

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 4 月 27 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500829

研究課題名（和文）Wii リモコンを加速度センサーとして利用した体験的力学学習システム

研究課題名（英文）Experiential learning system of mechanics that uses the Wii Remote as acceleration sensor

研究代表者

徐 丙鉄（SO BYON CHOL）

近畿大学・工学部・准教授

研究者番号：30196993

研究成果の概要（和文）：

学習観は教授法・授業シナリオ・教材・成績評価・学習スタイルに本質的な影響を及ぼす。物理教育の改善を目指して、先ず学習観を認知心理学における学習理論の変遷を基に確認した。その上で、科学的自然観（自然現象は少数の基本法則で記述できるという認識）の養成を目的とする力学教育の確立を目指して、Wii リモコンを加速度センサーとして活用して、現象と法則・数式を紐付ける教材と授業シナリオを開発した。

研究成果の概要（英文）：

A learning view a person owned, affects essential to his teaching methods, teaching scenarios and teaching materials, grading and learning style. Aiming to improve the physics education, learning views was confirmed on the basis of the evolution of learning theory in cognitive psychology. With the aim to establish mechanics education for the purpose of training the scientific view of nature (the recognition that natural phenomena can be described by a small number of basic laws), to take advantage the Wii Remote as the acceleration sensor, I have developed a teaching scenario and materials to link concrete natural phenomena and the laws of physics.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	500,000	150,000	650,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	200,000	60,000	260,000
年度			
年度			
総計	1,200,000	360,000	1,560,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学、科学教育

キーワード：物理教育・認知科学・学習理論・Wii リモコン・体験的学習

1. 研究開始当初の背景

物理学は、自然現象の観察とそれに基づく論理的思索と実験を通して、多様な自然現象を普遍的法則に基づき統一的に理解しようとする試み・態度であり文化である。物理教育においては、科学は全て実験科学であり、

物理法則の正しさは実験で検証されることを認識させることが先ず重要となる。また、科学は知識の単なる集積ではない。「科学する」行為である。一貫性の追求である。故に「科学する」態度を養うことが教育の主目標となる。

そのためには、リアリティを伴った学習が行われ、今学んでいる対象は目の前にある自然であると認識させる必要がある。物理学を座学で教科書をベースに教えるだけでは、教室という文脈に制限された単なる知識としての理解に留まりがちである。自然現象に対するリアリティを欠いた学習は、物理法則の普遍性に対する認識も現象の実体に対する把握も不十分になり、計算結果が非現実的な数値になってもおかしいと気づかない。学んだはずの物理法則に反する判断をしても矛盾を認識しない。このような状況は物理学の学習が行われたとはいえない。

2. 研究の目的

力学現象と法則・数式を紐付け、リアリティを伴った認識を目的に、Wii リモコンを加速度センサーとして活用した加速度モニタリングソフト (Wii 加速度メーター) を開発し公開する。合わせて、Wii 加速度メーターを活用した力学授業シナリオを制作し公開する。

(1) Wii 加速度メーターの開発

力学の基本法則を学習した後に、例えば等速円運動を学ぶ。テストで等速円運動の加速度と物体に働く外力の向きを問うと、①加速度は円の中心へ向い、外力は外向きに働く、とか、②加速度は接線方向に向い、外力は円の中心方向へ働くなど、運動方程式に反する解答が結構な数で存在する。これは基本法則が物理現象理解のベースとなっていないことを示している。さらに、具体的現象が運動方程式と紐付けられていないことを示している。

力学現象と数式の対応をリアルに認識し、現象を数式で表現することを真に理解するためには、物体の加速度をリアルタイムで観察することが有効である。安価でしかも多くの家庭に普及している Wii リモコンを加速度センサーとして活用し、加速度をパソコンで観察できる「Wii 加速度メーター」を開発する。これにより、様々な運動の加速度をリアルタイムに観測したり、自ら Wii リモコンを動かすことで、力と加速度の関係を体験的に学習し、運動方程式と対応の理解が深まる。

(2) 現象と法則・数式を紐付ける授業シナリオの制作と公開

物理教員が授業を改善したいと考えたときに、最も参考になるのが他者の授業シナリオと授業用の教材である。しかし、授業シナリオを公開しているサイトは、私の知る限りでは、存在しない。

日本の平均的な学力レベルの工学部 1 年生を対象とする力学の「授業シナリオ」を、

体験型実験・演習実験・シミュレーションを含む形式で制作し公開する。また、授業シナリオ共有サイトを構築し、授業シナリオの共有の輪を広げるとともに意見・要望を収集し授業シナリオの改善を図る。

(3) 現象と法則・数式を紐付けるシミュレーションの制作と公開

現象と法則・概念・数式を紐付けるシミュレーションを制作し公開する。演習実験では困難なパラメータの変更やスロー再生・拡大表示などはコンピュータシミュレーションで可能となる。シミュレーションではパラメータを自由に選び、見たいものを見たいように提示することができるので、数式との対応も具体的に確認できる。

3. 研究の方法

(1) Wii 加速度メーターの開発

Wii リモコンはゲーム機本体と短距離無線 Bluetooth で接続できるので、Bluetooth を搭載した PC とも接続できる。Wii リモコンの主な API ライブラリを検討し、Wii リモコンの加速度センサーの値のリアルタイムに表示する「Wii 加速度メーター」をユーザビリティに配慮しつつ開発する。

(2) 現象と法則・数式を紐付ける授業シナリオの制作と公開

認知科学と学習理論を調査した後に、それらに基づいた授業シナリオを制作し公開する。完成した授業シナリオは Web 上に pdf で公開する。

(3) 現象と法則・数式を紐付けるシミュレーションの制作と公開

Flash と Java を活用して、リアリティがあり、学生の興味を引き、かつ数式と現象の対応をインタラクティブに学習できるシミュレーション教材を開発する。

開発したものは Web に公開する。

(4) 公開サーバーの構築

オープン・ソースを活用し構築する。また、コンテンツ・ツマネジメント・システムの活用を検討する。

4. 研究成果

(1) 学習観の変遷

「学習とは何か」についての認識である学習観は教授手法・授業シナリオ・教材の開発・成績評価・学習スタイルに本質的な影響を及ぼすと考え、物理教育の改善のためは、先ず学習とは何かを認知心理学における学習理論の変遷をベースに確認し、それらを足

場として物理学教育・学習を検討した。その上で、力学教育において「Wii リモコンを活用した授業」の学習理論的意義と効果について検討した（下表）。

(2) Wii 加速度メーターの開発

Wii リモコンを加速度センサーとして活用した加速度モニタリングソフト（Wii 加速度メーター：図 1）を開発し、上記サーバーで公開した。

(3) 授業シナリオ

千変万化する自然現象は少数の基本法則で記述できるという認識（科学的自然観）の

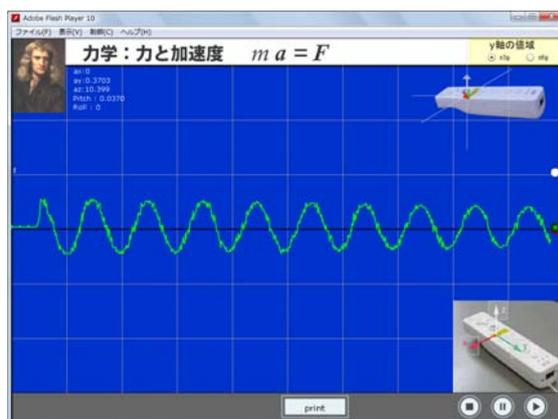


図 1 Wii 加速度メーター

学習観の変遷:4つの立場による学習の捉え方

湯澤正通編著「認知心理学から理科学習への提言」北大路書房(1998)p.8を元に情報を追加

	行動主義	認知主義	構成主義	状況主義
学習のメタファー(学習を説明する原理)	行動は刺激と反応の連合	学習は理解を通じた知識獲得	知識の構成	文化的実践への参加
学習の特徴	外的な賞罰による特定の行動の獲得・除去	新しい知識の獲得, 知識の構造化・手続き化	知識の構成, 既有知識の精緻化, 再構造化	学習は物理的, 社会的, 分科的文脈とのかかわりで生じる。
学習の原理・方法	古典的条件付け, 道具的条件付け, プログラム学習	学習内容の組織化, 精緻化などの記憶法略の利用, 発見学習	既有知識による学習の制約, 問題解決学習	発達最近接領域, 認知的徒弟制度, 協同学習
教師の役割	学習すべき行動を列挙・配列し, 学習行動にフィードバック(正誤の伝達, 賞罰)を与える。	学習すべき情報を構造化し, 効果的かつ効率的に伝達する。	既有知識(日常知)を明確化し, 日常知から科学概念の再構築を援助する支援者。	科学者が行うように「科学する」活動の場, 学び合い, 語り合う共同体を創設する。
	「できること」だけ評価: 学習者の反応が評価基準を満たしたか否かによって「学習したか否か」を判定。1960年代後半まで, 心理学の中心的な考え方。	知識が生まれるには既有知識の枠組み(スキーマ)との関連付けや「心的モデル」構成など, 積極的に「知識づくり」が行われなければならない。1960年代後半から。	人間は, 日常経験を通じて知識を構成する。その構成した知識を“実験室”の課題に持ち込む。従がって, 個人がどういう知識を持ちこんでいるかを考慮しないと, 学習を正確にとらえられない。	人間の学習や思考は, その人間の置かれた状況での人やモノとのかかわりに依存する。従がって, 統制された“実験室”での思考や学習は, その実験室の状況を単に反映しているにすぎない。

養成を目的とする力学教育の確立を目指して、Wii リモコンを加速度センサーとして活用して、現象と法則・数式を紐付ける教材と授業シナリオを開発した。その際には、学生が持つ既知・素朴概念・誤概念に配慮するなど認知科学と学習理論の知見も考慮した。特に、L. McDemott らによる、直接的な経験か観察をもとに、その題材の定性的な理解を促進させることから始めることで、概念的な理解を促進し、機能的な理解に至るという指摘に基づき「Wii リモコンを活用した授業シナリオ」を制作した。Wii 加速度センサーを活用して、力学現象と法則・数式を紐付け、自然認識として力学法則を認識することを目的として授業シナリオを制作し公開した。

(4) 現象と法則・数式を紐付けるシミュレーション

クロソイド曲線、剛体の放物運動などを開発し公開した (図 2)。

(5) 科学的教育知のキュレーション

認知科学と学習理論の知見を基に、自然認識の学問としての物理学学習の足場を選択し提示する (curation:キュレーション)、Web ページを制作し公開した (図 3 : <http://buturi.hiro.kindai.ac.jp/EduCurate/>)。

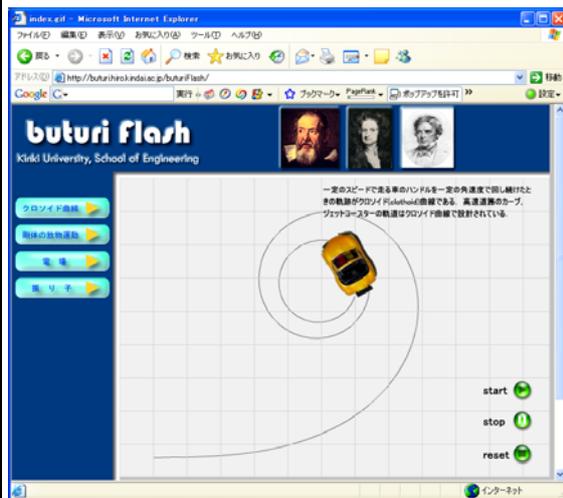


図 2 シミュレーション教材



図 3 科学的教育知 : 学習と教育を考える足場

<http://buturi.hiro.kindai.ac.jp/EduCurate/>

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 1 件)

①徐丙鉄、協調学習を導入した講義・実験一体型物理授業シナリオ、応用物理教育、査読有、Vol.36、No.1、2012、pp.57-62

〔学会発表〕（計 4 件）

① 徐丙鉄、Wii リモコンや Android Tablet のセンサーを活用した物理教育、大学 ICT 推進協議会、2012 年 12 月 8 日、福岡市

② 徐丙鉄、科学的教育知の収集と共有、第 23 回物理教育に関するシンポジウム、2012 年 11 月 2 日、八戸市

③ 徐丙鉄、ピア・インストラクションを導入した講義・実験一体型授業シナリオ、第 22 回物理教育に関するシンポジウム、2011 年 11 月 26 日、島根県飯南町

④ 徐丙鉄、大学初年次物理教育の再構築、応用物理学会、2011 年 3 月 25 日、厚木市

〔その他〕

ホームページ等

① Wii リモコンを加速度センサーとして利用した体験的力学学習システム

<http://buturi.hiro.kindai.ac.jp/wii/>

② 科学的教育知：学習と教育を考える足場
<http://buturi.hiro.kindai.ac.jp/EduCura>
te/

6. 研究組織

(1) 研究代表者

徐 丙鉄 (SO BYON CHOL)
近畿大学・工学部・准教授
研究者番号：30196993

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし