

課題研究の指導力育成に関する研修プログラムの開発と実践

向 平和¹⁾, 隅田 学¹⁾, 中本 剛¹⁾, 熊谷 隆至¹⁾, 大橋 淳史¹⁾, 中村 依子¹⁾
日詰 雅博¹⁾, 佐野 栄¹⁾, 安部 利之¹⁾, 吉村 直道¹⁾, 林 秀則²⁾, 八木 康行³⁾
佐藤 栄治⁴⁾, 横田 義広⁴⁾, 真鍋 昌嗣⁴⁾, 越智 亮平⁴⁾, 谷山 伸司⁴⁾

- 1) 愛媛大学教育学部
- 2) 愛媛大学大学院理工学研究科特命教授
- 3) 愛媛県教育委員会
- 4) 愛媛県総合教育センター

Development and Practice of Teacher Training Program For Improving Leadership of Project Research

Heiwa MUKO¹⁾, Manabu SUMIDA¹⁾, Go NAKAMOTO¹⁾, Takashi KUMAGAI¹⁾,
Atsushi OHASHI¹⁾, Yoriko NAKAMURA¹⁾, Masahiro HIZUME¹⁾, Sakae SANO¹⁾,
Toshiyuki ABE¹⁾, Naomichi YOSHIMURA¹⁾, Hidenori HAYASHI²⁾,
Yasuyuki YAGI³⁾, Eiji SATO⁴⁾, Yoshihiro YOKOTA⁴⁾, Masatsugu MANABE⁴⁾,
Ryohei OCHI⁴⁾, Shinji TANIYAMA⁴⁾

- 1) Faculty of Education, Ehime University
- 2) Graduate School of Science and Engineering, Ehime University
- 3) Ehime Prefectural Board of Education
- 4) Ehime Prefectural Educational Research Center

1. はじめに

理科教育の黎明期から探究的な学びは推進されてきた。アームストロングの発見的教授法の紹介から始まった当時の我が国の理科教育の改革は、生徒による観察・実験という形式の定着にはつながったものの、本格的な探究的な学びの指導の定着までには至らなかった^{註1)}。その後も問題解決学習や課題解決学習など様々な指導方策がとられてきた。近年ではスーパーサイエンスハイスクール (SSH) 事業やスーパーグローバルハイスクール (SGH) 事業などが展開され、課題研究が推進されている。高等学校の教育課程においては、平成10年告示学習指導要領では理科のⅡを付す各科目で「課題研究」の項目が設定され、平成21年告示高等学校学習指導要領では、数学科において「課題学習」の導入と科目「数学活用」の新設、理科においても

科目「理科課題研究」の新設がされた。平成30年告示高等学校学習指導要領では「理数探究」および「理数探究基礎」、さらに「総合的な探究の時間」が設定され、理数系のみならず他の教科・領域でも課題研究を教育課程の中で実施することとなる。

愛媛県においては、SSH校を中心として課題研究が活発に行われており、各種科学コンテスト等に参加する生徒もいるが、それらの多くは、特定の学校や特定の指導者がいる場合に限られていた。また、科学系の部活動が設置されている学校は県内にほぼ半数あるが、科学系の部活動での成果を発表する場が少ないという問題があった。このように、課題研究指導力のレベルアップを図ると同時に、高大連携や地域社会との連携を活かしていかないと科学研究の活性化は不可能である。生徒が自校の教員を通して他校の専門性の高い教員や大学等の専門家の意見や助言を得な

がら研究することや、場合によっては自校の教員の監督の下で他校の教員や大学の教員の指導を直接受けることができる関係を構築することにより、課題研究に取り組む生徒を指導する教員が自信を持って課題研究の指導ができる体制が整えられると考えた。

そこで、愛媛県教育委員会、愛媛県総合教育センターと愛媛大学が協働して課題研究指導力を育成する「えひめサイエンスリーダースキルアッププログラム」の開発を行った。本稿では、開発したプログラムの総括をしながら、現職教員と教員養成における課題研究指導力の育成の方向性の示唆を得ることを目的とした。

2. えひめサイエンスリーダースキルアッププログラムの開発

本プログラムの概要を図1に示す。本プログラムの特徴に分けて開発したプログラムを説明する。

(1) 習熟度別のコース設定

本プログラムは2つのコースが設定されている。プロフェショナルサイエンスコース（以下Pコース）とは課題研究の指導経験が豊富な教員の指導力のさらなるレベルアップを図るコースである。このコースに参加する教員には、科学研究の質的な向上と共に、科学研究のリーダーとして生徒の科学的な交流活動において中心的な役割を果たすことや全国規模の研究発表会に参加して学んだことを他の教員や生徒に還元するなどの役割を果たしながらメンターとしての資質を養う。一方、アドバンスドサイエンスコースは、課題研究の指導経験が少ない教員が気軽に参加

し、生徒と共に課題研究の進め方を学ぶコースである。このコースでは、まず、大学教員が課題研究として発展性の期待できる実験や観察を生徒に指導する場面に学校教員が補助しながら課題研究の指導のコツを学ぶ（講座「課題研究の進め方」）。さらに具体的にテーマを絞り、自校に戻ってからも追加実験や観察を続けながら、中間発表やサイエンスミーティングを通じて議論を深め、適宜大学教員の指導を受けることで、よりレベルの高い研究に発展させていく過程を学んでもらうものである。

(2) 交流 Web サイトの開発

愛媛県は小規模な高校が多く、生徒が自ら課題を見付けても、それを十分に指導できる教員が近くにいないれば、適切な指導を受けることができず、レベルの高い研究はできない。すなわち、科学研究を各学校が継続的に続けるには、高校教員が互いに得意な分野を共有する仕組みが必要である。また、一人の教員が得意とする分野は限られており、他校のより専門性の高い教員や大学教員から助言を得ることのできる環境を築くことで、よりレベルの高い科学研究にも自信を持って教員が指導できるようにならなければならない。そこで本プログラムでは交流 Web サイトの開発を行った（図2）。本 web サイトは教員同士の情報共有から生徒同士の交流まで行えるものに年々発展させてきた。

(3) 定期的な交流会の実施

本プログラムでは「科学研究の指導とは」「科学研究とは何か」「サイエンスミーティング」「えひめサイエンスチャレンジ」の4回の交流会を実施している。

「科学研究の指導とは」では、科学研究の指導に必要な

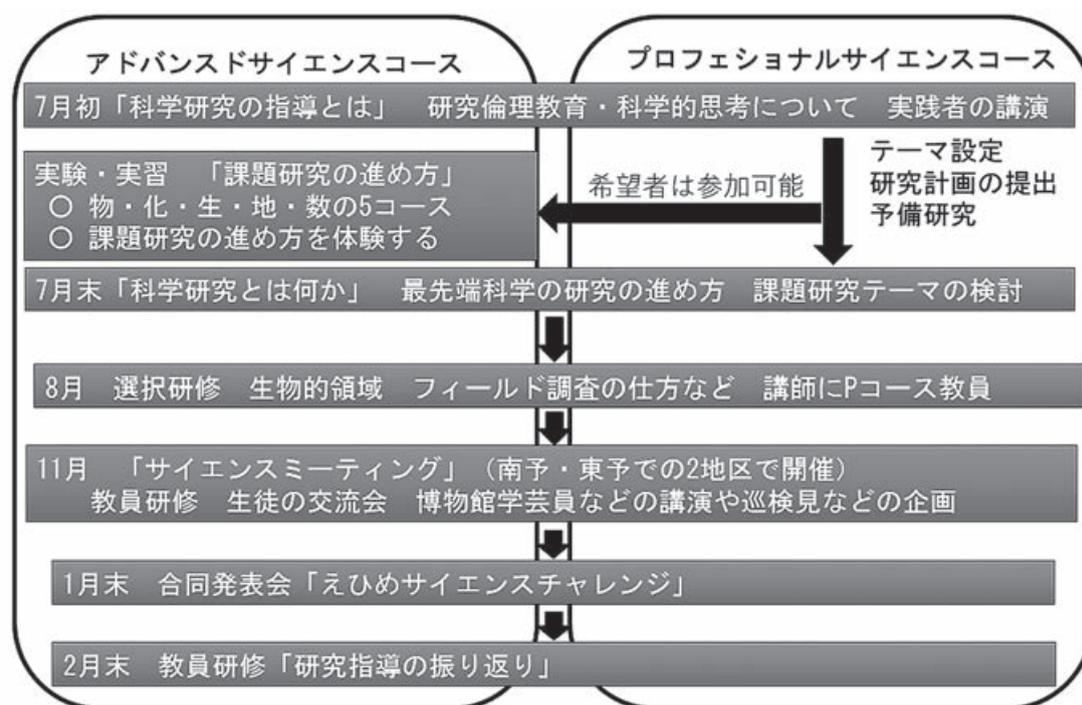


図1 えひめサイエンスリーダースキルアッププログラムの概要（平成29年度の形態）

研究倫理教育や科学的な思考に関する講演，課題研究の実践者による講演（3年目にはPコース教員が担当）を実施している。

「科学研究とは何か」では先進的な研究を行っている愛媛大学の教員に講演をしていただき，その後，各研究グループの研究テーマのブラッシュアップを大学教員，高校教員，高校生で実施した。2年目からは各領域の座長をPコース教員が担当した。

「サイエンスミーティング」では中間発表会を実施した。その間，教員研修と生徒の交流会を実施している。生徒の交流会は28年度までは大学生が企画実施していたが，29年度は交流 Web サイトを活用しながら高校生による企画で実施した。

「えひめサイエンスチャレンジ」は最終発表会として実施し，大学教員，高校教員，生徒が高いレベルで交流した。

定期的な交流会の実施によって，課題研究のテーマ設定，研究の方法の検討，データの解釈など研究のスケジュール管理が自然と身につくように構成した。

(4) 連携先の充実と評価ルーブリックの開発

本プログラムでは様々な連携先との共同を推進してきた。サイエンスミーティングの会場として愛媛県総合科学博物館との連携から始まり，その後，課題研究の進め方の生物コースでの愛媛県立とべ動物園との連携，さらに神戸大学や高知大学，新居浜工業高等専門学校などと連携先が充実していった。連携先の増加がさらなる研究の深化につながったと考えられる。

本プログラムの評価については課題研究評価ルーブリックを開発し実践した。真の形成的評価を実践し本事業の深化に有効であった（隅田ら2016，2017）。

3. 開発したプログラムの実践内容

各年度の実践内容について概説する。

(1) 平成27年度の実践内容

参加教員数20名（Pコース2名，Aコース18名），参加生徒数80名，参加学生・院生数14名であった。

「課題研究の進め方」4コース2日間の研修

下表に示す4コースで実施した。基礎的な実験操作や課題設定を指導した。

物理コース 「ペルチェ素子を用いた低温生成への挑戦」
化学コース 「デンプンの糖化」
生物コース 「環境指標としてのケイソウ」
地学コース 「地質調査の基礎（東温市山之内・西条市市之川）」

「科学研究とは何か」1日の研修

「最先端科学の研究の進め方」をテーマに愛媛大学教授 林秀則氏にご講演いただいた。また，各研究グループの構想発表会も実施した。

「サイエンスミーティング」

以下の2会場で各研究グループの中間発表を行った。

- 南予地区 愛媛県歴史文化博物館
愛媛県総合科学博物館 千葉昇学芸課長（当時）によるジオパーク見学も実施した。
- 東予地区 愛媛県総合科学博物館
博物館見学を実施した。



図2 交流 Web サイトの概要

(2) 平成 28 年度の実践内容

参加教員数 22 名 (P コース 12 名, A コース 10 名), 参加生徒数 83 名, 参加学生・院生数 8 名であった。

「課題研究の指導とは」を新設, 1 日の教員研修

下記の 4 つのテーマで教員向け研修会を実施した。

- 研究倫理の基本的な考え方について
- 科学的な思考について
- 評価について
- 生徒の課題研究指導について

：広島国泰寺高等学校指導教諭 三浦淳子氏

「科学研究の進め方」5 コース 2 日間の研修

数学・情報コースを新設し, 下表に示す 5 つのテーマで実施した。基礎的な実験操作や課題設定を指導した。

数学・情報コース 「パズルに潜む数学的考え方」
物理コース 「データロガーを用いたデータ採取と解析」
化学コース 「デンプンの糖化」
生物コース 「モデル生物の考え方」
地学コース 「地質調査の基礎 (松山市梅津寺・今治市波方町)」

「科学研究とは何か」

「研究者の一分」をテーマに愛媛大学特別栄誉教授 田辺信介氏にご講演いただいた。また, 各研究グループの構想発表会も実施した。

「生物実習」を新設

P コース教員の橋越清一氏が講師を担当し, 一泊二日のフィールド実習を実施

「サイエンスミーティング」

下記の 2 会場で各研究グループの中間発表を実施した。

- 東予地区 愛媛県総合科学博物館
愛媛県総合博物館 大西剛学芸員による講演を実施
- 南予地区 愛媛県歴史文化博物館
国立医薬品食品衛生研究所 畝山智香子氏によるご講演

また, 各グループのポスター発表前にアピールタイム (1 分間の研究紹介) を導入した。

「平成 28 年度の振り返り」を新設

一年間の課題研究指導について課題研究ループリックを活用した振り返りを実施した。

(3) 平成 29 年度の実践内容

参加教員数 22 名 (P コース 13 名, A コース 9 名), 参加生徒数 84 名, 参加学生・院生数 10 名であった。

「課題研究の指導とは」1 日の教員研修

28 年度の内容に P コース教員による指導実践の報告を加えた。

- 研究倫理・安全管理の基本的な考え方について
- 科学的な思考について
- 評価について
- 科学研究の指導者へ

：大阪府教育センター主任指導主事 広瀬祐氏

- 生徒主体の科学研究を実現するために

：P コース教員 川口洋氏が担当

「科学研究の進め方」5 コース 2 日間の研修

下表に示す 5 つのテーマで実施した。基礎的な実験操作や課題設定を指導した。

数学・情報コース 「パズルに潜む数学的考え方」
物理コース 「データロガーを用いたデータ採取と解析」
化学コース 「食品添加物の役割を研究して食品ロスを減らそう」
生物コース 「無菌操作を用いた研究について」
地学コース 「地質調査の基礎 (今治市波方町)」

「科学研究とは何か」

「最先端科学研究の現場」をテーマに愛媛大学特別栄誉教授 入船徹男氏にご講演いただいた。また, 各研究グループの構想発表会を実施した。

「生物実習」

P コース教員 重松洋氏が講師を担当し, 一泊二日のフィールド実習を実施

「サイエンスミーティング」

下記の 2 会場で各研究グループの中間発表会を実施した。

- 東予地区 愛媛県総合科学博物館
愛媛県総合博物館 稲葉正和学芸員による講演を実施
 - 南予地区 内子自治センター
南予水産研究センターセンター長 武岡英隆氏による講演を実施
- 生徒企画の交流会を導入した。

「平成 29 年度の振り返り」

一年間の課題研究指導について課題研究ループリックを活用した振り返りを実施

4. 成果と課題

本プログラムの実施によって愛媛県内の理科・数学の教員の課題研究指導力が向上し, 高校生の課題研究の質が向上したと考えられる。図 3 に A コース教員の指導したポスターを示す。平成 27 年度の中間発表 (サイエンスミーティング) 時には, プレゼンテーションソフトで作成したスライドを複数枚印刷して合わせたポスターが散見された

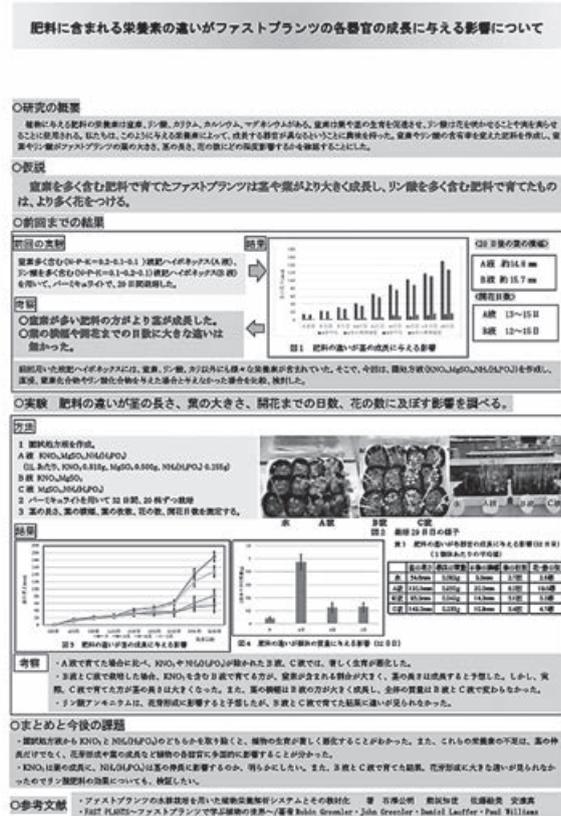


図3 平成27年度Aコース教員が指導したポスターの一例

が、最終発表会である「えひめサイエンスチャレンジ」では図3に示すように1枚に整理されたポスターが多くを占めるようになった。さらに次年度以降はそれが一般化し、さらなる質の向上が見られた。本学の大学生・大学院生は様々な機会にアシスタントとして参加し、課題研究の指導力が今後必要不可欠であることを実感していた。

また、交流 Web サイトの活用によって、生徒、学校教員、研究者との情報共有がなされ、研究内容についても様々な助言がなされた。広域の情報交換では ICT の活用の有効性が改めて認識できた。

本プログラムにおいて、生徒同士の交流や課題研究の発表によって、教員が生徒の成長を実感できたことは大きな成果であったと考えられる。また、課題研究ルーブリックによる振り返りはそれを数値化し、教員としての資質能力の向上とその理解に有効であったと考えられる。

本プログラムは JST の中間評価、最終評価で最高評価を得ており、双方の実施機関も継続する意義は共有している。それぞれの実施機関が継続する努力をしているが、その資金と担当者の負担をどのようにマネジメントしていくかが大きな課題である。

5. おわりに

SSH 事業の見直しが提案されており、その中で高大接続の改善、小中学校段階との連携などが取り沙汰されている。教育学部は規模縮小のため小学校教員養成への特化を進めている大学も散見される。JST 中高生の科学研究活動実践推進プログラムの推進委員の萩原氏は本事業によって教育センターの研究指導機能の再構築と高等学校教員養成に向けた教育学部のポテンシャルの拡大を指摘していた。本学教育学部はこれまでも小学校理科における観察・実験の指導に関する授業改善(向ら 2013, 2016)を行いながら、本稿で報告したように中等段階での指導力育成にも貢献してきた。また、大学院教育においてもこれらの取組みと接続しながら改善してきた(杉原ら 2012, 佐伯ら 2014, 神森ら 2015, 珠山ら 2016)。様々な学校種との連携や質の高い課題研究の実践には課題研究の指導力育成においてもすべての学校段階に対応できる研修と養成の具体が必要であると考えられる。また、理科においては SSH 事業が先行しているため、事業が推進される中で課題研究指導力を有する教員が輩出された。現在、完成度が高い理科課題研究において若手教員がその中に何の対策もせずには放り込まれることは大変である。課題研究指導に関する研修を体験させながらソフトランディングさせていくことが重要であると考えられる。本プログラムを今後も継続し、養成段階でのさらなる活用を検討したい。

註

- 1) 寺川智祐(1993) 理科教育学概論によると、アームストロング「発見的教授法」は、棚橋源太郎(1913)新理科教授法で紹介され実践されるようになったが、当時の教師の発見的教授法の真価の認識不足等により不十分であったことが指摘されている。

【文献】

安部利之(2017) えひめサイエンスリーダースキルアッププログラム実践報告: 15 パズルに関連した教材を用いて、愛媛大学教育学部紀要, 第 64 巻, 1-6.
愛媛県教育委員会(2016) 平成 27 年度中高生の科学研究実践活動推進プログラムえひめサイエンスリーダースキルアッププログラム実施報告書。
愛媛県教育委員会(2017) 平成 28 年度中高生の科学研究実践活動推進プログラムえひめサイエンスリーダースキルアッププログラム実施報告書。
愛媛県教育委員会(2018) 平成 29 年度中高生の科学研究実践活動推進プログラムえひめサイエンスリーダースキルアッププログラム実施報告書。
神森貴文・橋本愛・風呂圭祐・和田敬行・向平和・隅田学・中本剛・大橋淳史・熊谷隆至・日誌雅博・中村依子・佐野栄(2015) 大学院生によるセントラルドグマに関する教材開発とその実

践, 愛媛大学教育実践総合センター紀要, 第 33 号, 21-33.

向平和・隅田学・福山隆雄・大橋淳史・日詰雅博・佐野栄 (2013) 観察・実験が指導できる小学校教員養成の試み—理科観察実験体験プログラムの開発と実践—, 日本教科教育学会誌, 第 35 卷, 第 3 号, 55-64.

向平和・隅田学・中本剛・熊谷隆至・大橋淳史・日詰雅博・中村依子・佐野栄 (2015) 準正課活動による観察・実験の指導力向上の試み, 日本科学教育学会年会論文集, 第 39 号, 334-335.

向平和・隅田学・中本剛・大橋淳史・熊谷隆至・日詰雅博・中村依子・佐野栄 (2016) 理科観察・実験の指導力育成に向けた取組, 大学教育実践ジャーナル, 第 16 号, 43-46.

佐伯友美・関谷圭右・竹本翔太・津田謙太郎・向平和・隅田学・中本剛・大橋淳史・熊谷隆至・日詰雅博・中村依子・佐野栄 (2014) 大学院生による「理科観察実験プログラム」における実践事例 2—ベルチェ素子を用いた霧箱に関する教材研究—, 愛媛大学教育実践総合センター紀要, 第 32 号, 41-49.

杉原慶一・岡下祥子・清家稔・April Daphne HIWITIG・向平和・隅田学・福山隆雄・大橋淳史・日詰雅博・佐野栄 (2012) 大学院生による「理科観察実験体験プログラム」における実践事例—小学校理科のエネルギー分野における「光電池」と「風力発電」を題材として—, 愛媛大学教育実践総合センター紀要, 第 30 号, pp.13-20.

隅田学・小澤優樹・佐藤栄治・真鍋昌嗣・向平和・大橋淳史 (2016) 高校理科教員における科学研究指導力向上を図る研修プログラムの開発と実践 (Ⅲ), 日本理科教育学会四国支部会報, 第 34 号, 13-14.

隅田学・小澤優樹・佐藤栄治・真鍋昌嗣・向平和・大橋淳史 (2017) 高校理科教員における科学研究指導力向上を図る研修プログラムの開発と実践 (Ⅳ), 日本理科教育学会四国支部会報, 第 35 号, 21-22.

珠山信昭・小澤優樹・坂本捷彰・三浦孝之・森川雄介・向平和・隅田学・中本剛・大橋淳史・日詰雅博・中村依子・佐野栄・吉村直道・大西義浩 (2016) 地域の産業をテーマにした STEM 教育のための教材開発と実践, 愛媛大学教育学部紀要, 第 63 卷, 161-167.

【謝辞】

本研究は愛媛大学教育改革促進事業（愛大教育改革 GP）の支援を受けて行った。また、H27 年度～H29 年度の本プログラムの実施においては JST 中高生の科学研究活動実践推進プログラムの助成によって行っている。ここに記して感謝申しあげる。