

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 26 日現在

機関番号：34311

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24330251

研究課題名(和文)理科の授業構成力と実践的指導力を養成する教師教育用ケースメソッド教材の開発

研究課題名(英文) Development of Case Method Teaching Material for Developing the Ability to Plan and Instruct Science Lessons

研究代表者

大黒 孝文(DAIKOKU, TAKAFUMI)

同志社女子大学・公私立大学の部局等・教授

研究者番号：80551358

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、理科の指導が苦手な小学校志望学生や教師に、授業構成力と実践的指導力を養成するナラティブアプローチを用いたマンガケースメソッド教材を開発することであった。3年間にわたる実験研究と教材の改善により、教師教育に固有なマンガケースメソッド教材として、新しい学習プログラムの開発と提案ができた。加えて、Webベースでの配信に向けたデジタルコンテンツの基礎研究も完了した。

研究成果の概要(英文)：In recent years, there are many elementary teacher candidates and elementary teachers who are not good at teaching science. Therefore, the target experiment is developing a MANGA-case method teaching material with narrative approach to develop their ability to plan and instruct science lessons. The experiment studies and improvements of the teaching material had been conducted for 3 years. As a result, they brought the development and suggestion of new training programs for teachers as a MANGA-case method teaching material peculiar to teacher education. Furthermore, the basic study of digital contents for the delivery with the Web base had completed.

研究分野：科学教育

キーワード：科学教育 教師教育 ケースメソッド

1. 研究開始当初の背景

近年、教師教育の主要な課題として、新しい世代の教員を養成し、その専門性や資質・能力を育成することは重要な課題とされている(日本学術会議, 2007)。さらに深刻な問題として挙げられるのは小学校教員の理科に対する苦手意識の問題と理科の授業の質を維持する問題である。これら小学校理科教員の養成と研修の問題として、いかに資質・能力を維持し修得させるのが真剣に問われている(大高ら, 2010)。これら日本の理科教育の深刻な教師の実態については、JST(2009)による調査が挙げられ、特に小学校で理科を担当する教師の約90%が物理分野が苦手としている。さらに、教員志望大学生が苦手とする操作技能の一つに手回し発電機の操作がある(JST, 2011)。この現状を改善するためには、小学校で理科を教える教師や小学校教員志望の学生に理科を指導する実践力を身につけさせることが緊急の課題である。そのために、より効果的な教師教育教材の開発が必要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、理科の化学分野と物理分野で現実的に小学校理科の教育現場で起こりうる事象を検証し、実践的指導力を有する教師の持つ固有な知識や技能を抽出・整理した後、理科の指導が苦手な小学校志望学生や教師に、授業構成力と実践的指導力を養成するナラティブアプローチを用いたケースメソッド教材を開発することである。

3. 研究の方法

(1) フレームワークの作成

はじめに、ケースメソッド教材が、教師の授業構成力と実践的指導力育成に寄与する背景についての基礎研究を行いフレームワークの構築を行った。同時に、小学校の理科授業の現場で起こる事象に対応した授業構成力と実践的指導力に関わる知識や技能を抽出し精選した。次に、フレームワークを基盤としたナラティブアプローチを用いたケースメソッド教材の開発、教授法の開発に取り組んだ。

(2) ケースメソッド教材の作成

ケースメソッド教材とは、知識やスキルの問題解決力や状況判断力を養成するために用いられる実際の事例研究を重視した教育方法であり、吉川ら(2007)によれば、経営学の分野におけるMBAなどで活用され有効な効果を挙げている。すなわち、ケースメソッド教材の特徴は知識創出型の教材で、学習者自らの知識を教材の文脈に沿って適応し、問題解決のために知識を使用するタイミングや状況を判断する力を養成できるところにある。またナラティブアプローチとは、ストーリーや場面の中に埋め込まれたビューポイントを見つけながら読み進める手法である。

今回、ケースメソッド教材の学習ツールとして用いたのはマンガである。これは、マンガが学習者にとって、比較的短時間でストーリーを読み解くことが可能であり、さらには、作画やセリフによって実験操作の文脈の中で、学習者に問題点として読み取らせたい部分に焦点化させた情報を提供できるためである。大黒ら(2011)は、マンガを用いた教材が実験道具の機能や操作を知る上で、従来の操作解説書よりわかりやすいことを確認している。以上より、授業経験の少ない新任教員や小学校教員志望大学生が教育実習や研究授業等の実践授業で体験する代わりに、ナラティブに表したマンガを用いて疑似的に経験することで、学習者は主人公として授業の物語に没入し、その場面において自分がどのように行動するかを判断することができる。そこで、授業中に発生する問題点に気づき、問題解決の方法を検討する。これにより、授業経験の少ない学習者にも発生するであろう問題点を予想することが可能となり、知識を適用するタイミングや問題状況に対応する心がまえを持つことが可能となる。

ケースメソッド教材は、エネルギー分野と粒子分野において開発した。特にエネルギー分野においては、(a)手回し発電機とLEDの点灯実験、(b)手回し発電機と大容量コンデンサーの蓄電実験に着目し「理科の指導が苦手な教師志望学生や教師に実践的指導力を養成するナラティブアプローチを用いたケースメソッド教材」として2教材を作成した。これらは紙ベースに加え、(a)の教材に関しては、Webベースでの発信に向けたデジタルコンテンツの開発と基礎研究を行った。

(3) 評価の方法

ケースメソッド教材を用いた学習効果に関しては、近畿地方を中心に九州地方と関東地方の3国立大学と2私立大学の小学校教員志望大学生延べ人数約250名を対象に、2年間かけて実施した。特に実験技能の習得に関しては、実際に被験者に対して操作実技を行わせ、知識の獲得だけでなく、技能の習得ができたかどうかで教材としての学習効果を判定した。また、Web版に関しては、システム評価を中心に実施した。

4. 研究成果

(1) ケースメソッド教材の概要

開発したケースメソッド教材は、教材(a)手回し発電機とLEDの点灯実験、教材(b)手回し発電機と大容量コンデンサーの蓄電実験の2編である。例えば(b)の手回し発電機と大容量コンデンサーの蓄電実験に関する教材は、教科書や指導書に示された内容をもとに、児童実験を含む授業をマンガで描いており、実際の指導場面がイメージしやすくなっている。また、教師の実験指導上の問題点や児童が起こす実験上の問題点がストーリーの中に埋め込まれており、学習者がス

トリーの中の授業者として自ら問題を発見し課題意識を持つことで、実験技能や実験方法を身につける工夫がなされている。表1は、本教材に取り入れた実験技能や実験方法の問題の概要を表したもので、教材開発会社の技術担当者からの聞き取り調査と筆者らの予備実験から抽出したものである。この問題を扱った場面は、全20ページ107コマのマンガの中に6つの場面として構成されている。図1は、実験道具の極性と接続の問題を扱った場面の一例である。

(2) Web教材の概要

Web教材は、エネルギー領域の教材(a)手回し発電機とLEDの点灯実験で使用したマンガを用いて、タイピングシステムとポイントティングシステムの2システムを開発した。加えて個人学習環境の可能性を広げることを目的とし、粒子領域の学習材を用いてチュートリアルシステムを開発した。これらの開発環境は、Adobe Flash CS5.5である。パブリッシュ設定によりFlashドキュメントからHTMLドキュメントの作成が容易で、iOSやAndoroidなど多様なアプリケーションを持

表1 教材に取り入れた実験技能や実験方法のポイントとなる問題点

1. 実験道具の極性と接続の問題
2. 手回し発電機のハンドルの回転数による起電圧とコンデンサーの蓄電電圧の問題
3. コンデンサー蓄電後の接続処理の問題
4. 再実験時のコンデンサーの放電の問題
5. 豆電球とLEDの点灯する電圧の問題
6. 電球やLEDの点灯時間の測定の問題



図1 実験道具の極性と接続の問題を扱った場面

つ情報端末環境での使用を可能とした。

例えばポイントティングシステムでは、表2にある機能を装備し、タブレット端末を用いた協調的学習を可能にしている。図2はタブレット端末の共有機能を用いて、グループ全員的气づきを表示したものである。

(3) ケースメソッド教材に関する研究結果

ケースメソッド教材を用いた主な評価実験の結果は、以下の3点である。

理科の授業構想力を育成するケースメソッド教材の開発と評価

この評価実験は、教材(a)の手回し発電機とLEDの点灯実験を用いたものである。京都府内の私立大学に通う小学校教員志望大学生をケースメソッド教材を使用する実験群40名と教科書を使用する対照群38名に分け、授業構想力の養成に与える効果を比較した。授業構想力は、授業指導場面、実験指導場面、授業環境場面の3つの着目点を設定した。

表2 システムに実装した機能

1. ページ操作機能：画面をスワイプすることでページを移動することができる
2. ピン打ち機能：問題部分にピンを打てる
3. ピンの移動機能：任意のピンをドラッグし移動できる
4. ピンの色修正機能：任意のピンの色を4色から選択し修正することができる
5. 消去機能：消去したいピンをゴミ箱に捨てることできる
6. 名前の表示機能：ピンに打った人の名前を表示することができる
7. 気づきの共有機能：他者のピンが半透明で表示され共有できる
8. 俯瞰機能：全ページが表示され、任意のページにジャンプすることができる



図2 タブレット端末で共有機能を表示した場面

指導案を書く観点の変容、指導案を書く内容の観点数の変容、ケースメソッド教材の使用感と効果の3点について調査したところ、ほぼすべての項目において実験群の方が有効な結果を得た。以上からケースメソッド教材は、理科の授業構想力を養成するために効果的な教材であることが示唆された(大黒ら、2012、主な発表論文)。

小学校教員志望大学生を対象とした理科の授業構想力を育成するケースメソッド教材の読み取りに関する評価

この評価実験は、と同じく教材(a)の手回し発電機とLEDの点灯実験を用いたものである。京都府の私立大学と兵庫県の国立大学の小学校教員志望大学生115名を対象に、マンガにおいて問題のある箇所を読み取らせ、その内容について指摘することを求めた。その結果、即時対応が必要な授業指導の内容が、ある程度読み取れてはいるものの、学習環境、実験技能、授業法、授業計画の着眼点で十分な読み取りができていないことがわかった。以上から、学習者が授業を読み取る力をより補強できる授業の工夫や教材の改善が必要となってくることを示唆された(大黒ら、2014、主な発表論文)。

教員志望大学生の実験技能の習得と実験知識の獲得を目指したケースメソッド学習用マンガ教材の評価

この評価実験は、教材(b)の手回し発電機と大容量コンデンサーの蓄電実験を用いたものである。京都府内の私立大学に通う教員志望大学生を対象に、ケースメソッド教材を使用する実験群31名と教科書を使用する対照群26名に分け評価実験を行った。手回し発電機と大容量コンデンサーを用いる実験において、必要とされる6つの実験技能を設定し、実験実技を行わせることで実験技能の習得と実験知識の獲得を評価した。その結果、マンガケースメソッド教材を用いることで得られる学習効果は、少なくとも従来の教科書と比較して、実験操作の習得と実験知識の獲得の両面において同等、あるいはそれ以上であることがわかった。これらのことからケースメソッド教材の有効性が示唆された(大黒ら、2015、主な発表論文)。

(4) Web教材に関する研究結果

基礎研究としてのWeb教材開発は、主に教材(a)のケースメソッド教材で使用したマンガをタブレット端末に取り込み、システム開発を行った。この開発は、ケースメソッド教材をWeb環境において有効に活用することを目的としたことから、システム評価を中心に実施した(e.g., Daikoku et al., 2013, 主な発表論文)。開発した3種類のシステムは、いずれも使用感や操作感において、おおむね良好であった。使用後に行った質問紙調査とインタビューから得た問題点を参考に、個人

の気づきをコマに直接ピン打ちし、共有できるポインティングタイプの改良を行い、配信が可能な段階にまで到達した(e.g., Egusa et al., 2014, 主な発表論文)。

(5) 総括

本研究の目的は、現実的に小学校理科の教育現場で実践的指導力を有する教師の持つ固有な知識や技能を抽出・整理した後、理科の指導が苦手な小学校志望学生や教師に、授業構成力と実践的指導力を養成するナラティブアプローチを用いたケースメソッド教材を開発することであった。3年間にわたる実験研究と教材の改善により、教師教育に固有なケースメソッド教材として、新しい学習プログラムの開発と提案ができたものと考えられる。加えて、Webベースでの配信に向けたデジタルコンテンツの基礎研究も完了したことから、本研究の目的を果たすことができた。

<引用文献>

日本学術会議(2007)これからの教師の科学的教養と教員養成の在り方について
大高、角屋、堀、森本、矢野(2010)小学校理科教員の養成と研修のあり方を考える、座談会、理科の教育、理科教育学会、56、514-525
(独)科学技術振興機構理科教育支援センター(2009)平成20年度小学校理科教育実態調査及び中学校理科教師実態調査に関する報告書(改定版)
(独)科学技術振興機構理科教育支援センター(2011)理科を教える小学校教員の養成に関する調査報告書
吉川(2007)獲得した知識を活用するトレーニング:Situated Intelligence Training, システム制御情報学会誌, 51(2), 102-108
大黒孝文、竹中真希子、中村久良、稲垣成哲(2011): 理科の指導が苦手な教師に理科実践能力を獲得させるマンガ説明書の開発と評価、科学教育研究、35(2), 205-212

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計10件)

大黒孝文、竹中真希子、舟生日出男、山本智一、楠房子、寺野隆雄、稲垣成哲、教員志望大学生の実験技能の習得と実験知識の獲得を目指したケースメソッド学習用マンガ教材の評価 - 手回し発電機によるコンデンサーの蓄電実験を題材として -、科学教育研究、査読有、Vol.39、No.1、2015、32-41

大黒孝文、竹中真希子、中村久良、稲垣成哲、小学校教員志望大学生を対象とした理科の授業構想力を育成するケースメソッド教材の読み取りに関する評価、理科教育研究、査読有、Vol.55、No2、2014、191-200

Takafumi Daikoku , Tomokazu Yamamoto ,
Hideo Funaoi , Makiko Takenaka , Fusako
Kusunoki , Takao Terano , & Shigenori Inagaki ,
Flip Teaching Materials using Manga on Tablet
PCs : How to operate the gas detector tube
systems. Proceedings of World Conference on
Educational Multimedia , Hypermedia &
Telecommunications , 査読有、Vol. 2014 ,
No. 1 , 2014 , 2087-2092

Egusa , R. , Funaoi , H. , Daikoku , T. , Inai ,
R. , Kusunoki , F. , Takenaka , M. , Terano ,
T. , & Inagaki , S , Improving the Usability of
Manga-on-a-Tablet for Collaborative Learning ,
In Zvacek , S. , Restivo , M , T. , Uhomoihi ,
J. and Helfert , M(Eds.) , Proceedings of the 6th
International Conference on Computer
Supported Education , 査読有、Vol. 1 , 2014 ,
446-451

大黒孝文、舟生日出男、竹中真希子、山本
智一、楠 房子、寺野隆雄、稲垣成哲、実験
のためのマンガケースメソッド教材の評価
- 教員志望大学生の手回し発電機を用いた
実験技能の習得 -、日本科学教育学会研究
会研究報告、査読無、Vol.28、No.2、2013、
5-8

竹中真希子、大黒孝文、舟生日出男、山本
智一、楠房子、寺野隆雄、稲垣成哲、実験
のためのマンガケースメソッド教材の評価
-教員志望大学生の手回し発電機を用いた
実験方法の理解-、日本科学教育学会研究
会研究報告、査読無、Vol.28、No.2、2013、
9-14

Daikoku , T. , Funaoi , H. , Kusunoki , F.
Takenaka , M , & Inagaki , S ,Development and
Evaluation of Case Method Teaching Materials
Using Manga on Tablet PCs: A Scene
Awareness Entry-type Trial. Poster presented
at the biannual conference of the European
Science Education Research Association , 査
読有、2013、129

Takafumi Daikoku , Hideo Funaoi , Fusako
Kusunoki , Makiko Takenaka , and Shigenori
Inagaki , Development and Evaluation of Case
Method Teaching Materials using Manga on
Tablet PCs - A Trial with Pointing Type
Annotations , Proceedings of the 5th
International Conference on Computer
Supported Education , 査読有、2013、557-563

大黒孝文、竹中真希子、中村久良、稲垣成
哲、理科の授業構想力を育成するケースメ
ソッド教材の開発と評価、理科教育学研究、
査読有、Vol.53、No2、2012、263-274

大黒孝文、竹中真希子、中村久良、稲垣成
哲、マンガを用いたケースメソッド教材の
読み取りに関する評価：現職教員のコマの
気づきに注目して、日本科学教育学会研究
会研究報告、査読無、Vol.27、No.1、2012、
61-64

[学会発表](計4件)

大黒孝文、竹中真希子、舟生日出男、山本
智一、楠 房子、寺野隆雄、稲垣成哲、実験
のためのマンガケースメソッド教材の開発
と特徴、平成25年度日本理科教育学会近畿
支部大会、2013年11月30日、和歌山大学(和
歌山県和歌山市)

大黒孝文、舟生日出男、竹中真希子、山本
智一、楠 房子、寺野隆雄、稲垣成哲、実験
操作技能を高めるマンガケースメソッド教
材の開発、日本理科教育学会第63回全国大
会、2013年8月10日、北海道大学(北海道札
幌市)

大黒孝文、竹中真希子、中村久良、稲垣成
哲、マンガを用いたケースメソッド教材の
読み取りに関する評価：学習者のコマの気
づくりに注目して、日本科学教育学会第36回
年会、2012年8月29日、東京理科大学(東京
都)

大黒孝文、舟生日出男、楠房子、竹中真希
子、稲垣成哲、タブレットPCによるマンガを用い
たケースメソッド教材のポインティング型注釈の試み
日本科学教育学会第36回年会、2012年8月28
日、東京理科大学(東京都)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大黒 孝文 (DAIKOKU , Takafumi)
同志社女子大学・教職課程センター・教授
研究者番号：80551358

(2) 研究分担者

竹中 真希子 (TAKENAKA , Makiko)
大分大学・教育福祉科学部・准教授
研究者番号：70381019

稲垣 成哲 (INAGAKI , Sigenori)
神戸大学・人間発達環境学研究科・教授
研究者番号：70176387

山本 智一 (YAMAMOTO , Tomokazu)
兵庫教育大学・学校教育研究科・准教授
研究者番号：70381019

寺野 隆雄 (TERANO , Takao)
東京工業大学・総合理工学研究科・教授
研究者番号：20227523

舟生 日出男 (HUNAOI , Hideo)
創価大学・教育学部・准教授
研究者番号：20344830

楠 房子 (KUSUNOKI , Fusako)
多摩美術大学・美術学部・教授
研究者番号：40192025