

平成 27 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 2 年次）（概要）

1 研究開発課題	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等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、情熱を持って新たな技術開拓に携わろうとするモチベーションの高い専門的職業人（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> <p>本事業は平成 26 年度からの 3 年指定となっており、上記の研究についての具体的な取組として各学年で 3 段階にまとめた。</p> <p>< 1 年次の取組 > 科目「工業技術基礎」に関して ○先端技術につながる基礎実習、先端技術講義Ⅰ、研究機関リサーチの実施 ○研究機関と連携した教員研修の実施</p> <p>< 2 年次の取組 > ○学校設定科目「先端科学技術」の導入 ①ゼミナール活動：輪講形式の学び合いの協働学習により、アクティブな学習活動を実施 ②プロジェクト活動Ⅰ：第 3 学年の「課題研究」の深化につながる前段階としてのテーマ研究と研究提案書の作成 ○先端技術講義Ⅱ、セミナーへの参加、高等教育機関での研究装置を使った実験への参加</p> <p>< 3 年次の取組 > ○「課題研究」において、プロジェクト活動Ⅱを実施 テーマ研究、雑誌会、研究報告書作成の実施 ○先端技術講義Ⅲ、セミナーへの参加、高等教育機関での研究装置を使った実験への参加</p>		
3 平成 27 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 小学科 1、2 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%;"> <tr> <td style="width: 20%;">第 1 年次</td> <td> <p>以下の各取組を実施した。</p> <p>①第 1 学年の「工業技術基礎」に先端科学技術を学ぶことにつながる基礎実習を導入 「工業技術基礎」の 1 テーマに、先端科学技術を学ぶこと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った。</p> <p>②先端技術講義Ⅰの開設 先端科学技術への興味・関心の喚起、動機付けを図るため、大学教授等による初</p> </td> </tr> </table>	第 1 年次	<p>以下の各取組を実施した。</p> <p>①第 1 学年の「工業技術基礎」に先端科学技術を学ぶことにつながる基礎実習を導入 「工業技術基礎」の 1 テーマに、先端科学技術を学ぶこと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った。</p> <p>②先端技術講義Ⅰの開設 先端科学技術への興味・関心の喚起、動機付けを図るため、大学教授等による初</p>
第 1 年次	<p>以下の各取組を実施した。</p> <p>①第 1 学年の「工業技術基礎」に先端科学技術を学ぶことにつながる基礎実習を導入 「工業技術基礎」の 1 テーマに、先端科学技術を学ぶこと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った。</p> <p>②先端技術講義Ⅰの開設 先端科学技術への興味・関心の喚起、動機付けを図るため、大学教授等による初</p>		

	<p>心者向け講義を実施した。</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じて、高等教育機関への興味・関心、先端科学技術の学習に向けた動機付けを図った。</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、研究の実際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た。</p>
第2年次	<p>1年間の取組を踏まえ、以下の各取組を実施した。</p> <p>①第2学年の学校設定科目「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付けることを目的とした学習プログラムを開発した。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した。</p> <p>②第2学年の学校設定科目「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した。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した。 ・テーマ研究：「課題研究」で必要とされる探究の方法や技術を習得する。 ・研究提案：テーマ研究の結果を参考に研究提案書の作成。 課題発見・設定力を身に付ける。</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した。</p> <p>④セミナーへの参加 「ゼミナール活動」の一環として、大学院におけるセミナー等に参加した。</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した。</p>
第3年次	<p>2年間の取組を踏まえ、以下の各取組を実施する。</p> <p>①第3学年の「課題研究」における「プロジェクト活動Ⅱ」 「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する。具体的には、雑誌会、テーマ研究、研究報告書作成の活動を実施する。 ・雑誌会：研究に関連した文献を選出し紹介し研究手法や態度を身に付ける。 ・テーマ研究：研究提案書に基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 先端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する。</p> <p>③セミナーへの参加 プロジェクト活動Ⅱの一環として、大学院におけるセミナー等に参加する。</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する。</p>

○教育課程上の特例なし

○平成27年度の教育課程の内容（平成27年度教育課程表を含めること）

第2学年の学校設定科目「先端科学技術」及び第1学年の「工業技術基礎」に位置付けて、あるいはその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」に先端科学技術の学習につながる基礎実習を改良して実施

生徒が仮説を立てるためのワークシートを改良した。各班で仮説を議論し合うことにより、「論理的な思考」に加え、「学び合いを通じた深い理解」を目指した。また、ワークシートに教師のコメント欄を設け、コメントを記入して生徒に返却することで、動機付けと評価に関する研究も実施した。

(2)第2学年の学校設定科目「先端科学技術」の開設

今年度から、本事業の大きな柱となる学校設定科目「先端科学技術」(2単位)を開設し、ゼミナール活動とプロジェクト活動Ⅰを隔週で実施した。

(a)ゼミナール活動

1クラス40名を10名ずつの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ぶ。その内、1グループに北陸先端科学技術大学院大学の大学院生が加わり、先生役や生徒役のお手本として授業を支援した。前半は入門書を題材とし、後半は論文や専門書を題材として専門性を深めた。前半を終えた後のグループ替えにより、前半で学んだ知識を持ち寄り、協働学習の促進を図った。教材の選定にあたっては、連携している研究室の教授に生徒の実態を説明した上で推薦図書を紹介してもらい、学科内で検討したうえで選定した。

(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る。探究技法とは、探究プロセスの中の各ステップを実行するために必要な技術・技能と捉えた。ここで、探究プロセスを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と定義した。テーマの設定では、ゼミナール活動の学習内容や学科の専門性との関係を踏まえて、教師からの漠然とした問いに対して、生徒が素朴な疑問や興味・関心を具体的なテーマに落とし込んでいった。各学科の主なテーマは以下のとおりである。

電気科：太陽電池の製作、太陽電池関連について

電子情報科：電波を使った音声の送信、小型コンピュータを使った音声の合成

材料化学科：食品のレオロジー特性、バイオディーゼル燃料の製造

テキスタイル工学科：ナノ粒子の合成、ナノファイバーの基礎と応用

(3)先端技術講義の実施

第1学年で実施した先端技術講義Ⅰに加え、今年度から第2学年を対象とした先端技術講義Ⅱを開設した。先端科学技術への興味・関心を深め、探究活動のヒントを得るため、北陸先端科学技術大学院大学、東京大学先端科学技術研究センター、金沢工業大学革新複合材料研究開発センターの大学教員・研究者と連携し、情報分野、材料分野を各学年2回ずつ実施した。

(4)研究機関リサーチの開催

北陸先端科学技術大学院大学、金沢工業大学革新複合材料研究開発センターと連携し、研究施設や装置、研究現場の見学・調査を目的にリサーチ活動を4小学科の1年生に実施。今年度は重点的にリサーチできるように展示パネルの数を絞って実施した。

a) 電気科・電子情報科：北陸先端科学技術大学院大学

b) 材料化学科・テキスタイル工学科：北陸先端科学技術大学院大学、及び金沢工業大学革新複合材料研究開発センター

(5)JAIST セミナーの参加

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び、また、情報収集能力を育むことを目的に実施した。情報分野と材料分野を第2学年の生徒に対し各1回実施した。

(6)高等教育機関の先端的な研究装置を用いた実験

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、第2学年の生徒に北陸先端科学技術大学院大学にて最先端の研究装置を用いて実験を行った。4小学科がそれぞれ2

回実施した。

(7) 研究機関と連携した教員研修の実施

大学における研究室活動に参加し、先端科学技術に対する指導力の向上を図るとともに、北陸先端科学技術大学院大学との連携の強化を目的に実施した。今年度は、昨年度と異なる研修担当者を設け、日程調整により定期的に研修を行った。具体的な研修内容は以下のとおりである。

- a) 輪講やセミナーへの参加：協働学習の手法、最先端技術の学習
- b) アクティブ・ラーニングに関する研修(3回)
- c) 「課題研究」の実施に向けた研修：使用教材、指導法、研究テーマの検討

(8) 評価

開発する教育プログラムそのもの、及び教育プログラムに取り組む生徒を対象として実施した。年間評価計画に基づき各取組では定性的分析および定量的評価を実施した。

- a) 生徒対象アンケート：本事業で育む資質・能力について生徒の変容を調査した。例えば「物事をいろいろな方向から考え、本質をとらえることができますか」の項目において「①できる、②どちらかといえばできる」の回答が、取組後に約10%増加した。このようなアンケート結果から、課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力が身に付いたと捉えた。
- b) 教員対象アンケート：公開授業を開催し、授業見学後に参観者を対象に、5段階評価のアンケートを実施した。「賛同できた」を5、「賛同できない」を1とした評価において、回答者の90%以上が評価4または5と回答した。この結果から、本事業の妥当性が確認できた。
- c) 生徒の発話記録：学校設定科目「先端科学技術」のゼミナール活動における生徒の発話内容を記録し、年間を通して定性的に分析した。当初は発言や質疑がほとんどなかったが、学び合い学習のルールを明確化するなどの手立てにより、個々の生徒の発言が次第に増え、議論が活発になっていく様子が捉えられた。この発話記録から、学び合いを通して深い理解を求める態度が身に付いたと判断した。
- d) ルーブリック：昨年度作成したルーブリックを元に、取組ごと評価者が活用し易いよう分かりやすい言葉に修正した。ルーブリックは生徒による自己評価、生徒間の他者評価、教師による評価に用いた。学校設定科目「先端科学技術」のゼミナール活動において、育む資質・能力における生徒の変容を捉えることができた。例えば、「真理を追究することを楽しさを感じる」の項目では、教師による評価は当初に比べて約15%向上した。
- e) その他：モチベーションチャート、達成動機・自己効力感測定シートを援用し、学校設定科目「先端科学技術」の取組を多角的に評価した。その結果、テーマ研究における生徒の達成動機・自己効力感について小学科ごとの特徴を捉えることができた。特に電気科、材料化学科の2小学科において自己効力感を高めることができた。

5 研究の成果と課題

○実施による効果とその評価

(1) 第1学年で履修する「工業技術基礎」について

先端科学技術の学習につながる基礎実習について2年目の取組

- ・昨年度の課題を踏まえて、ワークシートに根拠を示す部分を設けるなどの改良を行ったことにより、論理的思考を促進し、仮説立てがよりスムーズにできるようになった。
- ・ワークシートに教師のコメント欄を追加することで、次回の実習に向けた動機付けができ、学習に対する意欲と方向性を持たせることができた。
- ・実習の振り返りでは、ルーブリックによる自己評価を行い、次の実習の学びにつなげた。また、ルーブリックによる他者評価も行い、自己評価の適正化と信頼性向上につなげた。

(2) 第2学年で履修する学校設定科目「先端科学技術」の導入について

①本校が目指す学び合い（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ず、また、先端的な学習での単語、語句調べが中心となり、学び合う段階に達していなかったが、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、論理的な思考の場面やクリティカルな議論が創出されるようになり、アクティブな学習が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、1コマの授業に対して予習会等で3～4時間の予習を行うことで、授業での学び合いが格段に深まった。
- ・学び合いの実践の中から、①各人での学習、②コミュニケーション力、③学習対象を自らの課題として捉えること、の3つの要素を明確化することができた。
- ・教師の学習グループ内の雰囲気作りやファシリテート、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。

②探究技法の習得（プロジェクト活動Ⅰ）

- ・第3学年の「課題研究」につなげるべく、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ことを目指した。具体的な探究プロセスを生徒に提示し、初期段階での探究技法を体験させることができた。
- ・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、それぞれのプロセスでの手立てを実施することによって、探究プロセスを体験し、探究技法の習得につなげた。

(3)先端技術講義の発展

①先端技術講義Ⅱ（第2学年の生徒対象）の開設

- ・講義の振り返り学習を行った結果、さらに先端科学技術への興味・関心を深めることができた。
- ・講義の内容や語句の整理、講師からのメッセージや探究活動を模造紙に図で表し、10名程度の小グループごとに発表することで「プロジェクト活動Ⅰ」の探究技法の習得にもつなげることができた。

②先端技術講義Ⅰ（第2学年の生徒対象）の実施

- ・講義後の振り返りを取り入れた結果、講義の中で与えられた問いを持ち続けることができた。

(4)遠隔会議システムの利用

- ・「ゼミナール活動」において、北陸先端科学技術大学院大学の大学院生との遠隔会議システムを活用した授業を38回実施できた。
- ・「ゼミナール活動」の目的である「学び合いを通して深い理解」を目指す中で、大学院生からの確かなアドバイスが受けられ、生徒の思考の深化、教師の指導のヒントになった。
- ・本事業での活用だけでなく、他の教科・科目でも使用され、活用範囲が広がっている。

(5)研究機関リサーチ開設2年目の取組

- ・単なる施設見学とならないように、重点的にリサーチできるように展示パネルの数を絞ることで明確なリサーチ活動となった。
- ・生徒のポートフォリオからは、北陸先端科学技術大学院大学と金沢工業大学革新複合材料研究開発センターの研究機関の実状を理解し、研究活動への意欲につながった。

(6)JAISTセミナーの参加

- ・JAISTでのレベルの高いセミナーに参加し、情報収集力ならびに発信力、プレゼンテーション力を養うことができた。
- ・生徒のポートフォリオやモチベーションチャートから、目的を意識するだけでなく、先端科学技術への興味・関心を大きく高めることができたものと推察できる。

(7)高等教育機関の先端的な研究装置を用いた実験

- ・第2学年の生徒を対象に、JAISTの最先端装置を使った研究手法や実験技術を体験した。
- ・4小学科の生徒のポートフォリオやモチベーションチャートから、先端科学技術への興味・関心を大きく高めることができたものと推察できる。

(8) 研究機関と連携した教員研修の実施

- ・JAIST の研究室を訪問し、研究室活動に参加した。これにより高度な専門的知識・技能を習得し、指導内容や教授手法について指導助言を受けることにより指導力の向上につながった。
- ・先端科学技術に関する知識・技術に加え、教師から生徒への問い掛け、来年度の科目「課題研究」の参考となる専門的な知識や技術を得ることができた。
- ・JAIST との連携も 2 年目になり、研修報告書や学科会などを通じて、本校の学科内での研修成果の広がりも出た。教師の理解と意欲も高まり、昨年度以上に効果的であった。

(9) 成果の普及（公開授業・研究協議会の実施、視察の受け入れ）

- ・「学び合いを通して深い理解を目指す指導法」を研究主題に公開授業および研究協議会を開催。
- ・県内の高校 7 校から延べ 24 名、県外からの参加者を合わせると合計 55 名の参観があった。
- ・県外からの学校視察が 10 校、雑誌の取材が 2 件あった。

○実施上の問題点と今後の課題

(1) 第 2 学年の生徒が履修する学校設定科目「先端科学技術」を通じた取組について

①ゼミナール活動の「学び合い」

- ・導入当初、先端技術に対する知識不足、予習不足に加えて、グループ内のコミュニケーション不足により、学び合いの授業が十分にできなかった。
- ・教師のファシリテート技術が未熟なため、問いの投げかけと回答を即座に展開してしまう傾向が見られ、生徒が考える場面、思考を深める場面を適切に創出できなかった。
- ・専門書を使つての輪講では、どうしても専門用語や語句の理解に時間がかかり、本質につながる学び合いに行くまでに時間がかかっている。
- ・専門書の解説が中心となり、実験や検証の場が少なく、実態としての学びが不足気味である。
- ・グループ間で学び合いの授業展開に格差があり、思考がストップしてしまうグループが見られた。教師の指導の手立てが必要であるが、学び合いにつなげる手法をさらに学ぶ必要がある。

②プロジェクト活動 I について

- ・課題設定の場面で、テーマに対する疑問や問いを生徒に発現させる手立てが必要である。
- ・課題解決の候補を挙げるのが不得手な生徒が多く、関連知識や専門的な知識が必要となるが、最先端技術に関する知識不足は否めない。
- ・次年度に向けて、より深く思考するための知識の底上げ、及びそのための手立てについて検討することが求められる。

(2) 評価について

①定性的な分析技術について

- ・今年度は生徒の学びを定性的に捉えるために、生徒インタビュー、教員・生徒による記述式アンケート、ポートフォリオ分析、授業のプロトコル分析を実施したが、生徒インタビューでは、生徒の言葉から学びの状態を正確に捉えて、適切に踏み込んだインタビュー分析が行えたとは言えず、定性的な分析をより深みのあるものとするためには、効果的なインタビューを実施することが課題である。

②ルーブリックによる定量的な評価技術の充実

- ・生徒による自己評価に加え、生徒による他者評価を開始時（初期段階時）と終了時に実施し、次の学びにつなげた。教師による評価は開始時と各学期末に実施した。その中で、初期段階における生徒がまだ活動したことがない取組に対して、どのように評価値（初期値）をとるかが今後の課題である。

なお、各取り組みにおける生徒の変容をみとる評価等については、本校 Web ページに各年度の成果報告書を掲載してあるので、あわせて参照していただきたい。