

# 高校数学における授業改善の取組み

教育総合研究所

谷山潤也 福田浩之 岡部孝行 富田雅人 五十畑直

私たちは、本年度、福井県高等学校教育研究会数学部会(以下「高教研数学部会」という)と連携し、新学習指導要領で求められている「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善研究に取り組んだ。

研修講座の活用や遠隔通信システムの利用などの工夫をし、より良い授業づくりの形を模索した。さらに、振り返りにより、次年度の方向性について考察する。

〈キーワード〉 高教研とのタイアップ、研修講座活用、指導案検討、生徒の見取り、各校での授業実践

## I はじめに

令和4年度からの高等学校新学習指導要領の実施を控え、学校現場では新しい学びに向けた授業改善が必要とされている。今年度、教育総合研究所では、「主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善の活性化を図る」「数学科教員が少ない学校に授業研究の場を提供する」という目的の下、高校数学の授業改善研究に取り組んだ。

## II 今年度の研究の枠組み

前述の目的を踏まえ、今年度の研究の枠組みとして次の5点を挙げた。

### 1 高教研数学部会の公開授業とタイアップした授業研究

高教研数学部会では、平成24年度から、各地区(奥越・坂井、福井、丹南、嶺南)持ち回りで公開授業を行っている。この活動と連携すれば、継続的な授業実践の研究につながる。そこで、数学部会での授業者に本研究における授業者も兼ねてもらうこととした。また、公開授業の地区に合わせ、研究協力員を依頼し、各地区の学校のつながりを深めることもねらった。

### 2 教育総合研究所研修講座の活用

研究協力員とともに授業改善研究を進めていくうえで、新学習指導要領の趣旨を確認し理解することは重要である。そこで、教育総合研究所で開催している高校数学科の研修において、研究協力員に文部科学省主任視学官長尾篤志氏の講義を受講してもらい、地区ごとのグループで授業づくりのためのブレインストーミングを行うこととした。

### 3 遠隔システムを活用した指導案検討

働き方改革が進められることも踏まえ、遠隔システムを活用することで、授業者と研究所員との指導案検討会の効率化を図ることとした。加えて、事前に指導案に対する意見をメールで集約し検討会に反映する形にし、研究協力員に指導案検討の段階から関わってもらうこともねらった。

### 4 公開授業・研究協議における取組の工夫

授業研究における授業参観の方法として、授業の流れや教材の工夫などを中心に見る方法の他に、生徒の活動の様子や考えの変化から授業全体を見る方法がある。「主体的・対話的で深い学び」という視点から授業を捉える場合、後者の見方が有効だと考える。そこで、公開授業では生徒の様子の見取りを中心に授業記録

をとることとした。

## 5 各学校における授業実践

授業改善に向けての活動を活性化していくためには、授業実践とそれに対する省察を積み重ねることが必要である。しかし、年間3回程度の公開授業だけでは活動として十分とは言えない。そこで、1年間授業研究をお願いした研究協力員の先生方に在籍校において授業実践を行い、その内容について教科会等で協議し、共有していただくことにした。

## III 実践報告

前述Ⅱの枠組みに合わせ、本実践の実際について説明する。

### 1 高教研数学部会の公開授業とタイアップした授業研究

公開授業のタイアップについて、高教研数学部会の事務局に提案し、第1回の総会で承認が得られた。今年度は、次にあげる学校の先生方に研究協力員をお願いした。

<実践A> 奥越・坂井、福井地区：奥越明成高校（公開授業）、坂井高校、科学技術高校、福井商業高校

<実践B> 丹南地区：武生東高校（公開授業）、鯖江高校、丹生高校、武生高校

<実践C> 嶺南地区：敦賀高校（公開授業）、美方高校、若狭高校

### 2 教育総合研究所研修講座の活用

7月2日に、「主体的・対話的で深い学び」についての研修講座が開催された。1日の研修講座のうち、午前中は文部科学省の主任視学官である長尾篤志氏に「新学習指導要領で目指すもの」についてご講義をいただいた。主な内容は、次の3つの視点であった。

（主体的な学びの視点）

- ・見通す：授業で何をしたいのか、何ができるようになるのか(例：導入教材の工夫)
- ・振り返る：授業で何をしたのか、何ができるようになったのか(例：節末問題や章末問題を丁寧に扱う)
- ・粘り強く取り組む：問題解決ができなくても、知識や技能が深まり、生徒が自分自身の課題に気づくこと

（対話的な学びの視点）

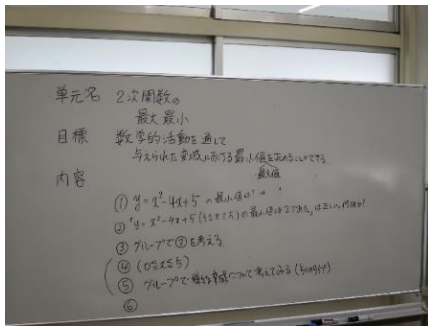
- ・自分の考えを表現することで、自分の考えがより明確になる
- ・他の考えを聞くことで、自分の考えを広げたり深めたりすることができる
- ・自分自身と対話することで、考えを深めたり疑問点を明らかにしたりすることができる

（深い学びの視点）

- ・自分で問いを持ち、その問いを解決しながら本質に近づいていく
- ・様々なことからの「意味」を考える
- ・自然に、統合的・発展的(体系的)に考えられる

午前中の講義を基に、午後は同じ地区の授業者と研究協力員でグループをつくり、授業づくりに向けてのブレインストーミングを行った。まず、自由に単元を選び、1つの単元の構成を意識した目標を決め、目標達成のためにはどのような教材や方法(グループ活動やICT機器の活用等)があるか話し合った。以下、実践ごとに話し合いの様子をまとめる。

### <実践A：奥越明成高校>



(科目) 数学 I

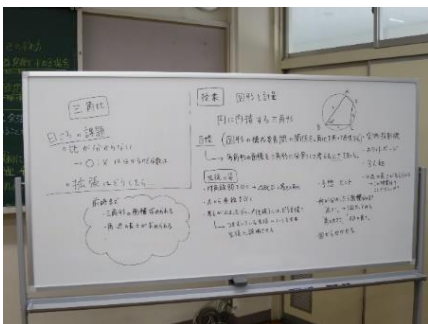
(単元名) 2次関数の最大と最小

(目標) 数学的活動を通して、与えられた定義域における2次関数の最大値と最小値を求めることができる

(話し合い)

- ・ 2次関数の最大値、最小値について、グラフをかかせて考えさせるにはどのような課題設定をするとよいか
- ・ 定義域をいろいろと変更し、最大値・最小値を求めさせてはどうか

### <実践B：武生東高校>



(科目) 数学 I

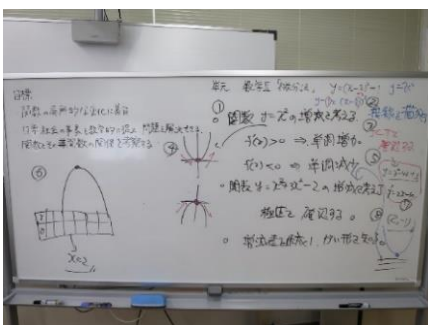
(単元名) 正弦定理と余弦定理の応用

(目標) 正弦定理、余弦定理を用いるために、多角形を三角形に分割して考えるよさを知る

(話し合い)

- ・ この単元で生徒はどこでつまづきやすいか
- ・  $a:b$  の形の比は定着させやすいが、分数の形の比は定着させにくい
- ・ 対話的な学びを取り入れるにはどのようにすればよいか

### <実践C：敦賀高校>



(科目) 数学 II

(単元名) 導関数の応用

(目標) 関数の局所的な変化に着目し、関数と導関数の関係を考察する

(話し合い)

- ・ 関数の増減を考えて接線を描かせ、ICT 機器で確認してはどうか
- ・ 2次関数の増減表をかき、導関数との関連を調べてはどうか
- ・ 微分係数が接線の傾きを表すことから、増減表からグラフの形状を考えられるように、グループ活動を通して見つけ出せるようにする

## 3 遠隔システムを利用した指導案検討

前述のグループ協議を基に授業者は指導案を作成した。研究協力員には、指導案をメール送信し検討してもらった。研究協力員から得た意見は研究所員が集約し、事前の指導案検討会で授業者に伝えられた。指導案検討会は、遠隔システムを利用して、各グループ2回ずつ授業者と研究所員で行い、指導案を基に授業者の考えやねらいについて確認しながら整理していくことを主眼に進められた。授業者の、「授業の流れや発問内容、本時の課題等について事前に議論できたことは有意義だった」という授業後の感想もあった。各検討会での協議の概要は以下の通りである。

### <実践A：奥越明成高校>

研究協力員の意見や研究所からの提案も伝えながら検討会を行った。

1回目の検討会では、次の2点について、話し合いがなされた。

- ・ 本時の目標の確認
  - ・ 生徒が根拠を持って考えを説明できるよう、導入における選択肢を用いた課題の工夫について  
これにより、本時の目標が整理され、その後の導入や展開については再検討していくことになった。
- 2回目の検討会では、次の2点について、さらに具体的な内容での話し合いがなされた。

- ・導入における課題の妥当性と提示の方法について
  - ・生徒の多様な考え方を引き出すためのワークシートの工夫について
- 合計2回の遠隔での検討会後も、授業者は同僚の先生に相談しながら導入における選択肢の妥当性について再検討するなど、引き続き課題づくりに取り組んでいた。

#### <実践B：武生東高校>

1回目の検討会では、次の3点が話し合わせ、質疑応答を中心として授業者のねらいについての確認がなされた。

- ・本時の目標および授業の観点の妥当性について
- ・多面的な見方ができるような導入課題と発展課題の工夫およびそのつながりと分量について
- ・ワークシートにおける「手順」の目的について

3クラス同時展開での公開授業を考えているという武生東高校の教科会では、本時の目標や授業の観点など方向性はそのままにして、課題についての練り直しがなされていた。2回目の検討会では、それらについての確認が中心に進められた。

#### <実践C：敦賀高校>

1回目の検討会で意見交換した内容は次の5点である。

- ・押さえるべき前時までの学習内容と本時の目標について
- ・多様な意見を引き出した対話的な活動ができるような課題設定と授業の観点について
- ・予想される生徒の反応とそれに対する教師の手立てについて
- ・ICT機器を活用する目的と使用場面について

1回目の検討会后、敦賀高校教科会でも協議され、本時の目標や展開に関して検討がなされた。

2回目の検討会では、前回の課題に対する修正箇所の確認が中心であったが、次のことについての意見交換もなされた。

- ・グループ活動内容および全体共有の方法について

敦賀高校では、公開授業前に模擬授業を実施し、課題設定やグループ活動内容および全体共有の方法について教科会でさらに検討された。

## 4 公開授業・研究協議における取組の工夫

公開授業の参観では、生徒の活動の様子や考えの変化の見取りを中心に、研究協力員に授業記録をとってもらった。各先生方に4名程度の生徒を割り振り、各生徒がどのような考えをしていたか、生徒同士でどのようなやりとりがあったか、どのようなタイミングで考えが変容したか等を観察の視点とした（次ページの図1参照）。授業後の研究協議ではその見取りを基にし、授業者の課題設定や発問が本時の目標達成において有効であったか、主体的・対話的で深い学びにつながったかという視点から協議を行った。以下、各実践について説明する。

#### <実践A：奥越明成高校>

一般形で与えられた2次関数のグラフを初めて描くことを扱い、平方完成の必要性を理解することに焦点を当てるため、選択肢を用いた導入課題を取り入れた授業になった。研究協議では、「選択肢を設けたことが他の生徒との意見交換につながっていた」「自分が選んだ選択肢が本当に正しいのか？」と疑問を持ちながら、主体的に課題に取り組んでいた」等、生徒の様子を根拠にして授業者の工夫の有効性について議論がなされた。



図1. 研究協力員が生徒の活動の様子や考えの変化を記録したシートの例

**数学公開授業 記録用紙**  
(記録後、授業研究会でお使いください。  
研究会が終わりましたら、研究所所員にご提出ください。)

記録者所属/氏名

座席	1	2	3	4	5	6	7
	1	2	3	4	5	6	7
	1	2	3	4	5	6	7
	1	2	3	4	5	6	7
	1	2	3	4	5	6	7
	1	2	3	4	5	6	7
	1	2	3	4	5	6	7
	1	2	3	4	5	6	7

No.   

※どの4人(または3人)のグループを見られたか、太線で囲んでください  
※生徒の発言や学びの様子などを記録してください

---

数学公開授業の様子や考えの変化を記録したシートの例

※どの4人(または3人)のグループを見られたか、太線で囲んでください  
※生徒の発言や学びの様子などを記録してください

記録者所属/氏名

1. グラフの形状を考えたとき、 $x$ と $y$ の関係をどう捉えているか。また、 $x$ と $y$ の関係をどう捉えているか。また、 $x$ と $y$ の関係をどう捉えているか。

2. 関数の増減の関係をどう捉えているか。

3. 関数の増減の関係をどう捉えているか。

4. 関数の増減の関係をどう捉えているか。

5. 関数の増減の関係をどう捉えているか。

6. 関数の増減の関係をどう捉えているか。

7. 関数の増減の関係をどう捉えているか。

1. グラフの形状を考えたとき、 $x$ と $y$ の関係をどう捉えているか。また、 $x$ と $y$ の関係をどう捉えているか。また、 $x$ と $y$ の関係をどう捉えているか。

2. 関数の増減の関係をどう捉えているか。

3. 関数の増減の関係をどう捉えているか。

4. 関数の増減の関係をどう捉えているか。

5. 関数の増減の関係をどう捉えているか。

6. 関数の増減の関係をどう捉えているか。

7. 関数の増減の関係をどう捉えているか。

塗りつぶされた部分の座席の4人の生徒を、50分間通して観察している。

4分割された部分には、各生徒の様子が詳細に記録されている。

<実践B：武生東高校>

円に内接する四角形の面積を余弦定理等を用いて求める問題を扱い、多角形の面積を求める際に三角形に分割して考えるよさに焦点を当てた授業となった。

研究協議では、生徒の様子の見取りを基に、生徒がつまづいていたポイントを数多く共有することができた。その結果、生徒の様子と照らし合わせながら、授業展開や教師の発問が適切だったかという議論が展開された。



<実践C：敦賀高校>

3次関数のグラフの導入を扱い、グループで試行錯誤しながらグラフの形状を考えることや電子黒板・GRAPES(関数グラフフリーソフト)などのICT機器の活用を通して、導関数と接線の傾き・関数の増減の関係を理解することに焦点を当てた授業となった。

研究協議では、「生徒がかいたグラフの極小値の位置がずれていることを、ICT機器で見せられてよかった」「各グループが模造紙にかいたグラフをもっといかせるとよかった」等、授業者の工夫による、効果的であった部分と改善点の両方を議論することができた。



どの実践も、生徒の様子の見取りがあったことで、それを根拠に研究協議の中で授業を振り返ることができた。また、研究協力員からは「授業者であったら絶対に見落とす生徒の発言に気付けた」といった感想や、授業者からは「(授業後に見取りのメモを見たことで)どの生徒がどのような考え・発言をしていたか等を細かく知ることができた」といった感想もあり、授業者・協力者の双方に有意義な授業研究になった。





## 5 各学校における授業実践

研究協力員の先生方に、在籍校において、授業実践とその内容について教科会等で協議・共有をお願いした。

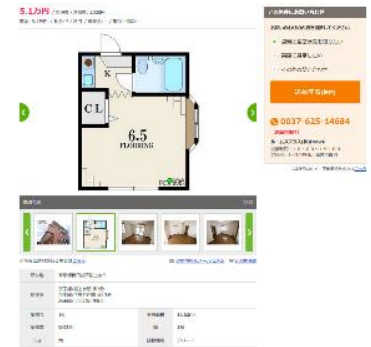
美方高校

実践内容「探究数学～探究的な活動を通して数学を深く学ぶ～」	数学 I・A	1 年生 生徒数 34 名
<p>〈実践〉</p>		
<p>計 3 時間で実施し、1 時間目は課題設定を中心に行った。課題の内容は、「なぜ数学を勉強するのか」、「算数と数学の違い」、「なぜ 0 で割るとダメなのか」などで、数学的な内容で生徒にとって興味のある課題を設定させた。4 人で一班になり、班員はそれぞれ別の課題に取り組み、質問や発表の練習なども行った。</p> <p>2 時間目は課題について調べ、A 3 の用紙にまとめ、パソコン室で発表の準備をした。</p> <p>3 限目は教室で発表を行った。4 人の班で、1 人が 2 分「発表」、1 分「質疑応答」を持ち回りで行った。次に 10 人程度のグループに分かれて同様に 1 人が 2 分「発表」、1 分「質疑応答」を行った。聞いている生徒は発表者のテーマやまとめ、質疑などを記入した。最後に「自分の発表の振り返り」を行い、探究の趣旨や今後の課題、研究をやってみての感想を記入した。</p>		
<p>〈考察〉</p>		
<p>課題設定については多くの生徒が提示した内容で取り組んでいた。パソコン室で実施したためインターネットや教科書、参考書などを利用して情報収集を行い、作業に取り組めていない生徒はいなかった。「絶対値とは何か」など基本的な課題設定をする生徒は改めて定義を確認し、例題を用いてまとめていた。調べる過程でベクトルの大きさや複素数の絶対値など、今後学習する内容まで情報収集をしていた。興味関心を持った課題で情報の収集・整理・分析をする過程を通して、知識の理解の質を高め、深く学んでいた。また、発表や質疑応答を通して情報の共有やさらなる探究が期待できた。生徒の感想では「曖昧にしていた部分を今回探究して知ることができたので楽しかった」「当たり前のことを深く探究するのも楽しい」「深く考えると数学はおもしろい」「他の人の発表を聞いて、いろんな知識を得ることができた」など授業を楽しみ、深く考えることができた感想が多かった。</p>		
<p>〈教科会での協議内容〉</p>		
<p>授業を参観していただいた先生は数学科教員 3 名、物理教員 1 名、国語教員 1 名であった。ここでは、参観された先生からのご意見を記述する。</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 常識や当たり前のことを疑うことができていた。</li> <li>・ 1 つの課題から広がりを持たせることができる実践であった。例えば、絶対値の課題設定では他での記号の使われ方を調べることで発展的な内容を予習できる。</li> <li>・ 準備した課題設定は数学科で共有していくとよい。生徒だけではなく教員も研鑽できるのではないかな。</li> <li>・ 誰に対して発表しているのか、何を分かってほしいかを明確にして取り組むとよい。</li> <li>・ 他教科や行事の探究活動の成果もあり、きれいにまとめ、上手に発表できている生徒が多かった。</li> <li>・ 人に伝えることで理解が深まっているのではないかな。</li> <li>・ 質問が出てこない発表があり、今後の課題である。何度か実践を繰り返すことで発表者は伝えたいことが明確になり、聞いている生徒が理解して質問内容も増えてくると思われる。</li> </ul>		

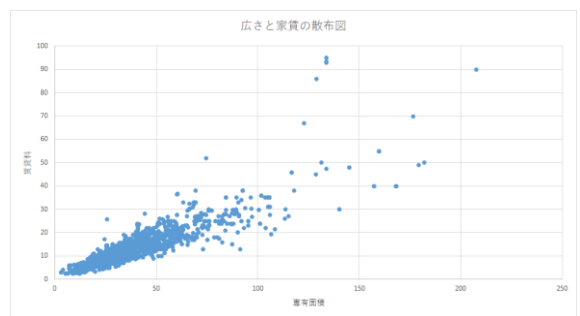


## 〈実践〉

計3時間で実施した。第1時は「機械学習とは」で、機械学習の実例を見せた。県外進学を控え、不動産選びをするという身近な設定で「お得物件」を探すという話である。「日常生活や社会との関連を重視」するためには生きたデータが不可欠と考え、不動産情報サイトからWebスクレイピングで約1万件の不動産情報を取得、データを前処理後、広さ、立地条件、築年数等から機械学習により家賃を予測し、実際の家賃の差から「お得物件」を探す例を示した。すべてのプログラムはPython(パイソン)で作成。Pythonは機械学習で利用しやすく、最も注目を浴びている言語のひとつである。実例を示したあと、機械学習が数式にもとづいて処理していることを説明した。



第2時は「数式モデルをつくる」で、単回帰分析の数式モデル  $y=ax+b$  の評価関数(2次関数)を最小にする  $a$ 、 $b$  の値を計算した。散布図(右図)を見せ、相関関係があり、直線で予測できそうなことを確認。 $a$  と  $b$  の値を「適切に」設定するには誤差を最小にすればよいことから、評価関数を設定し、最小2乗和を考えた。



第3時は「数式モデルをもとに家賃を予測する」で、第2時で作成した数式をもとに、Excelで実際のデータをもとに広さから家賃を予測する式を作成。予測値と実際の家賃の差から「おとな物件」をグループで探した。最後に、データの前処理(外れ値の除去やデータの整形など)について説明をした。



## 〈考察〉

生徒の感想から考察する。「いままで何で数学って必要なのだろうと思っていたけどやる意味が分かりました。」「今回の授業で今まで使う事はないと思っていた数式が利用できて、数学をより面白く感じました」等、29名中15名の生徒が数学の有用性について述べていた。卒業を控え、一人暮らしをする生徒も多いため、物件探しというテーマに機械学習と数学を取り入れたことで興味をもって取り組めたようだ。

We bページから授業直前に取得した「生データ」で実践をしたことも生徒に好評であった。生データだからこそ日常生活や社会との関連があり、現実問題(お得物件を見つける)を解決できた。しかし、生データだからこそその課題もある。例えば、データを数式に代入できる形に加工(前処理)することや、外れ値の扱いについてどのように扱うか等だ。

「式を人間がつくり、計算をAIがする間は、AIは人を超えられないことを知った。」という感想もあり、AIと人間の関係についても考えるきっかけになったのではないかと考える。これからの時代を生きる若者には考えてほしいことである。

## 〈教科会での協議内容〉

第2時の数式を確認するところで、講義形式になってしまっているのを、グループ学習で理解を深めることができるのではないかという意見があった。

また、式に文字が多く、展開に抵抗を感じる生徒が多かったことから、事前に類題で練習しておくこととスムーズに理解できるのではないかという意見もあった。

## IV 振り返り

高教研数学部会第2回総会の後、高校数学授業改善研究グループ協議を実施し、授業者・研究協力員から次年度に向けての意見をもらった。主なものをここで紹介する。

<授業研究について>

- ・授業研究をじっくり行いたいのが数学の教員が2人なので、日頃の教科会の中ではそういったことはできていない。今回の公開授業では、研究所とも校内の先生とも検討する機会となり良い経験になった。
- ・研修講座で指導案を考えることができたのは良かった。
- ・授業者の素案がないと、研修講座の午後の少ない時間では作るのが難しい。
- ・授業案を練ったり教材を作ったりすることで、自分のスキルアップにつながったところも多かった。

<グルーピングについて>

- ・グループ分けも、状況が似た学校同士だと、指導案検討の際も生徒の様子をイメージしやすい。
- ・進度が同じような学校でグループを作れたのは良かった。

<研究協力員との連携>

- ・研究協力員としては、検討段階から関わっていた方が授業に興味も湧くし、授業だけを見に行くよりも良い。本当は集まって検討できるといいが難しいので、7月の研修だけでも集まれて良かった。
- ・研究協力者として指導案の検討をする際、生徒の様子など分からないことが多くて意見を出すのが難しかった。また、メールで連絡を取るのには、煩雑で、意見を伝えにくい。集まる機会を作っていただくか、遠隔システムで顔を見ながら話ができるとありがたい。

<教科会での協議>

- ・授業者としては、教科会での意見と研究所の意見が食い違うところがあり、1つの指導案としてまとめる際に苦労した。

<その他>

- ・地域のどこか1つの学校に集まって、遠隔システムを使って検討するのも良い。各校で同時に遠隔システムを使ってつなぐのは面倒。
- ・授業当日の生徒の見取りについては、これまで経験が無く何を見取っていいかわからず、その例やポイントを示してもらえるとやりやすかった。
- ・教科の年齢構成上、引き受け手を回しにくい学校もある。

このように前向きな意見も多く聞かれたが、一方で、指導案検討の実施方法について課題が残る。研究協力員との連携がよりスムーズに進められるよう、指導案検討のより良い実施方法について、遠隔システムの効果的な活用方法と併せて今後検討していきたい。

また、研究協議においても、生徒の見取りから得た授業評価から、さらなる授業者の授業改善に向けたヒントの獲得、参観者の授業を見る力の向上を図りたい。そのためにも、生徒を見取る際の視点の整理や授業研究会におけるファシリテーションの在り方など、運営面で改善していく余地はある。

## V おわりに

近年の授業改善グループの取組みを通して強く感じることは、多くの先生方が新しい学力観に向けて授業改善の必要性を感じ、取り組もうとしている積極性・主体性の高まりである。講義型の授業から脱却し、変革の社会で必要とされる新しい時代の学力を育む授業力を磨くために、今後も様々な考え方を議論し共有できる場を提供するだけでなく、授業研究を積み重ねていながら本質的な生徒の学びの在り方について、一緒に考えていきたい。