

## 問いの生成を軸とした探究型学習（第1学年）

～ 問いを見出し、思考を続ける生徒像をめざして～

永原 益穂

鳥取大学附属中学校 数学科

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

**Masuo NAGAHARA (Tottori University Junior High School): Inquiry-based learning (the first grade) centering on generating questions. —Finding questions and aiming for a student image that keeps thinking**

**要旨** — 本研究は、従来の授業のような教師主導による生徒の収束する閉じた探究的な活動ではなく、未知の事柄についても生徒自身が新たな問いを生成し、その問いを考え続ける生徒像を目指すために授業者がなすべきことは何かを考えることを目的としている。授業者は、新たな問いの生成を生み出すための  $Q_0$  を設定し、 $Q$  and  $A$  を繰り返す探究の経路を図式化した  $QA$  マップを作成する。そして、作成した  $QA$  マップと実際の授業展開との差異を検証し、今後のさらなる研究につなげていきたいと考える。

キーワード — 問いの生成,  $QA$  マップ, 思考を続ける生徒像

**Abstract** — This research aims at a student image in which the students themselves generate new questions about unknown matters and continue to think about the questions, instead of the teacher-led, closed and exploratory activities of the students as in the conventional lessons. The purpose is to think about what the teacher should do in order to do so. The lesson sets  $Q_0$  to generate a new question, and creates a  $QA$  map that illustrates the path of inquiry that repeats  $Q$  and  $A$ . Then, I would like to verify the difference between the created  $QA$  map and the actual lesson development, and use it for further research in the future.

**Key words** — Question generation,  $QA$  map, student image to keep thinkings

### 1. はじめに

#### 1. 1 国際数学・理科教育動向調査の結果概要及び新学習指導要領をふまえて

国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2019)の結果概要において、「中学校数学の平均得点が、前回調査(2015年 586点)に比べ、(2019年 594点)が有意に上昇している。」との結果を公表している。また、質問調査の数学の授業は楽しいかの項目に対して、前回調査の 52p から 56P に上昇したものの、国際平均の 70p と比較すると平均を下回っており「いまだ諸外国と比べると低い状況にあるなど学習意欲面で課題がある。」と報告している。これらの TIMSS 調査結果を踏まえた文部科学省の施策として、主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善や日常生活や社会の事象、数学の事象から問題を見い

出し主体的に取り組む数学的活動を充実させることが必要であるとしている。また、数学的活動を楽しめるようにするとともに、数学を学習する意義や数学の必要性などを実感する機会を設けることが必要であるとしている。

また、新学習指導要領の「考えを表現し伝え合うなどの学習活動」の項目については、「問題解決の結果や過程、見出した数や図形の性質などについて説明し伝え合う機会を設け、お互いの考えをよりよいものに改めたり、一人では気付くことのできなかつたことを見い出したりする機会を設けることが望ましい。こうした学習を通して、数学的に表現したり、それを解釈したりすることのよさを実感できるようにする。」とされている。つまり、授業の中で単に問題や課題を解決するだけでなく、個人で

じっくりと課題に向き合う時間を確保したり、他と協働したりして思考錯誤する中でいかにやりくりをしながら問題解決を図っていくような授業展開を目指す必要がある。

## 1. 2 本校数学科の取り組みと研究の目的

本校数学科では、問題解決学習等の授業を通して育てたい生徒の姿を次の3点にまとめている。

- ・困難に直面しても、果敢に立ち向かい克服していこうとする生徒。
- ・学んだ数学的な見方・考え方(知識・技能等)を、学んだ以上に使いこなせる(実践できる)生徒。
- ・学んだことを生かしつつ、既存の認識を越えてさらに新しいことを生みだせる生徒。

従来の授業は教師の支援によって期待する活動に導いてきたが、これは教師の望む答えに収束をする閉じた探究であり、生徒自身の主体性を育み切れていなかったのではないかと考えられる。与えられた問いのみに答えられる生徒像ではなく、未知の事柄についても生徒自身が問いを見つけ、考え続ける生徒像を目指していきたい。

そこで本研究では、生徒自らが問いを生み出し、主体的に学ぶ探究型の授業として、「世界探究パラダイムに基づいたSRP」の視点で課題設定をし、SRP (Study and Research Paths) の実践を行っていくこととした。この世界探究パラダイムとは、学習者が探究し続ける態度を目指すものであり、学ぶ内容は学習者によって必然的に決まるとされている。また、SRPとは、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り、課題を解決するために、既存の知識だけでなく、あらゆる道具(インターネットも含む)を使い、探究を深めていく活動のことである。

## 1. 3 本研究の方法

本研究では、はじめてSRPを体験する中学校1年生対象に実践を行う。複数学級の実践を比較分析し、探究に必要な視点や技術を見つけ

出していく。

- ①Q<sub>0</sub>の設定とQAマップを作成し、授業を行う。
- ②生徒の探究が主体的に進んだかどうかを検証する。(作成したQAマップの検証)
- ③SRPを実践する上で必要な教師の補助発問や適切な支援について考察する。

## 2. 問いの生成を軸とした探究型学習の授業

### 2. 1 持続的な問いが生まれるための最初の問いQ<sub>0</sub>(イニシャルクエスチョン)の生成

Q<sub>0</sub>「もし、南極の氷が全部溶けたとしたら、地球全体の海水面はどのくらい変化するといえるだろうか。」

最初の問いであるQ<sub>0</sub>は、生徒の探究活動が始まり、その問いを解決するために次々と新たな問いQ(サブクエスチョン)が生まれるような、生成的な強い力をもった問いでなくてはならない。このような最初の問いであるQ<sub>0</sub>を考えることは、探究型学習を実現するためにはとても重要である。今回の授業において、この問いQ<sub>0</sub>を「もし、南極の氷が全部溶けたとしたら、地球全体の海水面はどのくらい変化するといえるだろうか。」とした。設定した理由のうちの一つは、このQ<sub>0</sub>は学習者にとって聞いたことのある身近なニュースに関連しており、気候変動や異常気象、温暖化などにより氷が溶ける話を聞いたことがあると考えたからである。もう一つの理由として、この問を解決しようとする過程において、各自がインターネットを通じて必要なデータを取り出し、いずれかの場面で数学を使う必要性が生じると考えたからである。

また、学習者の活動で、インターネットで実際に「南極の氷…」で検索すると、「40m～70m 上昇するといえる」や「約60m 上昇する」、「61.1m 上昇するであろう」などと記事によって様々な予測がなされている。このようにいろいろな数値がネット上には予測されているが、その根拠を示した計算式はどこにも載っていない。また、学習者が検索して「『○○m 上昇する』と書いてある」という説明をただけでは、説得力に欠ける。そこで、配布するワークシートにQ<sub>0</sub>に加えて「説得力のある説明をすること」と条件を付記した。今回の題材は、自分達

に必要なデータを使って計算して、班活動を通してオリジナルの多様な解 $A^\heartsuit$ を導くことができると考える。

## 2. 2 本題材の学習計画（3時間）

第1時は、個人探究とする。各個人が1人1台のiPadを使って、インターネットで検索して、課題を解決するために様々なデータを取り出して課題を解決しようと試みる。個人のワークシートに必要と思われるデータをメモしていく。また、探究の過程を残しておくため、できるだけ消しゴムを使わずに、行った計算式も書き表す。

第2時は、班での共有及び発表準備とする。根拠のある、また説得力のある説明を行うために、個人で収集したデータや行った計算を班の中で議論し合う。新たな問いやその問いに対する答え、さらに別の新たな問へと向かう過程を共有し合う。このとき、班の考えや意見を一つにまとめる必要はない。それぞれの個人、班で説得力のある数通りの解 $A^\heartsuit$ を導くこともあるだろうし、仮に $A^\heartsuit$ を導くことができなくても、どの段階まで探究が進んだのかを明確にしておくことも大切となる。

第3時は、クラスへの発表とする。各班で、まとめた内容を説明してクラスで共有する。このとき、それぞれの班の発表を聞いてその班の考えたプロセスに着目し、疑問に思ったことや聞いてみたいことを質問し、質疑応答を含めて質問者と解答者の考えをより深めていくようにする。

## 2. 3 本題材の学習における生徒の個人や班活動での期待する具体的な活動の姿

- ①最初の問い $Q_0$ に対して、新たな問いを考えたり、その問いに対する答えである $A_0$ を示したり、 $Q$  and  $A$ を繰り返す、探究し続けることができる。
- ②個人思考や班での意見や考えを交流させ、次の方向性が示される。
  - ・過去の南極大陸の経年変化と氷の減少の関係からグラフを作成し、今後の南極大陸の氷の溶ける量を予測する。

- ・グリーンランドの氷の量と南極大陸の氷の量を比較して、比例式を使って海面水位の上昇する高さを計算して求めようとする。
- ・南極大陸の氷の量が全て水になったと仮定して、その量を地球の表面積で割り、計算して高さを求めようとする。また、このときに表面積が半径を $r$ とすると、 $4\pi r^2$ で表すことができることにも着目する。

- ③思考錯誤を繰り返す中で、解 $A^\heartsuit$ を導くために個人思考や班での意見や考えを交流させることを通してお互いに学びを深め、批判的考察を含めた議論がなされ、他者に対して説得力のある説明をしようと試みる。

## 2. 4 QAマップの作成について

最初の問い $Q_0$ に対して、考えられる新たな問いの広がりやその新たな問いに対する答えである $A_0$ を示したり、 $Q$  and  $A$ を繰り返す探究の経路を図式化したものがQAマップである。QAマップを作る際には、授業者の立場ではなく、学習者の立場となって作ることが大切であるといわれている。今回の授業においては、すぐに計算を考える場合もあるが、まずは「南極の氷」そのものに着目する生徒もいると予想した。また、「氷が溶けても海水面は上昇せず、変わらない」という考えも予想した。第1時は、個人での探究とし、第2時は、班活動を取り入れて個人で収集したデータや計算式を班で共有させる。このときに、どのデータを使うかで何通りかの解 $A^\heartsuit$ が導かれ、なぜその計算式になるか班で議論が活発になるようにしたい。「海水面が上昇する」と考えた $Q_2$ に対して、次の4種類の新たな $Q_{A1} \sim Q_{D1}$ を設定した。「 $Q_{A1}$  過去の南極大陸の海水面の上昇から今後を考える（グラフの活用）。」、「 $Q_{B1}$  グリーンランドと比べる（比を使って計算）。」、「 $Q_{C1}$  氷が解けたときの高さの計算を考える。」、「 $Q_{D1}$  氷の厚さや体積を考える。」の4種類である。このように多様な考え方があり、また取り出す異なるデータにより計算式が違いため4種類の解 $A_A^\heartsuit \sim A_D^\heartsuit$ を設定した。



作成した QA マップは、学習者が試行錯誤しながら探究を深める過程を予想するのだが、授業者はこの4種類の経路を全て導くような授業展開を行うことは必ずしも必要がないと考える。必要なことは、予測した4種類の経路に対して生徒の活動が2種類、3種類だった場合について、なぜ全ての経路にたどりつかなかったかを授業後に検証することである。その検証として、授業者の支援の内容や働きかけが適切であったか、あるいはさらなる工夫した支援が必要だったのではないかを考えるべきである。また、授業者が予想していない学習者の新たなアプローチがなされていれば、そのことに対して授業者は、生徒の探究の過程を振り返る必要がある。また、今回の探究活動では、Q<sub>0</sub>に対して生徒が教師の支援を必要とせず新たな問いを生成し、自分なりの解にたどり着く場合もあるが、探究の中で次の問いの生成が難しい場面も考えられる。このとき、教師は、生徒が次の問いを生むための適切な支援が必要である。そのため、作成した QA マップのどのサブクエスチョンに、どのような支援が必要となるかを事前に把握しておくことが大切である。

### 2. 5 授業実践を通して

図1は、実際の授業の第1時の個人探究の様子である。課題を解決するために必要なデータを各自が取り出し、新たな問いを生成し、その新たな問いについて解を導こうと、それぞれが自分の生成した問に向き合うことができていた。

ただ若干の個人差があり、計算をして「〇〇m上昇する」と導くことが出来たのは、クラスで10名程度、班で1人、2人程度であった。



図1. iPad を使って個人で思考する様子

図2. 様々なデータを使って計算したワークシート

図2は、自分なりの計算をして、「約68m上昇する」と導くことができたワークシートである。このように個人で結論まで導いた生徒はあまり多くはない。

また、南極大陸と北極大陸の違いが分からず、「南極の氷が解けても、海水面は上昇しない。」と答えた生徒に対して支援が必要になった。

その支援の内容とは、「北極海に浮かんでいる海水は海水が凍ってできたものなので、融けても海水面の上昇にはほとんど結びつかない。これは、コップの水に浮かんだ氷のかけらが融けてもコップの水位に変化が起きないことと同様である(アルキメデスの原理)。したがって、南極の氷が解けたら海水面は上昇する。」というものである。ただ、この内容を一字一句丁寧に伝えたわけではない。「アルキメデスの原理、北極大陸と南極大陸の違い」というキーワードを伝えただけである。これは、QA マップの一番最初に予想した新たな問いに対する解の1つでもある。



図3. 第2時の班活動の様子

図3は、班活動で、個人で調べたり考えたりした内容を班で共有する場面である。それらの内容や事柄はマナボード(ホワイトボードよりも少し大きなもの)にまとめていった。そしてまとめた内容をiPadで写真に撮り、次時でそのiPadをテレビにつなげて画面を映し、クラスへ発表する準備を行う。

個人探究の場面では、iPadがとても重宝した。1人1台のiPadはそれぞれが様々なデータを収集したり、計算の考え方を求めるのにとっても便利である。しかし、この班活動において活発な話し合いという点では、このiPadは必ずしも重宝されるものではない。実際に、1人1台のiPadを使える状態で班隊形にして班活動を促したのだが、個人でiPadを使い続けたため、班活動があまり活発にならなかった。そのため、他のクラスの授業では、iPadの使用を1人1台ではなく班で2台にして班活動を行った。そのクラスでは、班活動が比較的、活発になり自分の意見や考えを交流させる場面が増えていった。

ここで、新学習指導要領の「自立的、協働的な活動を通して数学を学ぶことを体験する機会を設け、その過程で様々な工夫、驚き、感動を味わい、数学を学ぶことの面白さ、考えることの楽しさを味わえるようにすることが大切である。」ということと、今回設定した「南極

QC1 氷が解けた時の高さを計算できないか。



AC1 (氷が解けた時の高さ)  
 $= (\text{氷の体積}) \div (\text{地球の表面積})$   
 を使って高さを計算することができると思う。



AC2 半径が  $r$  のときの表面積は  
 $4\pi r^2$  で表すことができる。

図4. QAマップの一部

の氷がもし全部解けたら・・・」の授業との関連性を考えてみる。「数学を学ぶことを体験する機会を設ける」ことについて、今回の学習では、「数学を扱う、数学の新たな法則や知識と出会う」場面がいくつかある。図4は、QAマップの一部であるが、その中の□で囲んだ部分がこの数学を使い、数学の新たな知識と出会う場面である。教科書で球の表面積について学ぶ機会はあるのだが、今回の学習で、氷が解けた時の高さを求めるために必然的に表面積の公式に出会うこととなる。

また、「数学を学ぶことの面白さ、考えることの楽しさを味わえるようにすることが大切である」ということについては、今回設定した課題解決学習で十分に達成できたかどうかは分からない。図5は授業後の生活ノートに書かれた感想の一部である。面白さ、考えることの楽しさを感じたというよりも「難しかった」という感想が多かったようである。

今日は、数学で「もし南極の氷が全部とけたら」というような課題に挑戦しました。ネットで調べながら取り組んだけれどなかなか難しかったです。今日は班活動も楽しかったです。

今日、数学で「南極の氷が全て溶けたら、地球上の海水面はどのくらい上昇するのか」という授業をしました。あまりにも大きなテーマで驚きましたが、班で発表するらしいので、頑張りたいです!

数学の、南極の氷の間是題がとて楽しかったです。

図5. 授業後の感想

第3時では、第2時でそれぞれの班で共有してまとめた内容をクラスへ発表した(図6)。このとき、班の説明が終わったら、その説明を聞いたクラスの仲間からその班に質問をするように促した。質問が出なければ、生徒の代わりに授業者が質問をして、班で考えた思考の過程をさらに追求することもした。生徒が発した質問の内容として多かったものは、「なぜそのように考えたのか」、「その部分をもう少し詳しく教えてほしい」といった内容のものである。

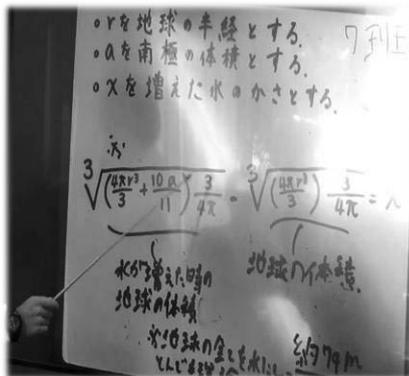
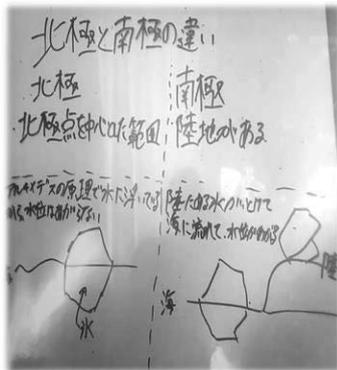
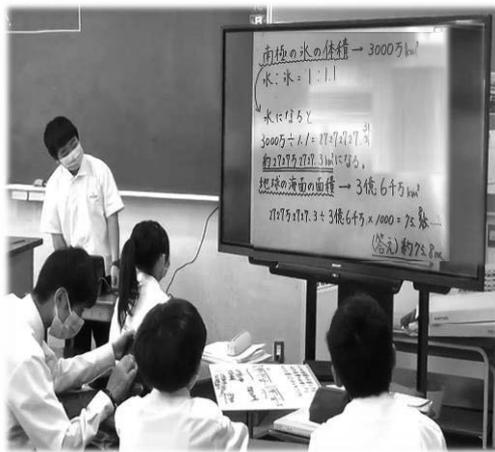


図6. 各班の発表の様子

また、班の中では、前時で考え方を共有しているので自分たちの考えは納得しているようである。そして、他の班の発表について、自分たちと同じような考えで解を導こうとした班の説明については、若干のデータの違いがあっても思考の過程が似ているので理解できたようである。しかし、自分達の考えとは全く違う考え方をした班の説明については理解するのは難しかったようである。

それぞれの班の発表の中には、1つの解だけでなく、2通りの解を導いた班があったり、解を導く(〇〇メートル上昇する)ことは出来なかったが、アルキメデスの原理を紹介して「海面が上昇することは分かった」ことを説明する班もあった。

### 3. 考察と今後の研究

#### 3.1 QAマップのさらなる工夫について

QAマップを作成することは、指導案の作成と他ならないことがあげられる。指導案は授業展開の設計図とよばれることもあるが、QAマップには生徒が何を考え、どのような問を生成し、その問を解決しようとする思考の過程を表したものである。よりよい問の生成を考え、QAマップはより詳細なものになっていった(図7)。

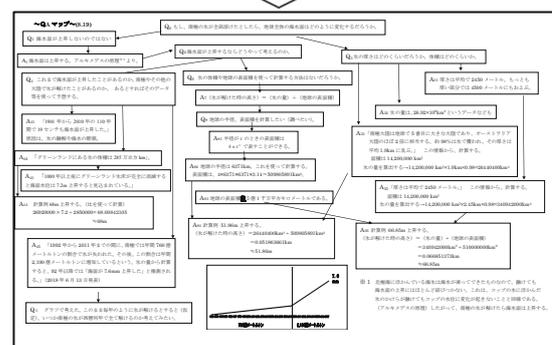
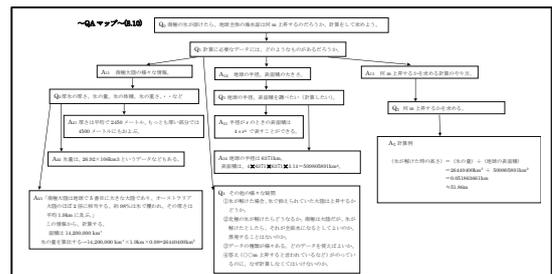


図7. 広がっていくQAマップ

$Q_0$ の設定はとても重要である。最初の  $Q_0$  の設定は、「 $Q_0$  南極の氷が溶けたら、地球全体の海水面は何m上昇するのだろうか、計算して求めよう。」としていた。この問の提示では、上昇ありきになってしまい、「もしかしたら上昇せずに変わらないのではないか」と考える生徒を想定することができていない。また、新たな  $Q_0$  については、後半部分の「計算してみよう」という言葉を省略し、その代わりに「どのくらい変化するといえるだろうか」という問いに変えた。この問いにすることで、生徒は根拠を示すために、自ずと計算によって説明することになると考えたからである。新しく設定した問は、「 $Q_0$  もし、南極の氷が全部溶けたとしたら、地球全体の海水面はどのくらい変化するといえるだろうか。」である。

### 3. 2 QAマップの検証について

QA マップの中で大まかに4つの経路を予想して設定していたが、実際の授業ではそのうちの3つの経路は設定したような展開となった。ただ、表れてこなかった経路が1つあるのだが、それは「過去の南極大陸の氷が溶けた量と比べて今後の溶ける量と年数や高さを予想

する」というものである。なぜこの経路が生徒から出てこなかったのかについて、これは、授業者の問いかけの仕方や支援の仕方に問題があったと考えられる。例えば、過去からの地球の平均気温の経年変化について触れるなどしておけば過去の南極大陸の様々なデータを引用して、今後の氷の溶ける量や海面上昇の高さを予測した生徒がいたのかもしれない。

### 3. 3 今後の研究について

今回、「南極の氷」を題材にして授業を行った。生成的な強い力をもった問い  $Q_0$  を設定して提示し、生徒の探究活動が始まった。生徒自身が問いを見つけ、その問いを解決しようと思いを続けることができたと思う。今後、他の題材を扱うときでも、生徒自身が新たな問いを生成し、考え続けることができるような授業展開を目指したいと思う。

### 参考文献

国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2019)  
文部科学省(2018)「中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 数学編」日本文教出版