

算数・数学のおすすめラインナップ

算数・数学のお役立ち情報を掲載しています。

算数のABC



算数の基本的な学習内容や指導法について分かりやすくていねいに解説しています。校内研修や初任者研修で活用していただけます。



<https://www.nichibun-g.co.jp/data/education/abc-series/abc-series017/>

データの活用



●「データの活用」
指導の初歩の初歩



<https://www.nichibun-g.co.jp/data/education/e-other/e-other021/>



●「データの活用」
新教材の指導の手引き



<https://www.nichibun-g.co.jp/data/education/e-other/e-other036/>

機関紙『ROOT』



算数・数学にゆかりのある方々へインタビューしている「Hello Mathematics!」や連載企画「授業改善のヒント」、「数学偉人伝」などを掲載しています。



<https://www.nichibun-g.co.jp/data/education/root/>

ROOT No.29

日文教育資料 [算数・中学校数学]

令和4年(2022年)6月30日発行

編集・発行人 佐々木秀樹

発行所 日本文教出版株式会社
〒558-0041 大阪市住吉区南住吉4-7-5
TEL: 06-6692-1261

本書の無断転載・複製を禁じます。

CD33587

日本文教出版 株式会社

<https://www.nichibun-g.co.jp/>

大阪本社 〒558-0041 大阪市住吉区南住吉4-7-5
TEL:06-6692-1261 FAX:06-6606-5171
東京本社 〒165-0026 東京都中野区新井1-2-16
TEL:03-3389-4611 FAX:03-3389-4618
九州支社 〒810-0022 福岡市中央区薬院3-11-14
TEL:092-531-7696 FAX:092-521-3938
東海支社 〒461-0004 名古屋市東区葵1-13-18-7F・B
TEL:052-979-7260 FAX:052-979-7261
北海道出張所 〒001-0909 札幌市北区新琴似9-12-1-1
TEL:011-764-1201 FAX:011-764-0690

ROOT

2022
No.29

Hello, Mathematics!

「数学」の中にある
アートとしての感動
数学アーティスト 岡本健太郎

本資料は、一般社団法人教科書協会「教科書発行者行動規範」に則り、配布を許可されているものです。

※本冊子掲載QRコードのリンク先コンテンツは予告なく変更または削除する場合があります。
※QRコードは、株式会社デンソーウェブの登録商標です。

日文の教科書情報
詳しくはWebへ!

日文 検索

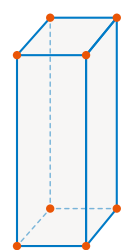


未来をにう子どもたちへ
日本文教出版

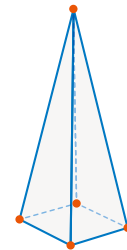


へこみがない多面体は、
すべて次の式で表される性質を持っています。

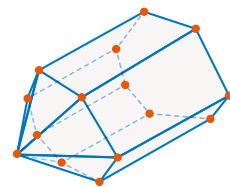
$$(\text{面の数}) + (\text{頂点の数}) - (\text{辺の数}) = 2$$



$$6 + 8 - 12 = 2$$



$$5 + 5 - 8 = 2$$



$$15 + 15 - 28 = 2$$

これを、オイラーの多面体定理といいます。

CONTENTS

2 Hello, Mathematics! 「数学」の中にある アートとしての感動

数学アーティスト 岡本 健太郎



6 授業改善のヒント 小学校編 図形領域で扱う面積の指導は どうあるべきか

滋賀文教短期大学准教授 松宮 孝明

8 中学校編 文字式による説明の指導

福岡教育大学准教授 岩田 耕司

10 いまこそ! おうちゲーム

12 読み解く数学偉人伝 吉田 光由

帝塚山大学教授 城田 直彦



取材協力 株式会社コトノネ生活 (P.2~5)
株式会社タンクフル (P.2~5)
有限会社中村編集デスク (P.10~11)
撮 影 河野 豊 (P.2~5)
イラスト 藤井 美智子 (P.13)
デザイン 株式会社京田クリエーション

「数学」の中にある アートとしての感動



数学アーティスト

岡本 健太郎

(おかもと けんたろう)

ミングで出てくる挿絵を見て「こういう風に表現できるのか」と納得できることもありました。そのように視覚からの情報に触れたときに深い理解につながった、という感動を経験したことがありました。このような経験から、数学の本の中の挿絵にもグラフにも、人の心を動かすアートの要素があると思い、それが、数学的なものをモチーフにしてアートを考えるようになったきっかけです。

挿絵や複雑なグラフを見て「これは何か」と疑問を持ち、それが1つの事象や式を表現していることがわかったときの感動が数学にはあります。

数学を学ぶにあたっては、数式を理解して使えるようになる、という流れはあると思いますが、それにこだわらず、ビジュアルから興味を持ってよいと思っています。数学の本の表紙を見たり、作品を見たりして「おもしろいな」「きれいだな」「これは何だろうな」と思うところから入る、そういった逆方向の学びが数学アートでは成り立つと考えています。

証明を読み終えたとき、1つの映画を見終えたような感覚があります。

—ほかに数学で、アートを見たときと

同じような感動を覚えることはありますか。

人それぞれにアートの捉え方はあっていいと考えています。その中で「では、自分が思うアートとは何か」と考えたとき、人の心を少しでも高ぶらせてワクワクさせることができるものは全部アートと言っていいのではないかと思います。作りこまれていない物でも、説明があったり背景があったり、空間の使い方があ

たりして、すごいなと感じるものはアートだと。現代アートには難しいものが多く、人によっては全然わからない、でも人によってはすごいと感じるものがあります。そういった作品を見ると「なぜ、ここにたどり着いたのだろう」「なぜ、こういう表現に行きついたのだろう」と考えワクワクします。そして、これと同じ気持ちの高ぶりを感じられる場面が数学にはありま



数値を変えると変化する模様のおもしろさ。そこに人間的な要素も加えたものです。

— 計算ソフトを使った切り絵アートの特徴や作品の特徴についてお聞かせください。

切り絵で作品を作ろうと考えたとき、数学的な切り絵といっても単純な三角形では感動を生めないと思いました。みんなが見てすごいと思うような、なるべく微細で複雑なものを作りたいと考えました。

計算ソフトを使うと、これまでは人が計算して定規で測って描いていたようなカーブでも、自動で計算して描いてくれます。1970年ごろにアメリカで話題になったストリングアート(糸掛け曼荼羅)も、数式を入力すると簡単に描くことができます。式の中の数値を変えたりしながら、より抽象的で複雑で、自分でも「なぜ、こうなるのだろう」と思える形になるものを、チューニングして探していくというスタイルになりました。

特に自分の中で強く響いたものがこの形です。よく見ると、この線は途中で途切れています。さらに繰り返



▲作品名「Corazón」(スペイン語で「心臓」)

す。「この証明にはどうやっただり着いたのだろう」と考え、証明を一通り読むと、その手法の美しさに感動したりする。証明には映像美があります。議論を頭の中で追っていくと映像が浮かび「なるほど、確かに」と納得できるようになります。視覚からの理解は入りやすく、証明を一通り読むと映画を1つ見終えたような感覚にもなります。

返し計算を続けて描いていくと、やがてつながり、完成形になるのですが「Corazón」は未完成の形をしています。完全に綺麗に描いてしまうと、心惹かれないうものになってしまうことが経験的にわかっています。「Corazón」は不完全だからこそ人を惹きつける力を持っているのかなと思います。

基本的には数学をモチーフにした作品を作っていますが、書道家である母親の影響で私自身も書道をしてきたこともあり、作品には書のテイストも加えています。書道は手で書くことで「かすれ」が生まれたりとランダムな要素がありますが、数学の図形は客観的なものです。そういった人間的なもの、神格化されるような数学的なものを組み合わせればおもしろいものができるのではないかと思います。書のテイストを加えています。「Corazón」の切り絵の背後にある金色の書も私が書いたもので、これも切り絵になっています。

次の作品「Divine Pod」は、非対称な形状のおもしろさを狙ったものです。それまでは、計算ソフトに整数を入力していたのですが、整数ではない数、例えば「黄金比(約1.618)」を入れたらどうなるだろうかとトライしてみました。すると、よく見るとわかるのですが網目模様が左右対称ではないものになり、これが黄金比ならではの模様となったのです。

「これは何を使って描いているのですか」と聞かれたときに「黄金比です」と答えると、数学に興味のある人や専門知識のある人なら「おおっ」となるころにもこの作品のおもしろさがあります。

背景が金色なのは黄金比からの着想です。



▲作品名「Divine Pod」



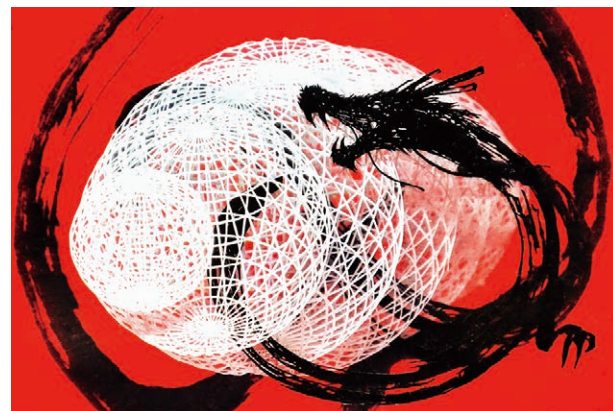
▲左右非対称な螺旋

ないといけない。作る側にはそういった建築的なおもしろさもあります。苦痛を感じる作業に数か月を費やすこともあります。できたときの達成感はそのを超えてきます。

また、絵を描いて表すだけではなく、切り絵にしていることにはこだわりがあって、切り絵にすることで出せる、浮いている感じや立体的に見える感じを大事にしています。

切り絵と、その背景の書で構成されている部分は1枚ではなく、複数のアクリル板を通して層にしているので裏が透けて立体的に見えています。

次の作品（「4 dimensional dragon」）はアクリル板を20枚ほど重ねて構成しています。白い切り絵の部分は1つ1つが球を表現していて、立体である球が重なっているのが不思議な感覚を覚えます。このとき、複数の球全体がまた球に見えるように、アクリル板の厚さなどはすべて計算して特注しています。



▲作品名「4 dimensional dragon」



▲アクリル板で挟むことで空間が表現されている

2Dに見えたり、3Dに見えたりするおもしろさがありますが、実は切り絵はアクリル板に挟んでいるだけなので静電気ですれたり、ここにも気の抜けない作業があります。（笑）

気を抜けないシーンがいくつもあります。

——繊細な切り絵ならではの、ほかではできないような経験には、どのようなものがありますか。

切り絵を切っているときには気持ちの揺れがあります。大きな部分を切り抜いたときには「こんなに切ったのか」と切った感があります。対して細かいところは全然進まない、大きなところを切りたいという気持ちが湧いてきます。しかし、そういう大きなところを切りたいという気持ちは切り絵の悪魔で、ちゃんと禍が降りかかってきます。大きなところを先に切ってしまうとスカスカになり、全体の構造が緩くなってしまいます。例えば、大きな池とその真ん中に島があって、島へは橋が2本架かっているような切り絵の図を考えます。池の部分を先に切ると、島を支えるものが2本の橋しかないの島が緩さで動いてしまい、島の内部を切るときには作業が大変難しいものになってしまいます。ちゃんと切り抜く順番も計画し



最先端の数学の可視化を実現したいです。

——今後、こんなデザインやアートに挑戦してみたいといった展望はありますか。

ひとつは、まだ世に出ていない図形を描きたいと思っています。「フェルマーの最終定理」や「ポアンカレ予想」、「ABC予想」などが話題になっています。そういった新しい理論の数式を表現した絵はまだないと思うので、ぜひ最先端の数学の可視化にチャレンジしたいと思います。

もうひとつは、作品の緻密さは今のまま繊細に保ったままサイズの大きな作品を作りたいです。

歴史から入ったり、絵を描いて視覚から入ったり、合った方法があると思います。

——数学教室で教える立場でもありますが、数学のおもしろさを、数学が苦手な子どもたちに伝えるにはどうしたらいいと思いますか。

歴史を伝えることも重要です。数学に限らず何かを学ぶときには、理由がないとモチベーションが上がリません。なぜ、ベクトルや微分積分を学ぶのかなども、歴史的な経緯を知ると必ずと必要性が分かってくる場合があります。

例えば三平方の定理も、エジプト文明の頃から土地の広さを知るために、まずは3:4:5の結び目を付けた紐を使って直角を測り、面積を計算したといった話があります。幾何学と訳されるジオメトリのジオには土地、メトリには測るという意味があるなど、おもしろい話が歴史の中にはたくさんあるので、歴史から入っていくのもお勧めです。

私自身の経験からは、文章問題を読むのが得意ではなかったので、問題を絵で表すことをよくしていました。視覚からの理解は入りやすいと思います。例えば、袋から玉を取り出す確率の問題では、袋の絵を描いて、玉の絵を描いて、取り出すなら矢印を外向きに描いて、さらに数字を書き込んでおけば状況の理解に非常に役に立ちます。まず絵

を描いてみて視覚から理解していくという方法は今の自分にもつながっています。

わからないことは聞けるという環境を大事にしたいです。

——最後に、ご自身の学校生活を振り返って、子どもたちへメッセージをお願いします。

学校生活を振り返って良かったことは、当たり前前に聞こえるかもしれませんが「わからないことを聞ける、質問できる環境にいた」ということです。これは後になってから強く感じるようになりました。社会に出てからは、わからないことがあっても、それを誰に聞けばいいのかわからないことも多くあります。もしくは、他人を頼るのではなく自分で調べなくてはなりません。高校の時に予備校の問題で難問があり「なぜ、ここで円周率が出てくるのか」と頭を抱えていました。それを学校の先生に質問してみたなら、とても詳しく解説してくださいました。それが私の中ですごく新鮮で「先生に質問するとこんなにも得るものがあるのか」と実感しました。みなさんには、どうか知らないことやわからないことはどんどん先生に質問してほしいと思います。自分が「何をわからないのかをわかること」がとても重要で、学校はそれを実現できる場所だと思います。



岡本 健太郎（おかもとけんたろう）

1990年生まれ。数学者、数学アーティスト、切り絵アーティスト、書道家。九州大学理学部数学科卒業。同大学院数理学府博士後期課程修了。数学を使ったアート活動を通して、数学の有用性だけでなく美しさや魅力について発信している。著書に『アートで魅せる数学の世界』（技術評論社）がある。大人のための数学教室を運営している和から株式会社で数学講師も務める。

図形領域で扱う面積の 指導はどうあるべきか



●滋賀文教短期大学
准教授
松宮 孝明

1: 面積の指導は「量と測定」領域から 「図形」領域へ

「面積」の指導を考えてみましょう。「面積」の指導は、以前は「量と測定」領域として扱っていました。しかし、平成29年の学習指導要領の改訂により「図形」領域に変わりましたが、まだまだ浸透は不十分なように思われます。では、領域の変更にもなって、指導方法はどのように見直さなければならないのでしょうか。

新旧の学習指導要領解説を比べてみると、目標及び内容のところで、以前は「既習内容を活用して、面積の求め方について考えること」と書かれていた部分が「図形を構成する要素に着目して面積の計算による求め方を考察すること」と変わっています。

より具体的に5年の内容で比べてみると、「既習の求積可能な図形の面積の求め方を基に考えたり、説明したり、公式をつくり出したりすることや、…が大切なねらいとなる。」であったものが、「図形の見方を働かせて、…長方形や正方形の面積の求め方に帰着し、計算によって求めることができることを理解することが大切である。」と変わっています。

- つまり、これまではポイントとして、
- ・平行四辺形は長方形が(等積)変形したもの
 - ・三角形は平行四辺形を分割($\frac{1}{2}$)したもの
 - ・台形も平行四辺形が(等積)変形したもの
 - ・ひし形も長方形を分割($\frac{1}{2}$)したもの

というように、単純に計算方法を中心に指導していましたが、これからは、図形の見方・考え方を働かせて、図形の構成要素1つ1つに着目しながら、問題解決することを指導しなければならないということだと考えられます。

2: 全国学力・学習状況調査の出題

では、令和3年度に実施された全国学力・学習状況調査の問題をひもといってみましょう。

②には設問が3つありますが、どれも単純に三角形や平行四辺形の面積を求める問題ではなくなっています。向きを変えたり、組み合わせたりした三角形を基に出題され、明らかに領域が変わったことを意識した設問になっています。

(3) 次のような二等辺三角形があります。

上の二等辺三角形を4つ使い、次のように、同じ長さの辺どうしを合わせて、平行四辺形ABCDをつくりました。

平行四辺形の面積の公式を使って、平行四辺形ABCDの面積を求めます。
辺BCを底辺としたときの面積の求め方を、式や言葉を使って書きましょう。そのとき、平行四辺形ABCDの高さをどのように求めたのかわかるようにしましょう。
また、平行四辺形ABCDの面積が何cm²になるのかも書きましょう。

▲図1 令和3年度全国学力・学習状況調査 小学校算数②(3)

具体的に見てみましょう。上の設問(3)は平行四辺形の面積を求めるものですが、二等辺三角形の組み合わせから問題がスタートしています。図形を敷き詰める(明らかに図形領域の学び)ような展開にして平行四辺形を構成していき、その上で、

構成した平行四辺形の面積の求め方を問うているのです。もちろん平行四辺形の面積を求める公式(底辺×高さ)も知っていなくてもはなりません、その高さが図形のどの部分かをとらえるには、問題の文脈をよみとり、図形的な見方を働かせて、図形の構成要素に着目しなければならないというわけなのです。

先生方のなかには、「とはいっても、子どもたちが面積を求めることには変わらないのだから、解けているのではないか、正答率は悪くないのではないか。」と思われる方も多いでしょう。しかし、調査結果によると、領域別では図形領域の正答率が最低でした(58.1%)。さらに、先に提示した設問(3)の正答率は46.2%でした。決して高くはなかったのです。

全国学力・学習状況調査の問題は、我が国の子どもたちに身につけてほしい学びの方向を示しているといわれています。ということは、こういう問題が解けるように思考して、解決できるようにしなければならないし、そういう問題解決ができる授業を目指さなければならないということなのです。

やはり、授業改善が必要だと思われれます。

では、どう考えていったらよいのでしょうか。

再度、学習指導要領解説を見てみると、面積の問題は「図形の計量」と表現し、位置づけられています。そして、それを図形を構成する要素などに着目し、図形の構成の仕方をとらえて、筋道立てて説明することができるように展開しなければならないとしています。さらには「基本図形の面積の求め方について」も、「量の基本的な性質について」も、図形を構成する要素に着目して解決していかなければなりません。その際、平行四辺形や三角形の底辺と高さの関係の理解を確実にすることが特に大切となります。

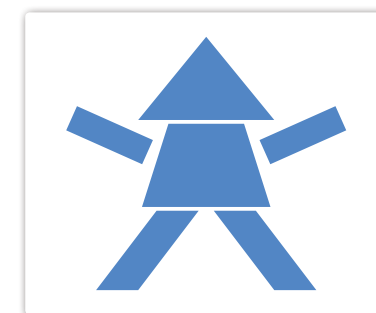
また図形の面積について、量の保存性や量の加法性をもとに考察したり、求め方を筋道を立てて考えたり、説明したりしていくことも大切にする必要があります。

3: これからの面積の指導

この視点で、これからの面積の指導について、一つの展開を例示してみます。

これまで述べてきた観点から考えると、基本図形を組み合わせている、ロボットの、ゲームのキャラクター的なものの提示から導入するのはどうでしょうか。先生方のほうが、より子どもたちをひきつける図案を考えられると思いますので、工夫してみてください。

例えば、下のような図案の面積を考えさせてみてはどうでしょうか。



◀図2 面積の導入に使用する図案例

つまり、このような図案の1つ1つのパーツの面積を求める際に、

- ・すでに、求められるもの
- ・まだ、求められないものに類別したり、それぞれの基本図形の構成要素に着目して、数えたり、重ねて比べたり、分割したり、変形したりしながら思考させていくのです。

胴体と頭の形を比較して考える子ども、両足に使われている平行四辺形は右と左と同じ面積といえるか考える子ども、面積を構成要素である辺の長さを比べるほかに同じ基本図形(例えば三角形)のいくつ分という考え方で比べる子ども、手に使われている長方形との比較から等積変形に思考を発展させる子ども。このような多様な考えが出てくる展開、投げかけを志向したいものです。

●参考・引用文献

- ・文部科学省・国立教育政策研究所(2021)「令和3年度全国学力・学習状況調査報告書：小学校算数」
- ・文部科学省「小学校学習指導要領(平成29年告示)解説算数編」日本文教出版
- ・文部科学省「小学校学習指導要領(平成20年告示)解説算数編」東洋館出版社



●福岡教育大学 准教授
岩田 耕司

1: 文字式による説明の授業改善は 進んでいる？

中学校数学科の学習内容の中でも、文字式による説明は、図形の性質の証明と並んで苦手とする生徒が多い学習内容です。全国学力・学習状況調査中学校数学では、例年、この文字式による説明の問題が出題されており、令和3年度（以下、R03のように略記します）では次のような問題が出題されています（図1）。題材は非常にシンプルで、自然数を5つずつに区切った表において、四角で囲んだ4つの数の和がいつでも4の倍数になることを説明するという問題です。

(1) では、具体的に4つの数が与えられ、その和(60)が4の倍数であることを確かめる式(4×15

または15×4)を書くことが求められますが、正答率は84.2%でした。4の倍数は4×□または□×4の形で表せることを、多くの生徒は理解していることがうかがえます。

(2) では、四角で囲んだ4つの数のうち、左上の数を n としたときの4つの数の表現が与えられ、その和がいつでも4の倍数になることの説明を完成させることが求められています。式を計算し、根拠を明らかにして説明することが求められますが、正答率は62.3%でした。

実は、この(2)の正答率は、過去に出題された類似の問題の正答率と比べると2割ほど高く、これまでの調査結果を踏まえた授業改善が進んでいるようにも見えます。

6 自然数を5つずつに区切った表があります。この表で、縦に2つ、横に2つの数が入る四角で4つの数を囲みます。例えば、右の図1のように四角で4つの数を囲むとき、左上の数は3、右上の数は4、左下の数は8、右下の数は9になります。

図1

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15

優太さんと真菜さんは、右の図2のように、4つの数を囲んで、それら4つの数の和がどんな数になるかを調べています。

図2

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25
26	27	28	29	30
31	32	33	34	35

1, 2, 6, 7のとき $1 + 2 + 6 + 7 = 16 = 4 \times 4$
 9, 10, 14, 15のとき $9 + 10 + 14 + 15 = 48 = 4 \times 12$
 22, 23, 27, 28のとき $22 + 23 + 27 + 28 = 100 = 4 \times 25$

優太さんは、これらの結果から、四角で4つの数を囲むとき、4つの数の和はいつでも4の倍数になると予想しました。

次の(1)から(3)までの各問いに答えなさい。

(1) 四角で囲んだ4つの数が12, 13, 17, 18のとき、4つの数の和は4の倍数になることが成り立つかどうかを下のよう に確かめなさい。下の に当てはまる式を書きなさい。

12, 13, 17, 18のとき $12 + 13 + 17 + 18 = 60 = \text{ }$

(2) 二人は、四角で4つの数を囲むとき、4つの数の和はいつでも4の倍数になることが成り立つかどうかについて話し合っています。

優太さん「左上の数が1のとき、左下の数が6になっているね。四角で4つの数を囲むとき、左上の数に5をたすと左下の数になっているよ。」
 真菜さん「そうなるのは、自然数を5つずつに区切っているからだね。」
 優太さん「左上の数を n とすると、左下の数は $n+5$ と表すことができるね。」
 真菜さん「右上の数と右下の数も n を使って表して、4つの数の和について調べてみよう。」

「四角で4つの数を囲むとき、4つの数の和はいつでも4の倍数になる」という優太さんの予想が成り立つことの説明を完成しなさい。

説明

n を自然数として、四角で囲んだ4つの数のうち、左上の数を n とすると、右上の数は $n+1$ 、左下の数は $n+5$ 、右下の数は $n+6$ と表される。これら4つの数の和は、

$$n + (n + 1) + (n + 5) + (n + 6)$$

=

▲図1 令和3年度全国学力・学習状況調査 中学校数学 6 (1)、(2) (抜粋)

2: 文字式による説明の理解に関する 生徒の実態

同一の問題ではないので正確な比較はできませんが、例えば、連続する3つの自然数の和が3の倍数になることの説明を参考に、連続する5つの自然数の和が5の倍数になることの説明を完成させる問題が出題されたH19の調査結果(表1)とR03の調査結果(表2)とを比べてみましょう。正答率は19.8ポイント上がっていますが、詳しく見ると、◎に当たる解答類型1の反応率が減少し、代わりにH19の解答類型2や6に相当する解答類型3や8の反応率がR03では大きく上昇していることが読み取れます。これらの解答は、与えられた式を変形し、結論のみを書いた解答で、「 $n+3$ は自然数だから」といった根拠が書かれていない解答です。無解答の反応率が減少し、正答率が上がっているのは良い傾向とは思いますが、実際の指導が「とりあえず式の計算だけはしておきなさい」、「とりあえず結論だけは書いておきなさい」といった指導で終わっていないか心配です。

少なくとも、R03の解答類型3、4、8、9の反応

▼表1 平成19年度全国学力・学習状況調査 中学校数学 B 2 (2)

解答類型	反応率 (%)	正答
(正答の条件) <5(n+2)と計算している場合> 次の(a)、(b)を記述しているもの (a) n+2は自然数だから、 (b) 5(n+2)は5の倍数である。		
1 =5(n+2) (a)、(b)の両方を記述しているもの	39.3	◎
2 (a)、(b)のどちらか一方を記述しているもの	0.9	○
3 (a)、(b)の両方を記述していないもの	1.4	○
4 (a)、(b)の記述に誤りがあるもの	19.8	
5 =5n+10 (c)、(d)の両方を記述しているもの	0.2	◎
6 (c)、(d)のどちらか一方を記述しているもの	0.6	○
7 (c)、(d)の両方を記述していないもの	1.3	
8 (c)、(d)の記述に誤りがあるもの	1.0	
9 上記以外の解答	7.3	
0 無解答	28.1	
正答率	42.5	

率を合わせると35.5%となりますので、調査対象の3割から4割程度の生徒は、ある数が4の倍数であることを説明する際に必要となる根拠を理解していないか、もしくは、その根拠を書く必要性を感じていなかったものと思われます。(1)の結果から、4の倍数は4×□または□×4と表せることを多くの生徒は理解しているようですので、中には4(n+3)と変形しただけで満足してしまった生徒もいたのかもしれませんが、4(n+3)も式の形としては4×□の形で表されています。

実際の指導においては、4の倍数は4×□または□×4と表せることだけでなく、4の倍数でなくとも4×□の形で表せることを取り上げる必要があります(例えば、6=4×1.5など)。その上で、ある数が4の倍数であることを説明するためには、4×□の形にするだけでなく、□が整数であることを示す必要があることを理解できるようにすることが大切です。

●参考・引用文献

文部科学省・国立教育政策研究所(2007、2021)
『全国学力・学習状況調査報告書：中学校数学』

▼表2 令和3年度全国学力・学習状況調査 中学校数学 6 (2)

解答類型	反応率 (%)	正答
(正答の条件) <4(n+3)と計算している場合> 次の(a)、(b)について記述している。 (a) n+3は自然数だから、 (b) 4(n+3)は4の倍数である。		
1 4(n+3) (a)、(b)について記述しているもの。	28.4	◎
2 (a)のみを記述しているもの。	0.3	○
3 (b)のみを記述しているもの。	17.2	○
4 (a)、(b)について記述していないもの。	5.5	○
5 (a)、(b)のいずれかの記述に誤りがあるもの。	0.1	
6 4n+12 (c)、(d)について記述しているもの。	2.0	◎
7 (c)のみを記述しているもの。	0.1	○
8 (d)のみを記述しているもの。	8.8	○
9 (c)、(d)について記述していないもの。	4.0	
10 (c)、(d)のいずれかの記述に誤りがあるもの。	0.1	
11 4×□の□に(n+3)以外の文字を用いた多項式を入れて記述しているもの。	2.0	
99 上記以外の解答	16.4	
0 無解答	15.1	
正答率	62.3	



最近では自宅にいる時間も増え、おうち時間を充実させたい人が増えています。前回に引き続き、遊びながら算数・数学に必要な論理的思考を使う場面があるゲームを紹介します。



トポロメモリー

トポロジー導入ゲーム!?
脳を柔らかくして遊ぼう

《遊び方》

このゲームはちょっと珍しい数学の一種「位相学(トポロジー)」を導入しています…と聞くと、難しく感じますが、そんな事はまったくありません。図形が描かれたカードを場に1~数枚出しながら、仲間となる図形どうしを見つける速さを競うだけ。ただし、このゲームでは、「図形を構成するパーツの数と穴の数が等しいものどうしは仲間である」と考えます。

例えば、写真の右下にある重なりあった2枚はどちらも「パーツは1つ、穴が1つ」なので仲間です。また左下にある重なり合った2枚はどちらも「パーツは2つ、穴が1つあるもの」とないものが1つずつなので仲間です。

たくさんの図形の中から、トポロジー的な仲間を見抜く“脳作業”が愉快でくせになるゲームです。

販売元: 株式会社 VITA 税込価格: 2,200円
<https://bodoge.hobby.net/market/items/1793>



ロビンソン漂流記 完全日本語版

デフォーの冒険小説『ロビンソン・クルーソー』から着想された、1人用ゲーム

《遊び方》

あなたの目標は、島民フライデーとなって島に流れ着いたロビンソンを鍛え上げ、彼の健康に気をつけながら、最終的に船に乗せて島を脱出させることです。

各手番でカードをめくることで降りかかる災厄に、ロビンソンは立ち向かうべきか、避けて通るか、限りあるロビンソンの体力を考慮し、選択していきます。

最後は海賊船との戦闘に勝てばゲームに勝利します。

本作は1人で遊べるボードゲームです。また一度クリアしても、より高難度な設定へ変更も可能で、長く遊べるという利点もあります。

発売元: 株式会社アークライト
税込価格: 2,200円



ストライク

ダイスを投げ入れ、ストレス発散!

《遊び方》

プレイヤーは手持ちのダイスをいくつかアリーナ(闘技場型のスペース)に投げ入れ、出目が2個以上そろったときだけ、それらのダイスを手持ちに戻せます。そろわなかったダイスはアリーナに残し、手番を終わります。×印の面が出たり、アリーナから飛び出したりしたダイスはゲームから除外。手持ちのダイスがなくなったプレイヤーは脱落となり、最後までダイスが手元に残っている1人が勝利者です。

アリーナ内にダイスが残っていれば、自分の手番でダイスをぶつけて目を変える作戦も有効で、確率あり戦略あり、アクションありの、爽快なゲームです。

輸入販売元: プリオジャパン株式会社
税込価格: 2,750円



月面探険

協力してミッションを達成し、全員で生還せよ!

《遊び方》

舞台は月。探険に来た宇宙飛行士たちは、磁気嵐で月面に散らばった物資を、酸素不足に注意しつつ回収しなくてはなりません。

プレイヤーの宇宙飛行士は順番に(1)酸素を消費してダイスを振り、(2)ダイスの出目にあったアクション(移動や物資回収、酸素補給など)を実行します。宇宙飛行士は各自異なる特殊能力を持っています。互いの能力を生かし、酸素を補い合い(ときにはリスクをとることも必要!)、力を合わせ、決死のミッションを成功させましょう。

昔ながらの双六や囲碁・将棋といったゲームでは、プレイヤーが勝者と敗者にハッキリ分かれるのが一般的でした。しかし、最近のゲームの中には、全員でリスクや成功率について検討しながら勝利を目指す協力型のものがあり、本作もその1つです。



販売元: オインクゲームズ 税込価格: 2,420円 <https://oinkgames.com>

※表示価格はいずれも2022年4月現在のものです。

ボードゲームは、国内外で新作が次々と発表されています。従来からある人気ゲームに、現代の世相や学問を取り込んだゲーム、1人用ゲーム、協力型ゲームなどの選択肢が加わり、遊び方や遊び場が広がっています。

吉田光由

江戸時代、数学の教科書が大ベストセラーとなる



●帝塚山大学教授
城田 直彦

角倉了以と吉田光由

森鷗外の有名な小説に『高瀬舟』があります。弟を殺した罪で島流しにされる喜助を、同心の羽田庄兵衛が高瀬舟を使って京都から大阪まで護送します。喜助の清々しい表情を不思議に思った羽田が、彼に事の次第を尋ねる——という話です。

1611年、京都と伏見をつなぐ運河、高瀬川が造られました。高瀬川を行く船が高瀬舟——ではありません。逆です。この運河は水深が浅いため、物資運搬には喫水の低い船、高瀬舟が使われたのです。それが「高瀬川」の名の由来です。

高瀬川を開削したのは、京都の豪商、角倉了以・素庵父子です。運河を造るためには、資金はもちろん、高度な技術や数学の知識が必要です。今回紹介する吉田光由(1598～1672)は、角倉一族の一人として生まれました。

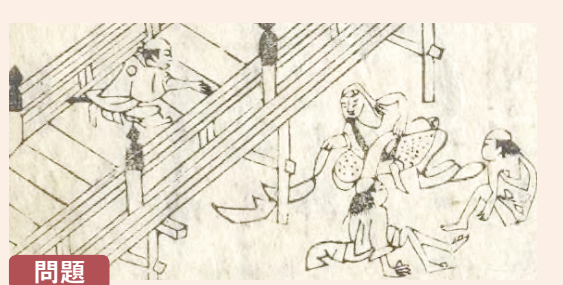
光由は、1627年(寛永4)に『塵劫記』を執筆します。端的に言えば「算盤の解説書」。大きなジャンルでいえば「数学の教科書・入門書」です。この本は、井原西鶴や十返舎一九らの本をしのぐ大ベストセラーとなります。しかも、その後、改訂を重ね、明治の始め頃まで売れ続けます。

イラスト豊富で、興味を引く内容

『塵劫記』の特徴の一つは、挿絵が豊富であること。現在の中学数学の教科書ではイラストが当たり前のように使われていますが、私が中学生の頃は黒一色の印刷で、イラストなんて皆無でした(と思います)。驚くべきことに、光由はその後、多色刷りの新装版を出します。それまでの解説書と比べると、ラジオからテレビへ、白黒からカラーへくらのインパクトがあったこ

とでしょう。

では、ここで『塵劫記』から文章題を一問。



問題

橋の下で、盗人たちが盗んできた絹の反物を分けている。8反ずつ分けると7反たらず、7反ずつ分けると8反あまる。盗人の人数と絹の反数を求めよ。

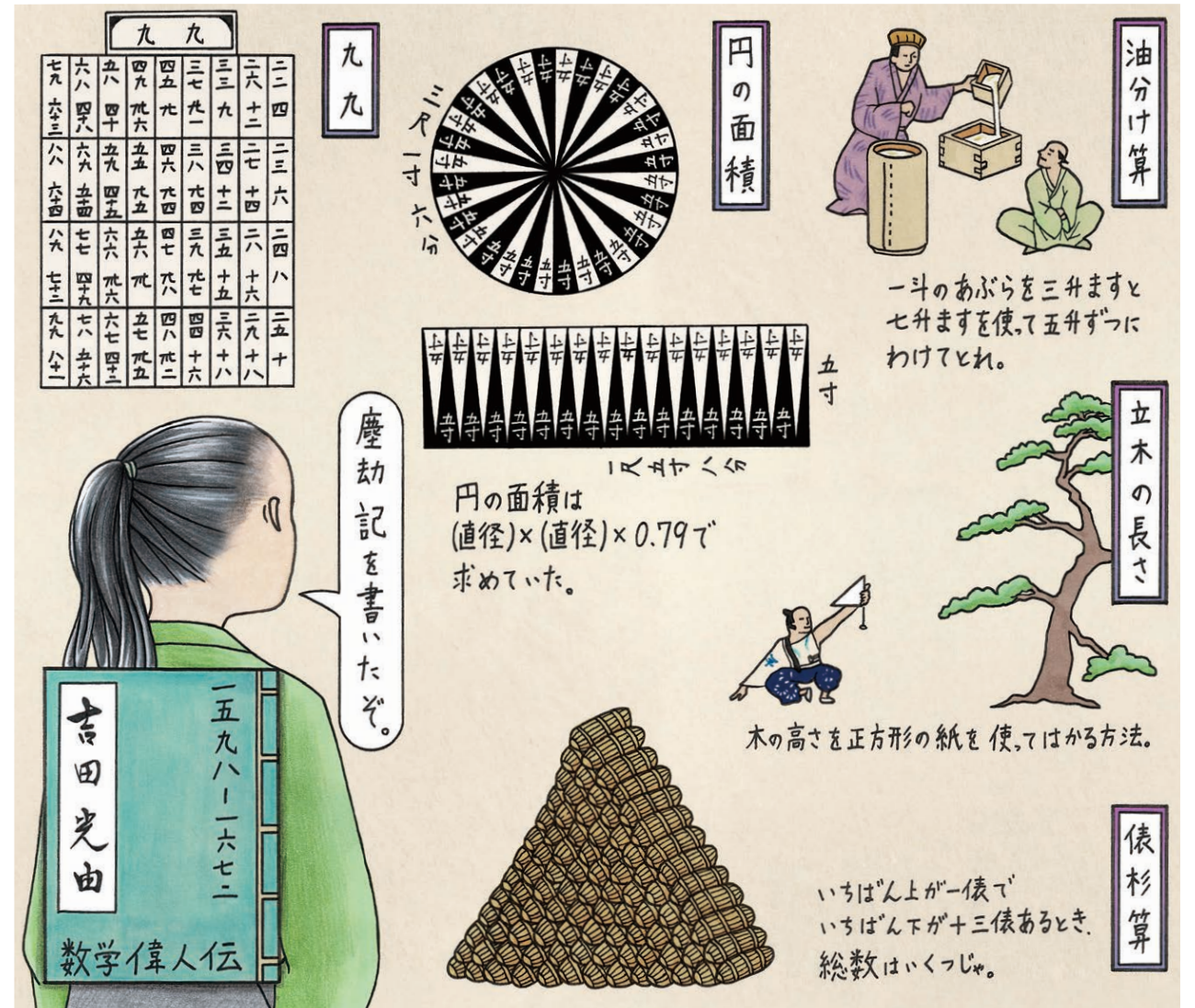
いかがですか？教科書に泥棒が登場するのはすよ。こんなの、今のお堅い教科書じゃやれないですよ。この遊び心が二つ目の特徴です。でも、この問題、単にウケを狙っているのではないのです。泥棒であることに必然性があるのです。

このようなタイプの問題は「盗人算」、今だと「過不足算」と呼ばれています。中学1年の教科書に必ず載っていると行ってよいでしょう。こんな感じですよ。「画用紙を何人かの生徒に配ります。1人に2枚ずつ配ると10枚あまり、3枚ずつ配ると5枚たりません」。この条件で、画用紙の枚数と生徒の人数を求めます。おかしいですよ。実際に画用紙を配る場面を考えれば、枚数は数えればわかるし、生徒たちは目の前に居るのです。

ところが、『塵劫記』では、泥棒は橋の下。みなさんは、彼らが話しているのを橋の上から盗み聞きしているのです。彼らの前にしゃしゃり出るとはできません。話の内容から推測するしかないのです。お見事な場面設定です。

義務教育制度がない、受験もない。しかし、江戸時代、多くの庶民が数学を勉強していました。

出典：国立国会図書館ウェブサイト (https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3511858/69)



「生活に必要」という理由だけでなく、スポーツや音楽のように「楽しいから」。数学の裾野を広げた『塵劫記』の役割は大きいと思います。

『塵劫記』が江戸時代の数学を発展させた

『塵劫記』で紹介されているかけ算の九九は、二段から始まります。一の段は、覚える必要がないということでしょう。また、「三八、二十四」はありますが、「八三、二十四」はありません。乗法では交換法則が成り立つので、暗記する労力を徹底的に減らしたのです。「二一、天作五」などの「割り算の九九」も掲載されています。

算盤の解説書は、『塵劫記』以前にもありました。しかし、この本が入門者や寺子屋の先生に特に喜ばれたのは、豊富な図解によるわかりやすい説明です。「25

で割るときは、4をかければよい」なんて「裏技」も紹介されています。4をかけたあとに、盤面の珠を2桁ずらして読めばよいのです。つまり、25で割らずに、その逆数の100分の4をかけるわけです。

本の後半では、娯楽性、パズル性が強くなります。俵杉算、入子算、継子立て、ねずみ算、からす算、盗人算、油分け算、百五減算、薬師算、馬乗り算、…。どれもとても魅力的な問題です。

最後に、『塵劫記』が生み出した大きな流れ「遺題継承」を紹介しましょう。

光由は、1641年版の巻末に12の問題を載せます。答えはありません。「力があるなら解いてみる」というわけです。これが「遺題」です。この遺題に多くの人が挑戦します。そして、遺題を解いた者が、別の問題を載せて本を出版。こうして、解答と出題を繰り返して、江戸時代の数学が発展していきます。