

綿棒を使ったパズルゲームの教材開発とその実践

難波悟志¹, 石渡哲哉²

本論文は、身近なものから生じる事象に現れる疑問の算数による解決を経験させることを通して、児童の算数に対する学習意欲を高めることをねらいとして行った実践の報告である。題材として、綿棒を使ったパズルゲームを取り扱った。実践は、2003年の夏休みに岐阜県岐南町で開講された算数数学ワールドで小学校3年生を対象に行った。ここでは、実践時における児童の姿を中心に報告する。
<キーワード>有用性, パズルゲーム, 規則性

1. はじめに

最近、算数嫌いの子どもが増えているという報告がなされている（国立教育研究所 [1], 数学教育学研究所 [2]）。現時点では、国際的にみても我が国児童の算数の能力は低くない。しかし、今後、算数嫌いから学習意欲が減退し、勉強をしなくなることで、算数の能力が下がっていくことが懸念されている。算数嫌いの原因としては、児童が算数の有用性をあまり感じていないことが挙げられる。なぜならば、有用性を感じていなければ、学ぶ意味が理解できず嫌いになってしまうからである。

そこで、本実践は、児童の算数に対する学習意欲を高めることをねらいとした。そのためには、身近なものから生じる事象に現れる疑問の算数による解決を経験させることが必要であると考えた。このような経験を通して、有用性を感じ、算数を学ぶ意味を理解し、学習意欲の高まりにつながると判断したからである。

なお、この実践は、平成15年7月30日に、岐阜県の岐南町役場で小学校第3学年10人を対象に行ったものである。

2. 教材設定の背景

本実践では、教材として、綿棒を用いたパズルゲームを取り扱った。その背景を二つの観点から述べる。

パズルゲームを選んだ理由は二つある。まず第一に、小学校3年生にとって身近であり、とりかかりやすいからである。第二に、児童が疑問に思う場面をつくりやすいからである。後ほど紹介するが、今回扱うのは、マッチ棒を使ってよく行われる簡単なパズルゲームに少し手を加えたものである。ただ、このパズルゲームは成り立つ場合と成り立たない場合がある。しかし、児童は、パズルゲームは必ず成り立つものだと思っている。このようなことから疑問が生まれ、解決へ向かう強い意欲が芽生えると考えた。

綿棒を教具に選んだのは、安全だからである。今回の対象は小学校3年生であるため、万が一、児童の目に入っても大丈夫なように、マッチ棒より安全である綿棒を選んだ。また、綿棒は左右対称であることもその理由である。マッチ棒は、完全に対称ではなく、「向き」があるので、児童の目が本質とずれたところにおいてしまう恐れがあるからである。

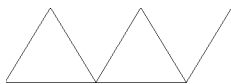
¹岐阜大学大学院教育学研究科

²岐阜大学教育学部

3. 教材について

3.1. パズルゲームの紹介

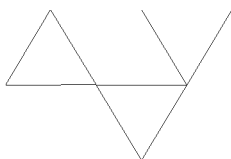
綿棒を用いたパズルゲームのルールを説明する。



(図1)

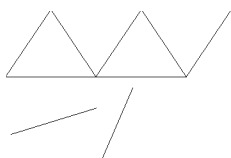
このように、各辺が綿棒でできた辺を共有しながら横に並んでいる三角形からなる図形を与える。

ここから綿棒を動かすことにより、バラバラの三角形、つまり、辺を共有していない三角形からなる図形にするのである。例えば、図1を以下のような図形にする(図2)。



(図2)

ただし、すべての綿棒を三角形の一辺として使うことにする。つまり、次にあるような図形(図3)は認めない。



(図3)

ただ単に、三角形をバラバラにするだけなら、ゲームとして面白くないので、綿棒を動かす回数と形の種類の多さという二つの点に着目した。例えば、上に挙げた二つの形(図2)は、いずれも図1の図形から綿棒を2回動かせばできる形である。つまり、綿棒を動かす回数と同じでも、何種類かの形が作れるわけである。そこで、今回のゲームでは、バラバラの三角形にするのに、できるだけ綿棒を動かす回数が少ないものを見つけることにした。さらに回数と同じ場合、できるだけ多

くの種類の形を見つけることにした。

ルールをまとめると以下のようなになる。

1. 辺を共有している三角形からなる図形を綿棒を動かしてバラバラ(辺を共有していない三角形)にすること。
2. 綿棒はすべて三角形の辺として使うこと。
3. できるだけ綿棒を動かす回数が少ないものを見つけること。
4. 綿棒を動かす回数が同じ場合、できるだけ多くの種類の形を見つけること。

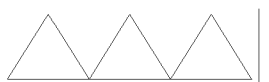
3.2. ゲームの数学的背景

上で紹介したパズルゲームには、成り立たない場合がある。例えば、以下の図形(図4)では成り立たない。



(図4)

この図形をバラバラにすることを考えると、図5にあるように3つのバラバラの三角形はできるが、どうしても綿棒が2本余ってしまうのである。



(図5)

次に、パズルゲームが成り立つ場合について説明する。

辺を共有して横にならんでいる三角形(図1, 図4)は、三角形の個数を x , 綿棒の本数を y とすると、 $y = 2x + 1$ となり、その関係は以下の表のようになる。

x	1	2	3	4	5	6	7
y	3	5	7	9	11	13	15
	8	9	10	11	12	13	...
	17	19	21	23	25	27	...

一方、辺を共有しない三角形は、三角形の個数を s 、綿棒の本数を t とすると、 $t = 3s$ となり、 t と s の関係は以下の表のようになる。

s	2	3	4	5	6	7	8	9	...
t	6	9	12	15	18	21	24	27	...

このパズルゲームは、上の二つの表の綿棒の本数が一致したときしか成り立たない。すなわち、図1のパズルゲームは、二つの表の綿棒の本数が一致している9本なので、ゲームとして成り立つのである。逆に、図4のものは、二つの表の綿棒の本数が一致していない11本の図形なので、どのように綿棒を動かしても、綿棒をすべて三角形に使うことができなかつたのである。この場合

$$11 = 3 \times 3 + 2$$

となり、綿棒が必ず2本余ることになるのである。

児童に配る綿棒の本数は30本とした。これは、小学校第3学年のこの段階では、九九のかけざんで $3 \times 9 = 27$ までしか習っておらず、 3×11 や 3×12 などの2けたの数の計算は難しすぎると判断したからである。特別に $3 \times 9 = 27$ の次の $3 \times 10 = 30$ は理解できるものと判断し、扱うことにした。

3.3. 授業の流れ

このようなパズルゲームの背景から、次の二つの授業の流れを構成した。一つ目は、はじめから、パズルゲームが成り立つものと成り立たないものがあることを紹介し、児童が

自分でパズルゲームとして成り立つものを見つけたものである。二つ目は、はじめにパズルゲームとして成り立つものだけを児童に与えて遊んでもらい、パズルゲームに慣れる。そのあとに児童が自分でパズルゲームをつくるというものである。

一つ目の良い点として、はじめからパズルゲームとして成り立つものと成り立たないものを紹介するので、児童が自分でパズルゲームをつくる時に、「成り立つものと成り立たないものの違いを調べる」という課題が明確になることが挙げられる。

一方、二つ目の良い点として、児童が自分でパズルゲームをつくる時には、まだパズルゲームとして成り立たないものがあることを知らない。そのために、自分でつくったパズルゲームがパズルゲームとして成り立たないものになったときに、とても驚き、疑問を持つことで、意欲を強く持つであろうことが挙げられる。



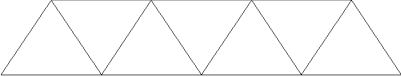
本授業のねらいは、身近なことから生じる疑問を算数を使って解決し、学習意欲を高めることである。従って、意欲が高くなると予想した二つ目の授業の流れに沿って実践を行った。

なお、児童にパズルゲームのルールを提示する際には、教師側から与えるのではなく、児童から引き出す方法を取った。これは、対象となる児童が小学校3年生であるので、教師側から4つもルールを押しつけてしまつては混乱してしまうと判断したからである。

4. 授業の流れ

4.1. 第一時

ねらい：ゲームの内容を理解し、楽しく、より多くの形をつくることができる。

活動内容	ねらい	指導・援助
<p data-bbox="236 394 836 434">この図形の中にはどんな形がありますか？</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・ 三角形がある。 ・ 三角形が重なっている。 ・ 綿棒を動かすと三角形が3つになる。  <p data-bbox="236 824 667 913">くっついている三角形をバラバラの三角形にしよう。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 回数にこだわる 何種類もの形をつくるのではなく、回数にこだわり、最低回数を見つける。それだけではなく、自分で回数を決めて、その回数で三角形をバラバラにできるのかを試す。 2. 形の多さにこだわる 例えば、回数を3回なら3回と固定して、その回数の中で、できるだけ多くの形をつくりだす。 3. 綿棒が15本の場合の問題に挑戦する  <p data-bbox="233 1585 849 1662">まとめ 友達が何回でどんな形のバラバラの三角形にできたのかを見る。</p>	<p data-bbox="880 362 1123 483">・ ゲームのルールを理解することができる。</p> <p data-bbox="880 1585 1123 1751">・ 友達のつくった三角形を見て、いろいろな場合があることを知る。</p>	<p data-bbox="1155 362 1426 439">・ どんな形があるかな？</p> <p data-bbox="1155 488 1426 609">・ では三角形はどのようなになっていますか？</p> <p data-bbox="1155 618 1426 739">・ では三角形を3つにしてみてください。</p> <p data-bbox="1155 748 1426 958">・ 今日は、今やってくれたように三角形をバラバラにしていろいろな形をつくってもらいます。</p> <p data-bbox="1155 967 1426 1178">・ もう一つの約束として、綿棒を動かす回数をできるだけ少なくしてもらいます。</p> <p data-bbox="1155 1576 1426 1742">・ 最後に友達がどのような形をつくったのか見てみましょう。</p>

5. 実際の児童の姿

全体的に、楽しそうに活動している児童の姿が目立った。ほとんどの児童が興味深そうにゲームに取り組んでいた。ルールをこちらから押しつけるのではなく、児童から引き出す方式をとったので、導入には時間がかかったが、一旦ゲームをはじめてからは迷うことなく遊べていた。

一時間目は、バラバラの三角形にする際の回数にこだわる児童と、同じ回数の中でどれだけ多くの形ができあがるのかにこだわる児童がいた。

回数にこだわる児童は、ルール通り、まず、綿棒を動かす回数をいかに少なくするかに挑戦していた。多くの子が、最低回数である2回というところに到達し、1回綿棒を動かすだけでは、バラバラの三角形にならないことに気づいていた。そして、2回が最低回数だということを確信すると、今度は、いかに多くの回数でバラバラの三角形にできるのか挑戦する子と、1回ずつ回数を増やして、3回でできるかどうか、4回でできるかどうかなどを確かめる子に分かれていった。

形にこだわる児童は、回数を完全に固定して取り組み、多くの形をつくっていた。ある三角形を固定して、ある三角形だけをバラバラにして、違う形をつくっていたというよりは、動かしているうちに偶然、ある形ができていたという感じであった。

一時間目の授業が終わりに差しかかると、自分で綿棒の本数を変えて新しいパズルゲームをつくりたいという意欲的な児童も現れた。

二時間目は、パズルゲームが成り立たない場合に直面し、全ての児童が「なぜだろう？」という疑問を持った。その後、パズルゲームとして成り立つものと成り立たないものの違いについて理由を理解できた児童と理解できない児童とに分かれた。

理由を理解できた児童は、パズルゲームとして成り立つものと成り立たないものについ

て、それぞれの綿棒の本数を表にまとめるうちに理由を理解した児童もいれば、成り立たないものは綿棒が必ず1本か2本余ることに気づいて理解した児童もいた。

理由を理解できなかった児童の中には、パズルゲームは完成できるものだと信じて、ずっとパズルゲームとして成り立たないものをやりつづける児童がいた。この他にも、成り立つものを見つけるまで綿棒の本数を変えつづける児童がいた。

授業の最後には、バラバラの三角形だったら3の倍数の綿棒の本数のときにパズルゲームとして成り立つから、四角形だったら4の倍数の綿棒の本数のときに成り立つと気づいた児童もいた。

6. まとめと課題

全ての児童がパズルゲームの成り立たない場合に直面したときに疑問を持ち、約半分ぐらいの児童が、算数を使ってパズルゲームが成り立つものと成り立たないものの違いについて、その理由を理解できていた。このことから、身近なものから生じる事象に現れる疑問の算数による解決を経験させることができたと考えられる。また、三角形の場合だけでなく、四角形の場合についても、4の倍数の綿棒の本数であれば、パズルゲームができるというように、児童自ら発展したのものに取り組む意欲的な姿が見られたので、算数に対する学習意欲を高めるといふねらいが達成できたと考えている。

しかし、課題も多く残った。一つ目は、一時間目のゲームの導入に時間がかかりすぎたことである。これは、簡単に言ってしまうと児童からルールを引き出す方法を取ったからである。この方法だと、児童にわかりやすく、ゲームをはじめてから迷うことなく遊べる利点はあるが、児童から予想していなかった意見が出ると、どうしても導入に時間がかかりすぎてしまう。これに対する改善策としては、

児童が混乱しないようにルールを簡単にしたり、ルールの数を減らすことが考えられる。

二つ目の課題は、一時間目のゲームの位置付けがはっきりしなかったことである。この教材では、二時間目のパズルゲームが成り立つものと成り立たないものの違いについての理由を理解することが主な目的である。すなわち、一時間目は、二時間目に理由を理解するためにパズルゲームに慣れるためのものである。しかし、一時間目の授業を、友達がつくった形を見せ合うことで終えてしまったため、中途半端になってしまった。これに対する改善策としては、授業を二時間続けて行うことが考えられる。このようにすれば、ゲームはあくまで教材全体の導入となるからである。

三つ目の課題は、パズルゲームとして成り

立つものと成り立たないものの違いについての理由を理解できなかった児童に対してうまく援助できなかったことである。この児童は、結局、パズルゲームは絶対に成り立つものであると信じてパズルゲームをやり続けていたので、授業を一旦止めて、パズルゲームが成り立たないものもあることを確認すればよかったのではないかと考える。

引用・参考文献

- [1] 国立教育研究所, 1997, 中学校の数学教育・理科教育の国際比較, 東洋館出版社.
- [2] 数学教育学研究会, 2001, 新版数学教育の理論と実際<中学校・高校>, 聖文社.
- [3] 文部省, 1999, 小学校学習指導要領解説一算数編一, 東洋館出版社.