

ICT活用を含み込んだ算数科学習指導の効果 —小学校第2学年単元「三角形と四角形」—

The Outcomes of using ICT in Mathematics Learning and Teaching
—Elementary School Second Grade, Unit “Triangle and Square”—

佐藤 幸江
Yukie SATOU

〈要旨〉

小学校学習指導要領算数科 [2] の図形領域は、作業的・体験的な活動など算数的活動を通して、基本的な平面図形や立体図形について理解できるようにし、図形についての豊かな感覚を育てるとともに、様々な問題解決の場面で図形の定義や図形の性質を活用して、適切に判断したり、的確に表現したり、処理したりできるようにすることを主なねらいとしている。しかし、現状では、身の回りには様々な平面・立体が存在するにも関わらず、小学生にとって図形領域の学習は難しいとされている。図形領域の学習が、年間指導計画において少ないため、知識・理解及び技能が定着するところまで到達せず、図形に対する豊かな感覚の育成が十分に図られていないことが推測される。本研究においては、豊かな図形感覚を育成するための指導法として、ICT活用を取り入れた授業事例から、ICT活用がどのような効果を示したかを分析した。その結果、図形の要素に着目して根拠を明らかにして説明する姿が確認できた。

〈キーワード〉

小学校算数科, 図形領域, ICT活用, 学習指導

1 問題の所在

平成27年度全国学力・学習状況調査において、表1に見られるように、図形の意味や性質について理解し、根拠を明確にして思考したり筋道立てて説明したりする力が十分に身に付いていない実態が明らかになった。加えて、図形領域の通過率は、経年変化で追っても低いままであるという結果も出ている。毎年各学校で改善策が出されているにもかかわらず、成果を上げているとは言い難い状況にあることが推測される。

表1：区分別集計結果

分類	区分	対象設問数 (問)	平均正答率 (%)
学習指導要領の領域	数と計算	7	80.2
	量と測定	3	71.5
	図形	4	64.7
	数量関係	2	85.0

これは、図形領域の学習が、表2にあるように年間指導計画に位置づけられた時間数が少ないため、概念形成まで

到達せず、図形に対する豊かな感覚の育成が十分に図られていないことが、1つの要因として推測される。

表2：T社における各学年の領域別指導時間数

	A数と計算	B量と測定	C図形	D数量関係	その他	合計
第1学年	90	13	11	7	2	123
第2学年	108	30	15	6	3	162
第3学年	105	18	20	15	4	162
第4学年	83	19	26	25	4	157
第5学年	62	38	31	16	8	155
第6学年	21	30	22	48	26	147

(単位：時間)

また、幾何学習における数学的思考の特質を明確にとらえた数学学習の理論の1つに、ファン・ヒーレ (vanHiele) の「学習水準理論」がある (表3参照)。この理論では、5つの思考水準が同定されているが、この水準だけでは、授業に寄与するような図形の構成要素を引き出すことができない。その理論をもとに、松尾ら (2005) は、平成13~16年の科学研究基盤研究において、第2学年と第5学年における図形概念形成とその活用に関する学習指導方法を提

案している。これらが基盤となって、今日の図形領域の研究が進められているといえよう。^{注1)}

表3：図形領域の指導

	第0水準	第1水準	第2水準	第3水準	第4水準
対象	身のまわりのもの	形	性質	命題	論理
方法	形	性質	命題	論理	

出典：平林（1987）「数学教育の活動主義的展開」（東洋館出版）

しかしながら、松尾らの研究において、学習指導方法の1つとしてのICTの活用は視野に入れられていない。

近年、生涯学び続けていく上で必要となるであろうICTを授業に活用していくという動きが活発になってきている。「フューチャースクール推進事業」（総務省、2011）及び「学びのイノベーション事業」（文部科学省、2010）等は、そのような動きの現れである。そこでは、児童一人一台のタブレット端末を活用した協働的な学習も見られる。の活用のみならず、他者と共に、様々なICT機器を効果的に活用しながら新しい知やものを創造することが求められる時代となった。21世紀に生きていくための、必要なスキルとして求められているといえよう。

ICT活用でいうと、図形領域においてシミュレーションソフトやアプリを活用した実践研究は数多く報告されている。しかし、概念の形成を促進するための学習指導において、協働的にICT活用の効果を検証したものの数少なく、小学校2年生に特化した研究は見当たらない。

本研究では、図形概念の形成を促進する学習指導の方法の1つとして、ICTを含み込んだ学習指導の方法を提案することができると思われる。

2 研究の目的と方法

2-1 研究の目的

平面図形を概形で捉えている小学校低学年において、その構成要素をもとに図形概念を形成していく過程において、ICTがどのように寄与したのかを授業分析を通して明らかにする。

2-2 研究の方法

(1) 第1水準から第2水準（形を弁別できるようにする要因）への移行期に相当する授業の構想

図形学習における概念の形成に関して、直観的に弁別する学習だけでは十分に到達できるとはいえない。その概念を規定する特徴を正確に抽出し、それを言語に置き換えて説明することができて初めて形成されたと見ることができるとしている。図形学習における数学学習の理論の1つ、ファン・ヒーレ（van Hiele）の「学習水準理論」では、5つの思考水準が同定されており、図形を考察した「方法」が、次のレベルにおいては、考察する「対象」となること

を示している。

例えば、以下ようになる。

第0水準：机、本等身のまわりの具体物を三角形とか四角形とか「形」という観点から弁別している段階。

第1水準：この水準では、三角形とか四角形とか「形」が考察の対象となる。考察の方法は、それらの図形のもつ「性質」となり、それによって分類・整理される。

第2水準：この水準では「性質」が考察の対象となり、性質間の関係、すなわち命題が考察の対象となる。

本研究において対象としている小学校第2学年の図形学習では、第1水準から第2水準（形を弁別できるようにする要因）への移行期に相当する授業を構想する。

(2) 概念形成を促進するためのICT活用を含み込んだ学習指導を実施する。

ビデオカメラ及びデジタルカメラ等で収録し、その結果の分析を行う。なお、対象とした授業は、ICT活用の効果に関して実証実験に参加している学校の第2学年1組に協力を依頼している。

(3) 図形概念の形成を促進するためのICT活用を含み込んだ学習指導の方法に関して考察を行う。

ここで使用するICT機器は、電子黒板及び教師一台のタブレット端末である。本学級においては、2015年4月より児童一人一台のタブレット端末、電子黒板、学習支援ソフトなどの環境が構築された。本実践は、10月に実施されたものである。

3 授業の実際

3-1 形を弁別できるようにする要因への移行期に相当する授業の構想

児童は、第1学年の学習において、平面図形や立体図形をその機能的な側面に着目して分類することができるようになってきている。その際の図形を分類する視点は、主に「概形としての形」である。その上に立って第2学年においては、平面図形の構成要素をもとに分析的に理解することをねらいとしている。その際の児童の平面図形に対する認識の変化は何によって促され、ICTの活用がどのように寄与しているのかに関して明らかにするために、第2学年単元「三角形と四角形」を設定し、実践研究を行う。

(1) 単元目標

◎平面図形に親しみ、図形についての感覚を豊かにするとともに、三角形、四角形などの構成要素をとらえ、それらの意味や性質を理解する。

○身のまわりにあるものの形の中から、三角形や四角形、長方形や正方形などを見つけようとする。

(関心・意欲・態度)

○辺や頂点などの構成要素に着目して、三角形や四角形、長方形や正方形などの特徴を見出すことができる。

(数学的な考え方)

○紙を折って直角を作ったり、長方形や正方形などを作図したりすることができる。(技能)

○三角形や四角形、直角、長方形、正方形、直角三角形の意味や性質を理解する。(知識・理解)

(2) 評価規準

ア 算数への関心・意欲・態度	イ 数学的な考え方	ウ 数量や図形についての技能	エ 数量や図形についての知識・理解
①身の回りにあるものの形の中から、三角形や四角形、長方形や正方形などを見付けようとしている。 ②正方形、長方形、直角三角形で平面を敷き詰める活動を楽しみ、できる模様的美しさや平面の広がり気配に気付いている。	①直線で固まれた図形(三角形や四角形)について、その違いに気付き分類し、分類した図形の特徴を見だしている。	①紙を折ったり、切ったりして三角形や四角形を作ったり、三角形や四角形をかいたりすることができる。	①三角形や四角形、直角、長方形、正方形、直角三角形の定義や性質を理解している。 ②正方形、長方形、直角三角形で平面を敷き詰めて、敷き詰めた図形の中にいろいろな形を認めたり、できる模様的美しさを感じるなど、図形についての豊かな感覚をもっている。

(3) 指導計画

時間	学習内容	子どもの思いや願い	主な評価
三角形と四角形	1 ・パズルを使い、いろいろな形を作ることを通して、平面図形に親しむとともに、興味・関心を高める。 ・辺や頂点の教に着目して図形を分類する活動を通して、三角形、四角形の意味や性質を理解する。	・こんな形も作ってみたい。 ・辺や頂点の数は、決まっているんだね。 ・三角形、四角形の約束が分かったよ。	④図形の辺や頂点の数に着目して、図形を分類しようとしている。 ④三角形、四角形の意味や性質を理解している。
	2 ・図形を弁別する活動を通して、三角形、四角形についての理解を確実にする。	・これは、三角形(四角形)かな。ちがうのかな。 ・わけも考えてみよう。	④図形の定義を根拠として、三角形や四角形の弁別の仕方を考え、説明している。 ④根拠を明らかにしながら弁別することができる。
	3 ・図形を作図する活動を通して、三角形、四角形についての理解を確実にする。	・直線でかかないといけないね。	④格子点を結んで、いろいろな三角形や四角形を作図することができる。
長方形と正方形	4 ・直角の意味を知り、身の回りから直角を見つけることができる。	・かどの形に名前があるんだね。 ・ここにも直角があるよ。	④身の回りにあるものの形の中から直角を見つけようとしている。 ④紙を折って直角を作ることができる。
	5 ・長方形を構成要素に着目して見ることを通して、長方形の意味や性質を理解する。	・かどやへんの長さをしらべてみよう。 ・長方形の約束が分かったよ。	④図形の置かれた位置に関係なく、長方形の意味や性質を見出し、説明している。 ④長方形は、4つのかどが直角になっている四角形で、対辺の長さが等しいことを理解している。
	6 ・正方形を構成要素に着目して見ることを通して、正方形の意味や性質を理解する。	・かどやへんの長さがみんな同じだね。 ・正方形の約束が分かったよ。	④図形の置かれた位置に関係なく、正方形の意味や性質を見出し、説明している。 ④正方形は、4つのかどが直角で、4辺の長さが等しい四角形であることを理解している。
	7 ・長方形、正方形を対角線で分割してできた三角形を、構成要素に着目して見ることを通して、直角三角形の意味や性質を理解する。	・どんな三角形になるのかな。 ・直角三角形の定義が分かったよ。	④方眼を用いて、長方形、正方形、直角三角形を作図することができる。 ④直角三角形は、1つのかどが直角になっている三角形であることを理解している。
まとめ	8 ・算数的活動を通して、学習内容の理解を深め、身の回りの形への興味を広げる。	・たくさん長方形や正方形があるね。 ・色紙できれいなものができたよ。	④学習内容を適切に活用して、活動に取り組もうとしている。
	9 ・学習内容の定着を確認し、理解を確実にする。	・もっと長方形や正方形をかいたり、作ったりしたいな。	④基本的な学習内容を身につけている。

※本時は、9/9時間目。学習の習熟・活用を図る時間として設定している。

(4) 本時目標

正方形や長方形の基本的な構成要素を理解している。

(5) 本時の展開

	児童の学習活動	指導上の留意点
[導入] 5分	○正方形と長方形の性質を確認する。 ・4本の辺。4つのかどがすべて直角。 ・4つの辺の長さがみな同じ四角形が正方形。 ・向かい合う辺の長さがそれぞれ同じ四角形を長方形。	
[展開] 5分	この中に正方形がいくつあるでしょう。(主問題 1) 	【電子黒板に問題を提示する】 ・ペア学習では、ホワイトボードで考えさせる。 ・辺の長さをはかったり、直角を調べたりしてもよいことを確認する。 【中ぐらいの正方形には、色をつけ、視覚的に正方形だと分かりやすくする。】
10分	○正方形がいくつあるのかを考える。(ペア解決) ・9こあるよ。 ・大きな正方形も数えていいのかな。 ○自分の考えを発表する。(全体学習) ・全部で9こありました。 ・小さい正方形が9こ 中ぐらいの正方形が4こ 大きい正方形が1こ 合わせて14こ	
5分	この中に長方形がいくつあるでしょう。(主問題 2) 	
10分	○長方形がいくつあるのかを考える。(自力解決) ・ <input type="checkbox"/> が長方形だよ。 ・ <input type="checkbox"/> も長方形だよ。 ○自分の考えを発表する。 ・ <input type="checkbox"/> 6こ <input type="checkbox"/> 3こ <input type="checkbox"/> 2こ <input type="checkbox"/> 6こ <input type="checkbox"/> 3こ <input type="checkbox"/> 2こ 合わせて22こ ○練習問題を解く。	
5分		・自力解決の前に、見つけた長方形を全体で確認する 【電子黒板に投影しながら長方形を確認する】 【子どもたちはワークシートに書き込む】
[まとめ] 5分	○本時のふりかえり	○今日の授業でわかったこと、疑問などをノートに書くようにする。

3-2 本時の授業展開

第1学年で獲得した図形を概形で見る見方や構成要素で見る見方、そして本時までに獲得した辺や角を比較したり関係づけたりして見る見方といった現在の自分自身の図形に対する認識をもとに、図形を分類、操作することができる課題として、以下のような課題設定を行った。

この中に正方形がいくつあるでしょう。(主問題 1) 

この中に長方形がいくつあるでしょう。(主問題 2) 

児童の図形概念の形成過程を明らかにするために、個々の概念形成を促す「個の課題追究の場」と、図形の多様な認識を共有し、吟味することをねらいとする社会的相互作用にもとづく「協働の場」の2つに着目して学習形態を設定した。

教師は、導入において「正方形と長方形」に関する既習事項を確認した。児童は、「4本の辺で囲まれた形(14名中14名)」であること、「辺は4本(14名中14名)」であること、「4つの角がすべて直角(14名中10名、4名は「直角」という用語の獲得ができていない。)」であること等、辺や角と

いう構成要素で見る見方の獲得が、確認された。また、正方形と長方形の差異に着目する構成要素の1つとして「向かい合う辺の長さ（14名中7名が着目）」がある。本時において、これらの見方をもとにして実際の操作活動で示し、2つの図形の間概念間の関係を言語で説明できるか観察を行った。特に、直角という用語の獲得と辺の長さに着目することの両方ができなかったA児に関しては、1名の記録者を立てて観察を行った。

(1) 個の課題追究を促す場

前時までの学習を想起した後に、教師は課題を提示し個々で考える場を与えた。児童は、ノートに書かれた図形に書き込みを入れながら、正方形がいくつあるかを考えた。また、正方形であることの確認として、三角定規を使って、辺の長さや直角を確認する様子が観察された。A児には、教師がヒントカードとして「小さい」「中くらい」「大きい」が与えられ、思考の助けとなる様子が観察された。

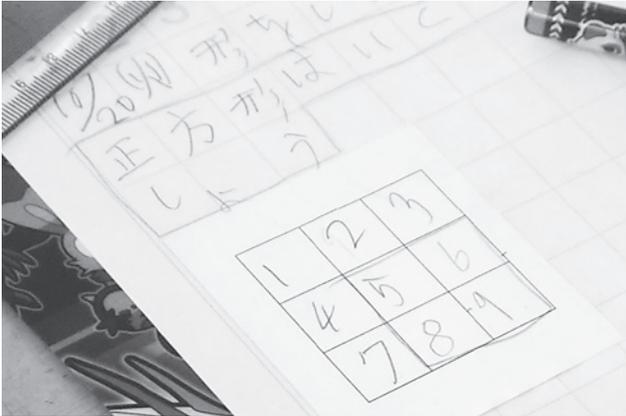


写真1：個でノートに考えを書く

(2) 社会的相互作用にもとづく協働の場

①ペアによる交流

個々の考えを確かなものにするために、「ペア学習」で考えの交流した。ここでは、ホワイトボードが使われた。



写真2：考えを確認しながらホワイトボードに書き込む

辺や角に着目して、どこを正方形に見立てたか、ペンで書き込みをしながら考えの交流が行われた。A児のペアでは、ペアの児童が先に考えを言い、A児が後に言うという配慮がなされていた。個の学習の成果であるか、あるいはペアの児童の「直角」という言葉によるものであるのかは明確にできないが、A児も直角を指し示しながら、辺や角に着目することで正方形が見つげられること、どこがそれに当たるかということ、正確に説明する姿が観察された。

②全体による共有、練り上げ

電子黒板を使って、児童に説明をさせた。本実践で使った電子黒板は投影型であるため、説明する児童の影が映り込んでしまう。しかし、大型であるために、後ろの席の児童にもよく見える。最初の児童が「中くらい」の形をなぞり始めると「あっ、それほくも見つけたよ」とあちこちから声が発せられ、皆が児童の操作に注目している様子が観察された。また、最初の児童の説明を受けて、「それと同じ形の正方形はもっとあります」と自発的な発言も誘発され、次々に正方形に関する説明が続くことになった。

これまでであれば、なかなか発言しない児童も発言していたという教師からの感想も得られた。電子黒板が、児童の思考を可視化し、それによって言葉だけではイメージできない児童の視覚的な理解を促進することができ、それらの児童の発言を誘発したと推測する。

その後、教師はアニメーション機能を生かして電子黒板上の図形を動かして、「小さい、中くらい、大きい」正方形が、どこにいくつあるか確認をした。「小さい」正方形が動いた時には、子どもたちが驚きの声をあげ、「次はあそこに動くよ」等と、どこに正方形がはまるか予測しながら見ている様子が観察された。



写真3：アニメーション機能

(3) 2つの図形の関係に気づかせる場

長方形の課題解決に関しては、「自立解決→全体化」という流れで行った。また、「小さい、中くらい、大きい」

というヒントを正方形の時には教師が与えていたが、長方形の場合は与えなかった。後は、同じような流れで行われた。

正方形と長方形は「四角形」に包含される関係であるが、構成要素の違いが「辺」にある。導入時にその差異を指摘できなかった児童が、本時を経ることでその見方を獲得する様子が観察された。正方形では、「小さい、中くらい、大きい」正方形をどのような位置にはめても、うまく数を数えることができた。しかし、長方形の方は、辺の長さに着目をして、図形を回転させたり反転させたりしないと、数を数えることができないのである。



写真4：どう動かすと長方形ができるか考える

ノートに書いた図形をなぞりながら、同じ長方形がどこに見立てられるか考える姿が見られたが、念頭操作は難しく、考えあぐねる児童も見られるようになった。その時に、A児が、「長方形も大きいやつと中くらいのと小さいやつで考えるとできるんじゃない」とヒントを投げかけた。それを受けて教師は、電子黒板に、正方形の時と同じようにアニメーションを映し出して、「回転」「反転」のイメージのしかたや、操作をする際には辺に着目すればよいことを確認した。A児の発言をうまく生かした。A児は、とてもうれしそうであった。

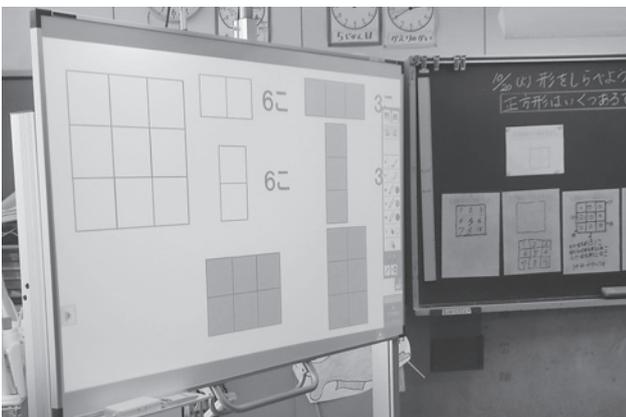


写真5：長方形における「回転・反転」のイメージ形成

A児の発言や教師の動きのあるヒントを得たことで、解決できなかった児童も、最終的に「小さい、中くらい、大きい」長方形を見立てて数えることができた。

第1水準から第2水準（形を弁別できるようにする要因）への移行期に相当する姿が確認できたと考える。

4 研究の成果と課題

本時において、平面図形をその機能的な側面に着目して分類することから、図形を分類する視点としての構成要素を理解し、活用する段階へと変容した。その際に電子黒板を活用して情報の共有化や思考の可視化することで、児童の協働的な学びが促進されたと考える。

本研究の成果と課題を、以下に整理する。

4-1 成果

構成要素の関係において異なる図形と比較することで、四角形概念が確かに形成されていくプロセスを見ることができた。それは、着目すべき構成要素の関係にもとづいて、実際に操作する課題を設定したり、三角定規等の道具を適切に用いて確かめたり、ペアで自分の考えを言語化して確かめる活動をいれたり、ICTを効果的に活用したりすることにより、変化したと考えられる。

そのようなプロセスにおいて、児童Aの状態も、変化している。A児は、長方形を数える活動において、学級のみんなのヒントになるような発言をしたり、それを教師が取り上げて補足してくれたりしたことで、長方形と正方形の違いが辺にあることを誰よりも印象づけられたのではないかと推測する。その結果、A児は長方形を向かい合う辺の長さに着目して捉え、それを言語で述べるようになるようになったのであろう。

本時においては、教師が正方形で電子黒板に提示したアニメーションが、正方形と長方形との構成要素の差異である辺に着目すればよいことに気づかせる要因となった。

ICTの活用というと、本時の中で様々な活動に使用することがイメージされがちであるが、本実践のように本時のねらいに迫るための活用が効果を生むのである。

4-2 課題

○本研究において、図形概念の弁別に関する学習指導に、ICTの活用が要因としてあげられることを明らかにしたが、授業に参加した児童数が少ないことや、一実践での結果であるため、その効果がどの程度かについては必ずしも十分に明らかにしたとは言えない。

今後、他学年の図形概念形成の授業を構造し、その結果を分析していく必要がある。

○本研究においては、児童一人一台のタブレット端末の環

境にありながら、本時においては活用していなかった。ノートで念頭操作する様子を観察したが、特に長方形の場合は個での解決が難しい児童が、数名見られた。「動かす」ことにより、思考が促進される様子が正方形の時の教師の説明時に観察されている。念頭操作の難しい児童には、それを助けるツールとしてタブレット端末がどのように寄与するかの研究も、今後必要であると考ええる。

注

- (1) 松尾は、図形に関する諸概念の関係についての理解の状態を捉える枠組みとして、図形に関する諸概念の関係についての理解の状態（以下、理解の状態）、状態間の移行、状態の捉え方及び図形概念形成の望ましい状態に到達するための道筋からなるものであるとし、理解の状態は、2つの図形概念間の関係を捉える観点に基づいて、次のように設定されるとしている。

状態1：2つの図形概念を弁別できない状態

状態2：その相違点に基づいて弁別できる状態

状態3：類似点によって同類と見なすことができる状態

状態4：2つの図形概念の相違点及び類似点を基に、それらの包括関係を理解できる状態

さらに、理解の状態の移行を促す要因について「比較」と「道具を適切に用いて、図形を作図したり確かめたりする操作活動」を挙げ、それを言語で説明することの必要性に関して事例を基に明らかにしている。

本研究においても、松尾の枠組みを活用している。

松尾七重「算数・数学における図形の指導の改善」東洋館出版社（2000）

引用・参考文献

- Hoffer, A (1983) "Van Hiele-Based Research", in R. Lesh and M. Landau (Eds.) *Acquisition of Mathematics Concepts and Processes*, Academic Press, pp.205-227
- 文部科学省「小学校学習指導要領解説 算数編」(2008)
- 佐々木棟明「学習水準理論とコンピュータの利用に関する考察：中学校第1学年の図形教材を例に」研究紀要/東京学芸大学附属竹早中学校 (30) (1991)
- 村井万寿夫「活用力を高めるためにタブレット端末を活用する授業デザインの検討」『金沢星稜大学人間科学研究』第7巻第2号，査読無，pp.47-50 (2014)
- 中川一史，寺嶋浩介，佐藤幸江（編著）「タブレット端末で実現する協働的な学び」フォーラム・A (2014)
- 文部科学省「学びのイノベーション事業実証研究報告」(2014)
- 文部科学省・国立教育政策研究所「平成27年度 全国学力・学習状況調査 調査結果のポイント」(2015)