

# ICT を活用した図形指導の研究

— 平林の考えを基にした「合同な図形」の授業を中心に —

内田 武瑠\*・大林 将呉\*\*・宮脇 真一\*\*\*

## Research on figure instruction using ICT

— “congruent figure” lesson based on Hirabayashi’s idea —

Takeru UCHIDA, Shogo OBayashi and Shinichi Miyawaki

### 1. はじめに

令和3年1月に、中央教育審議会より『『令和の日本型学校教育』の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと協働的な学びの実現～（答申）』が出され、これから実現すべき「令和の日本型学校教育の姿」として『『個別最適な学び』と『協働的な学び』の一体的な充実』が示された。そこでは、「子供の興味・関心等に応じ、子供自身が学習が最適となるよう調整すること」や、「多様な他者と協働しながら必要な資質・能力を育成すること」が重要とされている。そしてそのためには、ICTを最大限に活用することが示されている。

現在のICT環境に目を向けると、GIGAスクール構想によって一人一台のタブレット端末が配付され、その活用が着実に進んでいる。特に社会科の調べ学習や、総合的な学習の時間における発表での活用は日常化しており、その実践例も非常に多い。一方で、算数科におけるタブレット端末の活用はどのようなものがあるかという点、スクラッチを使って作図するプログラミングの学習や、データの活用領域におけるグラフ作りなどがよく見られる。これらに共通するのは、図やグラフなど視覚的に表現する際に使われているということで、そのような活動とタブレット活用の親和性が高いことが分かる。そこで本稿では、視覚的表現を多用する図形領域に焦点を当て、図形領域においてICTを効果的に単元構成に組み込むことによって、個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実を実現することを目指す事とした。そのために、学習単元を開発する際、タブレット端末の活用場面をどのように位置づけるのかを明確に

し、実践した結果を分析・考察することでその成果を明らかにする。

### 2. 平林の授業づくり

平林（2004）は、自身が行った授業とその単元づくりを例に挙げて図形領域の学習を行う際に留意した点を以下のように述べている。

- 子どもにとって、図がかけることは、図形の名前を覚えたり、性質を知ったりすること以上に、図形を理解することになる。[構成主義 (constructivism) 的観点]
- 図形の知識は、互いに種々の関連をもっており、その全体的関連のもとに、個々の図形の性質を理解しないと、自分の手足のように自由に使える知識にならない。（例えば、個々の道具の使い方を孤立的に学ぶのではなく、箱を作るという目的に沿って、必要な道具の使い方を学ぶようにしないと、道具の使い方は身につかないようなものである。）[全体論 (holism) 的観点]
- 意外性、不思議さ、驚きが、自発的な学習を助長する。それは、劇的な感動であり、真の学習にはかような感動が伴わなければならないと思った。私は、かねてから、「授業はドラマである」と言ってきた。[感動をもった学習]

これらの考え方を基にして本研究における単元づくりの留意点を以下のように定める。

- ① 図を描くという活動を単元の中心的な活動とすることで図形の理解を促す。
- ② 1つ1つの名称や性質について教えてから活動させるのではなく、「美しい敷き詰め模様を作る」という目的を達成しようとする過程で必要な知識や発見した性質等を使わせながら理解させる。
- ③ 意外性・不思議さ・驚きなど子どもの問いや思いをきっかけとして自発的な学習につなげる。  
この平林の授業づくりを基にした単元構成にICT

\* 熊本大学教育学部附属小学校

\*\* 合志市立南ヶ丘小学校

\*\*\* 大津町立大津小学校

の活用を取り入れることで、個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実を目指す。

### 3. 本単元のねらいと教材開発の方向性

今回取り上げる学習内容は「合同な図形」と「多角形の角」である。本単元のねらいは、合同な図形や多角形の角の大きさについて、重ねる、敷き詰めるなど図形を操作する活動を通して合同の意味を理解し、合同な図形の性質や作図の仕方を考えたり多角形の角の大きさを調べたりすることを通して、平面図形についての理解を深めるとともに今後の生活や学習に活用しようとする態度を養うことである。

今回学習することになる「合同な図形の性質」と「多角形の内角の和」は、数学では必須の知識であり、特に中学校以降に学習する論証では幾度となく使用することになる主要な知識である。しかし、日常生活で用いることはほとんどなく、合同な図形の性質を知っていたから生活で得をするということはないし、四角形の内角の和が $360^\circ$ になることを知らなかったとしても生活していて困ることはない。そのため、授業における目的意識を生活場面に位置づけることが難しく、合同な図形や多角形の内角についての性質を覚えたり、合同な図形の作図ができるようになったりすること自体が目的となっている授業が多く見られる。ところがこのような授業で得た知識は、使うこと（活用すること）を想定したものではないので、生きて働く知識とはなり得ない。授業後の学習や生活場面で生かすことのできる知識として獲得させるために、本単元において子ども達の目的意識をどのようにして生み出すのが教材研究上の課題といえる。

そこで本実践では「敷き詰め模様」に着目した。敷き詰め模様とは、合同な図形が隙間なく敷き詰められた模様で、二等辺三角形を敷き詰めた「麻の葉模様」や正方形を敷き詰めた「市松模様」などがあり、着物や小物のデザインに使われることも多く、子ども達も一度は目にしたことがあるものである。（図1）

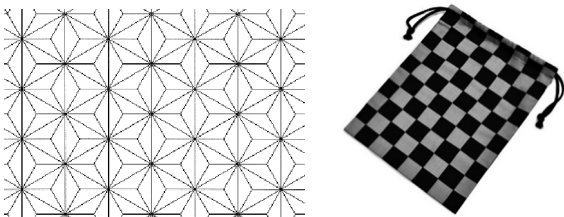


図1 敷き詰め模様の例

このような敷き詰め模様を取り扱うメリットは次の通りである。

- 合同な図形に対する美しさの感得と目的意識の明確化、活動への意欲向上
- 作る活動を通して長さや角度に対する実感を伴って知識を獲得することができる
- 「合同な図形」と「多角形の内角の和」の内容同士をつなぐりをスムーズにする
- 敷き詰め模様作りを単元末のパフォーマンス課題として位置づけることができる

敷き詰め模様と出合わせた際の子ども達の反応は「きれいだな」という単純なものであろう。しかし、それらが全て1つの合同な図形を敷き詰めただけの物だということに気付いたとき、美しさの源である「合同」というものに興味をもつし、そのような美しい模様を自分たちでも作ってみたいと思うであろう。また「多角形の内角の和」の導入場面では、多くの場合、任意の三角形の内角の和を求めてみることから授業がスタートするが、そもそも三角形の内角の和を求めることに子ども達の問いや思いはない。それが、任意の三角形の敷き詰めを行った結果、必ず直線（ $180^\circ$ ）を形成することを経験していれば、その不思議さを解き明かそうとする目的意識をもって三角形の内角を測定する活動に取り組めるはずである。

### 4. 本単元に関する子ども達の現状と課題点

平成28年度の全国学力学習状況調査において次のような問題が出題された。（図2）これらの問題の正答率は、(1)が7%、(2)が25.4%という驚愕の結果であった。(1)が記述式であるということを考慮してもあまりにも厳しい結果である。(1)は図形が敷き詰まる場合の中心部分の角度が360度になることと、式を関連させて説明することができるかどうか、(2)は敷き詰めに念頭でできるかどうかのポイントである。このような問題に対応できる子ども

(1) 次に、下のように、②の二等辺三角形を選んで形をつくります。

(2) 今度は、③の四角形を選んで形をつくります。

①の角が1つの点のまわりに集まるように、②の二等辺三角形を並べていくと、3つで、正五角形ができました。

③の角が1つの点のまわりに集まるように、④の四角形を並べていくと、6つで、ある形ができます。どのような形ができますか。下の1から4までの中から1つ選んで、その番号を書きましょう。

1 2

3 4

どうして3つでぴったりつくることができるのでしょうか。

360 ÷ 120 = 3で、角が3になり、わり切れるからです。

そうですね。では、360 ÷ 120は、どのようなことを計算している式ですか。説明してみましょう。

360 ÷ 120は、どのようなことを計算している式ですか。言葉と数を使って書きましょう。その際、「360」と「120」が何を表しているかわかるようにして書きましょう。

図2 全国学力・学習状況調査の問題

も達の姿を求めるには、敷き詰まった形について分析的に観察させたり、敷き詰めることができるかどうかを念頭で操作して考えさせたり、敷き詰めることができる理由を言語化して表現させたりする必要がある。しかし、そのような念頭操作や、言語化の基盤となるのは、具体物操作による実感（ぴったり重なる、ぴったりはまる、ぴったりつながるなどの感覚）である。具体物に触れる機会を十分に設定し、そこでの経験を念頭操作や抽象化・一般化に生かしていけるようにする必要がある。

そのような操作活動は現在、算数の授業の中でどのように位置づけられているのであろうか。小学校学習指導要領（平成二十九年告示）解説算数編（以下学習指導要領解説）には、図形領域で育成を目指す資質・能力として「観察や構成などの活動を通して、図形の意味を理解したり、図形の性質を見付けたり、図形の性質を確かめたりすることができるようにする」とある。また、全国学力学習状況調査においても図形領域における指導改善の方向性として「図形の性質や構成要素に着目し、観察や構成などの活動を通して図形についての実感的な理解を深めることができるようにする。」とある。どちらにも共通するのは、「観察や構成などの活動を通す」ということであり、敷き詰めや作図など図形を構成する活動を通してその図形や図形間に表れる性質について明らかにする必要が示されている。また、「図形を構成する際には、辺の長さや角の大きさなどに着目して見通しを持って図形を構成することができるようにすることが大切である。」と敷き詰めや作図などの操作活動によって図形を構成する際には、構成要素に着目させて多様な見方に触れさせ、見通しをもたせることで、図形概念をより確実に獲得することができることが指摘されている。さらに「構成した図形について構成できた根拠を考え、説明できるようにすることが大切である」と活動だけで終わらず、構成することができたことを振り返ることで、さらにその図形についての理解を深められることが記されている。

以上のことから、子どもたちが本単元の学習を進めていく際、以下のような願いをもって授業を構成していくこととする。

- 美しい敷き詰め模様と出会い、合同な図形の敷き詰めや作図を通して生み出された問いや思いからなる課題を解決する中で、合同な図形や内角の和についての性質を子ども自ら見だし、見いだした性質をその後の学習や生活に生かして欲しい。
- 美しい敷き詰め模様を作ろうとする過程で、操作活動を通して図形の構成要素に着目し、必要な

知識や技能を獲得し、それらを活用しながら課題を解決して欲しい。

- 作図して終わらず、批判的思考を働かせて作図の過程を振り返ることで、対象となる図形についての理解を深めるとともに、論理的に考える力を伸ばして欲しい。

以上のような見通しをもち、単元を次のように構想した。

単元計画（全12時間）

【小単元1】（1時間）

敷き詰めを通して合同な図形について理解する。

【小単元2】（5時間）

作図を通して多角形についての理解を深める。

【小単元3】（4時間）

敷き詰めや、観察、証明を通して多角形の内角の和について理解する。

【小単元4】（2時間）

敷き詰め模様を作り、その説明をまとめる。

## 5. 授業の実際

ここからは、実際にどのような授業となったのかについて、特にICTを活用した場面に焦点化し、小単元1、小単元2、小単元4について授業の概要を述べる。

### (1)小単元1（第1時）について

単元の導入では、三角形、四角形、五角形の厚紙を混ぜた袋を配り、その中から図形を選んで敷き詰めを行わせた。合同な三角形を選べば敷き詰まるが、合同ではない図形同士は敷き詰まらないことから子ども達の意識を「合同」に焦点化することができた。



図3 敷き詰め活動をしている様子

活動し始めは、色々な形を組み合わせていた子どもが多かったが、次第に合同な三角形を組み合わせると敷き詰めが可能であることに気づき始めた。気



ねると、一般四角形に関しては半数の子どもが「敷き詰めそうにない」と予想した。そこで、確認のために一般四角形を敷き詰めてみることにした。(図9) その際、敷き詰まった様子をタブレットで撮影させ、画面共有ソフトを用いて電子黒板で共有させた。(図10)

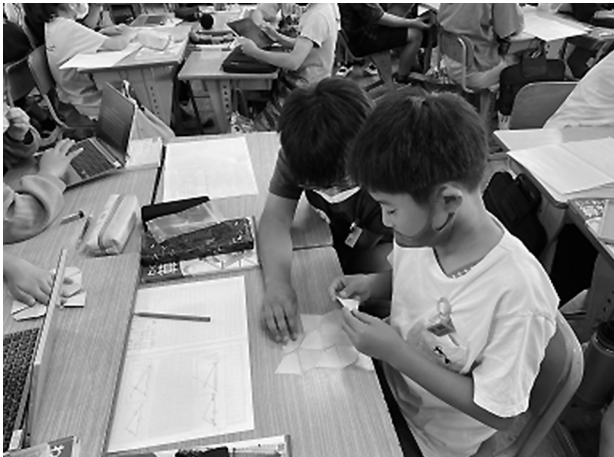


図9 一般四角形を敷き詰める様子



図10 画面共有ソフトで共有

また、気づいたことなども書き込ませ、電子黒板を用いて全体で共有した。(図11)

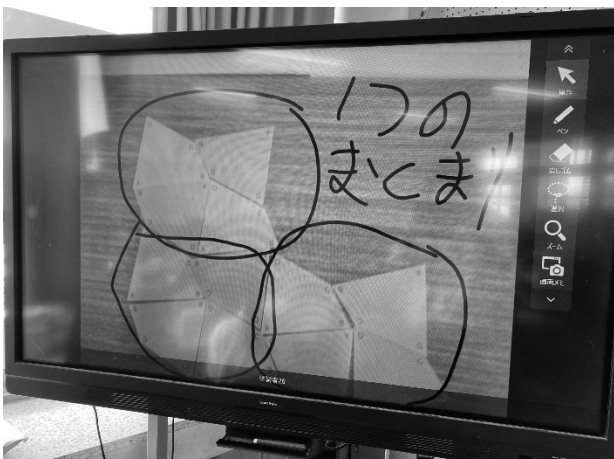


図11 敷き詰まっている様子を共有

さらに、違う形の一般四角形も敷き詰めさせ、「四角形も三角形と同様にどんな四角形でも敷き詰まる」という結論を得ることができた。(図12)

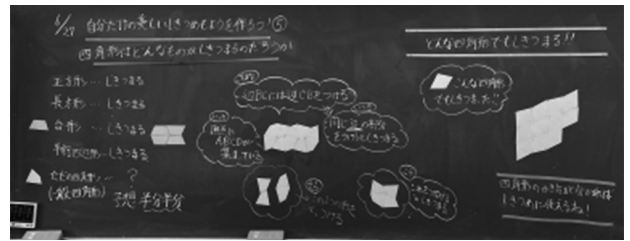


図12 第5時の板書

第6時では、合同な四角形を作図する事にし、作図方法を尋ねると、三角形の場合から類推して「全ての辺の長さが分かれば描ける」という発言があった。ほぼ全ての子どもが「全ての辺の長さが分かれば描ける」と考えていたので、全ての辺の長さが分かった状態で作図をさせてみた。その際、使用する道具はコンパスと定規のみであることを確認した。すると、合同な四角形を描くことはできず、子ども達は「なぜ描けないのか」「どんな条件が必要になるのか」「何個の条件が分かれば描けるのだろうか」という問いをもった。子ども達は試行錯誤しながら作図をするうちに、対角線の長さを使うとコンパスと定規のみで作図することができることに気づき、新たな作図に使える構成要素として「対角線の長さ」を捉える事ができた。それと同時に、「合同な図形は対角線の長さが等しくなる」という新たな性質を見いだすことができた。その後、分度器を用いても良いこととし、合同な四角形の作図方法をそれぞれで探究させた。すると、四角形の構成要素の内5つを使うと作図ができることを見いだしていった。

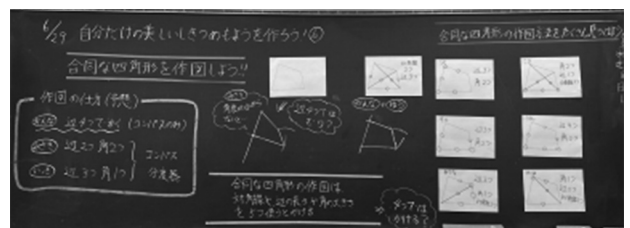


図13 第6時の板書

#### (4)第11時～第12時について

第11時と第12時では、パフォーマンス課題として「自分だけの美しい敷き詰め模様づくり」に取り組みさせた。図形を作る際は、タブレット端末を用いて図形を作らせた。(図14) そしてその図形を印刷し、敷き詰め模様は実際に手作業で行わせた。タブレット上で敷き詰めを行わなかった理由は、手作業で

行わせた方が辺の長さや角の大きさを意識しながら「敷き詰まる」という感覚をより感じることができると判断したからである。(図15)



図14 敷き詰め用の図形を作っている様子



図15 敷き詰め模様を作っている様子

このように敷き詰め模様をスタートとし、「美しいきつめもようを作ろう」というゴールを設定することにより、問いが連続的に生じ、その問いから課題が設定されるというように、思考のつながりのある文脈的な学習プロセスが形成することができた。また、単元末のパフォーマンス課題「自分だけの美しい敷き詰め模様作り」とその作品の解説書作りにより、子ども一人一人が作品作りの中でどのような思考力・判断力・表現力等を発揮して解決することができたのかを評価し、以後の指導に生かすことが

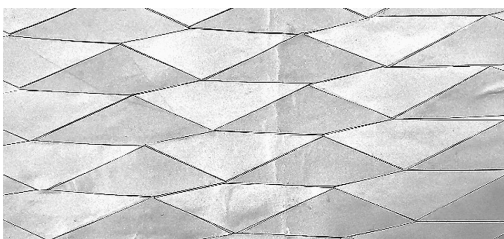


図16 子どもが作った敷き詰め模様

できた。また、そこで働かせた数学的な見方・考え方を明示して価値づけることで自覚化を促し、それらを一層深めることができた。

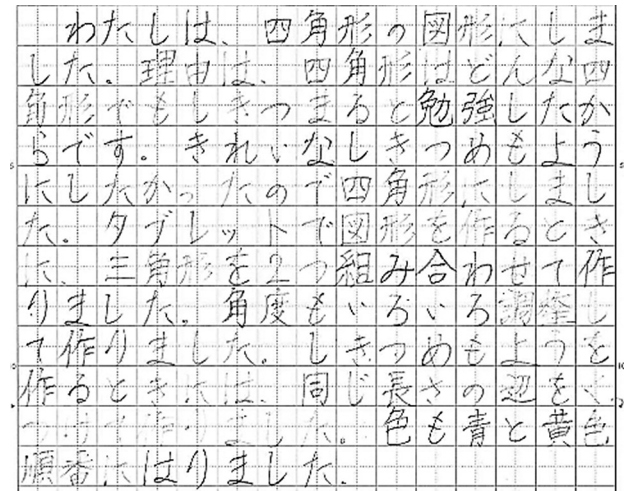


図17 敷き詰め模様の解説書

## 6. 考察

本実践について、平林の授業づくりを基に3つの視点から考察し、その成果を述べる。

### (1) 図を描く活動を単元を中心にした成果

三角形や四角形の作図方法を自分たちで考えさせたことで、構成要素に着目して作図方法を説明する姿が見られた。これにより、「合同」という見方で三角形や四角形を捉え直し、既習の図形の理解が深まった。

また子どもたちは、辺の長さや角の大きさに着目しながら、何度も作図を繰り返し、作図をすることを通して合同な図形についての理解を深めていった。特に、第7時には作図に使う構成要素の数について「本当に5つで描くことができるのか」「4つでは描くことができないのか」と自分が作図した過程を振り返りながら何度も作図を繰り返していた。授業後にも考え、4つでは描けないことを見いだす子どもも見られた。

また、パフォーマンス課題において敷き詰める図形をタブレット端末を使って作図させたことで、次の3点で成果が見られた。

- 四角形を作図する際、三角形2つを組み合わせることで作図しており、図形の理解が深まった。
- どのような図形を作っているかを容易に共有することができ、他者の考えを参考にしながら活動することができた。
- 複製が容易で、敷き詰めるための図形を多く用意することができた。また、色づけが容易であった。

### (2) 敷き詰め模様を作るという単元の目的を明確にし

### て授業を進めた成果

子どもたちは敷き詰め模様を作るという目的達成のために活動する中で、いくつかの知識を使いながら獲得していった。

まずは、全ての三角形や四角形は敷き詰め可能であることを明らかにすることができた。敷き詰めを行う際、ICTを活用して色々な形の三角形や四角形が敷き詰まることを視覚的に共有することで、実感を伴って納得することができた。また、実物を動かしたり、並べて比較したりする手間が省け、授業がスムーズに進行した。

また、辺の長さのみを使って合同な四角形を描かせた際は、その描き方が本当に辺の長さだけを使って描いているのかを批判的に見直し、その描き方は対角線の長さを使った作図方法であることを明らかにし、新しい作図方法として見いだした。また、それと同時に合同な図形は対応する対角線の長さも等しくなるという性質も発見することができた。

### (3)子どもの問いや思いをもとに授業を進めた成果

本実践では、子どもの問いや思いを生み出すために、子どもの素朴概念とのずれを表出しながら単元を進めた。例えば、三角形や四角形の敷き詰めの際、「どんな三角形（四角形）でも敷き詰めることができるのか」という課題を設定し、予想させることで、実際に敷き詰まってしまう事への驚きや意外さを強調し、子ども達に「なぜ敷き詰まるのだろう」「他の形でも敷き詰めてみたい」といった問いや思いを抱かせ、自発的に学習を進める姿につながった。

また、合同な四角形の作図場面では、「辺の長さが全て分かっていたら合同な四角形は作図できるはずだ」という子ども達の素朴概念を表出させた上で、実際には作図することができない経験をさせたことで、「なぜ作図できなかったのだろうか」「どんな条件があれば作図できるのだろうか」「どうにかして作図したい」という問いや思いを生み出すことができた。そしてその問いや思いを基に活動させたことで、何度も試行錯誤を繰り返して作図する姿が見られた。

また、本実践では単元内の数カ所で子どもたちそれぞれの問いや思いに基づいた個別的な学びの機会を設定した。例えば、第2時において三角形は敷き詰めることができるのかを確認する際、子どもたちそれぞれで好きな形の三角形を作らせて敷き詰め活動を行った。子どもたちそれぞれが自ら作った三角形が敷き詰まることを確認したことで全ての三角形が敷き詰め可能であるということを実感を伴って理解することができた。また、画面共有ソフトの活用

により、様々な三角形が敷き詰まっている様子を実際に見て確認できたことも子どもたちの納得に繋がった。このように、ICTを活用しながら個別的な学びの機会を充実させ、そこで明らかになったことを共有することで、個別最適な学びと協働的な学びを往還しながら問題解決をしていくプロセスを実現することができた。

## 7. おわりに

本稿では、平林の授業づくりを基にした単元構成に、ICTを活用する場面を設けることで、子ども達の図形理解を促すことを目的として実証的に研究を行った。その結果、平林の授業づくりを基にした単元構成は、子ども達の自発的な学習を促すだけでなく、図形の理解を深めることにも大きく効果があることが分かった。また、ICTの活用に関しては、子ども達の作業過程や作業結果を共有することや、図形をきれいに作ることに有効であることが分かった。このことから、個別に学習を進め、理解が深まったことを全体で共有し、協働的に学ぶ事にも効果が期待されると考える。

今後は、平林の授業づくりを他の単元にも適用し、その有効性について探っていきたい。また、ICTの活用は個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実には不可欠なものである。個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実を実現させるため、ICTをどのように活用していくのか、その具体について更に実証的に研究を進めていきたい。

## 引用・参考文献

- 平林一栄 (1975). 算数・数学教育のシツエーション. 広島大学出版研究会.
- 平林一栄 (1987). 数学教育の活動主義的展開. 東洋館出版社.
- 平林一栄 (1994). 算数指導が楽しくなる小学校教師の数学体験. 黎明書房.
- 平林一栄 (1998). 小学校・中学校図形指導の課題. 熊本大学における講演記録.
- 平林一栄 (2004). 算数・数学の授業の反省. 熊本大学における講演資料.
- 文部科学省 (2018). 小学校学習指導要領解説算数編. 日本文教出版.
- 文部科学省 (2021). 学習指導要領の趣旨の実現に向けた個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に関する参考資料.