

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 29 日現在

機関番号：14302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2014

課題番号：24501052

研究課題名(和文) 認知論的アプローチと探究活動を重視した高校・大学物理教育カリキュラムの開発

研究課題名(英文) The development of physics education curriculum in high school and university focused on the cognitive approach and investigational activity

研究代表者

村田 隆紀 (Murata, Takatoshi)

京都教育大学・その他部局等・名誉教授

研究者番号：10027675

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)： 高校および大学初年次の物理教育における「科学的概念の習得」と「知識の総合的な活用」を重視した教育手法と教材の開発を試みた。具体的には、力学分野の典型的な誤概念を改善するために、米国「物理教育研究」の成果を参考に、英国「アドバンス物理」の教材Modellusを用いて「モデリング」の視点を導入した、アクティブ・ラーニング型の授業を開発した。

この授業は、基本的な力学概念を段階的に確認しながら進み、最後にはその知識を基に、探究的課題を共同で解決する展開となっている。開発した授業は、高校生を対象とした公開講座や高校・大学における授業実践を通して、教育現場で活用可能なプログラムとして提案した。

研究成果の概要(英文)： We have developed a teaching method and teaching materials for high schools and first year university students regarding acquisition of scientific concepts and comprehensive application of scientific knowledge to objectives and phenomena which students see and experience in daily life. In order to make students overcome a typical misconception in the field of mechanics, we developed a teaching plan of active learning type by introducing a viewpoint of modelling. In the course of development, we referred results of Physics Education Research in the US and a teaching material of "Modellus" introduced in the "Advancing Physics" in UK.

The teaching plan is planned as follows: by let in students confirm fundamental concepts of mechanics step by step, students solve problems of mechanics by using Modellus software at the final stage. We put this teaching plan into practice in several high schools and universities, and proposed a program which can be applied in normal classrooms.

研究分野：物理教育

キーワード：物理教育 アクティブ・ラーニング モデリング 認知科学 探究活動 誤概念

1. 研究開始当初の背景

日本の現行の物理授業は、中学・高校のみならず、大学教育においてもさまざまな問題がある。物理を履修せずに大学の理工系に進学する学生の増加、高校での物理実験経験の減少、高大を問わず伝統的な講義・演習中心の授業での正しい物理概念の定着率の悪さが明らかになり、学生・生徒が主体的に授業に関わる中で、概念定着を目指すプログラムが求められながらも、長きにわたって教員から生徒への一方的伝達中心の授業、手引き書通りに法則を確認する生徒実験のスタイルが変更できずにいる。また、現在の学習指導要領では、小中高各段階を通じて、理科における「概念的な学習内容の充実」と「探究能力の向上」とが同時に強調されているが、その実現のためには、これまでの授業スタイルを意識的に改革することが求められている。

一方、06年8月に東京で開催された物理教育国際会議(ICPE2006)では、多くの新しいカリキュラムが紹介された。たとえば、英国の「アドバンス物理」は、物理学とその応用の近年の飛躍的な進展を反映させつつ、科学・技術・社会の関わりを重視し、日常生活の中で経験するさまざまな事象や新しい技術を教材として積極的に用いて、60年代の理科カリキュラムの現代化以来の全面的な物理カリキュラムの刷新の試みであり、米国の「アクティブ・ラーニング(以下、AL)」と呼ばれる型式の授業は、物理概念の誤認識を認知科学の成果に基づく授業展開により克服させていく試みである。これらはまさに上記の日本の問題を改善する可能性を示すものであるが、そのまま導入することは難しく、内容を十分に検討し、日本の現状に合う形を実践的に検討していく必要がある。

2. 研究の目的

本研究は、高校及び大学初年次の物理教育において、英米で近年行われている新しい物理教育の研究とカリキュラム開発の成果を踏まえ、教育の手法・教材を現場の教員の参加による実践的な検討に基づいて研究し、日本の新たな物理授業プランの一例を作り出すことを目的とした。特に、英米における、探究的な生徒実験の指導方法およびグループ討論とIT機器を用いた生徒・学生の目の前での検証実験とを用いた授業方法などをこれまで詳細に検討してきた。

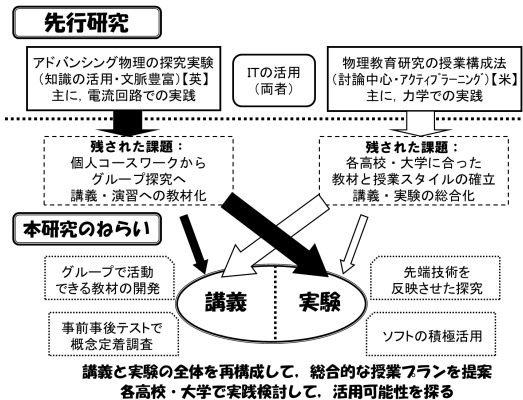


図1 本研究の位置づけとわらい

そこで本研究では、その成果の上に立ち、「科学的概念の習得」と「知識の総合的な活用」を重視する教育手法と教材を日本の高校大学現場で使える形で開発することを目指す。具体的には、それぞれのテーマにおいて世界的に評価が高い、英国「アドバンス物理(以下、AP)」および米国「物理教育研究(以下、PER)」において開発されたAL型の授業スタイルを参考に、日本の物理教育現場に適応した物理授業プログラムを開発することを目指す。

3. 研究の方法

本研究は、大学と高校の物理教員からなる研究会組織を活動の基盤として、開発 試行 実践 開発...といった研究サイクルを中心に、そこでの成果について、国内外の教育関係者および団体と相互交流を行い、さらにその結果を開発にフィードバックするといった活動を繰り返しながら、上記ねらいの達成を目指した。その概念図を図2に示す。

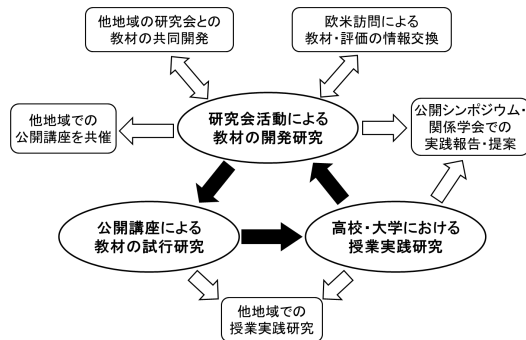


図2 開発 - 試行 - 実践の研究サイクル

4. 研究成果

(1) 教材の選択

英国 AP の教材および米国 PER の成果について、本研究の目的に最適な教材および単元について、これまで蓄積してきた成果を基に検討した結果、前者においては、モデリングソフト「Modellus」が有効であるという結論に至った。これは、特別なプログラムの知識を必要とせず、むしろ学習者自身が学習した“そのまま”の物理表現でプログラム化でき、その結果を表やグラフ、アニメーションなど多彩な形で表現できるという特徴があり、教師と学習者の両者にとって幅広い応用の可能性が期待できるためである。ただし、日本において活用するにはインターフェイスを日本語に変換する必要がある。そこで、Modellus を活用する上で必須となるインターフェイスの日本語化については、数値シミュレーションを専門とする、中村泰之氏(名古屋大学情報文化学部)を研究協力者として招き、協働を行った。具体的には、Modellus の開発者に連絡をとり、日本語版作成の許可およびインターフェイス部分のソースプログラムの提供を受けたことにより、暫定版ではあるが、日本語化に成功した。

一方、後者には複数の授業手法が開発されているため、それぞれの専門家を招聘し、講演会や実践検討会を開催したり、海外における ICT 機器の活用状況の視察や PER の第一人者

である，ワシントン大学の McDermott 氏のワークショップに参加したりするなど幅広く検討した結果，「Interactive Lecture Demonstrations (相互作用型演示実験講義：以下，ILDs)」を採用することにした。これは，ICT 機器を積極的に用いた教師による演示実験とその予想や結果の考察における学習者の討論の過程を重視する手法であり，教育課程や環境が過密化した日本の高校物理現場において，最も効果的に実施できる可能性があるためである。

## (2) 授業の単元の選択

AP の教材のひとつである，モデリングソフトウェア Modellus を用いて，PER の成果のひとつ ILDs 型の授業を開発するにあたり，はじめに，開発するのに適当な分野，単元および教師の発問や具体的な授業の運営方法について検討した。その結果，力学分野が適切であるという結論に至った。これは，高校生の主要な学習内容のひとつである運動方程式がモデリングのテーマとしても適切であり，シミュレーションの結果を実験結果と照らし合わせて確認できること，また，力学分野は，生徒の陥りやすい典型的な誤概念が明らかにされているため，研究協力者の高校教員が AL 型授業の運営をしやすく，さらに評価方法も確立しているためである。

## (3) 公開講座による授業プランの実践

### 公開講座の目的

上記の検討結果をもとに，日本における Modellus を用いた AL 型授業の可能性を探るため，力学分野における物理授業を開発し，京都府内の高校生を対象とした，日本語化した Modellus による公開講座を開催した。

具体的なねらいを以下に示す。

AL を促すアクティビティーとしての有効性の検証

物理授業における“モデリング”のアクティビティーとしての有効性の検証

高校物理において実際に使える授業プランの提案

### 公開講座の展開及び内容

公開講座は，2014 年 3 月 16 日(日)に京都教育大学において行った。対象は，京都・大阪の公立・私立および附属校の「物理基礎(力学分野)」既習の高校生 28 名(2 年生 27 名，1 年生 1 名)である。また，事前に物理教育関係者に向けて広く広報していたこともあり，全国から 21 名の見学者があった。なお，授業では 28 名の高校生を，3，4 名を 1 つの班とする 9 つの班に分け，各班に 1 台ずつ Modellus がインストールされたノートパソコンを用意した。公開講座における授業の展開を表 1 に示す。

### 公開講座の評価について

公開講座の効果を評価するために，授業の前後において，次の 3 つの調査を行った。

本講座で扱う力学概念の変容調査：

「力と運動の概念テスト(FMCE)」から本講座

に關係する問いを抜粋した「力学概念テスト」を作成。

生徒の学習感調査(表 2)：市川(1995)の 24 項目の中から 7 項目を選んで実施。

運動を決定する要因に関する質問紙調査および授業後アンケート調査

表 1 授業の展開

第 1 講【講義】モデリングとは
第 2 講【実習】モデラスを使ってみよう
・ 放物運動
・ 摩擦のある運動
第 3 講【実習】モデラスを用いて物理を学ぼう
等速直線運動 (1)データから運動を予測する
(2)数学的モデルを作って動かす
等加速度運動 (3)データから運動を予測する
(4)モデルから運動を予測する
- 負の速度と負の加速度 -
重力による運動(5)「自由落下」を「投げ上げ」へ
第 4 講【探究】ばねによる運動を探究しよう
・ 単振動
・ 抵抗のある振動
【発表】わかったことを共有しよう

表 2 学習観の質問項目

1. 勉強のしかたをいろいろ工夫してみるのが好きだ。  
【方略志向】
2. 答えだけでなく，考え方が合っていたかが大切だと思う。【思考過程の重視】
3. ただ暗記するのではなく，理解しておぼえるように心がけている。【意味理解志向】
4. 失敗をくりかえしながら，だんだん完全なものにすればいいと思う。【失敗に対する柔軟性】
5. 習ったことどうしの関連をつかむようにしている。  
【意味理解志向】
6. 図や表で整理しながら勉強する。【意味理解志向】
7. テストでは，とちゅうの考え方より，答えが合っていたかが気になる。【思考過程の重視】 逆転項目

## (4) 公開講座の成果

### 生徒の反応

モデリングという科学的手法は，生徒にとってこれまでに経験のない初めてのアプローチであることもあり，第 1 講におけるシミュレーションの考え方や学習した物理の内容とのつながりの説明において，とまどう姿が見受けられたが，第 2 講におけるゲーム感覚の活動により，比較的スムーズに Modellus に慣れることができていた。

第 3 講における段階的にモデリングの本質に迫る活動は，シミュレーションで確認する前に，結果を言語やグラフで予想し，班および全体で議論をするといった AL 型の授業スタイルで展開されるため，それに当初とまどっていた。しかし，(1)～(4)の適当な難易度の活動において，速度や加速度の定義の理解の曖昧さによる葛藤を，班討論で解決する過程を経験し，活動(5)に至る時には，活発とは言えないまでも，各自の意見が出し合えるようになっていた。活動(5)は，第 3 講の中心課題であり，与えられた「自由落下」の数学的モデルを変更して「投げ上げ運動」のシミュレーションを行う活動であった。ほとんどの班が「初速度の向きを上向きに与える」選択をする中，ある班では，数学的モデルの力の項に「上向きの力を加える」という“MIF 誤概念”(運動の向きに力がはたらいている)に基づくモデリング

が行われ、シミュレーションの結果が「ロケットの発射(落ちてこない)」になってしまい、それ以上、自分たちでは解決できず、途方に暮れていた。そこで授業者は、全体発表討論の場面において、「投げ上げ運動」を再現できた班とともに、その班にも結果を「途中までの経緯」も含めて発表させ、うまくできた他の班に、この班にアドバイスをするように求めた。その際、個人ではなく、班で考えるように求め、そのための時間をとった。その結果、2つの班から、「力は重力しかはたしていない」「力の向きに運動するとは限らない」といった、その班の誤概念を払拭する、ここでのねらいどおりの説明がなされた。その他の班もこれらの意見に納得していたが、肝心の誤概念を持っていた班は理解できなかったようである。

第4講では、ばね運動の探究がねらいであり、生徒はここまで学んだモデリングおよび力と運動の概念をどの程度、活用できるかがポイントとなる。すべての班が迷わず差分型の数学的モデルを検討したが、約半数の班は力の項をどうするか迷っていた。ここで、「ばねにはどんな力かはたらくか」という担当者の発問により、中学時代に学習した  $F=kx$  に気づいた。しかし、そのまま入力しても、シミュレーションの結果は振動せず、再び葛藤する班もあった。そのような班には、担当者による「ばねにはたらく力と運動の向きはどんな関係があるか」という追加の発問によって  $F=-kx$  に気づくに至り、振動するシミュレーション結果に歓声を挙げる班もあった。ここでは、力の項が重力であれば「落下運動」であり、復元力(弾性力)であれば「振動運動」になるという第3講と4講の結果の対比から、運動が力によって決まることに気づくことを目指したが、事後アンケートの結果から、約半数の生徒がそれに気づいたようである。

続いて、実際に演示実験でその様子を確認し、シミュレーションどおりに振動はするが、次第に減衰することから、次の課題へと移った。ここでのポイントとなる減衰項については、ほとんどの班が「摩擦」に気づき、「空気抵抗」を検討した班は1班だけであった。前者を検討した班は、速度の向きによる場合分けの必要性に気づくまでに時間がかかったが、ここでも「摩擦力の向きは運動の向きとどのような関係があるか」という先ほどと同様の発問により、解決に至った。ここで注目すべきは、いずれの場合とも教員は、直接的なアドバイスをすることなく、本講座のねらいである「力と運動の関係」に注目させる発問をしているだけで、生徒間の討論による解決を促し、結果として成功していることである。すなわち、AL が達成されていることがわかる。

その後、減衰項を検討した各班の結果を発表し合い、減衰する原因として、摩擦と空気抵抗の可能性が全体で共有した。そこで、IT センサーを用いた実際の減衰振動の  $x-t$  グラフを表示し、自らのシミュレーション結果との比較により、「実際の現象においてどちらの関与が大きいか」という発問をした。特に、減衰の形に注目するようにアドバイスをしたところ、「摩擦の方ではないか」という発言があった。その理由として、

実験した  $x-t$  グラフで減衰は、その割合が一定のように見える。それは、摩擦を減衰項としたシミュレーション結果に近い。さらに、減衰の割合が一定である理由として「空気抵抗は物体の速度に比例して大きくなるが、摩擦力は速度によらず一定だから」というものであった。その一連の解答を聞いた瞬間に、生徒の間から「おおー」という驚嘆とも共感ともとれる声が一斉に上がった。

#### 事後テストおよびアンケート結果

授業の前後における「力学概念テスト」の結果、規格化ゲインは0.11と厳しい結果となった。この原因としては、次のことが考えられる。

本講座は、モデリングを通じた力と運動の関係についての理解、定着を促すことが主たるねらいであったため、誤概念の改善を意識したはたらきかけが少なかった。

AL 型授業に生徒が慣れていない。特に、初対面の生徒が集まってすぐに自分の考えを表明し、討論することは難しい。

一方で、今回の講座を経験する前と後で、生徒の「学習感」の変容を分析した。その結果、7つの質問項目のうち、次の2つの項目で、統計的に有意な変化が認められた。

「失敗に対する柔軟性」についての質問項目のうち「失敗をくりかえしながら、だんだん完全なものにすればいいと思う」に対する生徒の回答が授業の前後で望ましい方向(プラス方向)に変化した。(サイン検定  $p<0.05$ )

「思考過程の重視」についての質問項目のうち「テストでは、途中の考え方より、答えが合っていたかが気になる」に対する生徒の回答が授業の前後で望ましい方向(ここではマイナス方向)に変化した(サイン検定  $p<0.1$ )

ここで、学習の直後に事後調査を行ったため、一時的な効果である可能性は否定できない。しかし、学習観は容易には変容しないことを考えると、注目すべき結果ともいえる。このことは、事後の生徒アンケートの公開講座の感想において、それを裏付けるコメントが複数あった(表3)ことからわかる。

表3 授業後の感想(自由記述)の例

- 仲間と話し合いながら、とても頭を使うことが多くて、非常に良い講座だったのではないと思う。
- 新鮮な授業のようだった。物体の運動を式に書き直すことの難しさを知った。
- とてもむずかしい内容だった。自分で考えた意見と相手が考えた意見があり、意見を言い合うのは新鮮だった。

#### (5) 物理授業における実践

##### 高校における実践

研究協力校の通常授業における実践では、授業時数の関係から、公開講座の展開を部分的に活用した。ここでは京都市内の私立 A 高校の実践について紹介する。A 高校では高3対象の「物理(4 単位)」の授業において、「放物運動」と「単振動」の単元で実施された。以下に、「単振動」の概要と成果を紹介する。

単振動の導入として、公開講座の第4講を参考に、Modellus を用いて「ばねによる振動」を表

すことを試みた。場所はコンピューター室で行ったが、ここでは2~3人のグループによる探究活動とした。主要課題は「放物運動」で用いた数学的モデルを書き換えて、物体が単振動するようなモデルを作ることである。さらに、発展課題として、「実際の単振動のように徐々に振動が減衰していくモデルを探究すること」を求めた。しかし、1コマ(50分)の授業時間では、主要課題しかできず、各グループとも放課後を使って発展課題に取り組んだ。

主要課題は、放物運動における数学的モデルの  $F=-m \times 9.8$  をおもりにばねの弾性力  $F=-kx$  に書き換え、初期条件を設定することが求められるが、ほとんどのグループは、ばねの学習を思い出し、はじめに  $F=kx$  と書き換えてシミュレーションをした結果、物体は飛んでいってしまい、葛藤することになった。すると、グループでの討論が活発になり、その中でばねののびと力が逆向きであることに気づき、 $F=-kx$  を発見するという、公開講座と同様の展開になった。この授業のねらいは、ばねの弾性力を復元力という伝え方で意識させ、その後の単振動の特徴を学習する際に、モデリング(シミュレーション)結果とリンクして考えさせたいというものであり、その意味での導入として、成功したといえる。

発展課題の抵抗力を含んだ単振動は通常、講義的に紹介するだけのことが多いが、ここではモデリングの活動を通して、より本質的な理解が目指された。授業では、 $F=-kx-qv$  という形で空気抵抗の項を導入することが、生徒同士あるいは教員との議論の中で気づくに至った。

発展課題のレポートに記述された授業に対する感想をまとめると、「一人で行くと一見なかなか難しそうに見えるが、相談しながらすすめると結構、気がつくこともあり、最終的には単振動や空気抵抗を再現できたことが自信にもなったし、興味も深まった」となった。つまり、全体としてALが達成されており、その結果として学習のねらいが達成されたことがわかる。

## 大学における実践

### (i) 概要

京都教育大学の理科領域専攻初年次学生(24名)を対象とした力学分野の講義(後期開講)において、「力と運動」の単元後の概念の定着とその活用を促すために、いわゆる演習的な位置づけの授業(チュートリアル)として公開講座の展開を応用した。なお、受講者を高校物理の履修状況でそれぞれ3~4名/班の班構成をし、各班に1台のノートパソコンを準備した。授業時間は90分である。ここで、受講者は全員、前期にILDs力学分野の授業を受けており、次の点において公開講座の高校生とは異なる。

AL型の授業スタイルに慣れており、各自が自分の考えを表明し、活発な討論ができること。

授業前における前述のFMCEによる力学概念テストの平均点は76点(ゲインは0.5以上)とかなり高いこと。公開講座の受講者は平均6点。

### (ii) 実践結果

授業を展開すると、大学生は公開講座を受け

た高校生とほぼ同様の反応を示した。具体的には、モデリングの概念に戸惑いつつも、Modellusをすぐに使いこなすようになり、シミュレーション結果がアニメーションで視覚的に表示されることに高い評価を与えていた。さらに興味深いことに、事前の段階における力学概念の定着状況が異なる、つまり大学生の方が圧倒的に高いのにもかかわらず、高校生と同じ課題(公開講座第3講(5)の「投げ上げ」運動のモデリング)で同様の反応を示した。ただし、班討論が活発になった班はすべて高校物理「未履修」の班であり、これらの班は試行錯誤により自ら解決できた班もあれば、全体討論での「既履修」の班からの指摘や説明により解決にたどり着いた班もあった。

この事実を素直に分析すれば、高校物理未履修者は課題の文脈が異なると概念を適用出来ない、つまり、概念の定着が完全ではない(MIF誤概念が払拭されていない)ことを示唆している。特に本実践の場合、モデリングという抽象的な文脈における課題であったため、数学的モデル(差分形式による表示や運動方程式)に対する“慣れ”の違いが反映した可能性もある。たとえば、運動方程式に重力以外の力を追加するという意味が理解できていない可能性もある。逆説的には、モデリングの視点を導入する活動によって、概念定着の不確かさを表出させ、再修正する機会を与えているとも言える。

また、班構成の違いは第4講の「ばねによる運動の探究」においても顕著に表れた。既習の班は指導者との討論を必要とせず、自ら討論を展開し、減衰振動のモデルにたどり着き、さらに複雑な運動を自ら設定して、それにチャレンジしていた。一方で、未履修の班は、ここでも公開講座の高校生と同様のパフォーマンスであった。

事後の授業アンケートの結果、高校物理の履修状況に関係なく、この授業の満足度が高いことが明らかになった。その理由をより詳細に分析した結果、未履修学生にとっては、講義で学んだ運動方程式に従って自ら行ったモデリングで、典型的な運動が再現されたことや誤概念を再認識したことによって理解が促進されたためであり、既習学生にとっては、それに加えて、モデリングの活動を通して、「運動方程式を単なる公式ではなく、より普遍的で本質的な概念として認識できた」ためであることが明らかになった。

### (6) まとめと今後の課題

通常、学習者の誤概念は、実験事実によりそれが誤っていることは確認できても、誤っている概念に基づいた実験を行って誤りを確認することは容易ではない。しかしながら、Modellusはそれを可能とし、さらに可視化できるため、本研究によって開発した授業プランにより、学習者は自分の考えが事実と異なることを受け入れ易く、それが葛藤を生じさせ、アクティブ・ラーニングを促し、結果として概念の再構築が可能となる。この過程は、誤概念のみならず、探究の過程においても有効であり、実際、公開講座や通常の授業において、その場面がしばしば確認された。

一方で、数学的モデルやパラメータを変更し

て結果を確認できる容易さは、再現したい結果になるまで、単に試行錯誤を繰り返すだけにもなりかねない。これを避けるためには、自分の考えの根拠を討論により明確にさせる必要がある。これはすなわち、アクティブ・ラーニングの手法であり、授業者にはその環境を整えることが求められる。また、モデリングの性質上、そのシミュレーション結果と現実の整合性についても配慮する必要がある。これは、オープンエンドな課題や探究活動において用いる際に、特に留意する必要がある。その他、大学生への実践において明らかになったように、本質的に、受講者の数式(文字式)に対する苦手意識が学習効果に影響を与える可能性があり、そのような生徒への対応も今後検討していく必要がある。

## 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2件)

山崎敏昭, 谷口和成, 笠潤平, 村田隆紀 (他5名)「高校物理に導入したアクティブ・ラーニングの効果と課題」, 物理教育(2013) 64-1, 12-17.

J. Ryu, K. Taniguchi, T. Murata, (他5名) "Trial of "Force and Motion Conceptual Evaluation" tests in Japanese high schools", The 12th Asia Pacific Physics Conference (APPC12), 2013.07, Makuhari Messe.

(学会発表)(計29件)

山崎敏昭, 谷口和成, 笠潤平, 村田隆紀 (他4名)「モデリングソフトModellusを用いたアクティブ・ラーニング公開講座の成果と課題」日本物理学会 2014 年秋季大会, 2014 年9月7日, 中部大学.

村井友香, 谷口和成, 笠潤平, 中村泰之, 村田隆紀「簡易シミュレーションソフトModellus を用いた高校物理教材の開発」日本物理学会第69回年次大会, 2014 年3月30日, 東海大学湘南キャンパス.

中村泰之, 笠潤平, 谷口和成, 村田隆紀「運動方程式入力型物理シミュレーションソフトウェア Modellus の日本語化」日本物理学会第69回年次大会, 2014 年3月30日, 東海大学湘南キャンパス.

谷口健太, 谷口和成, 酒谷貴史「高校物理基礎における ILDs 電気回路分野の授業実践」日本物理学会第69回年次大会, 2014 年3月30日, 東海大学湘南キャンパス.

北村貴文, 酒谷貴史, 谷口和成「高校生の物理学習の動機づけを高める教育的介入の検討」日本物理学会第69回年次大会, 2014 年3月30日, 東海大学湘南キャンパス.

谷口和成, 古結尚「波動分野のアクティブ・ラーニングプログラムの開発と実践」, 日本物理学会日本物理学会 2013 年秋季大会, 2013 年9月27日, 徳島大学.

谷口和成, 谷口健太「ILDs 電気回路分野の

授業における学生の討論内容の分析」, 日本物理学会日本物理学会 2013 年秋季大会, 2013 年9月27日, 徳島大学.

K. Taniguchi, T. Murata, "A Practice of Interactive Lecture Demonstrations for pre-service science teachers' training in Japan", The International Conference on Physics Education (ICPE) 2013, 2013.8.7, Prague, Czech Republic.

谷口健太, 谷口和成「ILDs 電流回路分野による大学生の直流回路概念の変容」, 日本物理教育学会第30回物理教育研究大会, 2013 年8月10日, 東北大学.

T. Iwama, K. Taniguchi, J. Ryu, T. Murata, (他4名) "The Evaluation of Active-Learning Programs with "Interactive Lecture Demonstrations" in High School Physics in Japan, The 12th Asia Pacific Physics Conference (APPC12), 2013.7.17, Makuhari Messe.

谷口和成, 笠潤平, 内村浩「相互作用型授業による概念理解の長期的効果 II」日本物理学会 2012 年秋季大会, 2012 年09月20日, 横浜国立大学.

谷口健太, 谷口和成, 酒谷貴史「教員養成系大学における ILDs 電流回路分野の実践」, 日本物理学会 2012 年秋季大会, 2012 年09月20日, 横浜国立大学.

谷口和成, 笠潤平, (他2名)「アクティブ・ラーニングによる物理授業の実践」, 第73回応用物理学会学術講演会, 2012 年09月12日, 愛媛大学.

谷口和成「物理概念獲得のための相互作用型授業の効果的活用」, 物理教育学会 第29回物理教育研究大会, 2012 年08月12日, 北海道大学.

谷口和成「日本の高校・大学での“相互作用型演示実験講義 ILDs”の実践とその意義」, 教育シンポジウム「科学をどう教えるか」(招待講演), 2012 年07月15日, 東海大学代々木校舎.

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

村田隆紀 (MURATA, Takatoshi)

京都教育大学・名誉教授

研究者番号:10027675

### (2)研究分担者

谷口和成 (TANIGUCHI, Kazunari)

京都教育大学・教育学部・准教授

研究者番号:90319377

### (3)研究分担者

笠潤平 (RYU, Junpei)

香川大学・教育学部・教授

研究者番号:80452663