

## 問いの生成を軸とした探究型学習(第1学年) ～新たな問いを生み出すための授業の工夫～

岡 孝治

鳥取大学附属中学校 数学科

E-mail: oka\_kj@tottori-u.ac.jp

**Koji OKA (Tottori University Junior High School): Inquiry-based learning (the first grade) centering on generating questions. —Devices of lessons for generating new questions.**

**要旨** — 本研究では、生徒が自ら問いを持ち、新たな問題を探求していく力を育成するための授業実践を行った。単元を通して探究すべき問いを設定し、授業の問いが連続的になるような単元構成を考える。中学校第1学年の「正の数・負の数」の単元において、「負の数を含めても、正の数のときと同じように四則計算を考えることができるのか？」という問いをもとに単元を構成し、具体的な問題場面でどのような力が身に付いたのかを考察し報告する。

**キーワード** — 探究型学習, 問いの生成, 単元を貫く数学的活動

**Abstract** — I tried classes for raising student's ability to explore new problems voluntarily. Composition of lesson units was set up so that questions are generated consecutively, by setting questions that should be pursued through each unit. In this paper, I will report and discuss what abilities were attained in each of the concrete questions, by composing each lesson unit based on the questions "Are four basic arithmetic operations solved the same way as positive numbers even in the occasions including negative numbers?" in the unit "Positive and negative numbers" in mathematics for the first grade junior high school students.

**Key words** — Inquiry-based learning, generating questions, mathematical activity through the lesson unit.

### 1. はじめに

#### 1.1 これまでの研究について

新学習指導要領(平成29年告示)における改訂には、数学的に考える資質・能力を育成していくために、学習過程の果たす役割が極めて重要であるとされ、現実の世界と数学の世界における問題発見・解決の過程を学習過程に反映させることを意図して数学的活動を充実させていくことが期待されていると示されている。

本校の数学科では、日々の授業において、問題の提示、自力解決、練り上げの流れで行われている問題解決学習を行ってきた。生徒たちは、答えが一つに決まらない問題や、多様な考え方ができる問題にも取り組んできた。そして、問題解決後も自らさらに課題を見つけ、探究しようとする姿も見られるようになった。しかし、支援によって、期待する活動へと導く活動では、生徒自身の探究が限定されてしまう可能性があり、生徒の主体性も失われてしまうのではないかと考えられる。また、既存の知識だけでは解けない問題や、解決

までの見通しを立てるのが困難な問題にも対応していけるような力をつけるために、授業の形態を見直す必要があると考えた。

そこで、昨年度より本校の研究では、そのような生徒の探究する力を更に伸ばすことを目指し、従来行ってきた授業に比べ、生徒に自由度を与え、より多様で、より深い探究ができるような授業設計を行いたいと考えた。先行研究より、教授人間学理論 ATD (Anthropological Theory of the Didactic) における世界探究パラダイムに基づいた SRP (Study and Research Paths) と呼ばれる探究活動を参考にし、授業設計・実践を行い、考察していった。この世界探究パラダイムとは、学習者が科学者の態度とされている探究の態度となることを目指すという考え方である。何を学ぶのかは学習者による必然性によって決まってしまうとされている。

また、SRP とは、上記の世界探究パラダイムに基づいた教授・学習の過程を定式化したものである。問題やそれを解決する道具、学習すべき内容

など、授業者がすべて設定した中で進められる探究活動ではなく、インターネットをはじめ使えるものは何でも使い、必要なものは必要に応じて学習するといった研究者の活動形態の探究活動のことである。このSRPの構造として、以下のような要素が挙げられる。数多くの問いを生み出し、より多くの知識に出会えるような生成的な強い力をもった一つの問い $Q_0$ (イニシャルクエスト)から始まる。

この問いに答えるために、考察を繰り返し、いくつかの関連する問い $Q_1, Q_2, \dots$ (サブクエスト)が生じる。これらのサブクエストに答えるための回答も生じる。これを繰り返すことで、イニシャルクエストに対する最終的な自分なりの回答 $A_0$ を作り上げていく。以上をふまえ、はじめの問いをもとにして、学習者が、なぜ～という問いを自ら立て、自らその解を作り上げていく、問いの生成を軸とするような授業を設計していった。

昨年度の実践より、自由度のある学習環境や最初の問い $Q_0$ をもとに、生徒からの多様な考えを引き出すことができたと思われる。一方で、インターネット等で得られた情報がいかなるものなのかを把握し、それが正しいかどうかの考察や分析が足りていない部分もあったと感じている。生徒が問いを生成していくためには、継続してどのような力を伸ばしていくことが必要なのかを考えないといけないと感じた。

## 1.2 今年度の研究について

昨年度実践したSRPの形を取り入れたビリヤードの問題を扱った授業を通して生成された「二等辺三角形の性質を用いると、どんな作図ができるのか。」という問いが単元を通しての問いになり、生徒は、その問いを常に考えながら、作図領域での学習を進めることができていた。

そこで、他の単元においてもこのような単元を通しての問いを設定することで生徒が常にその問いを考え、問いを繋げながら、各小単元に取り組むことができ、既習事項を活かしながら、自分で新たなきまりや表現方法などを探究することができるのではないかと考えた。そして、このような活動の積み重ねにより、生徒の問いを生成する力、探究する力が育成されるのではないかと考えた。

本研究では、このような単元を通しての問いを設定し、いくつかの単元において授業を実践した。そして、そのような授業の効果を検証するために、昨年度と同じ内容のSRPの形の授業を行い、生徒の思考にどのような変化を及ぼすのかを検証した。

## 2. 単元を貫く数学的活動による授業実践

### 2.1 単元の問いの設定

中学1年生を対象に、「正の数・負の数」の単元において、単元を貫く数学的活動による授業実践を行った。生徒が「問い」を持つためには、まず、そのための何らかの契機もしくは動因となり得る教師からの情報提示や働きかけが必要であると考えられる。

図1のようなワークシートに、生徒に疑問に思ったことや、いまひとつ納得がいかないことや、もっと深く追求してみたいことを記述させた。

図1. 生徒に配るワークシート(単元の初め)

図2. 生徒から出た問い(図1のワークシートより)

数の領域で学ぶ内容の概観としては、新学習指導要領より、「数の範囲を拡張したとき、これまで学習した数の計算の方法を関連付けて、新しく導入された数の四則計算の方法を考察し表現できるようにする。また、様々な事象における問題解決の場面において、新しく導入された数を活用できるようにする。」とある。これらのことと生徒が考えた問い(図2)を基にして考えると、この単元の学習

において明らかにすべき問いとは、「負の数を含めても、正の数のときと同じように四則計算を考えることができるのか?」という問いになるのではないかと考えられる。単元の中で正の数・負の数の大小を比べたり、計算方法を考えたりする場面で、常にその問いを考えながら、これまでと同じように捉えることができるかを考察させていきたい。

### 2.3 期待する数学的活動による単元計画

#### 1節 正の数・負の数

##### 単元の問い

「負の数を含めても、正の数のときと同じように四則計算を考えることができるのか?」



「負の数とはどんな数なのか?」

- ・正負の数の意味
- ・符号、絶対値の意味
- ・正負の数の大小関係



「負の数は正の数と同じように計算できるか?」

- ・正負の数の加法・減法の意味、計算
- ・正負の数の乗法・除法の意味、計算
- ・累乗の意味、計算
- ・四則を含む式の計算



「正負の数はどのような場面で利用できるか?」

- ・時差を考える問題
- ・平均を考える問題 (今回の授業)

### 2.4 授業実践

単元のまとめとして、具体的な場面での問題を扱った。単元を通して、一貫した問いを持ち続けて探究したことにより、新たな視点で問題を解決していくことを期待し図3のような問題を提示し授業実践を行った。

問題 「平等にチーム分けするには?」

(2020.6月実施)

#### あなたは名監督! 平等にチーム分けするには?

鳥取中学校バスケットボール部には、1年生の新入部員が10名いる。顧問の岡先生は、現時点での実力を見るために、5人ずつの2チームに分けて練習試合をすることにした。両チームの平均身長がちょうど同じになるように、3通りのチーム分けを考え、試合を行いたい。どのように分ければよいだろうか。

生徒	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
身長	166	164	161	156	153	151	150	146	143	138

図3. 授業実践した際のワークシート

平等にチームを分けるには、平均身長が等しくなるような組み合わせを考える必要がある。新たな組み合わせを考えるたびに平均身長を計算しなくてはならない。計算の大変さを感じさせることで「もっと計算しやすくなる方法はないか?」という問いが生まれやすくなると考えられ、基準の値を設けて正負の数で表し、効率よく計算するなど、正負の数で表すよさを実感させたい。

授業実践より、生徒の様々な自力解決がみられた。図4では、平均身長が等しくなるように身長が高い人と低い人でペアをつくり、バランスを取りながら組み合わせを考えていた。図5では、2人組のペアを作り、ペア同士の組み合わせを考えていた。試行錯誤していく中で、計算を工夫している生徒がみられた。図6のように、身長の百の位が共通していることに注目し、身長から100を引いて数の平均を求め、計算の効率化を図ろうとしている生徒もみられた。この基準をつくる考え方が仮平均の考えに繋がると思われる。100のときよりもっと簡単に計算できないかと考えることで、150などを基準として考えている生徒も出てきた。図7のような基準を変えることで、身長と基準との差を正の数や負の数で表せる場合があり、その和を考えたときに打ち消し合うことでより計算が楽になることに気付いた生徒もいた。基準との差に負の数が出てきても、単元の問いである「負の数を含めてもこれまでと同じように考えることができるのか?」という問いを考えながら成り立つかどうかの検証を行っている生徒も多くいた。

図8の生徒の振り返りより、今回の授業では、チーム分けの問題を通して、「どのような分け方があるのか」という問いと、「もっと簡単に計算するためにはどんな方法があるのか」という問いが中心になっていたのではないかと考えられる。その中で、負の数を学ぶことで小学校ではできなかった見方をすることができるようになり、正の数・負の数で表すことの有用性を感じている生徒もみられた。

① A B C D E F G H I J

12	AJ	BI	自分と反対の人	164
11	CH	DG	チームを作っていく	143
10	E	F	バランスがよくなる	150
10			たかさんの平均	151

②  $\frac{152.8}{2} = 76.4$  (17人)

平均身長を等しく 身長高と身長低

図4. 授業実践した際のワークシート  
(身長の高い人と低い人でペアをつくる。)

① <150cmからの+> 例: Aの場合 +16

身長	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
身長	+16	+14	+11	+6	+3	+1	0	-1	-7	-12

仮平均  
かりんさん  
「+のみ」  $+ (16+14+11+6+3+1) = +51$   
平均 = 「0」 1人 「-のみ」  $- (4+7+12) = -23$   
仮平均(基準)  
+ (仮平均との差「+のみ」)  $+ (16+14+11+6+3+1) = +51$   
の平均  $+ (14+11+1) = +26$   
 $+ (16+6+3) = +25$   
「-のみ」  $- (4+7) = -11$   
 $-12$   
 $+26 + (-12) = +14$   
 $+25 + (-11) = +14$   
↓  
B, C, F, J, G  
A, D, E, H, I

図7. 授業実践した際のワークシート  
(基準を決めて、能率的に計算する。)

A ~ J の合計 = 1528  $1528 \div 2 = 764 = 14-A$  の合計

AB	CD	EF	GH	IJ
336	317	304	296	281

764

A, B, G, H, J = C, D, E, F, I

AB	CD	EF	GH	IJ
330	317	304	296	281

① A B E I J + F  
② C D F G H

図5. 授業実践した際のワークシート  
(ペアをつくり、ペアごとに組み合わせる)

100をけす  
 $(66 + 64 + 61 + 56 + 53 + 51 + 50 + 46 + 43 + 38) \div 10 = 52.8$

A + I	D + H	B + J	211
66 + 43 = 113	56 + 46 = 102	64 + 38 = 102	100 = 52.8

152.8

C + G	① 113 + 102 + □ = 264	□ = F
61 + 50 = 111	② 102 + 111 + □ = 264	□ = F

ADEHI BCFGJ

図6. 授業実践した際のワークシート  
(身長の高さを引いた値で計算する方法)

授業の振り返り  
14-4の合計の身長をもとめれば、できるしから、100を引いた計算をするより計算から52.8を引く方が楽。  
基準をつくることに大切だった。

1

授業の振り返り  
組み合わせ方が色々な種類と方法があり、おもしろいと思いました。基準とする数があったり、④④のくみあわせを考えたり、色々な方法をためし、楽しかったです。

2

授業の振り返り  
私はなるべく楽にしたいという意識が強かったので、初めから基準を150にして計算しましたが、ここでも負の数が出ていたのでもっと簡単では解けなかった。まだあまり習っていないけど、少しの数学の授業がみんなの所を役立ててくるといい。1つ1つの授業を大切にしたいと思ったりと思いました。

3

図8. 授業の振り返り

### 2.5 他の単元での授業実践

「正の数・負の数」の単元で実践したように、授業ごとの問いが連続的になるように構成し、その一連の活動により、生徒が単元の問いに答えられるようになることを目指した。他の単元についても授業実践を行った。その一部を報告する。

「文字式」の単元では、「わからない数を含んだ数量関係を式で表すにはどうすればよいか？」を単元の問いとして、以下の授業実践を行った。

図9, 10に示すのは、一次式の加減の計算の方法を考察し、表現することができることを目的とした授業の様子である。具体的な一次式の加法  $2x + x = 3x$  となる理由などを考えさせる。小学校で習った分配法則を用いたり、面積図などを用いて考える生徒も見られた。また、減法の計算では、「正の数・負の数」で考えていた負の数でもいえるかという視点を思い出させ、単元間での関連付けを意識させた。

図11, 12に示すのは、カレンダーを用いて行う文字式の活用場面の授業である。カレンダー内で色々な数のきまりをみつけさせ、それを一般的に説明することが目的である。まず、具体的に連続する3つの数の和が3の倍数になる理由を考えた。具体的な数で考える生徒、真ん中の数を基準にして考える生徒、3つの数の中には必ず3の倍数含まれることを利用した生徒など様々な考え方が出てきた。できる限り生徒の色々な発想を認め、生徒自ら問いやアイデアを生み出しやすい環境づくりにも心掛けた。その後、カレンダーに含まれる3つ以上のきまりについての問題を扱った(図11)。文字を使うことで、考える数が増えても同様に説明することで、文字の有用性を感じている生徒も多かった。

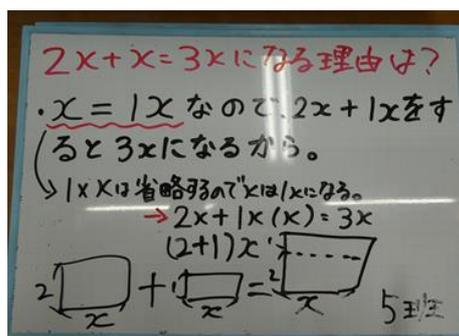


図9. 授業で使用したホワイトボード



図10. 授業実践の様子  
(文字の加法はどのように計算できるか?)

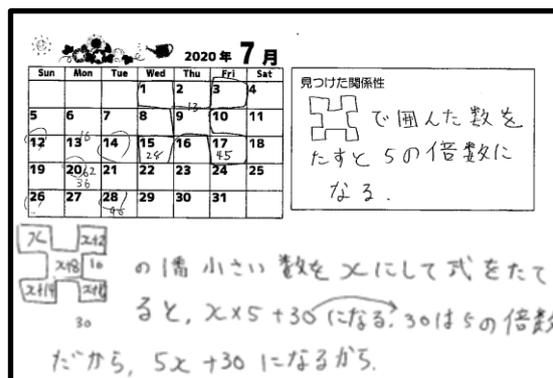


図11. 授業のワークシート  
(カレンダーの中の数のひみつを考えよう)

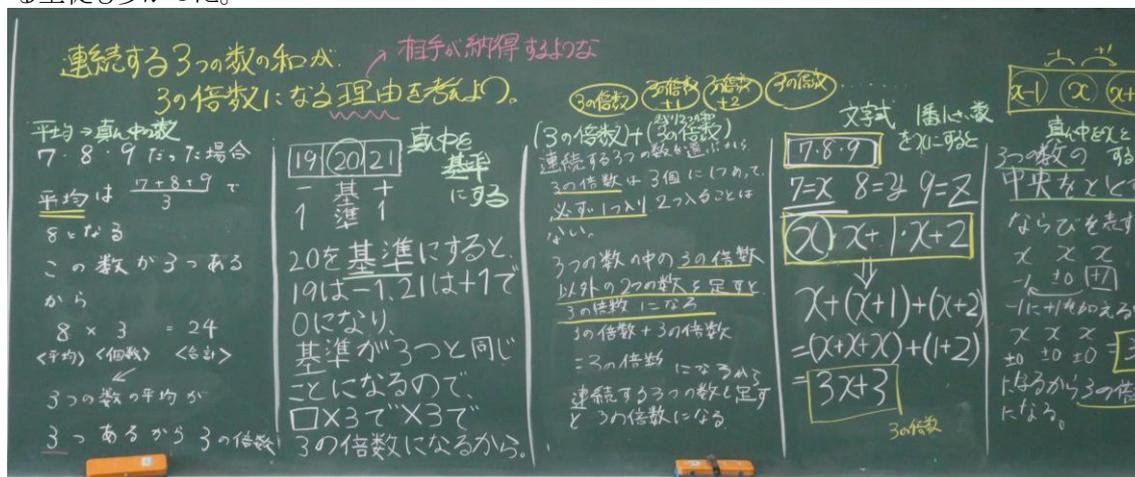


図12. 授業の板書 (カレンダーの中の数のひみつを考えよう)

### 3. 授業実践の分析

#### 3.1 授業の分析方法について

ここで、今回のような形での授業実践(授業①)の積み重ねにより、生徒にどのような力がついたのか分析していく。授業で使用したワークシートによる生徒の記述を以下の3段階で評価する。

ワークシートの評価について(3段階)

A 原理・法則を探って、仮説を設定し、数学的な根拠を示して解決している。

B 解決した問題に適用した原理・法則が曖昧であったり、根拠が示されていない。

C 仮説設定に記述がなく、問題を解決させる過程も記述されていない。

分析1) 今回行った6月実施の授業①(チーム分けの問題)をもとに、11月実施の授業②(ビリヤードの問題)でのワークシートと比較し、学習評価の推移を分析する。

(対象 令和二年度 中学校1年生 138名)

分析2) 11月実施の授業②(ビリヤードの問題)と昨年度実践した同内容の授業のワークシートとを比較する。

(対象 令和二年度 中学校1年生 138名、  
令和元年度 中学校1年生 139名)

授業②(図13)については、1.1に記述したように、昨年度の本校の研究大会により提案した内容の授業である。SRPという探究活動を参考に、自由度のある問いと、模型やインターネットなどの探究できる環境を整えて、生徒の幅広い問いの広がりを期待するような授業である。

問題「球Aを球Bに当てるにはどのような経路をたどればよいか。」

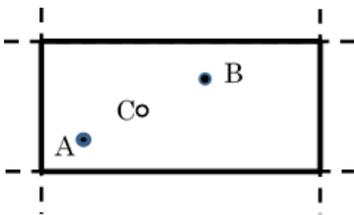


図13. 授業②の問題 (2020. 11月実施)

分析1, 2の結果を以下に示す。

表1. ワークシートによる学習評価の推移  
(R2. 6月, 11月)

	授業①(6月)	授業②(11月)
A	11.8 %	20.0 %
B	70.8 %	77.2 %
C	18.2 %	2.72 %

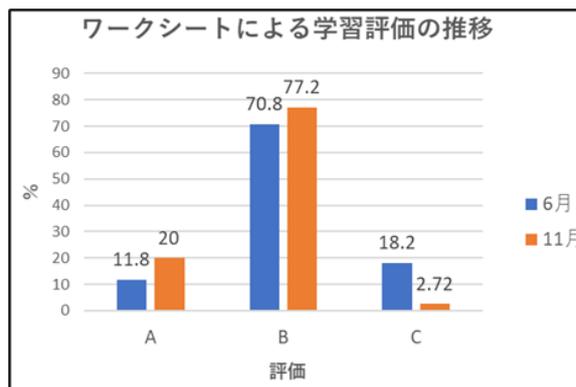


図14. ワークシートによる学習評価の推移  
(R2. 6月, 11月)

表2. 授業②の学習評価の年度による比較  
(R1, R2)

	授業②(R1)	授業②(R2)
A	12.9 %	20.0 %
B	69.3 %	77.2 %
C	17.8 %	2.72 %

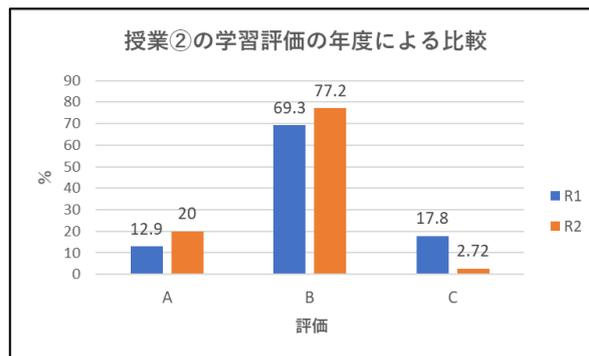


図15. 授業②の学習評価の年度による比較  
(R1, R2)

### 3.2 分析結果について

分析1では、表1、図12より、授業①において、どの生徒もワークシートに自分なりの試行錯誤がみられた。その中で、A評価(図14)が11.8%であり、問題を解くだけでなく自分なりの言葉で説明の記述(図16)がみられた。B評価は70.8%であり、自分なりの方法でチーム分けがなされていたが、それについての説明が不十分であった。C評価は18.2%であり、思考の過程が十分に記述されておらず、自分なりの解が導き出せていなかった。しかし、C評価の中でも、友達の解き方や授業の板書から、考え方を学ぼうとしているものもみられた。授業②では、授業①と比べて、C評価が2.72%と減り、A、B評価が増加している傾向がみられた。考えられる原因としては、扱った題材が生徒に身近なビリヤードの題材であり、自由度のある問いであったことや、模型やタブレットなどの道具により試行錯誤ができたことで生徒の探究が広がりやすかったのが原因の一つだと考えられる。また、日々の授業において、自分の考えを記述して残していく活動と、他者に説明するという活動を積み重ねてきた。少しずつ自分の考えを論理的に表現する力が付いてきたのではないかとと思われる。

分析2では、表2、図15より、授業②について、昨年度の同内容の授業と比較した。昨年度の結果と比べ、C評価が減少し、A、B評価の増加が確認できた。A評価の割合が12.9%が20.0%になり、ワークシートを通して、自分の考えを説明したり、自分の疑問を記述している様子がみられた。また、自分なりの答えが出ても、考えることを続け、新たな問いをつくり、探究していこうとする様子もみることができた。(図17)

### 4. まとめ

今年度の研究では、生徒の問いを生み出す授業の工夫ということで、単元を通しての問いを設定し授業実践を行った。単元を通して明らかにすべき問いを考えた上で、この単元で生徒に何を学んでほしいのかを明確に持ち、何を、どんな順で、どのように学ぶかを考えることが、生徒の中に自然に生まれる問いの繋がりに大きく関わってくるのだと感じた。また、生徒が新たな未知の数学に出会ったとき、この単元の問いを一つの手がかりにして、自分の力で探究を進め、新たな発見や、新たな知識の獲得に期待ができると感じている。今後の課題として、今回の授業実践

で、自分の考えを論理的に記述でき、根拠を明らかにして他者に説明できるような力を育てていく必要があると感じた。生徒の問いを軸とした探究型学習を通して、このような力をどのように着けていくのかを引き続き研究していきたい。

①  $166+164+161+156+153+151+150+146+143+138 \div 2 = 764$   
 4人の身長の場合が764になればいい。  
 14人組① A, D, E, H, I  
 2人組② B, C, F, G, J  
 A4人の平均身長 152.8cm  
 B4人の平均身長 152.8cm

②  $166+164+153+143+138 = 764$   
 $161+156+151+150+146 = 764$

③

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
166	164	161	156	153	151	150	146	143	138
166	164	161	156	153	151	150	146	143	138

152.8 × 5 = 764  
 授業の振り返り  
 始めは、やり方とか、まったく予想もつかないなと思ったけど、  
 低平均なものを使って、答えを出さずかいてきました。

図16. 授業①の学習評価Aの例

Q0 球Aを球Bに当てるにはどのような経路をたどればよいか。

あなたの考え、疑問  
壁に当たっては折返るようになる。

先生の考え、疑問  
壁に当たっては折返るようになる。

班での話し合い、wall attack  
 左の図のように壁に玉を当てては折返るようになる。  
 Aから壁を軸として線対称の点をとり、そこからBに線をひく。壁から内側の線とAを結び経路になる。

疑問  
2つの壁に当てるとは、どのような規則性があるのか  
どのように求めたらいいのか。

A付いたこと  
A・Bの場所が変わっても求められる。

経路を見つけるのはとても難しかったけど、  
 班で協力してできました。角度と三角形の関係  
 に注目するといろいろなパターンが出てくるので、  
 試してみたいです。

図17. 授業②の学習評価Aの例



図18. 授業②の様子

<p>0から考えるのがむずかしかった。 2回壁にあてたり、3回あてたりしてもできるのか どうかも考えてみたい。</p>
<p>AかBに当たる答えを見つけるのは難しかったけれど、実際に作ってみたり 今までこの知識を使って答えを見つけるのは面白かったです。</p>
<p>{振り返り} <math>\pi</math>を使った式や二等辺三角形を用いたたくさんの法則があるということが分かって ました。作図の勉強をして、改めてこの問題を解くよう頑張りたいです。</p>
<p>他の人の班のほら、ひょうをきき屋口の考えや方法があって おもしろかったです。図形や今まで直してきたものを利用すると、 またたくさん方法があると思うので考えてみたいです。</p>
<p>僕はこういう実馬場タイプの数学の授業は初めてだったけど、球 Aと球Bを当てることを頼りにたくさん図形が作れて、おもしろ かったです。</p>

図19. 授業②の生徒の振り返り

参考文献

宮川健, 濱中裕明, 大滝孝治 (2016)「世界探究パラダイムに基づく SRP における論証活動(1)—理論的考察を通して—」, 全国数学教育学会誌『数学教育研究』, 22(2), 25-36.

濱中裕明, 大滝孝治, 宮川健 (2016)「世界探究パラダイムに基づく SRP における論証活動(2)—卓を用いた実践を通して—」, 全国数学教育学会誌『数学教育研究』, 22(2), 59-72.

荻原友裕, (2018)『「重心」の知の構成に関する研究—教授人間学理論を視座として—』, 鳥取大学数学教育研究, 第 20 巻, Vol. 20, No, 2

塩崎李衣(2012)「中学校数学における作図の位置付けと機能」, 上越数学教育研究, 第 27 号, 159-168

岡本光司, 土屋史人 (2014)「生徒の問いを軸とした数学授業 人間形成のための数学教育をめざして」, 明治図書

藤原大樹, (2018)「単元を貫く数学的活動」でつくる中学校数学の新授業プラン, 明治図書

藤村宣之, 橘春菜 (2018)「協同的探究学習で育むわかる学力 豊かな学びと育ちを支えるために」, ミネルヴァ書房

文部科学省(2018)「中学校学習指導要領 数学編」, 日本文教出版

本研究は、公益財団法人博報堂教育財団の研究助成を受け、実践、分析を行ったものである。