

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26350235

研究課題名(和文)理科教員のための協働的アクションラーニングによるプロジェクト型授業開発

研究課題名(英文) Development of the Project Type Lesson through Collaborative Action Learning for Science Teachers

研究代表者

竹下 俊治 (Shunji, Takeshita)

広島大学・教育学研究科・教授

研究者番号：90236456

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、小・中・高等学校教員への支援の在り方の一つとして、理科の授業計画の立案から授業実践までの一連のプロセスをプロジェクトとして位置付け、複数の理科教員や大学教員が協働的に関わるアクションラーニングの仕組みを構築することを目的とした。多角的な取り組みが期待できる素材として、「水」「土」「光」に着目し、これらに関連した学習内容を念頭に、素材の探査から学習活動への適用まで一貫したプロジェクトとした。

その結果、教材開発・研究を基盤とした授業開発を行うことで協働的な取り組みが促され、学習内容だけでなく、関連分野も含めた包括的な理解と柔軟な教材観を背景とした授業を実践できる力が育成された。

研究成果の概要(英文)： In this research, it was aimed to construct a mechanism of the action learning as a way to support science teachers at elementary, junior high and senior high schools. It was designed the process from planning to practical application for science class as one project which was collaborated by science teachers and university members. We focused on "water" "soil" "light" as a material that can expect multifaceted efforts, and carried out as a consistent project from development of teaching materials to application to learning activities with the contents of learning related to them.

As a result, collaborative efforts were fostered by designing of science classes based on teaching material development / research. The "project" helped teachers acquiring the ability to develop the science classes which were designed from not only learning contents but also the comprehensive understanding included relevant fields and a flexible teaching material view.

研究分野：生物教育

キーワード：授業開発 教材研究 理科 アクションラーニング

### 1. 研究開始当初の背景

現在、教育現場では教師の質の向上が求められている。これまで我々が行ってきた調査によると、小・中・高等学校理科教員には、理科の領域間の関連性や自然科学に対する理解不足、様々な体験不足に起因する実験技能や思考の不器用さなどが課題として見出された。また、教員自身は、高い専門性など、理科教員として求められる資質を認識しており、したがって、「教材の授業での活用法」「教材作りのアイデア」などを身につけるための研修や支援が望まれていると言える。

地域や日常生活といった身近な事物・現象の中には、教材として有用な素材が多く存在する。それを探査・発掘し、具体的な教材として昇華させる能力は、理科の教師としての基本的資質である。また、教材研究を通じて科学的内容の理解がより深まることも期待される。そこで本研究では、授業でのパフォーマンスだけではなく、教材研究を通じて理科内容のより高度な理解と柔軟な教材観の獲得を促し、教員が本来持つべき資質を向上させることが最重要課題として捉え、授業開発の総合的な支援として協働的アクションラーニングを導入した理科指導力強化プログラムを構築することとした。

### 2. 研究の目的

本研究では、小・中・高等学校における理科教員の授業計画・教材研究から授業実践までを総合的に支援し、その取り組みを通して理科教員としての資質・能力をより高められる仕組みの構築を目的とした。教師の質の向上が求められている昨今の教育現場に対し、教員や現場のニーズに合った支援や研修のあり方の一つとして、複数の現場教員と大学教員が協働的に取り組むアクションラーニングの仕組みを構築することを目指した。その内容は、教材研究における「素材探査」「教材開発」「学習活動への適用」といった一連のプロセスを基盤とし、学習内容やその周辺領域との関連性についても理解を促すことで柔軟な教材観を有し、教師力の一つである教科指導力の強化を指向した「授業開発」を行うものとした。

具体的には、複数の授業開発をそれぞれプロジェクトと位置付け、個々のプロジェクトに対して複数の現場教員と大学教員とからなるチームが協働的に関わるアクションラーニングを実施し、より効果的な支援や研修のあり方を検討・その成果を蓄積していく。ここでは教材研究を主軸とし、そのプロセスにおける素材の探査、教材開発、学習活動への適用という流れにより、教科指導力の向上を図った授業開発を基盤としたシステムの構築を目指した。

### 3. 研究の方法

本研究は、「素材の探査・発掘：教材研究に適した素材を探査・発掘」、「教材内容の検

討：発掘された素材を基に、学習の場面を想定した教材内容を検討」、「授業開発プロジェクトの立案：アクションラーニングの方向性を策定し、共通の題材について多角的な教材研究を主軸とした授業開発を行うプロジェクトを立案」、「授業開発の実施：大学教員とのアクションラーニングとして、複数の現場教員が協働により周辺領域との関連について理解を深めながら教材研究を実施」、「アクションラーニングの評価・改善：現場教員と大学教員の双方による評価および改善」、「成果の公開：学会発表や研究論文として成果を公表」の各項目に沿って進めた。研究期間の各年度の実施状況については次の通りであった。

#### (1)平成 26 年度の実施概要

当年度は、「素材の探査・発掘」、「教材内容の検討」を行った。文献調査や野外調査、また、実験原理や方法論の再検討により、教材研究の基礎的な情報を収集した。生物や地学に関連した素材については、フィールドワークによる教材研究や地域教材の開発研究も視野に入れ、物理および化学分野では、日常生活の中に見られる物理的・化学的な現象から教材化の可能性があるものを抽出した。理科各科目での具体的な学習場面を想定し、活用が期待される教材の内容について検討し、適用可能な素材や素材情報を、「物質」「生命」「環境」の3領域に分類し、整理した(図1)。

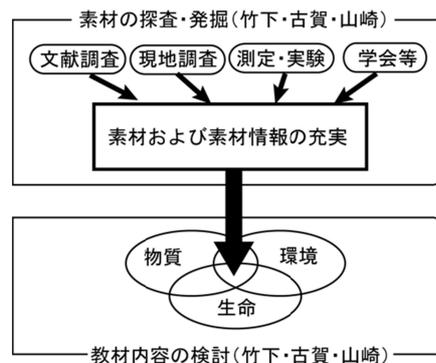


図1. 平成 26 年度の実施概要。

#### (2)平成 27 年度の実施概要

授業開発プロジェクトを実施した。現在交流のある複数の教員グループを協力教員とし、複数の理科教員が共通の題材について教材研究を主軸とした授業開発プロジェクトに取り組んだ。その取り組みは、連携した複数の大学教員が仲介役を担い、アクションラーニングとして支援した。教材研究で取り上げる題材には、「物質」「生命」「環境」の3領域から、現場の単元進行状況に応じて選定し、プロジェクトとして立案した。その際、教材研究の題材には、発想に自由度を与え思考を柔軟にするため、前年度抽出されたキーワードの概念を拡大させ、「水」「土」「光」とした。現場教員は、個々の専門領域を背景

として教材研究にアプローチし、同時に協働により周辺領域との関連について知識を補完し、理解を深めながら教材研究を行った。大学教員は互いに連携を取りながら、適宜助言を与えた。授業実践は、現場教員・大学教員の IT を適宜取り入れながら実施した。授業後に協働的アクションラーニングについて評価を行い、抽出された問題点に対し、必要な改善策を講じた(図2)。また、研究素材の探査および教材研究内容の検討や情報収集についても、前年度に引き続き行った。

### (3)平成 28 年度の実施概要

前年度に明らかにされた課題を改善し、授業開発プロジェクトとしては、前年度と同様の素材を用いたもののほか、新たに取り上げた題材を用いたもの、「水」「土」「光」から派生させて着想したものや、複数を組み合わせた授業開発プロジェクトを構想した。これは、素材が同一の場合でも、異なったアプローチでの教材研究ならびに授業実践を模索するためである。授業実践終了後は再び評価を行い、必要な改善策をとった(図2)。また、本研究による協働的アクションラーニングの一部のプロセスを現職教員の研修プログラムの要素として取り入れ、部分的に試行した。

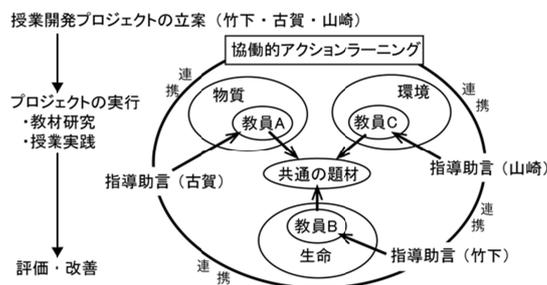


図2.平成 27 年度および 28 年度の実施概要。

### (4)平成 29 年度の実施概要

当年度は、前年度に引き続き授業開発プロジェクトを協働的アクションラーニングによって実施した。授業開発プロジェクトでは、前々年度からキーワードとしている「水」「土」「光」をより発展的に扱い、授業や探求的な活動において、大学教員が教材に関する専門的なアドバイスや授業計画についての助言を行った。本研究全体で得られた成果を、各種学会等で発表するとともに、研究論文として公表した。また、実施された協働的アクションラーニングの一連のプロセスや研究開発された教材は事例集として集約するとともに、現職教員の研修プログラムの策定や現場教員を支援する仕組み作りへの適用を図った。

## 4. 研究成果

本研究では、教員の質の向上が求められている現在、教員や学校現場の要請の応じた支援の在り方の一つとして、小・中・高等学校

における理科の授業計画の立案から授業実践までを念頭に、教材開発・研究をコアとした個々の「授業開発」の一連のプロセスをプロジェクトとして捉え、複数の現場理科教員による相互の協働的なプロジェクトの遂行を複数の大学教員とのアクションラーニングとして行った。プロジェクトの題材には、理科各科目の内容に共通したものを取り上げ、教材開発・研究における素材の探査から学習活動への適用までの一貫した支援により、学習内容の関連領域にいたる深い理解、自然科学に対する各専門領域間の壁を持たない概念の形成、自然の事物・現象に対する物の見方・考え方の醸成が促され、柔軟な教材観を背景とした理科教師の教科指導力の強化に有効であることを実証的に検証した。研究期間の各年度における成果は、次の通りであった。

### (1)平成 26 年度の成果

教材として有効な素材について探査・発掘し、教材内容の検討を行った。

素材の探査・発掘では、生物関連分野については生態系を中心に研究を行い、生物多様性や分解者、生物間相互作用などについて検討した。物理化学関連分野については身近な物質として炭素や水などに着目した研究を行った。地理・地学関連分野については、化石や堆積作用に着目した研究を行った。

教材内容の検討では、理科の内容を「物質」「生命」「環境」の3領域に区分し、3領域に共通する題材について検討した。科学的な事象には本来、明確な領域の区別はないため、多くの素材が3領域に共通する題材に成り得るが、その中でも特に教材研究として取り組みやすいものとして、「相互作用」「物質循環」「化石」「水」などのキーワードを抽出することができた。これらキーワードそれぞれに関連した教材開発に向けた基礎的研究を行い、教材としての有用性を確認することができた。

### (2)平成 27 年度の成果

授業開発プロジェクトの立案、授業開発の実施、およびアクションラーニングの評価・改善を行った。

教材研究の題材には、発想に自由度を与え思考を柔軟にするため、前年度抽出されたキーワードの概念を拡大させ、「水」「土」「光」とした。「土」については土壌細菌の硝化作用、「光」については光合成の反応経路、および蛍光色素を用いた顕微鏡観察といった、新たな実験教材を開発・実践的検証を行うことができた。「水」については、化学や地学的な内容が主になる傾向があったものの、「土」「光」の内容を補完する題材とした扱うことができた。また、高校2年生を対象とした授業実践では、酸素系漂白剤を取り上げた探求的な授業を開発・実践することができた。これは身近な素材を用いた化学の実験教

材であると同時に、生物学的側面からも関連させることが可能であり、今後、新たな方向性を持たせた展開が期待できる素材を発掘できたと言える。さらに、「光」については観察方法の基本原則に関連しており、その知見を活用した観察・実験教材の開発も行うことができた。

授業開発では、既存知識の活用によって段階的な思考を促す授業づくりを念頭にプロジェクトとし、高校2年生を対象とした授業実践を行った。

研究素材の探査、教材研究では、現場教員個々の専門領域を背景として取り組みながら、同時にお互いに情報交換することで関連領域についての理解を深めながら行った。大学教員は、現場教員間の情報交換を媒介しながら適宜助言を与えた。これらの取り組みで、情報交換の方法、検証実験の再現性、授業における探究的な仕掛けづくりなど、課題を抽出することがされた。

### (3)平成28年度の成果

当年度は、「水」「土」「光」から派生させて着想したものや、複数を組み合わせた授業開発プロジェクトを構想した。

教材研究については、「生命」領域では発芽種子や花の形態形成などの教材研究や授業実践、「物質」領域では化学反応における動的挙動の教材開発や段階的アプローチによる授業実践など、「環境」領域では石炭やビーチロックの教材研究などを行った。以上により、生物に影響をおよぼす外的要因や岩石の成因の教材化など、複数の領域における情報交換が不可欠な教材研究ができた。特に、生物地理学的な現象の教材化では、素材研究の段階から物理化学的知見を駆使し、データ解析においては地史学的知見が必須となるなど、本プロジェクトの仕組みの有効性を確認することができた。

授業計画では、授業における探究的な学習活動を行う仕掛けづくりについて、「理科授業デザインベース構造化シート」の有効性について検討し、授業計画の策定における有効性と、探究的な仕掛けには、教材内容に対する深い理解が不可欠であることが明確化され、本研究による取り組みの有効性を確認することができた。以上の取り組みにより、教材の発掘から授業実践に至る様々なプロセスを蓄積することができ、現職教員の研修プログラムに反映させることができた。

一方、改善課題として挙げられていた情報交換や情報共有の手段については、現状のネット環境下においては一定のリスクを前提とせざるを得ず、有効な方策を見出すことは困難であることが分かった。

### (4)平成29年度の成果

研究の最終年度であったため、研究成果の公開を主目的とし、実践的かつ発展的に取り組んだ。

授業開発プロジェクトでは、前々年度からキーワードとしている「水」「土」「光」をより発展的に扱ったため、授業や探求的な活動において、大学教員の連携や教材に関する専門的なアドバイスが重要であった。授業計画についての助言も含め、大学教員が各現場教員との仲介役も担うことで、協働的な教材研究を実現することができた。以前から指摘されてきた情報交換の方策としては、現段階では最も現実的な方法である。

授業実践では、現場教員と大学教員との綿密な打ち合わせの元、当初の計画通り授業実践の主担当は現場教員が行った。高校生が大学を訪問しての特別授業では、必要に応じて大学教員とのTTや大学院生によるTAの補助を取り入れたことで、授業として効果的であっただけでなく、現場教員にとっても実地研修的な意味を持たせることができた。実践後には、授業開発の授業に対する効果および教員自身の学びへの効果について振り返りを行い、教材研究の波及効果を再確認し、現職教員への支援のあり方の一つのモデルを構築することができた。

以上の研究成果は、次の3点に集約することができる。

#### (1)教材研究の内容

身近な科学的事象や地域の自然から探査・発掘された素材に関する基礎的な情報の蓄積・分析は、非常に重要である。現場の理科教員自らが素材の研究に取り組むことで、自然科学に対する興味や関心が引き出され、素材に対する深い理解も得られる。特に、理科各科目を横断型に扱える題材を見出し、教材研究・開発する際には、その知見が背景として活かされ、教材観に内包される多角的な視点や柔軟な思考の基盤となり、授業計画を立案する際に有効であった。また、理科の各領域に分類されるのではなく、領域間で横断的に扱える素材に着目することで、より独創的な教材を開発できる発想力が育成される可能性が示唆された。

#### (2)協働的アクションラーニングの有効性

通常のアクションラーニングは指導者と学習者が一対一でも成立するが、本研究による協働的アクションラーニングの場合、複数の現場教員が、共通の題材を基にした全く別の「授業開発」というプロジェクトに取り組む。そこでは、連携した複数の大学教員による適切な支援の下、現場教員が互いに協働する形態を通して教材研究の問題解決に取り組み、素材に対する深い理解を持った各々の専門性を背景に、知識の共有と補完が行われ、自然の事物・現象に対する多様な見方や考え方を互いに身につけられる仕組みとして、非常に有効であった。また、扱う内容が高度であればあるほど、お互いの協働性がより発揮されることが明らかになった。

### (3)本研究成果の発展性

本研究で提唱した協働的アクションラーニングの仕組みは、現職教員の研修プログラムだけでなく、日常の教材研究や授業の準備を支援する教員グループの仕組み作りにも応用できる。また、その教材研究のプロセスの追体験は、学生にとっても思考が刺激される機会となり、幅広い知識の習得や理解を促されることが期待されることから、教員養成系大学の教材としても有用である。

以上のように、本研究では、高度な専門性に加え、周辺領域も網羅した柔軟な教材観による確かな理科指導力を教員に身につけさせるための仕組みを構築し、現職教員への支援のあり方について、一つのモデルを提案することができた。本研究では大学教員が現場教員の仲介役を担ったが、本研究の仕組みをモデルケースとして、小・中・高等学校の理科教員の自律的な相互の協働的な活動に発展させることも可能であろう。

なお、本研究で開発された教材や実践例は、各種学術論文や学会発表によって公開されており、今後の理科教材開発や現職教員の授業開発で活用されることが期待される。

#### <引用文献>

竹下俊治ほか、「広島県西条盆地における生物・地学教材ポイントマップの作製」, 学校教育実践学研究, 15:137-146, 2009.

石原勢太郎ほか、「デジタル画像のスペクトル変換を用いた環境水中の亜硝酸態窒素(N-NO<sub>2</sub>)と化学的酸素要求量(COD)の測定」, 化学教育ジャーナル, 11:11-12, 2008.

竹下俊治,「教材作成による生物の学習 - 特に「植物の花の構造」について - 」, 学校教育実践学研究, 18, 87-90, 2012.

### 5. 主な発表論文等

#### [雑誌論文](計18件)

竹下俊治,石原悠作,今村亮介,潘祐佳,堀田晃毅,Googleマイマップを利用した植物図鑑の作成,学校教育実践学研究, 査読無, 2018, pp.61-65  
DOI: 10.15027/45458

Nakano, M., Ogasawara, H., Wada, T., Koga, N., Reactivity of Household Oxygen Bleaches: A Stepwise Laboratory Exercise in High School Chemistry Course, Journal of Chemical Education, 査読有, Vol.93, 2016, pp.1415-1421  
DOI: 10.1021/acs.jchemed.5b00742

中西裕也,山崎博史,校舎内の壁を利

用した地層観察の模擬体験活動 - 地層の広がり把握するための高等学校地学基礎での実践 -, 地学教育, 査読有, 69 巻, 2016, pp.76-83

絹谷和子,嶋村正樹,Thomas Friedl,竹下俊治,緑藻類 *Apatococcus lobatus* (Chodat) J. B. Petersen (Trebouxio-phyceae, Chlorophyta) の生活環の再検討, Hikobia, 査読有, 17 巻, 2015, pp.33-40

#### [学会発表](計66件)

絹谷和子,竹下俊治,細胞レベルから分子レベルへ見えない現象を視覚化する細胞周期の学習,日本生物教育学会第102回全国大会(熊本市), 2018.1.7

山本優衣,亀野奈央,古賀信吉,パリゴスカイトとセピオライトの熱分解反応の速度論的挙動,第53回熱測定討論会(福岡市), 2017.11.5

井上遼,網本貴一,山崎博史,石炭の教材化のための基礎的研究,地学教育学会第70回全国大会神戸大会(神戸市), 2017.9.16

橋口晃亮,竹下俊治,地衣類の共生関係に着目した実験教材の開発,地衣類研究会第46回全国大会(佐賀市), 2017.8.26

木村崇志・山崎博史・古賀信吉・吉富健一,ビーチロックを題材としたセメント化作用の教材化について,日本地学教育学会第69回全国大会徳島大会(徳島市), 2016.10.8

#### [図書](計3件)

竹下俊治,富川光,協同出版,中等理科教育,磯崎哲夫(編),第8章 生物教材の開発と学習指導, 2014, pp.225-253

### 6. 研究組織

#### (1)研究代表者

竹下俊治(TAKESHITA, Shunji)  
広島大学・大学院教育学研究科・教授  
研究者番号: 9 0 2 3 6 4 5 6

#### (2)研究分担者

古賀信吉(KOGA, Nobuyoshi)  
広島大学・大学院教育学研究科・教授  
研究者番号: 3 0 2 4 0 8 7 3

#### (3)山崎博史(YAMASAKI, Hirofumi)

広島大学・大学院教育学研究科・教授  
研究者番号: 7 0 2 9 4 4 9 4