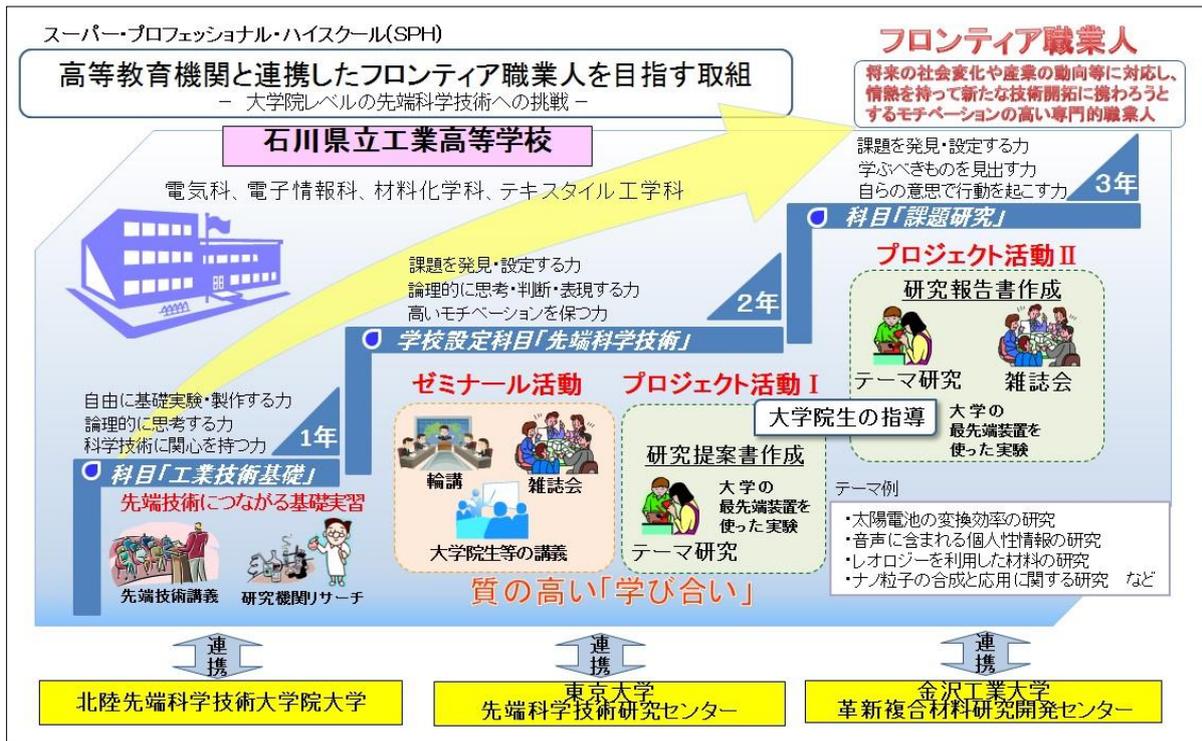


平成 28 年度スーパー・プロフェッショナル・ハイスクール研究実施報告（第 3 年次）（概要）

1 研究開発課題名	高等教育機関と連携したフロンティア職業人育成プログラムの開発 －大学院レベルの先端科学技術への挑戦－		
2 研究の概要	<p>本研究は、北陸先端科学技術大学院大学（JAIST）、金沢工業大学革新複合材料研究開発センター（ICC）、東京大学先端科学技術研究センター（RCAST）の高等教育機関との連携を通して、将来の社会変化や産業の動向等に対応し、新たな技術開拓に携わる将来の専門的職業人（フロンティア職業人）につながる人材、高校卒業後も学ぶ意欲が高く、高度な技術に積極的にチャレンジする生徒を育成するための教育プログラムを研究開発するものである。研究開発の内容は次の 3 点である。</p> <p>①先端科学技術に対する興味・関心を喚起するカリキュラムや指導法の開発 ②「学び合い」を通して先端科学技術へ取り組む土台を築くカリキュラムや指導法の開発 ③科学技術への情熱と意欲を持ち、論理的に考え判断する力などを育み、社会の第一線で活躍できる専門的職業人を育成するためのカリキュラムや指導法の開発</p>		
3 平成 28 年度実施規模	電気科、電子情報科、材料化学科、テキスタイル工学科の 4 科 1～3 年生を対象とする。		
4 研究内容	<p>○研究計画（指定期間満了まで。5 年指定校は 5 年次まで記載。）</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; padding: 5px;">第 1 年次</td> <td style="padding: 5px;"> 1 年次では、以下の各取組を実施。 ①科目「工業技術基礎」に先端科学技術につながる基礎実習を導入 科目「工業技術基礎」の 1 テーマとして、先端技術につながる内容を設定し、実践を通じて、基礎的な実験・製作する力および論理的思考力の育成を図る。 </td> </tr> </table>	第 1 年次	1 年次では、以下の各取組を実施。 ①科目「工業技術基礎」に先端科学技術につながる基礎実習を導入 科目「工業技術基礎」の 1 テーマとして、先端技術につながる内容を設定し、実践を通じて、基礎的な実験・製作する力および論理的思考力の育成を図る。
第 1 年次	1 年次では、以下の各取組を実施。 ①科目「工業技術基礎」に先端科学技術につながる基礎実習を導入 科目「工業技術基礎」の 1 テーマとして、先端技術につながる内容を設定し、実践を通じて、基礎的な実験・製作する力および論理的思考力の育成を図る。		



	<p>②先端技術講義Ⅰの開設 科学技術への興味・関心の喚起、動機付けを図るため、大学教授等による先端科学技術に関する初心者向け講義を実施。</p> <p>③研究機関リサーチの開催 大学院等の研究施設や研究現場を見学・調査し、研究の一端に触れることを通して、高等教育機関への興味・関心、科学技術の学習に向けた動機付けを図る。</p> <p>④教員研修の推進 高等教育機関における研究室活動に参加し、直接指導を受け、研究の実験を経験することから、授業における指導内容等についての具体的なヒントを得る。</p>
<p>第2年次</p>	<p>2年次では、1年間の取組を踏まえ、以下の各取組を実施。</p> <p>① 学校設定科目「先端科学技術」における「ゼミナール活動」 専門的な教材を輪読することを通じ、より深い理解を求める態度を身につけることを目的とした学習プログラムを開発。なお、輪講や雑誌会におけるアドバイザーとして、大学院生が講師として加わり、協働学習における効果的な役割の在り方を明らかにする。</p> <p>② 学校設定科目「先端科学技術」における「プロジェクト活動Ⅰ」 課題解決型の探究活動を通じ、探究能力の育成を目的とした学習プログラムを開発。具体的には、テーマ研究と研究提案の2つの活動を順に実施。</p> <p>③ 先端技術講義Ⅱの開設 先端技術講義Ⅰを踏まえ、大学教授等による先端科学技術の講義を実施。</p> <p>④ JAIST セミナーへの参加 「ゼミナール活動」の一環として、大学院レベルのセミナーに参加。</p> <p>⑤ 高等教育機関の先端的な研究装置を用いた実験 高等教育機関における最先端の研究装置を活用した実験を実施。</p>
<p>第3年次</p>	<p>3年次では、2年間の取組を踏まえ、以下の各取組を実施。</p> <p>① 科目「課題研究」における「プロジェクト活動Ⅱ」 科目「課題研究」で探究能力を深めることを目的とした学習プログラムを開発。具体的には、雑誌会、テーマ研究、研究報告書作成の3つの活動を実施。 ・雑誌会：研究に関連した文献を選出・紹介し、研究手法や態度を身に付ける。 ・テーマ研究：研究提案書にもとづき探究活動を実施。探究技術を深める。 ・研究報告書作成：研究報告書等の作成を通じて、科学的手法を習得し、研究に対する姿勢や思考を身に付ける。</p> <p>② 先端技術講義Ⅲの開設 科学技術に関する知識を深め、他の研究者の研究視点や研究アプローチを参考とすべく、大学教授等による先端科学技術をテーマとした講義を実施。</p> <p>③ JAIST セミナーへの参加 プロジェクト活動Ⅱの一環として、大学院レベルのセミナーに参加。</p> <p>④ 高等教育機関の先端的な研究装置を用いた実験の実施 高等教育機関における最先端の研究装置を活用した実験への参加を実施。</p>

○教育課程上の特例なし

○平成28年度の教育課程の内容（平成28年度教育課程表を含めること）

3年生の「課題研究」、2年生の学校設定科目「先端科学技術」、1年生の「工業技術基礎」に位置付けて、あるいは一環として実施した。（別添教育課程表参照）

○具体的な研究事項・活動内容

(1) 「工業技術基礎」に「先端技術につながる基礎実習」を導入 (H26～)

先端技術につながる新たな実習テーマを設け、それに必要な基礎実験を行い、論理的に考え、判断し、表現する力を育んだ。新たに設けたテーマは以下の通り。

- a) 電気科：太陽電池の電流電圧特性
- b) 電子情報科：音情報のコンピュータによる解析
- c) 材料化学科：プラスチック材料のレオロジー特性
- d) テキスタイル工学科：磁性流体の合成

実習は、基礎項目の学習→予測・仮説立て→実験・実習→考察・評価のモジュールに分け、それぞれの段階をしっかりと押さえた指導・学習ができるよう配慮した。これによってしっかりと思考させること、実験結果をもとに思考を振り返りながら思考を強化・補正する時間を確保することが可能となった。

また、論理的思考力を、仮説立てや考察をする際に「根拠」に基づき「自分なりの答え（主張）」を導き出すように指導した。その結果、教師は授業において、「なぜ」といった問いを発して生徒に思考を促し、生徒は「…である。なぜなら、…」と、根拠を示して答えるようになった。

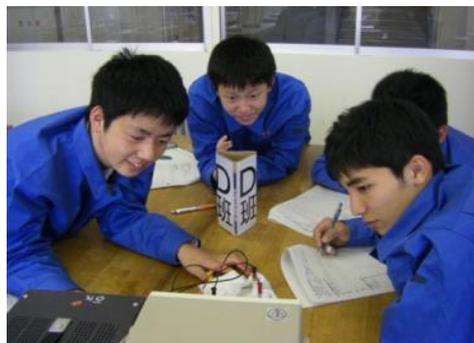


図2：「工業技術基礎」先端技術につながる基礎実習

(2) 新設科目「先端科学技術」を導入 (H27～)

「学び合い」を通して先端科学技術へ取り組む土台を築くカリキュラムとして開設した学校設定科目「先端科学技術」にてゼミナール活動およびプロジェクト活動Ⅰを実施した。

(a) ゼミナール活動

1クラスを4グループに分けて、各グループで異なる専門書を輪講形式で学んだ。1つの班に JAIST の大学院生が加わり、授業を支援した。



図3：学校設定科目「先端科学技術」ゼミナール活動

(b) プロジェクト活動Ⅰ

テーマ研究や研究提案書の作成を通して探究技法を身に付けた。テーマ研究では、①テーマと課題の設定、②課題の分析と実験計画、③実験とその結果の考察の探究プロセスを進めた。各科の主なテーマは以下の通である。

- a) 電気科：太陽電池の製作、太陽電池の耐久
- b) 電子情報科：電波などを使った音声の合成
- c) 材料化学科：バイオディーゼル燃料の製造、食品のレオロジー特性、
- d) テキスタイル工学科：ナノ粒子の合成と応用、ナノファイバーの基礎と応用

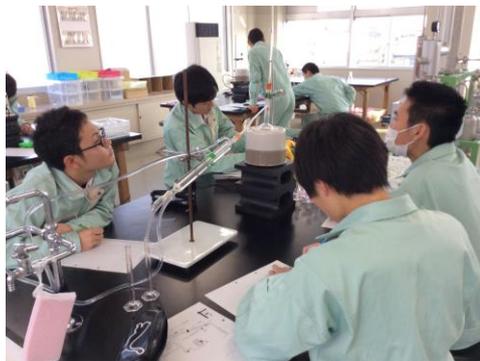


図4：学校設定科目「先端科学技術」プロジェクト活動Ⅰ

(3) 「課題研究」にプロジェクト活動Ⅱ（テーマ研究、雑誌会、研究報告書作成）を導入 (H28～)

「課題研究」ではプロジェクト活動Ⅱとして、テーマ研究、雑誌会、大学院生の指導による研究報告書作成を行った。テーマ研究では、実践的な学び合いのグループミーティングや研究提案書・研究スケジュール表の改良と修正を行い、研究を進めた。また、3年生が2年生に研究内容を説明するポスター発表会を実施し、伝える力や質問する力など、知識をより活用して発展させることができた。

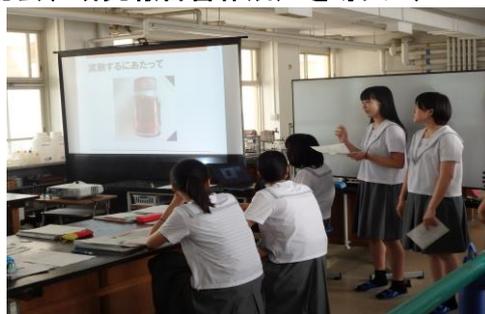


図5：「課題研究」でのグループミーティング

(4) 先端技術講義の実施 (H26～)

JAIST、ICC、RCASTの大学教員・研究者と連携し、情報分野と材料分野に分けて特別講義を実施した。

(5) 研究機関リサーチの実施 (H26～)

JAIST、ICCと連携し、研究施設、研究現場の見学・調査を目的に、リサーチ活動を1年生で実施した。

(6) JAIST セミナーの参加 (H27～)

実際の学会方式の研究発表の見学を通して、適切な発表の在り方を学ぶことを目的に実施した。情報分野と材料分野について2、3年生を対象に実施した。

(7) 高等教育機関の最先端装置を用いた実験 (H27～)

生徒に刺激を与え、学習に対するモチベーションを高めることをねらいとし、2、3年生がJAISTにて最先端の研究装置を用いて実験を行った。

各科では、結晶シリコン太陽電池の試作実験(電気科)、音声に含まれる個人性情報の実験(電子情報科)、レオロジー特性の測定実験(材料化学科)、ナノ粒子の分析評価(テキスタイル工学科)の実験をそれぞれ2回ずつ実施した。

(8) 研究機関と連携した教員研修の実施 (H26～)

JAISTにおける研究室活動に教員が参加し、先端科学技術に対する指導力の向上を図った。先端科学技術に関する知識・技術に加え、指導者の学生への問い掛け等、学校設定科目「先端科学技術」における学び合いの授業の組み立てにおいて参考となる知見を得ることができた。

(9) 評価

開発する教育プログラムや教育プログラムに取り組む生徒を対象として、年間評価計画に基づいた各取組の定性的分析および定量的評価を実施した。生徒に身に付けさせる資質・能力についてはルーブリックを設定し評価を行った。

a) 生徒対象アンケート：本事業での「育む資質・能力」について生徒の変容を調査した。

学力の3要素	育む資質・能力	何ができるようになるか	科目
基礎的・基本的な知識・技能	自由に基礎実験・製作する力	<ul style="list-style-type: none"> 実験では安全に配慮して準備、取組み、機器操作できる。 実験で扱う現象を科学的に理解できる。 確認したり、求める結果を得たりするために、必要な実験を行うことができる。 数学、理科、英語等の知識、技能を道具として使うことができる。 	工業技術基礎 先端科学技術
	課題を発見・設定する力	<ul style="list-style-type: none"> 漠然とした問いを具体的な課題とすることができる。 現状を分析して課題を明らかにできる。 課題解決に向けてゴールから発想を広げることができる。 ゴールから逆算して目標に到達するプロセスとスケジュールを決めることができる。 	先端科学技術 課題研究
課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等	論理的・多面的に思考・判断・表現する力	<ul style="list-style-type: none"> 仮説を立てて、結果を予測できる。 具体的な根拠を提示して、論理的な主張を組み立てることができる。 的確に情報を収集し、有効に活用できる。 事実と意見を区別して表現できる。 取得した情報及び自らの考えや行動を客観的、内省的に捉え評価できる。 お互いの考えを出し合う中で、深い理解や新しい考え方に到達できる。 自分の考えを他者へ効果的に表現し、相手を納得させることができる。 課題の解を他に求めず、自ら考え試行錯誤することができる。 	工業技術基礎 先端科学技術 課題研究
	自分にとって必要な学ぶべきものを見出す力	<ul style="list-style-type: none"> 本質的には分かっていないことに気づき、不足している知識・技能を把握できる。 課題解決の糸口につながる可能性のあるものを見つけ出すことができる。 	課題研究
	科学技術に関心を持つ力	<ul style="list-style-type: none"> 目標達成に必要なことや関連しそうなことを、広範囲な科学技術から選び出し学びとろうとすることができる。 	工業技術基礎 先端科学技術 課題研究
主体的に学習に取り組む態度	高いモチベーションを保つ力	<ul style="list-style-type: none"> 知らない科学技術に直面しても分からぬことに耐えることができる。 経験や考え方の違いを乗り越え意思疎通を図ろうとすることができる。 知識を得ることで満足するのではなく真理を探究することを楽しみを感じるることができる。 	工業技術基礎 先端科学技術 課題研究
	自らの意思で行動を起こす力	<ul style="list-style-type: none"> 「未知の内容を知りたい」、「困難を伴うが実現したい」、「新たなものを創造したい」という思いから自分で行動を起こすことができる。 	課題研究

図9：本事業で「育む資質・能力」

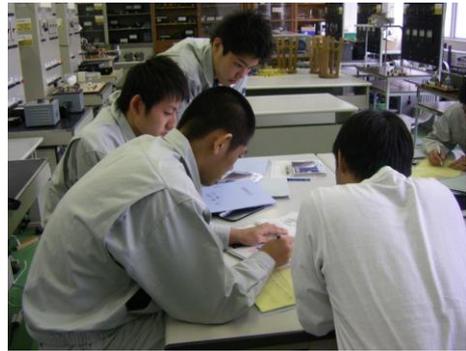


図6：「課題研究」での雑誌会



図7：JAIST セミナー



図8：高等教育機関の最先端装置を用いた実験

- b) 保護者対象アンケート：保護者の視点から見た生徒の実態を調査した。
- c) 教員・外部対象アンケート：公開授業を開催し、授業見学後に校内教員や校外の教育関係者と、授業者のアンケートから研究開発の効果を調査した。
- d) 生徒の発話記録：定性的分析のひとつとして「課題研究」グループミーティングにおける生徒の発話内容を記録し分析した。
- e) パフォーマンス評価：

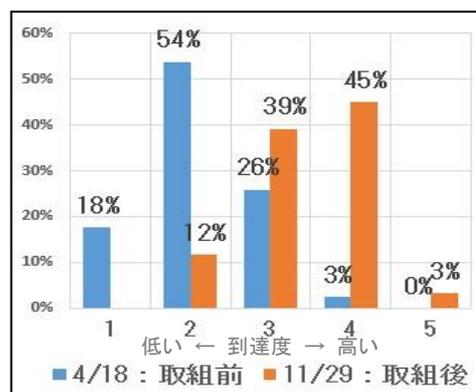


図 10：ルーブリックによるパフォーマンス評価の結果

- ・ ルーブリックを設定してパフォーマンス評価を実施した。評価者が評価しやすいように、取組ごとにルーブリックの改善と修正を行った。
 - ・ 学習評価の結果は、教師と生徒の授業や学びの振り返りとして、次の授業につなげた。
- (図 10 は論理的・多面的に思考・判断・表現する力の評価結果の例)

- f) 個別インタビュー：生徒アンケートの内容が特徴的な生徒に対してインタビューを実施した。
- g) その他：連携先アンケート、企業が求める「資質・能力」アンケートなど多角的に評価した。

5 研究の成果と課題

○実施による効果とその評価

(1)「工業技術基礎」に「先端技術につながる基礎実習」に関わる指導方法の研究

実習内容をモジュール化にして、それぞれの段階でポイントを押さえた指導が効果的であった。ルーブリックによるパフォーマンス評価やポートフォリオなどにより、以下のことがいえる。

- [取組の結果]・自ら主体的に基礎実験・製作する力が身に付いた
 - ・ 論理的・多面的に思考・判断・表現する力が身に付いた
- [生徒の変容]・安全に配慮し、準備・段取り・機器操作ができるようになった
 - ・ 根拠に基づいて主張し、仮説立てして結果予測をするようになった
 - ・ 積極的に発言するようになった
- [課題]・先端技術につながる実習であるため、内容を絶えず進化させる必要がある

(2) 学校設定科目「先端科学技術」の開講

(a) ゼミナール活動

- ・ 輪講という新しい学習形態の中で、本校が目指す「学び合い」を創造することができた。導入当初はコミュニケーションも取れなかったが、生徒自らが先生役、生徒役を分担する中で、徐々に生徒と生徒が互いの考えを交流し合うことができ、論理的な思考や議論の場が創出されるようになり、アクティブな学習を展開できるようになった。
- ・ 先生役、生徒役の役割分担を巡回させる中で、生徒自らが予習の大切さを認識し、授業の学び合いが深まった。
- ・ 日々の実践の中から、生徒が「学び合い」を主体的に展開するために 3 つの要素、①対話を促す働きかけ、②各人での学習を確保する働きかけ、③自らの課題と捉えるための働きかけ、が必要であることが明確になった。
- ・ 教師の学習グループ内の雰囲気作りやファシリテーション力の向上、大学院生が先生役・生徒役のお手本を示すことで、活発な学び合いの授業が展開できた。

(b) プロジェクト活動 I

- ・ プロジェクト活動 I では、テーマ研究や研究提案書作成を通して探究技法を身に付けさせるため、探究技法を体験させ、3 年次の「課題研究」につなげることができた。
- ・ 課題の分析と実験計画では、論点を整理して結果を推測させながら仮説立てするなど、各プロセスでの手立てを行うことによって、探究プロセスを体験させ探究技法の習得につなげた。

(c) 学校設定科目「先端科学技術」の指導手引き書の完成

「学び合い」を活発に進める上での要点などを具体的にまとめた指導手引き書を作成し、教員の指導力向上を図った。評価規準「漠然とした問いを具体的な課題にできる」でのパフォーマンス評価の変化や「学習に取り組むイメージ」での生徒対象アンケートの変化から、以下のことがいえる。

- | |
|---|
| <p>[取組の結果]・論理的・多面的に思考・判断・表現する力が身に付いた</p> <ul style="list-style-type: none">・課題を発見・設定する力が身に付いた・様々な場面で、生徒による学び合いが生まれた <p>[生徒の変容]・「学び合い」の中から新しい見方や深い学びができるようになった</p> <ul style="list-style-type: none">・生徒の意識が変わった。特に、科学技術に興味を持つ生徒の意識が変わった <p>[課題]・探究活動の事前準備や評価を含めて教員による負担が大きくなった</p> |
|---|

(3) 「課題研究」の一新

「課題研究」における探究活動（プロジェクト活動Ⅱ）では、2年生で作成した研究提案書をもとに、探究プロセスを進めながら実験を繰り返し、難しい課題に対してもあきらめずに挑戦する姿勢を身に付けることができた。また、研究報告会やポスター発表会を通して、高度な研究内容を他者に対して自らの言葉で分かりやすく表現したり、疑問点を質問したりするなど、知識をより活用して発展させる学習に取り組むことができた。生徒の主体性を規準としたパフォーマンス評価の結果や「粘り強く学習に取り組む」での生徒対象アンケートの変化から、以下のことがいえる。

- | |
|--|
| <p>[取組の結果]・課題を発見・設定する力が身に付いた</p> <ul style="list-style-type: none">・論理的・多面的に思考・判断・表現する力が身に付いた・自らの意思で行動を起こす力が身についた <p>[生徒の変容]・実験や製作に対して粘り強く取り組むようになった</p> <ul style="list-style-type: none">・わかりやすい説明をしようとする意識が芽生えた <p>[課題]・先端科学における課題設定を行うことが難しく、今後も開発・実践の必要がある</p> |
|--|

(4) 高等教育機関との連携パイプを確立

3年間の取組を通して、連携機関である3つの高等教育機関（JAIST、ICC、RCAST）との信頼関係や連携パイプを築くことができた。

○実施上の問題点と今後の課題

(1) 取組の継続・拡充・発展

本事業での取組をどのように継続し、拡充・発展させていくかが今回の取組全体の課題である。今後は、これまでの本取組以外に積み上げてきた指導方法や評価手法に、本事業での取組を融合させて、更に発展させていくことが求められている。

(2) 指導技術・知識の共有・継承

取組の継続・拡充・発展のためにも、教師の指導技術や知識の継承が断たれてはならない。それゆえに、指導手引き書の改善や指導方法を協議する研究協議会や実施委員会等により学校全体で指導技術や知識を共有する体制の確立が必要である。

(3) 生徒の主体性を引き出す取組

本事業を通して、生徒の論理的思考力を伸ばすことはできたと捉えているが、取組に対してすべての生徒が能動的であったかといえば、受動的な生徒もいて、生徒の主体性をいかに引き出し、伸ばしていくのかということについて課題を感じている。今後、より能動的・主体的な活動にするためには、教師によるファシリテーションする力の更なる向上等を含めた仕掛けや工夫が必要であり、生徒に学習する価値を理解させて、学習意欲の向上を図っていきたい。



図 11：公開授業後の研究協議会

