

小学校算数科の図形領域における折り紙の教育実践

—伝承文化を取り入れた連続折りの活動を通して—

葛城 元・黒田 恭史

(京都教育大学 大学院教育学研究科・京都教育大学 数学科)

Educational Practice of Origami in Figure Area of Elementary School Arithmetic
—Through Continuous Folding Activities Incorporating Traditional Culture—

Tsukasa KATSURAGI・Yasufumi KURODA

2017年11月30日受理

抄録：これからの小学校算数科の図形領域では、新学習指導要領（2020年度から全面实施）に位置付くアクティブ・ラーニングに主眼を置きつつも、児童が主体的な活動の中で、図形の知識や性質を深めることのできる算数教材を開発し、実践・検証していくことが重要である。伝統的な文化に代表される折り紙には、折り紙作品や展開図内に数多くの図形内容が含まれており、実際に児童が試行錯誤の中で、図形の特徴や法則を発見することが可能である。そこで本稿の目的は、第一に、小学校算数科の図形領域における連続折りを取り入れた折り紙の算数教材を開発すること、第二に、小学生を対象に本教材を用いて教育実践を実施し、その結果から本教材を用いた図形学習が、小学生に対してどの程度可能であるかを明らかにすることである。

キーワード：小学校算数科、図形教育、折り紙、教育実践

I. はじめに

図形や空間自体に関する研究は、測量をもとにした土地の面積計算や、建物などの高さを相似で求めるといった人間の知的活動から生まれ、その後、長い年月をかけて数学の一分野として築き上げられてきたものである。現在では、合同な図形が規則的に敷き詰められたタイル、正三角形で囲まれたピラミッド型の紅茶のティーバッグ、線対称・点対称を持つ標識や紋章のデザインなどのように、日常生活にあるものに既存の図形の特徴やその性質が有効に活用されている。数学教育の本来の目的を考えてみても、こうした図形や空間自体に関する歴史的な内容の継承と、日常生活で応用されているものを図形的な視点で捉える力の育成は重要であると考えられる。

小学校算数科の図形教育の在り方について、横地（2004, 2006）は、図形の特徴や性質を単なる知識として指導するのではなく、具体的な場面から図形を見出し、それらの特徴や性質を児童自らが確かめていく活動内容を取り入れることが重要であると指摘している。鈴木（2010）は、図形教育の内容構成を考えるにあたって、「図形の性質」「計量」「空間」「運動」「論理」の5領域を柱として設定し直し、それらをバランスよく、相互に関連させながら構成していくことを提唱している。さらに、新学習指導要領（2020年度から全面实施）では、小学校算数科「B. 図形」の領域について、数学的活動を通じた平面・立体図形に関わる知識・技能の習得、および図形の構成要素や図形間の関係に着目し、図形の性質をもとにした既習の図形の捉え直しと日常生活への活用を、具体的な目標として位置付けている（文部科学省 2017, 東洋館出版社編集部 2017）。

上記の内容を整理すると、これからの小学校算数科の図形教育では、児童が具体物の観察、制作、作図、実験などの具体的な操作活動を通して、平面・立体図形の知識や性質の内容理解を深めることができる教育内容・教育方法を考案し、より高次の数学内容への発展が可能な実践につなげていくことが重要であると考えられる。

ところで、我が国の伝統的な遊戯文化に代表される折り紙は、山折りと谷折りを巧みに組み合わせることにより、一枚の紙から動物・植物・乗り物などをモチーフにした様々な作品を創り出すことができる。また、折り紙は海外から賞賛される文化芸術であるとともに、そこには長い年月をかけて脈々と語り継がれてきた日本人の持

つ遊び心、手先の器用さ、創造性などの文化的要素を含んでいる。さらに、折り紙の世界の大きな流れとして、近年では折り紙の技術を科学的に研究することが行われており、工学・建築分野への応用、生物との関係、医療分野、教育分野への応用が可能となった（川崎 2005, 黒田・岡本 2014, 西川 2017, 日本応用数学会 2012, 芳賀 1996, 三谷 2015）。また、こうした最新の動向を踏まえ、筆者らは現実場面の中にあるものを題材に、高校生を対象とした折り紙の数学教材の開発と実践を行ってきた（葛城・黒田 2016, 葛城・黒田 2017, 葛城・黒田・林 2017, 葛城・林・黒田 2017）。

折り紙を図形（幾何）教育に活用する利点は、次の 5 点であると考えられる^{注1)}。第一に、道具は紙のみであり、いつでも・どこでも・手軽に使用することができること、第二に、折り紙で図形（線・角・多角形・多面体など）の制作が可能であること、第三に、条件を変えて様々な折り方が試せるために、学習者自らが試行錯誤できること、第四に、同じ題材においても小・中・高等学校の算数・数学内容に対応可能であること、第五に、紙を折るという操作活動から、図形の特徴や成り立つ性質を確認することが可能であることである。

そこで本稿の目的は、第一に、小学校算数科の図形領域における連続折りの活動を取り入れた折り紙の算数教材を開発すること、第二に、小学生を対象に本教材を用いて教育実践を実施し、その結果から本教材を用いた図形学習が、小学生に対してどの程度可能であるかを明らかにすることである。

Ⅱ. 折り紙の文化と科学の系譜

1. 紙の誕生と和紙

折り紙に必要な「紙」は、7 世紀初めに大陸から紙の製法が伝えられたとされており、ここから日本独自の和紙が発達した（松岡 1981）。この当時、和紙は、文字を紙に書いて記録する、大事なものを包む、何かを拭き取るために使われてきたが、日本独自のしなやかで破れにくい和紙の特徴を生かすことで、襖、屏風などの内装品、障子、提灯、扇子、千代紙などの雑貨へと、幅広く扱われるようになった（高木 1993, 和の技術を知る会 2015）。

平安時代では、「熨斗（のし）」を、祝事（祝い事）に対して贈るといった「儀礼用折り紙」に近い習慣があったとされている（図 1）。それらの折り方に定まった様式はなかったが、鎌倉時代になるにつれて、形式的なものに変わっていった。また、この当時、和紙は高価な品物であったために、貴族が中心となって使用していた。

室町時代では、武家の間で小笠原流や伊勢流などの様々な礼法が整理され、儀礼様式の統一がなされた（本多 1969）。

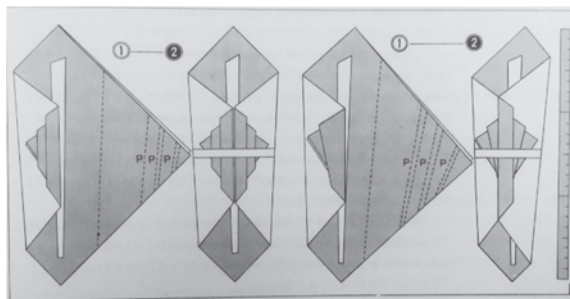


図 1 祝事で用いる熨斗（本多 1969）

2. 遊戯折り紙の確立

江戸時代では、和紙の製造技術が向上したことで、和紙の大量生産が可能となった。そのため、庶民は質の高い和紙が安価で手に入れられるようになり、礼法やきまりから離れた遊戯折り紙（遊び）が生まれた。代表的な折り紙作品である「鶴」は、江戸時代初期の作品であると考えられている。寛永 9（1797）年には、世界最古の遊戯折り紙本となる『秘伝千羽鶴折形（ひでんせんばづるおりがた）』が、京都を版元として刊行された（日本折紙協会編著 1991）。この書物には、図 2 の「鼎（かなへ）」

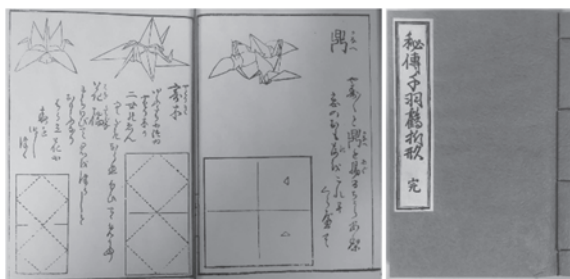


図 2 『秘伝千羽鶴折形』の復刻版

（日本折紙協会編著 1991）

「寄木（やどりぎ）」のような、1 枚の紙に切り込みを入れた全 49 種類の連鶴（数羽の連続した折鶴）の折り方が紹介されている。この他にも、折り紙が着物の模様になったり、浮世絵に描かれたりと、多彩な折り紙文化が花開くようになった（日本折紙協会 2015）。したがって、遊戯文化としての折り紙は、数百年という長い歴史を経て、子どもから大人までの幅広い世代に親しまれてきた。

3. 折り紙の科学研究

折り紙は紙をひらくと、そこにはたくさんの図形（頂点、辺、面など）が数多く含まれている。今日、折り紙に関する科学的な研究は、数学（特に幾何学）、工学・建築分野への応用、生物との関係、医療分野、教育分野など、様々な領域で取り組まれており、学際的な広がりを持つようになってきている。

折り紙の設計技法では、目的の形を創り出すために、折り紙の数理を基盤に、設計の工程を整理し、コンピュータによる展開図の設計が行われている（三谷 2015）。折り紙の工学分野への応用では、折り紙のもつ特性や性質をヒントに、日用品から医療・宇宙までといった幅広い分野を対象に製品・商品が開発されている。例えば、図3の「ミウラ折り」の技術を活用した人工衛星のパラボラアンテナや地図は、ワンタッチで紙の折り畳みと展開が可能となった（三浦 2009）。なお、ミウラ折りの展開図自体は、平行四辺形が規則的に敷き詰められたものであり、中学校第2学年の数学の教科書でも紹介されている（岡本ほか 2015）。この他にも、生物との関係では、テントウムシの羽の折り畳み、医療分野では、折り紙ステントグラフト（医療器具）、折り紙の歴史研究では、折り紙の発展や折り鶴の起源の解明、折り紙と教育では、幼児教育から高校・大学レベルの数学教育の教材開発などが行われている（西川 2017）。

上記の内容を踏まえると、長い年月をかけて発展してきた折り紙は、日本人が大いに貢献してきた文化の一つである。今後は、こうした世界に誇れる折り紙の伝統的な文化と科学の双方の内容や魅力を、後世に継承していくことが重要であると考えられる。そうした意味を踏まえ数学教育では、子どもの生活する現実場面と対応した折り紙の算数・数学教材を開発し、教育実践を通して図形の特徴や性質を理解させることや、現実場面の問題解決に役立てることができる力を育成することが、重要な課題の一つになると考えられる。

特徴: ワンタッチで紙の折り畳み・展開が可能

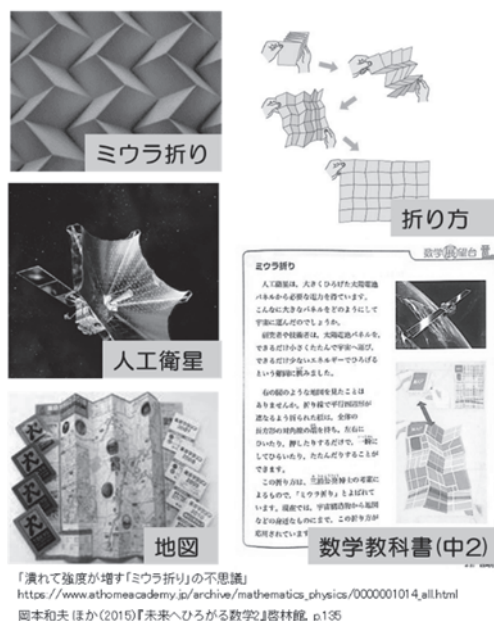


図3 ミウラ折りとその応用

Ⅲ. 小学校算数科における折り紙の算数教材の開発

1. 教材開発の概要

ここでは、日常生活にあるものから図形を見出すことや、図形の特徴や性質を児童自らが確かめることのできる折り紙の算数教材を開発する。今回は、ミウラ折りの技術を応用して開発された「ダイヤカット缶」を題材として扱うことにする。

ダイヤカット缶とは、トラス（三角形の骨格構造）を立体的に組み合わせた、切子細工のような独特の形の加工が施された缶のことである（JAXA 第一宇宙技術部門）。日常生活では、図4のFIRE缶（コーヒー缶）に応用されている。このように、FIRE缶の側面部分にダイヤカット構造を施すことで、缶の強度を維持したまま、材料費が削減できるため、利益向上と環境保全を実現している（キリンビバレッジ株式会社）。

ダイヤカット缶の側面部分の図形に着目すると、直角二等辺三角形が規則的に配列されている。それゆえ、ダイヤカット缶の展開図において、三角形同士を組み合わせると正方形、平行四辺形、台形などの平面図形を見出すことができ、小学校算数科で扱う基本的な図形の学習が可能である。併せて、折り紙の文化と科学（算数）の双方のつながりを持たせるために、代表的な折り紙作品のやつこ、いすから（山口 1995）、連続折りで折り線を加えていくことで、ダイヤカット缶の折り紙作品を制作する。

FIRE缶: 缶の強度を維持しながら軽量化を実現

特徴 → 材料費削減 & エコ実現

- 缶の強度 高
- 30g→25g 17% 軽量化
- 利便・デザイン性 ○
- 三角形が規則的に配列

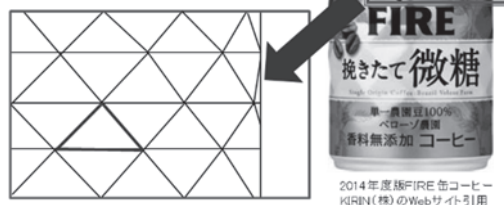


図4 ダイヤカット缶（FIRE缶）

2. 教材開発の内容

(1) 折り紙作品の制作

やっこから、連続折りで折り線を加えることで、いす、ダイヤカット缶の簡易版（以降、ダイヤカット缶）の順で制作する（図5）。やっこからいすへの制作では「A」のように、やっこの頭を開き（①）、できた合同な長方形の4枚を折り込めば（②）、いすが完成する。いすからダイヤカット缶の制作では、「B」のように、「A」の状態に一度戻してから（③）、上半分と下半分を合わせるように折る（④）。ここで、紙をすべて開いて、色地の面を表にする。そして、斜線はすべて谷折りで折り、横線は山折りで全て折り直す。このとき、縦線は折らずにそのままにしておく。最後に、紙の両端を持ち、丸めながら両端を合わせるとダイヤカット缶が完成する。

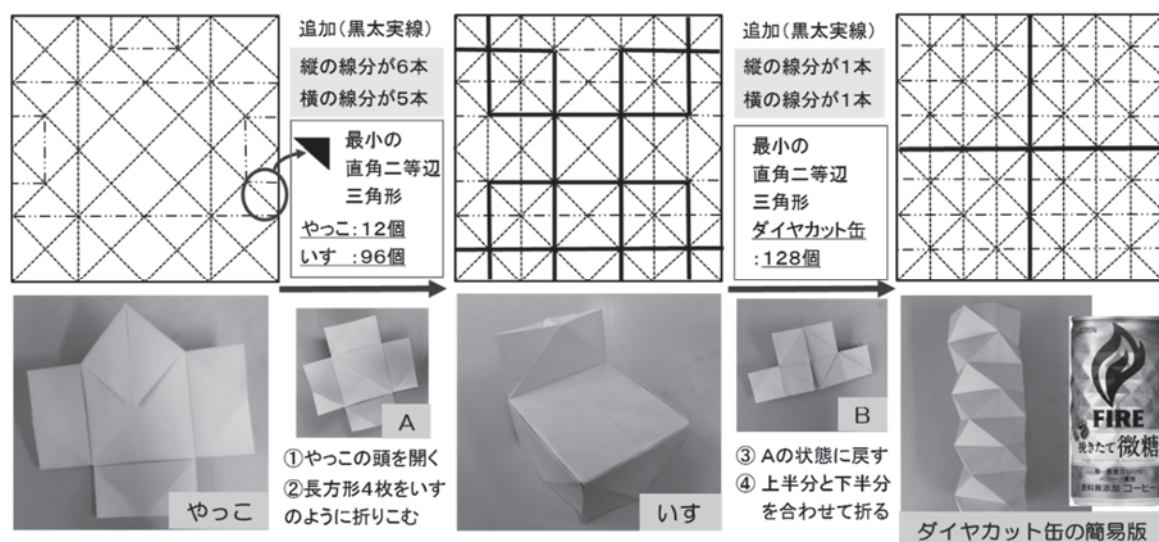


図5 折り紙作品の制作と展開図内の図形

(2) 展開図内の基本的な図形

一枚の紙に連続折りを取り入れると折り線が増加するため、展開図内の図形も変化する。このことを、やっこの頭や胴体の箇所にある直角二等辺三角形をもとに説明する（図5）。図5のやっこの展開図内を観察すると、丸で囲まれているような直角二等辺三角形が12個ある。いすの制作時には、縦の線分が6本、横の線分が5本追加されるため、展開図には直角二等辺三角形が96個に増える。さらに、ダイヤカット缶の制作時には、縦の線分が1本、横の線分が1本追加されるため、展開図には直角二等辺三角形が128個に増える。このように、連続折りを取り入れることで、展開図自体を最小で合同な直角二等辺三角形のみで構成することが可能である。

図6は、ダイヤカットの展開図内から基本的な平面図形を見出したものである。図6の左図は、実在する辺（折り線に依存する）同士を結ぶことで、16個の合同な等脚台形を見つけたものである。一方、図6の右図は、実在する点同士（折り線に依存しない）を結ぶことで、11個の合同なひし形を見つけたものである。また、図形同士を紙で折り重ねる活動によって、図形の特徴や成り立つ性質を実際に確かめることができる。この他にも、長方形、二等辺三角形、直角三角形、平行四辺形などを展開図内から見つけ出すことができる。併せて、新学習指導要領における小学校算数科の図形領域に位置付く「直線の平行・垂直」、「角」、「図形の合同」、「対称図形」、「縮図・拡大図」、「面積」、「体積」といった内容を扱うことも可能である。

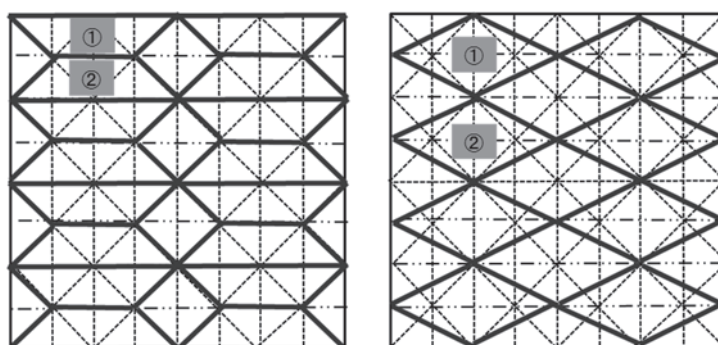


図6 展開図内の等脚台形（左）と正方形（右）

Ⅳ. 小学生を対象にした折り紙の教育実践

1. 教育実践の概要

教育実践の概要は、次の通りである。

目標：折り紙作品の制作活動を通して、展開図内にある図形の構成要素に着目し、基本的な平面図形を見出すことができるようになる。

対象：京都市内の小学4～6年生の6名（1回目）、小学1～3年生の5名（2回目）の計11名

時期：2017年7月29日（1回目）、8月19日（2回目）の計2回

場所：京都教育大学 藤森キャンパス A棟2階A3講義室

内容：次の2つの内容を90分で実施する（図7）。

（1）「やっこ」「いす」「ダイヤカット缶」の折り紙作品を、連続折りで一枚の紙から制作する。

（2）折り紙作品の展開図の中から、図形の構成要素（頂点、辺、面）や三角形・四角形を見つける。

準備：筆記用具、京千代紙、色鉛筆、セロハンテープ、折り紙文化の小冊子、ワークシート、アンケートシート、やっこの折り方を示したプリント

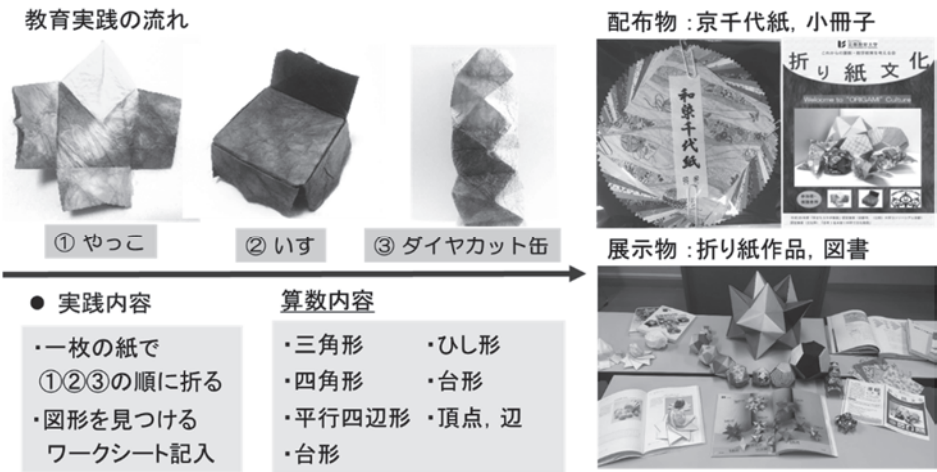


図7 教育実践の概要

表1は、小学校算数科の新学習指導要領における「B 図形」の内容を、筆者が平面図形と空間図形に分類・整理したものである（文部科学省 2017）。枠囲みは本教育実践で対象となる図形の教育内容である。色塗りの囲みは、本教材が対応できる図形の教育内容を指す。

枠囲みの内容について、第2学年では、「三角形や四角形など」、「正方形、長方形、直角三角形」、第3学年では、「二等辺三角形」、「角」、第4学年では、「平行四辺形、ひし形、台形」といった基本的な平面図形の内容の扱いが中心となる。また、色塗りの囲みの算数内容についても、児童の学習実態に応じて対応可能である（例えば、直線の平行・垂直や三角形の面積など）。次節では、1回目の実践内容（中～高学年）を中心に論ずることとする。

表1 小学校算数科の「B 図形」の教育内容

	平面図形	空間図形
小1	・形を作ったり、分解したりする 今回の「教育実践」で扱う内容	・位置の言い表し方(前後、左右、上下)
小2	・三角形、四角形など ・正方形、長方形、直角三角形、敷き詰め	・箱の形
小3	・二等辺三角形、正三角形、模様づくり ・角 ・円	・球
小4	・直線の平行・垂直 ・平行四辺形、ひし形、台形、敷き詰め ・面積(正方形・長方形) ・角の大きさ	・立方体、直方体 ・直線や平面の平行・垂直 ・見取図、展開図
小5	・図形の合同 ・多角形、正多角形の性質 ・円周率 ・面積(三角形、平行四辺形、ひし形、台形)	・基本的な円柱や角柱 ・体積(単位、立方体、直方体)
小6	・縮図・拡大図、対称な図形(線対称、点対称) ・概形とおよその面積など ・円の面積	・基本的な角柱・円柱の体積

2. 教育実践の結果と考察

(1) 導入場面

まず、本授業の目標である「折り紙作品の中から、算数内容（図形）を見つけること」を児童と確認した。次に、授業の流れを踏まえて、活動時にはワークシートを記入し、授業の終了時には事後アンケートに回答することを説明した。続いて、折り紙文化を記した小冊子と、授業で使用する京千代紙（和染千代紙と折り鶴千代紙）についての紹介を行った。そして、京千代紙の中から児童に好きな一枚を選ばせた（図8）。その後、配布したやっこの折り方プリントを参照して、やっこを5分程度で制作した（図9）。併せて、やっこが伝統的な折り紙作品の一つであることも説明した。また、やっこを制作する前に、「これまでにやっこを折ったことがありますか」と児童に問いかけると、児童全員がやっこを折ったことがあると回答した。なお、やっこの制作時には、紙を折る活動に加えて、京千代紙の色、絵柄、模様に着目することや、京千代紙の触り心地（ザラザラしている）についても興味・関心を示していた。



図8 京千代紙に触れる



図9 やっこの制作活動

(2) 「やっこ」から「いす」の折り紙

伝統的なやっこの折り方を習得させるために、新しい京千代紙を選ばせ、再度やっこを制作させた（図10）。ここで、やっこ自体の頭や胴体は四角形であることに気付かせ、これまでに学習した基本的な図形が、折り紙自体に存在することを意識させた。次に、制作したやっこを一度全て開き、紙を折る前の状態へと戻すように指示した。続いて、やっこの展開図内にはどのような基本的な図形があるかを考えさせた。児童は、展開図内には三角形や四角形があることを視覚的な情報をもとに回答した。このような点に留意した上で指導者からは、展開図に対する図形の見方は様々であるため、三角形や四角形の個数の結果は一つに決まらないことを児童に説明した。そして、やっこの展開図内には、三角形が何個あるかを数えさせた（図11）。児童は、鉛筆・色鉛筆で展開図内に線を引き、図形を分類・整理して、三角形の個数を数えていた。なお、展開図内のどの三角形に着目するかは、児童に任せることにした（保護者にも同伴してもらい、児童と協力して活動に取り組んだ）。



図10 やっこ自体の図形に着目



図11 展開図内の図形に着目

図 12 は、やっこの展開図にある三角形の個数に関するワークシートをまとめたものである（児童 3 名を一部抜粋）。図 12 の 4 年生の児童は、折り線が複雑でなく、三角形の個数が数えやすい箇所だけを選定していたため、三角形の個数を 50 個と記述していた。また、やっこの展開図を見て気づいたことを記入する箇所には、「平行四辺形や四角形にも見える」と記述していた。他の 4 年生（2 名）についても、三角形の個数が 64 個の児童は、「色々な形や色々な大きさがあった」、三角形の個数が 49 個の児童は、「大きな三角や小さい三角がたくさんつながってできている」といった記述があった。図 12 の 5 年生の児童は、大きい三角形や小さい三角形などと図形の見方を変えて、三角形の個数をできるだけ多く何回も数えていたため、三角形の個数を 126 個と記述していた。また、気づいたことを記入する箇所には、「小…32 個、大…4 個」「 $7 \times 8 = 56$, $7 \times 4 = 28$, $7 \times 2 = 14$ 」「 $114 + 12 = 126$ 」などの数や計算式を記述していた。図 12 の 6 年生の児童についても、5 年生の児童と同様の考え方を using、三角形を 67 個や 73 個と記述していた。

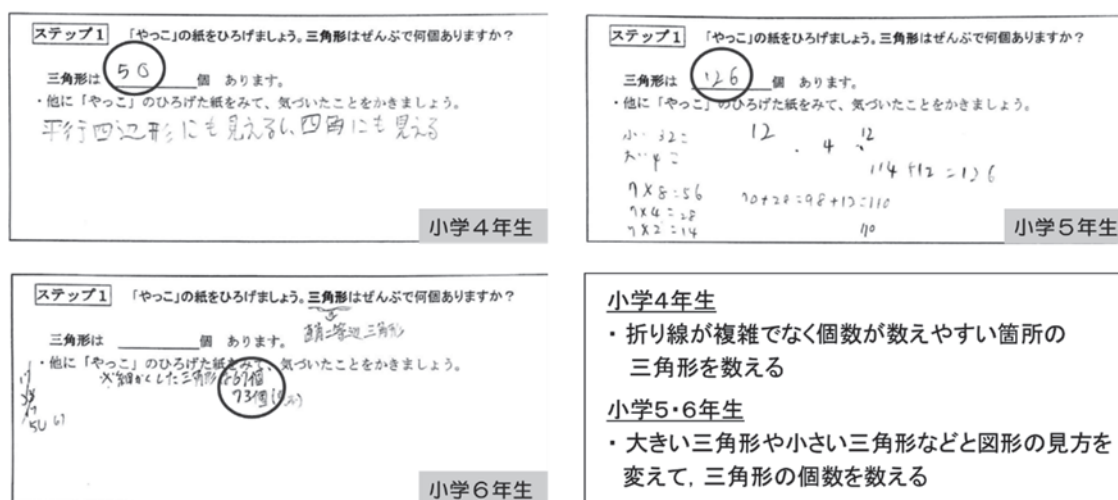


図 12 ワークシート内の記述（やっこ）

その後、別の京千代紙を用いて再度やっこを制作させた。制作したやっこの頭を開いて折ることで、いすを新たに制作させた。展開図内の折り線が、やっこのときよりも増えるため、いすの展開図内の図形がどのように変化するのかに着目させた（図 13）。図 14 は、児童が展開図の中から図形を見つけ、見つけた図形の個数を数えたものである。このことを踏まえて、児童のワークシートの記述には、「縦の線と横の線が増えたので三角形の個数が増えた」、「正方形が大幅に増えた」、「全体的に線が多くなり複雑な形になった」などが確認され、図形の構成要素（特に辺）や平面図形（特に三角形）に着目できていた。なお、児童はここまででやっこを 2 回、いすを 1 回折ることができており、やっこの折り方プリントを参照しなくても、スムーズに制作できる段階にまで到達していた。

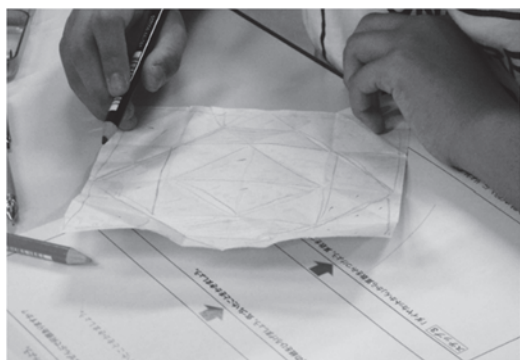


図 13 いすの展開図内の図形に着目

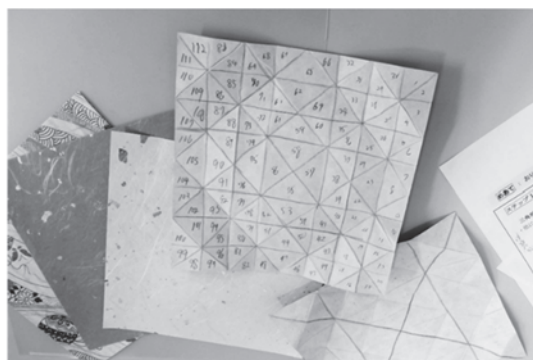


図 14 いすの展開図内から見つけた三角形

(3) 「いす」から「ダイヤカット缶」の折り紙

再度、新しい京千代紙を用いていすを制作させた。ここから、いすの展開図にさらに折り線を増やすことで、コーヒー缶に応用されている「ダイヤカット缶」を制作させた(図15)。制作に関しては、ダイヤカット缶の折り方の手順を実際に示した上で、児童に模倣させた。なお、ダイヤカット缶の折り線の大半は、やつこといすを制作する際につくることができているため、後は展開図の縦あるいは横の長さを二等分する線を折ればよいことに児童は気付いていた。ダイヤカット缶を制作することができた児童から順に、ダイヤカット缶の展開図内から図形を見つけるように指示した(図16)。実際に児童は、展開図内から三角形や四角形を見出し、その個数を数えていた。その後、ダイヤカット缶の実物となるコーヒー缶を配布し、児童が折り紙で制作したダイヤカット缶を比較させた。児童からは、「実物の方が、三角形の数が多い」や「実物はへこみの数が多いから持ちやすい」などの声が挙がった。



図15 ダイヤカット缶の制作



図16 展開図内から図形を見つける

図17は、ダイヤカット缶にある図形に関するワークシートをまとめたものである(児童3名を一部抜粋)。図17の4年生の児童は、展開図内にある図形が合同な16個の四角形で構成されていることに気付いていたため、一つの四角形にある三角形の個数を数えていた。実際に三角形は8個あるため、 $8 \times 16 = 128$ で、最終的に128個と記述していた。他の4年生(2名)については、「ダイヤカット缶のくぼみを横から見ると二等辺三角形や、直角二等辺三角形でできている」などの記述があった。図17の5年生の児童は、ダイヤカット缶の側面部分に着目して図形を見つけていた。記述箇所には、「へこんでいる部分に三角形がたくさんある」ことや、「四角形の中に三角形がたくさんあること」を記述していた。図17の6年生の児童は、ダイヤカット缶の頂点、辺、面の個数に着目をしていた。記述箇所には、「ダイヤカット缶の頂点が36個、辺が64個、面が120個」、「いすから半分の折り線を増やした」、「持ちやすい」、「くぼみを横から見ると二等辺三角形」と記述していた。

ステップ3 「ダイヤカットかん」から算数をみつけよう。算数をつかってみよう! $\begin{array}{r} 8 \\ \times 16 \\ \hline 128 \end{array}$ 答え 三角形は 128 小学4年生	ステップ3 「ダイヤカットかん」から算数をみつけよう。算数をつかってみよう! へこんでいる所にたくさん三角形がたくさんある。 四角形の中にたくさん三角形がたくさんあった。 小学5年生
ステップ3 「ダイヤカットかん」から算数をみつけよう。算数をつかってみよう! いすから半分の折り線を増やした くぼみを横から見ると二等辺三角形 ダイヤカット缶の頂点、辺、面の数 小学6年生	小学4年生 - 展開図内の三角形を数える 小学5年生 - ダイヤカット缶の側面に着目して図形を発見 小学6年生 - ダイヤカット缶の頂点、辺、面の個数に着目

図17 ワークシート内の記述(ダイヤカット缶)

(4) 事後アンケート調査

1・2回の計11名を対象に実施した事後アンケート調査の結果を記す(図18)。

選択式の設問1は、今回の折り紙講座をどうやって知ったのかを問うものであり、「事前に配布した応募チラシ」が6名、「家族・友達・学校の先生などからの紹介」が5名であった。

選択式の設問2は、折り紙講座に関する内容を問うものであり、

「①折り紙と算数の授業内容」

は、「満足」が10名、「やや満足」

が1名、「やや不満」「不満」が0名であった。「②折り紙作品を作ることができたか」は、「すべてできた」が10名、「2個できた」が1名、「1個できた」「できなかった」が0名であった。「③折り紙から図形(算数)を見つけたことができたか」は、「できた」が6名、「ややできた」が2名、「ややできなかった」が0名、「できなかった」が2名、「無記入」が1名であった。併せて、「折り紙から見つけた算数」の記述箇所には、「三角形、四角形、頂点、辺、面」などの基本的な平面図形に関する記述が確認された。なお、「できなかった」に該当した児童は、低学年(1・2年)であった。低学年段階では、扱える図形の学習内容が少ないため、今回は、折り紙作品の制作を主たる目標として取り組んだ。図7の右側部分に相当する「④折り紙の配布物や展示品はよかったか」は、「よい」が10名、「ややよい」が1名、「ややよくない」「よくない」が0名であった。「⑤次回も折り紙講座に参加したいか」は、「参加したい」が10名、「分からない」が1名、「参加しない」が0名であった。

自由記述(感想)では、「折り紙と算数を一緒にできるやり方を知れたし、たくさん見つけることができた。」「少し難しい所もあったけど、苦手な算数が少し分かるようになったのでよかったです。」などの記述があり、折り紙の制作活動の中で、算数を学習すること(図形を見つめる)に興味を持たせることができた。また、保護者による自由記述についても、「日本の文化の折り紙から図形の勉強で興味が湧き、非常に有意義な時間となりました。」「何気ない折り紙も視点を変えるとちがった見方で面白くなるのが分かりました。」と折り紙の文化と科学の双方の内容についての興味・関心を示していた。

V. まとめ

本稿では、折り紙の文化と科学の系譜を踏まえて、小学校算数科の図形領域における連続折りの活動を取り入れた折り紙の算数教材を開発し、小学生を対象に本教材を用いて教育実践を行った。その結果から、本教材を用いた図形学習が、小学生に対してどの程度可能であったかを整理すると次の3点になる。

- 1) 連続折りを取り入れた折り紙の制作活動は、同じ作品を何度も繰り返し折ることで、授業時間内で各作品の折り方を習得することができ、興味・関心を持続させたまま、図形の学習へのスムーズな接続ができたこと。
- 2) 児童の主体的な活動の中で、折り紙作品の展開図内にある図形の構成要素(頂点・辺・面)に着目をして、三角形や四角形を見出し、実際にそれらの個数を数えることができたこと。
- 3) 代表的な折り紙作品であるやっこやいす、日常生活にあるFIRE 缶といった既存のものを、図形とみなして考える視点を与えることができたこと。

今回の教育実践では、折り紙作品の展開図のどの図形に着目をして、どのように図形の個数を数える(例えば、重複は避けるや最小の図形のみに着目する)といった具体的な指示は与えておらず、比較的自由度の高い中で授業を展開した。今後は、新学習指導要領での小学校算数科の図形領域への導入を検討しているため、指導内容や評価方法を明確に設定し、再度、教育実践による本教材の有効性の検証を検討している。

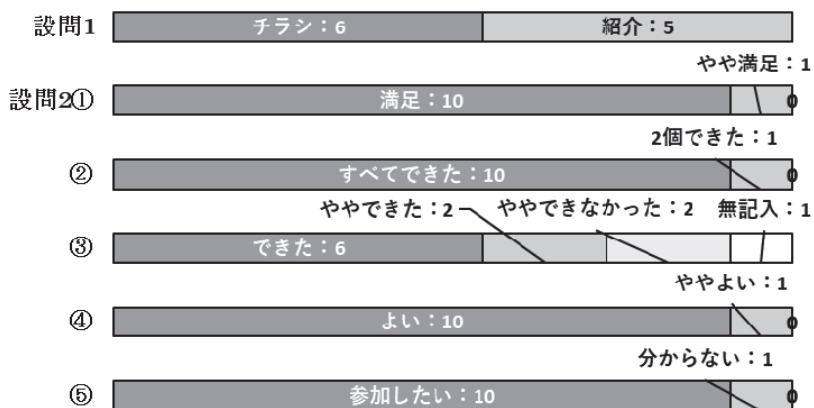


図18 事後アンケート調査の結果(計11名)

付記

本研究は、平成29年度「学まちコラボ事業」認定事業（京都市、（公財）大学コンソーシアム京都）の助成による公開講座の内容をまとめたものである。また本稿は、「葛城元・黒田恭史（2017）「伝承文化を取り入れた小学校算数科における折り紙の教育実践」日本教育実践学会第20回研究大会研究大会論文集，pp.120-121」の内容を大幅に加筆・修正したものである。

注

- 1) 「葛城元・黒田恭史（2016）「科学的思考方法の習得を目指したオリガミクスによる数学教材の開発ーダイヤカット缶を題材としてー」数学教育学会誌，57（3・4），pp.125-139」の「1. はじめに」の内容を加筆・修正したものである。

参考・引用文献

- 岡本和夫ほか（2015）『未来へひろがる数学2』啓林館
- 葛城元・黒田恭史（2016）「科学的思考方法の習得を目指したオリガミクスによる数学教材の開発ーダイヤカット缶を題材としてー」数学教育学会誌，57（3・4），pp.125-139
- 葛城元・黒田恭史（2017）「折り紙数学を用いた解析幾何の教育実践ー高校生を対象としてー」日本・中国数学教育国際会議発表論文集，pp.77-80
- 葛城元・黒田恭史・林慶治（2017）「数学教育における知識創造を目指した数学的探究モデルの設計と教育実践」知識共創，7，pp.IV3.1-10，<http://www.jaist.ac.jp/fokcs/>（2017年10月24日現在）
- 葛城元・林慶治・黒田恭史（2017）「コンテナ船の荷物積載を題材とした折り紙数学教材の開発」数学教育学会秋季例会予稿集，pp.46-48
- 川崎敏和監修・Thomas Hull 編集（2005）『折り紙の数理と科学』森北出版
- キリンビバレッジ株式会社「やさしいパッケージ」ホームページ，<http://www.kirin.co.jp/csv/eco/mission/package.html#pageSection2>（2017年10月24日現在）
- 黒田恭史・岡本尚子（2014）「幾何教育における実践」；黒田恭史編著『数学教育実践入門』共立出版，pp.92-136
- 鈴木正彦（2010）「図形」；黒田恭史編著『初等算数科教育法』ミネルヴァ書房，pp.92-109
- 高木智（1993）『古典にみる折り紙』日本折紙協会
- 東洋館出版社編集部編著（2017）『平成29年版 小学校新学習指導要領ポイント総整理』東洋館出版，pp.88-137
- 西川誠司（2017）『折り紙学 起源から現代アートまで』今人舎
- 日本応用数理学会監修・野島武敏・萩原一郎編著（2012）『折り紙の数理とその応用』共立出版
- 日本折紙協会編著（1991）『秘伝千羽鶴折形＜復刻と解説＞』日本折紙協会
- 日本折紙協会（2015）『おりがみ 4 か国語テキスト100』日本折紙協会，pp.54-57，88-91
- 芳賀和夫（1996）『オリガミクスによる数学授業』明治図書
- 本多功（1969）『日本のこころ 伝統折紙』日本出版貿易
- 松岡淳一（1981）『紙のはなし』さ・え・ら書房
- 三浦公亮（2009）「ミウラ折り」；大賀雅美編集『数学セミナー』日本評論社，48（1），pp.15-21
- 三谷純（2015）『立体折り紙アート』日本評論社
- 文部科学省（2017）「小学校学習指導要領」文部科学省，pp.47-76，http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm（2017年10月24日現在）
- 山口真（1995）『日本のおりがみ辞典』ナツメ社
- 横地清（2004）『小学生に幾何学を教えよう』明治図書
- 横地清（2006）『教師は算数授業で勝負する』明治図書
- 和の技術を知る会（2015）『子どもに伝えたい和の技術2 和紙』文溪堂
- JAXA 第一宇宙技術部門「宇宙航空工学のスピンオフ」ホームページ，<http://www.rocket.jaxa.jp/basic/knowledge/spinoff.html>（2017年10月24日現在）