広島大学　学部・附属学校共同研究機構研究紀要
〈第36号　2008. 3〉

算数学習における理解過程に関する研究（Ⅷ）

―第４学年における「角」の概念形成を中心に―

榎野　純　小山　正孝　岩崎　秀樹　礒部　年晃
今村　孝子
（協力者）阿部　好貴　真野　祐輔　向井　慶子

１．はじめに

本研究は，算数学習における子どもの理解過程を，理論的・実証的に解明しようとするものである。これまでの数学の理解過程に関する研究[1,2]によって，数学的概念や原理・法則などを理解するということは，本質的には，個々の子どもの心的活動であり，複雑で力動的な過程であるが，他方では，教室で行われる算数学習においては，子どもの理解過程はその子どもと教師，子ども同士の社会的相互作用の影響を受けることが明らかになってきている。そこで，本研究では，算数学習における理解過程を，これら個人的側面と社会的側面の両方を視野に入れて解明することを目的とする。

そのために，まず本研究の第１報[3]では，理論的研究として，小山が構築した数学理解の２軸過程モデルについて，このモデルの根底にあるパラダイムや認識論と，数学理解の階層的水準と学習段階をそれぞれ縦軸と横軸に設定することの妥当性を，文献解釈的方法によって再検討した。そして，第２報[4]では，その実証的研究として「図形」領域の学習において，小学校第２学年の子どもが三角形や四角形の概念を学習する際の理解過程に焦点を当て，事前調査，授業実践，事後調査を通して，これらの図形についての子供の理解過程を実証的に解明した。また，第３報[5]では，「量と測定」領域の授業実践を通して，小学校第５学年の子どもが台形の面積の求め方を学習する際の理解過程を実証的に明らかにした。さらに，第４報[6]では，「数と計算」領域の授業実践を通して，小学校第５学年の子どもが分数と小数，整数の包摂関係を学習する際の理解過程を実証的に解明した。第５報[7]では「量と測定」領域における理解過程について，第３学年「重さ」の概念形成を中心に解明した。第６報[8]では，「数と計算」領域において，第１学年「ひきざん」の概念形成について，きまりを見つけ活用していく際の理解過程に焦点をあてて解明した。そして，前号の第７報[9]では，「数と計算」領域において，第１学年「たしざん（２）」の「繰り上がりのあるたし算」における計算の意味の理解過程に焦点をあてて解明してきた。

そこで，本研究の第８報である本稿では，これまでの研究成果をもとに，小学校第４学年の子どもが「角」の概念を形成する際の理解過程を実証的に解明することを目的とする。

２．授業の計画

（１）計画の概要

【授業学年】広島大学附属小学校　２部４年
（男子19名　女子20名　計39名）

① 単元名　角

② 単元目標

○身の回りの角を進んで調べたり，必要な角を進んで作ったりしようとする。

○角を重ねて測り，角の大きさが形や辺の長さに関係ないことを見つけ出すことができる。角の大きさを図形の角と結び付けて図形の構成要素をもとに論理的に表現し，他の事象についても活用していくことができるようにする。

○分度器を用いて角を測ったり，かいたりできる。

○回転の大きさを表す量としての角の意味を理解し，角の大きさを表す「度（°）」がわかる。

③ 指導計画（全７時間）

第１次　角の大きさ

第１時　辺の開き具合から角の大きさを理解する。（本時）

Jun Eno, Masataka Koyama, Hideki Iwasaki, Toshiyuki Isobe, Takako Imamura, Yoshitaka Abe, Yusuke Shinno, and Keiko Mukai: Research on Understanding in Elementary School Mathematics Learning (VIII) —Focusing on Fourth Graders' Conception of Angle—

第2時　回転の大きさによってできる角の大きさを理解する。
第3時　単位としての「°」を使い分度器で測定する。
第2次　角を作る
第4時　角の作図をする。
第5時　三角定規を用いて角を作る。
第6時　生活の中で角を見つける。
第7時　まとめ　練習

（2）事前検討

①教材分析

本単元では，既習の図形としての角を，量としての見方，すなわち大きさがあるという見方ができるようにすることを目的としている。角の大きさについては，辺の開き具合としての角や，回転の大きさとしての角の意味を理解させることがねらいである。また，これまで「量と測定」領域の「長さ」･「かさ」･「重さ」で学習したことと同じように，角においても角の単位である「度（°）」を用いて数値化できることを理解させる。

これまで子どもたちは，第3学年で図形としての角を学習してきている。この段階では，特別の角として「直角」を紙を辺に合わせて2回折った形として学習してきている。角のひとつの形として「直角」を学習したので，子どもたちは正方形・長方形には「直角が四つある」，直角三角形では「三つの角のうち一つが直角である」と理解している。このように，それぞれ形の中で角の数について述べることができている。そこで，第4学年の本単元では角の種類，大きさなど角を動的に見る見方を理解させたい。

今回の実践的研究では，直角ではない数種類の角の大きさを比較する場面を導入として，大きさの比べ方を論理的に説明する場を設ける。このことにより，子どもたちが角の大きさをどのように理解していくのかを明らかにしていきたい。

子どもたちが口にする量に関する言葉には「大きい・小さい，長い・短い，広い・狭い，重い・軽い」などがある。子どもはこのような言葉を使うことで，確かに大きさを比べてはいる。数値を使わなくても量の大小は比較できるのである。こうした言葉で表しているうちはまだ量は子どもにとっては客観的にとらえられてはいない。しかし，角という量の存在を見い出すことは非常に難しい。そこで，角を量として客観的にとらえるために「比較・測定」という活動を体験し，概念を形成していくのである。量の概念を形成するためには，量とよばれるものにはどのようなものがあるかと，それらが共通に持っている性質をおさえることが必要である。本単元では既習の三角形・四角形の角が量であることを理解させなければならない。そして，角度が比較可能であること，角度は連続した量であること，二つの角度において和や差が考えられるという量としての基本的性質を理解させる。このようにして角度を比較し，数値化が可能であることから測定の可能性を導くことができると考える。

②児童の実態

本学級の子どもたちは，これまで「量と測定」領域の学習において，算数的活動の体験を通して具体物に接して学習している。測定の比較方法についても，「直接」「間接」という相対的な比較から，「任意単位」「普遍単位」という数値を用いた比較方法へと順を追った必要な測定方法について理解している。角については，辺の長さが角の大きさに影響を与えないという難しさがある。そこで，「角」についての考え方は次のようなプロセスで育成することができると考える。

1）量を取り出す。
2）量の大小を直接・間接的に比較する。
3）任意単位を決めて，それのいくつ分の大きさであるかを表す。
4）普遍単位を用いて測定する。

子どもたちは，量の保存性の概念を前提としながら，量への着目，量の比較，量の測定という過程を経て量概念を形成すると考える。

3．理解過程を重視した授業のデザイン

これらの事前検討を受けて，②で述べたように角を大きさとしてとらえ，比較・測定方法を筋道立てて考えていくことができる授業展開を考えていく必要がある。そのためには，辺の開き具合で角の大きさが違っていることを理解できるようにするのである。

そこで，既習の直角との比較の場を設定し，直角より大きい角と小さい角を提示することで，大きさの違いを説明できるようにしたい。見た目では大きさを感じることができるが，それを数学的に説明して角の理解を深めていくのである。また，子どもたちが実際の角のどこに着目して角の大きさを比べようとするのか気付きや考えを出す中で，図形の角から量の角へと問題解決することのできる角の大きさの比べ方を説明する課題追究の場の工夫が重要になる。つまり，次の点に着目して授業づくりを行なっていくことで，子どもの理解過程を大切にした授業づくりを行うことができると考える。

課題の提示と課題追究の場の工夫

4．第4学年「角」における授業の実際と考察

（1）本時（第1次第1時）の実際と考察

〈本時の目標〉

角の大きさを辺の開き具合による変化としてとらえ，比べる方法を理解する。

〈観点別評価基準〉

○関心・意欲・態度

形としての角を量としての角としてとらえ，進んで比較をしようとする。

○数学的な考え方

角を量としてとらえ，その比べ方を考えようとする。

○表現・処理

角の大きさの比べ方を図や言葉を用いて説明することができる。

○知識・理解

角の大きさは辺の開き具合によって定めることができることが分かる。

〈本時の授業の流れ〉

〔意識化〕

まず，既習図形である直角三角形を提示する。次に形の構成要素として「辺」「頂点」「角」を確認する。次に，直角三角形は3つの角のうちの一つが直角であることからこのような名前がついていることを確認する。すなわち，角には種類があるということに気付かせる。種類と大きさについてはこの段階では図形のイメージとして子どもはとらえている。

そこで角を説明する言葉として「一つの頂点から出ている2本の辺が作る形」であると共通認識を図る。直角三角形の直角部分もこの言葉で説明できることを確かめ，さらに残りの二つの角についてもこの言葉を使って説明できることを確かめる。

本時ではこの「角」についての学習であることを告げ，提示した直角三角形の3種類の角と他の2種類の角，合わせて5種類の角を提示する（図1）。

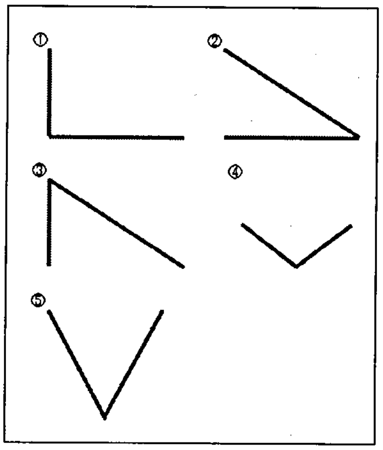

図　1

T　角にはこんなにいろいろな形があるんだけど，大きさってあるのかな。

C　あります。

C　でもないかもしれない。

C　よくわからない。

T　調べてみましょうか。大きさがあるんだったら，この中に大きいのと小さいのがあるんだね。

C　調べてみないと分からない。

C　調べなくてもいい。

T　どれが一番大きいか聞いてみます。

ほとんどの子どもたちが④が大きいと答える。子どもたちは，この5種類の角に大きさの違いがあると述べるが，違いについてはっきりとした説明はできない。

そこで，学習課題として，「角の大きさの比べ方を説明しよう」と提示し，角の大きさを比べる方法について自分なりに理解していることについて，どのように説明するかを個々に考え，それをノートへ書く活動を行った。

T　あとで説明してもらおうと思うので，こういうふうに説明しようという言葉を考えてもいいし，自分が説明するときの計画をノートに書いてみて下さい。書けそうですか。

C　はい。

〔操作化〕

ほとんどの子どもたちが④が大きいと答え，その説明を考えた。自分なりの理解をもとに④が大きい理由を説明する。

T　1番大きいと思うのは，やはり4番ですか？

C　はい。

T　どうして4番が大きいか説明して下さい。

C　角は2つの辺がまっすぐになればなるほど角は大きくなると思います。

T　納得できましたか。

C　はい。

C　付け加えます。

C　くわしく言います。

CA　よく分からない。

CA　なぜ，まっすぐだったら大きいのですか？

C　1番，2番，5番をこうやって並べてみると（図2），5番が一番直線に近いから大きいと思います。

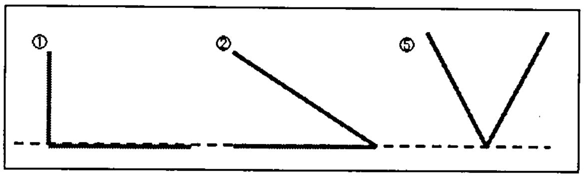

図　2

T　まっすぐに近いって分かりますか。
CA　分かります。
C　まっすぐというのはたてのまっすぐじゃなくて，横のまっすぐです。
CA　分かりました。
＊180°の直線との比較を行っている。A児はまっすぐということを1本の直線ととらえ，二つの辺が閉じた状態を考えていたため，まっすぐの方が大きいということを理解できていなかった。しかし，水平線的なまっすぐと理解したため角の大きさを理解できた。
T　まっすぐになるかどうか，どこで見ていますか。
C　一つの辺を下にしてまっすぐにすると2番と5番では5番のほうがもう一つの辺が横のまっすぐに近いから5番のほうが大きいと思います（図3）。

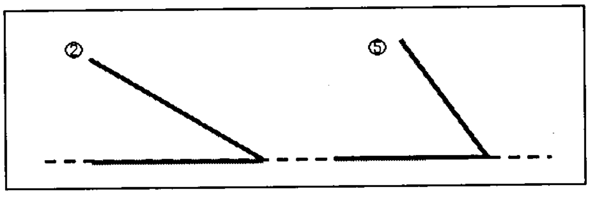

図　3

C　そこだけを説明したい。
C　2番と5番ではここの大きさがずいぶんと違うから5番の方が大きいと分かります。4番と5番ではこうしてみると（図4）（二つの角を重ねている），5番より4番のほうが大きいから，4番が1番大きいって分かります。

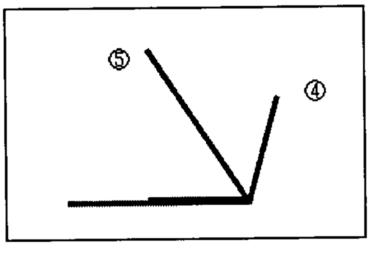

図　4

CA　分かりました。
＊開き具合の違いとしてみるときに，二つの角を重ねて比較する方法を考えた子どもも多かった。これまでの「量と測定」領域での比較の方法の中から，直接比較の方法を生かして考えていると思われる。重ねて比べている児童は他にもいたのでそれぞれの理解の様子の違いは表現によって表出すると考え，同じ考えであるが他の表現方法をしている子どもの考えを取り上げた。
T　このように重ねて比べた人は他にもいました。説明できますか。
C　わたしは最初に4番が一番大きいと思ったんです。だから他のものと全部比べてみて，4番が一番大きいと分かりました。
T　どのように比べたのですか。
C　重ねて比べました。
T　まっすぐに近い方が大きいという比べ方と，重ねて比べてみるという二つの方法があるんですね。
C　他の説明をします。重ねて比べてみるとほとんど一緒なんですが，5番のここと4番のここにこういうふうに印をつけて，丸のところの幅が広いと大きいんじゃないかなと思います（図5）。

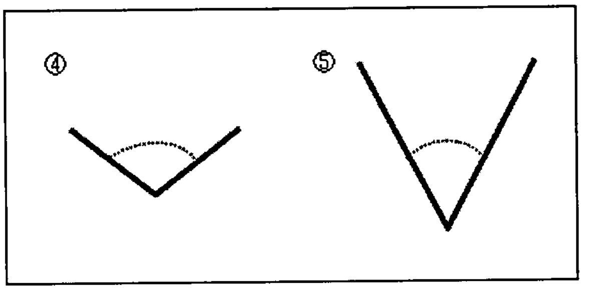

図　5

＊この子どもは角を表す円弧を学習していると思われる。円弧の長さによって角の大きさが違うというように理解し，説明を行った。
〔媒介化〕
子どもたちは，ここまで2種類の考え方を使って角の大きさの違いを説明しようとしてきた。次の二つの考え方である。
ア）180°の直線と比較してより直線に近い角が大きいととらえる。
イ）比較する二つの角の一つの辺同士を重ねてみることによってもう一方の辺との明らかになる違いから，大きさの違いを見つける。
アの場合は，180°という直線に対しての絶対的な比較方法である。一つの辺を直線に合わせることによって他方の辺が直線に対してどれだけ近いかという方法で判断している。一方，イの場合は，単純に二つの角を重ねるということだけであって，単に相対的に見ているだけである。イメージとしては辺の開き具合を基に比較をしているわけであるが，まだ子どもたちはそこまでの理解には至っていないと思われる。思考の段階であって，表現の段階まで至っていない。
辺の開き具合を円弧の長さを使って表現しようとする考えが出た段階で辺の長さに着目する意見が出た。
C　意見があります。
C　質問があります。
T　質問を聞いてみましょう。
C　4番と5番のそれぞれの端っこに丸をつけると5

番のほうが大きくなるのでそれはちょっと違うと思います（図６）。

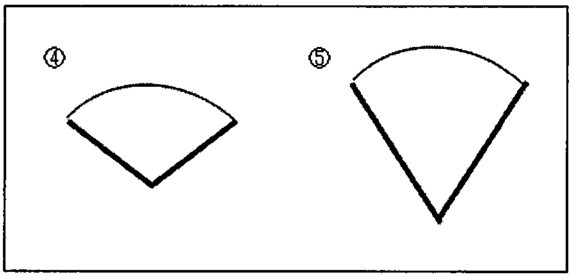

図　6

C　よく分かりません。

C　頂点に近いところでなくて辺の端に近いところで考えると４番の方がせまいじゃないですか。だからこの方法はちょっとおかしいと思います。

C　５番が大きいのはこれが（辺の長さ）が長いからだと思います。

C　それなら，５番のところ（辺）を４番より短く切ったら４番の方が大きくなるんじゃないですか。

C　同じです。

C　みんなが言っている考え方だと４番と５番の棒（辺）の長さが違うんですよ。だから平等にしないと…。辺が長かったり，辺が短かったり，辺の広さが違ったりすると，それだけで決めてしまうと，もしも，角が大きいんだけど，辺は短いっていうのがあるから決められないと思います。そして，切ったとしても，ここの（円弧）の長さは変わらないと思います。

T　切ってみたらいいって言ったんだよね。ここで切って比べてみるとどうなるんですか（図７）。

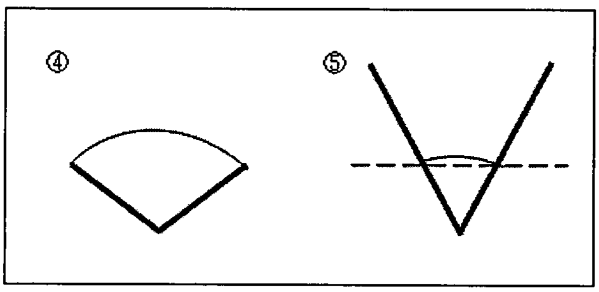

図　7

C　４番のほうが広いです。

C　さっきのはやめて…

T　どうしてやめようと思ったの。

C　意見がいっぱい出てきたから，それに，角の大きさを丸印（円弧）の位置を変えると角の大きさが変わるので，だからおかしいと思います。

T　さっき「そろえたら」って言っていたけれど，角の大きさって辺の長さは関係するのかな，しないのかな。

〔協定化〕

＊子どもたちは角を構成する辺について長さの関係性に目を向け始めた。そして，長さは関係がなさそうだと思い始めてきている。しかし，しっかりとした理解段階までは至っていない。そこで，既習の直角をもとに辺の長さの関係性を明らかにしていく。角は辺の開き具合によって大きさが決まってくるということを理解していく。

C　辺の長さは関係しないと思います。

T　１番と直角を比べてみるとどうですか。

C　１番は直角です。

T　辺の長さはどうですか。

C　辺の長さは違うけど，どちらも直角といえると思います。

C　気にしなくていいです。

CA　辺の長さは気にしなくていいと思うけど角をかいたら，辺の長さも入るじゃないですか。それで，角って言うんだけど，この丸（円弧）の長さを正確に同じにしないとどっちが長いか分かんないと思って…，４番が広くなるときもあるし，ちゃんと線がかけなかったら５番のほうが広くなっちゃうこともあるからこのやり方だと正確性がないように思います。

＊Ａ児は辺の位置関係から角の大きさについて比較できることを理解している。しかし，円弧の長さによって角の大きさを比較することについてはまだ疑問を持っている。

T　丸をかいて比べたり，辺の両端で比べたりしたら違ってくるという意見がでたけど，辺の長さは関係ないようだね。そこで，丸をかいて比べるには正確さが必要だと思うんだね。重ねて比べるのはどうですか。

CA　重ねて比べるのは正確にできると思います。

T　まっすぐに近い方が角が大きいというのはどうですか。

CA　それはちょっと…

＊Ａ児は角を直接重ねて比べる方法については，納得できている。

T　今日の最初のところに戻って考えてみたいのですが，角っていうのは一つの頂点から出ている２本の辺が作る形なんだよね。ということは，角をつくるために必ず必要なものってなんだろうね。

C　辺です。

C　２本の辺です。

T　どうしても２本の辺はいるんですね。二本の辺で角を作るんですね。それでどこで角の大きさを比べ

るんだろうと学習したんですね。いろいろな方法で大きさを比べてくれました。丸をかく場所によって大きさが変わってくるんじゃないかって意見も出てきたんですが，この２本の辺を使ってだれか自由に角を作ってみて下さい。（辺の模型を２本使って黒板へ角を作成する活動を行わせる。）

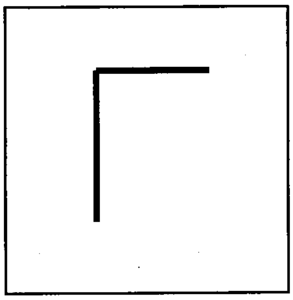

図　8

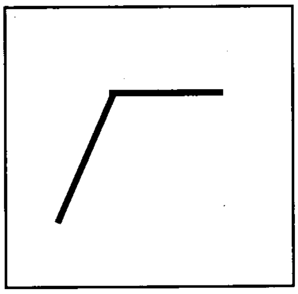

図　9

C　このような角を作りました（図８）。

C　いいです。

T　これより大きい角を作れますか。

C　作れます。これはどうですか（図９）。

C　いいです。

C　質問があります。この角（図８）はこっち（図10－ア）に考えたのですか，それともこっち（図10－イ）に考えたのですか。（図10－ア）だったらいいけど，（図10－イ）だったら（図９）は違うと思います。（図８）はどちらの気持ちでかいたのですか。

C　わたし（図８）は，こちらの（図10－イ）のつもりでかきました。

C　それならいいと思います。

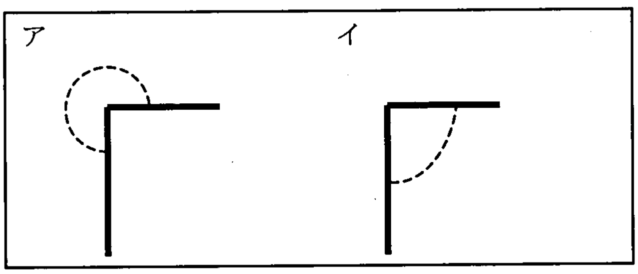

図　10

T　今，最初の角と比べて大きい角を作ってくれましたが，小さい角も作ることができますか。

C　どうですか（図11）。

C　いいです。

C　付け加えがあります。ここ（円弧）をかいた方がいいと思います。

T　３人の人がそれぞれいろいろな大きさの角を作ってくれましたが，結局角の大きさを変えるときってどこを変えているんですか。

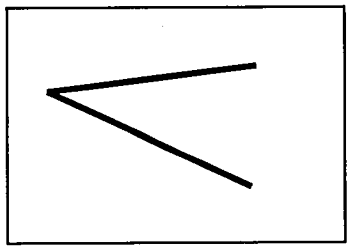

図　11

＊辺の長さが違っても直角であることから，角の大きさを比較するときには，辺の長さに着目するのではないということをこの段階で理解できたと思われる。そこで，実際に子どもの言葉で理解できたことを説明させる働きかけを行った。

C　辺です。

T　辺でも変わっているところと変わっていないところがあるよね。

C　一つの辺が動いて，もう一つの辺は動いていない，と思います。

C　こっちの辺は動いているけど，もう一つの辺は動いていません。

C　分かった。言い方を変えると上の辺を動かさなくても，下の辺だけを動かせば角の大きさを変えることができる。

T　角の大きさって何が変わるんだろうね。

C　開き具合だと思います。

C　辺がどのくらい動いたかという，開き具合のことだと思います。

T　開き具合ということは最初に比べた，重ねて比べる方法も開き具合で納得できますか。

C　納得できる。

T　次の時間にまた続きをしましょう。

〈本時の授業の考察〉

本時では，５種類の角を提示した意識化の段階において，すでにほとんどの子どもは量としての角の大きさの違いを広がりとしてとらえていた。

しかし，操作化の段階で角の大きさの違いを，数学的に説明しようとしたときには構成要素の何を持って説明すれば納得した説明になるかについて考える必要性にせまられた。最初は，「角を重ねてみる」という直接比較によって大きさを比較していた。この段階では，まだ辺に着目した説明にはなっていない。辺という構成要素を使って説明はしているが，まだこの段階では辺が作る形としての理解である。

媒介化の段階で，辺の長さが問題になってくると，また自分の考えに自信を持てない子どもが見受けられるようになった。角の部分を表す円弧の長さで角の大

きさを表す方法が取り上げられた段階で，子どもたちは辺の長さは角の大きさに関係がないのではないかと，考えに変化が見られるようになってきた。これは，辺のどこに円弧をかくかという子どもたち相互のやり取りの中から生まれてきた考えである。

そこで，子どもたちの考えを協定化するために，既習の直角に戻り，本時で提示した①の形と直角を比べてみた。このことから，子どもたちは，角を大きさとしてとらえる場合には辺の長さではなく辺の位置，すなわち，辺の開き具合に着目する必要性に気付いたのである。このことにより，直角の辺と比較ができるようになった。そして，辺の長さを気にすることなく2辺をもとに角を構成できることがわかったのである。

5．結　論

本稿では，中学年の「量と測定」領域の学習において，小学校第4学年の子どもが，図形としての角を量としての角として量概念を形成していく理解過程を実証的に解明することを目的とした。子どもの理解過程を重視した算数科授業を構成するために課題提示と課題追究の場を工夫し，角を量としてとらえるために子どもたちが吟味できる社会的相互作用の場を工夫した。

本実践において，最初の段階では，子どもたちは角の違いそのものは理解できていた。しかし，その違いは視覚的な違いであり，なぜそのような違いが生まれているかということについては，十分に説明することはできなかった。そこで社会的相互作用の場の工夫として子どもたちの考えの中に既習の「図形」の学習と「量と測定」の学習を見いださせ「静的な角」から「動的な角」へと数学的な知識を高めていくために，お互いの考えの共通部分や相違部分をしっかりと吟味させることで，全員が納得できる考えや共通概念を作り出していくことができるということが明らかになった。図形としての角から，量としての角へと単に移行するのではなく，量としての角へと追究する場において図形の角との比較を行いながら追究する課題追究の場を設定することが子どもたちにとってより理解が確かになることも明らかにすることができた。

このような事例研究からも，本研究の第2報～第7報の事例研究と同様に，算数学習において個人的構成と社会的構成の両方の活動が行われて，はじめて教室における個々の子どもや子どもたち相互の理解が深化し得るということが示唆される。

本研究ではこれまでに，小学校算数科における低学年の「図形」領域（第2報），高学年の「量と測定」領域（第3報），高学年の「数と計算」領域（第4報），中学年の「量と測定」領域（第5報），低学年の「数と計算」領域（第6報），低学年の「数と計算」領域（第7報），そして，中学年の「量と測定」領域（第8報）に焦点化して，算数学習における理解過程に関する実証的研究を行ってきた。さらに多数の抽出児の継続的観察記録をとり，子どもの理解過程を実証的に解明することが今後の課題である。

参考文献

1）小山正孝（1997）「数学学習と理解過程」，日本数学教育学会編『学校数学の授業構成を問い直す』，産業図書，pp.135－149.

2）Koyama, M. (1997), Research on the Complementarity of Intuition and Logical Thinking in the Process of Understanding Mathematics. Hiroshima Journal of Mathematics Education, Vol.5, pp.21-33.

3）小山正孝，中原忠男，武内恒夫，赤井利行，宮本泰司，脇坂郁文（2000）「算数学習における理解過程に関する研究（Ⅰ）―数学理解の2軸過程モデルの理論的再検討―」，『広島大学教育学部・関係附属学校園共同研究体制研究紀要』，第28号，pp.117－123.

4）礒部年晃，小山正孝，中原忠男，赤井利行，中村武司（2002）「算数学習における理解過程に関する研究（Ⅱ）―第2学年における三角形と四角形の概念を中心に―」，広島大学学部・附属学校共同研究機構『広島大学学部・附属学校共同研究紀要』，第30号，pp.89－98.

5）赤井利行，小山正孝，中原忠男，中村武司，礒部年晃（2003）「算数学習における理解過程に関する研究（Ⅲ）―第5学年における「台形の面積の求め方」を中心に―」，広島大学学部・附属学校共同研究機構『広島大学学部・附属学校共同研究紀要』，第31号，pp.115－122.

6）礒部年晃，小山正孝，中原忠男，赤井利行，片桐毅（2004）「算数学習における理解過程に関する研究（Ⅳ）―第5学年における「分数と小数，整数の包摂関係」を中心に―」，広島大学学部・附属学校共同研究機構『広島大学学部・附属学校共同研究紀要』，第32号，pp. 181－188.

7）片桐　毅，小山正孝，中原忠男，赤井利行，礒部年晃（2005）「算数学習における理解過程に関する研究（Ⅴ）―第3学年における「重さ」の概念形成を中心に―」，広島大学学部・附属学校共同研究機構『広島大学学部・附属学校共同研究紀要』，第33号，pp. 217－223.

8）磯部年晃，小山正孝，中原忠男，赤井利行，今村孝子（2006）「算数学習における理解過程に関する研究（Ⅵ）―第1学年「繰り下がりのあるひき算」における式理解を中心に―」，広島大学学部・附属学校共同研究機構『広島大学学部・附属学校共同研究紀要』，第34号，pp. 327－332.

9）今村孝子，小山正孝，中原忠男，磯部年晃，榎野純（2007）「算数学習における理解過程に関する研究（Ⅶ）―第1学年「繰り上がりのあるたし算」における計算の意味理解を中心に―」，広島大学学部・附属学校共同研究機構『広島大学学部・附属学校共同研究紀要』，第35号，pp. 135－142.