

ものづくりを通した図形の学習

倉 次 麻 衣

I 研究の目的と方法

- (1) 図形の機能性と有用性に重きを置いた学習活動
- (2) 生活算術と作業主義
- (3) ものづくりの教材を考える視点

II 授業実践と考察

- (1) 第3学年「コマを作ろう」(円と球, 三角形)
- (2) 第5学年「ランタンを作ろう」(角柱と円柱, 錐)

III まとめと今後の課題

I 研究の目的と方法

(1) 図形の機能性と有用性に重きを置いた学習活動

本研究の目的は、問題解決に必要な知識を先に与えるような、ルールが敷かれた現在の図形指導に異議を唱え、児童が自ら既習事項を生かして問題解決を行うことの意義を、実践を通して主張することである。杉山(2006)が、「これからは、これまで以上に数学を利用する機会が増え、数学を用いて事象を数理的にとらえ、そこにある問題を適切に処理できる能力と態度を身につけることが欠かせない社会になる。そうした社会では、すべての子どもが数学を活用して現実世界の様々な事象を表現し、その仕組みを解明し、数学を用いて予想したり問題解決を行ったりすることができるような算数・数学教育をすることが求められる。」と述べるように、何でもボタン一つで結果が得られる現代だからこそ、ものの仕組みを調べたり、より良くするために試行錯誤する態度を学校教育でも育てたいと筆者は考える。

特に、小学校の図形指導においては、言葉の定義に拘らず生活の中にある形の観察や構成を通し、必要に応じて幾何の概念を深めていくことが望ましいと考える。この考え方は、かつて昭和10年から使用されていた『尋常小学算術』(緑表紙教科書)から生活単元学習が色濃く出る昭和26年の指導要領に見ることができる。この指導要領においては、子ども達が生活の事象を考察し、具体的な活動を通して必要な能力を伸ばし、生活の向上に算数を生かす姿勢を算数科の目標をしている。当時『尋常小学算術』の編纂者の一人、高木(1980)が、「図形は人間の生活にどんどころに活用され、役立っているか、どういう生活的意味を持っているかを考えさせることが大切である。一図形の使用性、実用性、生活性が一つの重要な着眼でなければならない。すなわち、人々はどんな図形をどんどころに多く活用しているか、それはなぜか、といういわゆる図形の機能面を探求することにより、図形の性質を一層掘り下げ、生活面への活用と新たなものの創造への関心を高めて行くのである。」と述べるように、筆者も子ども達が学ぶ算数が生活に生かせるものであって欲しいと考える。また、算数を生活に生かす態度を身につけるためにも、ものづくりを通して、試行錯誤しながら改良していく問題解決の面白さを感得してほしい。

(2) 生活算術と作業主義

生活単元学習を遡ると、『尋常小学算術』から大正から昭和にかけてそれまでの理論偏重を批判し、具体的なものについての直観や実験実測を重んじる生活算術が謳われるようになり、その思想が『尋常小学算術』に大きな影響を与えた。東京女子高等師範学校附属小学校(現お茶の水女子大学附属小学校)では、その当時、作業主義が謳われ、当時の『児童教育』には多くの実践を見ることができる。当時これを主張した一人、岩下吉衛(1932)によれば、算数における作業主義の要件として以下の5つを挙げている。

- ①目的活動をすること ②筋肉作業をすること ③生産活動であること
- ④生産喜悦の情を味わうこと ⑤現実味があること

目的に応じて計画的に材料を集めたり、測ったり、構成したりする過程で、試行錯誤をしながら感得する算数のよさやものの考え方がある。ものづくりを算数で扱う教育的価値は、まさに当時の作業主義の考えにあたる。

(3) ものづくりの教材を考える視点

教材を考えるにあたり、学習する図形が機能的に利用されているものであることは勿論だが、前項で挙げた作業主義の5つの要件、中でも①④⑤について、子ども達自身の目的が明確であること、作ってよかったと思えること、実際に使うことを大切にしたいと考える。さらに、図形の学習において、具体物を使って探究活動を行った場合、発見された性質について、いつでも成立するのか、その一般性を確かめる必要がある。出てきた性質について、違う条件の図形で確かめたり、既習事項を使って説明したり、別の方法で確かめたりするなど、個人で見つけただけに終わらず、全体で共有したり吟味したりする時間に重きをおいた。そこで、ものづくりを扱った学習では特に次の3点を教材を考える視点とした。

- ①子ども達の生活場面に則した題材 ②葛藤や試行錯誤が生まれる
- ③既習事項を使って問題解決ができる

Ⅱ 活動実践と考察

前項で述べた目的の下に行った第3学年「コマを作ろう」と第5学年「ランタン作り」の実践（一部）を報告する。

(1) 第3学年「コマを作ろう」（円と球，三角形）

① 実践の概要

本実践は「円と球」の単元で行った。きっかけは、児童が休み時間に画用紙でコマを手作りしていたが上手く回らずに困っている様子を見かけたことである。「円」が未習であるため、コンパスを使わずにフリーハンドで丸い形を描いて画用紙を切り取り、およそ真ん中に楊枝を挿して回してみるものの、バランスがとれずすぐに止まってしまう。それでも回したくて何度か作り直す姿を見て、「もっとよく回るコマを作りたい」と既に自分事になっており、円の機能性や円における中心の意味を試行錯誤しながら学ぶにはよい教材と考えて、「コマ作り」を扱うことにした。

コマ作りの活動は、全部で3回行った。1回作る毎に各自で振り返り、全体で情報交換をした後に次のコマを作った。また、2回目のコマ作りが終わる頃には、自然と集まって回る長さを競う姿が見られるようになったため、コマ大会を実施することにして、大会の開催方法も話し合うことにした。最後は自分でコマの一つ選んで大会を開催し、低学年に向けて「コマのレシピ」としてコマのサイズや作り方をまとめたプリントを作成して活動を終えた。

② 学習活動計画（全10時間）

以下に活動計画を示す。全10時間で実施したが、子ども達のコマ作りは休み時間をはじめとする授業時間外にも及んでいたため、この限りではない。

次	活動名	活動内容
1 円と球の概念	0 身の回りのまるい形 ※事前活動	身の回りにある「まるい形」を探して、Chromebookで写真にとる。写真も含めて、クラスで共有する。（課外で実施）
	1 まるい形を説明しよう (2)	身の回りの「まるい形」が、なぜその形なのか理由を考え、「まるい形」の特徴を機能面から考える。特徴に関する共通点から「円」と「球」の定義をする
	2 円をかいてみよう (2)	1で出た特徴から円のかきかたを考える。ものさしを用いてノートに作図した後、コンパスの使い方を知る。また1の定義を見直し、作図に基づいて洗練させる
2 コマ作り	3 コマ作りをしよう (3)	作ったコマについて、観察や比較を通してわかったこと、作る過程で困ったことやうまくいったこと、その他気づいた改良点について個人→学級で振り返る（改良ポイントを整理して共有する） 全体での振り返りを踏まえて、2回目はどんな工夫をするか明確にした上でコマ作りをし、同様に振り返る（全2回）
3 コマ大会	4 コマ大会を開こう (2)	（2回目のコマ作りが終わったところで）自分が作ったコマを使って友達同士で競う様子を取り上げ、クラスで大会を開く計画をする。大会で、「なにを」「どのように」競うのかを話し合う。 「良いコマ」の観点とは？皆が納得する「公平・公正」な審査とは？
	大会用のコマを作ろう ※授業時間外	コマ作り2回分でわかったこと、コマ大会の話し合いを踏まえて大会用のコマを作る。
	5 コマ大会 (1)	4の話し合いに基づきコマ大会を実施し、振り返りをおこなう

③ 活動の実際

ここでは「コマ作り」に焦点を当てて活動の様子を振り返る。

身の回りの円と球を観察し、自分たちの言葉で「円とは」「球とは」を定義した後、円の作図とコンパスの使い方を扱ってすぐに活動に入った。導入では、遊びの中で見つけたコマ作りの場面について伝え、材料（工作用紙と楊枝）のみ渡してまずは自由にコマを作らせた。直前に円の学習はしているが、あえて円の学習の一環であることは伝えずに活動を始めたので、最初はコマの胴の形が円以外にも四角形や五角形など様々であった。1回目を作り終わった後、ワークシートを用いて、記録を残すための振り返りをさせた。

【1回目のコマ作り振り返り】

1回目のコマは、ほとんどの児童があまり回らず困ったことを書いていた。（図1）

そこで、クラス全体で1回目の振り返りの共有を行った。（図2）振り返りの記述の多くは、胴と

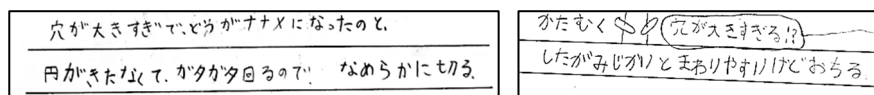


図1 1回目のコマ作りの振り返り

心棒がすぐに外れてしまうため、接着をどうするかに悩んでいるものであった。しかし、全体共有の場では、胴の大きさや心棒の上下の割合、中には重さやバランスについて述べる意見も出てきた。

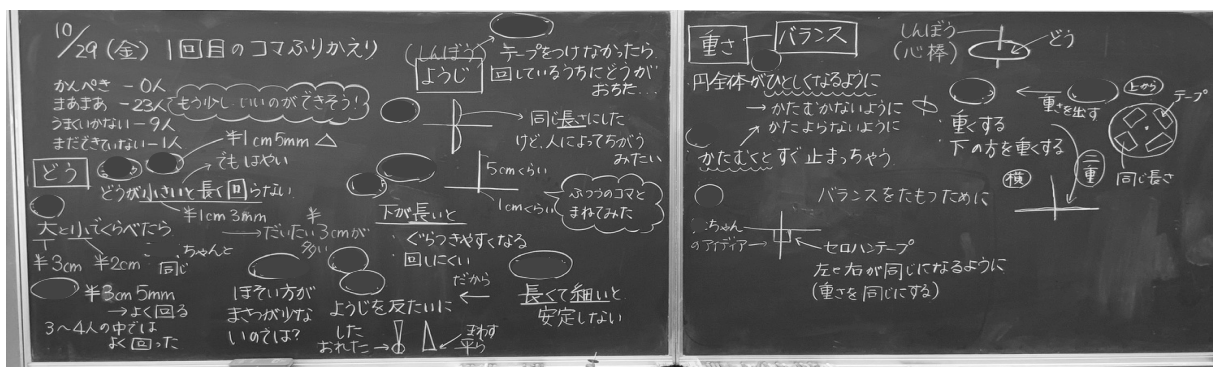


図2 1回目のコマ作りの振り返り共有（板書）

1回目の共有の時間に確認されたことは以下の点である。下に挙げた以外にもたくさん意見やアイデアが出てきたが、例えば楊枝を逆に使った方が良いという意見は、そうしない方が良いという意見も多かったため、おおよそ皆の共通理解が得られたことだけ挙げる。

○胴について

- ・胴が小さいと、回り方は速いが長く回らない。（半径1 cm 3 mm～1 cm 5 mm）
- ・胴の大きさが3 cm～3 cm 5 mmでよく回った人が多かった
- ・胴の形は円がよく回る

○心棒について

- ・そのままだと心棒と胴が外れて回らない。（テープで固定するなど工夫が必要）
- ・胴の上と下の割合は、下を短くする方が安定する

○バランスについて

- ・胴が傾かないようにする
- ・円全体が等しくなるように、固定するテープなどは重さが均等になるように貼る

この場で共有された情報のどれを自分のコマに採用するかは個人に任せ、2回目のコマ作りを行った。2回目以降は、自分のchromebookでコマが回っている様子を記録し、何度も再生してコマが回る様子を観察する姿も見受けられた。（図2）また、胴について、ほと



図3 回っている様子をPCに記録

んどが円形を選択し、半径の大きさや厚さを変えて数種類作って比較する様子、芯棒について、上と下の割合を変えて周り方を比較する様子が見られた。また、この頃になると、授業時間外でも、余った工作用紙でいくつか胴を作り、回り方を比較しながらよりよいものを探究する姿や、友達と競争しながらより長く回るコマを作ろうとする姿が見られるようになった。

【2回目のコマ振り返り】

2回目の共有場面で、1回目よりも良くなったかどうかを尋ねると、約7～8割の児童が前回よりも良くなったと答えた。さらにわかったことを共有していった。(図4)

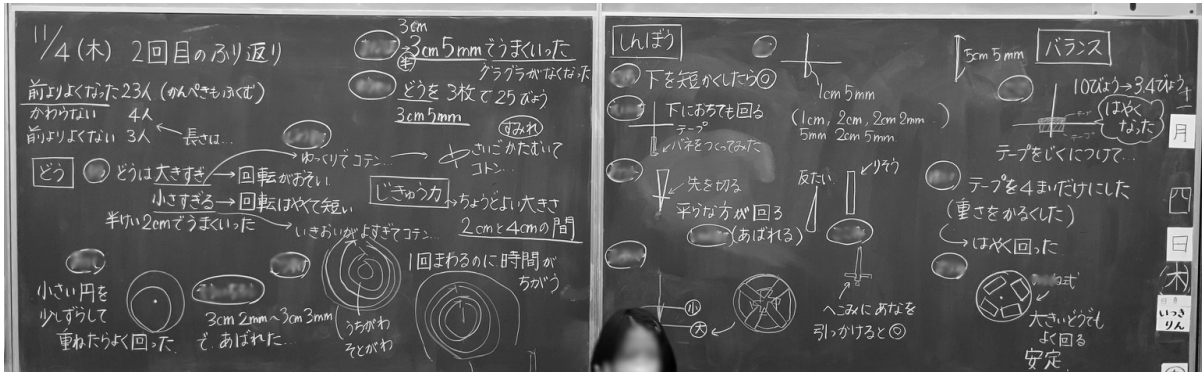


図4 2回目のコマ作りの振り返り共有(板書)

前回の3つの観点(胴、芯棒、バランス)に加えてデザインが観点に加わった。(3クラス中2クラス)新たにわかったことや、前回の内容をより詳しく調べたり観察したりしたことが挙がり、前回に比べると具体的な数値を伴う説明が多くなされていた。この段階では、胴の形は円であることが暗黙の了解になっていた。

○胴について

- ・胴が小さいと勢いがよく回転が早くて短い。胴が大きいと回転が遅く最後は傾いて転ぶ
→胴の大きさが違うと1回まわるのにかかる時間が異なる
- ・胴の大きさは2～4cmの間がちょうどよく、特に3cm～3cm5mmでうまくいった
- ・胴を数枚重ねるとよく回る
- ・コンパスを使ってきれいな円にする(切り取る時に丁寧に)

○芯棒について

- ・胴の上下の割合は、下を短く(1cm～2cm)するとよく回る
- ・円の中心からずれないように取り付ける
- ・胴を2枚重ねると芯棒が外れにくくなる

○バランスについて

- ・円全体が等しくなるように、固定するテープなどは重さが均等になるように貼る(1回目と同様)

○デザインについて

- ・色をぬってコマを回すと円の形になる
- ・模様は回すとわからなくなる
- ・赤と青をぬると、色がまざってきれい

【コマ大会開催の話し合い】

3回目のコマ作りをする前に、コマ大会について話し合うことにした。大会の開催方法が3回目のコマ作りに影響すると考えたからである。コマ大会の話し合いは、「大会」とは何か、何を競うのか、どのように競うのか、順位は必要か、ということを経験の中心として約2時間かけて行った。これまでのコマ作りの経験を通して出てきた観点(競う項目)「回る長さ」「回る速さ」「回る様子」「重さ」「強さ(耐

久性)「回す技」「コマの形」「丁寧さ」「模様」が挙げられた。(図5)「長さ」部門を作ろうとするなど、どの項目もこれまでのコマ作りの経験を通して学んだことが生かされていた。2時間丸々使って、最終的にコマ大会の部門は「長さ」「強さ」「技」「デザイン」の4種類(図6)に絞られた。

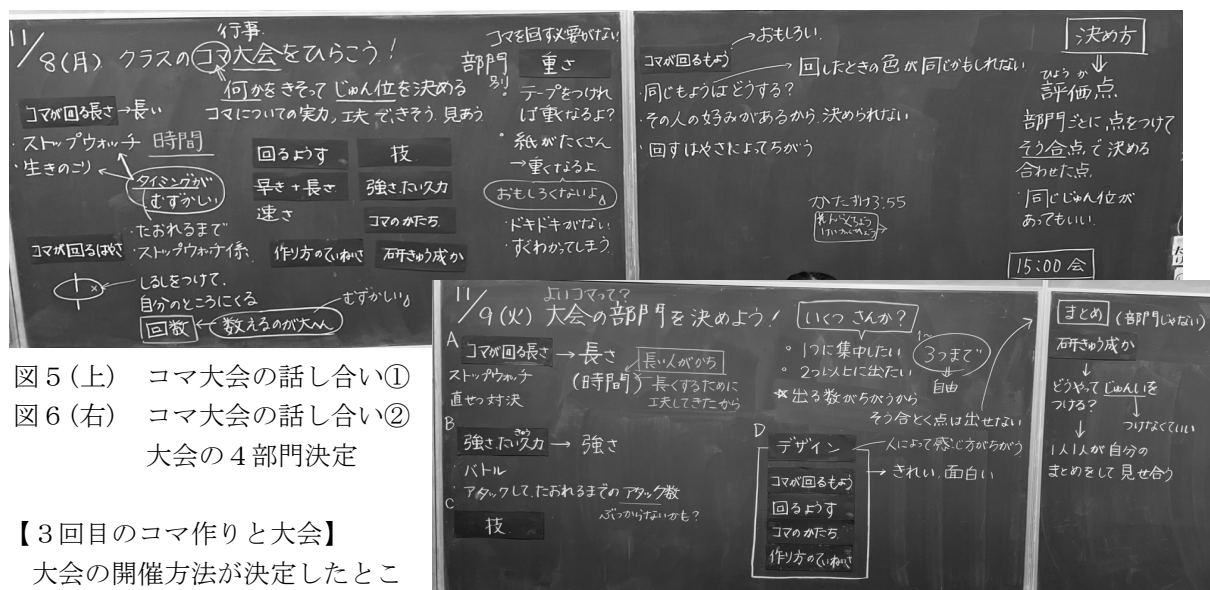


図5(上) コマ大会の話し合い①
図6(右) コマ大会の話し合い②
大会の4部門決定

【3回目のコマ作りと大会】

大会の開催方法が決定したところで、各自3回目のコマ作りを行った。それぞれにエントリーする部門を意識しながらいくつかのコマを作成し、回し方を練習したり、調整を加えたりしていた。3回目は全体での共有は行わず、お互いのコマを見合う機会をコマ大会とすることにした。4部門のうち、最大3部門(いくつに参加するかは任意)に参加できることとし、大会では、コマが回る長さ部門も強さ部門も直接対決でトーナメント戦を行った。長さや強さについては、回し方に依るところが大きいので、話し合いの末、1対戦につき3回までチャレンジして2勝した方が勝ちとした。技とデザイン部門は自分のchromebookで回っている様子や、一番見てほしい角度、技がよくわかるように動画を撮影し、実物とともに展示した。その後、次の要領で審査を行った。

- ・審査は全員が行う
- ・一人10点を持ち点とする
- ・デザインは「形」「色」「模様」「回った様子」の4項目について審査
- ・技は「回し方」「回り方」「面白さ(アイディア)」の3項目について審査
- ・点数の重み付けは自由にできる(図7)
(例えば、No.1の「形」に3点、No.2の「色」に1点 など)
- ・「回った様子」は、予めエントリーした人が撮影した動画を見て判断する。(図8)

No.	色	形	模様	回った様子	合計点	コメント(メモ)
1						
2						
3						
4						
5						

図7 審査用紙



図8 審査の様子

コマ大会自体は、開催方法の話し合いに時間をかけたただけあって、皆が納得の上参加できていたことがスムーズな運営につながった。特に「長さ」部門については1分を超えるコマもいくつか登場し、各クラスの代表が学年優勝を決めるため、休み時間に自主的に集まるなど授業の枠を越えて盛り上がっていた。(図9)

【3回目の振り返りとコマのレシピ作り】

3回のコマ作りを経て、ほとんどの子どもが1回目よりもよく回るコマやきれいに見えるコマを作ることができた。そこで、これまでの3回のコマ作りを通して学んだことやわかったことを3枚目の



図9 長さ対決

ワークシートで振り返った。また、自分が作成した中で一番オススメのコマの作り方を「レシピ」(図10)として画像とコマのデータ、特徴や作るコツ、回すコツを文章でまとめてこの活動を終えた。次に子どもたちの振り返りの記述とレシピを見ていく。

④ 児童の記述より

ここでは、4人の3回の振り返りのワークシートを通して、具体的にどのような探究活動を行なったのかを考察する。以下に挙げるワークシートは左から順に同じ子どもが書いた1回目～3回目の振り返りである。共通するのは、それぞれ回を重ねるごとに改良ポイントや振り返りの内容が数値を伴ってより具体的になっていくことである。

どの形	どの大きさ・あつさ	しんぼうの長さ
円	大きさ 半径3cm あつさ 1mm	上 6cm9mm 下 1cm9mm

★こんなコマです
回したら、グラデーションに見える所があります！このコマは安定していて、指の上でも回ります。1,2回指にふれても、大丈夫です。

★作るコツ
作るときは、裏面にテープを貼るということです。上だと、横棒がきれいに見えません。横棒の時に色を付けると、回したときグラデーションに見えます。心棒は、下が短く、上が長い方がよく回ります。

★回す(あそぶ)コツ
両手で回すとうまく回せます。たまに面白い動きもしますよ！

図10 コマのレシピ

【T児の探究】

算数/こま作り - 記ろくと ふり返り①-

1. 図やデータなど (前回とかえたところなど)
作ったまぶさのわりま
直径...4cm
11つまようじ長さ...5cm
回転した時間...やく7秒

2. 回してみても気づいたこと
ハぼろの下がどうを付けたと安定してよく回る
どうを平にしないとうまく回らない
ようをさかさまにても回転した

3. 次の計画・改良ポイント
ハぼろとどうがしっかりくっつくように作る
どうをきれいな円で書いて作る
どうを安定させるためにふがある

算数/こま作り - 記ろくと ふり返り②-

1. 図やデータなど (前回とかえたところなど)
半径をどのどりで変えたか
2. 2cmの厚さ 3cmの厚さ 6cmの厚さ
1cmの長さ 1cmの長さ 5cmの長さ
1cmの長さ 2枚重ねた物も入れた
どうを安定させるために半径を大きくした
ハぼろを削りかき長い物2種類入れた
どうを二枚重ねた物も入れた
⇒前回は長い時間回った③が一番よく回った

2. 前回とくらべて
1) どうを安定させるために半径を大きくした
2) ハぼろを削りかき長い物2種類入れた
3) どうを二枚重ねた物も入れた
⇒前回は長い時間回った③が一番よく回った

3. 次の計画・改良ポイント
もっと半径の長いどうを作り2枚重ねた長い
つまようじで作って、どうの半径を4cmと5cm
にする

算数/こま作り - 記ろくと ふり返り③-

1. 図やデータなど (前回とかえたところなど)
16分かつて
おきに半円削り
を削りかきどうを
作る
しかりきり
切りぬかぬか
どうか不安定
になてくま
回らなひた
いようを削り
てはかくに削
いたよく回った

2. 3回作ってよくなったところやわかったこと
ハぼろかつまようじの場合、どうの直径は
4cm~6cmにするとよく回った
どうを安定させるため、工作用紙を2枚重
ねるとよく回る!!
ハぼろの下が削りかき長い物がよく回る
ハぼろとどうがくっつくように作ればよく
回る
どうは円でなくても安定して回す
どうは円でなくても安定して回す

図11 T児の振り返り

T児は、1回目から自分が作ったコマのサイズや回った時間をメモとして書き留めている。ほとんどの子どもたちがそうであったように、T児も1つめに作ったコマはすぐに芯棒である楊枝が胴と離れてしまい、あまり回らなかった。すぐに抜けてしまうので、楊枝を逆に刺して試してみたことをきっかけに、楊枝が逆でも回転することを発見した。このように、芯棒が胴と密着せず動いてしまうことは改良ポイントとなるが、そのおかげで芯棒が出る割合によって安定感が違うことへの気づきに繋がった。また、「安定した回転」に着目して観察し、円をキレイに描くことの重要性にも触れている。

1回目の気づきや全体で共有したことを生かして作った2回目のコマは、胴の大きさを半径2cmから3cmに変更し、厚さと芯棒の長さを変えた3パターンで比較している。その結果、どれも前回より長く回ったが、胴は1枚より2枚重ねで、芯棒を長く(上5cm下1cm4mm)したものが一番長く回る結果になった。そこで、3回目はさらに胴の大きさを大きくし、3枚重ねで芯棒も長いものを使ってみることを計画した。3回目のコマ作りでもいくつか作って試している様子が見られた。その結果、芯棒に使っている楊枝(全長約

どの形	どの大きさ・あつさ	しんぼうの長さ
四角	大きさ 4cm あつさ 1mm	上 5cm5mm 下 5mm

★こんなコマです
下に5mmしか、つまようじでがないコマ

★作るコツ
厚さ5mmはかる。
縁が直らないように書く。

★回す(あそぶ)コツ
つまようじを斜めよく回す。

図12 T児コマのレシピ

6 cm) をそのまま使おうとすると、胴の大きさは直径4～6 cmで2枚重ねが妥当であること、芯棒は全体の長さよりも上が長く、下が短いことが長く回るという結論に至っている。さらに、1回目からこだわり続けた「安定」という観点で、胴の形は円以外でもバランスが良ければ回るとし、最後に作ったコマは円を16分割して、1つ置きに円弧を内側に入れる形(図11のイラストを参照)にしていた。一番最後にまとめたコマのレシピでも、円ではなく正方形の胴で作るコマ(図12)を取り上げており、円の対称性に注目していると考えられる。

【S児の探究】

S児は1回目から胴の円の形とデザインにこだわっていた。1回目のコマは半径3～4 cm程度の大きさの円で試していたが、うまく回らず、コマが止まってしまう原因を観察しながら突き止めようとしていた。その結果、胴が傾くとコマが止まってしまうことから、水平の状態では回さないとはいけないことや、円そのものを半径の長さを等しくキレイに描くことの大切さを書いている。

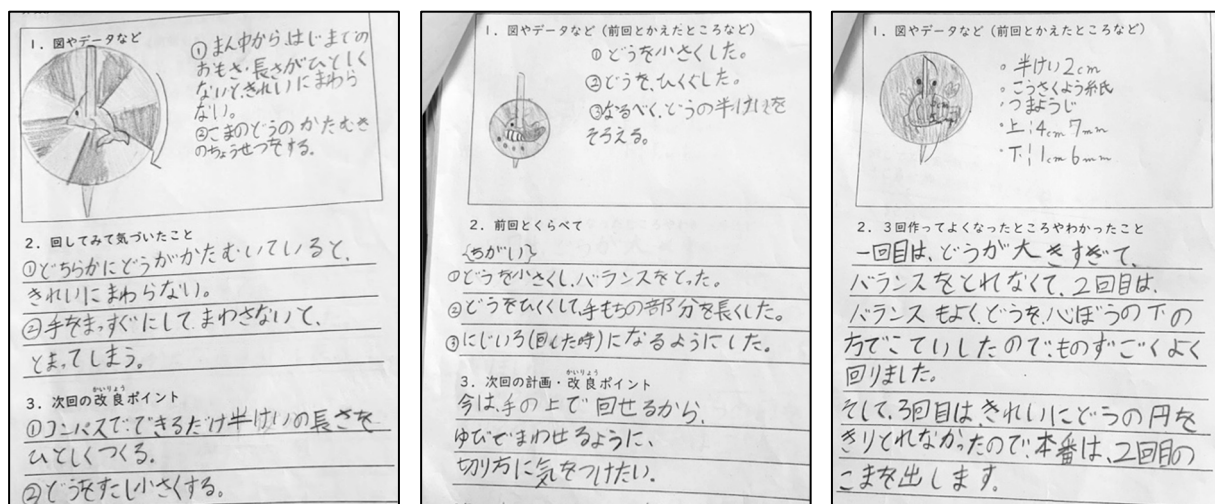


図13 S児の振り返り

2回目は、バランスを考えて胴の円の半径を少し小さくし、芯棒の低い位置に固定した。また、S児は1回目から胴に色をつけて回した時の見え方も観察しており、2回目は虹色を想定して配色を変えた。結果は、前回に比べて回るようになったが、ここでも改良ポイントとして円のキレイさに関して切り取り方に言及している。

3回目は1、2回目の結果を受けて一番良いバランスのコマを作ろうとしたが、課題であったキレイな円を切り取ることができなかったため、大会用には2回目のコマを出すとして書いている。コマのレシピ(図14)でも、作るコツに「円をきれいに切り取る」「つまようじを、中心にさす」の2点が書かれており、コマがよく回る要件として円が正確さと中心の重要性に触れている。



図14 S児コマのレシピ

【Y児の探究】

3回のコマ作りでほとんどの児童が試行錯誤しながら4個以上のコマを作っているが、中でもY児は7個と多く、比較材料が豊富であった。1回目のコマ作りから、コマの重心を低くすること、正確な円を作ることが大切であることには気づいているものの、しばらく中心の穴の明け方や芯棒と胴の接着に悩んでいた。しかし、全体共有の場で胴の半径や芯棒の長さなど具体的な数値が話題になったり、作ったコマを表に整理した友達の取り組みが紹介されたりすることにより、活動に変化が見られる。後半は、

これまでに作ったコマを集めて、「直径」「回った時間」「芯棒の素材」「胴の素材」「胴の形状」を項目として記録を数値化し、データを表にして比較している。(図15) さらに、胴の形を円から正方形に変更してみるが、そのタイミングで問題になっていた芯棒を通す穴を小さくしたため、芯棒が外れずによく回るようになった。その結果、回るようになった理由の1つとして胴の形は四角形の方がよいと結論付けている。

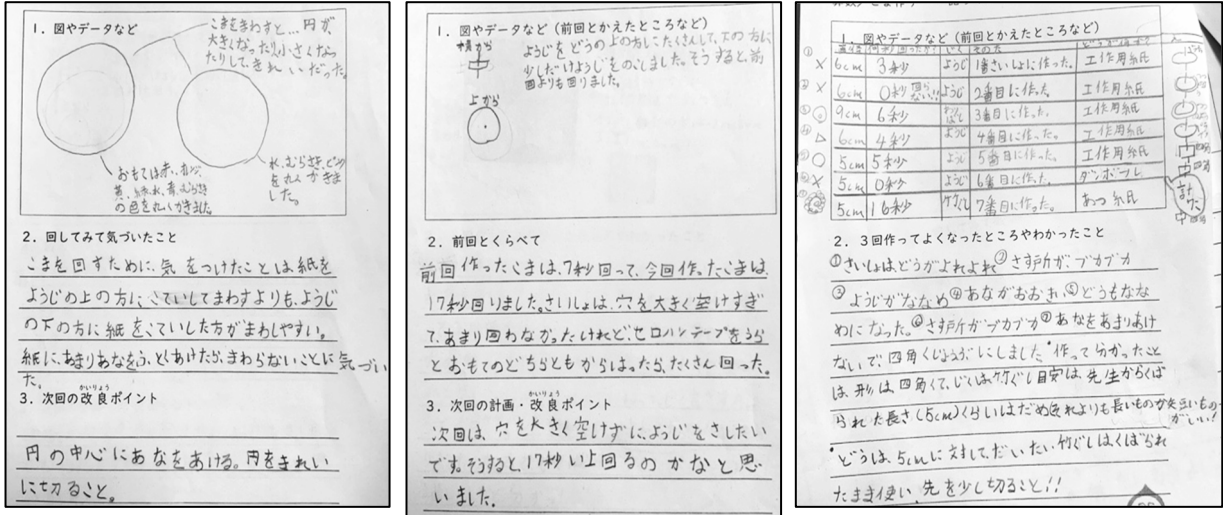


図15 Y児の振り返り

【A児の探究】

A児はコマ大会の「回る長さ」部門で1分以上の記録を出し、学年優勝を果たした児童である。1回目は円の形で胴を作成。何度か回す中で「まわすほう」(芯棒の上側)を長くした方がよく回ることに気づいている。A児は、1回目から周りの友達と一緒に回すことを積極的に行っていた。よって、自ずと自分のコマだけではなく、色々なコマを同時に観察していた。2回目は、胴の形を円から正方形に変えて作っているが、回してみると正方形でも円に見えることを気づきとして挙げている。その結果、前回に比べて「よく回りました」と書いているものの、3回目以降は再度円に戻してコマ作りを進めていった。振り返りには記録が残っていないが、この後、半径の大きさをえたり重ねる枚数を3枚、4枚、6枚とえたりしながらいくつもコマを作って試行錯誤を繰り返して、図16の最後の設計図にあるコマが一番よく回ると結論付けた。

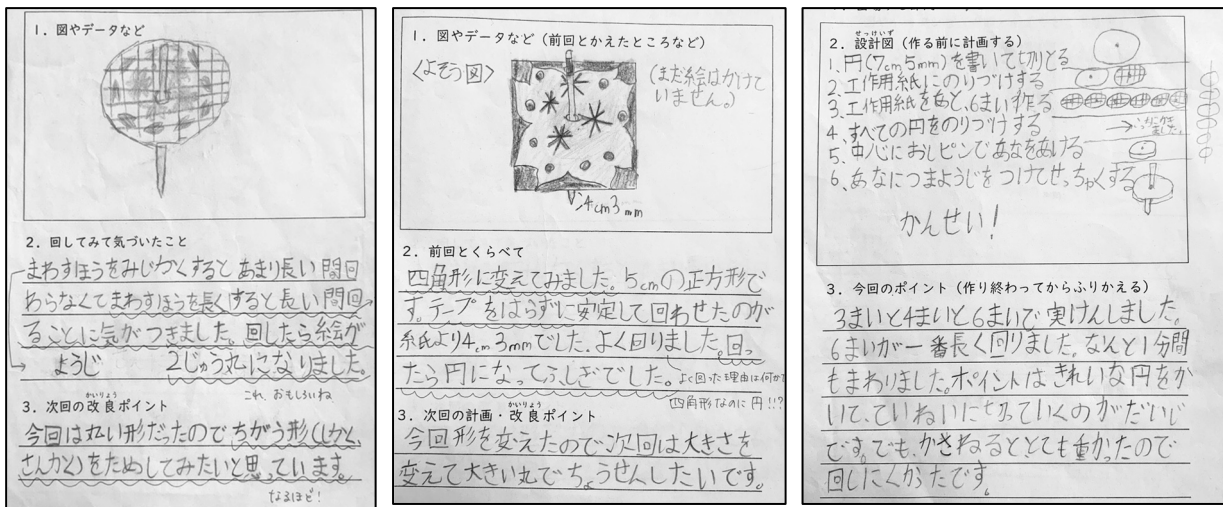


図16 A児の振り返り

優勝後のインタビューや、図16の設計図、後にまとめたレシピ(図17)でもA児が強調したのは「円をキレイに描いてキレイに切る」ことで、表現は違ってもS児やT児も同様に記述している。これは、円の定義でもある「中心からの距離が等しい」という特徴がコマに活かされていることを、活動を通して感得したものと考えられる。

⑤ 発展「胴が三角形ならば？」

ここまで述べてきたコマ作りの活動は、よく回るコマを作るために試行錯誤すること、その経験を通して、当たり前すぎて漠然としていた円の特徴を認識し、実感として捉えることがねらいであった。子どもたちは予想以上に活動に没頭し、観察しながら自然と変数を特定して比較する様子が見られた。そこで、「円と球」の学習後に扱った「三角形」の学習で「胴の形が三角形」を条件にして再度コマ作りの課題を出した。今回は、時間の都合上、純粋に形に着目をさせるため、あえて材料は工作用紙一枚(胴は厚くしない)と楊枝のみとした。また、ここでは個別の課題として共有の時間はとらず、円の時と同じように少なくとも3回は作ることを伝えた。図18のレポートは、前出のY児が書いたものである。なお、この課題の時点では三角形の作図は学習していない。



どうの形	どうの大きさ・あつさ	しんぼうの長さ
円	大きさ 7cm8mm (半径3.9cm)	上 4cm
	あつさ 3.5mm	下 2cm

*こんなコマです
まん中に黒のけししようが三かいてあって、青色のちいさな点が黒のけししようのまわりに8かいてあります。そのまわりになみなみ、みたいなようがいてあります。

*作るコツ
・キレイに切る
・工作用紙をかせねてはりつけるときの、のりずけもはしまでいのにねい。
・つまようじの先をさみで1mmきりとり、やすりであくけする。
・つまようじをとつつけたあと、ポンドでせっかくするときままにまっすぐ。

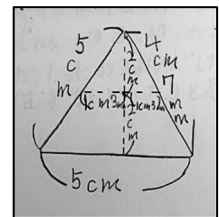
*回す(あそぶ)コツ
回すコツ
・リラックスする
・左右に回していきおいをつける

図17 A児コマのレシピ

～1回目 0秒～

1辺が5cmの正三角形をかこうとしました。

2片までは5cmでかけたけれど、3辺目はその間をつないだら4cm7mmでした。上の頂点から下の辺までの長さをはかったら、4cmだったので、2cmの所にするしをつけました。次に、右左の辺の長さをはかったら、2cm6mmだったので、1cm3mmのところにするしをつけて、コンパスのはりりであなをあけました。そこに、ようじをさしました。この時に、どうの下にようじを少しにしました。まわしてみたら、すぐにとんでいってしまい、まわりませんでした。



～2回目 2秒～

三角形の作り方とあなのあけ方は、1回目と同じです。私はどうを平らにするよりも、まげて、風をきるようにした方がいかなと思った。そうしたら、1回目に作ったコマよりも2秒おおく回りました。けれど、まだ、たったの2秒だけなので、「三角形のコマ」っていがいと作るのがむずかしいんだ」と思いました。

～3回目 11秒～

作り方を考えなおさないといけないなと思いましたが、1回目と2回目は3辺を同じ長さにしたらよいと考えていた。けれど、中心(じく)から、3つの頂点までの長さを同じにした方がバランスがとれるのではないかと考えた。中心から同じ長さといえば円なので、1つの円の中に、正三角形がちょうど入るといいのではないかなと思った。そこで円をかいてみたけれど、どうやって線をひいたら正三角形になるのかなやんだ。1回目と2回目は辺の長さが5cmになるようにしようとしたけれど、3回目は、中心から5cmの三角形になるように半径5cmの円をかいた。(青い線が方がん紙の太い線)1つの頂点は㊸にしようと思った。もう2つの頂点をどこにしたらいいのかわからなかったなので、半径分ずらした円をためしにかいてみた。もう2つの頂点も最初の円の上ののっているはずなので2つの円がかさなった所をためしにもう2つの頂点にして、三角形をかいてみた。そうしたら3辺とも8cm8mmになった。ということは正三角形がかけたということだと思いました。けれど、どうして正三角形がかけたのかは自分でもよく分かりません。でき上がったコマは正三角形の中心にじくがあるコマです。なのでバランスがよくて長くまわるのだと思います。

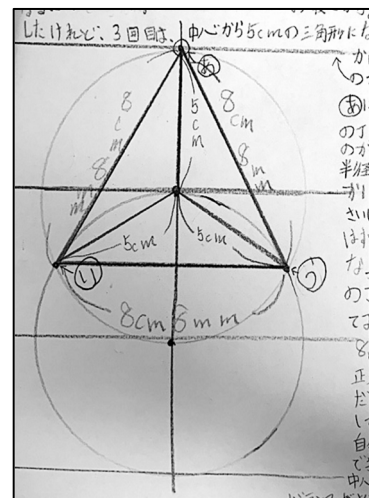


図18 Y児 三角形コマ作りの振り返り

レポートを見ると、学習した二等辺三角形や直角三角形など、正三角形以外の三角形を胴にして回り方を観察した後に正三角形に辿り着くものもいたが、多くは最初から正三角形がよく回ると見当をつけて取り組んでいた。その中でも探究した内容として多く取り上げられていたのは3点、正三角形の作図方法と、正三角形の中心の探し方、正三角形の1辺の長さである。Y児の振り返りを見ると、前半は正三角形の描き方について、3辺の長さが等しい三角形を作図しようと試行錯誤している。さらに、2辺の中点を結んだ線分と、頂点から底辺に下ろした垂直二等分線の交点を胴の中心と考えて芯棒の穴をあけているため、うまく回らなかった。ところが3回目では円でコマを作った経験を生かして中心からの距離に着目し、発想を転換している。作図方法について、いつでもできるか、なぜかけるのか、ということまでは触れられていないが、コマで回すことを前提として正三角形の作図方法を考えることを通し、円に対する理解がさらに深まったと考えられる。このような三角形と円を関連させた試行錯誤の過程は多くの児童の振り返りで見受けられた。円と球の学習後、少し時間が空いての活動であったが、三角形のコマ作りを通して円のよさを感じたり、円の性質やコンパスを活用したりしている様子が見られた。

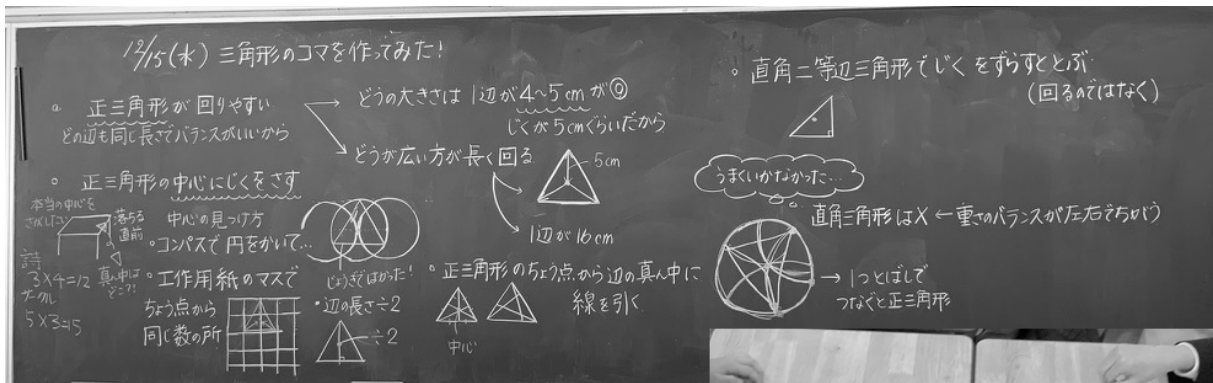


図19 三角形コマ作りの共有（板書）と実際のコマ（右）

⑥ 考察

実践を通して子どもたちの学びが何であったのか、また、この教材の価値は何かを考察する。

1回目のコマ作りではコマを観察する視点が回し方や作り方まで様々だったのに対し、全体でわかったことを共有する時間を取るにつれ、コマの構成要素やその大きさ・長さといった数値に着目する子どもが増えていった。さらに2回目の振り返りでは、半径の大きさを変えると回る速さが変わるなど、関数の見方に触れる発言も出てきた。子どもたちの視点の変容や試行錯誤の過程は振り返りにも表れている。例えば、T児の振り返りを見てみると、1回目に比べ、2回目の振り返りでは、半径の大きさ、軸の長さ、胴の重さ（厚さ）に観点を決めて改良を試みている。Y児の振り返りでは、1、2回目とも心棒の穴の開け方に着目しているが、振り返りの共有の時間に、表にまとめた友達の振り返りに影響を受けて、自らも直径や回った長さ、材料、胴の形を項目として表にまとめている。一人で試行錯誤する時間と、全体での情報共有や友達のコマと比較する時間の往還をしながら、コマの変数（胴の形・大きさ・厚さ・色、心棒の長さ・太さ、重心）を特定し、より良い数値や割合を探していく姿が見受けられた。なお、3回の活動を通して子どもたちがたどり着いた「よく回るコマ」のデータは次の通りである。

胴の大きさ（円）	半径3～4cm（大きいとゆっくり、小さいと速く回転する）
胴の厚さ	3～7枚
芯棒の長さ	できるだけ短い方がよい（指で回せるギリギリのところ）
芯棒の太さ	胴の大きさに対応させて太くする（大きい→太い）
重心	できるだけ重心は下にする。胴の下を短く、上は少し長く
芯棒と胴の位置関係	芯棒と胴が垂直になるようにする。胴を地面に水平にする。
胴の色や模様	模様は回すと円になる。色は混ざって見える
胴の形	正確な円がよい。バランスがよければ円以外でも回る。

もっと人によって最良とするデータにばらつきがあると予想していたが、回を重ねるごとに円の大きさや心棒の上下の割合など、ある程度収束していった。

「円と球」の学習においては、中心から等距離の点の集合としての円の定義や性質、作図方法を学ぶことが主な内容であるが、よく回るコマを考えることによって、自然と円の定義や性質を使おうとしていた。また、コンパスの使い方については練習の時間をあえて取らずとも、積極的によりキレイに作図する方法を研究し繰り返しかく姿が見られた。今回は詳しく述べていないが、コマ大会で部門を考える際には、どのように速さや長さを比べるのかについて、測定の仕方を話し合う場面もあり、図形以外にも測定の考え、比べ方と数値化の考えが生かされていた。

また、コマ作りの活動を通して探究のプロセスを経験したことも大きな学びになった。コマを作るにあたって、改良できそうな点（変数）は何かを考えること、作ったコマをよく観察し、改良点を絞ること。よく回っている他のコマと比較して違いを見出すこと、改良した結果、何が変わったのか比較すること、さらに仮説を立てて次のコマで実験してみることを繰り返しながらより良いものを作っていく。円のコマ作りで経験したことが三角形のコマ作りでも生かされていた。

以上のことから、このコマ作りの活動は次の点で価値があったと考える。

- ・自分事として試行錯誤に没頭できる
- ・友達のコマと比較したり情報共有をしたりすることでコマの変数を特定し自分で選んで改良できる
- ・改良を加えたものを簡単に試行・観察することができる。
- ・材料や作り方がシンプルなので何度も作り直しが可能。
- ・作りながら構造を考えるを通して、図形の性質や測定の考えに気づくことができる。

(2) 第5学年「ランタンを作ろう」(角柱と円柱, 錐)

① 実践の概要

学年の行事で、夜の校庭でピクニックをするという児童企画を行なった。その際に、企画していた実行委員の児童から校庭には照明がないので懐中電灯かランタンを使用したいとの申し出があった。良い機会なので、既製品ではなく算数の立体の学習につなげて手作りできないかと考えた。第五学年では円柱と角柱の学習をする予定であったので、LED豆電球を入れる外側の箱を作成し、オリジナルのランタンを作ることにした。立体の学習として、小学校で錐体は扱わないが、柱体と錐体を比較することで柱体の特徴がより明確になること、ランタンと聞いて錐体を思い浮かべる児童もいると予想されたことから、円錐と角錐も同時に扱うことにした。

活動は、立体模型を使った仲間分けから行い、構成要素に着目して弁別ができるようになったところで、ランタン作りに移った。展開図を作って組み立てることにしたが、最初に作ったものの半数以上はうまくいかず、ほとんどの児童が2つ目を作るようになった。うまくいかなかった点を共有することで、側面の図形の特徴や底面と側面の関係、図形の合同に着目した意見が多く挙がってきた。

② 学習活動計画 (全6時間)

次	活動名	活動内容
1 錐体と柱体	立体の仲間分け(1)	立方体, 直方体, 四角柱, 正三角柱, 正五角柱, 正六角柱, 円柱, 正四角錐, 正三角錐, 正五角錐, 正六角錐, 円錐の模型を提示し, 班ごとに仲間分けを行う。人によって判断が変わるのではなく「誰でも納得できる」観点で仲間分けをする。底面の形と側面の形で名前をつける。
2 ランタン作り	展開図をかこう①(1)	自分が選んだ形・サイズで豆電球が入るカップの覆いを作る。工作用紙に展開図をかくて組み立てる。
	展開図をかこう①(1) 振り返り	前時の活動を振り返って, うまくいったこと, いかなかったことを共有する。正確な展開図のかき方について話し合う。
	展開図をかこう②(1)	話し合いを通してわかったことを活かして2回目の立体作りを行う。

③ 活動の実際

まずは、立体模型の仲間分けから始めた。班ごとに13種類の立体模型を「誰でも納得いく」観点で仲間分けをする。多くの班が図形の構成要素に着目して仲間分けをおこなった。(図20) 面、頂点の数、底面・側面・断面の形などが挙がり、底面に対して側面が垂直で長方形のものを柱体、一番上が頂点で側面が二等辺三角形であるものを錐体ということにした。また、その中でも底面が円であるものを円柱、円錐と呼ぶことを共有し、次の活動に移った。

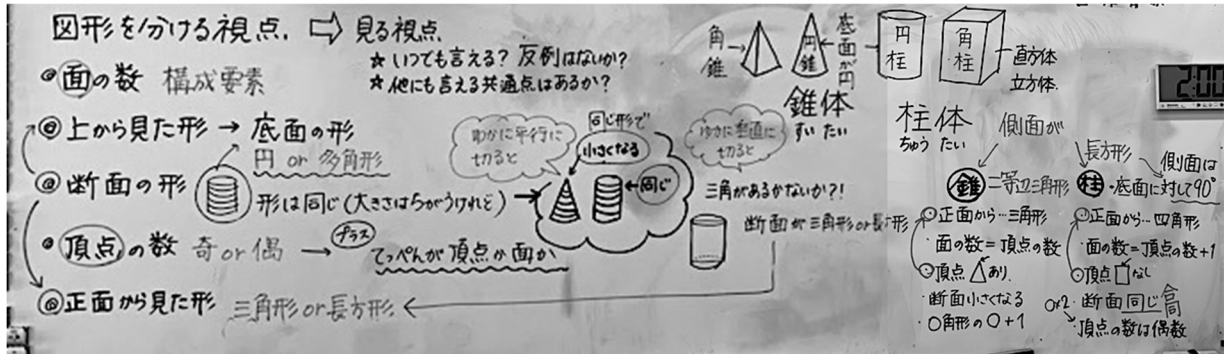


図20 立体図形の仲間分け

工作用紙を1枚配り、柱体でも錐体でも好きな形でランタンを作ることにした。ランタンは、LED豆電球を入れるカップを覆うため、実際に使うカップを提示して必要な長さは自分で測るように伝えた。(図21) 柱体(立方体と直方体を除く)と錐体の展開図は学習していないため、必要に応じて立体模型を手元に置いて観察したり面を写し取ったり、紙に概形をかいて試しに組み立ててみた後、工作用紙に作図したりする児童もいた。(図22)



図21 サイズを測る様子 (左)

図22 展開図をかく様子

作り終わった後、共有の時間(図23)を取ると、予想通りのものが作れた児童はごくわずかであった。うまくいかなかった点は大きく以下の2点であった。

- ・出来上がったランタンにカップが入らない
- ・側面を折って組み立ててみたら、端の辺と辺の長さが違ってぴったり閉じない

前者の問題が起きた多くの形は、三角柱と、錐体である。カップの底面(円)の直径を測って三角形のサイズを決めたものの、円が三角形からはみ出してしまった。また、錐体においては、下が入っても上にいくほど幅が狭くなるため、つかえてしまう。後者の問題については、作図をする上で、側面がすべて合同な二等辺三角形、または長方形になっていないことが原因として挙げられた。この時点で合同な図形は未習であったが、同じ形にするために、辺の長さがぴったり等しくなるようにすること、角度を等しくすることが改善点に挙げられた。また、円柱を選んだ児童からは、側面になる長方形の横の長さがわからず、適当に切ったら足りなくなってしまうことも報告された。そこで、子ども達から問いとして出てきた「底面の

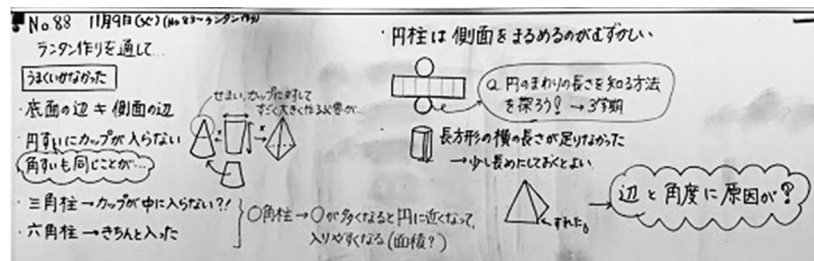


図23 ランタン作りの共有



円の周りの長さを知る方法」と、「合同な図形をかく方法」について、自然な流れでこの活動の後に扱うことになった。

問題点の共有と、上手くいく作図のコツを共有した後、もう一度ランタン作りを行い、側面を好きな形に切り抜いてセロハンや半紙を貼って完成となった。作ったランタンは学年の行事で使用し、活動を終えた。(図24)



図24 子ども達が作ったランタン

④ 考察

後日、ある児童が底面がハート型の柱体を家で作って持ってきた。今回の活動を経て、底面の周りの長さと側面の長方形の関係に気づき、そのきまりを使えば底面が別の形でも柱体を構成できるのではないかと考えた作ったものだという。第1・2時の仲間分けで、側面や底面の形や関係など、構成要素に着目し、話し合いの上では弁別できるようになったと思われたが、実際に第3時以降で作ってみると、わかっているようでも上手くいかないことが出てきた。失敗したことを振り返ったり、よく観察したりすることを通して、錐体において、側面の二等辺三角形の辺の長さや頂点の角の大きさが全て等しいこと、柱体において、側面の長方形を合わせると1つの大きな長方形になることなど、改めて「わかること」があった。また、うまくいかなかったことを解決するために、次の問いが生まれ、自然な流れで次の学習に繋がっていったことも、一つの発見である。

Ⅲ まとめと今後の課題

算数を生活に生かせる子どもになって欲しい。そのために、授業を通して試行錯誤しながら改良していく面白さを感じたり、既習事項を使って、問題解決の糸口を見つける経験をしたりすることが大切であると考え、授業や教材の在り方を模索してきた。図形の性質について、子どもの探究活動だけで網羅できるわけではない。活動後も、スパイラルな扱いが必要であるし、習熟を図る機会も大切である。しかし、今回の2つの実践を通して、ものづくりを通した図形の学習は、生活場面で図形が機能的に活かされていることを実感するのはもちろん、自分達で算数を創っていく楽しさや、目の前の課題を解決したいという意欲・探求心を生むという点で、意義のある取り組みだと考える。今後も新たなものづくりの教材を探し実践していきたい。

引用参考文献

- 岩下吉衛 (1930) 「作業主義算術教育の狙ひ所」『児童教育』24巻13号 pp. 24-32
- 岩下吉衛 (1932) 『作業主義郷土算術教育』明治図書
- 杉山吉茂 (2009) 『生かす算数・生かす数学シリーズ』「はじめに」日本教材文化研究財団
- 高木佐加枝 (1980) 『「小學算術」の研究』東洋館出版社