（再掲）

(2) 共鳴連鎖と超越・創発連鎖との区分規準

推論モデルの特徴は、メッセージの解釈が単なるコードの解読によって達成されるのではなく、必要な情報が受け手の推論によって補完されるプロセスが含まれる点にある。通常、私たちが行っているコミュニケーションでは、送り手は、受け手が必要な情報を推論という認知活動を通して補完することを期待している。この送り手と受け手とのやりとりは、意図されたメンタル・スペースの構築という認知モデルにより説明することができる。

推論モデルによって説明されるコミュニケーションでは、送り手は、受け手に想起させたいメンタル・スペースをメッセージ送信前に想定し、受け手は、送り手が意図したメンタル・スペースの構築に向けて、受信したメッセージの解釈を行うという関係が成立している。このように「相手の意をくむ」という表現で捉えられてきた、送り手と受け手とによるメンタル・スペースの構築関係を前提にすると、推論モデルをベースにするコミュニケーション連鎖には、受け手の構築したメンタル・スペースが、送り手の意図したメンタル・スペースに包含される場合と、送り手の意図したメンタル・スペースを超越する場合の２通りが考えられる。

本研究では、メッセージ解釈をもとにして構築された受け手のメンタル・スペースが、送り手の意図したメンタル・スペースと類似の構造を持つ場合、つまり、受け手が構築したメンタル・スペースが、送り手のメンタル・スペースに包含される場合を共鳴連鎖と呼んだ。例えば、事例5-5における「判別式の和」というキーワードで結ばれた、教師Ｂと教師Ｃとのコミュニケーション連鎖では、教師Bの意図した「２つの問題が同じ構造を持っている」というメンタル・スペースが、教師Cの認知空間上にも構築され、その事が瞬時にフィードバックされていた。この事例が示すように、共鳴連鎖では、明確にコード化されていない関連知識の想起を含め、メッセージ解釈から導出された情報を送り手も受け手もともに所有し、かつ、共有されていることがフィードバックを通して送り手に知らされている。共鳴連鎖では、送り手の意図した範囲内で認知された情報の共有、言い換えれば、本研究で導入したコンセンサス・ドメインの形成が達成されていると言える。

一方、受け手がメッセージ解釈を通して想起した関連知識とその連結性が、送り手の想起していたものと異なる場合、受け手の構築したメンタル・スペースは、送り手のメンタル・スペースを超越したものになる。本研究では、受け手のメンタル・スペースが、送り手のメンタル・スペースを超越した場合として、超越連鎖と創発連鎖の２種類のコミュニケーション連鎖があると考える。

(3) 超越連鎖と創発連鎖との区分規準

メッセージ解釈が受け手の推論を交えて行われることは、私たちの日常的なコミュニケーションではかなりの程度まで前提にされている。それゆえ、日々の学習を共に行っている教室の中では、「教師：昨日(きのう)習った公式を使えばいいんだよ。生徒：ああ、２ａ分のっていう公式ね」という指示代名詞を多用するコミュニケーションが容易に成立する。「昨日習った公式」という音声刺激（メッセージ）によって、生徒には、教師の意図した「２次方程式の解の公式」が瞬時のうちに想起され、さらに、生徒の「２ａ分の」という音声刺激（メッセージ）によって、教師の意図が生徒に理解されたことがフィードバックされる。このように共有された経験を基盤として行われるコミュニケーションの連鎖では、ベースになる経験そのものが共有されているので、送り手の意図を超越するメンタル・スペースが受け手によって構築される場合は少ない。

しかし、私たちが数学の問題解決などで数学的なアイデアを交換する場面では、互いが共有する経験のみに頼ったコミュニケーションが行われるわけではない。私たちは、２次方程式の解の公式を同じ教室で学んだという経験を持たなくても、互いが所有している数学に関する知識体系をベースにするコミュニケーションを行うことができる。この場合、個々人が所有している数学に関する知識も数学学習に関する経験も異なるので、数学の用語や記号によって想起される関連知識は、通常、学習者ごとに千差万別となる。それゆえ、送り手が数学用語や記号あるいは式やグラフや図などをメッセージとして送信しても、そのメッセージを解釈して構築される受け手のメンタル・スペースは、必ずしも送り手の意図したものにはならないばかりではなく、送り手の意図を超えた、数学という知識体系から見て、より価値のあるメンタル・スペースとして構築される場合もある。

例えば、事例5-5の数学教師の対話では、一見まったく異なる問題として捉えられる教師Ｂの問題が、実は、教師Ａが提起した問題と同一の構造を持った問題であり、教師Ｂが提起した問題の表現の方が、不等式の証明の含意する数学的意味をより鮮明に顕在化できることを教師Ａに知らせていた。教師Ｂの発言には、教師Ａが想定していなかった知識が活用されていたため、教師Ａは一時的に教師Ｂの意図を理解できない状況に追い込まれるが、コミュニケーションの断絶を自ら乗り越えようとする努力のもとで、教師Ａは、既存の知識を再構成することによって、初めに想起していたメンタル・スペースを修正し、より豊かな内容と構造を持ったメンタル・スペースに改編することに成功していた。

この種のコミュニケーション連鎖では、コミュニケーションに参画する者同士の間で派

生する相互作用によって、個人の思考を超えた新しいアイデアの創出がなされるが、その方法には少なくとも２つのタイプがある。その１つは、受け手のメンタル・スペースの構築が、受け手自身にとって既知の知識を用いて行われる場合である。私たちは、所有している知識を常に活性化させているわけではない。日頃は、その存在すら意識しないような知識も、必要に合わせて長期記憶より取り出し、それを活用させることができる。受け手が送り手の意図を超越するコミュニケーション連鎖の第１の類型は、受け手が所有する知識の想起によって、超越という現象が起こる場合である。本研究では、この類型を「超越連鎖」と呼ぶことにする。

第２のタイプは、受け手が想起したメンタル・スペースの構築が、既存の知識の活用で行われるのではなく、送り手が送信したメッセージに刺激されて、受け手のメンタル・スペースの構造に変化がもたらされることにより、超越という現象が起こる場合である。受け手は、送り手に刺激されて、自らのメンタル・スペースの改編に成功するが、この場面で、受け手は送り手を超越しているので、送り手と受け手の間で共有されるコンセンサス・ドメインの中に、この新しい発見を含む新規のメンタル・スペースの部分空間は含まれてはいない。本研究では、この類型を「創発連鎖」と呼ぶことにする。創発連鎖とは、船津(1996,p.75)が「コミュニケーションの創発的内省性[19]」と呼んだ、他者とのコミュニケーションを通して自己を内省することが新しいアイデアを生むという、コミュニケーションの特性を表したものになっている。創発性とは、もとの構成要素以上のものをもたらし、しかも、もとの要素に還元できないものを発生させることである（船津,1983,p.96)。

ここで注意すべきは、超越連鎖も創発連鎖も共に、受け手は、送り手を超越しているという意識を持っていない、あるいは、持つ必要はないということである。その意味で、超越連鎖も創発連鎖も共鳴連鎖の一部であるとみなすことができる。私たちのコミュニケーションは、他者の意図を推測しながらメンタル・スペースを構築し、その中にできるコンセンサス・ドメインを広げていくという認知的な活動である。こちらが考えていることは他者も考えているだろうというのが普通であり、新しいアイデアが生まれたかどうかということは、アイデア共有の有無を他者とのコミュニケーションを通して確認するしかない。小学５年生の事例5-6のように、創発されたアイデアが表出されない場合には、真の意味

---

[19] 船津(1996,p.75)は、「人間は他者の期待に自己の観点から意味づけをし、それを選択的に解釈する。その解釈された期待との関係で人間は自己の行為を構成する。人間は他者の期待を通して自分自身を内省し、その内省によって新しいものを生み出すことができる。それを『創発的内省性』と呼ぶ」と述べている。

での創発連鎖とは呼べない。なぜならば、アイデアを共有しようとするコミュニケーションの連鎖によって、学習者が所持するアイデアの差が補完されなければ、真の意味での創発連鎖として完結されたことにはならないからである。

創発連鎖は、アイデアの発見と共有という観点から区分した4つの類型の中で、最もレベルの高いコミュニケーション連鎖である。それゆえ、この段階に到達することによって得られた新しいアイデアは、その後のコミュニケーションにおいて、他の参画者に還元される必要があり、新しいアイデアの共有をめざして行われるコミュニケーションは、Pirie & Kieren(1989b,1994a,1994b) の理解モデルのように、再度、基底的なレベルから再帰的[20]に連鎖の質を変容させながら継続していくことになる。例えば、図5-16は、コミュニケーション連鎖が協応連鎖として発生し、次に、共鳴連鎖、超越連鎖と推移した所で一部の参画者にコミュニケーションの断絶が生じ、それが解決されることにより共鳴連鎖という状態を経て、最終的に、創発連鎖という最も高いレベルのコミュニケーション連鎖に到達し、新しく創発されたアイデアが他の参画者に還元されることで共鳴連鎖、超越連鎖というコミュニケーション連鎖が生み出される様子を連続した1本の折れ線で表している。こうしたレベル間の移行が、本研究で「コミュニケーション連鎖の再帰性」と呼ぶ、コミュニケーション連鎖の特質である。

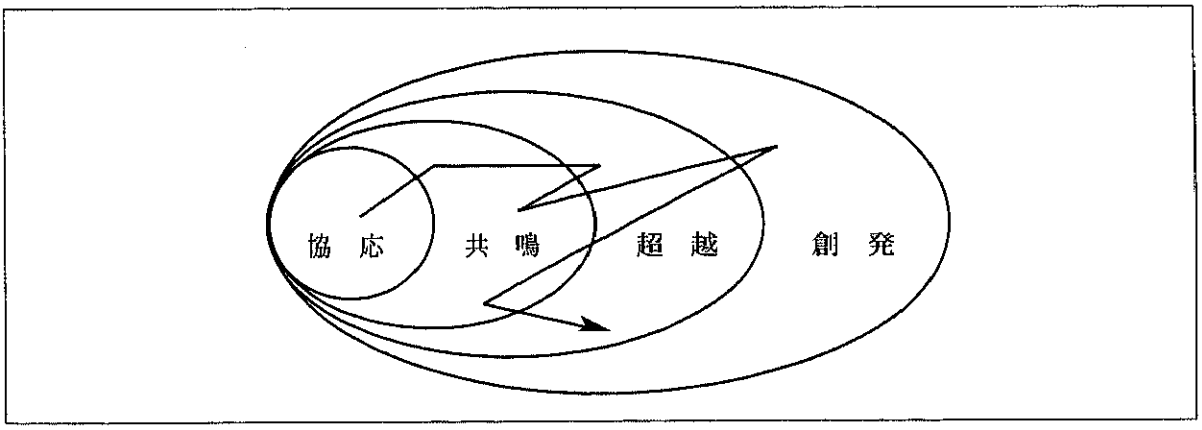


図5-16：コミュニケーション連鎖の再帰性

[20] Pirie & Kieren(1991,p.80)は、「再帰的」という用語を「ある関係A＝（・・・A）は、以下の条件を満たすとき再帰的である：a．自己参照（self-reference）；その右辺が、何らかの方法で左辺に提供されているものと同じ実体Aを含んでいるとき。b．レベルの前進（level-stepping）；変化している要素があるとき。右辺のAが左辺のものよりは多少異なる様相で提示されているとき」と定義している。

(4) コミュニケーション連鎖の区分規準

本研究では、互いの区分規準を明記することにより、コミュニケーション連鎖の諸類型を整理してきた。これまでの考察をまとめると、本研究では、コミュニケーション連鎖の区分規準として、表5-20に示した3つの規準を設定して、4つのコミュニケーション連鎖の類型論を構築してきたことになる。

コミュニケーション連鎖を区分する第1の規準は、第1メッセージの受け手（第2発言者）によるメッセージの解釈方法という規準である。メッセージ解釈がコードモデルに従う場合は、協応連鎖と同定され、推論モデルに従う場合は、共鳴連鎖以上のコミュニケーション連鎖に区分される。第2の規準は、第1発言者と第2発言者のメンタル・スペースの包含関係という規準である。第2発言者のメンタル・スペースが第1発言者のメンタル・スペースを超越していない場合が、共鳴連鎖であり、超越している場合は、超越連鎖か創発連鎖ということになる。第3の規準は、第2発言者のメンタル・スペースの構築方法という規準である。第2発言者のメンタル・スペースが既存の知識に依存している場合、第2発言者が提起するアイデアは自分自身にとって新たな発見を含んだものには成り得ず、その意味において、超越連鎖は知識の再構成をもたらすことはない。その一方で、創発連鎖では、第2発言者が生み出したメンタル・スペースは、既存知識として構成されていた知識のネットワークを超える新たな知識の再構成によってもたらされる。それゆえ、第3の規準によって、超越連鎖は創発連鎖と区分することができる。

表5-20：コミュニケーション連鎖の区分規準

第1規準（第1メッセージの解釈方法）

：第2発言者による第1メッセージの解釈が、コード解読によって行われる（コードモデル）

or　推論による省略された情報の補完によって行われる（推論モデル）

第2規準（第1発言者と第2発言者のメンタル・スペースの包含関係）

：第2発言者のメンタル・スペースが、第1発言者のメンタル・スペースを超越している

or　第1発言者のメンタル・スペースを超越していない

第3規準（第2発言者のメンタル・スペースの構築方法）

：第2発言者のメンタル・スペースの構築方法が、第2発言者の既存の知識に依存している

or　第2発言者の既存の知識に依存していない

表5-21は、これまでに述べてきた３つの区分規準に従って、協応連鎖、共鳴連鎖、超越連鎖、創発連鎖の諸特性を整理したものである。推論モデルに基づくコミュニケーションが成立するためには、受け手の所持している情報が、送り手の所持している情報と同程度か、または、勝っていなければならない。それゆえ、受け手の情報保持が送り手の情報保持より劣っている場合には、送り手は、説明というレベルで、コミュニケーションを継続していかなければならない。送り手は、受け手が保持している情報を前提とした対話のレベル、例えば、共有コードの使用などのレベルにまで戻って、コミュニケーションを継続することになる。この事は、図5-16で示したように、高いレベルでのコミュニケーションがうまく成立しないと送り手が感じた場合には、コミュニケーションは低位のレベルに戻ることになるというコミュニケーション連鎖の再帰性を示している。

表5-21：コミュニケーション連鎖の４類型

	区　分　規　準	協応連鎖	共鳴連鎖	超越連鎖	創発連鎖
第１規準	受け手による メッセージ解釈の方法	コード	推論	推論	推論
第２規準	送り手と受け手の メンタル・スペースの包含関係	$M_S \supset M_R$	$M_S \supset M_R$	$M_S \subset M_R$	$M_S \subset M_R$
	送り手の所有知識の有無	○	○	×	×
第３規準	受け手のメンタル・スペース の構築方法	想起	想起	想起	創発
	受け手の所有知識の有無	○	○	○	×

M_S：送り手（第１発言者）のメンタル・スペース　　○：関連した知識を所有している
M_R：受け手（第２発言者）のメンタル・スペース　　×：関連した知識を所有していない

数学学習におけるコミュニケーションと日常的なコミュニケーションとの差異は、前者が教師によって制御されたコミュニケーションである点にある。それゆえ、個々の学習者がコミュニケーションに直接的に参画できる機会をいかに確保すればよいのかという問題は、数学教育におけるコミュニケーション指導の重要な着眼点となる。第４節の考察は、この問いに対する答えの１つとして、教師と学習者による一対一の基本的な学習コミュニケーションから、次第に複雑な構造を持ったコミュニケーション場面を設定していくことが、教師による数学の授業の構造化であり、いかに構造化していくのかという問題こそが、教師に与えられた重要な任務であることを示唆している。第４節で提起した数学学習におけるコミュニケーション連鎖の類型論は、学習者の思考の連続性に注意しながら、教師はいかに数学学習におけるコミュニケーションを制御すればよいのか、という問題を解決するための理論的基礎づけを与えるものである。そこで第５節では、数学教師による事例分析と類型論を用いた事例分析との比較を通して、本章で考案してきたコミュニケーション連鎖の類型論が、数学教師たちにどのような視点を新たにもたらすことになるのかを具体的に示していくことにする。

第５節　類型論を用いた事例の分析

第１項　類型論が示唆する課題　－数学の授業の構造化－

一人ひとりの学習者がコミュニケーションに参画する機会をいかに確保すればよいのかという問題を解決するために、数学教師たちは、机間指導という学習者との一対一のコミュニケーションを通して、個々の学習者たちの思考を見極め、それぞれの学習者との対話を教室全体でのコミュニケーションへと広げる方策を模索してきた。こうした方策は、教師と学習者による一対一のコミュニケーションから、次第に複雑な構造を持ったコミュニケーションへと、教師が数学の授業を構造化することを意味している。教師たちが用いてきた教授方略は、教師と学習者Ａとのコミュニケーションに、第２、第３の学習者の発言を連鎖させ、一対一の対話を多者間のコミュニケーションに構造化する方法である。

第２節でも指摘してきたように、教師と学習者という一対一の対話場面では、教師が学習者の発言を補完する超越連鎖が起こりやすく、教師と学習者との一対一のコミュニケーションでは、メッセージ解釈のずれが表面化することは少ない。その一方で、教師が学習者Ａの発言を学習者自身の言葉で他の学習者たちに伝えさせようとするとき、学習者Ａと他の学習者との間で展開される一対多のコミュニケーションでは、教師が学習者に自分自身の言葉で語らせるという態度を堅持することによって、教師が発言者の意図を必要以上に補完していたことに気づかされたり、あるいは、教師の補完という支援がないために、他の学習者に理解されない発表が行われるということが起きてくる。指名された学習者と教師との一対一の対話から、教室全体の構成員を聞き手とする一対多の対話への移行時に、コミュニケーション上の問題が発生しやすいということが、前節までの類型論の整理によって見えてきた課題である。

しかし、従来の研究では、コミュニケーション連鎖という視点に基づく考察が希薄で、理論的な方法論としてコミュニケーションを連鎖させる方略を数学教師に示すことはできなかった。そのため、一対多という状況におけるコミュニケーションの構造化の問題は、話し手と聞き手との間に生じる問題であるにも関わらず、その問題の多くは、発言の内容や方法という発言者個人の問題として処理されてきた。それゆえ、その場で生じた問題のすべての責任をとらされる発表者への負の評価は、発表した学習者に精神的な損傷をもたらし、精神的につらい体験をした学習者は、その後のコミュニケーションへの参画を回避したり、さらには、数学学習からの逃避という問題を引き起こすことになるということに

ついて、先行研究の枠組みでは十分な考察ができていたとは言えない。

そこで第５節では、一対一から一対多への構造化の問題について、現職教師による事例分析と、コミュニケーション連鎖の類型論に基づく事例分析とを比較し、コミュニケーションの評価は、発表者個人の問題として処理されるだけでは不十分であることを明らかにする。コミュニケーションが連鎖していくとき、そこには話し手と聞き手との相互作用が働いている。それゆえ、教師と学習者Ａとの一対一の対話から、学習者Ａと他の学習者との間で行われる一対多のコミュニケーションへの移行時に、教師の支援が学習者Ａの発言に影響を与え、学習者Ａの変容が教師を混乱させ、結果として、一対多のコミュニケーションへの構造化に失敗するということが起きてくる。第５節の目的は、発表者の考察不足やコミュニケーション能力の問題、あるいは、発表者の情意の問題として処理されてきた現象を、一対多への構造化の問題として再考することである。

第２項　事例 5-7 の概要

第５節で分析する事例 5-7 は、中学２年の論証指導の授業の一部である[21]（表 5-22）。この場面で教師は、「三角形の内角の和が 180° になることを証明しよう」という課題を提示し、この課題に対する生徒たちの解法を机間指導しながら観察している。教師が意図している解法は、前時で学習した平行線の同位角や錯角などの知識を用いて、三角形の３つの角を１点に集めるという方法である。以下に引用する教師と生徒Ｊの対話は、教師が生徒Ｊの図に目をとめる所から始められる（図 5-17）。

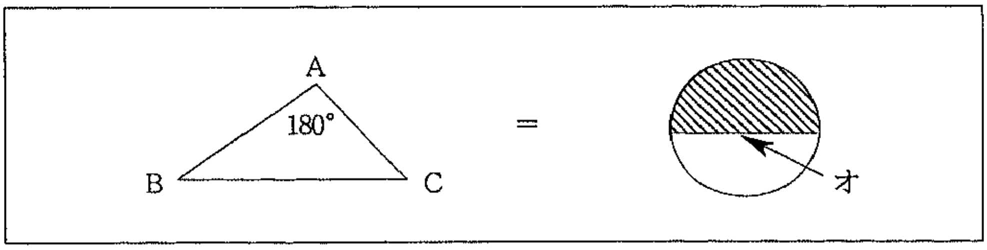


図 5-17：生徒Ｊの図と動作１

（注：矢線オは生徒Ｊが円の中心を指し示したことを表している。）

机間指導をしていた教師は、ノートに書かれていた生徒Ｊの図を見て、「この図の意味

[21] 事例 5-7 は、2001 年 10 月 30 日に収録されたものである。

を説明してみて（発言1）」と尋ねる。そこで生徒Jは、図5-17を教師に示しながら、「三角形の内角の和が180°で、円にたとえると半円になる。∠Aと∠Bと∠Cをここらへんに移す（円の中心オを指す）（発言2）」という説明をする。この説明を聞いた教師は、「前に出て、みんなに説明してみて（発言3）」と言って、生徒Jの考え方を教室のみんなに説明するように促す。

指名された生徒Jは、黒板の前に出て、プロジェクター[22]にノートをのせ、教室の生徒たちに図5-17を示しながら、「三角形のそれぞれの角をたすと180°になって、三角形を円にたとえると半円になって、円の全部の角度が360°なので、360°の半分は180°になります。で、∠Aと∠Bと∠Cをたすと180°です（発言4）」という説明を行う。この説明に対して、教師は、他の生徒たちに向かって、「質問ない？わかった？言葉が足りないと思うよ（発言5）」と述べ、「半円になるって、どこにくるの？どこにくるのAとB（発言6）」と、生徒Jの説明が不十分であることを強調する。そこで、生徒Jは、円の中心を指しながら、「え、A+B+Cが？（発言7）」と言って、教師を見上げる。しかし、教師はただ黙っているだけなので、生徒Jは、右手で円周上の3点を、ア、イ、ウの順番に指しながら、「A+B+C（発言9）」と応える（図5-18）。

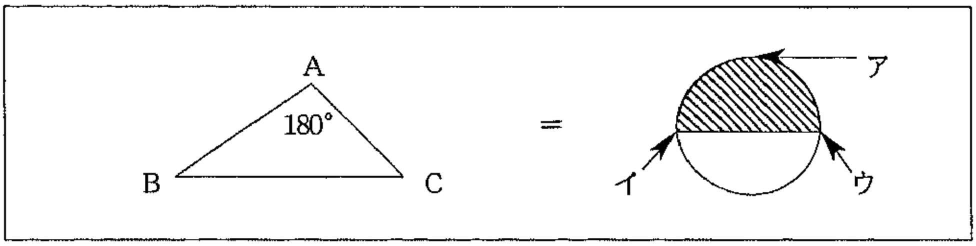


図5-18：生徒Jの図と動作2

（注：矢線ア、イ、ウは生徒Jが3点をこの順番で指し示したことを表している。）

この生徒Jの発言に対して、教師は、「違うだろ。さっき言っていたの。中心の（発言10）」と言いかけながら、「だれかJ君の言いたいことわかるかな（発言11）」と、他の生徒たちに問いかける。そして、教師は生徒Kを指名して、「いいよ。K君の見たままで（発言12）」と、生徒Jの説明を生徒Kがどのように解釈しているのかを聞きだそうと試みる。指名された生徒Kは、黒板の前に出て、生徒Jが示した順番とは異なるイ、ウ、アの順に

[22] カメラが生徒Jのノートをテレビ画面に映し出している。

3点を示しながら、「この円の上で、例えば、ここと、ここと、ここをとって、三角形を結ぶと、たされて180° になるから（発言13)」と、生徒Jの説明を繰り返す。そこで教師は、「どこが180° になるの（発言14)」と生徒Kに問い正すが、生徒Kは、「ええっと、・・・全部（発言15)」と応えて、生徒Jの意図を理解していない様子を示す。

表5-22：事例5-7の発話記録

1教師　：この図の意味を説明してみて。

2生徒J：三角形の内角の和が180° で、円にたとえると半円になる。

∠Aと∠Bと∠Cをここらへんに移す（円の中心オを指す)。

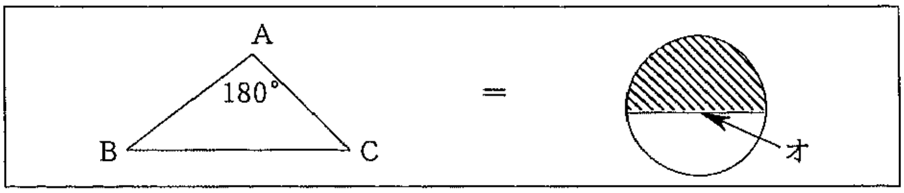


図5-17：生徒Jの図と動作1（注：矢線オは引用者による。）

3教師　：前に出て、みんなに説明してみて。

4生徒J：(黒板の前に出て、ノートをプロジェクターの上に置く。)

三角形のそれぞれの角をたすと180° になって、三角形を円にたとえると半円になって、円の全部の角度が360° なので、360° の半分は180° になります。

で、∠Aと∠Bと∠Cをたすと180° です。

5教師　：質問ない？　わかった？　言葉が足りないと思うよ。

6教師　：半円になるって、どこにくるの？　どこにくるのAとB。

7生徒J：(左手で円の中心を指さして、) え、A＋B＋Cが？（教師を見る。)

8教師　：(黙っている。)

9生徒J：(右手で円周上の3点を指さしながら、)

A（点アを指す）＋B（点イを指す）＋C（点ウを指す)。

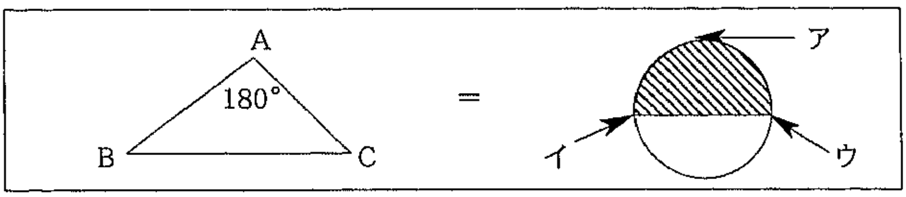


図5-18：生徒Jの図と動作2（注：矢線ア、イ、ウは引用者による。）

10教師　：違うだろ。さっき言っていたの。中心の。

11 教師　：だれかＪ君の言いたいことわかるかな？

12 教師　：（生徒Ｋを指名して、）いいよ。Ｋ君の見たままで。

13 生徒Ｋ：（黒板の前に出てきて、生徒Ｊの横に立つ。）

この円の上で、例えば、（生徒Ｊが書いた円周上の３点を指さして、）

ここ（点イを指す）と、ここ（点ウを指す）と、ここ（点アを指す）をとって、

三角形を結ぶと、たされて 180° になるから、だから。

14 教師　：どこが 180° になるの？

15 生徒Ｋ：ええっと、・・・全部。

第３項　質問紙調査

事例 5-7 として示した教師と生徒Ｊならびに生徒Ｋとの対話は、発話行為という活動のレベルではつながっているものの、両者の思考にはさまざまなずれがあると考えられる。そこで本研究では、３人の発話記録を現職の教師たちに示し、教師たちがこの事例をどのように解釈するのかを調べることにする。この質問紙調査では、机間指導中の教師と生徒Ｊとの対話（発言 1～3）を読んだ後に問１に、黒板の前で展開された教師と生徒Ｊとの対話（発言 4～10）を読んだ後に問２から問 12 までの設問に、また、教師と生徒Ｋとの対話（発言 11～15）を読んだ後に問 13 と問 14 に答えるという方法を用いる（表 5-23）。

表 5-23：質問紙調査の設問と選択項目

問１．机間指導の場面で、教師は生徒Ｊの発言２をどのように解釈したと思いますか？

（複数回答）

①生徒Ｊは、証明すべき事柄（三角形の内角の和は 180°）を最初から認めてしまっている。

②生徒Ｊは、三角形を半円にたとえている。

③生徒Ｊは、三角形の３つの内角を中央に集める方法を説明している。

④生徒Ｊは、半円上に点をとると直角三角形ができることを知っている。

⑤生徒Ｊは、直角三角形の内角の和は 180° であることを知っている。

⑥生徒Ｊは、円は 360° で、半円はその半分の 180° だから、三角形の内角の和は 180° であると考えている。

⑦教師は、生徒Ｊの理解は不十分であると考えている。

⑧教師は、生徒Ｊの発言２を理解していない。　⑨わからない　⑩その他

問２．教師と生徒Ｊの対話には、何か問題があると思いますか？

①問題がある　②問題はない　③わからない　④その他

問3-1．生徒Ｊが机間指導中の教師に行った説明と、黒板の前でクラス全体に対して行った説明は、異なっていると思いますか？

①異なっている　②同じである　③わからない

（問3-1で①と回答した人は問3-2に、その他の人は問４に進んでください。）

問3-2．生徒Ｊは、なぜ違う説明をしたと思いますか？

①黒板の前に移動中に、違う考え方に気がついたから。

②複数のアイデアをもっていることを教師に知らせたいと思ったから。

③わからない　④その他

問４．教師は、生徒Ｊの発言４をどのように解釈していると思いますか？（複数回答）

①生徒Ｊは、証明すべき事柄（三角形の内角の和は180°）を最初から認めてしまっている。

②生徒Ｊは、三角形を半円にたとえている。

③生徒Ｊは、三角形の３つの内角を中央に集める方法を説明している。

④生徒Ｊは、半円上に点をとると直角三角形ができることを知っている。

⑤生徒Ｊは、直角三角形の内角の和は180°であることを知っている。

⑥生徒Ｊは、円は360°で、半円はその半分の180°だから、三角形の内角の和は180°であると考えている。

⑦教師は、生徒Ｊの理解は不十分であると考えている。

⑧教師は、生徒Ｊの発言４を理解していない。　⑨わからない　⑩その他

問５．教師は、生徒Ｊが机間指導中に行った説明とは違う説明をしている、と考えていると思いますか？

①違う説明をしていると考えている　②同じ説明をしていると考えている　③わからない

問６．教師は、「半円になるって、どこにくるの？どこにくるのＡとＢ」という質問によって、どのようなことを生徒Ｊに説明させたいと考えていたと思いますか？

①三角形を半円にたとえることを説明する必要がある。

②三角形の３つの点ＡとＢとＣが、半円上のどの点と対応しているのか示す必要がある。

③ＡとＢとＣの和がどこにくるのかを示す必要がある。　④わからない　⑤その他

問７．生徒Ｊは、「半円になるって、どこにくるの？どこにくるのＡとＢ」という教師の言葉をどのように解釈したと思いますか？

①生徒Ｊは、三角形を半円にたとえることを説明する必要があると解釈した。

②生徒Ｊは、三角形の３つの点ＡとＢとＣが、半円上のどの点と対応しているのかを示す必要があると解釈した。

③生徒Ｊは、ＡとＢとＣの和がどこにくるのかを示す必要があると解釈した。

④わからない　⑤その他

問８．「半円になるって、どこにくるの？どこにくるのＡとＢ」という教師が行った質問の意図は、生徒Ｊに正しく伝えられていると思いますか？

①正しく伝えられている　②正しく伝えられていない　③わからない

問9-1．教師の発言は、生徒Ｊの発言に影響を与えていると思いますか？

①影響を与えている　②影響を与えていない　③わからない　④その他

（問9-1で①と回答した人は問9-2に、その他の人は、問10に進んでください。）

問9-2．教師のどのような言葉が生徒Ｊに影響を与えていると思いますか？

①質問ない？　②わかった？　③言葉が足りないと思うよ。

④半円になるって、どこにくるの？　⑤どこにくるのＡとＢ。

⑥すべての言葉が生徒Ｊに総合的に影響を与えている。　⑦わからない

問10．生徒Ｊは、教師の発言から影響を受けていると思いますか？

①影響を受けている　②影響を受けてはいない　③わからない

問11．生徒Ｊは、なぜ、円周上の３つの点を指し示したのでしょうか？

①「半円になるって、どこにくるの？」という教師の質問に答えるために、生徒Ｊは、三角形の３つの点を円周上に対応させた。

②教師の「ＡとＢ」という発言６に促されて、生徒Ｊは、ＡとＢとＣを別々の点として示す必要がある考えた。

③「Ａ＋Ｂ＋Ｃが？」と教師に聞き返したのに、教師が応えなかったので、生徒Ｊは、自分の考え方が否定されたと思い、別の説明に変えた。

④生徒Ｊは、三角形を半円にたとえたときから、３つの点がアとイとウにあると考えていた。

⑤わからない　⑥その他

問12．教師の「どこにくるの？」という質問に、生徒Ｊがアとイとウという３つの点を指し示した場面で、この対話にはずれがあると思いますか？

①ずれている　②ずれてはいない　③わからない　④その他

問13．生徒Ｋは、生徒Ｊの説明を理解していると思いますか？

①理解している　②理解していない　③わからない

問14．生徒Ｋは、生徒Ｊの説明をどのように解釈していると思いますか？（複数回答）

①生徒Ｊは、証明すべき事柄（三角形の内角の和は180°）を最初から認めてしまっている。

②生徒Ｊは、三角形を半円にたとえている。

③生徒Ｊは、三角形の３つの内角を中央に集める方法を説明している。

④生徒Ｊは、半円上に点をとると直角三角形ができることを知っている。

⑤生徒Ｊは、直角三角形の内角の和は180°であることを知っている。

⑥生徒Ｊは、円は360°で、半円はその半分の180°だから、三角形の内角の和は180°であると考えている。

⑦生徒Ｋは、生徒Ｊの理解は不十分であると考えている。

⑧生徒Ｋは、生徒Ｊの説明を理解していない。　⑨わからない　⑩その他

第４項　調査の結果

第４項では、質問紙調査に参加した３４名の現職教師による回答を整理する。また、授業を担当した数学教師（以下、「授業者」と呼ぶ）の回答も併記する。但し、授業者の回答は、各表中の員数としては加算せず、項目番号の下に波下線を引いて示すことにする。

(1) 回答者の構成

今回の質問紙調査には、事例5-7が収録された中学校と同一地区内にある４校の小学校と３校の中学校に所属する、算数・数学教育を専門とする１７名の教師、ならびに、その他の地域から地域性や職歴などのバランスを考慮して抽出された、３校の小学校と４校の中学校に所属する１７名の教師からなる、合計３４名の現職教師が回答者として参加している（表5-24）。回答者の所属校種の内訳は、小学校１７名（７校）と中学校１７名（７校）であり、各教師の職歴は、１年から５年が６名、６年から１０年が５名、１１年から１５年が１２名、１６年から２０年が５名、２１年以上が６名となっている（表5-25）。質問紙はすべて郵送で回答者に送付され、回答も郵送で回収された[23]。

[23] 2002年２月18日に問題を送付し、４月２日までにすべての回答を郵送によって回収した。

表 5-24：回答者の所属校種等の内訳

所　属		小 学 校	中 学 校	計
同 一 地 区		4校　１１名	3校　　６名	7校　１７名
他 地 区	都 市 部	1校　　３名	2校　　４名	3校　　７名
	農 村 部	2校　　３名	2校　　７名	4校　１０名
計		7校　１７名	7校　１７名	１４校　３４名

表 5-25：回答者の職歴

職　歴	1～5 年	6～10 年	11～15 年	16～20 年	21 年以上	計
小 学 校	1	2	6	3	5	１７
中 学 校	5	3	6	2	1	１７
計	6	5	１２	5	6	３４

(2)　問１に対する回答

問１「机間指導の場面で、教師は生徒Ｊの発言２をどのように解釈したと思いますか(複数回答)」に対して、授業者は、「③生徒Ｊは、三角形の３つの内角を中央に集める方法を説明している」という項目と、「⑥生徒Ｊは、円は 360°で、半円はその半分の 180°だから、三角形の内角の和は 180°であると考えている」という項目を選択している。授業者のこうした学習者理解は、教師たちの認識ともほぼ合致している（③３０名；88.2%、⑥１５名；44.1%)。その他の回答として、「①生徒Ｊは、証明すべき事柄（三角形の内角の和は 180°）を最初から認めてしまっている」という項目が、１３名（38.2%）の教師によって選択されている（表 5-26)。

表 5-26：問１に対する回答

（机間指導の場面で、教師は生徒Ｊの発言２をどのように解釈したと思いますか？：複数回答）

①証明事柄②半円にたとえている③内角を中央に集める④半円上に直角三角形⑤直角三角形の内角の和は 180°⑥半円は円の半分⑦生徒Ｊの理解は不十分⑧理解していない⑨わからない⑩その他

項 目	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
小学校	１０	5	１６	0	6	6	0	1	1	0
中学校	3	1	１４	1	2	9	4	3	0	1
計	１３	6	３０	1	8	１５	4	4	1	1

(3) 問２に対する回答

問２「教師と生徒Ｊの対話には、何か問題があると思いますか」に対しては、授業者と３３名の教師（97.1%）が「①問題がある」と回答している（表 5-27）。何が問題なのかという問題意識には違いがあると考えられるが、問題があるという評価が授業者を含むほぼ全員の教師の間で一致していることは、教師たちの中にゆるやかに共有された何らかの基準があることを示唆している。

表 5-27：問２に対する回答

（教師と生徒Ｊの対話には、何か問題があると思いますか？）

①問題がある ②問題はない ③わからない ④その他

項　目	①	②	③	④
小学校	１７	0	0	0
中学校	１６	1	0	0
計	３３	1	0	0

(4) 問３に対する回答

問 3-1「生徒Ｊが机間指導中の教師に行った説明と、黒板の前でクラス全体に対して行った説明は、異なっていると思いますか」に対して、授業者は、「①生徒Ｊの説明は机間指導中に聞いた説明と異なっている」と述べており、１９名（55.9%）の教師たちの評価が、授業者と一致している。その一方で、１３名（38.2%）の教師が「②生徒Ｊは同じ説明をしている」という項目を選択していることは、生徒Ｊの説明をめぐる教師たちの評価が、異なる説明であるという解釈と、同じ説明であるという解釈に、分かれていることを示している（表 5-28）。

表 5-28：問 3-1 に対する回答

（生徒Ｊが机間指導中の教師に行った説明と、黒板の前でクラス全体に対して行った説明は、

異なっていると思いますか？）①異なっている ②同じである ③わからない

項　目	①	②	③
小学校	１１	5	1
中学校	8	8	1
計	１９	１３	2

また、問3-1で、「①異なった説明をしている」と回答した授業者は、問3-2「生徒Ｊは、なぜ違う説明をしたと思いますか」に対して、「自分の考えを半信半疑にしてしまっているのではないか」と記述している。一方で、授業者と同じ項目①を選択した１９名（55.9%）の教師たちの回答には、「①黒板の前に移動中に、違う考え方に気がついたから」という項目（４名；11.8%）や、「②複数のアイデアをもっていることを教師に知らせたいと思ったから」という項目（２名；5.9%）も見られるが、項目④のその他の意見として示された回答を集約すると、「自分の考えがはっきりとまとまっていなかったから」という授業者と類似した判断が、７名（20.6%）の教師の意見として示されていることがわかる（表5-29）。

表5-29：問3-2に対する回答

（生徒Ｊは、なぜ違う説明をしたと思いますか？

：問3-1で項目①を選択した小学校教師１１名と中学校教師８名の回答）

①違う考え方に気づいた ②複数のアイデアをもっていることを知らせる ③わからない

④その他：授業者の回答（自分の考えを半信半疑にしてしまっているのではないか）

現職教師の回答（自分の考えがはっきりとまとまっていなかったから）

項　目	①	②	③	④
小学校	2	1	4	5
中学校	2	1	3	2
計	4	2	7	7

（注：小学校教師１名が、項目①と②を複数回答している。）

(5) 問４に対する回答

問４「教師は、生徒Ｊの発言４をどのように解釈していると思いますか」に対して、授業者は、「⑦教師は、生徒Ｊの理解は不十分であると考えている」という項目と、「⑧教師は、生徒Ｊの発言４を理解していない」という項目を選択している。授業者と同じ項目を選択している教師は、項目⑦が１３名（38.2%）、項目⑧が９名（26.5%）である。一方、２０名（58.8%）の教師が、「③教師は、生徒Ｊが三角形の３つの内角を中央に集める方法を説明している」という項目を、１２名（35.3%）の教師が、「①生徒Ｊは、証明すべき事柄を最初から認めてしまっている」という項目を選択している。こうした回答の差異は、授業者と教師との間で、この場面に対する状況認知が異なることを示している（表5-30）。

表5-30：問4に対する回答

（教師は、生徒Ｊの発言４をどのように解釈していると思いますか？：複数回答）

①証明事柄②半円にたとえている③内角を中央に集める④半円上に直角三角形⑤直角三角形の内角の和は180°⑥半円は円の半分⑦生徒Ｊの理解は不十分⑧理解していない⑨わからない⑩その他

項　目	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
小学校	9	5	12	3	4	4	4	4	0	0	0
中学校	3	2	8	0	4	3	9	5	0	0	0
計	12	7	20	3	8	7	13	9	0	0	0

(6)　問５に対する回答

授業者と質問紙調査に回答した教師たちとの認識の差異は、問５「教師は、生徒Ｊが机間指導中に行った説明とは違う説明をしている、と考えていると思いますか」において、「①授業者は、生徒Ｊが違う説明をしていると考えている」と回答した２８名（82.4%）の教師たちと、「③わからない」と回答した授業者とのずれからも確認できる。問３に対して「①異なっている」と回答した授業者は、質問紙という調査者との対話によって、「生徒Ｊが行った説明は異なっているとは断定できない」という解釈に変容している（表5-31）。

この設問では、自分の判断と同様に、「①授業者も違う説明をしていると考えている」と回答した教師が１８名（52.9%）いる一方で、問３に対して、「②同じ説明をしている」と回答した９名（26.5%）の教師と、「③わからない」と回答した１名の教師が、問５では、「①授業者は違う説明をしていると考えている」という判断を下している。その他、項目①と項目②、項目②と項目③、そして、項目③と項目②というように、自己の判断と授業者の判断とが異なると考えていた教師が１名ずついることも確認されている（表5-32）。

表5-31：問５に対する回答

（教師は、生徒Ｊが机間指導中に行った説明とは違う説明をしている、と考えていると思いますか？）

①違う説明をしていると考えている ②同じ説明をしていると考えている ③わからない

項　目	①	②	③
小学校	17	0	0
中学校	11	5	1
計	28	5	1

表 5-32：問 3-1 と問５に対する回答の比較

回答が一致している	回答が異なっている	
①－①　１８名（小１１＋中７）	②－①　９名（小５＋中４）	①－②　１名（中１）
②－②　３名（中３）	③－①　１名（小１）	②－③　１名（中１）
		③－②　１名（中１）

（注：問 3-1 の回答－問５の回答、小は小学校教師、中は中学校教師の回答者を示している。）

(7) 問６に対する回答

問６「教師は、『半円になるって、どこにくるの？どこにくるのＡとＢ』という質問によって、どのようなことを生徒Ｊに説明させたいと考えていたと思いますか」に対して、授業者は、「③ＡとＢとＣの和がどこにくるのかを示す必要がある」と回答している。この回答には、前時で学習した平行線の同位角や錯角などの知識を、本時における三角形の３つの角を１点に集める方法として利用させようとする、授業者の指導意図が投影されている。こうした授業者の意図は、２８名（82.4%）の教師に理解されている（表 5-33)。

しかし、その一方で、「①三角形を半円にたとえることを説明する必要がある」という項目や、「②三角形の３つの点ＡとＢとＣが、半円上のどの点と対応しているのか示す必要がある」という項目を選択した教師が、各々４名（11.8%）ずついるということは、この授業に参加している学習者たちが、「半円になるって、どこにくるの？どこにくるのＡとＢ」という授業者の発言を、授業者が意図した「ＡとＢとＣの和がどこにくるのかを示す必要がある」という意味とは異なる意味として、解釈する可能性があることを示唆している。

表 5-33：問６に対する回答

（教師は、「半円になるって、どこにくるの？どこにくるのＡとＢ」という質問によって、どのようなことを生徒Ｊに説明させたいと考えていたと思いますか？）①半円にたとえること ②ＡとＢとＣと半円上の点との対応 ③ＡとＢとＣの和 ④わからない ⑤その他

項　目	①	②	③	④	⑤
小学校	4	3	１３	0	0
中学校	0	1	１５	0	1
計	4	4	２８	0	1

（注：１人の小学校教師が項目①②③を、もう１人の小学校教師が項目①②を複数回答している。）

(8) 問７に対する回答

問７「生徒Ｊは、『半円になるって、どこにくるの？どこにくるのＡとＢ』という教師の言葉をどのように解釈したと思いますか」に対して、授業者は、「①生徒Ｊは、三角形を半円にたとえることを説明する必要があると解釈した」と述べている。その一方で、２４名（70.6%）の教師は、「②生徒Ｊは、三角形の３つの点ＡとＢとＣが、半円上のどの点と対応しているのかを示す必要があると解釈した」と回答し、その他の４名（11.8%）の教師は、「③生徒Ｊは、ＡとＢとＣの和がどこにくるのかを示す必要があると解釈した」という項目を選択している。この設問では、項目②または項目③を選択した２８名（82.4%）の教師が、授業者とは異なる事例解釈を行っている、という結果が示されている（表5-34）。

表5-34：問７に対する回答

（生徒Ｊは、教師の言葉をどのように解釈したか？）

①半円にたとえる ②ＡとＢとＣと半円上の点との対応 ③ＡとＢとＣの和 ④わからない ⑤その他

項　目	①	②	③	④	⑤
小学校	1	1 5	1	0	0
中学校	2	9	3	3	0
計	3	2 4	4	3	0

(9) 問８に対する回答

問８「『半円になるって、どこにくるの？どこにくるのＡとＢ』という教師が行った質問の意図は、生徒Ｊに正しく伝えられていると思いますか」に対して、授業者ならびに３０名（88.2%）の教師が、「②教師の意図は生徒Ｊに正しく伝えられていない」と回答している（表5-35）。この事は、教師として、授業者の意図は理解できるが、学習者にとって、授業者の発言は理解が困難なものであると、教師たちが認識していることを示している。

表5-35：問８に対する回答

（教師が行った質問の意図は、生徒Ｊに正しく伝えられていると思いますか？）

①正しく伝えられている ②正しく伝えられていない ③わからない

項　目	①	②	③
小学校	2	1 5	0
中学校	2	1 5	0
計	4	3 0	0

(10) 問９に対する回答

問9-1「教師の発言は、生徒Ｊの発言に影響を与えていると思いますか」に対して、授業者と３２名（94.1%）の教師が、「①影響を与えている」と回答している（表5-36）。しかし、問9-2「教師のどのような言葉が生徒Ｊに影響を与えていると思いますか」では、８名（23.5%）の教師が、「④半円になるって、どこにくるの？」という授業者の回答と同じ項目を選択した一方で、１５名（44.1%）の教師が、「⑤どこにくるのＡとＢ」という言葉を選択している（表5-37）。こうした選択項目の分散は、授業者が発信したどのメッセージが生徒Ｊの思考に影響を及ぼしたのかという解釈が、生徒Ｊと授業者とのコミュニケーションに潜んでいる問題点を顕在化させるポイントになることを示唆している。

表5-36：問9-1に対する回答

（教師の発言は、生徒Ｊの発言に影響を与えていると思いますか？）

①影響を与えている ②影響を与えていない ③わからない ④その他

項　目	①	②	③	④
小学校	１６	1	0	0
中学校	１６	1	0	0
計	３２	2	0	0

表5-37：問9-2に対する回答

（教師のどのような言葉が生徒Ｊに影響を与えていると思いますか？

：問9-1で項目①を選択した小学校教師１６名と中学校教師１６名の回答）

①質問ない？ ②わかった？ ③言葉が足りないと思うよ ④半円になるってどこにくるの？

⑤どこにくるのＡとＢ ⑥すべての言葉 ⑦わからない

項　目	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
小学校	1	1	2	6	8	5	0
中学校	0	0	4	2	7	4	1
計	1	1	6	8	１５	9	1

（注：小学校教師のうち、２人が３つの項目（項目①②③と項目③④⑤）を、

３人が２つの項目（２人が項目④⑤を、もう１人が項目④⑥）を複数回答している。

また、２人の中学校教師が２つの項目（２人とも項目④⑤）を複数回答している。）

(11) 問10と問11に対する回答

問10「生徒Ｊは、教師の発言から影響を受けていると思いますか」に対して、授業者と３１名（91.2%）の教師が、「①影響を受けている」と回答している（表5-38）。しかし、その影響は、問11「生徒Ｊは、なぜ、円周上の３つの点を指し示したのでしょうか」に対する回答が、①から③までの３つの項目に分散したように、さまざまな解釈の下で推測されていることがわかる。例えば、１０名（29.4%）の教師が、「②『ＡとＢ』という発言に促されて」という項目を選択したのに対して、授業者は、「①『半円になるって、どこにくるの？』という教師の質問に答えるために、生徒Ｊは、三角形の３つの点を円周上に対応させた」という項目を選択している。この授業者と同じ判断をした教師は６名（17.6%）であった。そして、「③『Ａ＋Ｂ＋Ｃが？』と教師に聞き返したのに、教師が応えなかったので、生徒Ｊは、自分の考え方が否定されたと思い、別の説明に変えた」という項目を選択した教師は１２名（35.3%）である（表5-39）。

表5-38：問10に対する回答

（生徒Ｊは、教師の発言から影響を受けていると思いますか？）

①影響を受けている ②影響を受けてはいない ③わからない

項　目	①	②	③
小学校	１６	1	0
中学校	１５	1	1
計	３１	2	1

表5-39：問11に対する回答

（生徒Ｊは、なぜ、円周上の３つの点を指し示したのでしょうか？）

①「半円になるってどこにくるの？」という質問に答える ②「ＡとＢ」という発言６に促されて

③別の説明に変えた ④３つの点がアとイとウにあると最初から考えていた ⑤わからない ⑥その他

項　目	①	②	③	④	⑤	⑥
小学校	2	5	7	2	1	0
中学校	4	5	5	1	3	0
計	6	１０	１２	3	4	0

（注：１人の中学校教師が、項目①③を複数回答している。）

(12)　問 12 に対する回答

問 12「教師の『どこにくるの？』という質問に、生徒Ｊがアとイとウという３つの点を指し示した場面で、この対話にはずれがあると思いますか」では、授業者と生徒Ｊとの間で展開されたコミュニケーションにはずれがあるという判断が、３０名（88.2%）の教師によって下されている（表 5-40)。この回答によって、「教師と生徒Ｊの対話には何か問題がある」と評価された教師たちの問題意識は、授業者と生徒Ｊとのコミュニケーションのずれとして表現されることになる。しかし、こうしたゆるやかに共有された問題意識は、問 11 に対する回答の多様化として示されたように、明確な焦点化が図れない状況にあると言える。授業を外から分析する立場にある教師たちも、あるいは、授業者本人の反省的な思考によっても、直観的なレベルでのみ、問題の所在が認識されており、教師たちの分析では、何が問題なのかという問題点が明確に見出されているわけではない。

表 5-40：問 12 に対する回答

（教師の「どこにくるの？」という質問に、生徒Ｊがアとイとウという３つの点を指し示した場面で、この対話にはずれがあると思いますか？）

①ずれている ②ずれてはいない ③わからない ④その他

項　目	①	②	③	④
小学校	１６	1	0	0
中学校	１４	1	2	0
計	３０	2	2	0

(13)　問 13 と問 14 に対する回答

授業者と生徒Ｊとのコミュニケーションのずれは、他の生徒たちの解釈を通してさらなる拡散をもたらすだろうということが、問 13 に対する「②生徒Kは、生徒Ｊの説明を理解しているとは思わない」という項目に、２６名（76.5%）の教師が回答していること（表 5-41)、ならびに、問 14「生徒Kは、生徒Ｊの説明をどのように解釈していると思いますか（複数回答)」に対する、回答の広がりとして示されている（表 5-42)。質問紙に回答した教師たちは、自分自身でも明確にはできない解釈の多様性に対して、実際の授業場面では、こうした不明解さが、教室全体としては、さらに大きな混乱を引き起こすことになることを直観的に理解していると言える。

表5-41：問13に対する回答

（生徒Kは、生徒Jの説明を理解していると思いますか？）

①理解している ②理解していない ③わからない

項　目	①	②	③	無回答
小学校	2	10	4	1
中学校	1	16	0	0
計	3	26	4	1

表5-42：問14に対する回答

（生徒Kは、生徒Jの説明をどのように解釈していると思いますか？：複数回答）

①証明事柄 ②半円にたとえている ③内角を中央に集める ④半円上に直角三角形

⑤直角三角形の内角の和は180°　⑥半円は円の半分 ⑦生徒Jの理解は不十分

⑧生徒Kは、生徒Jの説明を理解していない ⑨わからない ⑩その他

項　目	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
小学校	3	1	0	2	3	1	1	5	3	1
中学校	4	3	1	1	2	1	2	6	0	0
計	7	4	1	3	5	2	3	11	3	1

第5項　調査結果の分析

第5項では、教師の事例解釈にどのような特徴があるのかを調査結果をもとに考察する。今回の調査では、授業者を含む20名（20/35=57.1%）の教師が、机間指導中に生徒Jが円の中心を指して、「∠Aと∠Bと∠Cをここらへんに移す（発言2）」と説明していたアイデアと、黒板の前で円周上の3点をア、イ、ウの順番に指しながら、「A＋B＋C（発言9）」と説明したアイデアとは、異なっていると解釈していることが示された。この授業を参観した教師Xは、面接調査において、「なぜか、生徒Jは、黒板の前では、さっきとは別の説明をしているんです[24)]」と述べ、その場に居合わせた観察者の目で見ても、なぜ別の説明が行われたのかわからないと困惑の表情を浮かべていた。そして、その理由を熟考するように尋ねると、教師Xは、「多くの生徒が注視する状況に際し、生徒Jは心理的な影響

[24)] この発言と同様の意味で、数学教師X本人が記述した文章として、表5-42に引用した強調部の文章がある。

を受け、それまでの思考をまったく別の思考へと変えてしまったという解釈が成り立つかもしれない」と述べている。教師Ｘは、生徒Ｊが異なる説明を行った理由を授業者との対話の中に見出せずに、授業者との対話と学級との対話という状況の違いに、その原因があると考えたのである。また、問 3-1 で異なる説明が行われていると回答した１９名の教師に対して行った、「問 3-2：生徒Ｊはなぜ違う説明をしたのか」に対する回答も、教師たちが、授業者と生徒Ｊとの対話は、黒板の前に移動することによって、つながりのない別の対話へと変更されたと解釈していることを示している。教師たちは、授業者と学習者という一対一の場面から教室全体への説明という一対多への状況の変化が、生徒Ｊのコミュニケーション行動を変容させたと解釈している。

事例 5-7 における生徒Ｊの説明のように、学習者の説明は、数学をよく理解している授業者にも理解されない場合があり、不可解な発言は、他の学習者に理解されないまま、意味を持たないメッセージのみが伝達されていくことになる。この授業を参観していた教師Ｘは、その様子を、「実際に説明を聞いている生徒にとっては、円は 360°であるという事実と、360°の半分は 180°であるという事実が確認されただけで、なぜ円が出てくるのかわからないからである。しかし、ほとんどの生徒（たぶんこの授業では全員）が理解できないことであるのに、ほとんどの生徒が円を書き、直径を書き、半円を２つ合わせたような図をノートに写していた（表 5-43：下線部）」と記している。学習者から発言を引き出すことによって、新しい数学的概念を構成しようとする教師の意図の下で展開される数学の授業は、学習者相互の思考の連続性が確保されない限り、教師Ｘが模写したこの場面のように、意味をもたないメッセージの交換の場となってしまう。多くの発言が出されても、話し手と聞き手との思考が結びついたものになっていない場合には、個々の学習者の学習が深まることはないのである。

表 5-43：教師Ｘによる事例の分析

（注：太文字強調と下線は引用者による。）

生徒Ｊは三角形の３つの角を１点に集めたときの直線と扇形のイメージとを合わせて半円という形を使うアイデアを考えた。半円にした方が中心角が 180°（360°の半分）ということが分かりやすいし、360°という数字の必然性も出てくるからである。だから角度を「円」として表現したわけである。この半円の中心角を使う考え方は理解されず、アイデアとして理解されてはいなかった。

この考え方は明らかに論理的には正しくないし、循環論になっている。それゆえ、生徒Ｊのアイデアは他の生徒たちに理解されていないようであったし、**発表者の生徒Ｊも始めとは異なった説明を行っている。**実際に説明を聞いている生徒にとっては、円は360°であるという事実と、360°の半分は180°であるという事実が確認されただけで、なぜ円が出てくるのかわからないからである。しかし、ほとんどの生徒（たぶんこの授業では全員）が理解できないことであるのに、ほとんどの生徒が円を書き、直径を書き、半円を２つ合わせたような図をノートに写していた。

以上、現職教師を対象とする質問紙調査と面接調査の結果を分析して明らかになったことは、数学学習におけるコミュニケーションの問題を、教師たちは発言の方法と内容に関する問題、あるいは、情意の問題という枠組みの中で考える傾向があるということである。例えば、授業者は、生徒Ｊの発言４を「言葉が足りないと思うよ（発言５）」と評価し、数学的なコミュニケーション能力の問題として、生徒Ｊの発言に含まれる問題を処理しようとしていた。授業者は、生徒Ｊに、「∠Ａと∠Ｂと∠Ｃを円の中心に移動する」という数学的表現を駆使した表現に言い直してほしいと期待していたのである。また、問3-2に対する回答で示されたように、授業者と７名の教師は、「自分の考えがはっきりとまとまっていなかったから、生徒Ｊは異なる説明を行った」と考え、発表内容がうまく整理されていないことがこの事例の問題点であると指摘していた。そして、授業を参観していた教師Ｘは、「多くの生徒が注視する状況に際し、生徒Ｊは心理的な影響を受け、それまでの思考をまったく別の思考へと変えてしまったという解釈が成り立つかもしれない」と述べていた。教師Ｘは、事例5-7の問題は情意の問題として処理することができると考えていたのである。このように教師たちによって指摘された発表の方法と内容、ならびに、発表者の感情という問題は、いずれも発表者個人に帰着させることが可能な問題である。

しかし、これらの指摘には、本章で考察してきたコミュニケーション参画間の思考の連続性という視点が欠けている。発表者だけの問題だけではなく、話し手と聞き手との思考の連続性が途切れるとき、そこに何らかの問題が派生するという視点も必要だということが、本章の中心的な提言であった。そこで第６項では、コミュニケーション連鎖の類型論を用いた事例の分析により、新たな事例解釈が成立することを示し、コミュニケーションの問題を発表者の思考や表現方法の未熟さのみに帰着すべきではないという、本研究の提言の正しさを実証していくことにする。

第６項　類型論を用いた事例の分析

生徒Ｊは、机間指導中の授業者に、３つの内角を円の中心に集めるという方法を、図を示しながら説明していたので、自分のアイデアが授業者に理解されていると考えていた。そして、自分の説明が授業者に理解されているという生徒Ｊの認識が、黒板の前で行った説明から円の中心を指し示すという動作を省略させたと考えられる。聞き手が授業者一人から教室全体に拡大されたにもかかわらず、教師との対話の延長線上で、生徒Ｊが説明を繰り返していると考えることにより、生徒Ｊは、授業者との間で築かれた思考の連続性を保持しながら、黒板の前での発表を行ったと言える。

授業者との思考の連続性という文脈を維持することにより、生徒Ｊは、「三角形のそれぞれの角をたすと180°になって（発言４の１行）」という発言が、３つの角を中心に集めるアイデアとして、他の生徒たちにも伝達されていると考えた。そしてさらに、こうした情報伝達の可能性を前提とすることによって、生徒Ｊは、「三角形を円にたとえると半円になって（発言４の２行）」という発言が、生徒Ｊ自身が意図していたように、他の生徒たちにも解釈されると考えている。生徒Ｊは、学友たちが自分のアイデアに共鳴してくれることを願って、メッセージの省略と比喩を用いた情報の送信を行っているのであり、もし、学友たちの理解が得られない場合には、授業者が不足しているメッセージを補完してくれると考えている。

一方、授業者は、こうした生徒Ｊの期待に反して、「言葉が足りないと思うよ（発言５）」と述べ、情報の補完を見合わせている。問 3-1 の回答に示されているように、生徒Ｊが机間指導中の説明とは異なる説明を始めたと感じていた授業者は、「円の全部の角度が 360°なので、360°の半分は 180°になります（発言４の３～４行）」という説明ではなく、机間指導中に発せられた「∠Ａと∠Ｂと∠Ｃをここらへんに移す（発言２の２行）」という言葉が出てくることを期待している。この授業者の期待は、生徒Ｊが授業者に対して補完してくれることを期待している内容と同一のものであり、教師が生徒Ｊの思考を推測し、生徒Ｊの意図をうまく汲み取ることにより解決されるものであった。

だが、授業者は、生徒Ｊ自身の言葉で３点を中心に集めるというアイデアを説明させたいと望んでいたため、生徒Ｊの説明を補完せずに、「言葉が足りないと思うよ（発言５）」と述べ、生徒Ｊに言い直しを求めている。こうした教師の行為は、生徒Ｊの意図を拡大解釈することで、発表者自身が到達している考え方よりも、さらに数学的に構造化されたアイデアとして言い直すことになってしまう超越連鎖の発生を、教師自身が警戒しているこ

とを示している。授業者は、「Ｊ君の言いたいことわかるかな。Ｊ君はね、∠Ａと∠Ｂと∠Ｃをこの円の中心に移動することを考えているんだよ」と言うこともできた。しかし実際には、授業者は、平行線の錯角や同位角などの知識を用いたアイデアとして、生徒Ｊ自身が自分の考え方を認識しているのか否かを確認したいと考え、発言を控えている。

授業者とのコミュニケーションの延長線上で対話を継続させようとしていた生徒Ｊは、円の中心を指し示すというメッセージの不足は授業者からのフィードバックとして顕在化されるだろうと考えていた。けれども、こうした期待に反し、授業者から発せられたフィードバックは、支援者としての役割を拒否するという解釈が可能となるメッセージであった。この場面で、生徒Ｊが授業者や他の生徒たちに期待していることは、「三角形を円にたとえると半円になって（発言４の２行）」という比喩を、自分自身と同じ意味で解釈してほしいということである。生徒Ｊが期待したように、発言者の意図を聞き手がうまく推論することによって成立させるコミュニケーションの連鎖が、類型論の中で示してきた共鳴連鎖である。この場面では、比喩の提示という効率的な共鳴連鎖の発生を期待している生徒Ｊと、過度の補完による他者理解の危険性を排除しようとする授業者、つまり、超越連鎖の発生を抑えようとする授業者との間で、ずれが起きていると言える。

日々の授業では、数学を最もよく理解している授業者が、学習者の未熟な表現からその真意をよく汲み取って、発表者のアイデアをよりわかりやすい表現に置き換えたり、時には、発表者の意図以上に数学的に構造化されたアイデアとして、他の学習者に伝達することがある。学習者にとって、学習対象となる概念は、いまだ形式的な理解に達していないものなので、学習者に形式的なコミュニケーションを期待することは、理論的に不可能である。学習者自身に新しい概念を発見させようとする数学の授業でも、未整理のアイデアを形式化していくのは、数学教師の役割である。しかし、事例5-7のように、教師は、支援者としての役割を放棄して、発表者に言い換えを求めることがある。教師と学習者の間で、どのような時に教師が支援者の役割を果たし、どのような時に教師が支援者としての機能を放棄するのかという了解がないと、教師と学習者とのコミュニケーションには何らかの問題が派生することになる。それゆえ、問3-2「生徒Ｊは、なぜ違う説明をしたと思いますか」に対して、小学校の教師が「教師の支援が不十分だから」と自由記述の欄で応えているように、本事例に何らかの問題があるとすれば、授業者の補完によってコミュニケーションが継続することを期待していた生徒Ｊに対して、授業者がその支援を打ち切ってしまった所に問題があると言うこともできる。

共鳴連鎖を期待している生徒Ｊは、自分のアイデアを理解していると考えていた授業者から、「半円になるって、どこにくるの？どこにくるのＡとＢ（発言６）」と聞かれたことで、混乱し始めている。生徒Ｊは、３つの内角を円の中心に集めることを授業者に示していたはずなのに、授業者から個別の点としてＡとＢがどこにあるのかを聞かれ、困惑している。この場面で、生徒Ｊの困惑の様子は、授業者に再度、「Ａ＋Ｂ＋Ｃが？（発言７）」と聞き返している発言に表れている。ここでもし、授業者の質問が「Ａ＋Ｂ＋Ｃがどこにくるのか」という質問であったならば、生徒Ｊは自信を持って円の中心にくると答えることができたと考えられるが、個別の点としてＡとＢの位置を半円上に指し示さなければならないと教師の質問を解釈することによって、生徒Ｊは自分の発言意図が授業者に理解されていないと考えて混乱してしまう。

そこで生徒Ｊは、授業者の質問に答えなければならないので、自分自身の意図に反して、三角形上の３点、Ａ、Ｂ、Ｃをそのままの位置関係で半円上に置換して、円周上部のアと直径の両端イとウを指し示し、授業者の反応をうかがっている。「三角形を円にたとえると半円になって（発言４の２行）」という生徒Ｊの発言に対して、授業者が「半円になるって、どこにくるの？どこにくるのＡとＢ（発言６）」と質問したと捉えた生徒Ｊは、三角形上の３つの点、Ａ、Ｂ、Ｃを半円上の点に置換することを授業者が要求しているのかという疑問を持つようになる。しかし、三角形上の３つの点、Ａ、Ｂ、Ｃを半円上の点に置換する必要はないと考えている生徒Ｊは、右手で円周上の３点をア、イ、ウの順番に指し示しながらも、「Ａ＋Ｂ＋Ｃ（発言９）」と言って、授業者のフィードバックを待っている。

ここで授業者は、「違うだろ。さっき言ってたの。中心の（発言10）」というフィードバックを送信しているが、「違うだろ」という発言は、授業者本人が、生徒Ｊ自身も意図していない発言と動作を引き出したことを認識していないことを示している。授業者は、「半円になるって、どこにくるの？どこにくるのＡとＢ（発言６）」という発言が、生徒Ｊにとっても不本意な発言と動作を引き出してしまったことに気づかないまま、生徒Ｊが３つの点を指し示した理由がわからないという混乱状態に落ち込んでいる。

このように授業者と生徒Ｊとの対話は、ＡとＢとＣの位置を半円上に示すという授業者の質問に対する解釈の差によって、互いの思考が理解できない断絶状態へと落ち込んでいる。そこで授業者は、この２人の間に生じたコミュニケーションの断絶を解消するために、他の生徒に生徒Ｊの説明を再解釈させようと試みている。生徒Ｊとのやりとりを教室全体での討論へと拡大したいと考えた授業者の意図は、教師と生徒Ｊとの一対一のコミュニケー

ションすら成立していない状況の下で、一対多という場面に引き継がれることになる。授業者は、「だれかＪ君の言いたいことわかるかな（発言 11)」と問いかけ、「いいよ。Ｋ君の見たままで（発言 12)」と言って、生徒Ｋの解釈を発表させようとしている。この段階で、教師は、コミュニケーションの構造化という役割を果たせないまま、活動の連続性を維持するという視点だけで、生徒Ｋに発言の機会を与えている。こうして他の生徒に発言の機会が与えられたことで、教室で展開されているコミュニケーションは、どのような方向に進んでいくのかわからないまま制御不能の状態に陥っている。

ここで指名された生徒Ｋは、「この円の上で、例えば、ここ（イ）と、ここ（ウ）と、ここ（ア）をとって、三角形を結ぶと、たされて 180° になるから（発言 13)」と、生徒Ｊの言葉を引用しながら説明を繰り返している。生徒Ｊが示したア、イ、ウという置換された点の位置と、生徒Ｋが示したイ、ウ、アという点の位置が異なることは、授業者によっても修正は加えられていない。つまり、生徒Ｋにとっても、授業者にとっても、生徒Ｊが半円上に３つの点をとったという行為が重要であり、授業者が、「どこが 180° になるの(発言 14)」と生徒Ｋに問いただしたように、この場面では、３つの点と 180° との関係が問題にされている。この授業者の質問に対して、生徒Ｋは、「ええっと、・・・全部（発言 15)」とごまかしているが、この発言から推察されることは、生徒Ｋにも生徒Ｊの真意は理解されていないということである。そして、授業者の驚きや生徒Ｋのごまかした言い方は、生徒Ｊの説明の不可解さを教室全体に印象づけるものとして機能している。つまり、生徒Ｊ自身にとっても不本意な半円上に３つの点をとるという行為が、教室全体で奇妙なアイデアとして評価されてしまうという点に、この３人の間で展開されたコミュニケーションの問題があると言える。

質問紙調査に回答した３３名の教師と授業者（34/35≒97.1%）が、この事例を問題ありと評価していた。しかし、教師たちが問題にしたのは、生徒Ｊが自分の思考を整理しないまま発表しているということであったり、教師の支援が不十分であるという指摘にとどまっていた。こうした事例分析に対し、類型論を用いた事例の分析が明らかにしてきたことは、正確かつ形式的な情報伝達を求める授業者の配慮が、学習者の思考を強制的に変容させてしまう危険性を含んでいるということである。授業者と生徒Ｊと生徒Ｋによる発言は連続的に創出されていたが、これまでの分析で示してきたように、互いの発言が活動として連鎖していても、互いの思考が結びついていない発言の連鎖は、それぞれの発言者の意図とは違うコミュニケーションを生み出してしまうことになる。そして、生徒Ｊのように、こ

うしたコミュニケーションに参画させられた学習者は、他の学習者から不当な評価を受け、精神的に重大な損傷を受けることになってしまうのである。

事例 5-7 の分析で示されたように、省略や比喩などを用いたコミュニケーションは、一度、送信者の意図をはずした解釈が行われてしまうと、思考の連続性がとぎれ、とぎれた思考は方向性を失ったさまざまな解釈を生み出すことになる。授業者の「半円になるって、どこにくるの？どこにくるのＡとＢ（発言６）」という発言には、個別の点としてＡとＢとＣの位置を尋ねたものではなく、生徒Ｊの発言「∠Ａと∠Ｂと∠Ｃをたすと 180° です（発言４）」を短縮して、「どこにくるのＡとＢ」と発せられたものであることを生徒Ｊが理解することができれば、授業者の発言は、生徒Ｊの思考を混乱させる要因にはならなかったと考えられる。算数の授業で多用される「２と３をたしたらいくつになる」という、プラスの意味で用いられる「と」という表現に対する解釈が、授業者と生徒Ｊとの間で食い違っていた。たし算の意味で「ＡとＢ」という表現を用いた授業者に対して、生徒Ｊは、「ＡとＢ」という言葉を個別に存在する２つのものを並置する表現として解釈していた。この「と」という表現に関する２人の解釈の差が、結果として、２人のコミュニケーションを断絶状態へと導くことになったと、筆者は考える。本研究では、以上の考察をもとに、「ＡとＢ」という授業者の発言を生徒Ｊが字義通りに解釈して協応連鎖したことが、「ＡとＢ」という発言を、「∠Ａと∠Ｂと∠Ｃをたすと」という生徒Ｊの発言の繰り返しとして、理解してほしいと願った授業者の意図を崩すことになったと解釈する。

第１節において、「一般に信じられていることとは裏腹に、意思伝達は記号表現の交換によって達成されるものではなく、むしろ、話者の言語行為の遂行における意図を聴者が首尾よく解釈することによる」という Green(1989/1990,p.1) の言葉を引用したように、他者の意図を誤解してしまった場合、そこで展開されるコミュニケーションは、互いの思考の連続性を踏みはずしたものとなる。生徒Ｊの発言の一部を使って、自分の意図を伝えたいと願った授業者は、この場面のコミュニケーションでも、生徒Ｊと同様に、共鳴連鎖していくことを願っていた。しかし結果として、生徒Ｊは、「半円になるって、どこにくるのＡとＢ（発言６）」という授業者のメッセージに共鳴せずに、「ＡとＢは半円上のどこにくるのか」という字義通りの解釈を行っていた。それゆえ、共鳴連鎖が期待されている場面であったにも関わらず、実際には、協応連鎖のレベルでコミュニケーションが推移してしまった所に、このコミュニケーションの問題点が潜んでいると言える。

ここで、送り手の意図とは異なる解釈を生み出すメッセージを「ノイズ」と定義するな

らば、授業者が用いた「ＡとＢ」という表現に含まれる「と」というメッセージは、生徒Ｊに対して、ノイズとして機能したと言うことができる。授業者は、「どこにくるのＡとＢ(発言６)」と言わずに、生徒Ｊが「Ａ＋Ｂ＋Ｃが（発言７)」と聞き返したように、「∠Ａ＋∠Ｂ＋∠Ｃはどこにくるのか」と、生徒Ｊに尋ねる必要があった。この場面で、もし、授業者が「ＡとＢ」というノイズを含む表現を使用しなければ、授業者と生徒Ｊとのコミュニケーションは、別の方向に展開されていたかもしれない。ノイズの混入によって、新しいアイデアを引き起こす創発という現象が起こる場合もあるが、事例5-7では、ノイズは一般的に考えられているように、マイナスの効果をもたらすものとして機能している。

第５節では、本章で構築してきたコミュニケーション連鎖の類型論が、数学の授業の中で起きている病理的な現象を分析する方法論となることを示してきた。現職教師への質問紙調査や、授業を参観していた教師Ｘなどへの面接調査で明らかにされたように、従来の分析枠組みでは、数学の学習場面で展開されているコミュニケーションに潜むずれや断絶という問題は、発言内容や発言能力の問題、あるいは、情意の問題として処理される傾向にあった（cf. Good, Mulryan, & McCaslin,1992. Waschescio,1998)。

しかし、本章で構築してきた授業者と学習者、または、学習者間の思考の連続性という視点に基づく事例分析は、発言者の表現能力、思考の未整理、情意の問題など、多くの原因を発言者自身に帰着させてきた問題が、発言者相互の思考の連続性が断絶されること、つまり、授業者と学習者、あるいは、学習者相互の思考のずれの蓄積が、コミュニケーション上の問題を引き起こすことを明らかにしてきた。第４章において、数学学習におけるコミュニケーションは社会的相互作用発露の場であると述べてきたように、数学的なアイデアの伝達は、聞き手の反応によって、発表者の意図とは異なる方向へ変容することもあれば、聞き手の反応に対する話し手の反応が、聞き手の解釈をさらに変容させてしまうこともある。こうした参画者相互の思考が本人の意思とは異なる形で変容するということが、相互作用という現象に含まれる１つの特性なのである（江森,1993,pp.18-19)。

事例5-7は、生徒Ｊが理解不能なことを言いだしたという印象を学級の生徒たちに残すことになった。こうした現象を排除しようとする教師たちの思いが、数学的なコミュニケーション能力の育成という教育目標を受け入れさせる原動力となっていた。他者にとって理解不能な発言は、発表者の思考の未整理とともに、自分の考えを形式的に表現する能力の欠如によってもたらされるという考え方が、数学的コミュニケーション能力の育成という教育目標を支持してきたのである（cf. Cockcroft,1982. National Council of Teachers of

Mathematics,1989,1991,1995,2000. Moynihan,1994. 金本,1998,2001)。しかし、第５章で構築してきたコミュニケーション連鎖の類型論は、数学的な表現を駆使することができるという形式的な能力の育成だけでは、数学の学習場面に潜んでいるコミュニケーションの問題は解決できないことを明らかにしてきた。

数学を駆使する仕事に従事している人々は、自分たちが使う数学を十分に理解している。Skemp(1987,1989)による理解研究の成果を用いれば、彼らは使用する数学を形式的に理解していると言える。それゆえ、数学を熟知している人々にとって、数学的なアイデアを形式的に伝達することは、効率的かつ生産的という意味で経済的な行為となる。その一方で、本研究が考察の対象としている学習者の場合、新たに学ぶ数学的概念は、学習者にとって形式的に理解されているものではない。数学的なコミュニケーション能力の育成という教育目標に従って、形式的なコミュニケーションを過度に学習者に求めることは、形式的な理解に達している概念のみを用いて問題解決を行わせることを意味している。第５章の考察により得られた数学教育への示唆は、「私たちは、形式的な情報伝達能力の育成を数学教育の目標として掲げることと、数学的概念を学習するために形式的な情報伝達を奨励することとを、注意深く区別しながら考えていく必要がある」ということである。

第５章のまとめ

第５章では、学習者間の思考の連続性という視点から、数学学習におけるコミュニケーション連鎖の類型を整理するという第２の課題について考察した[25]。

(1) 第２の課題に対する結論

数学学習におけるコミュニケーションの連鎖は、学習者間の思考の連続性という視点から、協応連鎖、共鳴連鎖、超越連鎖、創発連鎖という４つの類型に区分される。協応連鎖は、コード操作の共有による予測可能性に基づいた協応的なメッセージの連鎖によって構成される。共鳴連鎖では、メッセージ解釈に必要となる知識は、関連性という学習者の認知により想起され、想起された知識は、互いに関連づけられることにより１つの認知的構造体へと構成される。超越連鎖は、受け手によって補完された情報が送り手の意図を超えてしまう場合に起こる。創発連鎖は、コミュニケーションに参画している学習者のいずれもが所持していなかったアイデアが、学習者の協同的行為として創発されるコミュニケーションの連鎖である。これら４つの類型は、メッセージの解釈方法、メンタル・スペースの包含関係、メンタル・スペースの構築方法という３つの規準により区分される。

(2) 数学教育への示唆

教師と生徒による一対一の基本的な学習コミュニケーションの構造から、次第に複雑な構造を持ったコミュニケーション場面を設定していくことが、教師による数学の授業の構造化であり、いかに構造化していくのかという問題こそが、教師に与えられた重要な任務である。第５章で提起した数学学習におけるコミュニケーション連鎖の類型論は、学習者の思考の連続性に注意しながら、教師はいかに数学学習におけるコミュニケーションを制御すればよいのか、という問題を解決するための理論的基礎づけを与えるものである。

私たちは、形式的な情報伝達能力の育成を数学教育の目標として掲げることと、数学的概念を学習するために形式的な情報伝達を奨励することとを、注意深く区別しながら考えていく必要がある。

---

[25] 第５章の考察は、江森(1994,1997a,1997b)ならびにEmori(1996)に基づいて行われた。

第５章引用文献

Bartolini-Bussi, M. G. (1992). Verbal interaction and mathematics knowledge methodologies for transcript analysis. Paper presented at the Seventh International Congress on Mathematical Education. Quebec.

Cockcroft, W. H. (Chairman) (1982). Mathematics Counts. London: Her Majesty's Stationery Office.

江森英世 (1991c). 数学の学習場面におけるコミュニケーションのずれに関する考察. 第 24 回数学教育論文発表会論文集, 37-42. 小倉：日本数学教育学会.

江森英世 (1993). 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. 数学教育学論究, 59, 3-24. 日本数学教育学会.

江森英世 (1994). 数学の学習場面におけるコミュニケーション連鎖のメカニズム. 筑波大学教育学系論集, 18(2), 57-71.

Emori, H. (1996). A case study of analyzing highly condensed mathematical messages. Journal of Science Education in Japan, 20(3), 180-193. 日本科学教育学会.

江森英世 (1997a). 数学コミュニケーション. In 日本数学教育学会編. 日本の算数・数学教育 1997 学校数学の授業構成を問い直す（yearbook 第３号, pp.33-47）. 東京：産業図書.

江森英世 (1997b). 数学の学習場面におけるコミュニケーション連鎖の４類型. 第 30 回数学教育論文発表会論文集, 139-144. 大阪：日本数学教育学会.

Fauconnier, G. (1994). Mental Spaces: Aspects of meaning construction in natural language. New York: Cambridge University Press.

Fauconnier, G. (1994/1996). 坂原茂・水光雅則・田窪行則・三藤博訳. メンタル・スペース－自然言語理解の認知インターフェースー. 東京：白水社.

船津衛 (1983). 自我の社会理論. 東京：恒星社厚生閣.

船津衛 (1996). コミュニケーション・入門. 東京：有斐閣.

Gattegno, C. (1974). The Common Sense of Teaching Mathematics. New York: Educational Solutions, inc..

Good, T., Mulryan, C., & McCaslin, M. (1992). Grouping for instruction in mathematics: A call for programmatic research on small-group processes. In D. A. Grouws (Ed.), Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning (pp.165-196). New

York: Macmillan Publishing Company.
Green, G. M. (1989). Pragmatics and Natural Language Understanding. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, publishers.
Green, G. M. (1989/1990). 深田淳訳. プラグマティックスとは何か　語用論概説. 東京：産業図書.
Herscovics, N. & Kieran, C. (1980). Constructing meaning for the concept of equation. The Mathematics Teacher, 73(8), 572-580.
広瀬直子 (1996). 算数・数学の授業における効果的な議論に関する研究. 上越教育大学修士論文.
今井賢一・金子郁容 (1988). ネットワーク組織論. 東京：岩波書店.
Inprasitha, M. (2001). Emotional Experiences of Students in Mathematical Problem Solving. A dissertation for the degree of Doctor of Philosophy. University of Tsukuba.
金本良通 (1998). 数学的コミュニケーション能力の育成. 東京：明治図書.
金本良通 (2001). ある算数科の授業における意味とシンボルとコミュニティとの相互的構成. 数学教育学論究, 77, 3-21. 日本数学教育学会.
Kieran, C. (1981). Concepts associated with the equality symbol. Educational Studies in Mathematics, 12, 317-326.
Moynihan, C. M. (1994). A model and study of the role of communication in the mathematics learning process. A dissertation for the degree of Doctor of Philosophy. Boston College. University microfilms international dissertation information services order number 9428784. Michigan: A Bell & Howell Company.
National Council of Teachers of Mathematics (1989). Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics, inc..
National Council of Teachers of Mathematics (1991). Professional Standards for School Mathematics. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics, inc..
National Council of Teachers of Mathematics (1995). Assessment Standards for School Mathematics. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics, inc..
National Council of Teachers of Mathematics (2000). Principles and Standards for School Mathematics. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics, inc..

三輪辰郎 (1990). 数学の問題解決の授業についての日米比較研究. 平成元年度・筑波大学・学内プロジェクト研究・助成研究研究成果報告書.

Pirie, S. E. B. & Kieren, T. E. (1989b). A recursive theory for mathematical understanding. For the Learning of Mathematics, 9(3), 7-11.

Pirie, S. E. B. & Kieren, T. E. (1991). Folding back; Dynamics in the growth of mathematical understanding. In F. Furinhetti (Ed.), Proceedings of the Fifteenth International Conference for the Psychology of Mathematics Education, 3, 169-176. Assisi.

Pirie, S. E. B. & Kieren, T. E. (1994a). Growth in mathematical understanding; How can we characterise it and how can we represent it?. Educational Studies in Mathematics, 26, 165-190.

Pirie, S. E. B. & Kieren, T. E. (1994b). Beyond metaphor; Formalising in mathematical understanding within constructivist environments. For the Learning of Mathematics, 14(1), 39-43.

Reys, R. E., Reys, B. J., Nohda, N., & Emori, H. (1995). Mental computation performance and strategy use of Japanese students in grades 2, 4, 6, and 8. Journal for Research in Mathematics Education, 26(4), 304-326.

Richards, J. (1991). Mathematical discussion. In E. Von Glasersfeld (Ed.), Radical Constructivism in Mathematics Education (pp.13-51). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Rogers, E. M. (1986/1992). 安田寿明訳. コミュニケーションの科学ーマルチメディア社会の基礎理論. 東京：共立出版.

Skemp, R. R. (1987). The Psychology of Learning Mathematics, Expanded American edition. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, publishers.

Skemp, R. R. (1989). Mathematics in the Primary School. London: Routledge.

Sperber, D. & Wilson, D. (1986/1993). 内田聖二・中俊逵明・宋南先・田中圭子訳. 関連性理論ー伝達と認知ー. 東京：研究社出版.

Turner, M. (1991). Reading Minds. Princeton: Princeton University Press.

Waschescio, U. (1998). The missing link: Social and cultural aspects in social constructivist theories. In F. Seeger, J. Voigt, & U, Waschescio (Eds.), The Culture of the Mathematics Classroom (pp.221-241). Cambridge: Cambridge University Press.