

# プロジェクターを活用した 高校数学における授業改善の取組み

－生徒の主体性を育み、深い学びを実現する授業を目指して－

## 教科研究センター

齋藤正純 中村久美 谷山潤也  
谷川美紀 遠藤隼人 齊藤慶司

平成30年度は、平成26年度から始めている高校数学における授業改善の調査研究活動の5年目になる。今年度は、主に、「実践協力員による授業づくりサイクルに基づくプロジェクターを活用した公開授業」、「研究協力員によるプロジェクターを活用した授業実践」、「予習型授業研究グループと授業づくり研究グループの会議のコンパクト化と効率化」に取り組んだ。

生徒の主体性を育み、深い学びを実現する授業を目指した今年度の調査研究活動の中でみられた成果および課題を分析し、次年度の方向性について考察する。

**〈キーワード〉 プロジェクター活用、ICT活用、知識構成型ジグソー法、授業づくりサイクル、  
「授業評価シート(教師用)」、「学習評価シート(生徒用)」**

## I はじめに

福井県教育総合研究所の教科研究センターの数学科では、高校数学の授業改善の取組みを平成26年度から始めており、平成30年度はその調査研究活動の5年目になる。今年度も、昨年度の体制（体制の詳細は研究紀要第123号を参照）を引き継ぎ、「予習型授業研究グループ」と「授業づくり研究グループ」の二つのグループ体制の下、各校に研究協力員を委嘱し、調査研究活動を行ってきた。主な取組みとしては、次の三つが挙げられる。

一つ目は、研究協力員の中の4名が実践協力員として、授業づくりサイクル（指導案の立案→教科研究センター数学科との指導案の検討→実践授業→「授業評価シート（教師用）」と「学習評価シート（生徒用）」での授業の振り返り）に基づくプロジェクターを活用した公開授業を行ったことである。

二つ目は、県立高校の普通教室にプロジェクターが設置される（平成30年度、平成31年度の2年間で設置予定）ことを受けて、研究協力員が、プロジェクターを活用した授業実践を行ったことである。この取組みを行うにあたっては、7月の合同グループ会議において、研究協力員が本研究所の所員によるプロジェクターに関する講義を受け、プロジェクターについての基本的な知識や活用する利点などを研修し、グループ協議で理解を深めた。

三つ目は、年2回の予習型授業研究グループと授業づくり研究グループの会議をコンパクトにし、同時に効率化を目指したことである。昨年度までの取組みで、会議に関する課題として、グループ間の交流や $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ のブロック間の交流が欠けていることが明らかになっていたのである。第1回のグループ会議は、予習型授業研究グループと授業づくり研究グループの合同会議として同日・同会場で開催した。グループやブロックの垣根を越えた班分けによる研究協議で、グループ・ブロックの間の交流を図った。第2回目のグループ会議は、同日であるが、予習型授業研究グループと授業づくり研究グループの別々の会議として本研究所内の別々の会場で開催した。特に、授業づくり研究グループの会議においては、ブロックの垣根を越えた班分けによる研究協議で、ブロックの間の交流を図った。

今年度の調査研究活動を「プロジェクターを活用した高校数学における授業改善の取組み－生徒の主体性を育み、深い学びを実現する授業を目指して－」の観点から省察する。

## II 授業づくり研究グループの実践

### 1 授業実践と評価シートによる振り返り (平成30年10月29日 $\alpha$ ブロック実践協力員)

授業づくりグループの体制は、 $\alpha$ ブロック、 $\beta$ ブロック、 $\gamma$ ブロックで昨年度までと変わらない。実践協力員3名(各ブロック1名)は、それぞれ年間1回の公開授業を行った。公開授業および授業研究会に、所属校の教員のみならず、他ブロックの研究協力員が多数参加した。ここでは、 $\alpha$ ブロックの実践を紹介する。図1に指導案の学習指導過程を示す。

<单元名> 数学I「図形と計量」

<本時の目標>

具体的な事象を三角比の問題としてとらえ、塔の高さを求めることができる。

<授業の概略>

導入として、Google Earthの映像で地上から東京タワーとエッフェル塔を見比べ、どちらが高いか予想したり、塔を見上げる位置によって仰角に差があることを確認したりして、本時の学習課題をつかんだ。展開では、地点A、Bと塔の高さPHの位置関係を図に表し、三角比を用いて塔の高さを求めた。この際、ペアやグループによる協働的な問題解決が行われた。本時の振り返りとして、Googleフォームを活用し、生徒がスマートフォンを用いて本時の学習評価を行った。

<ICTの活用>

- Google Earthを用いて、東京タワーやエッフェル塔の映像をプロジェクターで投影した。
- 生徒のワークシートを撮影して投影し、数学的に図式化したものや計算途中の考え方を共有した。(図2)
- Googleフォームを用いて、本時の授業内容や理解度について振り返りを行った。生徒が個人のスマートフォンから送信した回答について、結果を集計した。

<研究協議> (図3)

#### ①授業者の感想・反省

9月より、教室にプロジェクターが設置され、積極的に活用している。本時では、Google Earthで実際の塔の映像を見せることで課題に興味を持たせた。これまでの学習により、直角三角形に着目して図を描くことはほとんどの生徒がスムーズにできていた。しかし、立式に時間がかかりすぎてしまったり、最後の計算結果を出すところまでたどり着けなかったりしたことから、学習課題として難易度が高かったのかもしれない。生徒同士は、課題解決に向け活発に交流していた。Googleフォームについては、

7 学習指導過程			
過程(時間配)	学習活動	形態	評価と留意点
導入(5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○生徒の活動</li> <li>・予想される反応</li> </ul>	一斉	◎評価(評価方法)・指導上の留意点
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○Google Earthの映像で東京タワーとエッフェル塔を見比べ、どちらが高いか予想する。</li> <li>○塔を見上げる位置によって仰角に差があることを確認し、本時の学習課題をつかむ。</li> </ul>	一斉	<ul style="list-style-type: none"> <li>・何が分かれば塔の高さを求められるか考えさせる。</li> <li>・映像を通して測定の疑似体験をさせることで、測</li> </ul>
	<p>地点Aからエッフェル塔の先端を測った仰角は<math>45^\circ</math>であった。次に塔に向かって80m近づいた地点Bから塔の先端を測った仰角は<math>53^\circ</math>であった。塔の先端をP、Pの真下の地点をHとして、塔の高さPHを求めよう。ただし、目の高さは無視する。</p>		
展開(35)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○地点A、Bと塔の高さPHの位置関係を図に表す。</li> <li>○図を確認し、読み取れることを共有する。</li> <li>・必要な記号や値がかきまわっている。</li> <li>・<math>\triangle APH</math>が直角二等辺三角形になっている。</li> <li>○塔の高さを求める。</li> <li>・タンジェントを使う。</li> <li>・PHまたはBHを<math>x</math>(m)とおく。</li> <li>・<math>\tan 53^\circ</math>は三角比の表を利用する。</li> </ul>	個人 ↓ ペア	<ul style="list-style-type: none"> <li>・与えられている条件をすべて図の中にかきこむようにする。</li> <li>・生徒の描いた複数の図をスクリーンに投影して、正しい図を確認する。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○1~2ペアが解答を発表する。</li> <li>○類題を解く。</li> </ul>	個人 ↓ 一斉	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最初の5分間は個人で求めさせる。その後、ペアになって考察し合い、ペアで自分の考え方を説明したり、教えたりさせる。</li> <li>・立式できない生徒には<math>x</math>を使うことを助言する。</li> <li>◎積極的に課題を解決しようとしている。</li> <li>【関心・意欲・態度/観察】</li> <li>・発表を聞いて分かったことは書き留めさせる。</li> <li>・前出の課題と同様に、図を描いてから考えるように助言する。</li> <li>◎三角比を用いて塔の高さを求めることができる。</li> <li>【数学的な技能/ワークシート】</li> </ul>
まとめ(5)	○Googleフォームによる本時の学習の振り返りを行う。	個人	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スマートフォンでQRコードを読み取り質問に回答して送信させる。</li> <li>・集計結果から考え方が身についたか確認する。</li> </ul>

図1  $\alpha$ ブロック 指導案

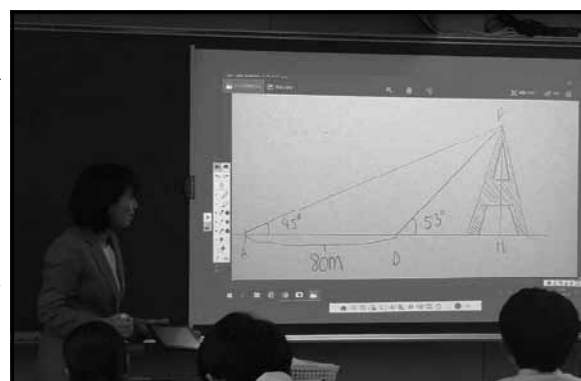


図2 生徒のワークシートを投影

これまでの学習でも活用していた。当初、東京タワーとエッフェル塔ではどちらが高いかの予想の集計に使いたかったが、今回は使わなかった。振り返りについては、時間がなくなって集計結果を生徒にフィードバックできなかったのが残念だった。

## ②協議内容

### ・学習課題について

生徒にとってやや難易度の高いものであった。エッフェル塔よりも校舎の高さなど、より生徒に身近な題材の方がよかったのではないか。課題提示については、実際の映像を用いてリアリティをもたせていた。

### ・プロジェクターの活用について

電子ペンでスクリーンに直接記入できるので、大事な部分に注目させることができた。生徒が描いた図をすぐに提示しながら解説できるのは、視覚的にも、時間の短縮にもなっていた。



図3 研究協議

## ③助言（愛知教育大学 飯島康之 教授）

本時の中で、どこに一番力を入れたかったかが大事である。課題にリアリティを持たせるのは良いが、生徒が自分の問題として捉え、調べたいと思わせないといけない。学び合いをさせたいというねらいであれば、生徒同士の雰囲気がたいへん良く、成功していた。ただ、学びとして生徒は頑張っているが、うまくいかない場面が多かった。例えば、「仰角が $8^\circ$  増えたら塔との距離が80m。だから $1^\circ$  増えたら塔との距離が10mである」という間違っただアイデアを共有しているグループがあった。この場合、どの段階で軌道修正となるアドバイスやヒントを与えるかがポイント。生徒にとって、自分たちの話し合いで達成できること、その成功感を得ることが大事である。プロジェクターの活用としては、生徒がワークシートに書き込んでいる様子を投影することで、学び合いの様子を実況中継ができていた。

＜「授業評価シート(教師用)」と「学習評価シート(生徒用)」での授業の振り返り＞

まず「授業評価シート(教師用)」について、授業者が7個の評価項目をそれぞれ、〔できた←4 3 2 1→できなかった〕の4段階で評価した。数値化し、結果を表1にまとめた。

表1 αブロック実践協力員 「授業評価シート(教師用)」 集計結果

＜対象＞ αブロック実践協力員1名		数値
＜評価項目＞		
1	生徒は、本時のねらいをつかみ授業の見通しをもつことができた。	4
2	生徒は、教師の発問や助言により意欲的に課題に取り組んだ。	4
3	生徒は、設定した時間の中で課題を解決した。	2
4	生徒は、自分の考えや他者の考えを使って発言した。	4
5	生徒は、話し合いや他者の考えにより学びが深まった。	4
6	生徒は、まとめや振り返りをすることができた。	3
7	生徒は、本時のねらいを達成することができた。	3

次に、「学習評価シート(生徒用)」について、評価を行った生徒は授業を受けた20名である。「授業評価シート(教師用)」と同様に評価項目を4段階で数値化し、結果を表2にまとめた。

表2 αブロック実践協力員 「学習評価シート(生徒用)」 集計結果

＜対象＞ 生徒20名	
＜評価項目＞	数値
1 本時のねらいをつかみ、授業の見通しをもつことができましたか。	3.40
2 意欲的に課題に取り組むことはできましたか。	3.50
3 自分の考えを持ち、相手に伝えることはできましたか。	3.45
4 友達の考えを参考に、自分の考えを深めることはできましたか。	3.50
5 本時のねらいを達成することができましたか。	3.20
6 先生の説明や指示は分かりやすかったですか。	3.55
7 一人で考えたり、ペアやグループで話し合ったりする時間は、十分に与えられていましたか。	3.75
8 授業の難易度は適切でしたか。	3.35

※数値は生徒20名の平均値である。

以下に「学習評価シート(生徒用)」に書かれていた生徒の感想から二つ挙げる。

- ・前回の授業より難しくなったが、友達と話すことで分かる部分もあった。数学は苦手だが、教えてもらいながら解くと分かりやすいと思った。
- ・難しかったが、楽しかった。

表2の項目8の数値3.35、項目2の数値3.50が表しているように、授業の導入の際にプロジェクターを活用して実際の映像を投影したことで、生徒にとって難易度が高い課題であっても内容を把握しやすく、意欲をもって取り組むことができていた。また、項目4の数値3.50や項目7の数値3.75が表しているように、授業の展開の際にプロジェクターを活用して他グループの生徒のワークシートを撮影したことで、自分のグループと考えを比較することでグループ学習における理解をさらに深めることができていた。

## 2 グループの取組み

グループにおける1年間の主な取組みを以下に述べる。

＜プロジェクターを活用した授業の提案＞

第1回グループ会議(7月)

プロジェクターの設置状況から、授業に活用している研究協力員は少ないと予想した。そこで会議では、まず、本研究所の所員がプロジェクターを活用した授業づくりについての講義を行い、研究協力員に授業における活用のイメージを考えてもらうようにした。講義のテーマは「授業でのICT活用」で、様々なICT機器の活用方法が提案された。(図4) 講義のポイントを以下に箇条書きする。



図4 ICTの活用について講義

- ・ICT機器は教室に常設し、日常的に教師が使いやすい環境にする。
- ・情報の提示方法として焦点化して大きく見せるなど、情報を小出しにする。
- ・情報の保持、記録に注意する。
- ・個に応じた支援や学びへの意欲付けをする。
- ・身につけた知識や技能を活用する場を設定する。

講義を受けた後、他校の研究協力員と各校の現状をふまえて情報交換を行いながら、プロジェクターを活用した授業づくりについてグループ協議を行った。

会議終了後、研究協力員が書いた意見・感想を抜粋して記述する。

- ・ICTを有効活用するための重視すべき点について、講義やグループ協議で学ぶことができた。
- ・本日の会議を受けて不安になることが多かった。実際に授業を行いながら情報交換しつつ進めたい。
- ・研究グループで取り組むとともに、校内にも研究の成果や課題を広げていきたい。

また、研究協力員は各校でプロジェクターを活用した授業実践を行い、本研究所が指定した様式（図5）にしたがって第2回グループ会議までに報告書を提出した。

#### <実践協力員の公開授業>

公開授業を参観し、指導案で示された授業の観点や、プロジェクターがどのように活用されているかをグループで協議した。さらに、アドバイザーの講演を聴講し、自らのプロジェクターを活用した授業の立案に生かした。詳細はⅡ1の授業実践に記述した。

#### <プロジェクターを活用した授業実践の報告>

##### 第2回グループ会議(11月)

事前に本研究所に提出した授業実践(26名分)を一つの冊子にして会議で配付し、互いの授業実践(図6)についてグループ協議を行った。協議内容を以下に述べる。

- ・生徒の手元にある問題の演習を行うとき、問題文を投影することで、教師が板書をする時間を、生徒が問題を解く時間に移行できた。反応もよく見ることができた。
- ・教科書には掲載されていない内容を投影することで、生徒の興味、関心を持たせ、見通しを持たせて指導することができ、生徒の集中力が保てた。
- ・生徒の発想力が失われるのではないか。
- ・生徒がノートをとらなくなるので、ワークシートとあわせて使うべきかもしれない。

協議を振り返ると、ICTを活用することで生徒の興味関心が高まることや、時間が有効に活用できることなど前向きな感想が出る一方で、生徒がどのように記録をしていくかについての課題が出た。

なお、研究協力員が、自分で実践してみたいと思った実践例や興味深いと感じた実践例を次に紹介する。

＜様式＞

### プロジェクターを活用した授業実践

α、β、γのいずれかです

授業づくり研究グループ ○ブロック  
○○○高校 名前○○ ○○

日時 平成30年○月○日(○) ○限目  
科目・単元 数学○「○○○○○○○○」  
学級 ○年○組 生徒数(○○)名

どのような場面で実践したかをかいてください

実践内容「○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○」

■ねらい

従来の課題をふまえ、プロジェクターの利点を生かせるようなねらいをかいてください

■実践

どのようなことを工夫して実践されたかをかいてください

プロジェクターを活用している場面や授業の様子(生徒の様子)をのせてください

■考察

生徒の理解の様子や、授業後の感想などをもとに考察してください

図5 研究所が指定した様式

### プロジェクターを活用した授業実践

日時 平成30年11月13日(火) 5限目  
科目・単元名 数学「場合の数と確率」  
学級 2年選択 生徒数(9名)

実践内容「身近な題材を利用して確率の考え方を深める」

■ねらい

これまで確率の授業では、教科書に書かれている問題を解いて説明することが多く、生徒が意味を理解して式を立てているかどうか確かめることが難しかった。そこで、身近な題材を利用して、生徒同士が考えながら確率の問題を解き、考えを共有する授業を設定した。

■実践

最初に、授業の活動の流れをプロジェクターで説明した。その後、導入に利用する身近な○×問題と、授業の課題のワークシートの内容をプロジェクターで黒板に提示した。全体で説明するときにはワークシートと同じ内容をプロジェクターで映し、内容を確認した。

生徒たちは、授業の課題に使えそうな考え方や問題を探して、誤行錯誤しながら問題を解いていた。生徒同士でどんな風に行っているかワークシートを見せ合ってお互いの考え方を共有した。

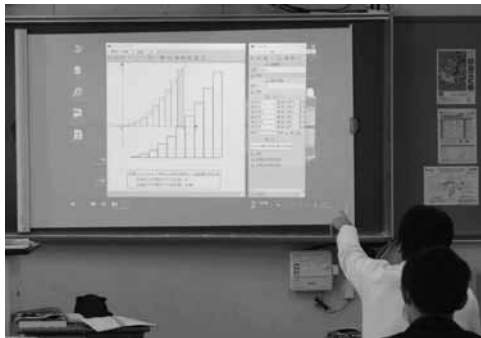
■考察

授業の導入で多くの教材を提示することができた。黒板に板書する時間が減り、生徒が考える時間が増えた。授業の流れを説明したことで、生徒は見通しを持って課題に取り組んでいた。プロジェクターで提示する教材を授業の展開に合わせて増やすことができた。

今回は、生徒のワークシートをプロジェクターで映すことができなかった。今回は、ワークシートを提示して生徒の考えを共有する活動に利用していきたい。

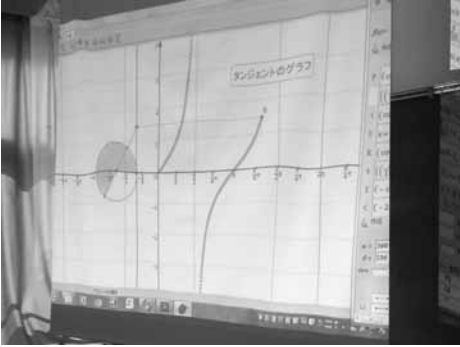
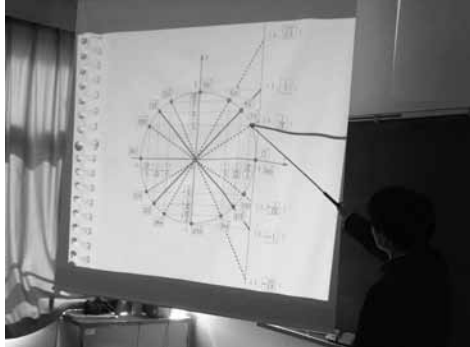
図6 実際の授業実践の一例

数学Ⅲ	「積分法とその応用」	生徒数 約20名
<p>&lt;キーワード&gt; ○GRAPES ○グラフ ○アニメーション ○時間短縮</p>		
<p>&lt;実践&gt; 放物線 <math>y=x^2</math> と <math>x</math> 軸、直線 <math>x=1</math> で囲まれた部分の面積が定積分で<math>1/3</math>になる意味を、<math>x=0</math> から <math>x=1</math> までを <math>n</math> 等分し、幅が <math>1/n</math> の長方形の面積の和として考え、近似する様子をGRAPESで見せる。最初は区間 <math>0 \leq x \leq 1</math> を10等分して、数列の和として実際に計算をさせ、次に20等分の場合も計算をさせた。</p> <p>その後、10等分、20等分、40等分……、<math>n</math> 等分していく様子をGRAPESを用いて、区間をどんどん細かく分けていったときに長方形の面積の和と放物線 <math>y=x^2</math> と <math>x</math> 軸、直線 <math>x=1</math> で囲まれた部分の面積の差がどんどん小さくなっていく様子をスクリーンに映し出した。<math>n</math> 等分の場合を式で表し、<math>n \rightarrow \infty</math>のときの極限が<math>1/3</math>になることを確認した上で、区分求積法と定積分の等式の意味について説明を加えた。</p> <p>&lt;他の研究協力員からのオススメPoint&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実際に黒板にかくと時間がかかるので、時間短縮になりとてもよいと思った。</li> <li>・アニメーションを付けたことで、イメージ化への手立てになる。</li> </ul>		

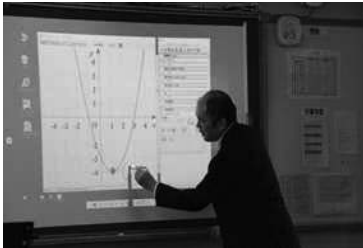



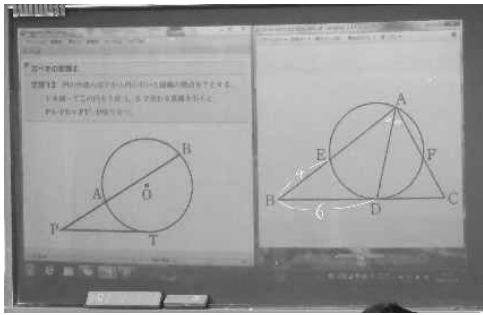

数学B	「数列」	生徒数 約40名
<p>&lt;キーワード&gt; ○数列の和 ○Excel ○グラフ</p>		
<p>&lt;実践&gt; 「20日間でおこづかいをより多くもらえるのはどのパターンか」という題材で、4種類の和（同じ数の和、等差数列の和、<math>(10k)^2</math> の和、等比数列の和）を比較した。まず、どの和が最大になるかを予想してもらい、その後グループ（3～4人）で分担してそれぞれの和を計算した。</p> <p>ア：<math>10000 + 10000 + \dots + 10000</math>              イ：<math>1000 + 2000 + 3000 + \dots + 20000</math>              ウ：<math>10^2 + 20^2 + 30^2 + \dots + 200^2</math>              エ：<math>1 + 2 + 4 + \dots + 2^{19}</math></p> <p>Excelで作成したグラフをスクリーンに提示し、等比数列の和が急激に増加する様子を確認した。</p> <p>&lt;他の研究協力員からのオススメPoint&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・大きな数でもICTなら表示できるので、ICTの有効な利用方法であると感じた。</li> <li>・等比数列の和をグラフで提示することは、生徒に驚きを与えられると思った。</li> </ul>		



数学Ⅱ	「三角関数」	生徒数 約40名
<p>&lt;キーワード&gt; ○GRAPES ○グラフ ○時間短縮</p>		
<p>&lt;実践&gt; GRAPESを用いて、三角関数のグラフ（基本・拡大・縮小・平行移動）を扱った。グラフの見せ方（一部だけ提示する）や、見せるタイミングを工夫しながら提示していった。また<math>\theta</math>軸方向への拡大や縮小の結果について提示した。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>&lt;他の研究協力員からのオススメPoint&gt; ・グラフを瞬時に繰り返し提示しているので、板書時間の短縮になっている。</p>		

数学Ⅱ	「指数関数・対数関数」	生徒数 約30名
<p>&lt;キーワード&gt; ○定期考査 ○誤答例 ○実物投影機</p>		
<p>&lt;実践&gt; 定期考査後の解説で、あらかじめ写真に撮っておいた生徒の誤答例をスクリーンに映し出して提示し、どこで間違ったのか考えさせた。正答率の低かった問題の誤答例から、生徒に正しい答えを導かせた。発表時には、実物投影機を用い、考えを発表させた。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>&lt;他の研究協力員からのオススメPoint&gt; ・生徒の誤答の共有に活用しているところがよい。 ・手軽にできる実践である。また、生徒主体の学習になっている点もよい。</p>		

数学 I	「2次関数」	生徒数 約30名
<p>&lt;キーワード&gt; ○FunctionView ○グラフ ○電子ペンでの書き込み</p>		
<p>&lt;実践&gt; 「FunctionView」で描かれた2次関数のグラフをプロジェクターで投影し、説明材料とした。ただし、このソフトは既定での座標軸の目盛の数字が小さいので設定を変更して大きくしておく必要があった。2次関数の頂点の座標、y軸との共有点等を、電子ペンで投影画面に直接書き込みながら説明を続けた。グラフとx軸の共有点については、投影された座標軸に目盛が書かれているため画面から読み取れるが、もしそれがわからなかった場合にどのように求めればよいかを生徒に問いかけ、x軸との共有点のx座標と2次方程式の実数解が一致することを説明した。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>		
<p>&lt;他の研究協力員からのオススメPoint&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電子ペンをうまく使うことで、電子データとしても保存できるのでよい。</li> <li>・GRAPESも有効だが、指導内容によってはFunctionViewも有効。</li> </ul>		

数学 A	「図形の性質」	生徒数 約20名
<p>&lt;キーワード&gt; ○黒板に提示 ○定理の利用 ○復習 ○2画面</p>		
<p>&lt;実践&gt; 問題は県模試のように複数の定理を使うもの、かつどの部分に適用するかがわかりにくいものを使用し、問題は黒板に提示した。生徒の様子を見てできていなければ利用する定理をスクリーン左半分(教科書の定理の部分そのまま)提示した。生徒は、定理をどのように利用できるか、またどの部分に利用できるかを検討した。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>		
<p>&lt;他の研究協力員からのオススメPoint&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・教科書のページをそのまま提示して定理を復習したことは、生徒にとって理解しやすい。</li> <li>・2画面表示は、問題を提示したまま別の画像を提示できるのでよいと思った。</li> </ul>		



### Ⅲ 予習型授業研究グループの実践

#### 1 授業実践と評価シートによる振り返り (平成30年11月12日 C高校実践協力員)

予習型授業研究グループの研究協力校はA校、B校、C校の3校で昨年度までと変わりはない。実践協力員1名(C高校)は、年間1回の公開授業を行い、公開授業および授業研究会には所属校の教員のみならずグループの研究協力員が参加した。C高校の公開授業における指導案を(図7)に示す。

<単元名> 数学Ⅲ「数列の極限」

<本時の目標>

極限の求め方を予習的課題A、B、Cを利用してしながら説明することができる。

<授業の概略>

一般項を求めてから極限值を求めることは既に学習済みであり、本時では、漸化式から一般項を求めるのが難しい場合に、数列の極限值をどのように求めればよいかを考えさせる授業であった。既習事項を活用し、未知の課題に取り組もうとする姿勢を養い、他者と一緒に考えることで自分の理解を深めることをねらいとして、ジグソー法を取り入れたグループ学習を行った。エキスパート活動で使う問題を予習的課題A、B、Cとして事前に配付して宿題にしたことで、学び合う時間を多く確保した。予習的課題A、B、Cのねらいを表3にまとめる。

学習指導過程			
過程(時配)	学習活動	形態	評価と留意点
導入(5)	○生徒の活動 ・予想される反応	形態	◎評価(評価方法) ・指導上の留意点
展開1(10)	○ジグソー活動の確認 ○エキスパート班に分かれて活動 ・予習課題の答えを確認し合う。 ・予習課題Cが難しく、話し合いが進まない。 ○本題に取り組む ・予習課題の活用の仕方を考える。	4人組  4人組	・黒板に残り時間を表示する。  ・予習課題の答えを用意しておき、話し合いが進まない班に答えを渡し助言する。  ・活動の様子を見て、本題を提示する。本題のワークシートを配付する。
<p>本題 <math>a \times 4, a_n \times \frac{a_n - 0.5}{6}</math> で定義される数列 <math>\{a_n\}</math> は、<math>\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 1</math> である。 <math>\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 1</math> であると断言できる理由を、予習課題A~Cの内容を活用して説明せよ。</p>			
展開2(25)	○ジグソー班に分かれて活動 ・予習課題の内容を伝えあい、発表に向けて説明内容をまとめる。 ・予習課題Bの結果だけ $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 1$ であることを断言する。 ・予習課題Cで、はさみうちの原理に気づかない。	3人組	・班を提示し、発表の役割を決めさせる。 ・ファシリテーターとなり、各班の良い考えを板書して全体に伝える。 ・予習課題Bの結果はあくまでも予想であることを強調する。 ・予習課題Cがはさみうちの原理のヒントであることに気づいている班に発表させ、なければ助言する。
まとめ(10)	○発表 ・班の全員が前に出て発表する。 ・解法のポイントの理解を深める。 ○本時の振り返り ・今回学んだことについて学習評価シートを用いて振り返る。	3人組  個人	・予習課題をどのように活用したのかを発表させる。  ・学習評価シートを配付する。 ◎数列の極限の考え方や計算方法について説明することができる。[数学的な見方や考え方/ワークシート、観察]

図7 実践協力員(C高校)授業実践 指導案

表3 予習的課題A、B、Cのねらい

A	与えられた漸化式の一般項を求めることが難しいことを理解させる。一般項を求めることは難しいが、 $1 < a_n \leq 4$ の間に存在することを確認させる。
B	既習事項である極限値を予想する方法の復習をさせる。また、グラフを用いることで視覚的に極限値を予想させる。
C	はさみうちの原理を用いるためのヒントであることを理解させる。

<ICTの活用>

- ・プロジェクターを活用して、グループ活動の班編成や活動の時間を表示することで、視覚的に分かりやすく、生徒がスムーズに行動できていた。(図8)
- ・全体での代表班の発表において、その班のワークシートを撮影したものをプロジェクターで提示し、発表者はそれを指し示しながら説明していた。

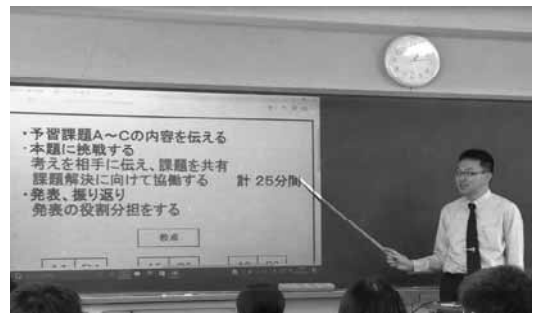


図8 流れをプロジェクターで投影

<研究協議> (図9)

①授業者の感想・反省

ジグソー法を取り入れた授業は5回目であるが、過去4回は70分間の課外で、こちらで問題設定しながら行っており、50分で行ったのは今回が初めてであった。予想通り時間が足りなかったが、生徒は授業後でも話し合いを続ける姿が見られるくらい集中して問題に取り組んでいたのが良かった。予習的課題を授業前の休み時間にお互いに見せ合いながら打ち合わせしていたのも予習型授業の良いところだと思う。数列の問題を取り上げたのは、昨年、3年生に行った特別講義で解けない生徒が多く、気にかかっていたからである。コミュニケーション能力をつけ、さらに知識も蓄えながら理解が深まっていくとさらに良いと思い、今回、数列の発展的なものを取り上げた。今回の授業の続きは、次時でさらに深めていきたい。

②協議内容

・予習的課題A、B、Cについて

このタイプの問題のアプローチの仕方になっているという点で良かったが、不等式を繰り返し用いた変形のところの理解が進まなかったのが、課題の中にヒントとなるようなものが入っていると良かったかもしれない。また、授業者の反省で、時間の関係上、教師主導を進めてしまったとあったが、逆に $n$ のところは1、2、3と代入して法則を探していくと、逆向きに先が見えてきて、生徒の手で解答につながられたのではないだろうか。



図9 研究協議

・ジグソー法の授業と講義形式の授業を比較して

通常の講義形式だと、この問題を解いた後に類題を解く時間をもつことができる。生徒の知識としては増えるし、技能も高まるかもしれない。しかし、それで本当に深い理解に到達するだろうか。時間が経ったらすぐに忘れてしまうというのは理解が浅いためではないか。今日の授業では、時間をかけて議論をした内容が生徒の経験として残り、理解を深めるという意味にはふさわしい授業だったのだろう。

・予習型の授業について

予習を前提として授業をされている。予習がしてあることで、生徒同士で話し合う時間が多くとれていたため、すごく生きた授業になっていた。生徒たちが授業前や授業後にも話し合う姿が見られたことからみても、生徒の知識、理解も深まって、意欲も高まっていた。

③助言 (東京大学 白水始 教授)

数学的コミュニケーションをねらいとして行ったジグソー法の授業のつくりとしては良かった。何が分かっている、何が分からないのかを生徒が仲間同士で話し合えることが大事である。そして今日の授業だと、一般項を導き出すのに何が使えるか、何を繋げられるかということを考えて結びつけていく力が必要になる。解けた後は、答えを覚えるよりも、この問題はどこまで自分でできて、どこから先が仲間のヒントを得てできたかということ意識して問題を解決していくことが大事である。今回の授業では、A、B、Cの課題の説明についてはどこの班も早くできていた。ただBの資料の使い方については、使いこなすグラフとして出てこなかったことが、惜しかったところである。また、はさみうちの原理については言わなくても出てきてほしいという思いからか、明示していなかったが、言葉として入れておいてあげると進みやすくなったのではないか。そのようなことも想定しながら授業づくりをしてい

くことが大事である。ただ、生徒にとって今日の授業は、完全に一人でやりきって解けたわけではないが、少しずついろいろなヒントを得ながら前に進んでいったという体験ができたのであろう。

＜「授業評価シート(教師用)」と「学習評価シート(生徒用)」での授業の振り返り＞

授業づくり研究グループと同様、「授業評価シート(教師用)」について、授業者が7個の評価項目をそれぞれ4段階で評価した。4段階を数値化し、結果を表4にまとめた。

**表4 実践協力員（C高校） 「授業評価シート(教師用)」 集計結果**

＜対象＞ 実践協力員1名	
＜評価項目＞	数値
1 生徒は、本時のねらいをつかみ授業の見通しをもつことができた。	3
2 生徒は、教師の発問や助言により意欲的に課題に取り組んだ。	4
3 生徒は、設定した時間の中で課題を解決した。	4
4 生徒は、自分の考えや他者の考えを使って発言した。	4
5 生徒は、話し合いや他者の考えにより学びが深まった。	4
6 生徒は、まとめや振り返りをすることができた。	3
7 生徒は、本時のねらいを達成することができた。	3

次に、「学習評価シート(生徒用)」について、評価を行った生徒は授業を受けた30名である。「授業評価シート(教師用)」と同様に評価項目を4段階で数値化し、結果を表5にまとめた。

**表5 実践協力員（C高校） 「学習評価シート(生徒用)」 集計結果**

＜対象＞ 生徒30名	
＜評価項目＞	数値
1 本時のねらいをつかみ、授業の見通しをもつことができましたか。	3.40
2 意欲的に課題に取り組むことはできましたか。	3.70
3 自分の考えを持ち、相手に伝えることはできましたか。	3.50
4 友達の考えを参考に、自分の考えを深めることはできましたか。	3.80
5 本時のねらいを達成することができましたか。	3.40
6 先生の説明や指示は分かりやすかったですか。	3.93
7 一人で考えたり、ペアやグループで話し合ったりする時間は、十分に与えられていましたか。	3.53
8 授業の難易度は適切でしたか。	3.53

※数値は生徒30名の平均値である。

表5について項目1、5、8の数値を見ると、本時の課題の難易度が生徒にとって高かったのではないかと考えられる。

表4で数値が最も高い項目は、項目2、3、4、5である。一方、表5で数値が高いものから順に並べると、項目6、4、2である。表4の項目5、2と表5の項目4、2がともに高い値であるので、話し合いや他者の考えにより学びが深まったかに関しては、教師側と生徒側からの評価がほぼ一致していることがわかる。生徒にとって難易度の高い課題であったが、生徒がグループ活動において積極的に意見交換ができ、意欲的に課題に取り組んだことは、講義形式の授業では味わえない達成感が生徒に残ったと考えられる。

## 2 グループの取組み

グループ会議を前期（7月）と後期と（11月）に1回ずつ計2回開催した。A、B、Cの3校が、授業進捗の確認や予習的課題の提示の仕方や生徒の様子についての情報交換を行った後、他校の取組みを踏まえ、来年度の自校の取組みを提案した。表6に、A、B、Cの高校別にまとめた。

A高校とC高校に共通しているのは、生徒に予習をさせるのに適する分野で、予習型授業を行うことである。また、B高校とC高校に共通しているのは、生徒の予習した内容をもとにしてグループ学習をさせることである。

表6 A、B、C高校の予習型授業研究の取組み

	平成30年度の予習型授業研究の取組み	平成31年度の予習型授業研究の取組み（提案）
A 高校	予習的課題を、研究協力員の担当するクラスで、 ・単元の振り返りや問題演習の授業で実施。 ・問題のテーマを授業で議論するため、入試問題演習の授業で実施。	・単元や教材に応じて、各教員が予習させるのに適すると考えた分野で生徒に予習をさせる。 ・入試問題をただ解かせるだけでなく、なぜそのような考え方をするかを理解させるために、予習をさせる。
B 高校	予習を前提とした授業を、各学年全クラスで、 ・1年生は共通の資料を用いた初期指導を実施。 ・2年生は学年研修で検証や検討を行い実施。 ・3年生は1,2年次における実践を踏まえて実施。	・前年度の取組みを継続する。 ・2年生文系クラスでは生徒の実情にあわせ、本質を問うような課題をグループ学習で行わせる。また必要な基礎知識の確認を予習として行って、授業に臨ませる。
C 高校	予習を前提とした授業を、各学年で、 ・1年生は学年統一の進度表を基に実施。 ・2年生文系は予習的課題を解かせて実施。 ・3年生は入試問題を解かせて実施。	・学習する分野によって予習の向き不向きがあるので、考慮しながら1年生に予習をさせる。 ・予習をさせることで、授業におけるグループ学習につなげていく。

## 3 平成28年度入学に対する3年間の取組みの検証

ここでは、予習型授業研究グループの取組みの検証として、平成28年度入学生への3年間の取組みを検証する。検証するにあたり、3校の研究体制を踏まえると、A高校においては、学年（文系・理系）単位の取組みというよりは、研究協力員が担当するクラス単位の取組みなので、学年単位で取り組んでいるB高校およびC高校において、進研模試のデータ（入学年度別平均点偏差値の推移）を基に分析していく。進研模試を検証の材料とした理由としては、全国レベルの模試で安定した受験母集団であること、時期に応じた内容・形式の出題で定期的かつ客観的に学習到達度を測定していること、過去に実施された模試のデータが入学年度別に蓄積されていることなどが挙げられる。入学年度別に蓄積された過去7年間のデータを活用して、入学年度別平均点偏差値の推移のグラフを作成した。

なお、進研模試の偏差値は、次の二つの理由で1年生7月実施（以下、1年7月。他の学年・実施月についても同様に略記する。）から3年11月へと回を重ねるごとに下降の傾向にある。一つは、回を重ねるごとに、下位層の受験者が減少することにより平均点が上がることであり、もう一つは、3年が受験する模試は過年度生が受験することにより平均点が上がることである。

### (1) B高校の入学年度別平均点偏差値の推移による検証

B高校の平成26年度入学生、平成27年度入学生、平成28年度入学生は、入学当初から全クラスで予習型授業を行ってきている。そこで、進研模試の入学年度別平均点偏差値（全国偏差値）の推移について、平成28年度入学生と予習型授業を行っていない平成25年度以前の4年間の入学生の平均、平成28年度入学生と平成26年度入学生・平成27年度入学生とを比較して分析する。なお、平成27年度入学生と平成25年度以前の4年間の入学生との比較については、昨年の研究紀要（第123号）で検証済みである。

〈データ〉 1年7月から3年11月までの平均点偏差値  
 〈比較対象〉 平成22年度入学生から平成25年度入学生の平均と平成28年度入学生（現高校3年生）  
 平成26年度入学生・平成27年度入学生と平成28年度入学生（現高校3年生）

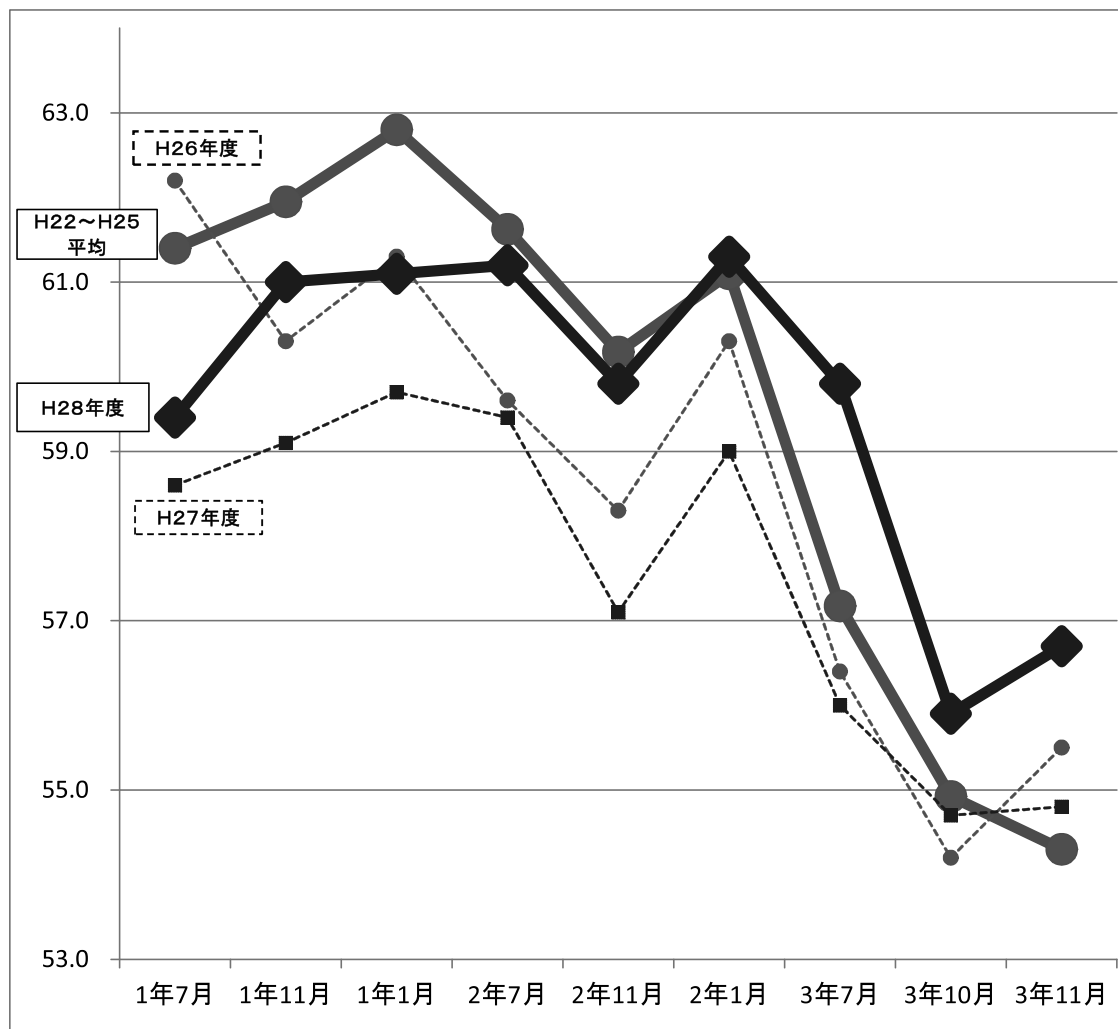


図10 B高校の平均点偏差値の推移

図10の入学年度別平均点偏差値の推移から読み取れることを列記する。

- ・平成28年度入学生と平成22年度入学生から平成25年度入学生の平均は、1年7月から3年10月まで同じような推移をしている。
- ・平成22年度入学生から平成25年度入学生の平均は、3年10月から3年11月で下降している。
- ・平成28年度入学生（平成27年度入学生、平成26年度入学生）は、3年10月から3年11月で上昇している。
- ・平成28年度入学生の1年7月と3年11月の差（2.7）は、平成27年度入学生の差（3.8）や平成26年度入学生の差（6.7）、平成22年度入学生から平成25年度入学生の平均の差（7.1）と比べて小さい。

平成26年度入学生、平成27年度入学生の平均点偏差値は、3年10月から3年11月で上昇してきた。この期間に注目すると、平成28年度入学生の平均点偏差値も上昇しており、予習的課題を前提とした授業に取り組んでから3年度連続の上昇となる。また、平成28年度入学生の平均点偏差値の1年7月と3年11月の差は、他と比べて最も小さいという特徴がある。これは、平成28年度入学生の平均点偏差値が3年11月では最上位であることにも表れている。

平成28年度入学生の平均点偏差値の推移が、3年10月から3年11月で上昇していることと1年7月と3年11月の差が他と比べて最も小さいことは、予習的課題を前提とした授業に取り組んできた効果である可能性がある。B高校において予習的課題を前提とした授業の成果があったと言い切るためには、次年度以降の推移を待たないといけないが、予習的課題を前提とした授業に取り組む前の年度の平均点偏差値の平均の推移が、3年10月から3年11月で下降しているのに対して、予習的課題を前提とした授業に取り組んだ年度の平均点偏差値の推移が、すべての年度で、3年10月から3年11月で上昇していることを考え合わせると、予習的課題を前提とした授業が、B高校において有効である可能性が高くなってきた。

(2) C高校の入学年度別平均点偏差値の推移による検証

C高校の平成27年度入学生、平成28年度入学生は、入学当初から全クラスで予習型授業を行っている。そこで、進研模試の入学年度別平均点偏差値(全国偏差値)の推移について、平成28年度入学生と予習型授業を行っていない平成26年度以前の5年間の入学生の平均、平成28年度入学生と平成27年度入学生とを比較して分析する。なお、平成27年度入学生と平成26年度以前の5年間の入学生との比較については、昨年の研究紀要(第123号)で検証済みである。

〈データ〉 1年7月から3年11月までの平均点偏差値

〈比較対象〉 平成22年度入学生から平成26年度入学生の平均と平成28年度入学生(現高校3年生)  
平成27年度入学生と平成28年度入学生(現高校3年生)

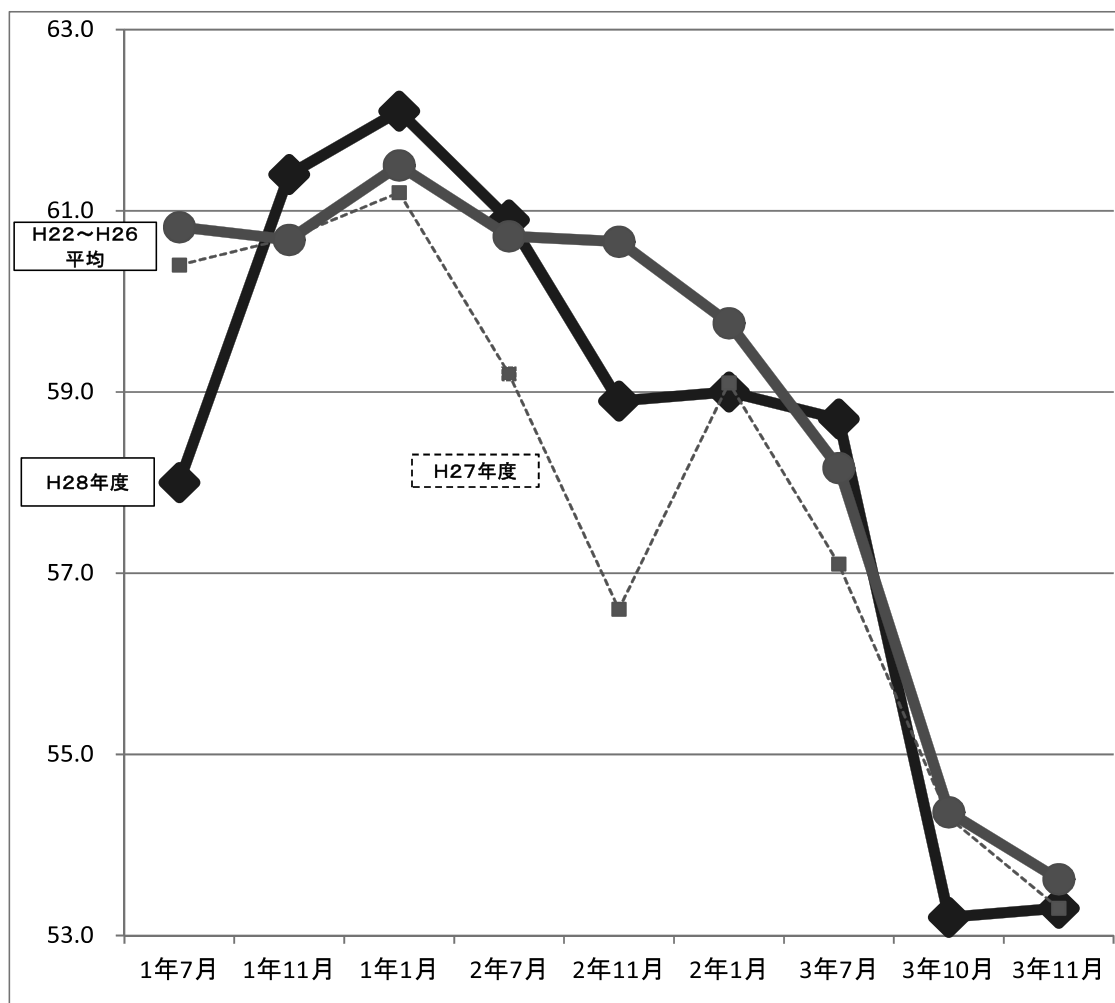


図11 C高校の平均点偏差値の推移

図11の入学年度別平均点偏差値の推移から読み取れることを列記する。

- ・平成28年度入学生の2年11月での落ち込みは、平成22年度入学生から平成26年度入学生の平均には見られない落ち込みである。
- ・平成22年度入学生から平成26年度入学生の平均は、3年10月から3年11月で下降している。
- ・平成28年度入学生は、3年10月から3年11月で上昇している。
- ・平成28年度入学生の1年7月と3年11月の差(4.7)は、平成27年度入学生の差(7.1)や平成22年度入学生から平成26年度入学生の平均の差(7.2)と比べて小さい。

平成28年度入学生の平均点偏差値の推移で特徴的なのは、3年10月から3年11月で上昇していることである。これは、平成22年度入学生から平成26年度入学生の平均点偏差値の平均にはなかったことである。C高校が、平成28年度入学生に対して、予習的課題を前提とした授業に3年間取り組んだ効果であると期待したいところである。また、平成28年度入学生の平均点偏差値の1年7月と3年11月の差は、他と比べて最も小さかった。C高校において、予習的課題を前提とした授業に取り組んだことで、何かよくない現象が起きているとは言えないと判断できる。次年度以降の推移を注視していきたい。

### (3) B高校とC高校の入学年度別平均点偏差値の推移による検証

(1)、(2)では、「入学年度別平均点偏差値の推移」について、高校ごとに、それぞれ検証を行ってきた。ここでは、「入学年度別平均点偏差値の推移」について、B高校とC高校に共通して見られる特徴を読み取り、予習的課題を前提とした授業の効果と課題を探る。

B高校とC高校に共通して見られる平均点偏差値の推移の特徴は二つある。

一つ目は、平成28年度入学生の平均点偏差値が3年10月から3年11月で上昇していることである。B高校とC高校に共通して見られる特徴なので、予習的課題を前提とした授業の効果の可能性が高い。

二つ目は、平成28年度入学生の平均点偏差値が2年11月で落ち込んでいることである。B高校においては、平成26年度入学生、平成27年度入学生の平均点偏差値も2年11月で落ち込んでいる。C高校においては、平成27年度入学生の平均点偏差値も2年11月で落ち込んでいる。これは、予習的課題を前提とした授業に取り組んだことで、結果的として進度が早くなり、授業で学習している単元と進研模試の出題単元との間に最も大きな時間差が生じたことによるものと考えられる。もし、そうであるならば、2年11月での落ち込みは、予習的課題を前提とした授業の新たな課題である。この課題の解決に向けて、学習内容がより定着されるような予習的課題を前提とした授業に変えていかなければならないことが浮き彫りになった。

## VI おわりに

今年度、他県から派遣され、教育総合研究所の教科研究センター数学科の一員として調査研究活動に取り組んだ教員のご意見を紹介する。

(他県から派遣された教員の意見)

福井県の高校において、積極的にプロジェクターの活用に取り組むことができているのは、教育総合研究所の数学科が研究を進めていることが大きな要因ではないかと思う。自県の高校については、プロジェクター等のICT機器を用いる授業はあっても、いかに効果的に使用するかといった研究は進んでおらず、ICT機器を活用した授業の充実については、各校に任されているのが現状である。

また、プロジェクターの活用事例の研究に加え、知識構成型ジグソー法などを用いた授業改善に取り組んでいることで、生徒が主体的に取り組む授業づくりに向けて、いま、福井県は大きく前進していると感じる。

福井県のプロジェクターを活用した高校数学における授業改善の取組みの本格的な調査研究は始まったばかりであり、次年度、県立高校普通教室にプロジェクターの設置が完了することを考え合わせると、この取組みの意義はますます大きくなっていくだろう。研究協力員一人ひとりの実践を支援しながら、その実践を研究協力校や研究グループ全体に広め、次年度も「プロジェクターを活用した高校数学における授業改善の取組み」の調査研究活動を進めたいと考えている。

《参考文献》

- 厚木市教育研究所(2013)「授業に生かすICT活用に関する研究調査」(研究紀要)
- 飯島康之(2014)「テクノロジーを利用した数学の指導」、愛知教育大学免許状更新講習14
- 大阪市教育センター(2014)「21世紀に求められる資質・能力を育成する授業デザインに関する研究－ICTを活用した協働学習の内容・方法－」研究紀要第205号
- 杉江修治(2011)『協同学習入門』ナカニシヤ出版
- 中央教育審議会(2012)「教職生活の全体を通じた教員の資質能力の総合的な向上方策について(答申)」
- 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、大学入学者選抜の一体的改革について(答申)」
- 中教審教育課程企画特別部会(2015)(第11回)第86回教員養成部会資料  
「これからの学校教育を担う教員の資質能力の向上について(中間まとめ(素案))」
- 中央教育審議会(2016)「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)」
- 福井県教育研究所(2014)研究紀要 第120号
- 福井県教育研究所(2014)高校数学の授業改善について(調査研究部数学ユニット 平成26年度報告書)
- 福井県教育研究所(2016)研究紀要 第122号
- 福井県教育研究所(2016)高校数学の授業改善について(調査研究部数学ユニット 平成28年度報告書)
- 福井県教育研究所(2017)研究紀要 第123号
- 三宅なほみ・齊藤萌木・飯窪真也・坂本篤史(2013)「平成22年度報告書「協調が生む学びの多様性」」東京大学大学発教育支援コンソーシアム推進機構
- 村上芳夫(1965)『主体的学習実践のための学習方法訓練細案』明治図書
- 村上芳夫(1967)『主体的学習の発展』明治図書
- 牧田秀昭・秋田喜代美(2012)『教える空間から学び合う場へ－数学教師の授業づくり－』東洋館出版社
- OECD生徒の学習到達度調査(PISA2015)の調査結果