

# 高等学校数学科における「日常事象」を用いた 数列の実用性に関する教材開発と評価

教育学研究科 教育実践創成専攻 教科領域実践開発コース 中等教科教育分野 古屋拓海

## 1. はじめに

高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説数学編理数編によると、「PISA2015 では、数学的リテラシーの平均得点は国際的に見ると高く、引き続き上位グループに位置しているなどの成果が見られるが、学力の上位層の割合はトップレベルの国・地域よりも低い結果となっている。また、TIMSS2015 では、小・中学生の算数・数学の平均得点は平成 7 年(1995 年)以降の調査において最も良好な結果になっているとともに、中学生は数学を学ぶ楽しさや、実社会との関連に対して肯定的な回答をする割合も改善が見られる一方、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。さらに、小学校と中学校の間で算数・数学の勉強に対する意識に差があり、小学校から中学校に移行すると、数学の学習に対し肯定的な回答をする生徒の割合が低下する傾向にある。さらに、全国学力・学習状況調査等の結果からは、高等学校では、「数学の学習に対する意欲が低いこと」や「事象を式で数学的に表現したり論理的に説明したりすること」が課題として指摘されている。」

平成 27 年度高等学校学習指導要領実施状況調査によると、「数学（算数）の学習が好きだ」という項目に対して、43.7%の高校生が肯定的な回答を示した。この項目について、小学校・中学校と比較すると、小学校では、56.3%で高等学校よりも 13.4 ポイント高い。中学校では、51.1%で高等学校よりも 7.9 ポイント高い。これらの結果から、「数学（算数）の学習が好きだ」と肯定的に回答

する生徒の割合は高等学校が最も低く、また、年齢が進むにつれ数学に対する興味関心が薄れていくことがわかる。このことから、特に高等学校において、生徒の数学に対する学習意欲を高めることが示唆されている。

今年度の教職大学院の実習で、実習校（進学校普通科）の実態を把握するために、質問紙調査を行った。質問項目として、「あなたにとって数学を学習する目的は何ですか。」と自由記述で回答を求めたところ、「思い浮かばない」と回答する生徒は 1 学年 120 名中 29 名、2 学年 85 名中 18 名、3 学年では 103 名中 19 名とおおよそ 5 名に 1 名が「思い浮かばない」と回答している。さらに、学年が、若いほど、数学を学習する目的を思い浮かばないと回答する傾向にある。このことから、生徒が数学の学習意欲、数学に対する興味・関心を高める上で、数学を学習する目的を持っていないことは、数学の学習に対する意欲が低いことの 1 つの要因として考えられるとともに、実習校における課題の 1 つとも言える。

高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説総則編によると、「わかる喜びや学ぶ意義を実感できない授業は生徒にとって苦痛であり、生徒の劣等感を助長し、情緒の不安定をもたらす、様々な問題行動を生じさせる原因となることも考えられる。」つまり、授業を通して生徒がその教科を学ぶ意味や必要性を実感することが必要である。

これらのことから、まず数学の学習意欲を高めるためには、数学の授業を通して、数学を学習する目的を生徒自身が知ったり、持

つ必要がある。その手がかりに、高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説数学編理数編によると、「現代では多くの問題が数学的に整理されコンピュータの活用によって解決されており、各分野で数学の果たす役割は極めて大きくなっている。そのため、数学教育でコンピュータなどを積極的に活用することも重要である。これまで、学校数学の問題は解答の便宜のため簡単な数で解答できるように工夫されたものが多かった。しかし、コンピュータなどが活用できるようになった現在では、高等学校数学においてもより現実の世界を反映した問題を取り扱い、社会や生活との関連を重視した学習が可能となってきた。そのような学習は、数学の学習に対する関心や意欲が高くない生徒にも数学を学習する意義を認識させ、意欲を高め数学的な力を伸ばすことにもつながると考えられる。」

そこで、本研究では、上記の考察をもとに、生徒の数学を学習する目的に着目し、数学の学習意欲を高めるため、高等学校数学Bにおける「数列」領域の「漸化式」について、「日常事象」を用いて、数学教育の意義の一つの側面である数学の実用性を実感できるような教材開発を目的とする。

## 2. 研究方法

### (1) 実践校

- ①実践校：山梨県A公立高等学校
- ②学校タイプ：進学校普通科
- ③実習期間：令和2年5月～令和3年1月

### (2) 実施内容

- ①質問紙調査による実態把握
- ②授業実践
- ③WSの質問に対する回答、授業感想

## 3. 授業実践に向けて

### (1) 質問紙調査による現状把握

- ①実施目的と内容  
高校生の数学を学習する目的と数学に対す

る学習意欲の現状を把握するために、学習動機尺度について詳しく述べる。この尺度は、自律性に着目して動機付け概念を捉えた自己決定理論に基づいている。自己決定理論では、活動に対する価値の内在化の程度に着目し、動機付け概念を整理している。具体的には自律性の程度を示す動機によって表現される調整スタイルという下位概念を想定し、外的調整、取り入れ的調整、同一化的調整、内的調整の4つを用いて動機付け概念を細分化した。外的調整は報酬の獲得や罰の回避、または社会的な規則などの外的な要求に基づく動機付けであり、従来の外発的動機づけに相当する。取り入れ的調整は、自我拡張や他者比較による自己価値の維持、罪や恥の感覚の回避などに基づく動機づけであり、消極的ではあるがその活動の価値を部分的に内在化しているという特徴を持つ。同一化的調整は、活動を行う価値を認め自分のものとして受け入れている状態を表す動機づけである。内的調整は、興味や楽しさに基づく従来の内発的動機づけに相当し、最も自律性の高い動機づけである。質問紙調査は4つの質問項目を設け、2020年12月に実施し、Microsoft Formsにて収集した。

第1に「あなたにとって数学を学習する目的はなんですか」と問い、自由記述による回答を求めた。なお、思い浮かばない場合は「思い浮かばない」と記述するよう記載した。

第2に西村・河村・櫻井(2011)によって作成された学習動機尺度を基にして、「以下の項目は、あなたが数学を学習する理由にどのくらいあてはまりますか」と問い、「まったくあてはまらない」「あまりあてはまらない」「すこしあてはまる」「とてもあてはまる」の4件法で選択式による回答を求めた。質問項目は表1の通りである。なお、(1)～(5)は内的調整、(6)～(10)は同一化的調整、(11)～(15)は取り入れ的調整、(16)～(20)は

外的調整に関わる項目である。

表 1：質問項目

(1)問題を解くことが面白いから
(2)難しいことに挑戦することが楽しいから
(3)勉強すること自体が面白いから
(4)新しい解き方や、やり方を見つけることが面白いから
(5)自分が勉強したいと思うから
(6)将来の成功につながるから
(7)自分の夢を実現したいから
(8)自分の希望する高校や大学に進みたいから
(9)自分のためになるから
(10)勉強するということは大切なことだから
(11)勉強で友達に負けたくないから
(12)友達より良い成績を取りたいから
(13)周りの人に賢いと思われたいから
(14)友達にバカにされたくないから
(15)勉強ができないと惨めな気持ちになるから
(16)やらないと周りの人がうるさいから
(17)周りの人からやりなさいと言われるから
(18)成績が下がると怒られるから
(19)勉強するということは規則のようなものだから
(20)みんなが当たり前のように勉強しているから

第 3 に「数学で学習した内容を、人々がどのようにして創り出し、発展させてきたのかを考えようとしていますか」と問い、「はい」「いいえ」の選択式で回答を求めた。これは、平成 27 年度高等学校学習指導要領実施状況調査を基にしており、数学に対する学習意欲があり、さらに学習活動が能動的であるかを確認した。

第 4 に「数学で学習する内容が、人々によってどのように創り出され、発展してきたのか知りたいですか」と問い、「はい」「いいえ」の選択式で回答を求めた。これは、第 3 項目に関連し、学習活動は受動的であるが、数学に対する学習意欲があるのかを確認した。

②質問紙調査の結果と考察

質問紙による調査結果。(1 学年：120 名、2 学年：85 名、3 学年：103 名、計 308 名)

1. あなたにとって、数学を学習する目的はなんですか。(自由記述)

表 2：質問項目 1 に対する各学年の回答

目的	ある	ない
1 学年	76%	24%
2 学年	79%	21%
3 学年	82%	18%

2. 表 1 の項目は、あなたが数学を学習する理由にどのくらい当てはまりますか。

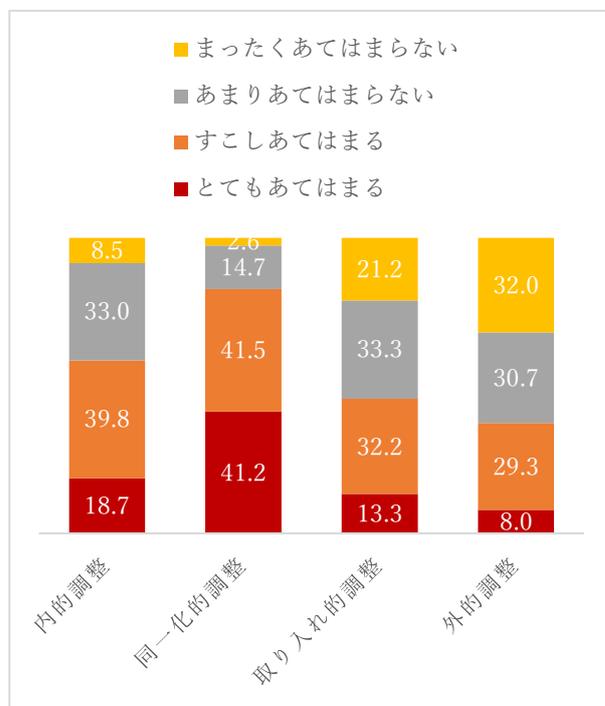


図 1 1 学年の学習動機尺度

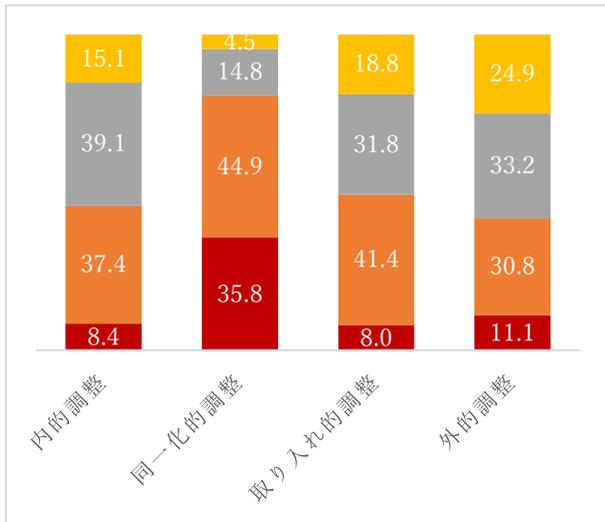


図2 2学年の学習動機尺度

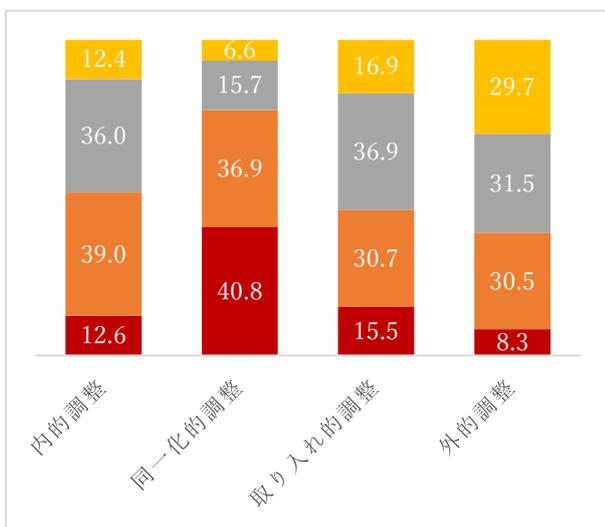


図3 3学年の学習動機尺度

3. 数学で学習した内容を、人々がどのようにして作り出し、発展させてきたのかを考えようとしていますか？

表3：質問項目3に対する各学年の回答

	はい	いいえ
1学年	29%	71%
2学年	27%	73%
3学年	24%	76%

4. 数学で学習する内容が、人々によってどのように創り出され、発展してきたのか知りたいですか。

表4：質問項目4に対する各学年の回答

	はい	いいえ
1学年	63%	37%
2学年	55%	45%
3学年	41%	59%

全学年調査結果から、項目1に関しては、学年が上がるにつれて「数学を学習する目的」がある傾向にある。項目2に関しては、内的調整と同一化的調整の肯定的回答が第1学年で58.5%、82.7%と1番高い。取り入れ的調整と外的調整の肯定的回答は第2学年で49.4%、41.9%と1番高い。第2学年では、内的調整の項目に対する肯定的回答の割合は45.8%で過半数に満たず、とてもあてはまると回答する割合が8.4%で1番低い。さらに、第2学年は取り入れ的調整の肯定的回答の割合が49.4%で内的調整の肯定的回答の割合よりも高い。また、第2学年は外的調整の項目にとってもあてはまると回答する割合が11.1%で、取り入れ的調整の項目にとってもあてはまると回答する割合の8%よりも高い。項目3に関しては、わずかではあるが、学年が上がるにつれて数学を学習する意欲が減少する傾向にある。項目4に関しては、項目3と同様に学年が上がるにつれて数学を学習する意欲が減少する傾向にある。次に、検証授業を行う第2学年文系Aパート（3パートの内の1つで習熟度高）の実態を確認する。

1. あなたにとって、数学を学習する目的はなんですか。（自由記述）

表5：質問項目1に対する対象クラスの回答

目的	ある	ない
対象クラス	68%	32%

2. 以下の20項目は、あなたが数学を学習する理由にどのくらい当てはまりますか。

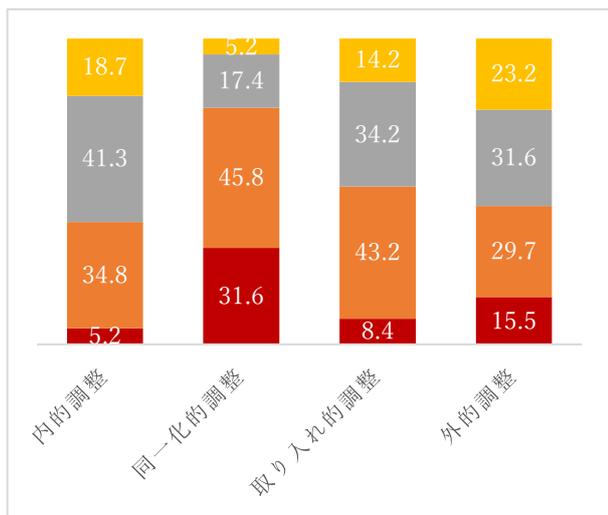


図 4 対象クラスの学習動機尺度

3. 数学で学習した内容を、人々がどのようにして作り出し、発展させてきたのかを考えようとしていますか？

表 6：質問項目 3 に対する対象クラスの回答

能動的	はい	いいえ
対象クラス	23%	77%

4. 数学で学習する内容が、人々によってどのように創り出され、発展してきたのか知りたいですか。

表 7：質問項目 4 に対する対象クラスの回答

受動的	はい	いいえ
対象クラス	52%	48%

全学年調査結果と対象クラスを比べると、項目 1 に関しては、「数学を学習する目的」がある生徒の割合が 68%と全学年よりも低い。項目 2 に関しては、内的調整の肯定的回答の割合が 40%と全学年より低く、とてもあてはまると回答する割合も 5.2%と全学年よりも低い。また、外的調整の項目にとてあてはまると回答する割合は全学年よりも高い。これらの結果から、対象クラスは数学を学習する目的を持っている生徒が特に少な

い。また、数学そのものに興味や関心を持つ生徒が少なく、罪の回避や社会の規則に基づく外発的動機づけによって数学を学習する生徒が多い。このことから、対象クラスでは、数学教育の意義が実感でき、数学を学習する目的を見出すきっかけとなる教材が必要である。

## (2) 授業内容の検討

### ① 教材の検討

教材の検討に入る前に、高等学校における数学教育の意義を確認しておく。高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説数学編理数編によると、「実用的な意義」「陶冶的な意義」「文化的な意義」の 3 つの観点がある。

これらの実態を踏まえ、文部科学省の「消費者教育のヒント&事例集」の中にある「リボルビング払い」を教材として選択した。生徒の日常生活の中の支払いに注目し、リボ払いを事象として扱うことで、数学教育の意義の中でも特に実用的な意義を実感して、数学を学習する意義を見出し数学に対する学習意欲が高まると考えたからである。さらに、この問題は複雑な計算が必要になるため、携帯電話の「電子計算機」機能を用いることとし、生活との関連を重視したこの学習を課題学習とした。

### ② 指導方法の検討

指導方法について、対象クラスの参与観察から得られたことと課題学習の面から検討していく。まず参与観察では、授業中に机間巡視をすると、色ペンを多用して見やすいノートを作成する生徒、ページの右側に線を引いて板書と大事なポイントを分ける生徒など、自分なりに工夫してノートを作成する生徒が多く見られた。また、与えられた問題を終わると自分から副教材に取り組む生徒も多くみられた。このことから、数学の授業に対して前向きな生徒が多い印象をうけた。それから、教師の問いかけに対して生徒同士で考える際に活発な話し合いが行われていた。

今回、課題学習として位置づけたため数学的な活動を重視したいと考える。そこで、文部科学省教育課程部会の算数・数学ワーキンググループ資料である算数数学における問題発見・解決のプロセスと育成すべき資質・能力を基に授業方法を検討した。

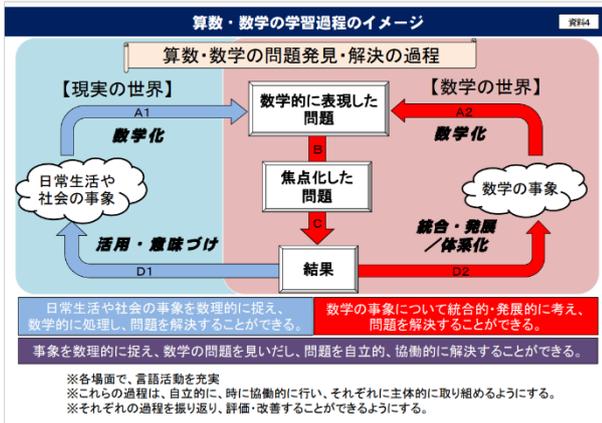


図5 算数・数学の問題発見・解決の過程

#### 4. 授業実践

##### (1) 授業実践の概要

対象：2 学年文系 A パート（習熟度高）  
 日時：令和 3 年 1 月 14 日、1 月 19 日  
 単元：数学 B 数列 (65 分 + 45 分 計 110 分)  
 目標：「リボ払い」の仕組みを数学を用いて考察し、何回でお支払いが終わるか、総額はいくらになるかを考えよう！  
 授業では以下の問題を取り上げた。

30 万円の買い物をし、月々の支払い時に、残金に対して およそ 1.25% の手数料（利息）がかかるリボルビング払いにした。月々の支払いで、手数料を合わせて 5 千円を返済していく方式（元利定額方式）の場合、何回で完済できるだろうか。また、支払った合計金額と手数料の合計金額はそれぞれいくらになるでしょうか。

##### 指導意図

数学と生活の関係を考えたときに、生徒は生活のどこに数学が使われているのかという問いかけに対して容易に答えられるだろう。しかし、どのように数学が使われている

のか問われるとそれは容易ではないと考える。本授業では、日常事象として取り上げたリボ払いの複利計算の中に、数列の考え方が実際に使われていることを学習し、数学と生活との繋がりから、生徒の数学を学習する目的の一つに、社会をよりよく生きるためといった数学の実用性に関する目的が形成されることを期待する。

1 時間目は、リボ払いの仕組みを数列や漸化式を用いて考察し、何回で支払が終わるか、総額はいくらになるかを考える。2 時間目は、利用額や月々の支払額を変更し、リボ払いの長所・短所について考察する。

##### (2) 実践結果

授業実践前に行った質問紙調査の項目 1 で、「数学を学習する目的」が「思い浮かばない」と回答した生徒を抽出し分析を行っていく。分析は、「本時の授業を通して、何か自分の中で数学を学習する目的が見出せましたか。もし見出せた場合は、その何かを記述してください。」というワークシートの授業後の質問と授業感想で行う。

生徒 A
・ワークシートの質問 社会で生活していく時に、自分が損をしないようにするため。
・授業感想 数列なんてどんな場面で使うんだと思って勉強していたけど、自分の身近に使う場面があることを知った。身近に使われている数学をこれからも発見していきたい。

生徒 A の記述から、社会生活に数学の必要性を見出している。そして、学習した内容が日常生活とつながり、身近な数学を発見したいというある意味数学に対する学習意欲が向上している。

生徒 B
<p>・ワークシートの質問</p> <p>見出せました。</p> <p>数学を学ぶことで、自分の生活をより良いものにすることができる。損を減らしたり、得を増やしたり、数学を学ばないと気づけないことがあると思ったから。</p>
<p>・授業感想</p> <p>“算数”は、わかりやすい形で生活の中で役に立っているが、“数学”にあまり学ぶ意味を見出せていなかったが、今回の学習を通して“数学”が役に立つことがわかり、以前よりは数学を学ぶ意義を見出した。</p>

生徒 B の記述から、生徒 A と同様に社会生活について数学の必要性を見出している。そして、数学が役に立つことに気づき、数学教育の意義の実用性を実感している。

生徒 C
<p>・ワークシートの質問</p> <p>日常生活で得をするあるいは、損をしないようにするために数学を学んでいる。</p>
<p>・授業感想</p> <p>利息について、数列を使って計算をしたが、利息についてよく分からなかったので、理解することができてよかった。また、数列は、こんなところで使われていることに驚いた。</p>

生徒 C の記述から、損得という数学教育の意義の実用性に関する目的を見出している。そして、複利計算を通して授業意図であった「どのように数学が使われているか」を理解している。

生徒 D
<p>・ワークシートの質問</p> <p>自分の持っている知識を使い、自分で考えながら大きな損をしないようにするために立ち回る道具。</p>

<p>・授業感想</p> <p>数ⅡBは特に、自分たちの生活には、直接的に結びついていないと思っていたので、クレジットカードのリボ払いに応用されているを知り、とても驚いた。数学を勉強するのが役に立つことがあると知り、勉強をもっと頑張ろうと思った。</p>
---

生徒 D の記述から、生徒 C と同様に、損という考え方から実用性に関する目的を見出している。そして、日常生活と数学がつながり、数学に対する学習意欲が高まっている。

生徒 E
<p>・授業感想</p> <p>数学を社会に探した事がなかったので楽しかった。今やっている数学は無駄ではないということが分かったので、勉強する理由が見出したのでよかった。</p>

生徒 E の記述から、現実世界を反映した問題は数学の楽しさにつながり、このような教材は数学を学習するの必要性を与え、数学を学習する目的を見出す手助けとなった。

生徒 F
<p>・ワークシートの質問</p> <p>数学は身の回りのさまざまなことに使われている。数学が使われている仕組みを知っていると苦勞を避けることができる場合がある。</p>
<p>・授業感想</p> <p>数列は何のために使うのか全くわからなかったので、実用的な学習ができて面白かった。他の単元も身の回りに使われていることを知ることができたら、数学の勉強ももっと楽しめるのかなと思った。知らないで苦勞するのは普通に怖い。</p>

生徒 F の記述から、数学が使われている仕組みを知っていれば苦勞を避けることができるということで、数学が役に立つという

目的を見出している。そして、日常事象を用いた学習が他の単元でも行うことの必要性を述べている。

## 5. 終わりに

### (1) 成果と課題

以上の結果から本教材は数学を学習する目的を生徒に与える可能性を示唆した。また、数学に対する学習意欲の向上も見られた。しかし、見出した数学を学習する目的意識と意欲の持続性は確認できなかった。これは、今後の課題である。

また、授業感想に、授業内容が難しく基本を勉強しておけばもっと考えられたという記述やあまり考えられなかったという記述から、授業時期の検討や指導方法の検討が授業課題としてあげられた。さらに、グループワークの時間がもっと欲しかったという記述から指導における時間配分も課題となった。

一方、数学を学習する目的を持つ生徒の新たな目的の形成や、他の単元における日常事象を探してみたいというポジティブな感想も見られた。このことから、数学を学習する目的を持たない生徒だけでなく、数学を学習する目的を持つ生徒に対しても、日常事象を取り扱う数学の授業から学習意欲向上に寄与する可能性を示唆した。

### (2) 今後の展望

今回用いた学習動機尺度の西村・河村・櫻井(2011)の研究では、中学生において、学業成績に対する同一化的な動機付けの重要性が示唆されたことから、高校生における学習動機付けと学力との関係性を検討したい。

また、湊・鎌田(1994)によると、中学1年においては、知能水準の高低に関わらず、時間的に先行する認知的学力が後続する情意的学力の形成に影響を与えるという方向が、その逆の方向よりも一貫して高く、因果的な優越関係が多いと述べている。つまり、高校1年では学習内容が理解しやすいという認知面

が、次の学習をしたいという情意面に強く影響している。質問紙調査の質問項目2に関するグラフの形が各学年で比較すると異なっている。このことについて、さらなる分析が必要だと考える。

## 6. 引用・参考文献

国立教育政策研究所(2015)「平成27年度高等学校学習指導要領実施状況調査 結果のポイント」p.65.

西村多久磨・河村茂雄・櫻井茂男.(2011).

「自律的な学習動機付けとメタ認知的宝暦が学業成績を予測するプロセス-内発的な学習動機付けは学業成績を予測することができるのか?-」.教育心理学研究.59(1).p.77-87.

湊三郎・鎌田次男.(1994).「生徒の知能水準と中学数学における認知と情意に関する因果的優越性との関係」.日本科学教育学会研究会研究報告.8(6).p.7-14.

宮本一郎.(1962).『『数学教育学』の構図』.数学教育学会誌.3(3).8-12.

文部科学省.2017.算数・数学ワーキンググループ資料.教育課程部会.

文部科学省.2016.「いつでもどこでもだれでもできる!消費者教育のヒント&事例集」p.9.

文部科学省.2018.「高等学校学習指導要領(平成30年度告示)解説 数学編 理数編」p.6-8,

文部科学省.2018.「高等学校学習指導要領(平成30年度告示)解説 総則編」p.148.

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、実習校の先生方・生徒一同にご協力頂きましたことを感謝致します。また、今村先生と渡邊先生には研究方法のみならず、生徒指導などにも重要な示唆を賜りました。感謝致します。