

問いの生成を軸とした探究型学習(1 学年) ～生徒主体で問いの往還を進める SRP の共有と評価～

小出智栄子

鳥取大学附属中学校 数学科

E-mail: koide_ci@tottori-u.ac.jp

KOIDE Chieko(Tottori University Junior High School): **Inquiry-based learning (1st grade) centering on generation of questions. ～Sharing and evaluation of SRP that promotes student-led question exchange～**

要旨 — 本研究の目的は、課題として残してきた SRP における共有と評価の方法を提案することにある。そこで目的づけられた SRP を実践し、現行の教育課程の観点による評価を試みた。また、共有は個人発表を繰り返す形に変更し、主体的な練り上げを期待した。本研究は、2020 年に本校で行われた SRP の追試であり、これまでの研究成果を基に、板書や ICT 利用の面で改善を試みている。その成果として、生徒主体で議論し、探究を進める姿が表出し、さらに評価方法の可能性を確認できた。また、生徒の ICT 技術の向上や理科との教科横断によって探究に広がりが出たことを確認した。

キーワード 探究, SRP, 共有, ICT, 評価

Abstract — The purpose of this study is to propose a method of sharing and evaluating in SRP, which has remained an issue. Therefore, we put a purposeful SRP into practice and examined whether it can be evaluated from the perspective of the current educational curriculum. In addition, sharing was changed to a repeated individual presentation format, with the hope of encouraging proactive refined. This study is a follow-up to the SRP conducted at our school in 2020, and based on the results of previous studies, we are trying to improve the blackboard writing and ICT use. As a result, we were able to see students discussing and advancing their research in student-centered manner, and further confirmed the possibility of evaluation methods. We are also confirmed that inquiry expanded due to the improvement of student's ICT skills and the cross-disciplinary of science.

Key words — inquiry, SRP, sharing, ICT, evaluation

1. はじめに

1.1. 研究のねらい

本校数学科では、未知の問いに対しても逞しくしなやかに問い続ける生徒の育成を目指している。私たちは日常で問題に対峙した時に問題解決のために必要な知識を学んだり、必要な技術を身に付けたりする。インターネットや本を使って情報を集めたり、仲間と協力したりと使えるものは何でも使うはずだ。そのように与えられた問いではなく自ら生み出した問いに対し、試行錯誤をし、その先に各々が見つけた答えか、新たな問いがあるのだ。そのため Chevallard が提唱する教授人間学理論

(Anthropological Theory of Didactic 以下 ATD) における世界探究パラダイムに基づいた学習論 ‘Study and Research Paths’ (以下, SRP) とよばれる探究活動を参考にし、授業設計・実践を行ってきた。このパラダイムは 4 つの相互に関連する概念「探究(inquiry)」、「ヘルバルト的(Herbartian)」、「前進認知的(procognitive)」、「開かれた人(exoteric)」が基になっている(Chevallard, 2015)。しかしながら、作品訪問パラダイム(記念碑主義や知識伝達型授業とも言う)と言われる現代の教育現場をすぐに世界探究パラダイムへ移行することはできない。本校では SRP を学校教育で実際に

行うにはいかなる条件や制約があるか継続研究し、パラダイムの移行を目指している。

1.2. これまでの実践と残された課題

これまでの小出の実践をまとめる(小出 2020～2024)。

2020 年の実践では、探究のスタートとなるインシヤルクエスション Q_0 の設定について研究した。SRP において Q_0 は問いと回答の往還を可能にする強い生成力が求められる。 Q_0 の言葉一つで生徒の探究が大きく変わることが分かった。現行の教育課程の枠内での評価方法が課題として残った。また、当時は生徒の ICT 利用のスキルがまだ高くなく教師の支援が必要だった。

2021 年には SRP が Q_0 に求める 3 つの条件(数学的合法性 mathematical legitimacy・社会的合法性 social legitimacy・機能的合法性 functional legitimacy)をもつ教材を探すことに注力したことで、従来の選択数学や教科横断的な学習で扱ってきたテーマに可能性を見出した。宮川(2024)も SRP の可能性として、特に理科と数学を越えた教科横断、総合学習や理数探究との親和性、数学科内での横断について述べている。また、探究的な態度を育成するために教師が行う支援について板書内容の変更が必要だと考えた。特に導入や練り上げ場面の生徒のつぶやきは問い(サブクエスション)の役割を果たすことが多いことを鑑みると、日ごろの授業で問いを板書として残し意識づけることが必要であると分かった。

2022 年は自分で「確かさを問う」力を養うために反例をもつ事例に出会わせることが有効だと分かった。批判的な見方が身についていない間は多様な解や解法を持つ非定型問題を用いることで、第三者と比較させる場面を生み出すことができ、議論が深まることが分かった。

2023 年はプラクセオロジー分析にて、多様な解法を生む問いの条件を明らかにしようとした。結果、従来は発想の分類、解答の一般化など解答について練り上げを行っていたが、ATD での練り上げは「問い方を問う」必要があると分かった。着想に至るきっかけや問いの立て方を練り上げで確認することで、「問いを立てる力」を伸ばすと考えられた。

2024 年は教材研究の中で、作品訪問パラダイ

ムでも QMap (SRP において Q_0 から派生する問いと答えの往還を授業者が想像して記した図)が作成できることが分かった。QMap が広がるほど SRP に適していると言われているが、多様な解法を持つ問いでも QMap が広がるのである。しかしながら知の活用の方法が多いのであって、新たな問いや新たな知が生み出されるのではない。QMap 以外にアプリオリ分析などの授業評価や学習評価の手法を準備しなければならないと分かった。

以上より、授業の終末部分(問題解決学習でいう練り上げ)での教師の役割と評価の方法について課題が残っていると言える。

2. 研究課題の設定

本研究での課題は以下の通りである。

RQ1: 生徒主体の探究が進む共有場面の条件とは何か。

RQ2: 現行の教育の枠組みでどのように評価するか。

3. 研究の手順

本研究は、次の手順で進める。

- (1)2020 年 鳥取大学附属中学校 岡 の実践分析と QMap (授業プラン) 作成
- (2)練り上げの計画 ・ 生徒の交流 ・ 全体
- (3)評価計画
- (4)実践
- (5)RQ に対する結論と今後の課題

4. 2020 年度 岡の実践について

4.1. 授業の概要

岡(2020)の実践は提唱されている 2 種類の SRP (オープンな SRP, 目的づけられた SRP)のうち、目的づけられた SRP に分類される。これは探究の中で、ある設定された新たな知識が生徒の中から生み出されるように計画された SRP である。この実践では図形の性質が作図の元になっていること、特に二等辺三角形を根拠にすればよいとの知識が生まれるように計画されている。

当時は SRP に初めて取り組む中学 1 年生を対象に、6 月に実践されており、通常の教科書の順番とは異なっている。

単元計画は第 1 時でビリヤードを扱い様々な方法で球の経路について探究し、その中で二等辺三角形の性質に注目した。第 2～4 時で常に、そ

の性質に注目して、基本の作図方法を考察し、表現できるようにする。つまり、探究から生まれた「二等辺三角形の性質を用いるとどんな作図ができるだろう。」この実践において残された課題は、①球の跳ね返りと図の対称性が繋がらない②探究が広がりすぎるため細かい条件が必要だった③1通り作図がかけたら探究が止まる生徒が多い④自らの解答の妥当性を問う姿勢が見られない⑤探究の可視化ができておらず問いの生成過程が見えないことであった。②③④⑤については、小出（2020～2024）によって改善されるはずである。

4.2. 変更の内容

まず、実践を教科書の内容の順番通りの場面で行うことにする。啓林館「未来へひろがる数学 1」で作図は、図形領域で図形の移動を終えた後に学習される。したがって、対称性のイメージが出やすく、残された課題①が解消される。また、直前に理科の授業で「光の反射」「像の移動」を学習する。ビリヤードの球の動きを理想化して反発係数 1 の衝突であると考えれば光の反射と同じ動きが残るため、他教科横断の探究が生み出されることを期待する。

課題②は Q_0 提示と共に、生徒とのやりとりの中で、理想化・数学的モデリングの作業を行うことで解決する。理想化は、今後生徒が身に付けるべき力であるため、全体で学ぶ機会とする。導入で理想化するために後回しにした複雑な条件は、 A° （最終的な解答）に辿りついた生徒の次の問いとして効果を発揮することになり課題③が解決される。また、探究の可視化のために筆者は 4 月当初より授業の中で問いを明確にすることを指導するとともに、板書に問いを残すことを行ってきた。生徒にも問いや真偽の理由を積極的に残すよう指導してきたことで課題⑤を解決できると考える。

課題④については共有部分や練り上げ場面で改善する。

この方針で新たに QAmap（図 2）を作成する。さらに、問いと答えの往還を整理して図 3 に示す。

5. 練り上げの計画について

5.1. 生徒の交流の計画について

これまで本校での SRP 実践ではグループ発表

を主に行ってきた。また、2020 年当時は班に 2 台のタブレットしか使用できなかったが、今では個々でタブレットを持ち、小学生の時から ICT 利用に慣れ親しんできた生徒である。探究自体は班で協力も可能であるし、他の班の人と相談も可能だが、発表は個人で行うこととする。

生徒は元のグループで 1～4 の番号を決め、

図 1 のように 4 番以外は番号の分だけグループを移動して発表する。

3 分で発表を全員が行い、次の 3 分で修正する。また、上記のルールで移動して発表と修正を繰り返す。

これによって、お互いの探究ルールや A° の相違点を通した批判的思考を促し、課題④を解決する。また、間違いは研究成果として報告すること

で、反例の役割を果たすことを期待する。最後に、まだ分からないところは仲間に聞いて理解することで次の発表に役立てることができれば主体的な学習態度として見なされる。

5.2. 全体での交流の計画について

全体では、生徒が辿った探究を QAmap の順に確認していくこととする。

Q、何を理想化した？…数学的モデリング

Q、何ができるようになった？…方向性

Q、これから考えたいことは？

…更なる問い（ $Q_{61} \sim Q_{65}$ ）

Q、考えるべきことは？（ Q_7 ）

…SRP の目的 A° （作図に必要な対称性）

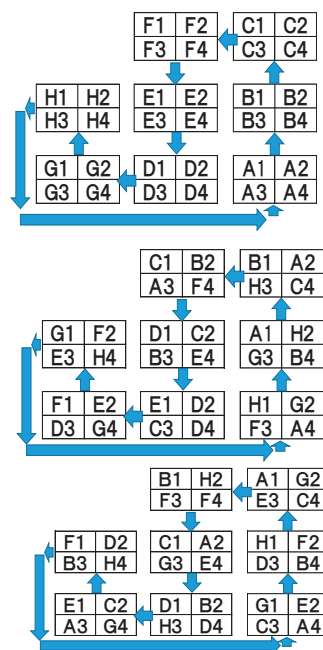


図 1
共有場面での席移動

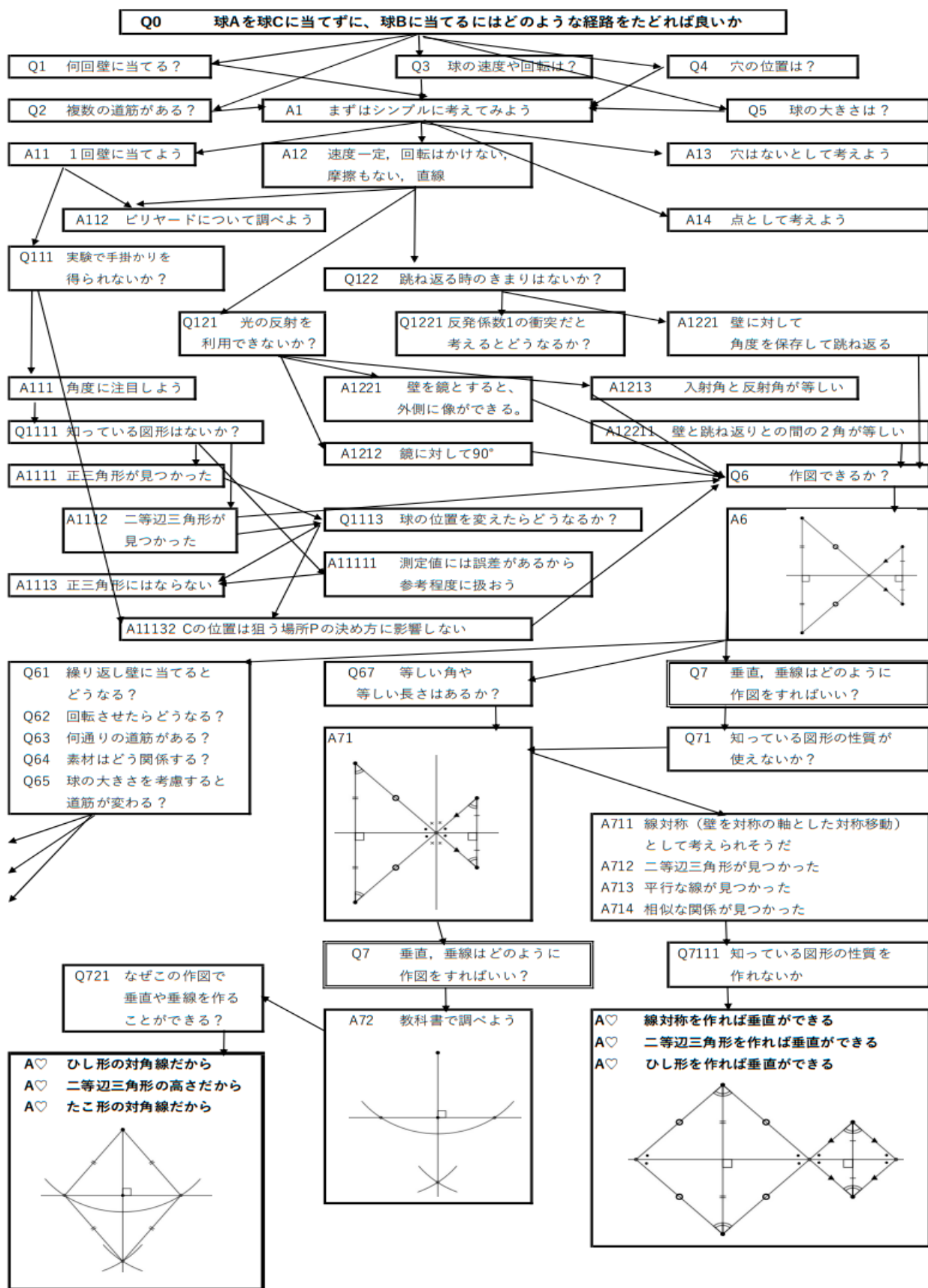


図2 QAmap

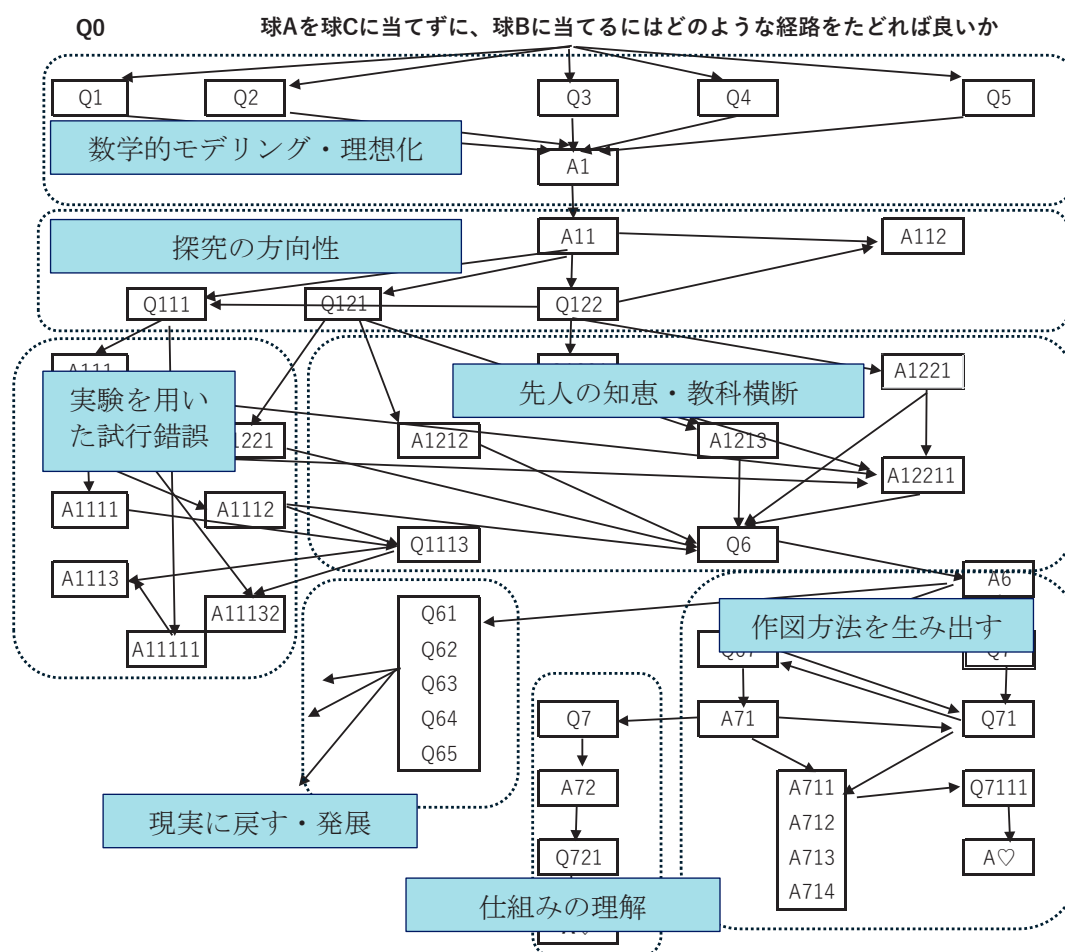


図 3 問いと答えの往還を整理した QMap

6. 評価について

評価の3観点で評価するため評価表(表1)を作成した。ルーブリックのように生徒に示すことはせず、Q₀から始まる自然な探究を評価する。

7. 授業の実際

対象は鳥取大学附属中学校1年生、授業実施は図形の移動について学習を終えた後の 2024 年 11 月中旬である。

導入で「Q₀: 球 A を球 C に当てずに球 B に当てるにはどのような経路をたどればよいか」提示後、質問はないかと尋ねたところ、次のような質問が出てきた。

- ① 打つ方向は？
- ① 何度も打っていい？
- ② カーブかけていい？
- ② 穴に落ちたら？
- ② 浮かしていい？

表 1 探究の評価表

時間	活動内容	知識・技能	思・判・表等	主体的
1	探究	必要な情報を適確な手段で集める	集めた情報の真偽を確かめる	問いと答えの往還が見られる
2				
3	発表準備	わかりやすく簡潔に表現できている	根拠を明確にしようとする	仲間と相談したり、調べたりして分かりやすい表現方法を探る
4	発表	正しい用語を用いて、根拠をもって発表する	異なる意見の真偽を見極める	積極的にお互いの意見について議論や質疑応答を繰り返す
	修正	正しい用語・根拠を使い、より分かりやすく表現する	明らかにした真偽を組み込む	積極的に修正したり、更に発展させたりする

- ② いろんなパターンがある？
- ② 何回も壁に当たっていい？
- ② 緑の布の素材は？
- ③ 実験してみたい？

まずビリヤードのルールに関する質問①は、説明不足だったとして説明した。②については「どうする？」と尋ねたところ、「難くなるから最初は考えない方がいい」という意見が出てきた。③については良いと伝えたが、「おもちゃだから正しくないんじゃない？」という言葉があった。このやりとりで理想化が進んだ。(Q1～Q5⇒A1)

第1時はインターネットでビリヤードについて闇雲に情報収集し始めた生徒、衝突の規則を探し始めた生徒がいた。また模型を使って手がかりを探している生徒は、目印をつけたり分度器を用いたりしながらタブレットで写真や動画を撮っていた。光の反射を考えた生徒は理科の教科書を持ち出して、参考にできるか吟味しており、探究の方向性をみとりやすく、評価しやすかった。

第2時は引き続き探究を行った。徐々にQ6へ向かっていることが見えた。

第3時は発表準備を進める生徒が増えた。「垂直の作図はどうする？(Q7)」と言い始める生徒が現れ始めた。実験した数値に依存している生徒とインターネットなどで情報収集せず立ち止まっている生徒がわずかに見られた。次の発表に向けて、できあがった発表資料(Google スライド)をロイロノートで提出させた。

第4時は発表時間とした。欠席者もあり、3人組を9班作り、班ごとに番号を決めて席替えをした。一人3分、全員発表後の修正や質疑応答の時間を4分で3セット行った。発表に対して積極的に質問したり、お互いの意見の違いを解消したりしていくやりとりがどの班でも行われた。(図4)特に自分の発想の妥当性を問わずに進んだ生徒が自らの考えの間違いに気づいて修正する姿や根拠の少なさに気づき、追記する姿が多く見られた。また、自分が分からなかった部分を質問して問題解決する姿(図5)、理想化が足りなかった生徒がその大切さに気付くこともあった。最後に、加筆修正(図6)が済んだ Google スライドを改めてロイロノートで提出させた。

第5時で教師が主となり、探究の振り返りとして流れを確認した。(図7)

Q:何を理想化した？...モデリング

A:回転、台の穴、球の大きさ、材質

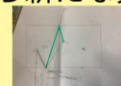


図4 発表に対して議論をする



図5 問題を解決しようとする

友達のワークシートから新たな発見



Bと線対称にあるBダッシュを書き加える。AからBへ跳ね返るところとBダッシュの線を結び、その線とBの線を結ぶ。その入射角と反射角は等しくなった。この考え方を使えば、何通りか増えると思う。

図6 発表中に加筆修正を繰り返す

Q:何ができるようになった？

...数学的解決方法

A:光の反射として考えられる
衝突のきまりが見つかった
図形として見る事ができた

Q:何が分かった？

A:等しい角があった。(平行があった)
等しい長さがあった。
相似な図形があった。
線対称ができた。鏡の方法でできた。

Q:作図の方法は？

A:A6

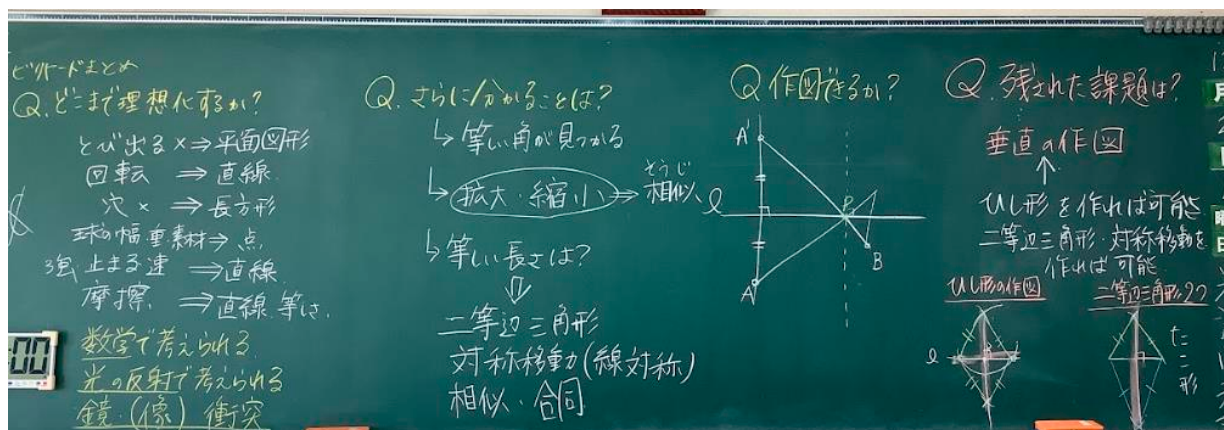


図 7 板書（全体共有場面）

Q:これから考えるべきことは？

A:回転をかける。球の大きさを考える。

何回も壁に当てる...。(発展)

A:垂直の作図ができていない。

Q:垂直の作図ってどうやってやる？

A:線対称にすればいい。

A:二等辺三角形を2つ作ったらできる。

A:ひし形を作ったらいい。

Q:ひし形や二等辺三角形、たこ形は作図できる？

...SRPの目的A°(作図に必要な対称性)

どの学級でも以上のようなまとめになり、全体で目的づけられたSRPを達成したと言える。

一方、関数(比例・反比例)の学習をすでに終えている生徒たちを対象にしているため、座標平面を用いて解決する生徒もいた。(図8)座標を用いて対称性を再現しようとしている。これはQAmapで想定できていなかった探究である。

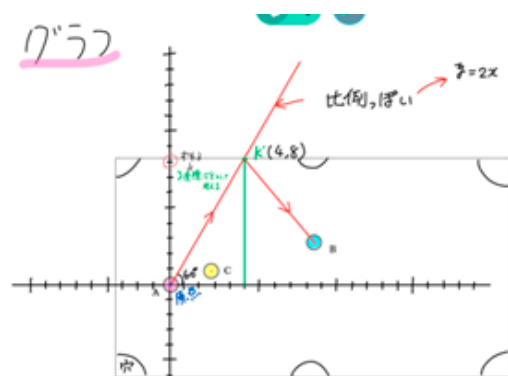


図 8 関数を用いた探究

8. RQ に対する結論

8.1 RQ1:生徒主体で探究が進む共有場面の条

件とは何か。に対する結論

本実践において、個人発表にした結果、探究の知の責任を個々の生徒がもって発表に臨むことができた。また、分からなかったことや間違いが新たな気づきや話し合いのきっかけとして機能した。根拠が足りない場合は質問が飛び交い、積極的な議論が進んだ。また、繰り返し発表の機会があることで、期待していた通り、お互いの良いところを取り入れたり、間違いを修正したりできた。発表前後でロイロノートに提出させたことで、変化を読み取ることもできた。伊藤・日野(2014)が、子どもの問いが生起する場面の一つを、子どもが他者や既有知識とのずれを感じた場合だと言うように、同じQ₀から派生した様々な問いと答えの往還が共有場面で多面的・多角的な議論を生み出すことに繋がった。

以上より、個々で発表させ、探究の主体者として参加させることが条件の1つであると認められる。さらに、Google スライドを使って発表させると、ワークシート中の重要なところを強調したり、言葉や残った問いを追記したり(図9)できるため、焦点化

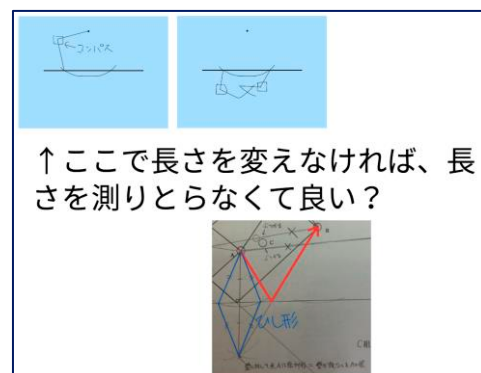


図 9 問いや意見を強調したスライド

された議論が行われる。

また、解答が間違っているにもかかわらず、過程で身に付けた技術や、得た知識を発表し共有しあう姿があった。これは、探究の中で生徒の中で存在理由(必要)を伴って学ばれた知(図 10)だからこそ、自信を持って共有の場に提示できるのだと考えられる。さらに、間違いは反例として、生み出した知は新たな気づきとしてお互いの探究を進めるためのミリューとして役割を果たした。

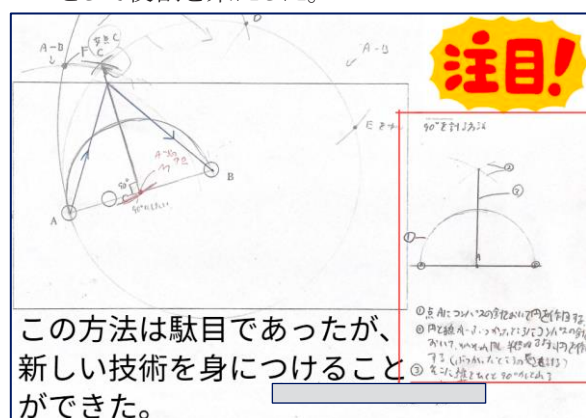


図 10 存在理由を伴って学ばれる知

表 2 十分達成したとみられる人数

時間	活動内容	知識・技能	思・判・表等	主体的
1	探究	必要な情報を適確な手段で集める (97)	集めた情報の真偽を確かめる (69)	問いと答えの往還が見られる (94)
2				
3	発表準備	わかりやすく簡潔に表現できている (-)	根拠を明確にしようとする (91)	仲間と相談したり、調べたりして分かりやすい表現方法を探る (102)
4	発表	正しい用語を用いて、根拠をもって発表する (43)	異なる意見の真偽を見極める (81)	積極的にお互いの意見について議論や質疑応答を繰り返す (97)
	修正	正しい用語・根拠を使い、より分かりやすく表現する (55)	明らかにした真偽を組み込む (60)	積極的に修正したり、更に発展させたりする (48)

(N=114～126)

8.2 RQ2: 現行の教育の枠組みでどのように評価するか。に対する結論

準備していた評価表にて、十分できていると評価できる人数を数え表 2 にまとめた。合計 137 人の学年だが、インフルエンザ流行期であり、どの時間も欠席者が多い中の数である。

発表準備の【知識・技能】の評価については、ロイロノートに提出した後、家庭で修正している生徒もあり、評価できなかった。また、図のみのスライドを用意し、口頭説明を考えている生徒の評価もできなかった。

探究は基本的に班ごとで、個人発表も同時に 8 人か 9 人だったので評価にかかる時間は十分であった。目的づけられた SRP であること、理科と数学を横断する Q0 であること、真偽が明確にあることから評価がしやすかった。目的づけられた SRP については従来の評価方法で対応できる可能性がある。

8.3 終わりに

本稿では、岡の実践を基に SRP の存在の可能性を求めて、共有と評価の方法について検討した。共有や「正しさを問う」場面には生徒一人ひとりが探究の主体として自覚することが必要で、開かれた態度が必要であると結論づける。それこそが世界パラダイムに基づいた SRP の目的である「探究者の態度の獲得」である。学級で生活を共にする仲間もミリューの一つであり、情報を与えてくれるメディアとしての役割も持つ。しかし最後には一人の研究者としてフィードバックをし、探究に責任を持って発表に臨ませることが必要だと考える。そこで個々の評価も可能になるのである。

ただし、総合的な学習や探究場面で文部科学省が推進する「習得、活用、探究」とは異なり、ATD に基づいた世界探究パラダイムでいうところの探究は、探究の後に知の生成と習得があるとされている。このことから、パラダイム変換に対しては「知識・技能」の評価について、さらなる研究を重ねることが必要である。

引用文献

Yves Chevallard(2015)Teaching

mathematics in tomorrow's society:《翻訳》

大滝孝治・宮川健(2016)明日の社会における数学指導ー来たるべきカウンターパラダイムの弁護ー. 上越数学教育研究, 第 31 号, pp73-87

伊藤啓・日野圭子(2014). 算数科授業における子どもの「問い」をいかす教師の働きかけについての研究 宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要(37), 73-80

岡孝治. (2020)問いの生成を軸とした探究型学習鳥取大学附属中学校研究紀要 No.51

啓林館.未来へひろがる数学 1

小出智栄子. (2020)問いの生成と軸とした探究型学習. 鳥取大学附属中学校研究紀要 No.51

小出智栄子. (2021)問いの生成を軸とした探究型学習(第 2 学年)～図形領域における SRP～. 鳥取大学附属中学校研究紀要 No.52

小出智栄子. (2022)問いの生成を軸とした探究型学習(第 3 学年)～「逆を考える場面」の授業改善～鳥取大学附属中学校研究紀要 No.53

小出智栄子. (2023)問いの生成を軸とした探究型学習(2 学年)～多様な解法を許容する一次関数～鳥取大学附属中学校研究紀要 No.54

小出智栄子(2024)問いの生成を軸とした探究型学習(3 学年)～二次関数の特徴を生み出す導入～鳥取大学附属中学校研究紀要 No.55

宮川健. (2024)第 57 回中国・四国算数・数学教育研究発表大会講演資料「探究を通して見えてくる算数・数学教育」