

[算数・数学]

中学校数学科におけるパフォーマンス課題の 効果的な手立てに関する一考察

－中学1年「文字式」における実践－

山岸 卓矢*

1 主題設定の理由

現行の中学校学習指導要領（平成29年告示）には、その前文に「一人一人の生徒が、自分のよさや可能性を認識するとともに、あらゆる他者を価値のある存在として尊重し、多様な人々と協働しながら様々な社会的変化を乗り越え、豊かな人生を切り拓き、持続可能な社会の創り手となることができるようにすることが求められる。」（下線筆者）とある。また、これからの学校教育について西岡・石井（2018）は「学校は、知識・技能を量的に保障するだけでなく、生活者、労働者、市民として、他者と協働しながら「正解のない問題」に対応する力や、生涯にわたって学び続ける力など、高度で汎用的な知的能力や、異質な他者とのコミュニケーション能力といった学力の質の追求をも求められるようになっていきます。現代社会が求める「正解のない問題」に対応する力について、正解のある問題なら誰かに正解を教えてもらえばよいですが、正解のない問題においては、納得解や最適解を自分たちで創っていかねばなりません。そして、最適解を創る力を実際にそれを他者とともに創る経験なしには育ちません。」（下線筆者）と述べている。いずれも、「他者との協働」による社会参画や課題解決の重要性が述べられている。さらに、西岡・石井（2018）では「正解を教わることを軸にした内容ベースのカリキュラムから、最適解を他者とともにつくっていくことをより重視する資質・能力ベースのカリキュラムへの転換が進行しており、評価についても、知識・技能を使いこなせるかどうかを実際にそういう活動をやらせてみて評価するパフォーマンス評価が重視されるようになってきているのです。」（下線筆者）とし、資質・能力ベースのカリキュラムにおけるパフォーマンス評価（パフォーマンス課題）の重要性についても述べている。

では、「正解のない問題において、納得解や最適解を創っていく」生徒を育てるために、中学校数学科ではどのような授業をしたらよいのだろうか。筆者は、単なる知識・技能の定着や、入試に向けた学習に留まらず、生徒が身に付けた資質・能力を存分に発揮し、教科の本質を追究していけるようなパフォーマンス課題を多く授業で扱いたいと考え、これまでも実践を行ってきた。しかし、これまでにパフォーマンス課題を実践する中で、思うような授業展開にならなかったり、指導の不十分さを実感したりすることが何度もあり、次のような難しさを感じている。

- | | |
|-----|---|
| 課題① | 「正解のない問題」を数学科の授業で扱うこと。また、パフォーマンス課題の問題づくり。 |
| 課題② | 課題解決した後に、さらに追究したり、改善しようとしたりすることができない生徒がいること。 |
| 課題③ | 「正解がない」ことから、課題解決の見通しがもてず、何をしてよいか分からない生徒がいること。 |
| 課題④ | 他者との協働をしようとせず、自分一人で課題解決を目指す生徒がいること。 |
| 課題⑤ | パフォーマンス課題の評価について |

そこで、本研究では、上記の課題を踏まえ、中学校数学科において「他者と協働しながら正解のない問題に取り組み、納得解や最適解を導くパフォーマンス課題」を効果的に行うための手立てを検討し、実践、検証する。本研究では「パフォーマンス課題」を、西岡（2016）のパフォーマンス評価の考えを参考にして、リアルな文脈において「様々な知識やスキルを総合して使いこなす、他者との協働により納得解や最適解を求めるような課題」と定義する。また、パフォーマンス課題を総括的評価のためのものとして捉えるのではなく、「他者との協働により、納得解や最適解を求める資質・能力を身に付けさせるための学習課題」として位置付け、授業では必要に応じて教師が手立てを講じることとする。

2 研究の目的

本研究では、中学校数学科におけるパフォーマンス課題をする上での効果的な手立てについて検討、実践し、その成果と課題について明らかにすることを目的とする。

* 柏崎市立第三中学校

3 研究の方法

本研究では、前述のパフォーマンス課題を行う上での難しさの中から、課題①～④についてその要因を分析し、それらを克服できるような手立てを検討し、実践する。そして、その有効性を、生徒のポートフォリオ、生徒の振り返り、教師の見取りを基に検証することとする。

(1) パフォーマンス課題を行う上での難しさの分析

① 課題①について

課題①について、数学という教科において、多くの問題には「正解」があり、生徒は既習の知識・技能を生かし、数学的な思考力を発揮してその「正解」を求めていく。そのため、パフォーマンス課題で扱おうとする「正解のない問題」は、日々の授業で扱う問題とはそもそも性質が大きく異なるといえる。このことを踏まえると、数学科においてパフォーマンス課題を行う場合には、数学的な「正解」を求める内容ではなく、その単元で身に付けた資質・能力を発揮して「納得解、最適解」を創っていけるような内容の学習課題が必要となり、教師は問題に対する生徒の考えや作品が「正解かどうか」を評価するのではなく、「数学的に解として妥当かどうか」をルーブリックを基に評価するものとなる。

② 課題②、課題③について

課題②、課題③は、課題について生徒の自己調整に関わるものである。「正解がない」ということは、課題について「終わりがない」とこと同義であるだろう。そのため、「(限られた時間の中で) よりよいものを目指してどこまで追究できるか」がパフォーマンス課題の根底にあり、生徒への動機付けが十分でないと活動がうまくいかないといえる。また、パフォーマンス課題に取り組むためには、その単元で身に付けるべき資質・能力が十分でないと、その課題に対して取り組むことができない。そのため、生徒が自分の考えや作品をよりよいものになるよう追究したり、課題に取り組んだりできるようにするには教師の手立てが必要であり、その手立てが不十分であると、生徒は「これでいいや」と追究をやめてしまったり、「何してよいか分からない」とただ時間を浪費してしまったりすることになるといえる。

③ 課題④について

課題④は、特に数学が得意な生徒によく見られる傾向である。自分の考えを自分一人で解決したいという気持ちはとてもよく理解できるし、それができるだけの力がある生徒もいる。しかし、他者の考えを受け入れないことで、考えが停滞したり、誤った考えのまま課題に取り組んだりすることもある。また、納得解や最適解を求める上で「それが本当によい考えかどうか、他者にも伝わるかどうか」などは、他者の存在なしには評価することができないため、他者の存在を尊重し、相互に価値ある関わりができるような手立てを講じていく必要があるといえる。

(2) 本研究における手立て

上記の(1)を踏まえて、本研究では以下の三つの手立てを講じて実践を行い、その有効性を検証する。

手立て① パフォーマンス課題の教材開発

本実践では「コンテストに応募する」というリアルな文脈を設定し、レポート形式のパフォーマンス課題を行う。「コンテストに応募する」という形にすることで、単にレポートにまとめることに留まらず、「他者に正しく伝わるか、他者に評価されるか」など他者からの評価を意識させることができ、他者と関わる必要性が生まれると考える。そして、作品として提出するためには、他者からのアドバイスや評価を基に何度も作品を作り直したり、改善したりする必要がある。生徒が自己調整しながらこの課題に取り組むことが期待できる。また、各自が考える事象はそれぞれ異なり「正解」があるわけではないため、自分が考えた事象を解決するためには、単元で学習した知識・技能をその事象に合わせて使いこなす必要があり、単元末のパフォーマンス課題として適していると考ええる。

手立て② 生徒の自己調整や他者との協働を促すルーブリックの活用

前述の課題②、課題④を改善する手立てとして、生徒に提示するルーブリックを単なる評価基準としてではなく、生徒の自己調整や他者との協働を促す手立てとして用いる。生徒の自己調整について、山岸(2021)は、「改善の見通しが立たない、性質が見いだせない生徒には、具体的な改善の視点を示し、ルーブリックを基に、自分の成果物を評価する場を設定するなどして、改善の方向を見いだせるような手立てを講じていく必要がある」と述べている。そこで、どのように改善したらよいかの見通しをもたせるために、ルーブリックを基に自己評価したり、他者から評価してもらったりする場を設定し、改善や更なる探究へとつなげたい。さらに、「思考・判断・表現」の評価にS評価を設定することで、課題を解決した生徒がさらに魅力的な事象を追究するよう促すとともに、他者と協働することを「主体的に学習に取り組む態度」の評価として取り入れることで、他者との積極的な関わりを促す。

手立て③ 「正解がある問題」を課題の中に用意しておくこと

数学が苦手な生徒にとっては、パフォーマンス課題のような探究的な課題はハードルが高く、生徒が問題解決の見通しを立てられなかったり、何をすればよいか分からないと感じたりして生徒の活動が止まってしまうことがある。そこで、あえて「正解がある問題（例題）」を用意することで、すべての生徒に課題に取り組む機会を保障する。しかし、例題を解くだけでは、与えられた問題を解くことと変わらないため、ループリックには「例題だけではB評価である」ことを示し、例題を手がかりとして発展させたり、新たな問題解決へとつなげたりできるよう促す。

4 研究の実際

本実践では、中学1年の生徒を対象に次のようなパフォーマンス課題を行った。

(1) 単元名 1年「文字の式」(対象：公立中学校1年生72人 時期：令和6年7月)

(2) 小単元 「文字を使って『新たなオリジナル公式』を考えよう！」(3時間)

① 小単元の流れ(生徒に提示したもの)

時間	活動内容	留意点
1時間目	<ul style="list-style-type: none">・応募ポスター(図1、2)の内容を参考に、どのような題材にするかを考える。・応募用紙に、自分が考えた題材と、それを基にした公式や説明を書く。・何をすればよいか分からない人は、例題①、②を考えてみる。・友達と意見交流をする。友達に見てもらい、「おかしいところがないか」、「もっとこうしたらよい」というアドバイスをし合う。・友達のアドバイスを基に、修正する。・振返りシート(図3)に記入(自己評価)をする。	<ul style="list-style-type: none">・応募用紙は何枚使ってもよいです。提出するときは、失敗したものも含めて、すべての応募用紙を提出してください。・他の人からのアドバイスはメモしておく。題材のアイデアをまるまる盗用することはない。
2時間目	<ul style="list-style-type: none">・1時間目の続きをする。・一つ完成した人は、更によりものにするために、新しい問題を考えてり、複数の説明を考えてりする。・班内で発表をする。・振返りシート(図3)に記入(自己評価)をする。	<ul style="list-style-type: none">・一つ完成したからと言って、終わりにせず、審査基準に照らして、よりよいものをつくる。・班のメンバーに評価してもらい、修正する。
3時間目	<ul style="list-style-type: none">・学級の仲間に発表する。・応募用紙を提出する。・どの公式がよいか評価する。・振返りシート(図3)に記入(自己評価)をする。	

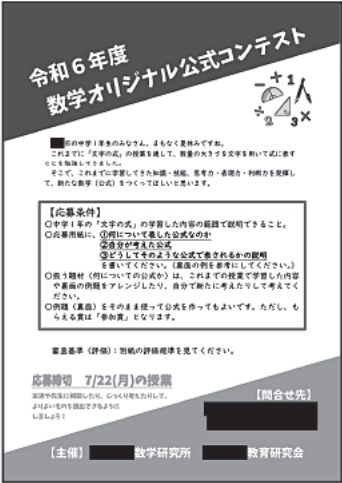


図1 応募ポスター(表面)

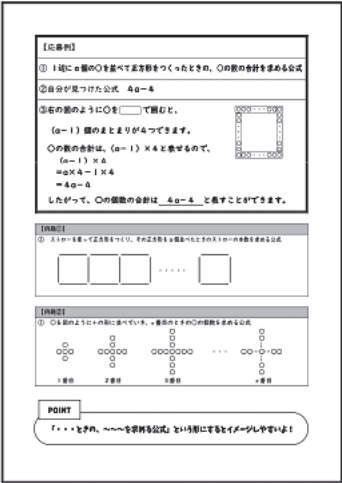


図2 応募ポスター(裏面)

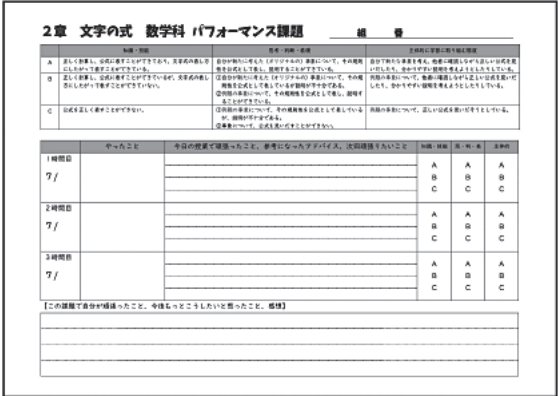


図3 振返りシート

② パフォーマンス課題の概要

中学1年生のたくやさんは、数学の授業でやった「石の個数を求める問題」で、どんな考え方をしても、正方形の1辺にa個の基石が並ぶと $4a - 4$ という式で表せることに感動しました。ここで、たくやさんは「ほかにも文字を使って、このように公式が作れるものはないだろうか」と考えました。そんなとき、〇〇市の中学生を対象にした「数学オリジナル公式コンテスト」があることを知り、たくやさんはあなたにも、このコンテストと一緒に応募してほしいと願っています。下の応募条件を参考にして、様々な規則性を「公式」として見いだし、応募用紙を使って提出してください。

○中学1年の「文字と式」の学習した内容の範囲で説明できること。

○応募用紙に、①何について表した公式なのか、②自分が考えた公式、③どうしてそのような公式で表されるかの説明を書いてください。(応募ポスター裏面の例を参考にしてください。)

○扱う題材(何についての公式か)は、これまでの授業で学習した内容や裏面の例題をアレンジしたり、自分で新たに考えたりして考えてください。

○例題をそのまま使って公式を作ってもよいです。ただし、もらえる賞は「参加賞」となります。

③ ルーブリック（コンテストの審査基準）

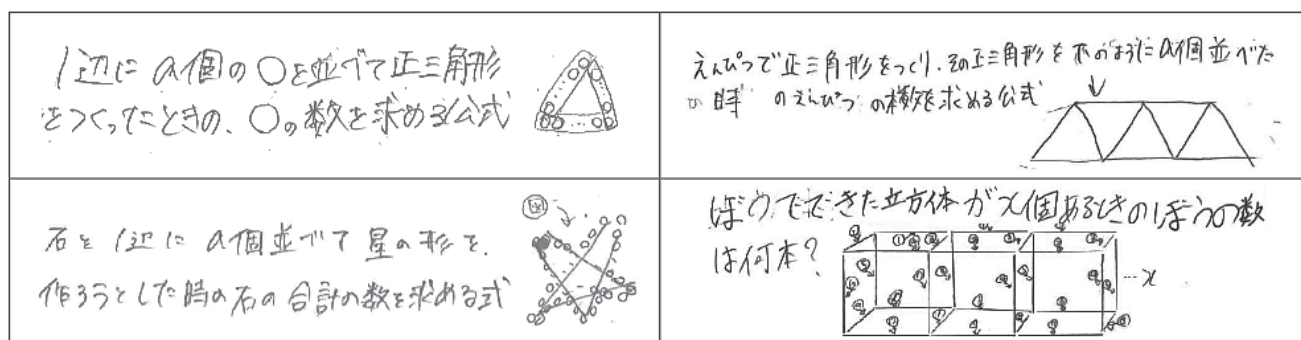
	知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
S		学級の仲間から「素晴らしい、すごい」と認められた規則性を見だし、公式として表し、説明することができている。	
A	正しく計算し、公式に表すことができているが、文字式の表し方にしたがって表すことができている。	自分が新たに考えた（オリジナルの）事象について、その規則性を公式として表し、説明することができている。	自分で新たな事象を考え、他者に確認、相談しながら正しい公式を見いだしたり、分かりやすい説明を考えようとしたりしている。
B	正しく計算し、公式に表すことができているが、文字式の表し方にしたがって表すことができている。	①自分が新たに考えた（オリジナルの）事象について、その規則性を公式として表しているが説明が不十分である。 ②例題の事象について、その規則性を公式として表し、説明することができている。	例題の事象について、他者に確認、相談しながら正しい公式を見いだしたり、分かりやすい説明を考えようとしたりしている。
C	公式を正しく表すことができない。	①例題の事象について、その規則性を公式として表しているが、説明が不十分である。 ②事象について、公式を見いだすことができない。	例題の事象について、正しい公式を見いだそうとしている。

生徒には、よりリアルなシチュエーションで課題に取り組めるよう、応募ポスターという形で課題を提示し、裏面には応募例と例題を載せた。応募例には、単元の導入ですでに学習した「石の個数を求める問題」を載せ、どのように書けばよいかをイメージさせた。また、例題として「ストローで正方形を作ったときのストローの本数」、「○を+の形に並べたときの個数」を求める問題を載せ、まず何をすればよいか分からない生徒への手掛かりとした。

また、毎時間の振返りは、振返りシート（図3）に記入させ、ルーブリックに照らして各観点の評価をABCの3段階で自己評価できるようにした。

③ 生徒の取組の実際

生徒は、応募ポスターを渡され説明を受けると、初めは「新しい公式を考える」という課題について何をしたらよいか分からないという様子であったが、下の作品のように、単元の導入で行った「石の個数を求める問題」をアレンジして正方形の形を変えたり、例題の問題で形を変えようとしたりするなど、生徒それぞれに様々な考えが見られた。



例えば、「石を1辺にa個並べて星の形にしたときの石の個数」を求めようとした生徒は「辺が重なった部分の石の数を引く」という既習の考え方を、形が変わっていても使いこなし、他の生徒もそれぞれが本単元で学習したことを活用して課題解決に取り組んだ。生徒たちの取組を見ると、ルーブリックの説明で例題に取り組んでもB評価にしかならないことを聞いたためか、多くの生徒は、例題にそのまま取り組もうとはせず、新しい公式を見いだそうとしていた。

ここで、生徒Aの取組について取り上げる。生徒Aは、3時間で2枚の応募用紙を提出した。1時間目には、応募ポスターにあった例題1（ストローの本数を求める公式）をそのまま用いて、ストローの本数と正方形の個数の関係を公式として表し、説明を考えた。この際、自分の考えた公式や説明が間違っていないかを仲間を確認しながら進めていた。

2時間目には、例題1の説明（図4）を書きあげた後に、この問題を基にして新たな図（例題1に対角線を追加する）のアイデアを思い付き、休日の自分の課題として続きを家で行った。

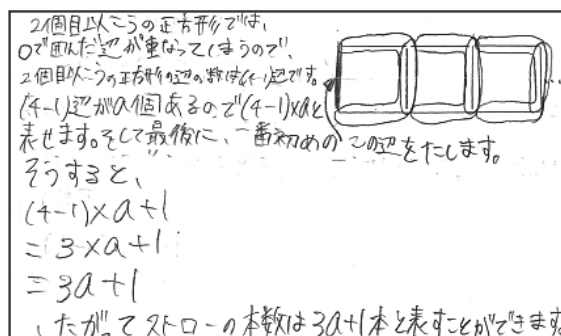


図4 生徒Aの応募用紙①

図の形が変わっても、既習の「数量を文字を用いて表すこと」「文字式の表し方」などの知識・技能を正しく使いこなし、自分の考えを公式に表し、説明をかくことができていた。

3時間目の仲間への発表では、2枚目に書いた応募用紙（図5）を基に発表をした。

生徒Aの振り返りシート（図6）の3観点の自己評価を見ると、ACC→ABB→AAAと変化していることが分かる。1時間目には、公式は正しく書けていたものの、説明が十分でなかったことからACCと評価していたが、2時間目には図4のように説明が書けたためABBと評価した。そして、3時間目には新たな公式を見だし、その説明がきちんとできたことからAAAと評価しており、ループリックを基に自分の作品を正しく評価し、作品の評価が上がっていることを自覚していることが見て取れる。また、毎時間の振り返りからは、その日の課題の取組を評価し、新たな目標設定を行っており、自己調整を図ろうとしていたことが分かる。

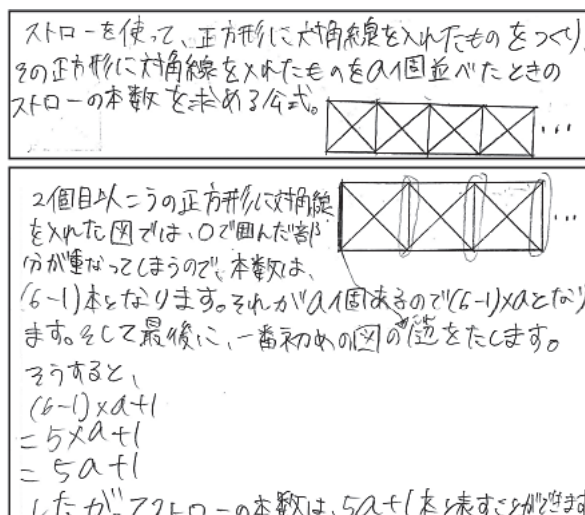


図5 生徒Aの応募用紙②

	やったこと	今日の授業で頑張ったこと、参考になったアドバイス、次回頑張りたいこと	知識・技能	思考・判断・表現	主体的
1時間目 7/18	例題1を解いた。 教科書やアイデアを 探した。	例題1の公式は分かったけれど、説明を真ん中では 分かるけど文にして書くのがむずかしい。次回頑 張りたいには自分のアイデアをみんなに伝えるように 説明を書くことです。	A B C	A B C	A B C
2時間目 7/19	オリジナル問題を 考えた。 例題1の説明書を書いた。	例題1のわかりやすく説明を書くのががんばりま した。授業の終わりにオリジナルの図を思いついた ので「土日に公式と説明を書くのががんばり」です。	A B C	A B C	A B C
3時間目 7/22	発表 発表	発表で「わかりやすく説明すること」を頑張りました。 クラスのみんなから褒められ、うれしかった。他の人の 公式も書いてみるのが楽しかった。	A B C	A B C	A B C

図6 生徒Aの振り返りシート（下線筆者）

(4) 生徒の作品、振り返りの内容

生徒（72名）が提出した応募用紙（レポート）、授業後の振り返りの内容は以下のとおりである。

内容	提出枚数	1 枚	2 枚	3 枚	4 枚	合計
1 提出した応募用紙の枚数ごとの生徒の人数	34	25	10	3	72	
(1)例題について公式を考えて提出した生徒	2	1	0	0	3 (4.2%)	
(2)自分なりの公式を考えたが、正しく見いだすことができていない生徒	8	2	1	0	11(15.2%)	
(3)自分なりの公式を見いだしたが、正しく説明できていない生徒	6	7	3	0	16(22.2%)	
(4)自分なりの公式を見だし、説明できた生徒	18	15	6	3	42(58.3%)	
2 例題に取り組んだ（2枚目以降にオリジナルの公式を考えた）生徒	(2)	6	0	0	8 (11.1%)	
3 他者との交流で、内容の改善を図った生徒	32	24	10	3	69(95.8%)	

72名のうち、提出された作品を分類すると、上の1(1)～(4)のように分類することができた。この結果から、58名(80.5%)の生徒は、自分なりの公式を見だし、説明しようとしていたことが分かる。

- ・最初の方でどうしていいのかわからなかったときに、友達がアドバイスしてくれてうれしかったです。友達がアドバイスしてくれたおかげで公式を考えることができました。
- ・私はこの課題で、他の人と意見を交換することを頑張りました。お互いにここをこうした方がいいねなどと話し合い、よりよいものを目指していくことができました。

このほかにも、ほとんどの生徒が、他者との関わりによって自分の考えが深まったり、作品の改善につなげることができたりしたという記述を書いており、この授業を通して他者との交流するよさを実感したことがうかがえた。

5 成果と課題

(1) 成果

本実践を通して、以下のような成果が得られた。

- ・手立て①、手立て②について、生徒が他者と協働する過程で既習の知識・技能を使いこなし、自己調整を図って自分なりの「納得解・最適解」を追究することができたこと。
- ・手立て③について、例題に取り組むことで、パフォーマンス課題に参加することができ、さらにそれをアレンジすることで探究的な学習につなげることができた生徒が多くいたこと。

手立て①では、「コンテストへの応募」という設定が生徒の動機付けを促し、よりよい作品をつくろうと試行錯誤して、仲間に相談したりアドバイスをもらったりして自らの「納得解、最適解」を導こうとしたことにつながった。応募用紙の提出枚数からも、半数以上の生徒（38人）は1枚で終わらずに改善した2枚目を提出しており、1枚しか提出していない生徒も、何度も書き直してよりよいものを作ろうとするなど、生徒が自分で考えた問題に合わせて既習の知識・技能を使いこなし、主体的にパフォーマンス課題に取り組む姿が見られた。手立て②では、ループリックを意識させるとともに、自分の作品や取組についてループリックを基に振り返る機会を設けたことで、自分の状況をメタ認知し、更なる取組へとつなげられている生徒が多かった。前述のアンケート結果からも、全体で69人（95.8%）の生徒が他者との交流によって自分の作品を改善することができており、生徒の振り返りからも、他者との関わりの中で自分の作品をよりよいものに改善することができ、それにより達成感や成就感を感じていることが読み取れるものが多くあった。手立て③については、生徒Aのように、例題が生徒の活動を促し、探究的な学習につなげることができたと言える。また、今回の実践では、何もできずに手が止まってしまう生徒は一人もおらず、どの生徒も自分なりの「納得解、最適解」を見いだし、応募用紙を提出することができたことは大きな成果であると言える。

(2) 課題

一方で、本実践では次のような課題が見えた。

それは、今回のパフォーマンス課題では、生徒が自由に問題を考えて追究したことから、1年生の学習内容を越えていたり、式にするのが難しかったりして自分が考えた問題を公式にできなかった生徒が何人かいたことである。例えば、右の問題（図7）を考えていた生徒は、規則性を見

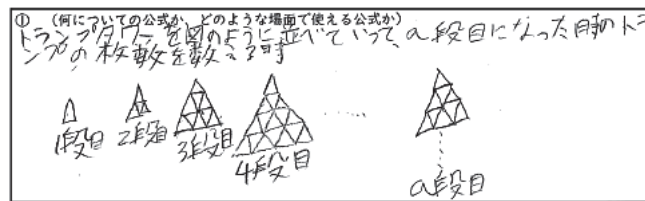


図7 a段のタワーを作るのに必要なトランプの枚数

付け、公式に表そうと熱心に取り組んだが、友達に聞いてもよいアドバイスが得られず、解決には至らなかった。この生徒は、「上向きの正三角形に分けて考えればよいこと」、「a段目にはa個の正三角形が増えること」、「a段目のトランプの枚数は3aになること」、「a段目のトランプの枚数は3×(a段目までの正三角形の数)で表せること」など数学的な見方や考え方を働かせて次々に規則性を見付けていったが、「 $3 \times (1 + 2 + 3 + \dots + a)$ 」という式に表したところで行き詰まり、悔しい思いをしていた。生徒がこのような素晴らしいアイデアを思い付き、その課題について熱心に打ち込み、探究できたこと自体はこのパフォーマンス課題の大きな成果であったが、「正解がない問題」であるからこそ、それが時間内や自力では解決できないとき、そのアイデアを生かすために授業でどのような手立てを講じていくか、そして、そのような生徒の取組への評価の在り方をどうすべきかについては今後の課題である。

最後に、上記の(2)課題とも関連して、今後の更なる研究で、今回は扱わなかった課題⑤のパフォーマンス課題の評価について、どのような方法がよいのか、今後の実践の中でその効果的な方法を検討していきたい。また、今回は1年「文字の式」の単元での実践であったが、他の単元での教材開発をするなど、生徒が「他者と協働しながら、納得解や最適解を見いだす課題」を効果的にできるように授業の在り方について今後も継続して模索していきたい。

6 参考引用文献

西岡加名恵(2016), 資質・能力を育てるパフォーマンス評価, 明治図書

西岡加名恵・石井英真(2018), Q&Aでよくわかる! 「見方・考え方」を育てるパフォーマンス評価, 明治図書

文部科学省(2017), 中学校学習指導要領(平成29年告示), p.17

山岸卓矢(2021), A I 時代を主体的・共創的に生き抜く生徒の育成～自己調整, 創造性, 人間性～に着目して～第2年次, 第3年次, 上越教育大学附属中学校研究紀要, p.49