

令和元年5月14日現在

機関番号：32637

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K00931

研究課題名(和文) グローバル時代に対応した物理教育コンテンツの研究開発

研究課題名(英文) Research and development of the Physics Education contents corresponding to the global era.

研究代表者

並木 雅俊 (Namiki, Masatoshi)

高千穂大学・人間科学部・教授

研究者番号：90150656

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)： IPh0実験問題を翻訳し、そのなかから13課題(力学3課題、熱学1課題、波動7課題、電磁気2課題)を精選し、再現実験を行い、教育用に修正した課題を提案した。いずれも、物理学の基本を伝え、次の学びの一步となる実験であり、器具・機器等は高校においても準備可能な実験であることが確認できた。これらの一部を高校(主にSSH校)において生徒実験で試みた。日本物理学会で10件、応用物理学会シンポジウムで5件の講演を行い、関連教育研究者に報告した。また、分担者は初等中等教育において実践的な教育活動を行い、日本物理学会で5件の講演を行った。

研究成果報告書として刊行し、関連の教育研究者に配布している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

大学初年級および高等学校の実験課題を考察・提案は、高校物理および大学物理学の教育の質向上に貢献する。学生実験および生徒実験において、「目的の設定・企画」と「装置の選択および製作」は要求されないものの、「実験器具および測定装置の扱い方」と「測定データの解析と結果のまとめと考察」は求められ、物理学に基づく原理、実験に関わる技術、それに不確かさに基づく数値の評価の仕方を会得できる。「真理はすべて実験室にありて、机の上には在らず」(西澤潤一)である。学生および生徒に質の良い課題を精選して、可能な限り、実験実習の機会を提供していただきたい。

研究成果の概要(英文)： The IPh0 experimental examination problems were translated, 13 of them (3 Mechanics, 1 Thermodynamics, 7 Optics, 2 Electromagnetisms) were selected carefully, the reproduction experiment was conducted, and the problems corrected for education were proposed. All of them convey the basics of physics, and it is an experiment that will be a step in the next learning, and it has been confirmed that the instruments and measuring equipment can be prepared in high school. Some of these were tried in a student experiment in high school (mainly SSH school). We gave 10 lectures at the Physical Society of Japan and five lectures at the Symposium of the Japan Society of Applied Physics, and reported to relevant educational researchers. The co-workers conducted practical educational activities in primary and secondary education, and gave five lectures at the Physical Society of Japan.

It is published as a research result report and distributed to relevant educators and researchers

研究分野：物理教育、物理学史、物理学一般

キーワード：国際物理オリンピック 基礎物理学実験 国際物理オリンピック実験問題再現 基礎物理実験

様式 C-19, F-19-1, Z-19, CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

高等学校過程において物理実験を体験してこなかった大学生が増加している。以前より私立進学校で顕在化していた問題であるが、最近、公立高校においてもその傾向が顕著にみられるようになった。講義方式あるいは演習形式(問題解法)の方が授業進度において有効であること、それに実験実習指導は受験指導にそぐわないと考えられているためでもある。このことは、大学初年級物理学教育ばかりか、研究者あるいは教育者育成に多くの問題(課題)を与えている。

また、生徒実験(演示実験ではない)の重要性を理解している高校教員が物理実験を行おうとしても、時間的・経済的課題を克服しなくてはならない。これは、大学初年級講義においても(現在においては)同様である。このため、実験課題として物理の基礎・基本を伝え、次の学びにつながる物理の基礎・基本をしっかりと伝え、効果的な、それに経済的に負担の少ない安価な器具・機器で可能な実験課題の提案(と考察)が待たれていた。また、どこの国の物理教育において使えるような(国際標準)課題であることも望まれている。

2. 研究の目的

次の3つを目的とした。

- ①国際標準の物理実験課題およびその解答例の日本語版の作成
- ②国際標準の物理実験モジュールの研究開発とその公開
- ③国際標準の物理実験教育プログラムの研究開発及びそのクラウドコンテンツ化

3. 研究の方法

国際物理オリンピック(IPhO)の実験問題には物理学の基礎・基本を育てる良質な課題が多くある。参加国が多い(2018年は86か国・地域)こと(作題はIPhO開催国であるが、出題は参加国委員からなる国際(作問)委員会での承認を必要としている)により国際標準の物理実験課題を考察するに適切であること、それに問題シラバスが日本の大学教養教育程度であるため、高校から大学初年級までの実験課題に適している。このIPhO実験問題(77課題)を基に、国際標準の物理実験課題と国際標準の物理実験モジュールを考察した(また、大学基礎実験書(約50大学の実験指導書)から基礎実験課題の調査を行った)。IPhO実験問題には選抜のための問題もある。これらを除いたものから基本問題を精選し、これらをIPhO実験問題として再現し、安価な器具・機器で可能となるよう修正した。

これらのクラウドコンテンツ化は叶わなかったが、報告書にIPhO実験課題の日本語版を掲載することにした。

これらを関連学会において口頭発表(講演概要有)を行い、教育研究者に報告する。数年で完結する課題ではないため、科学研究補助費金終了後にも継続できる環境づくりをした。

4. 研究成果

IPhO実験問題の翻訳を行い、IPhO第1回大会(1967年)～第32回大会(2001年)までの研究成果報告書の付録として掲載した(2005年以降は、物理チャレンジHPに掲載されている)。

IPhO実験問題の再現と修正版の提案を行った。内訳は、力学分野(空洞のある円筒物体の密度測定、ゴム弾性、回転流体を利用した重力加速度の測定)3課題、熱学分野(水・アルコール・灯油の比熱測定)1課題、波動分野(固体と液体の屈折率測定、複屈折、偏光現象とブルースター角の測定、高次の虹の散乱角の測定、スチール定規の目盛りによる光の回折、懸濁液による光の散乱)7課題、電磁気分野(回路設計と電力の測定、ホール効果の測定)2課題である。いずれも、物理学の基本を伝え、次の学びの一步となる実験であり、器具・機器等は高校においても準備可能な実験であることが確認できた。また実践として、これらの一部を高校(主にSSH校)において生徒実験で試みた。

日本物理学会年次大会および秋季大会において10件、応用物理学会の物理教育シンポジウムにおいて5件の講演を行い、その都度、関連の教育研究者に報告し、質疑応答を行った。また、分担者は初等中等教育において実践的な教育活動を行い、これらを日本物理学会年次大会および秋季大会において5件の講演を行い、質疑応答を行った。

これらの活動を研究成果報告書(全198頁)として刊行し、関連の教育研究者に配布している。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計0件)

[学会発表](計20件)

[日本物理学会] 10件

1) 第70回年次大会(早稲田大学, 21aCK-1)「グローバル時代に対応した物理教育コンテンツの研究開発」日本物理学会講演概要集 第70巻第1号(2015) p.3455.

2) 2015年秋季大会(関西大学, 19aAL-12)「グローバル時代に対応した物理教育コンテンツ

- の研究開発Ⅱ 国際物理オリンピック実験問題考察」日本物理学会講演概要集 第 70 巻第 2 号 (2015) p.3090.
- 3) 第 71 回年次大会 (東北学院大学, 19pBB-6)「グローバル時代に対応した物理教育コンテンツの研究開発Ⅲ 国際物理オリンピック実験再現」日本物理学会講演概要集 第 71 巻第 1 号 (2016) p.3349.
- 4) 2016 年秋季大会 (金沢大学, 13pKB-13)「グローバル時代に対応した物理教育コンテンツの研究開発Ⅳ 国際物理オリンピック実験再現②」日本物理学会講演概要集 第 71 巻第 2 号 (2016) p.3162.
- 5) 第 72 回年次大会 (大阪大学, 20pC11-9)「グローバル時代に対応した物理教育コンテンツの研究開発Ⅴ 国際物理オリンピック実験再現③」日本物理学会講演概要集 第 72 巻第 1 号 (2017) p.3406.
- 6) 2017 年秋季大会 (岩手大学, 23pA42-4)「グローバル時代に対応した物理教育コンテンツの研究開発Ⅵ 国際物理オリンピック実験再現④」日本物理学会講演概要集 第 72 巻第 2 号 (2017) p.2921.
- 7) 2017 年秋季大会 (岩手大学, 23pA42-5)「グローバル時代に対応した物理教育コンテンツの研究開発Ⅶ 中間報告」日本物理学会講演概要集 第 72 巻第 2 号 (2017) p.2922.
- 8) 第 73 回年次大会 (東京理科大学, 22pK510-11)「グローバル時代に対応した物理教育コンテンツの研究開発Ⅷ 国際物理オリンピック実験再現⑤」日本物理学会講演概要集 第 73 巻第 1 号 (2018) p.3178.
- 9) 2018 年秋季大会 (同志社大学, 11aA232-11)「グローバル時代に対応した物理教育コンテンツの研究開発Ⅸ IPhO 光学実験」日本物理学会講演概要集 第 73 巻第 2 号 (2018) p.2741.
- 10) 第 74 回年次大会 (九州大学, 14aK103-2)「グローバル時代に対応した物理教育コンテンツの研究開発Ⅹ 物理実験教育の要用」日本物理学会講演概要集 第 74 巻第 1 号 (2019) p.3197.

〔応用物理学会応用物理教育分科会〕 5 件

- 1) 第 26 回応用物理教育に関するシンポジウム (福井大学, 2015 年 10 月 31 日,)「国際物理オリンピック実験問題再現」講演予稿集 p.12-13.
- 2) 第 27 回物理教育に関するシンポジウム (北海道科学大学, 2016 年 10 月 29 日)「国際物理オリンピック実験問題再現Ⅱ」講演予稿集 p.17-18.
- 3) 第 28 回物理教育に関するシンポジウム (ワークプラザ岐阜, 2017 年 11 月 4 日)「国際物理オリンピック実験問題再現Ⅲ」講演予稿集 p.29-30.
- 4) 第 29 回物理教育に関するシンポジウム (九州工業大学, 2018 年 12 月 1 日)「国際物理オリンピック実験問題再現Ⅳ」講演予稿集 p.22-23.
- 5) 第 29 回物理教育に関するシンポジウム (九州工業大学, 2018 年 12 月 1 日)「国際物理オリンピック実験問題再現Ⅴ」講演予稿集 p.24-25.

〔関連講演 (登壇分担者)〕 5 件

- 1) 2016 年秋季大会 (金沢大学, 13pKB-2)「深い学びにつながった概念形成支援科学教育プログラムの構築 (数理的物理的概念形成支援のためのコンテンツおよびプログラムの開発)」日本物理学会講演概要集 第 71 巻第 2 号 (2016) p.3151.
- 2) 第 72 回年次大会 (大阪大学, 20aC11-5)「深い学びにつながる科学教育支援プログラムの構築 (グローバルイシュー解決のためのアプローチを求めて)」日本物理学会講演概要集 第 72 巻第 1 号 (2017) p.3389.
- 3) 2017 年秋季大会 (岩手大学, 22pA42-4)「数物系科学教育のための学修支援システムの構築」日本物理学会講演概要集 第 72 巻第 2 号 (2017) p.2893.
- 4) 第 73 回年次大会 (東京理科大学, 22aK510-12)「数物系科学分野の学びを支援するアクティビティモジュールの開発」日本物理学会講演概要集 第 73 巻第 1 号 (2018) p.3168.
- 5) 2018 年秋季大会 (同志社大学, 10pA232-12)「数理的物理的概念形成支援のためのコンテンツおよびプログラムの開発」日本物理学会講演概要集 第 73 巻第 2 号 (2018) p.2720.

〔図書〕 (計 1 件)

研究成果報告書『グローバル時代に対応した物理教育コンテンツの研究開発』(学術図書出版社, 2019) 198 頁.

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:

番号：
出願年：
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者（2 名）

研究分担者氏名： 田中忠芳
ローマ字氏名： Tadayoshi Tanaka
所属研究機関名： 金沢工業大学
部局名： 基礎教育部
職名： 准教授
研究者番号（8 桁）： 30460413

研究分担者氏名： 佐藤 誠
ローマ字氏名： Makoto Sato
所属研究機関名： 津山工業高等専門学校
部局名： 総合理工学科
職名： 教授
研究者番号（8 桁）： 90413830

(2) 研究協力者（6 名）

研究協力者氏名： 江尻有郷（元琉球大学教授）
ローマ字氏名： Arisato Ejiri

研究協力者氏名： 鍵山茂徳（鹿児島大学名誉教授）
ローマ字氏名： Shigenori Kagiyaama

研究協力者氏名： 毛塚博史（元東京工科大学教授）
ローマ字氏名： Hiroshi Kezuka

研究協力者氏名： 近藤一史（埼玉大学教育学部教授）
ローマ字氏名： Hitoshi Kondo

研究協力者氏名： 中屋敷勉（岡山一宮高等学校教諭）
ローマ字氏名： Tsutomu Nakayashiki

研究協力者氏名： 長谷川修司（東京大学理学部教授）
ローマ字氏名： Shuji Hasegawa

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。