実践報告

生徒が主体的に学ぶ授業作りに関する研究
－予想・発見を取り入れた授業－

小川　智暉*

Development of student-centered learning for high school mathematics：
students' activities for anticipating or finding

Tomoki OGAWA

要約　本研究では，高等学校数学科における授業の現状と課題に触れ，高等学校の数学において，「予想」「発見」を取り入れた授業を実践し，生徒の主体性が高まるか検証することが研究の目的である。公立高等学校の普通科の生徒 39 名に対して微分積分の単元で「予想」「発見」を取り入れた授業を開発し，授業実践を行った。その結果，対象生徒に対しては主体性が高まったことが確認できた。

キーワード：高等学校数学，主体性，予想，発見

Ⅰ．　研究の背景と目的

2016 年に「次期学習指導要領改訂に向けた算数・数学ワーキンググループにおける審議の取りまとめ」が発表され，数学の授業においても「主体的・対話的で深い学び」の実現が謳われた。「主体的対話的で深い学び」を「主体的」「対話的」「深い」の 3 つの要素に分けるとすれば「主体的」な学びの実現はその実現の第一歩といえよう。

ところで，中央教育審議会答申によると「高等学校においては，小・中学校に比べ知識伝達型授業にとどまる傾向にあり，学力の三要素を踏まえた指導が浸透されていないことである」(中央教育審議会，2014，p4)とある。高等学校では知識伝達型授業が多く残っており，生徒は受け身の姿勢で授業に臨んでいると推察される。そういう状況では文部科学省が以下で述べたような生徒が主体的に学ぶ授業が実施されているとは言い難い。文部科学省が述べた「主体的な学び」とは「児童生徒が，問題の解決に向けて見通しを持ち，粘り強く取り組み，問題解決の過程を振り返り，よりよく解決したり，新たな問いを見出したりする」(文部科学省，2016)学びのことである。

1.1　高等学校数学科における主体的な学びに関する先行研究

高等学校の数学科における主体的な学びをテーマとした先行研究について調べてみた。CiNii，Google Scholar の論文のデータベースで検索した結果(キーワード：高等学校，数学教育，主体的)該当する論文が見当たらなかった。これからの高等学校の数学教育で重要となるテーマであるにもかかわらず，これまで実際に研究論文として残っていないことが明らかになった。そこで，「主体的な学び」に関する研究を中学校の数学教育に求めることにした。

1.2「主体的な学び」と「予想」

相馬は中学校を対象として「予想」を取り入れた授業を実践し理論化した。彼によると授業の流れの中で生徒に予想をさせることによって，目的意識をもち，主体的に授業に取り組むことが出来ると主張している。相馬(2013)は「問題の結果や考え方について見当をつけること」であると数学の授業

*佐賀大学大学院学校教育学研究科・学生

における「予想」を定義している。

「予想」を授業に取り入れる意義として，「学習意欲を高める」，「考え方の追及を促す」，「思考の幅を広げる」，の３点を強調している。「予想」を授業に意図的に取り入れることによって，自分で予想したことが，正しいかどうかなんとか解決したいという感情が芽生え，それが学習意欲を高めることとなり，問題の解決に向けて見通しを持ち，粘り強く取り組むといった文部科学省が示した「主体的な学び」につながる。

さらに相馬は（2013）は，予想をとりいれた数学の授業の流れを以下の表１のように示した。

表 1　「予想」を取り入れた授業の流れ

Ⅰ	問題を理解する ・提示された問題の意味を理解し，取り組もうとする
Ⅱ	予想する ・問題の結果や考え方について見当をつける
Ⅲ	課題をつかむ ・Ⅱで出された「予想」を確かめる過程で，新たな課題に気づく
Ⅳ	課題を解決する ・解決する過程で，新たな知識・技能，見方や考え方を身に付ける
Ⅴ	問題を解決する

提示された問題に対して，生徒が「予想」したことを解決する中で知識や技能，見方や考え方を身に付ける流れとなっている。授業の流れに沿って具体的に説明するとⅠ.「トイレットペーパーは 50 ㎝より長いだろうか。」という問題を提示する。Ⅱ.生徒は長いか長くないかを予想する。予想することで,それがただしいかどうか確かめたいという感情が生じる。ここが主体的につながる場面である。Ⅲ.トイレットペーパーの長さを解決するためにはどうすればよいかという課題が生じる。Ⅳ.比例の考えを用いてトイレットペーパーの長さを求める。Ⅴ.長さを求めることで 50 ㎝よりも長いか判断でき問題が解決する。ここで鍵となるのはどのような問題を最初に設定するかであろう。予想のための問題設定として，相馬は「誰でも予想できる問題」，「異なる予想が生じる問題」，「課題が生じる問題」の 3 点があると主張している。

1.3　主体的な学びと「発見」

石井・井上(1989)は著書『意欲と発見で創る算数・数学の授業』の中で，小学校の算数に関して石井が，中学校の数学に関して井上が分筆する形で授業づくりの理論と実践を著している。その中で井上が提唱しているのが「発見学習」である。彼は，数学の授業では，生徒が主体的に「わかる」ことが重要である主張しており，主体的に「わかる」ことについて，生徒が試行錯誤や操作を行う中で，重要な知識・内容・方法などを子どもが自ら「発見」し，納得し，理解することと説明している。この「発見」を授業の中に位置づけるために彼は以下の図 1 に示す「再発見的対応の原理」を導入した。

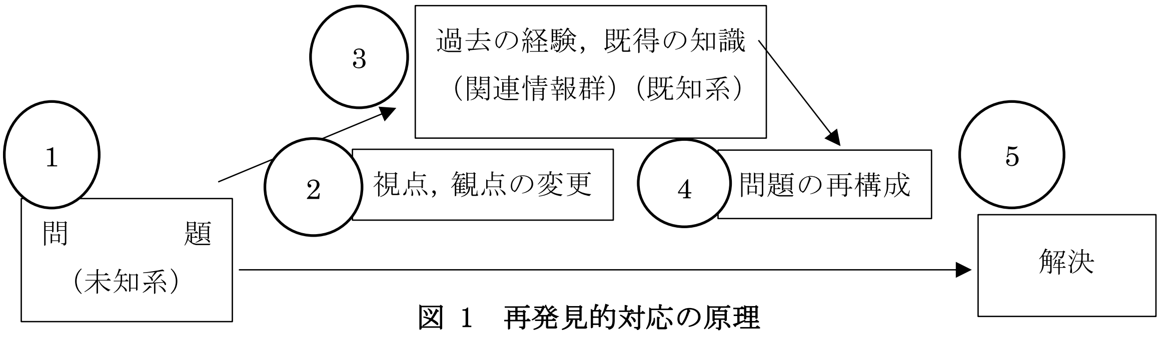

図 1　再発見的対応の原理

再発見的対応の原理について簡潔に説明すると，①生徒がまだ習っていない，解決するべき未知の問題にであい，②その問題の本質を崩すことなく，解決するために必要な情報や見方を「発見」し，③既習の知識，技能を用い，④解決できる問題に再構成し，⑤問題を解決するということである。「多角形の内角の和」を例に挙げて石井・井上は以下のように説明している。①「多角形の内角の和を求めよ」という問題を設定し，②多角形の対角線を引いていくつかの三角形に分割するという見方など多様な方法を生徒が「発見」し，③既習の「三角形の内角の和は180度」であることから，④す対角線を引いたりすることによって多角形をいくつかの三角形に分割することで，「多角形の内角の和を求めよ」という問題を「いくつかの三角形の内角の和を求めよ」と問題を再構成し，⑤具体的な多角形の内角の和を求める。

この例で見てもわかるように，「発見」が「問題の解決に向けて見通しを持つことや，問題解決の過程を振り返り，よりよく解決すること」といった文部科学省のいう「主体的な学び」につながる。「発見学習」は上述した①から⑤の流れで構成したものである。

1.4　高等学校数学における主体的な学びの課題と研究の目的

相馬と石井・井上は，中学校数学を対象としている。高等学校の数学は,抽象度が高く，そして教えるべき内容が豊富であり高度である。はたして高等学校の数学の授業においても「予想」「発見」を取り入れた授業を行えるのであろうか。また，そういった授業を行うことによって生徒の主体的な学びは実現するのであろうか。

そこで本研究の目的は,高等学校の単元の学習計画に沿った数学の授業においても「予想」「発見」を取り入れることが可能か，そしてそのことが主体的な学びの実現につながるのか検証することである。

Ⅱ．　研究の方法

この章では,「予想」「発見」を取り入れた授業構想,授業計画,授業の分析方法を示す。

2.1　「予想」「発見」を取り入れた授業構想

1.2で取り上げた「予想」と1.3で取り上げた「発見」をベースとして授業の流れを考案した。。

表 2　「予想」「発見」を取り入れた授業の流れ

A	問題に出会う。 ・「誰でも予想できる問題」,「異なる予想が生じる問題」,「課題が生じる問題」,「解決の3つ筋を発見できる問題」,「性質を発見できる問題」を提示する。
B	予想や発見をする。 ・結果を予想したり，解決の方策や新たな性質などを発見したりする。
C	解決する。 ・予想したことが正しいか証明したり,発見した方策で問題を解決したり,発見した性質などの証明を行う。
D	応用，適用する。 ・他の問題に応用したり，適用問題を解いたりする。

授業の流れについて説明する。A,B段階では1.2「予想」を取り入れた授業1.3「発見学習」両方を比較すると，問題に出会う場面から「予想」または「発見」する場面まで共通しているのでA,B段階を設定した。次に，生徒自ら「予想」,「発見」したことに対して，正しいのか，それでよいのかといったことを解決しようとするはずである。それがC段階である。B,C段階に生徒自ら「予想」したり，「発見」したりし，それにもとづいて生徒自らが問題を解決していくので主体的につながる場面であ

る。最初に与えられた問題を応用して問題に挑んだり，適用問題を解いたりすることは，知識や技能を定着させる意味からも欠かせない。これが D 段階である。

このA～D の段階で，毎回すべてを含まなければならないことではない。例えば，1 時間ですべての段階を行えない場合は，次の時間に D の段階を行う場合もある。

2.2　授業計画

高等学校 2 学年の 1 学級において単元「微分法と積分法」（数研出版）の授業実践を行う。全 25 時間の単元計画のうち，第 3 節「積分法」の「不定積分」から「定積分と図形の面積」まで 8 時間を担当する。

表 3　単元授業計画

指導内容	配当時間
第 6 章：微分法と積分法	25 時間
第 3 節：積分法	8 時間
1．不定積分	1 時間
2. 定積分	4 時間
3. 定積分と図形の面積	3 時間

積分法の 8 時間のうち，「予想」「発見」を取り入れた授業は, 1, 3, 4, 5, 7 時間目である。その他の授業は, 例題を解説し, 練習問題を解かせる一般的な授業の流れで行った。「予想」「発見」を取り入れた授業と取り入れない授業を実施する理由はそのことによって生徒の主体性の変化を見るためである。

2.2.1　研究対象クラス

佐賀県の県立高校において，第 2 学年の 1 クラス計 38 名（男子 17 名，女子 21 名）を対象に授業実践を行う。

このクラスは，生徒同士の仲もよく，数学の問題を授業で解かせる際，生徒同士で解きかたを教えあったりしている。しかし，生徒の大半は，数学に対して苦手意識を持っている。その中でも，授業の感想で，問題を解けるようになりたいなどのコメントから数学を理解したいという気持ちがあり，意欲がある。生徒は, 解きかたを教え, 練習問題を解かせるとスムーズに問題を解くことができるが，考え方を同じだが問われ方が異なる場合や，例題と少しでも違う形になると手が止まる生徒が多い。

アンケートの項目では,「難しい問題でも，自力で解きたいと思う」という項目で「あてはまる」と答えた生徒が 3 人で「ややあてはまる」14 人である。「問題を解く際，答えや解きかたの大まかな予想をたてながら問題に取り組む」という項目で「あてはまる」と答えた生徒が 1 人で「ややあてはまる」と答えた生徒が 15 人である。「たくさんの解きかたを学習する中で，もっと良い方法はないか，もっと簡単にできないかを考えている」という項目で「あてはまる」と答えた生徒が 3 人で「ややあてはまる」と答えた生徒が 11 人である。

しかし，この 3 項目すべてが 3 以上の生徒は，4 人しかおらず，数学の授業で主体的になれている生徒が少ない。

2.3　授業の分析方法

2.3.1　収集データ

・アンケート

生徒の主体性の変化を見るため，研究授業の前後でアンケートを行う。主体性の変化を見るアンケートとして江里口（2018）のアンケート(表 4)を用いる。生徒に各項目「あてはまる」「ややあてはまる」「あまりあてはまらない」「あてはまらない」と 4 段階で生徒自身に一番近い物を選ばせる。

表 4　数学アンケート

1	問題を解く際，どの公式を使うか，理由を考えて，覚えようとしている。
2	学習内容について，「どうしてこうなるんだろう？」というように疑問を持つこととがある。
3	難しい問題でも，自力で解きたいを思う。
4	問題を解く際，答えや解き方の大まかな予想を立てながら問題に取り組む。
5	問題を解いていて行き詰った時には，問題の条件を確かめながら解くようにしている。
6	新しい内容を学習するときに，以前学習した内容と似ていると感じたり，問題を解く際に，以前解いたことがある問題であると感じたりすることがある。
7	解答を書くときには，だれが見てもわかるように簡潔な形で表現している。
8	たくさんの解き方を学習する中で，もっと良い方法はないか，もっと簡単にできないかを考える。

表 5 では，表 4 のアンケート項目と算数・数学ワーキンググループが述べている「主体的な学び」の関連について示している。

特に,「問題を解く際，答えや解き方の大まかな予想を立てながら問題に取り組む」という項目が研究テーマでもある「予想」「発見」につながるものと考える。

表 5　数学アンケートと「主体的な学び」

「主体的な学び」	アンケート項目
問題の解決に向けて見通しを持つ。	4
粘り強く取り組む。	3
問題解決の過程を振り返り，より良く解決しようとする。	8

・形成的授業評価

ワークシートには,「予想」「発見」ができるような問題を記載しておく。

毎回の授業でワークシートを作成し，そのワークシートをノートの代わりとして授業に臨ませる。そこでワークシートの裏側に，授業の主体性に関する形成的評価の項目を設け，毎回の授業後に自己評価を行わせた(表 6)。形成的評価の項目としては，第 1 章で述べた算数・数学ワーキンググループの「主体的な学び」を参考にしながら作成した。生徒には，各項目について,「あてはまらない」「あまりあてはまらない」「ややあてはまる」「あてはまる」の 4 つの選択肢の中から自分に一番近いと思うものを選ばせた。この評価から 1 時間の授業単位で，主体的であったかの分析を行う。

表 6　形成的授業評価項目

1	問題を解く際，答えや解き方の大まかな予想を立てながら問題に取り組むことができた
2	問題を解く際，粘り強く取り組むことができた
3	問題を解く際，もっと良い方法はないか，もっと簡単にできないか考えることができた

この形成的授業評価の数値を「予想」「発見」を取り入れた授業と取り入れていない授業で比較し,「予想」「発見」を取り入れた授業が主体的な学びに有効かを確認する。

さらに,「予想」「発見」を取り入れた授業で,「予想」「発見」をできた生徒とできなかった生徒の形成的授業評価の数値の平均を比較し,「予想」「発見」が主体的な学びにつながっているかを確認する。

Ⅲ. 研究の実際

この章では, 紙面の都合上, 5～8 時間目の授業概要だけを記載する。5 時間目と 7 時間目が「予想」

「発見」を取り入れた授業である。6 時間目と 8 時間目は,「予想」「発見」を取り入れていないため生徒の反応は省略した。

3.1.1　研究授業 5 時間目

研究授業 5 時間目では,

a を定数とするとき, x の関数$\int_a^x f(t)dt$の導関数はf(x)である。 すなわち　$\frac{d}{dx}\int_a^x f(t)dt = f(x)$

の性質を発見させる授業を行った。

A の段階：x の関数$\int_1^t (2t+1)dt$の導関数を求めよ。という問題を提示した。そこで,既知の知識である定積分を行い,そのあと関数の導関数を求めた。次に,生徒自身に,$\int_2^x (t+1)dt$と$\int_0^x (3t^2-2t+1)dt$の導関数を求めさせた。

B の段階：求めた答えを確認し,生徒に気づいたことを記述させ,発表させた。

C の段階：全体で気づいた性質を証明し,共有した。

D の段階：性質を用いた問題を提示し,解かせた。

次の等式を満たす関数 f(x)と定数 a を求めよ。 $$\int_a^x f(t)dt = x^2 - 3x + 2$$

3.1.2 研究授業 5 時間目の生徒の反応

A の段階：生徒は,問題を見て積分区間に文字が入っている定積分を初めてみて,解きかたがわからない様子だった。そこで,文字が入っても定積分と同じやり方であることを全体で共有した。全体で共有した後は,ほとんどの生徒が問題を解くことができていた。

B の段階:教師が「この問題を解いて気づいたことはないかな？」と発問をし,ワークシートに気づいたことを記述させた。38 名中 11 名の生徒気づくことができていた（ワークシートの記述)。気づいていない生徒も,他の生徒の発言を聞いて,納得しているような発言があった。

C の段階:生徒が気づいた性質を黒板で証明した。この時,生徒の反応はあまり良くなかった。性質の一般化をすることはあまり慣れていなかった。

D の段階:問題を解く際,教師が「どのように解き進めればよいか」と発問した際,生徒がわからない様子だったので,今回発見した性質を確認したところ,生徒から「両辺を微分すればよい」という意見が出た。

授業の感想では,「最初の問題の解きかたは,複雑で面倒だったけど,簡単な解きかたを見つけて,解いたらすごくわかりやすかった」や「簡単にできるやり方を使って早く解けるので良かったです。」など,生徒が性質を「発見」することができ,その有用性を感じることができていた。

さらに,「今日は,もくもくと解くことができた」など主体的になれたことを表すような感想もあった。

しかし,感想の中に,「最初の方でやった問題がややこしくてわからなかった」という感想がいくつかあり,数学が苦手な生徒は,「発見」させる段階でつまずきを感じているようだった。

3.2.1　研究授業 6 時間目

研究授業 6 時間目では,研究テーマを用いずに例題を解説し,練習問題を解かせる授業を行った。

研究授業6時間目では，図2の性質を教師が説明し，この性質を用いた練習問題を解かせた。

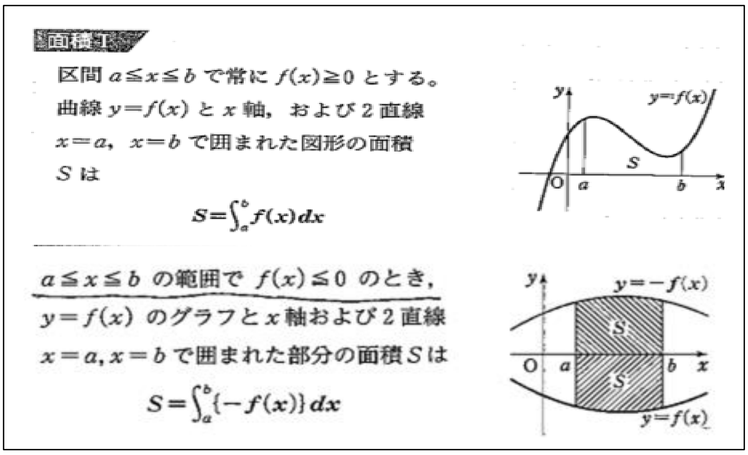

図 2　定積分と面積の関係

3.3.1　研究授業7時間目

研究授業7時間目では，図3の性質を「発見」する授業を行った。

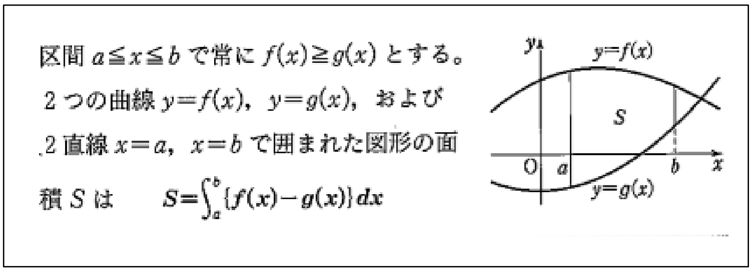

図 3　曲線で囲まれた面積

Aの段階:今回は，図4の問題を解くことができるようになることが目的であること伝えた。

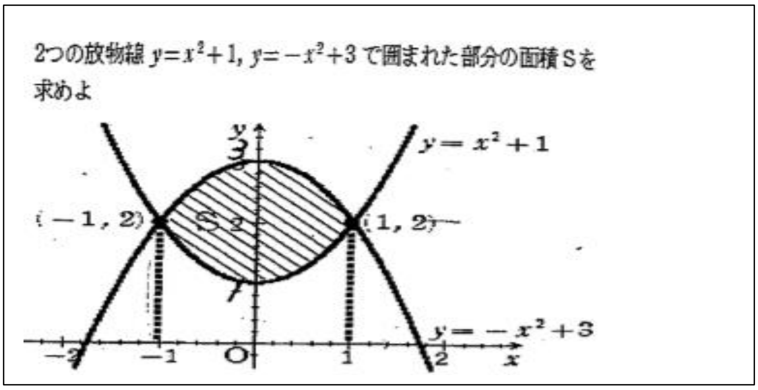

図 4　曲線で囲まれた面積の実際の問題

Bの段階:この問題を前に，次の問題を解かせた。

次の放物線と2直線及びx軸で囲まれた部分の面積Sをもとめよ。

(1)　放物線$y = x^2 + 1$，2直線$x = -1$，$x = 1$

(2)　放物線$y = -x^2 + 3$，2直線 x=-1，x=1

そして，今回の問題を考えさ，求め方を「発見」させ，発表させた。

Cの段階:「発見」した性質を証明し，全体で共有した。

Dの段階:性質を用いた練習問題を解かせた。

3.3.2　研究授業7時間目の生徒の反応

A の段階：この問題をどのように解くのか検討もついていない様子だった。

B の段階：2 つの定積分の問題は簡単に解くことができていたが，(2)の面積から(1)の面積を引けばよいという発想を持った生徒は，ヒントを出すまではあまり多くなかった。しかし，できている生徒にどのように解いたのかを教えあっている姿が見れ，主体性が高まっていると感じた。また，ヒントを与えると，解きかたがわかる生徒が多くなってきた。そこで「どのような性質があるかな？」と発問すると,「上の曲線から下の曲線の面積を引けばよい」という発言がでた。

C の段階：生徒は，性質を一般化することに苦手意識を抱いており，発言が少なかった。

D の段階：生徒は，性質については理解することができていたが，練習問題を解かせた際，グラフをかくことができず，解くことができていなかった。

授業感想に，グラフをかくことができないという生徒が多くいた。

3.4.1　研究授業 8 時間目

8 時間目の授業では，研究テーマを用いずに授業を行った。初めに，前回の授業で学んだ曲線で囲まれた面積の求め方を復習した。さらに，放物線と直線で囲まれた面積の求め方を教師が説明し，練習問題を生徒に解かせた。

Ⅳ. 研究授業の結果と考察

4.1.1　授業前後アンケート比較

単元の前後でアンケート（Ⅱ.章に記載）を取り結果の比較を行った。前後のアンケート結果を t 検定を行い有意差を見た。

表 7　数学アンケートの t 検定の結果

アンケート項目		平均値	t 値	有意確率
1.問題を解く際，どの公式を使うか，理由を考えて，覚えようとしてい	授業前	2.5143	−4.584	0.00
	授業後	3.0571		
2.学習内容について，「どうしてこうなるんだろう？」と言うように疑問を持つことがある	授業前	3.1429	−0.723	0.475
	授業後	3.2286		
3.難しい問題でも，自力で解きたいと思う	授業前	2.4706	−5.459	0.00
	授業後	3.1176		
4.問題を解く際，答えや解き方の大まかな予想をたてながら問題に取り組む	授業前	2.3429	−2.678	0.011
	授業後	2.8		
5.問題を解いていて生き詰まった時には，問題の条件を確かめながら解くようにしている	授業前	2.6	−3.112	0.004
	授業後	3.0286		

6.新しい内容を学習するときに，以前学習した内容と似ていると感じたり，問題を解く際に，以前解いたことがある問題であると感じたりすることがある。	授業前	2.8	−1.484	0.147
	授業後	3		
7.解答を書くときには，だれが見ても，わかるように簡潔な形で表現したいと思う。	授業前	3.0571	0.226	0.822
	授業後	3.0286		
8.たくさんの解き方を学習する中で，もっと良い方法はないか，もっと簡単にできないかを考える。	授業前	2.3714	−2.588	0.014
	授業後	2.6857		

4.1.2　授業前後アンケートの考察

ｔ検定の結果数学アンケートで有意差が認められた項目は，項目 1「問題を解く際，どの公式を使うか，理由を考えて覚えようとしている」（ｔ（34）＝4.58，ｐ＜0.001）項目3「難しい問題でも，自力で解きたいと思う」（ｔ（34）＝5.459，ｐ＜0.001）項目4「問題を解く際，答えや解き方の大まかな予想を立てながら問題に取り組む」（ｔ（34）＝2.678，ｐ＜0.011）項目5「問題に行き詰ったときには，問題の条件を確かめながら解くようにしている」（ｔ（34）＝3.112，ｐ＜0.004）項目8「たくさんの解き方を学習する中で，もっとよい方法はないか，もっと簡単にできないかを考える」（ｔ(34)＝2.588，ｐ＜0.014）の5項目でｔ検定の結果有意差を見ることができた。

ここで研究授業後に，算数・数学ワーキンググループが述べている，「主体的な学び」に関する項目3（問題解決に向けて見通しを持つ）と項目4（粘り強く取り組む）と項目8（問題解決の過程を振り返り，より良く解決しようとする。）の数値が上がっていることから，生徒が主体的に授業に取り組むことができるようになったと考える。さらに今回，「主体的な学び」に関する項目以外で，項目1と項目5について有意差を確認することができた。数学アンケートの項目3である「難しい問題も自力で解きたいと思う」という項目は全ての生徒の数値が上がっていた。

しかし，生徒がより主体的になったが，生徒の中には，主体性の数値が下がった生徒もいる。数学アンケートの項目4の「問題を解く際，答えや解き方の大まかな予想をたてながら問題に取り組む」という項目の数値が下がっていた生徒が 4 人いた。さらに数学アンケートの項目 8「たくさんの解き方を学習する中で，もっと良い方法はないか，もっと簡単にできないかを考える。」では，2 人の生徒の数値が下がっていた。

4.2.1　「予想」「発見」を取り入れた授業と取り入れていない授業の比較

5時間目と6時間目と7時間目と8時間目で形成的授業評価の比較を行った。Ⅱ.章に記載している通り，「主体的な学び」についての形成的授業評価を行った。「予想」「発見」を取り入れた授業は，5時間目と7時間目である。6時間目と8時間目は，例題を解説し，生徒に練習問題を解かせるという一般的な流れで授業を行った。

項目 1：問題を解く際，答えや解き方の大まかな予想を立てながら問題に取り組むことができた。

表 8　形成的授業評価項目 1 の 5～8 時間目の比較

	平均値	F 値	有意確率
5 時間目	1.8214	0.435	0.728
6 時間目	1.9643		
7 時間目	1.8571		
8 時間目	1.9286		

項目 2：問題を解く際，粘り強く取り組むことができた

表 9　形成的授業評価項目 2 の 5～8 時間目の比較

	平均値	F 値	有意確率
5 時間目	1.5714	2.247	0.089
6 時間目	1.8929		
7 時間目	1.8929		
8 時間目	1.8571		

項目 3：問題を解く際，もっと良い方法はないか，もっと簡単にできないか考えることができた

表 10　形成的授業評価項目 3 の 5～8 時間目の比較

	平均値	F 値	有意確率
5 時間目	1.7857	3.125	0.03
6 時間目	2.1429		
7 時間目	2.1071		
8 時間目	2.0357		

4.2.2　「予想」「発見」を取り入れた授業と取り入れていない授業の比較の考察

Ⅲ．章であげた研究をとりいれた授業と取り入れていない授業の形成的授業評価の比較を行った。項目 1（問題を解く際，答えや解き方の大まかな予想を立てながら問題に取り組むことができた。）では，有意差が見られなかった。その背景として，この 4 時間のどの授業でも，数値が高かったことが考えられる。ここから，生徒は，問題を解決する際に，見通しをもって取り組むことができていたと考えられる。1～4 時間の授業でも項目 1 については高い数値が出ている。対象クラスは，数学の問題を解く際，見通しを持つことができていたと考えることができる。

項目 2（問題を解く際，粘り強く取り組むことができた）では，4 時間のうち研究を取り入れた 5 時間目に有意傾向（$F(3.81)=3.13$，$p<0.10$）が見られ，項目 3（問題を解く際，もっと良い方法はないか，もっと簡単にできないか考えることができた。）では，4 時間のうち研究を取り入れた 5 時間目に有意差（$F(3.81)=3.13, p<0.05$）が見られた。このことより，5 時間目の授業は，他の授業に比べて，生徒がより主体的になれたといえる。

項目 3 の数値が上がった場面として，問題を解き終わった際，教師が「もっと簡単に解くことができないかな？」と発問した際，生徒から「またそれか～」と嬉しそうに発言する場面があった。さらに，生徒同士が教えあっている場面で，ある生徒が，「この性質を使えば，もっと簡単に解くことがで

きるんやん」と発言し，他の生徒が「なるほど」と納得している場面があった。このような場面は，性質を教え，それに沿って解くようにする授業では，ありえない場面であると考える。そこで生徒に問題を解く際に，簡単に解く方法はないかと考えるような態度をつけさせせることができたのではないかと考える。

4.3.1　「予想」「発見」を取り入れた授業で「予想」「発見」をすることができた生徒とできなかった生徒の形成的評価の平均の比較

Ⅱ.章で記載している通り，「予想」「発見」を取り入れた授業の中で，5 時間目の授業と 7 時間目の授業を取り上げる。

表 11　5 時間目の形成的評価の比較

	「予想」「発見」できた生徒	「予想」「発見」できなかった生徒
問題を解く際, 答えや解きかたの大まかな予想を立てながら問題に取り組むことができた。	2.142	1.5
問題を解く際, 粘り強く取り組むことができた。	1.571	1.611
問題を解く際, もっと良い方法はないか, もっと簡単にできないか考えることができた。	1.929	1.666

「予想」「発見」できた生徒は，32 人中 14 人で，できなかった生徒は，18 人だった。（欠席者 5 人）

表 12　7 時間目の形成的評価

	「予想」「発見」できた生徒	「予想」「発見」できなかった生徒
問題を解く際，答えや解きかたの大まかな予想を立てながら問題に取り組むことができた。	1.7333	2.1578
問題を解く際，粘り強く取り組むことができた。	1.7333	2.1579
問題を解く際，もっと良い方法はないか，もっと簡単にできないか考えることができた。	2.0666	2.3684

「予想」「発見」できた生徒は，35 人中 16 人で，できなかった生徒は，19 人だった。（欠席者 4 人）

4.3.2　「予想」「発見」を取り入れた授業で「予想」「発見」をすることができた生徒とできなかった生徒の形成的評価の平均の比較の考察

5 時間目の授業では，すべての項目において「予想」「発見」できなかった生徒がより主体的になっていた。しかし，5 時間目の数値は「予想」「発見」できた生徒とできなかった生徒どちらもよい

数値が出ている。5 時間目の授業では，全体的に主体的になれていたと言えるだろう。

7 時間目は，「予想」「発見」できた生徒がより主体的になっていた。「予想」「発見」をすることができることによってより主体的になったといえるのではないだろうか。

Ⅴ．　成果と課題

5.1 研究の成果

今回の研究の成果が 2 つある。１つ目は，高等学校 2 年生 1 クラスを対象とした微分積分の単元において，Ⅳ. で考察を行ったように「予想」「発見」を取り入れた授業で生徒の主体性を高めることができた。2 つ目は，授業の進度が速くしかも学習内容が多い高等学校数学科において単元計画に基づき，「予想」「発見」を取り入れることができた点である

5.2 研究の課題

研究授業の課題として，2 つある。1 つ目にⅣで述べたように，生徒全体の主体性の数値は上がったが，一部主体性の数値が下がった生徒がいた。理由して，「問題を解く際，答えや解き方の大まかな予想をたてながら問題に取り組む」の数値が下がっている生徒は，数学を苦手としている生徒であった。数学に対して苦手意識を抱いているため，問題を解く際の「予想」「発見」することができなかったということが主体性を育めなかった理由として考えられる。

また，「たくさんの解き方を学習する中で，もっと良い方法はないか，もっと簡単にできないかを考える。」の数値が下がっていた 2 人は，数学の成績は良く，数学を得意としている。この 2 人の生徒は，他のやり方を学ぶよりももっと多くの種類の問題を解きたいという心理が働いた結果であると考える。

2 つ目に，積分以外で「予想」「発見」を取り入れた授業を考えていない。また，1 クラスだけの実践であった。一般化するためには多くの学校の生徒たちを対象にした研究を行うことと，他の分野でも取り入れることができるか検討していくという課題が残っている。

Ⅵ.　終わりに

今回の研究で，「予想」「発見」を用いることで，実際に生徒が思考し，操作や問題を解きながら性質を見つけていくことができ，主体性が高まったと考える。そこで研究を終えて，生徒が「実感する」ということの重要性を感じた。知識伝達型の授業では，性質や定義を教え，その性質などを使って，問題を解く。このような流れでは，その性質の良さや性質を見つけることができたときの喜びを実感することがないのでないだろうか。実際に苦労して問題を解き進め，性質を見つけたり，試行錯誤したりすることで，実際にその性質を体験することで数学が分かるのではないか。生徒が数学の性質などを「実感する」ことで学習意欲が高まり，主体性が上がると考える。生徒が「実感する」場面を作るためには，「予想」「発見」以外にも様々な可能性があるように感じる。これから数学の授業を作るときに，他の方法がないか考察しながら生徒の主体性を高めるためにはどのようにしていけばよいか考え続けようと思う。

さらに，主体性の高まりを見ることができたが，学習指導要領でも述べられている通り，「主体的・対話的で深い学び」を行わなければならない。今回の研究は「主体的・対話的で深い学び」の第一歩であると考えている。研究授業の流れとして，性質を予想・発見しながらその性質を証明するという主体的な学びに重きを置いてきた。その中に，「対話的な学び」や「深い学び」を取り入れていかなければならない。「対話的な学び」を取り入れるために，「予想」「発見」などの場面を生徒同士で話合わせ「予想」「発見」をさせる。そこで生徒で同士が証明したり，一般化したりする場面を作るところまで行わせる。さらに今回，「主体的な学び」の中の「新たな問いを見つける」という項目を

取り入れなかったが，この「新たな問いを見つける」場面を作れば生徒は「深い学び」につながると考える。このように，今回の研究で感じたことをさらに学校現場に出て深めていきたい。

引用・参考文献

石井孝・井上正允，(1989)，『意欲と発見で創る算数・数学の授業』(編書・藤井悦雄)　教育開発研究所.

江里口舞，(2018)，『根拠を追求する姿勢を育成するための授業方法の検討―予想を取り入れた授業実践を通してー』　佐賀大学教職大学院実践報告書.

大矢雅則　他 16 名　(2016)，『新編　数学Ⅱ』　数研出版.

木原健太郎，(1975)，『現場の授業理論』.

中央教育審議会，(2014)，『新しい時代にふさわしい高大接続の実現に向けた高等学校教育，大学教育，大学入試選抜の一体的改革について～すべての若者が夢や目標を芽吹かせ，未来に花開かせるために～』

file:///C:/Users/studentsTE/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/FBULG67T/1354191%20(1).pdf　(1 月 31 日　閲覧)

相馬一彦，(2013)，『「予想」で変わる数学の授業』　明治図書.

広岡亮蔵，(1977)，『発見学習』　明治図書.

文部科学省，(2016)，『算数・数学ワーキンググループにおける審議取りまとめ』. www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/073/sonota/__icsFiles/afieldfile/2016/09/12/1376993.pdf　(1 月 31 日　閲覧)

文部科学省，(2018)，『高等学校学習指導要領解説　数学編　理数編』.

G.ポリア，(1954)，『いかにして問題をとくか』(訳柿内賢信)　丸善株式会社.

(2019 年 2 月 8 日　受理)