

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 8 日現在

機関番号：16102

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2013～2014

課題番号：25885054

研究課題名(和文)数学科と理科を総合したデジタルコンテンツの開発とその利用に関する実証的研究

研究課題名(英文) Practical Study for development of digital contents and application for synthetic learning of mathematics and science

研究代表者

金児 正史 (KANEKO, Masafumi)

鳴門教育大学・大学院学校教育研究科・准教授

研究者番号：00706963

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 700,000円

研究成果の概要(和文)：数学科と理科を総合した教材としてデジタルコンテンツを作成し、これを用いた実践授業を実施した。扱った学習単元は力の合成・分解である。実践授業は小、中、高等学校で実施した。実践授業のための学習指導案は授業実施校の先生方と検討した。小学校や中学校では導入で綱引きの実演を見せ、その上でばねばかりを用いた力のつり合いの実験を実施した。その結果、小学校でも力の合成・分解の学習が可能であることが明らかになった。高等学校では実験のプロセスをデジタルコンテンツで理解させた上で三角比やベクトルの学習とも関連させた学習を実施した。教科を横断した学習指導は、高等学校の学習においても有効に機能することが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：In this study, the classes on composition and decomposition of force were held for elementary school, lower secondary school and upper secondary school using digital teaching contents synthesized mathematics and science. The teaching plans of these classes were brushed up with school teachers and a university teacher. In elementary school and lower secondary school, the demonstration of a tug-of-war was held, and have showed the balanced forces also. Learners in elementary school and lower secondary school have got the image of balance and have tried to get exact data from their experiments. In upper secondary school, digital contents have showed the procedures of experiments on composition and decomposition of force, learners in upper secondary school have tried to use the knowledge of mathematics, for example trigonometric ratio and vector, for understanding of balanced forces.

研究分野：科学教育，教科教育学

キーワード：数学と理科の総合 力の合成・分解 デジタルコンテンツ

1. 研究開始当初の背景

(1) 数学科と理科を総合した教材を開発するにあたり、総合的な学習の時間の創設の趣旨や経緯、及び現在の目標を重視した。平成8年の中央教育審議会「21世紀を展望した我が国の教育の在り方について」(第1次答申)は、児童生徒の「生きる力」をはぐくむために、横断的・総合的な学習指導を一定のまとまった時間を確保して実施することを提言した。これを受けて平成10年の教育課程審議会の答申は総合的な学習の時間の創設を提言した。その後、一部改訂を受けながら、現在では、総合的な学習の時間は、教科等の枠を超えた横断的・総合的な学習や探究的な活動となるように充実を図り、小・中・高とも日常生活における課題を発見し、解決するなど、探究的な活動を行うことが求められている。

(2) 総合的な学習の時間の趣旨を踏まえて、本研究では、教科等で身につけた知識や技能などを関連付け、新たな学習に生かして総合的に働かせる活動や、教科等の枠を超えた横断的・総合的な学習や探究的な活動を具現化する授業の開発を目指した。またこの授業では、デジタルコンテンツの開発をあわせて行い、より効果的な学習が行えるように配慮することにした。本研究が提案する学習指導において、児童生徒が主体的に取り組むことが、ひいては新しい知識・情報・技術を基盤とする知識基盤社会において、確かな学力や豊かな心、健やかな体の調和を重視した「生きる力」をはぐくむことに繋がると考えた。

2. 研究の目的

(1) 数学科と理科を総合した教材として、デジタルコンテンツを開発する。また、デジタルコンテンツを用いた実践授業を行い、デジタルコンテンツを用いた授業の意義を実証的に明らかにしようとした。そのために、3つの具体的な目標をたてた。

力の合成・分解に関するデジタルコンテンツを開発する。また、このデジタルコンテンツを利用した学習指導案を作成する。

で作成した学習指導案に沿った実践授業を行い、児童生徒が力の合成・分解の概念を捉える学習を支援するデジタルコンテンツになるよう、修正・改善を加える。

デジタルコンテンツの活用によって、児童生徒が既知の知識・技能などを横断的・総合的に活用して、力の合成と分解の概念をどのように捉えたか分析し、デジタルコンテンツの有用性を実証する。

3. 研究の方法

(1) 力の合成・分解の教材開発を行った。教材開発にあたっては、中・高等学校の理科や物理などの教科書も参考にしたが、力の大きさをできるだけ正確に読み取るために、3つのばねばかりを用いた実験を行ってデー

タを収集できる実験道具(以下、教具)を開発した(図1)。糸を用いて3方向にひくことができるパーツをつくり、コルクボードにデー

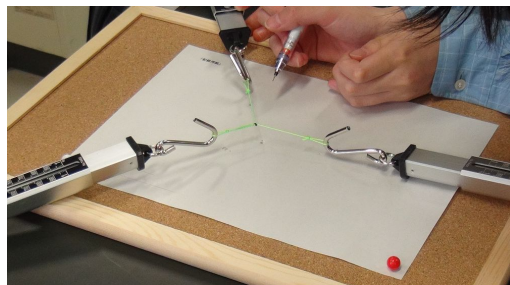


図1 力のつり合いをベクトルで表す作業

タ収集用の紙を固定し、3方向にひく向きとその力の大きさを矢線で表すための教具である。

(2) (1)の教具を用いてデータ収集を目論み、それを用いて力の合成・分解について考察する学習指導案を作成した。実践授業を行う各学校種の先生方との打ち合わせの結果、作成するデジタルコンテンツは、主に教具作成の手順と実験データの収集の仕方に焦点をあてることにした。

(3) (2)で作成した学習指導案に沿って、小・中・高等学校で授業実践した。また、授業の様子を把握するために、ビデオ撮影、音声録音機等を教室に持ち込んで、児童生徒の活動の様子を捉えることにした。

(4) 授業実践後は、収集した児童生徒の活動のワークシートやビデオデータなどを用いて児童生徒の反応を捉え、デジタルコンテンツの有用性について検証した。

4. 研究成果

(1) 実験対象は、公立学校の小学校6年生、中学校2年生、高等学校1,2年生である。小学校6年生では力の合成・分解は学習していない。また、中学校2年生では、中学校1年生で力を学び始めているが、力の合成・分解は中学校3年生で学習するため、授業時には未習の段階であった。高等学校では物理基礎と物理で、それぞれ力の合成・分解を学習する。以上のことから、実践授業は、小学校6年生では生活経験だけの段階、中学校2年生では様々な力が身の回りであることを理解している段階、高等学校1年生は力の合成・分解と三角比を学習した段階、高等学校2年生は力の合成・分解と三角比、ベクトルを学習した段階で、それぞれ実施した。

(2) 小学校6年生と中学校2年生は、力の合成・分解を学習していないので、同じ学習指導案による授業を実施した。授業の導入場面では、運動会で行う綱引きでつり合っている状況を思い起こすように促した。次に、教師による3人綱引きを教室で実演し、3人綱

引きでつり合う様子を観察させた。そして、3人綱引きでつり合うときにどのような力が働いているか、実験によってとらえる学習を行うことを、児童生徒に伝えた。小学校6年生、中学校2年生とも図1のような実験を正確に実施しようと努力して、実験データの収集を行った。その上で、収集したデータに表された3つの矢線以外に、もう1つの矢線を想起することを目標にした。そして、2力のつり合いを用いて3力のつり合いが捉えられることを体得できるようにした。実験と考察は班ごとに行ったが、活発な意見が飛び交い、力がつり合う場面について、理解を深めている様子が窺えた。実践授業を行った学習集団の固有の特徴だったかもしれないが、授業者や観察者の予想に反して、実験データは中学校2年生よりも小学校6年生の方が正確であった。

(3) 高等学校1年生と2年生は、いずれも力の合成・分解の学習は既習事項であるので、同じ学習指導案による授業を実施した。ただし、高等学校1年生は三角比の学習を学んだ直後であり、高等学校2年生はベクトルの学習中であった。このことからベクトルの知識・理解については、高等学校1年生と2年生はほぼ同じ学習状況にあると考えた。また、デジタルコンテンツは、実験の手順のほか、

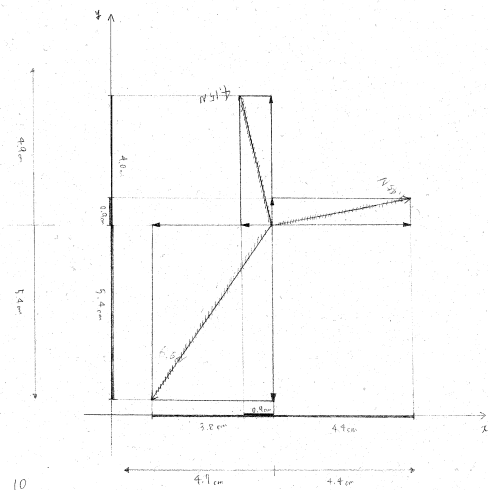
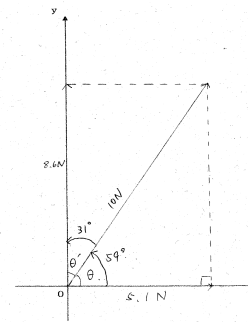


図2 3力を分解した作図

3力を直交する2軸方向にそれぞれ分解して考察する手順も示した。作業に手間取る生徒もなく、目的に見合った作業を的確に行った(図2)。生徒はx,y軸方向それぞれに分解した力をそれぞれの軸上に適切に分解できたかどうかを確認した後、2軸に分解した力が、それぞれの軸に分解した力だけを見ても、それらの合力も0になっていることを確認した。さらに、力の合成・分解の学習と三角比との学習を関連させようとして、1つの力を直交する2軸方向に分解し、もとの力と分解した一方の力を利用して、その間の角を三角比表を用いて求め、その後に分度器で角の大き

さを確かめる学習も行った。この作業を通して、生徒は三角比表の精度の高さに驚いたり、数学が理科の学習と関連していることに感心するなど、生徒の活動は積極的、精力的で、自ら学習する様子が窺えた。ベクトルについては、数学的な定義などを与えなかったが、力の合成・分解を学習する上で、特段の支障はなかった。

(4) 本研究が作成したデジタルコンテンツは、学習



$$\cos \theta = \frac{5.1}{10}$$

$$\cos \frac{59^\circ}{5.1}$$

$$\cos \theta = 0.51$$

$$\therefore \theta = 59^\circ$$

図3 分解した力と三角比

目標を支援する場面で活用するものばかりとなったが、学習者の反応からその有用性がとらえることができた。1つは、デジタルコンテンツを活用することで、多くの学習者が学習目標や実験目標を明確に捉えていたことである。学習目標や実験目標が不明確であることに気づいた班は、デジタルコンテンツを自由に閲覧できるパソコンの所へ出向き、全員で再確認の様子も見受けられた。こうした実態から、デジタルコンテンツが学習支援の一助となっていたことが窺える。2つめはデジタルコンテンツを活用することによって、学習者の実験や考察に多くの時間が確保できたことである。実験を伴う学習では、特に考察に割く時間が少なくなりがちであるが、本研究の実践授業においては、学習者が目標を明確にした上で作業を進めたり議論を深めるなど、主体的な学習に多くの時間を割くことができた。3つめは学習指導案の作成にあたって、実践授業を行った学校の先生と研究代表者が共働して修正を加え、よりよい学習指導案を作成できたことである。学習指導案の検討場面でも、事前に作成したデジタルコンテンツの案を示すことで、各学校の先生方に学習のねらいが明らかになり、的を得た議論がしやすくなった。授業において、主たる学習内容をデジタルコンテンツを用いて実践するのは異なる、新たな知見が得られたと考えている。デジタルコンテンツの作成だけでなく、教材開発や教具開発、学習指導案の検討を通して、学習者が主体的に取り組むような教材や場の提供についての多くの検討を、研究者や共同研究者との議論を通じて深めていくことができた。またその議論は、特定の教科の教員に限らず、教科の枠

を超えた議論がなされていて、各指導者にとって、視野を広げる機会になったとの感想をいただいた。教育に携わる様々な立場の者が、互いの知恵を出し合い、学習者が主体的に学習できる教材と場の提供を検討することの重要性が改めて明らかになった。

(6) 以上のような研究成果をもとにして、教科横断的、総合的な学習に着眼しながら、学習者が主体的に取り組む学習について、本研究の成果と課題をもとにして、さらに検討し、よりよい学習指導の在り方を研究していく。

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0件)

〔学会発表〕(計1件)

金児 正史 日本科学教育学会「数学と理科を総合した授業の実際と授業分析」平成26年9月13日(埼玉大学)(埼玉県・さいたま市)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

金児 正史 (KANeko, Masafumi)

鳴門教育大学・大学院学校教育研究科・准教授

研究者番号：00706963

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

安原 誠 (YASUHARA, Makoto)