

## 世界探究パラダイムに基づく教科横断型探究活動の可能性 —中等教育段階での授業実践を通して—

A Perspective of the Interdisciplinary Inquiry Based on the Paradigm of Questioning the World: Through the Teaching Experiments in Secondary Schools

根津雄一 葛岡賢二 宮川健  
上越教育大学大学院 元院生 群馬県教育委員会 早稲田大学

### 要 約

本稿では、教授人間学理論における「世界探究パラダイム」と呼ばれる教育の考え方に基づいた教科横断型の探究活動の可能性を、筆者らが中学校・高等学校でこれまでに実践してきた数学科と他教科との教科横断型の探究活動を通して検討する。具体的には、中学校における社会科との横断（世界人口総和問題）および、理科や技術科との横断（新聞森林問題）、そして高等学校における情報科との横断（待ちの問題）の事例を取り上げる。それぞれの実践においていかなる教科横断的な学習が生じたのか、教授人間学理論の諸概念を用いてその様相を示すとともに、開かれた前向きの探究活動がわが国の中等教育にいかなる学習をもたらすのか検討する。

**キーワード：**探究活動，教科横断，研究者の探究

### 1. はじめに

「教授人間学理論 (Anthropological Theory of the Didactic)」(以下, ATD)における「世界探究パラダイム」という教育に対する考え方は、問いへの探究を通じて、未知の問いや未解決の問題に対しても怯まずに立ち向かう態度である「ヘルバルト的 (herbartien)」, 前向きに新たな知識を獲得しようとする態度である「前進認知的 (procognitive)」, いつまでも学習し続けようとする態度である「開かれた人 (exoteric)」

といった研究者の態度の育成を目標とする (シュバラー, 2016)。このパラダイムは、数学の指導・学習の文脈で提唱されてきたものの、教科横断的な探究をも視野に入れる。実際、上述の研究者の態度は数学に限らない。さらに、必要なものは必要に応じて学習するといった、数学概念の必要性や存在理由を学習に伴わせることを前提としているため、その必要性が数学外の領域でしばしば生じるからである。

一方、高等学校において新設された「理数探

究」に代表されるように、新たな学習指導要領では、教科の枠組みを超えた探究型学習を通じて、生徒の資質・能力の育成が求められている。そこでは、教育的に大きな価値をもつ教科横断的な探究をいかに進めることができるのか明らかにすることが喫緊の課題となっている。実際、総合学習や課題研究などでは、表面的な調べ学習にとどまることが少なくない。

これらを踏まえて、筆者らは、世界探究パラダイムに基づいた、研究者の探究をモデルとする Study and Research Paths (SRP) と呼ばれる学習活動を拠り所に、より豊かな学習活動を展開できるのではないかと考え、これまで複数の教科横断型の SRP を中等教育段階で実践してきた。そこで本稿では、これまで筆者らが実践してきた複数の教授実験の事例を通して、教科横断型 SRP によっていかなる探究が生じ、いかなる教科横断的な学習が可能となるのか、より広く検討したい。

## 2. 教科横断型探究の設計と分析の枠組み

ATD においては、世界探究パラダイムや SRP に関わって様々な理論的概念が開発されてきた (Chevallard, 2019)。それらは、探究型の学習を設計する際の示唆となるとともに、教授実験で実現された探究を分析しその様相を記述する道具となる。以下では、SRP の仕組みに関わる代表的な概念を概説し、それらをいかに授業の設計や分析に用いるのかを述べる。

### (1) SRP の探究活動の構造

SRP では、学習者が最初の問い  $Q_0$  に取り組む中で様々な疑問や問いが生じ、問いと回答を行き来しながら最終的な回答  $A^*$  を作り上げる過程が想定されている。これらは、「問いと回答の往還 (dialectic of questions and answers)」と呼ばれ (Chevallard & Bosch, 2019; Barquero et al., 2013)、その過程はしばしば図 1 の樹形構造 (Q-A マップ) で記述される。

さらに、探究においては、通常の実験者がそうであるように、インターネットなど使えるも

のは何でも使い、必要なものは必要に応じて学習しながら探究を進めていくことを前提とする。その際、インターネットや書籍を始めとする「メディア (media)」から情報 (既存の回答  $A^*$  や問い  $Q$ 、種々のもの  $W$ 、データ  $D$  など) を入手する活動と、入手したものからなる「ミリュー (milieu)」と相互作用 (試行錯誤) して新たなものを作り出す活動とを行き来しながら探究が進むとされる。その過程は「メディア・ミリューの往還 (dialectic between media and milieus)」と呼ばれる。

これら二つの往還は SRP という探究活動の大きな特徴を示しており、授業設計においては、両者の豊かな往還が生じるように工夫し、授業分析においては、どのような往還が生じたのか Q-A マップで記述するとともに、ミリューの変化に着目する。

また、SRP を設計するにあたって重要になる点は最初の問い  $Q_0$  である。 $Q_0$  は、生徒も疑問に思うような自然 (lively) な問いであり、回答を作り上げる上で様々な活動が生じることが想定された生成的 (generative) な問いであることが期待される (宮川, 2017)。そのため、本研究では生徒も疑問に思うような問いであり、かつ数学と他教科の学習が生じると期待されるものを設定した。

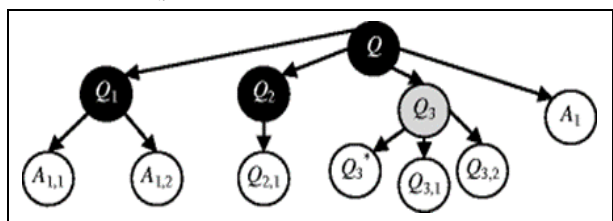


図 1 Q-A マップ (Winslow et al., 2013, p. 271)

### (2) 教科横断的な学習を捉える視点

教科横断型 SRP の設計においては、数学的な活動が十分生じるような  $Q_0$  の開発に努めたものの、他教科の学習については、 $Q_0$  が他教科に関わるであろうものを選択したのみであり、とりわけ特定の視点を用いなかった。しかしながら、分析においては、数学科と他教科のいかなる学習が生じたのか明確化する必要がある。

ATD の視点からすれば「プラクセオロジー」の概念により記述可能であるが（葛岡・宮川, 2018), 本稿では, 紙面の都合上, この点についてはやや直感的に議論するにとどめる.

### 3. 実践事例

以下では, 筆者らがこれまで実践した教科横断型 SRP の事例を示す. 実践の概要とともに, 生徒が実際にどのような探究活動を展開していったのか示す.

#### (1) 事例 1 : 世界人口総和問題

##### ① 授業の概要

一つ目の事例は, 公立中学校第 2 学年 5 クラスの生徒を対象に, 数学科と社会科の教科横断的な学習をねらった実践である (詳細は葛岡・宮川, 2018 を参照のこと).  $Q_0$  には, 次の世界人口の総和に関するものを設定した.

$Q_0$ : 1900 年までの世界人口の総和と 1900 年以降の世界人口の総和が同じになるのは何年か?

この問いは, 2016 年 10 月に大阪で開催されたシュバラール氏とボスク氏による ATD のワークショップで扱われた問いを少し変更したものである. 授業は, 全 4 時間 (探究活動 3 時間, 発表会 1 時間) でコンピュータ室を使って実施した. 生徒らは 3~4 人のグループでインターネット等を使って探究を進めた.

##### ② 生徒の探究活動の様子

実際の授業では,  $Q_0$  が提示された第 1 時の探究の序盤には社会科に関する活動がどの班でも多く見られた. 人類の起源や人口の推移についてインターネットで調べ, ホモ・サピエンスの誕生や産業革命に伴った人口爆発といった社会科の内容が生じた. ホモ・サピエンスについては, 人口の総和を求めるためには, いつから人間が存在するか知る必要があったからであり, こうした社会科の概念も必要性をともなって発生していた. 第 2 時以降は, 人口の総和を求める活動に移り, 生徒たちは, 人口の推

移を表やグラフで表すなどデータの整理に関わる活動が生じ, 試行錯誤しながら回答を作り上げていた. 最終的には, 39 グループのうち 21 グループが何かしらの回答を出した. ただ, 最終的な回答を得ることが最終目標ではないため, 第 4 時にはすべてのグループが探究の成果を発表した.

グループによって  $A^*$  の開発に用いる数学的知識が異なるものの, いずれの班も数学科と社会科に関わる様々な内容に取り組み, 教科横断的な学習が多く見られた事例であった.

具体例として B 班の探究を示そう. B 班は, インターネットの情報を活用しつつも, ミリューとも活発に相互作用し数学的活動が比較的多く生じた班である. 結論から述べれば, その探究過程は図 3 の Q-A マップで表される.

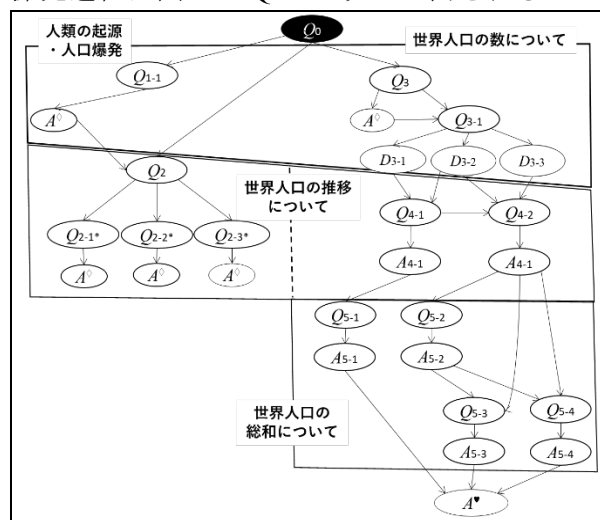


図 2 B 班の Q-A マップ

B 班は, 探究の序盤には社会科の内容を主に追求していた.  $Q_1$  (世界人口は何人なのか?) や  $Q_2$  (人類の起源はいつか?) といった問いをもち, インターネットから様々な情報を得て, その内容の理解に努めた. 第 2 時以降は, インターネット上の数値データから表を作成し, 関数的に問題を解決しようと探究が進んだ. そして, 最終的に作り上げた回答は, 一次関数と面積を用いたものであった. 「西暦 0 年の世界人口 2 億 5000 万人」, 「1900 年の世界人口 16 億人」, 「2016 年の世界人口 74 億人」といったデ

ータを用いて、年に対する世界人口の変化を図2のような二種類の一次関数によりモデル化する。そして、図2の左側の三角形と右側の台形の面積が等しいときに世界人口の総和が等しくなると考え、方程式を解いたのである。最終的な回答  $A^*$  は「2141年」であった。この回答は、毎年の世界人口を足していることになり平均寿命が異なれば誤差が大きくなってしまうものの、中学校2年生の回答としてはよくできたものであろう。

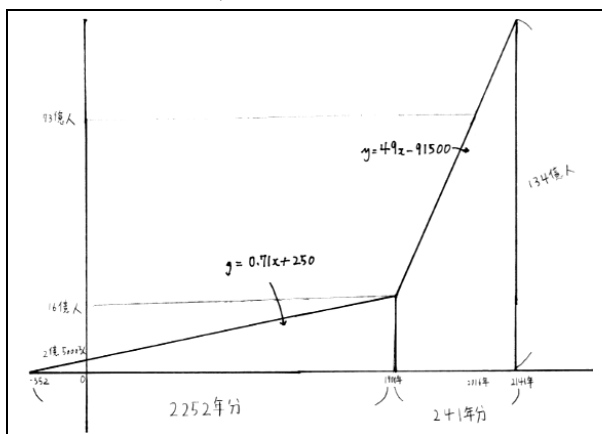


図3 B班が作成したグラフ

## (2) 例2：新聞森林問題

### ① 授業の概要

二つ目の事例は、事例1と同じ公立中学校で同じ生徒を対象に2017年9月に実施したものである。事例1の約半年後であり、生徒は3年生になっていた。授業は、数学と理科、総合の時間をそれぞれ2, 1, 1時間ずつ使い（全部で4時間）、数学科と理科・技術科の教科横断的な学習をねらった。 $Q_0$ には、新聞の生産と森林に関する次の問いを設定した。

$Q_0$ ：日本で発行されている新聞1日分にはどれくらいの森林が使われているのか？

この問いは、数学と理科の探究型学習の教員研修を目的としたEUプロジェクトであるPrimas Project (<https://primas-project.eu/>) で用いられた問いをもとにしたものである。

### ② 生徒の探究活動

今回の $Q_0$ に対して生徒たちの多くは、まず、

新聞の発行部数について調べ探究を進めた。そこで得た情報を基に、発行部数を紙の数や重さで表したり、木の本数に換算する活動が見られた。そして、 $Q_0$ の後半部分の「森林どれくらいか」に答えるために、森林の面積と木の本数との関係について考察したり、古紙の利用に着目するといった試行錯誤の中で回答を作り上げていった。最終的には、40グループのうち32グループが何かしらの回答を出した。第三時の終わりにその成果を資料にまとめ、最終時にそれらを発表した。

本事例の探究過程で生じた数学的内容は、比例式や割合、面積、単位換算、数値の大きな計算などであった。一方、他教科の学習に関わる活動は、事例1の世界人口総和問題よりも多く生じた。古紙の利用や木材パルプといった木材加工に関する内容、木材から紙が作られる過程で問題となるパルプの成分（セルロースなど）などの化学に関する内容、さらに森林伐採や砂漠化など、様々な領域に関するについて調べる活動が展開された。木材加工は中学校技術科における指導内容の一つであり、砂漠化などは環境教育に関わるものである。

では、具体的な探究過程を、比例式や割合といった数学的な知識を活用しながら探究を進めたC班を例に示そう。C班の探究過程は図4のようなQ-Aマップで表される。

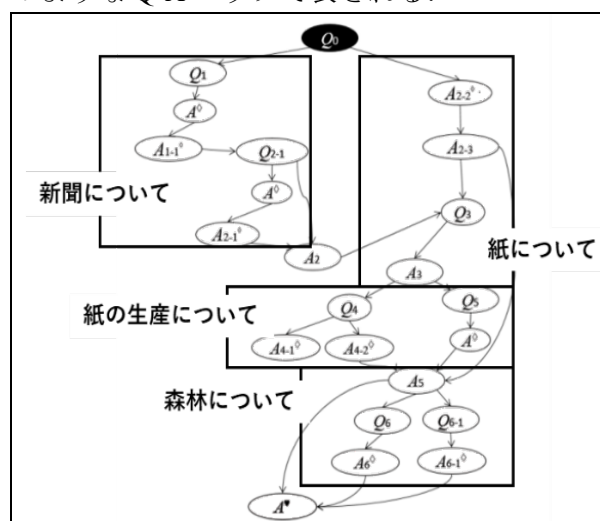


図4 C班のQ-Aマップ

まずC班では $Q_1$ （日本の新聞一日分の発行部数は？）が生じ、新聞の発行部数を調べた。そこでは、日本新聞協会に加盟する新聞社の総発行部数（2007年：5200万部、2016年：4300万部）と非加盟社も含んだデータ（2007年の総発行部数は7000万部である）を入手し、比例式を立て2016年の非加盟社も含んだ発行部数を推定した。次に、 $Q_2$ （新聞一日分の新聞紙の枚数は？）や $Q_3$ （一日に発行される新聞紙を作るために必要な植林木の本数は？）に取り組み、発行される新聞紙を木の本数に変換した。

ここではインターネットから情報を探索する中で、製紙に必要な「パルプ」という言葉と出会った。パルプには、木材から生成されるものと古紙を再利用するものがあることから、木材パルプと古紙パルプの割合を考慮し、 $Q_5$ （日本で発行されている新聞一日分にはどれくらいの植林木が使われているのか？）への回答を作り上げた。さらに、木の本数を森林面積に変換する活動へと移った。まず、 $Q_6$ （日本の森林の面積はどれくらいか？）や $Q_{6-1}$ （日本の森林の木の本数は？）といった問いに取り組み、インターネットからデータを入手した。そこで、日本の木の本数のうち新聞で用いられる木の本数の割合に着目し、森林の総面積のうちどの程度新聞に用いられるのかを考え、「 $A^{\heartsuit}$ :約7138ha」を最終的な回答とした。こうした探究の成果をC班は図5のような資料にまとめ、最終時に発表した。



図5 C班の発表資料

### (3) 事例3：待ちの問題

#### ① 授業の概要

三つ目の事例は、公立高等学校第3学年（文系クラス、数学B未履修）を対象とした実践である。この実践は、数学科と情報科の横断的な学習をねらい、日常の待ちに関する3つの場面（行列、渋滞、インターネット）を題材とした問いを設定し、各班の関心に応じて自由にテーマを選ばせる形をとった。本稿では、その一つとして渋滞の待ちに関する次の問いの探究事例を示す。

$Q_0$ ：渋滞によってどれくらいの時間を損するのか？

授業は、全8時間（導入：1時間、探究：4時間、PowerPointを用いた資料作成：2時間、発表：1時間）をコンピュータ室で実施した。探究は3人のグループで進めた。先の二つの事例と本実践の大きな違いは、前者が数学の授業の枠組みの中で実践されたのに対し、本実践が「社会と情報」という情報科の中で実践された点である。そのため、「数学の授業だから数学をやらなければならない」というような数学的活動を促進するような教授学的契約(Brousseau, 1997)は働かないものと考えられた。

#### ② 生徒の探究活動の様子

第1時はプレ探究という位置づけで、いずれのグループも3つのテーマ（行列、渋滞、インターネット）に関わり、「なぜ待つのか？」といった素朴な疑問についてインターネットを活用して調べた。第2時の冒頭で探究するテーマを決定し、探究を進めることとした。全9班のうち、渋滞の待ちをテーマに取り組んだのは2班であった。探究を進める中で、生徒たちはまず、渋滞の発生原因や解消法について関心を持ち、それらを探究した。第3時以降に $Q_0$ に答えるために、渋滞の損失時間について考える活動へと移った。インターネットの情報を活用したり、図やグラフを使って渋滞の状況を表したりと様々な活動が生じた。第6時から

PowerPoint を用いて探究の成果をまとめ、最終時にそれをクラス全体に発表した。

本実践においては、探究の成果をプレゼンテーションソフトで整理し、発表するという活動を取り入れたことによって、いずれの班においても、文字・図表の挿入やアニメーションの追加といったスライドの作成に関わる情報科の学習が達成された。一方で、数学の授業という教科の枠組みがないこともあり、数学的な活動の発生は班によって大きく異なった。目立った数学的活動は生じず、調べ学習的な活動に留まる班も見られた。

以下では、メディア・ミリューの往還が活発に起こり、新たな数学的知識を学習したり、表計算ソフト (Excel) やプレゼンテーションソフト (PowerPoint) といった情報科でも扱われるツールを活用しながら探究を進めていった D 班の活動を通して、本実践で生じうる探究の実際を示そう。他の事例と同様、まず D 班の Q-A マップを図 6 に示した。

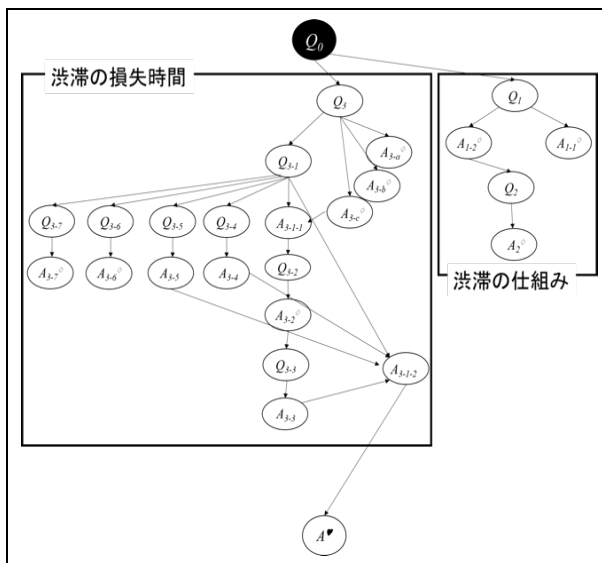


図 6 D 班の Q-A マップ

D 班はまず、 $Q_1$  (渋滞とは何か?),  $Q_2$  (なぜ渋滞が発生するのか?) というような渋滞の仕組みや解消方法に関する問いにメディアを探索しながら取り組んだ。ここでは、渋滞学に関する様々な情報に出会った。インターネットで  $Q_0$  に対する回答を見つける中では、「渋滞損

失時間」という言葉に出会い、それに関する専門的な論文や国土交通省のデータなどをも参照していた。

その後、教師から示された  $Q_{3-1}$  (渋滞が 50km 発生すると、渋滞に巻き込まれた人が損失する時間の総計はどれくらいか?) に取り組み、渋滞の損失時間を求める活動へと移った。それらを求めるにあたって、「渋滞時の速度は 5km/h とする」、「50km の区間には 5714 台の車がある」「渋滞を抜け出すには、1 台後ろに行くごとに 1.75 秒かかる」といった条件を定めた。これらは、インターネットの情報や自ら比例式等を立てて計算した結果から得たものである。

これらを踏まえて、生徒たちは、 $1.75+3.5+5.25+\dots$  というように、5714 台分の待ち時間を総計すれば良いのではないかという考えに至った。そこで、教師からサポートが入り、グループ内で等差数列の性質を用いて計算する者と表計算ソフトを用いて算出する者とに分かれ、それぞれで回答を作り上げた。

生徒は数列に関する知識を未習であったため、教師によって等差数列に関する講義 (等差数列の一般項、和の算出について) が行われ、生徒は初項 0、公差 1.75、項数 5714 の等差数列の和を求めた。また、Excel ではデータの入力や SUM 関数による演算が行われ、待ち時間の総和が算出された (図 7)。これらの結果が一致したため、D 班は「50km の渋滞における待ち時間の総和は 28563571.75 秒である」を最終的な回答  $A^*$  とした。

|   | A | B    | C | D           |
|---|---|------|---|-------------|
| 1 | 1 | 0    |   | 総計(秒)       |
| 2 | 2 | 1.75 |   | 28563571.75 |
| 3 | 3 | 3.5  |   |             |
| 4 | 4 | 5.25 |   | 総計(時間)      |
| 5 | 5 | 7    |   | 79343.25486 |
| 6 | 6 | 8.75 |   |             |

図 7 D 班が行った Excel での算出

このように、D 班では、最終的な回答を作り上げる過程で新たな知識として等差数列に関する数学的知識が発生し、表計算ソフトの利用

といった情報科でも扱われるような学習活動が展開された。また、先述のように、探究の成果を PowerPoint で整理し、発表するといった情報科の学習も達成された。

#### 4. 考察

以上、中等教育での三つの教科横断型 SRP の実践事例を示した。ここでは、世界探究パラダイムに基づいた教科横断型探究がどのような可能性を秘めているか、そしていかなる課題を残しているのかを考察する。

今回の複数の教授実験を通して確認できたことは、第一に、生徒自らが問い、それらに自ら取り組むといった主体的な学習が生じうるという点である。Q<sub>0</sub>に関わった様々な疑問に取り組む、既習事項を用いたり、新たな知識を学習したりしながら探究が進む様子が確認できた。各事例でどのような教科横断的な学習が生じたのかを振り返ると、数学と他教科でそれぞれ表 1 のように整理できる。

表 1 各事例における教科横断的な学習

|            | 数学科  | 他教科  |
|------------|--|--|
| 人口<br>(中2) | <ul style="list-style-type: none"> <li>関数</li> <li>図形の面積</li> <li>データの整理</li> <li>方程式</li> </ul> | <u>社会科</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>人類の起源</li> <li>人口爆発</li> </ul>   |
| 新聞<br>(中3) | <ul style="list-style-type: none"> <li>比例式</li> <li>割合</li> <li>面積</li> <li>単位換算</li> </ul>      | <u>理科</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>化学関連(パルプ)</li> </ul> <u>技術科</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>木材加工</li> </ul> <u>社会科</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>森林伐採, 砂漠化</li> </ul> |
| 待ち<br>(高3) | <ul style="list-style-type: none"> <li>比例式</li> <li>割合</li> <li>等差数列</li> </ul>                  | <u>情報科</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>表計算ソフト</li> <li>プレゼンテーションソフト</li> </ul>  |

表 1 より、設定する問いに応じて多様な教科横断的な学習が生じていることがわかる。ここで特筆すべきは、これらの学習が「必要に応じて」生じているという点である。一般に、中学校や高等学校では、そこで指導される内容をなぜ勉強するのかその必要性や価値が見いだせ

ない生徒が少なくない(なぜ因数分解を学ぶのか、なぜホモ・サピエンスを学ぶのか、など)。

ところが、今回の教授実験では、表 1 に示すような内容が教師から押しつけられることなく、生徒らが問いに回答を作り上げるために自ら学んでいたのである。これらは、生徒が学ぶ技能や知識に存在理由を生じさせるという SRP の理念(シュバラール, 2016)を体現させた形となっている。設定する問いによって数学科の学習だけでなく、理科や情報科といった他教科の知識も存在理由を伴って学ばれるという点は、教科横断型 SRP の大きな可能性であろう。

また、今回用いた最初の問いは、いずれも中学校、高等学校、さらには大学と学校段階に応じた探究が可能であり、学校段階を問わず用いることができる点も、世界探究パラダイムに基づいた探究活動の大きな特長である。例えば、人口総和問題の場合、高校生であれば、より複雑な関数で変化をモデル化し積分により面積を算出する活動や、平均寿命の関数を加えたモデルを考えることもできる。さらに、離散的な数(毎年的人口)の和と積分の関係を追求することも可能であろう。

一方で、表 1 にあげた学習がすべてのグループで生じたわけではない。探究の過程で生じた問いにより必要となる知識も異なるのである。例えば、待ちの問題のように新たに数列に関する知識を学ぶ必要性が生じる場合もあれば、大した数学的知識は生じずに探究が終わってしまう場合もある。今回の教授実験では数学的活動の多少が各事例で異なった。さらに、メディアの探索のみで探究が終わるというような調べ学習的な活動に留まってしまうグループも多くはなかったが、あった。「オープンな SRP」で学習内容が探究者により異なる点はある程度必然ではあるが、より豊かな学習をもたらす条件は今後より詳細に検討しなければならないであろう。

さらに、今回の三つの教授実験を通して、生徒の探究を深めさせるためには、教師が果たす

役割の明確化が大きな課題となることが示唆された。実際、事例3のように、ときには必要に応じて講義をして新たな知識の学習を促し、ときには補助発問という形で新たな問いを生徒に示してより深い探究を促すことが必要となる。一方で、活動に介入しすぎれば生徒の主体性は損なわれてしまう。探究を深めることができるより適切な介入が求められる。

## 5. おわりに

本稿では、筆者らがこれまで実践してきた中等教育における教科横断型 SRP を通して、それらがいかなる可能性を秘めたものであるのかを検討した。三つの事例から、生徒の主体的な学習が可能となることや多様な教科横断的な学習が生じることが示され、今日の学校教育への要請に適った学習活動として教科横断型 SRP はその一翼を担うものとなりうると考えられる。一方、最初の問い  $Q_0$  の質や教師の役割等、課題も多く残されている。今後、中学校や高等学校でさらなる教科横断型 SRP の実践を積み重ねていくことが必要であろう。

## 附記

本研究は、JSPS 科研費 (17H02694) の助成を受けて進められました。

## 引用・参考文献

- Barquero, B., Bosch, M., & Gascón, J. (2013). The ecological dimension in the teaching of mathematical modelling at university. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 33(3), 307-338.
- Brousseau, G. (1997). *Theory of didactical situations in mathematics: Didactique des mathématiques 1970–1990*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Chevallard, Y. (2019). Introducing the anthropological theory of the didactic: an attempt at a principled approach. *Hiroshima*

- Journal of Mathematics Education*, 12, 71-114.
- Chevallard, Y., & Bosch, M. (2019). A short (and somewhat subjective) glossary of the ATD. In M. Bosch, et al. (Eds.), *Working with the anthropological theory of the didactic in mathematics education. A comprehensive casebook* (pp. xviii-xxxvii). London: Routledge.
- シュバラル (2016). 大滝孝治・宮川健訳《翻訳》明日の社会における数学指導—来たるべきカウンターパラダイムの弁護—. *上越数学教育研究*, 31, 73-87.
- 葛岡賢二, 宮川健 (2018). 教科横断型 SRP における数学的な活動—「世界人口総和問題」を題材にした中学校での実践—. *数学教育学研究*, 24(1), 159-162.
- 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) —電卓を用いた実践を通して—」. *数学教育学研究*, 22, (2), 59-72.
- 宮川健 (2017). 「世界探究パラダイムに基づいた SRP と「問い」を軸とした数学学習」. 第5回春期研究大会論文集, 173-180.
- 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—. *数学教育学研究*, 22(2), 25-36.
- 文部科学省 (2019). 高等学校学習指導要領(平成30年告示) 解説数学編理数編, 学校図書.
- Winsløw, C., Matheron, Y., & Mercier, A. (2013). Study and research courses as an epistemological model for didactic. *Educational Studies in Mathematics*, 83(2), 267-284.