共有プロセスによる算数科の授業分析

―6年・比例の学習を通して―

笹田　昭三*・矢部　敏昭*・高木　政寛**

An Analysis of Mathematical Teaching from the Viewpoint of "Sharing Process"

SASADA Shozo, YABE Toshiaki, TAKAKI Masahiro

Ⅰ．はじめに

算数・数学科の問題解決指導では，授業がいくつかの学習段階に区分されて展開していくが，とりわけ，自力解決に委ねる段階と教師と子ども，あるいは子ども同士による集団で高め合う段階が重要であると考えられている。（この段階を「比較・検討」段階とよぶことにする）しかしながら，著者らが実践したり，見聞したりする多くの経験をふり返ってみても，集団で解決したり，高め合ったりする段階が豊かに展開された例は極めて少ない。課題設定を工夫し，自力解決の時間を十分にとって子どもに考えさせ，多様な解決ができるようにするところまでは比較的よく実践され，成功もしている。しかし，その後，子ども達の考えをどのように生かし，相互に絡ましていかに高めていくかということになると，これは実際には難しく，教師の力量によるところとされている。

「比較・検討」段階は，自力解決の過程で生み出された子どものさまざまな考えや解決の仕方の中から「よりよい考え」「よりよい解決」をみんなで見つけ出していく過程であり，子どもの自主的で協力的な活動が望まれる場である。つまり，数学的価値の自主的・協力的な追求段階であり，子どもの思考を深め，高めるという算数・数学の授業の中で最も大切な段階である。このような「比較・検討」段階にふさわしい子ども達の意欲的で協力的な学習活動を展開していくためには，どうしてもそれらの活動を促す教師の援助活動が必要である。また，この援助活動を有効・適切なものにしていくためにも，「比較・検討」段階における授業構想を明確にしておくこと，および学習における相互作用を把握し，記述する手だてを確立すること，この2つは極めて大事なことである。

従来の授業実践において，子ども達が互いの考えを理解し，高め合う授業が強調されているにもかかわらず，互いの考えの理解とは，一体どのように実現されるのかという点について曖昧であった。算数の学習における問題解決では，解決の方法，既習事項，解決の内容などが重要な要素であるとされながらも，これらを関連づけて子どもの考えの変容や理解について十分に検討するに至っていない。これに対して，熊谷氏は，「共有プロセス」という概念を導入することによって，上記の関連を考慮した授業の基本モデルを構成し，それをもとに実際の授業を分析し，修正を加えている[1]。授業における相互作用をこの共有プロセスの単位で段階的に分けて分析することは，授業研究の方法に新しい見方をあたえているものと考える。

著者らは，さきの研究において[2]，発問・応答過程にみられる相互作用に着目し，子ども達の追究活動がより深まる「比較・検討」段階の学習の場の構成を追究した。そこでは，相互作用を「コミュニケーション」と「ネゴシエーション」に区分し[3]，この2つの概念を「比較・検討」段階の学習活動に位置づけることによって「比較・検討」段階の授業構想を明らかにするとともに，熊谷氏の「共有プロセス」の概念を援用して，この段階における授業の記述と分析のための枠組み（手だて）を構成した。さらに，このような考えに基づいた授業の計画と実践を行い，「共有プロセス」の枠組みを活用しての実践的検討を行った[4]。

本研究はその継続研究である。さきの研究で構築した「比較・検討」段階における授業構成・分析モデルに対

＊鳥取大学教育学部数学科教育教室
＊＊鳥取県船岡小学校
キーワード：授業分析，共有プロセス，相互作用

して，さらなる実践的検討を行うことによって，モデルの洗練化・精密化を図ることをねらっている。

II．相互作用に着目した授業構想と共有プロセスの枠組み

1．算数・数学の授業における集団解決の重要性

R.R. スケンプは，生徒相互間における討論のもたらす利益を著「数学学習の心理学」の中で述べている(5)。第一に，自分の思考を単に伝達するという行為が思考過程を明確にする助けになっている。つまり，言語による適切な記号化（口頭で述べる，あるいは説明する）やその他の記号による記号化によって自分の思考過程を意識化すると言うのである。第二に討論には，単なる発語思考以上の価値として，「他の人々の考え方と自分の考え方とを関係づける因子がある」ことを指摘している。つまり，自分の考えを他者に話すことによって，「自分のシェマと他者のシェマの違いがどこにあるかを悟る能力をもたらし，そのギャップを埋めるにはどんな説明が必要となるかも知らせてくれる」ということである。第三に，お互いに思考の内容を高め合うというのが討論のもたらす重要な利点である。さらに興味深いことは，「書く」ことに言及している点である。討論の過程では，黙って相手の考えに耳を傾けること，書くことが，後になってアイディアを再検討するのに役立つこと，また，簡単に意見を話すために助けになるというのである。これは，「書く」ことが，討論を活発にし，意義あるものにするために大切な役割を演ずるということである。

このような思考の伝達や討論の重要性について，ピアジェもまた，次のように述べ，子どもの論理の発達にとって社会的相互作用が不可欠であると主張している。

「他人との思考のやりとりや協力なくしては，個人は彼の操作を一団にして密着した一つの全体とすることは決してないであろう」(6)。

さらに，ピアジェの構成主義の立場をとるC. カミイも，「論理一数学的領域においては，観点の衝突が，子どもの推理力を次第に高次レベルへと高めるのに役立つのである。それゆえに，仲間との相互作用が最大限に尊重されるべきである(7)」と述べ，子どもの論理の発達や数学的内容の理解においては，集団による思考の交流が重要であり，不可欠であるとしている。

これら心理学の立場からの授業における集団解決の重要性に関する考え方は，子どもの理解という面から「比較・検討」段階の展開に対して貴重な示唆を与えてくれるものである。

2．「比較・検討」段階の学習活動と相互作用

算数・数学の授業の中で，とりわけ「比較・検討」段階は，教師と子ども，子ども同士が各個人の知識や経験に基づいて創りあげた意味やアイディアを理解し合い，発展させることが中心となる。子ども自らが考えだした解決の方法や結果などの妥当性・有効性についての検討は，他者（教師，子ども）との意見交換（討論）によって明らかにされ，さらに発展していくことが多い。

一般的に相互作用は，二人もしくはそれ以上の人が，互いに自分自身の経験・知識をもとにして，他者の行為や知識・経験などを解釈し，さらに他者へ働きかけることと捉えることができる。授業の中での相互作用は，他者（教師，子ども）の行動を自分なりに理解することとさらに自分の行動がそのことによって変容することをもたらす過程である。実際，授業をみるとき，教師と子どもが自分自身の知識や経験に照らしてお互いに文脈をつくり，それぞれがお互いに働きかけを行っている。すなわち，教師と子ども，子ども同士は，発問・応答といった直接的な関わりはもちろん，間接的にも関わりながら相互作用を行っている。問題解決の過程で，自らの考えを変容，発展させるために必要かつ有効な場としての「比較・検討」段階は，こうした相互作用の繰り返しの総体として考えることができる。

ビショップ（A.J. Bishop）は，授業における相互作用の重要な概念として，活動（Activity），コミュニケーション（Communication），ネゴシエーション（Negotiation）を取り上げている(8)。

コミュニケーションとは，個々の子どもがお互いに自分の持つアイディアや意味，解決の方法などを説明したり，解釈したりすることによって，それらを共有する相互作用の方法であり，思考の交流である。また，ネゴシエーションは，共有された意味やアイディアをさらに発展させる相互作用の方法であり，教師と子ども，子ども同士の間で行われるやり取りではあるが，ある目標に向かって相互に関わり合うことを強調しているものである。そして，教師が適切に授業をコントロールすれば，教師と子ども，子ども同士のネゴシエーションを助けることができると，ビショップは主張している。

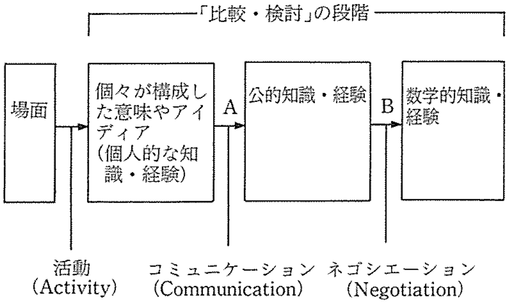
この「コミュニケーション」「ネゴシエーション」という概念は，授業における相互作用を考える上でも，「比

較・検討」段階の授業構想を確立する上でも極めて重要な概念であるといえる。また，人間が，主体的活動で個人的な経験・知識を生み，またそれを他者との交流の中で公的な経験・知識に広げ，さらに科学的な経験・知識に高めていくという学習プロセスでは，ビショップがいう「活動」「コミュニケーション」「ネゴシエーション」が基本的かつ重要な役割を果しているものと考える。

3．「比較・検討」段階の授業構想

「比較・検討」の段階が重要だといわれながら，算数・数学の授業の実際では，この段階の学習活動が実に貧弱に展開される場合が多い。その原因の多くは，ビショップが提示している，相互作用における2つの概念「コミュニケーション」と「ネゴシエーション」の役割が，教師によって明確に意識され，区別されていないことからくるものと考えられる。つまり，授業の中における話し合い活動が，「コミュニケーション」と「ネゴシエーション」の混在により，相互作用におけるこの2つの方法の機能と順序が適切に位置づけられておらず，それゆえ授業における相互交流も成熟するに至らないということである。例えば，教師がコミュニケーションを制限することがあれば，子ども達は意味やアイディアの共有もできず，もちろん，ネゴシエーションも起こり得ないのである。

そこで，授業における有効な相互作用を生むため，ビショップの考えを援用し，「活動」「コミュニケーション」「ネゴシエーション」の3つの概念を「比較・検討」段階の学習活動として位置づけることによって，次の図式で示されるような「比較・検討」段階の授業構想を立てた。



この授業構想は，人間が，主体的活動で個人的な経験・知識を生み，またそれを他者との交流の中で公的な経験・知識に広げ，さらに科学的な経験・知識に高めていくといった人間の学習のプロセスの中で，ビショップがいう「活動」「コミュニケーション」「ネゴシエーション」が重要であり，不可欠であるという考え方に基づくものである。

また，指導のあり方の方策として，「比較・検討」段階を2つのステップに分け，Aを「相手をわかる場」，Bを「よりよい解決方法を見つける場」とした。「比較・検討」段階の学習が有効かつ意味あるものにするためには，A→Bの順次性と各ステップA，Bにおける交流活動がそれぞれの意味で成熟していることが重要である。

なお，「比較・検討」段階における話し合いの観点と指導上の留意点については，前論文において，ステップA，B毎に考察し，「基本原則」「関係付ける観点」「指導方略」としてまとめている(9)。ここでは省略する。

4．相互作用と共有プロセスの枠組み

熊谷氏は，学習における相互作用を分析し，「共有」「共有プロセス」という概念を導入することによって，授業を記述し分析するための枠組みを構成している(10)。これを簡単に紹介するとともに，これを用いて，「比較・検討」段階における授業を記述し，分析するための枠組みを考えていきたい。

(1)　相互作用と共有概念

最初は子ども一人ひとりの個人的な経験・知識であっても，教室の中で教師と子ども，子ども同士のやり取りを通して，共通に認められた公的な経験・知識が得られる。そして，それをもとにしながら，また新しい何らかの共通の知識や経験を子どもが創り出す。このような授業の場合，それが途中であろうと終わりであろうと，子ども達は，相互作用によってお互いにある程度共通な経験や知識を獲得する。教師もまた，授業の目標達成とともに，子ども達との間に共通な何かを捉えている。このように，お互いの経験や知識にもとづいて判断し，共通の経験や知識を創りながら，さらによりよいものへと発展させている。

熊谷氏は，この相互作用の過程におけるお互いの共通の理解に着目し，これを「共有すること」と概念化し，相互作用の相として重要視している。そして，この共通の知識・経験を創り出す過程において，共有するということは「次の相互作用を行うことが可能となるような基盤を確立することである(11)。」と捉え，相互作用を分析している。

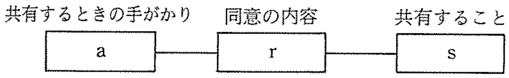
(2) 共有プロセス

熊谷氏は，さらに，共有プロセスの概念を導入することによって授業の基本モデルを構成し，それをもとに授業の分析と修正を行っている。共有プロセスを，共有が成立するまでの教師と子ども，子ども同士の相互作用として捉え，次の３つの要素に分析することによって，図１のように表現している[12]。その３要素は，共有しようと目指しいるものを「共用すること：ｓ」，共有することに関係付けられている経験・知識を「同意の内容：ｒ」，そして子ども自身の経験・知識またはそれらを得る活動を「共有するときの手がかり：ａ」としている。

たとえば，問題解決場面であれば，「ある問題が提示，解決がなされることを想定すると，問題の解決の結果が共有することとなり，解決の方法が同意の内容，そして，個々の子どもが問題に最初に取り組んだときの経験・知識が共有する手がかりとなる[13]」としている。

算数・数学の授業では，このような共有プロセスを通して，同意の内容や共有することの関係が変容し，次から次へと共有プロセスが続き，公的そして，数学的経験・知識へと高められ，変容していくものと考える。

図１

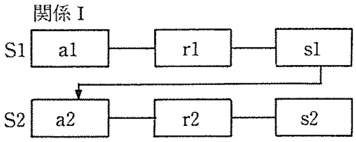


(3) 共有プロセスによる授業分析の枠組み

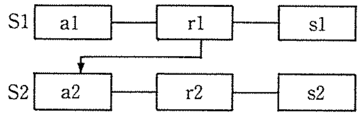
熊谷氏は，授業を記述する中で，共有プロセスを問題構築プロセスと問題解決プロセスの２つに分類し，これらを以下の図のように表現している[14]。

① **問題構築プロセス**　先行する共有プロセスがすぐ後に続く共有プロセスの共有する手がかりに影響を及ぼす場合の類型を問題構築プロセスと呼ぶ。この類型では，先行する共有プロセスはすぐ後に続く共有プロセスで問題を作り出すという働きをしている。

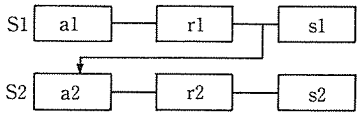
関係Ｉ



関係II

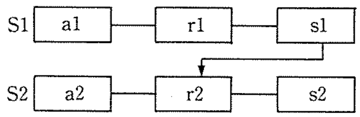


関係III

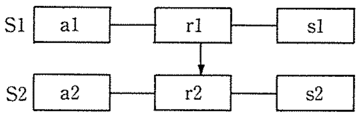


② **問題解決プロセス**　先行するプロセスが，後に続く共有プロセスの内容に影響を及ぼしている場合の類型を問題解決プロセスと呼ぶ。この類型では，先行する共有プロセスが後に続く共有プロセスにおける問題解決に貢献している。

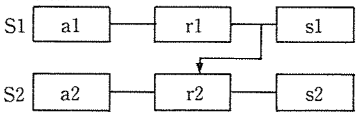
関係IV



関係V



関係VI



「比較・検討」段階における授業分析を行うために，著者らは，これらの共有プロセスの連鎖によって，授業の事前計画と展開の実際をそれぞれ記述した。この記述モデルの前者をモデルＡ，後者をモデルＢとする。

モデルＡは，数学的な経験や知識を子ども達自身が話し合いによって作り出していく過程を構想しており，これによって，教師は「共有すること」が変容していく様相を十分おさえて適切な援助活動を講じられる。

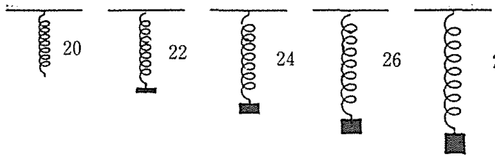
また，モデルＢの検討やモデルＡ，Ｂの構造比較によっては，予想しない子どもの思考の実態（理解・つまずき，思考の流れや相互作用の様相など），教師の教材分析の甘さ，教師の援助活動がどうあるべきか，など多くの知見をもたらし，豊かな授業分析を可能にする。

これまで，「比較・検討」段階における話し合い活動の分析には曖昧な部分が多かった。共有プロセスによる授業分析はこの部分にメスを入れることになると考える。

III. 授業実践と共有プロセスによる授業の記述

共有プロセスの枠組みで「比較・検討」段階を計画して，実際に授業を行い，さらに修正を加えるために授業分析を行った。

①単元　　　　　「比例」
②対象クラス　　船岡小学校6年2組22名
③問題設定



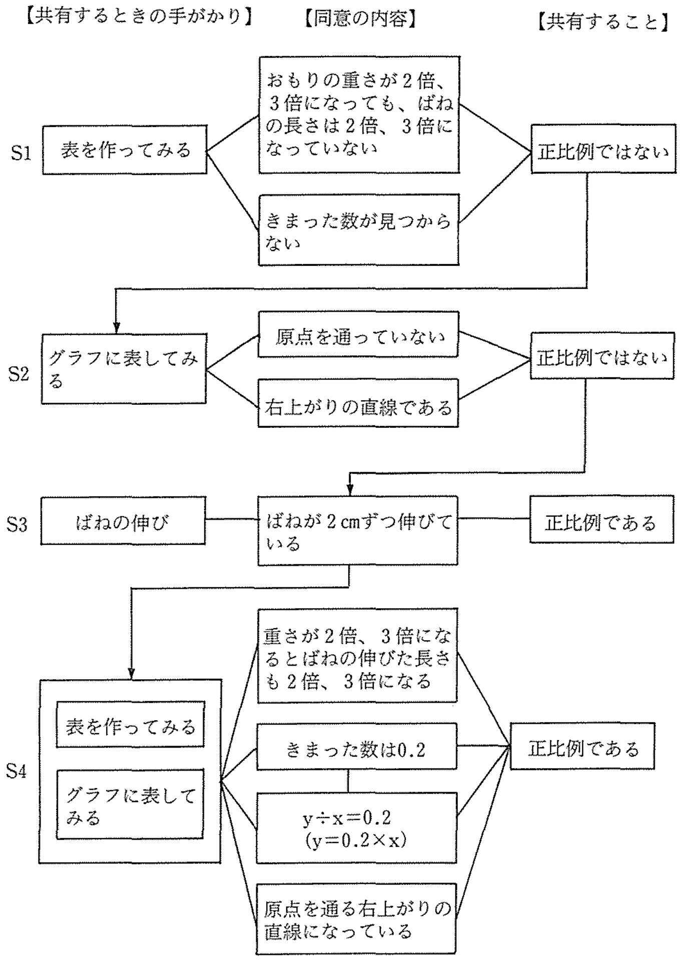
あるばねに，図のように10g，20g，30gと10gずつおもりをつるしていきました。ともなって変わる量を探しだし，その2つの量が正比例するかどうかを調べましょう。

1．「比較・検討」段階の計画とその視点

授業前には次のような視点で「比較・検討」段階の計画を立てた。（図2）

・おもりの重さとばねの長さが正比例しないことを，既習事項である表やグラフを使って判断するだけでなく，ばねの伸びに着目するようなより数学的な価値のある発展的な話し合いがなされるよう期待し，問題解決プロセ

図2　授業前の共有プロセスによるモデル



スＳ２，Ｓ３を考慮して計画を立てた。

・話し合いが進展していくためには，問題解決プロセスから問題構築プロセスへと続くと考え，Ｓ３とＳ４の関係は問題構築プロセスとした。

・既有経験を生かし，おもりの重さとばねの長さが正比例しないことに気付いていく過程を大切にするために，Ｓ１，Ｓ２を問題構築プロセスとして考えた。

2．共有プロセスによる授業の記述

つぎに示すのは，問題場面を見て自力解決をした後，２人のグループでの話し合いを経てから行った「比較・検討」段階のプロトコールとその相互作用の様相を共有プロセスを用いて表した図である。

(1)　「比較・検討」段階での話し合いの記録

（２人ごとの協力的な学習後に行われたクラス全体での話し合い）

T　；おもりの重さとばねの長さの関係は比例しますか。どうでしたか。

C_1　；比例していませんでした。

C_2　；正比例でも反比例でもありませんでした。

T　；どうしてそのように判断したのですか。

C_2　；（黒板に表を書いて）一方が２倍，３倍になっているのにこっちはそうなっていないから，正比例でも反比例でもない。

ばねの長さ（cm）	20	22	24	26	28
おもりの重さ（g）	0	10	20	30	40

C_3　；ばねの長さとおもりの重さをかけて計算してもどれも同じになっていないから反比例でないと思います。

C_4　；わたしの作った表は，寛君のと比べると表の上と下が反対です。けれど，やっぱり正比例にはなりませんでした。

おもりの重さ（g）	0	10	20	30	40
ばねの長さ（cm）	20	22	24	26	28

C_5　；わたしも基恵さんの表を書きました。割ってもきまった数が出てこなかったし，みんなが言っているようにおもりの重さが２倍，３倍になっているのにばねの長さは２倍，３倍になっていないから正比例ではないと思います。

T　；基恵さんたちの表と寛君たちの表は上と下が反対になっていますが，どうですか。

C_6　；基恵さんのがいい。上の段が２倍，３倍と変わっていくと下の段がどうなるかわかりやすいから（正比例かどうかをみつけやすいから）

C_7　；基恵さんのが正しいと思います。おもりを10g，20gと変えていくと，ばね長さが22cm，24cmになったんだから初めのほうが上，後のほうを下に書いたらよくわかる。

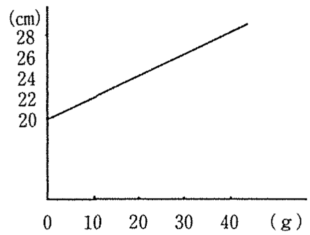
C_8　；寛君のでいくと始めにばねの長さを測って，おもりをかけたみたいでなんかおかしい。

C_9　；今まで，初めに変えるほうは，上に書いていたから，基恵さんのほうがいいと思います。

T　；なるほど，表のかき方も初めに変える量は上の段に伴って変わる量は下段とするとよくわかりますねえ。良いことに気づいたねえ。これからはこうしたことにも気を付けて表をかくことにしましょう。

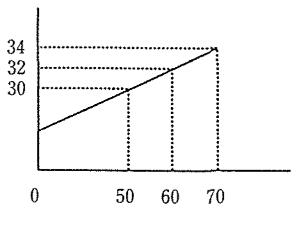
T　；表からではなく他のことで判断した人ありませんか。

C_{10}　；（OHPを使って指しながら）表だけでは決められないので，ぼくは，グラフをかいてみました。正比例だと０から出て直線で行くのに，このグラフ０から出ていないので正比例ではないし，曲線でもないから反比例でもないとわかります。



C_{11}　；ぼくは，グラフをかきながら（直線をさらに延ばして50や60や70のところを見て）表にも付け加えてみたら２cmずつ増えていっているのがわかりました。

図３



おもり重のさ（g）	0	10	20	30	40	50	60	70
ばねの長さ（cm）	20	22	24	26	28	30	32	34

2　2　2　2　2　2　2

T　；正比例のようでないけれど一方が増えると他方もきまりよく増えていますねえ。（表を指しながら）この増えている2cmは何の長さでしょうか。

C_{12}　；おもりをかけたときのばねの伸びた長さです。

C_{3}　；おもりを10gかけときにばねが2cmずつ伸びるということです。

T　；20gでは

C　；4cmです。

T　；30gでは

C　；6cmです。

T　；何かばねののび方にきまりがありそうですね。きまりを見つけることをしてみましょう。

C_{4}　；表に書いてみたらそのようすがわかります。

T　；やってみましょうか。（0g，10gではと言いながらばねの伸びの長さを黒板で表に表す。）

おもりの重さ（g）	0	10	20	30	40
ばねの伸びた長さ（cm）	0	2	4	6	8

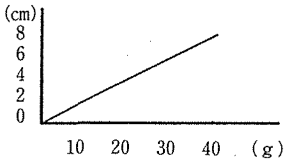
T　；どうですか。

C_{13}　；おもりの重さが2倍，3倍になるとのびた長さも2倍，3倍になっています。

M児；きまった数が2÷10＝0.2，4÷20＝0.2になっているから，ばねの伸びた長さをおもりの重さが割ったらいつも0.2になっているからきまった数がある。

C_{14}　；正比例になっています。

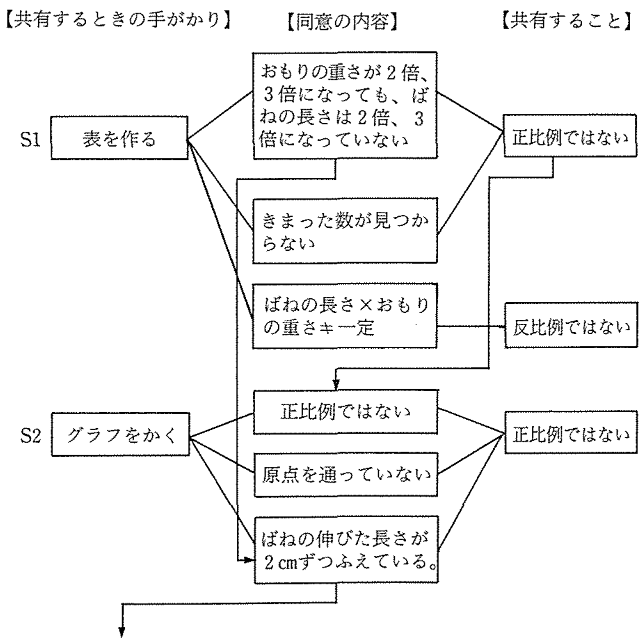
C_{10}　；ぼくは，初めかいたグラフにかき入れてみたら（OHPで説明をし始める）ここの（0,0）から右あがりの直線になっていました。だから正比例です。

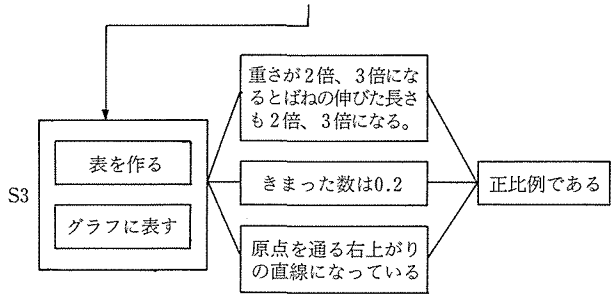


T　；おもりの重さとばねの長さはどうも正比例でも反比例でもなかったけれど，ばねの伸びた長さは正比例になっていることがわかりましたねえ。

(2)　共有プロセスによる授業の記述

図4　授業後の共有プロセスによる記述





3．M児とA児の2人の話し合いの記述

自力解決後に2人ずつのグループをつくり話し合いをさせた。M児とA児は話し合いながら誤った合意に達したのち，意見の対立，矛盾，ふり返りを経験しながら，新しいともなって変わる2量を発見していった。この状況を共有プロセスの枠組みを使って記述することを試みた。子ども同士の相互作用を検討することで，子どもの思考の進展する様相やその契機が指摘できると考えた。

(1)　2人の話し合い状況とその記録

M；（A子のグラフを見て）おもりが0gのとき，ばねの長さが20cmになるのにばねの長さが0cmになっていてこのグラフはおかしいんじゃあないか。

A；ほんとだ。（グラフをなおす）

M；正比例になると思わんか。

M；グラフが右上がりの直線になっとるが。

A；そうだなあ。これは正比例だ。

A；表はおもりの重さは2倍，3倍になるとばねの長さも2倍，3倍になっとるで。

M；そうかなあ。そうなっとらんとちがうか。

A；それなら，2ずつ増えとるなあ。でも，よく考えてみると，きまった数がないで，それでも正比例か？

M；（計算をしてみる）私もそうなった。(22÷10，24÷20，26÷30と計算してみて）めちゃくちゃになるなあ。

A；なんだかへんだなあ。

M；なんだかへんだなあ。

C；（二人ともしばらく沈黙）

この沈黙のとき2人は次のように考えていた。

A：正比例だと思い込んでいたので，正比例になるものは何か見付けようと考えていた。

M；きまった数，比例のことを表や図をもう一度見ながら考えていた。

M；あっ。（問題提示の図で20，22，24，26，28の数字をみて2cmずつ長くなっていることに気づき，表してみた。）

M；（ばねの伸びた長さ÷おもりの重さをして）10÷2＝5，20÷4＝5で，5がきまった数になる。

M；ばねののびた長さが2倍，3倍にると，おもりも2倍，3倍になっている。

A；（わたしはグラフにしてみるからと言って）グラフをかいてみる。

M；（A児のグラフをみながら）これは正比例だで，おもりの重さと伸びた長さは正比例するなあ。

※全体での学習のあとで，2人はそれぞれ次のような活動をしている。

○M児は次の表を作り決まった数を計算して見つけた。

おもりの重さ（g）	0	10	20	30	40	50
ばねののびた長さ（cm）	0	2	4	6	8	10

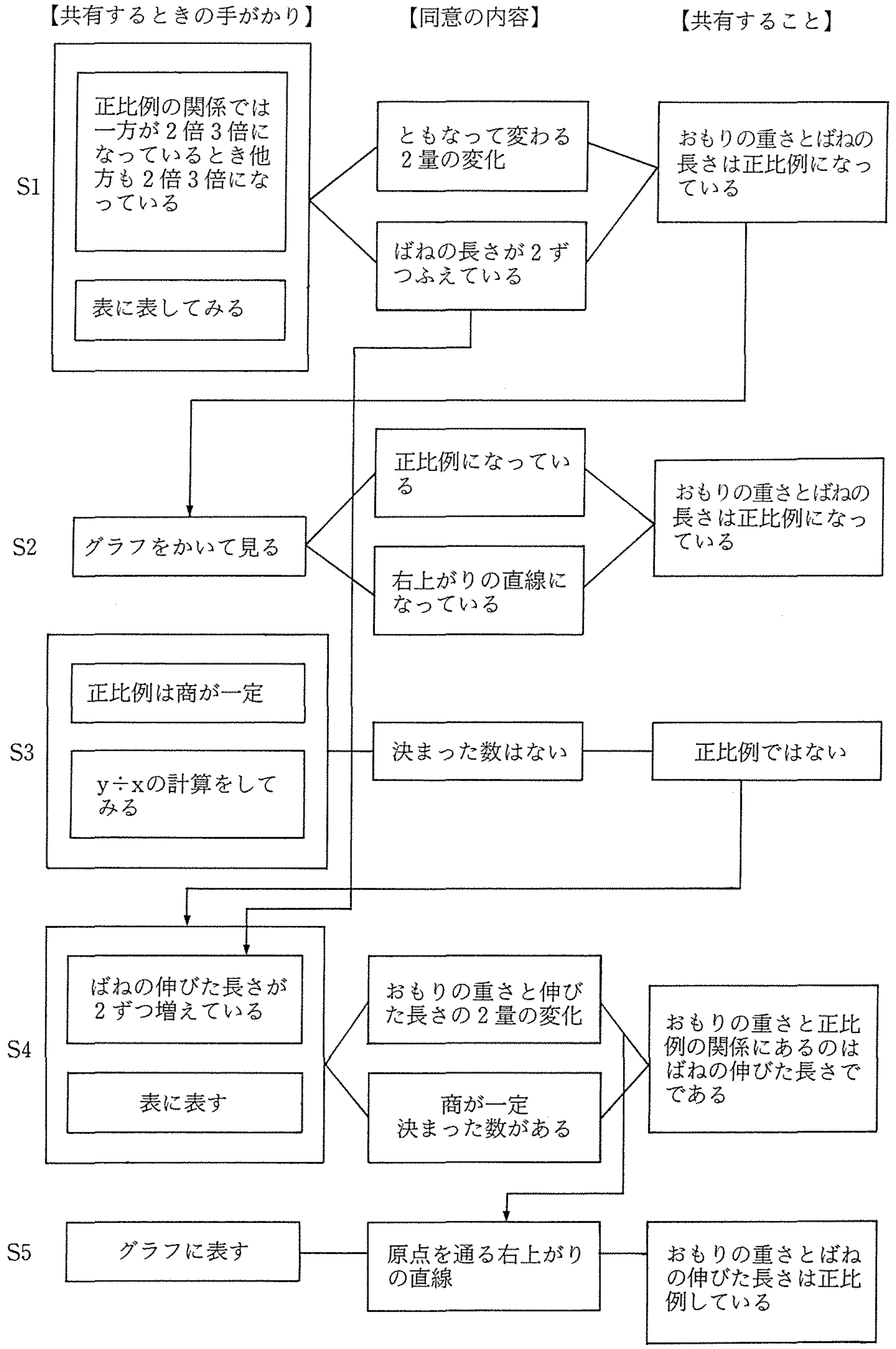
2÷10＝0.2，4÷20＝0.2，6÷30＝0.2…決まった数＝0.2

○A児はグラフをかきなおして正比例することを確かめた。

(2)　共有プロセスによる記述

2人の話し合いの中で起きた相互作用の様相を，共有プロセスの枠組みを使って図解し分析を試みた。

図5　共有プロセスによるM児，A児2人の話し合いの記述



Ⅳ．共有プロセスによる授業分析とその考察

1．共有プロセスによる授業分析

(1) 共有プロセスの単位について

共有プロセスについては，共有が成立するまでの教師と子ども，子ども同士の相互作用として捉え，共有するときの手がかり（;a），同意の内容（;r），及び共有すること（;s）の3つの要素で授業の構成を試みた。

ここでは，同意の内容と共有することとの関係，及び共有するまでの手がかりとなる数学的な活動の変容に焦点を当て，授業分析を行うものである。

① 同意の内容（;r）と共有すること（;s）の関係

本授業の計画における共有プロセスは，Ⅲ．1の図2からわかるように，s1の同意の内容に対してs2の同意の内容へと数学的な解釈が施される一方，共有することに対しては，その変容がみられないものと考えた。そして，s2の共有すること（つまり，正比例ではないこと）の二度による確認によって，s3の同意の内容である「ばねが2cmずつ伸びている。」ことへの気づきが起こるものと考えたのである。

しかし，授業の実際はⅢ．2の図4から明らかにされたように，s1における同意の内容には「ばねの長さ×おもりの重さ≒一定」のことが加わり，「反比例ではない」ことが共有することとして確認されている。つまり，共有プロセスに表すことによって，著者らが考えた子どもの思考のプロセスと実際の子どもの思考のプロセスに相違があったことが明らかに指摘できるのである。

また，s2の同意の内容の中には，新たに「ばねの伸びた長さが2cmずつ増えている。」ことが加わっているにもかかわらず，依存関係にある2つの数量の新たな選択は，子ども同士による相互作用だけでは難しかったのである。つまり，s1からs2の共有プロセスは問題解決プロセスであり，s3の問題構築プロセスへの進展は教師の援助活動に依るところが大きかったのである。

このことは逆に，共有プロセスによる記述が，教師の意図的・計画的な援助活動の時期を指し示しているととらえることができる。そして，その教師の援助活動は，教師と子ども，あるいは子ども同士の相互作用によって見い出された同意の内容の中に，その具体的な指導の手立てと方向を求めることができるのである。

② 数学的な活動の変容

共有するときの手がかり（;a）について，共有プロセスのモデルをみると，s1，s2の共有するときの手がかりがそのままs4の共有するときの手がかりとなっている。つまり，子どもにとってこの2つの数量の関係が比例関係にあるかどうかの判断は，表からグラフに表しその表されたグラフによって判断するしか手がかりはないのである。

一般に，比例の学習においては2つの数量の間の関係を調べるに際して，依存関係にある2数量の選択があらかじめ提示された問題が多い。しかし，本授業は「…ともなって変わる2つの数量を探しだし，その2つの数量が正比例するかどうか調べる。」という問題提示であった。つまり，比例関係にある2つの数量の選択が，子どもたちにとって最初の課題になっているのである。

s2までの2つの数量は，比例関係にないものであった。よって，s3の共有するときの手がかりである「ばねの伸び」に着目した2つの数量の選択の修正が必要となったのである。そして，s3の共有する手がかりをもとに同意の内容，さらにs4の共有するときの手がかりへと進展する問題構築プロセスが成立するのである。

また，このことはs2までの数学的な活動によって，s3の同意の内容が見い出されたととらえることができる。つまり，s2からs3の共有プロセスは問題解決プロセスとなるのである。

以上のことから，本授業における主要な数学的な活動は，大きく以下の2つに分けられるのである。その1つは問題場面からs1，s2を通して共有すること（正比例ではない）を見い出すまでの活動と，もう1つは問題構築プロセスへ続くs3の同意の内容（ばねが2cmずつ伸びている）によるところの依存関係にある新たな2つの数量を発見（おもりの重さとばねの伸び）する活動である。

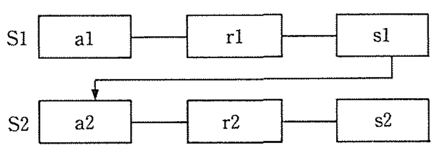
(2) 問題構築プロセスと問題解決プロセスとの関係

① 一斉授業における両プロセスの関係

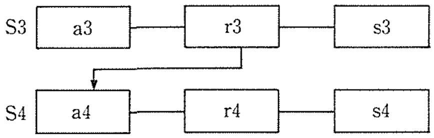
授業前のモデル（図2）では，s1からs2（関係Ⅰ）及びs3からs4（関係Ⅱ）において，問題構築プロセスを計画した。

つまり，関係Ⅰでは共有すること（正比例ではない）から，共有するときの手がかり（グラフに表してみる）を構成した。また，関係Ⅱでは同意の内容（ばねが2cm

（関係Ⅰ）



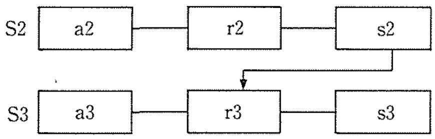
（関係II）



ずつ伸びている）から，共有するときの手がかり（表を作ってみる，グラフに表してみる）を構成したのである。

また，s2からs3（関係IV）を問題解決プロセスとして構成したのである。つまり，共有すること（正比例ではない）から，同意の内容（ばねが 2 cmずつ伸びている）を構成したのである。

（関係IV）



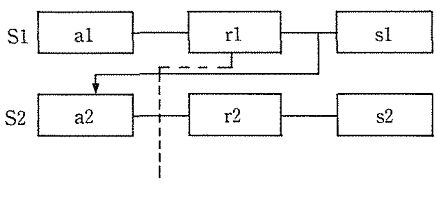
しかし，授業後のモデル（図 4 ）からわかるように，実際の共有プロセスであるところのs1からs2に進む問題構築プロセスは，問題解決プロセスとなった。そして，子ども同士の話し合いではs3へと進まなかったのである。つまり，s2からs3への過程における教師の援助活動が実際には行われ，教師の援助活動が必要となったのでるあ。

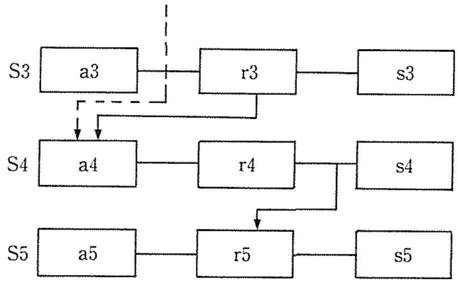
言い換えれば，共有プロセスのモデル化によって，教師の援助活動は問題解決プロセスから問題構築プロセスへと続く，s2からs3の間に位置づけられると言えるのである。

② A児とM児における両プロセスの関係

2 人の話し合いの記述（図 5 ）から，この 2 人の共有プロセスは問題構築プロセスと問題解決プロセスによって，以下のように表される。

III．3 の図 5 に示されている通り，s1の同意の内容からs4の共有するときの手がかりへつながる共有プロセスについては点線で表した。また，このs1からs4の共有プロセスは問題構築プロセスである。



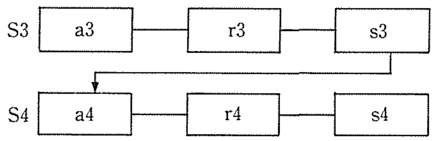


ここでは，s1からs5の過程について，両プロセスの関係から，授業の考察を行う。

s1からs2の共有プロセスは，同意の内容をもとに（正比例ではない）にもかかわらず，お互いに誤った事柄（正比例である）を共有している。（P．23を参照）。

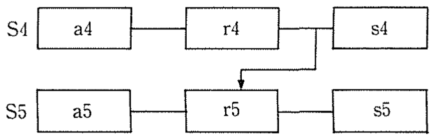
しかし，s3からs4，そしてs5の共有プロセスにおいては，s3からs4の共有プロセスへは問題構築プロセスの関係 I にあり，s4からs5へは問題解決プロセスの関係VIにあることがわかる。つまり，s3からs4の共有プロセスは共有すること（正比例ではない）から共有するときの手がかり（ばねの伸びた長さが 2 cmずつ増えている）が見い出されているのである。

（関係 I ）



また，s4からs5の共有プロセスは同意の内容と共有すること（おもりの重さと伸びた長さの 2 量の変化，商が一定，決まった数がある）の間から，同意の内容（原点を通る右上がりの直線）へ進んでいるのである。

（関係VI）



2．本研究の考察

「比較・検討」の過程は，自力解決の過程で生み出された数学的価値の自主的・協力的な追求段階である。ま

た，この段階にふさわしい子ども達の意欲的で協力的な学習活動を展開していくためには，それらの活動を促す教師の援助活動が必要である。そして，そのためには教師の援助活動を有効・適切なものにしていくことが不可欠となる。

共有プロセスは，発問・応答過程にみられる相互作用に着目し，授業の記述と分析のための枠組みを構成するとともに，学習指導に対する指針とその活用を求めるところにあった。

ここでは，前論文と合わせて，本研究から見い出されるいくつかの具体的な示唆について述べるものである。

(1) 授業分析における視点の明確化について

① 教材の数学的見方・考え方と数学的な内容

本授業は関数教材である。そこでは，2つの数量の関係を考察するに当たって，依存関係にある2つの数量を選択する場面が第1の課題となる。

共有プロセスによる授業分析から明らかになったように，「おもりの重さ」を変化させることによって，伴って変わる量は「ばねの長さ」と「ばねの伸び」がある。「ばねの長さ」から「ばねの伸び」へと子ども達の目を向けていくところに本教材の数学的な見方・考え方（ここでは，特に関数の考え方）がみられる。

第2の課題は，依存関係にある2つの数量の関係の考察である。Ⅲ．2の図4からわかるように，正比例，反比例であるかどうかの判断に当たっては，共有するときの手がかりが2つの数量の考察の視点（表をつくる，グラフに表す）を示し，同意の内容が数学的な内容（原点を通るか，決まった変化・数があるか）を示している。つまり，授業分析においてこの両者がどのように行われ，その後の数学的な活動としてどのように進展していったか，みることができるのである。

② 教師の発問と援助活動

教師の発問は，子どもに的確に伝わることが大切であり，子どもの話す内容は，教師が正確に受け止めなければならない。また，子ども同士の会話もお互いに通じ合うことが必要である。

一般に，教師は過去の経験により子どもの発言を理解する。そこでは，教師の偏見や独断とまではいかないにしても，教師の主観的な判断が行われることが多い。また，このことは子ども同士の場合でも同様である。言い換えれば，このような話し手と聞き手の主観的な判断を客観的で不変的な理解にするためのものとして，「共有」がある。つまり，教師と子ども，子ども同士の会話に社会性を保ち，しかも規範性をもつことができるのである。

Ⅲ．2の図4とⅢ．3の図5における共有プロセスの記述は，お互いの主観的な判断を客観的で不変的な理解へ働きかけていることが読み取れるのである。そして，そこでは2人による共有の方が比較的行われやすいことがわかる。

しかし，このことは一斉授業において，必ずしも共有が成立しないことを意味するものではない。つまり，Ⅲ．2の一斉授業の記述（プロトコール）をみる限り，教師の発問の適切な時期が指摘できるのである。また，その教師の発問は，それまでの子ども達の数学的な活動の中に求めることができるのである。つまり，教師の発問は同意の内容の中から導き出せるのである。

したがって，共有プロセスによって授業を構成することは，教師と子どもの会話を，社会性のある客観性をもった話し合いにするとともに，より数学的に価値あるものを求めていく授業の成立を可能にすると考える。

(2) 授業構成への示唆

本授業は，「比較・検討」段階に焦点を当て，子どもの自主的・協力的な追求段階の授業のあり方を求めたものである。そして，主として取り上げてきた「比較・検討」段階の共有プロセスは，この段階に入る前段階の自力解決，さらには問題場面の考察にまでその必要が及ぶのである。

つまり，より数学的に価値ある追求活動を展開するためには，教師の提示する問題場面の吟味と自力解決の過程にみられる子ども達の数学的な活動の位置づけが大事となる。そして，本授業は問題場面において，教材の数学的な見方・考え方が生かされるような問題提示を工夫したのである。また，自力解決の過程においては，子ども同士の葛藤が起こる授業の構成を意図的に組み込むことができたのである。

また，2人による協力的な学習を本授業において位置づけたことは，特に「比較・検討」段階おける教師と子ども，子ども同士の相互作用を積極的に取り入れるという，授業構成が一層考えられるのである。そして，そのことはM児とA児の話し合いの記述をみる限り，一斉授業における話し合いに比べて，その意見の交換がさかんに行われ相互作用が活発にされていることからうかがえる。つまり，意図的・計画的な2人による協力的な学習の位置づけは，「比較・検討」段階の授業構成を考えていく上で，新たな1つの要因になるものと思われる。

さらに，教師と子ども，子ども同士の相互作用の考察

から，教師の発問の時期と内容に関する示唆も得ることができる。つまり，いままではどちらかと言うと場当り的であった教師の発問を，意図的・計画的に授業の中に位置づけることができるのである。そして，その1つは，子どもの数学的なアイディアや考え方をもとにした問題場面の工夫である。他の1つは教師と子ども，子ども同士の話し合いにおける相互作用を積極的に取り入れる授業の展開である。本研究のねらいであった教材の数学的な価値の追求段階が，教師と子どもの相互作用によって期待できるものと考えるのである。

V．今後の課題

本研究を一層発展させていくためには以下に挙げるいくつかの点について検討していくことが，今後の課題になるものと考える。

その第1は，プロトコールを手がかりとした授業後の共有プロセスの記述は，その後の授業展開を計画する上で，有効な資料となる。しかし，直接的な子どもへのインタビューや子どものノートの振り返りなどについて，その活用に複雑さが残るものと思われる。

その第2は，共有プロセスにおける授業の枠組みはおよそ構成できるものの，個々の子どもの数学的な内容に対する理解の状況については，そのあいまいさが残る。つまり，一斉指導を主とした授業の中では，一人ひとりの子どもの内面に起こる葛藤よりも，学習集団全体の思考が中心なる点である。このことは，算数の学習形態そのものに対する今後の課題でもあると思われる。

その第3は，本研究において試みた意図的な2人による協力的な学習の位置づけについてである。つまり，一斉指導の中でどのような個人思考と集団思考の場を位置づけるかの問題である。前研究では，3人による協力的な学習が偶発的に行われたが，このことは協力的な学習集団の大きさについても今後考えていく必要があると思われる。

最後に，本研究は問題解決の学習をその基本に据え，その指導のあり方について考えたものである。教師と子ども，あるいは子ども同士の自主的・協力的な学習を成立させるためには，前論文で述べた「比較・検討」段階におけるコミュニケーション（communication）とネゴシエーション（negotiation）を前提とした話し合いのルールと基本原則についての能力と態度を，一人ひとりの子どもに育てていかなければならないものである。これらの育成については，教師と子どもが共に，算数の学習を通して意識し，強化していかなければならないことと思われるが，このことも今後の研究課題にしたい。

引用・参考文献

(1) 熊谷光一，「算数･数学の授業における共有プロセスに関する考察」，数学教育学論究，Vol. 51，別冊，1989，pp. 3-23

(2) 笹田昭三・高木政寛・矢部敏昭，「相互作用に着目した「比較・検討」段階の授業構想とその実践的検討」，鳥取大学教育学部研究報告（教育科学），第33巻第1号，1991，pp. 1-23

(3) A.J. Bishop, "The Social Constraction of Meaning a Significant Development for Mathematics Education?", For the Learning of Mathematics, No. 5, Vol. 1, 1985, pp. 24-28
　前掲書(2)，pp. 5-6

(4) 前掲書(2)，pp. 10-20

(5) R.R. スケンプ（藤永　保・銀林　浩訳），『数学学習の心理学』，新曜社，1973，pp. 107-108

(6) J. Piaget, "The Origins of Intelligence in Children" New York, W.W. Norton & Company 1963, p 193
　R.W. コープランド（伊藤俊太郎訳），『ピアジェを算数教育にどう生かすか』，明治図書，1976，p. 69

(7) C.K. Kamii, "Young Children Reinvent Arithmetic", Teachers College Press, 1985, p. 36
　C. カミイ他（平林一栄監訳），『子どもと新しい算数』，北大路書房，1987，p. 45

(8) 前掲書(3)，pp. 24-28

(9) 前掲書(2)，pp. 6-7

(10) 前掲書(1)

(11) 同上，p. 8

(12) 前掲書(1)，pp. 9-10

(13) 同上，p. 10

(14) 同上，pp. 13-18

(15) 能田伸彦，「自力解決の場と時間の確保」，新しい算数研究，東洋館出版，1989，pp. 32-35

Abstract

Learners are expected to acquire cooperationaly some mathematical values which have been found out through the individual problem solving process at the stage of "Dialogue and Discussion." At this stage, however it is necessary for learners to receive some guidance from the teacher.

In our previous paper, we proposed a teaching plan involving the stage of "Dialogue and Discussion" with regard to the interaction between teacher and learners. Also we examined in the paper the concept of "Sharing Process" which would elucidate the teaching procedure for "Dialogue and Discussion." Several actual teachings in a mathematics class based on the "Dialogue and Discussion" principle were analyzed and a framework for improved mathematical teaching was offered.

This paper further tries to examine and improves framework in order to enhance its theoretical validity. Then the proposed theoretical framework for "Dialogue and Discussion" is experiemented in a 6th grade mathematical class, whose teaching aim is "proportion."

Following results have been obtained:

(1) The prepared framework for teaching "proportion" indicates a process of constructing mathematical experience and knowledge in the learner through "Dialogue and Discussion."

Relying on this framework of "Sharing Process," teacher can offer appropriate suggestions to learners, though teacher must realize that learners may come to a conclusion different from what has been predicted.

(2) An analysis of the framework obtained through the teaching of "proportion" has shown that the framework based on "Sharing Process" proves useful for knowing the representation of learners' thought, for offering appropriate suggestions from teacher, and for evaluating the teaching material used. As a result, the framework based on "Sharing Process" makes it possible for teacher to carry out a more detailed analysis on teaching procedures.

(3) The proposed framework based on "Sharing Process" can provide a basis for evaluating and developing teaching procedures through which teacher can instill in the learner the abilities to perform mathematical thinking as well as to appreciate mathematical values.

(4) We have also described in this paper learners' activities in small groups based on the "Sharing Process." The result shows that we are able to grasp learners' advances in internal understanding.