

も く じ

■開催日時：2016年10月1日（土）13:30-16:30

於：香川大学幸町キャンパス総合情報センター1階PCルーム（香川県高松市）

■テーマ：「ICT を利活用した高等教育機関の教育連携／一般」

- 1) 自転車ドライバのため交通安全教育アプリ“ポケットリス”-運用実験結果の分析- …… 1
○中川晋平, 奥田浩斗, 後藤田中, 林敏浩(香川大学)
- 2) Gnuplot を用いた数学用 e-ラーニングシステム STACK の描画環境の改良 …… 7
○深澤謙次(呉工業高等専門学校), 中村泰之(名古屋大学)
- 3) 選択的フィードバックによる個人の運動学習支援 …… 11
○石岡匠也, 後藤田中(香川大学), 松浦健二, カルンガル・ステファン(徳島大学), 八重樫理人, 林敏浩, 藤本 憲市, 村井礼(香川大学)
- 4) 多視点動画教材の視聴視点切替え提案による技能研修支援システム …… 15
○山本貴裕, 後藤田中, 石岡匠也(香川大学), 國枝貴之, 村田淳, 神代大輔((株)リコー), 小林雄志(立命館大学), 設楽佳世(国立スポーツ科学センター), 松浦健二(徳島大学), 八重樫理人, 林敏浩, 藤本憲市, 村井礼(香川大学)
- 5) 経済政策シミュレーションにおけるアクティブ・ラーニングの実践 …… 19
○大塚健太郎(早稲田大学)
- 6) RESAS を活用した授業 …… 23
○松浦義昭(金沢大学)

自転車ドライバのための 交通安全教育アプリ“ポケットポリス” -運用実験結果の分析-

中川 晋平, 奥田 浩斗, 後藤田 中, 林 敏浩
香川大学

"Pocket Police" : A Traffic Safety Education Support System for Bicycle Drivers —Analysis of Operational Experiment—

Shimpei NAKAGAWA, Hiroto OKUDA, Naka GOTODA, Toshihiro HAYASHI
Kagawa University

平成 27 年 6 月に道路交通法が改定され, 自転車ドライバがより安全運転に注意する必要がでた. そこで, 自転車ドライバを対象としたスマートフォンベースの交通安全教育アプリ“ポケットポリス”を開発する. ポケットポリスはリアルタイム学習と事後学習の 2 つの学習段階に分かれる. 本稿ではリアルタイム学習の運用実験の内容と実験結果の分析について述べる.

キーワード: 自転車ドライバ, 交通安全教育, ポケットポリス, リアルタイム学習

1. はじめに

香川県は雨も少なく坂も少ないので自転車を利用しやすい生活環境である. そのため, 香川県の自転車保有率は全国 3 位で 42.9%の人が自転車を利用している (1). 香川県の自転車の交通事故状況は極めて悪い. 香川県の人口 1 万人当りの自転車事故発生件数は全国と比べると非常に高い傾向にある. 平成 17 年から平成 26 年の自転車の交通事故発生状況の推移を見ると, 発生件数, 死者数ともに減少傾向にあるものの, ワースト 1, 2 位が続いている. また, 平成 27 年 6 月に道路交通法が改定され, 自転車ドライバもさらに道路交通法を知り正しい運転を行なう必要性が強まった.

現在行われている交通指導はポスターの掲示やパトロールによる不適切な運転をする自転車ドライバの指導が挙げられるが, 人手で行われているため, 指導には数に限りがある. 我々は不適切運転を行なっている自転車ドライバのパトロールと交通指導を自動化し, より多くの人が交通指導を受ける機会を提供することを目的とした. この目的を達成するために, 交通指導

の一部を ICT 教育で置き換えることを考える. ICT 教育を行なうデバイスとして, 誰でも手軽に利用できることをテーマに携帯端末を使用したアプリケーション“ポケットポリス”を開発した(2,3).

ポケットポリスは ICT を用いることで, 人手で行なっていた不適切運転のパトロールと適切な運転方法の指導を自動化するアプリケーションである. そうすることで, より多くの人が適切な交通ルールを学ぶ機会を提供することができる. ポケットポリスはリアルタイム学習と事後学習の 2 つの学習フェーズからなる. リアルタイム学習は自転車ドライバの運転をリアルタイムで検知し, 不適切な運転を検知した場合, 音と文字による警告, 指導を行なう. リアルタイム学習は学校の運動場などに仮想的な道路を構築して学習を行なう. 事後学習はリアルタイム学習で取得した運転情報を用いることで自転車ドライバが適応的に交通ルールを学ぶことができる. ポケットポリスはリアルタイム学習と事後学習を繰り返すことによって学習を進めるアプリケーションである.

今年2月に行なったリアルタイム学習における不適切な運転検知の精度実験では、概ね良好な結果が得られた(4)。本稿では香川大学工学部の敷地内に仮想的に構築した道路上で行うリアルタイム学習の運用実験の結果について述べる。

2. 香川県の交通状況と道路交通法

表1は近年の人口1万人当りの自転車事故発生件数である。香川県の自転車事故発生件数は全国1,2位が続いている。自転車事故防止のために走行環境の整備や取り締まり強化があるが、根本的な解決に至らず、自転車利用者の意識改善が求められる(5)。

平成27年に道路交通法が「一定の危険な違反行為をして3年で2回以上摘発された自転車運転者(悪質自転車運転者)は、公安委員会の命令を受けてから3ヶ月以内の指定された期間に講習を受けなければならない」と改定された。これにより、自転車ドライバも更に道路交通法を意識して安全運転を心がける必要性が強まった。我々は指導対象として、まず外部状況に無関係な違反行為に着目し支援を行なう。本システムでは外部の状況に左右されない通行禁止違反、歩行者用道路徐行違反、交差点安全進行義務違反、指定場所一時不停止、歩道通行時の通行方法違反を対象とする。外部の状況に依存する通行区分違反、信号無視、路側帯通行時の歩行者通行妨害、交差点優先者妨害等、遮断踏切立ち入り、ブレーキ不良自転車運転、酒酔い運転、安全運転義務違反は今後の課題とする。

3. ポケットポリス

本章ではポケットポリスのシステム構成と2つの学習フェーズについて述べ、大まかな学習の流れについて述べる。

3.1 ポケットポリスの概要

我々は不適切運転を行なっている自転車ドライバへのパトロールと交通指導を自動化し、より多くの人が交通指導を受ける機会を提供するために、ICTを利用した交通安全教育システムを開発する。

ICT教育を行うデバイスとして、“誰でも手軽に利用できる”をテーマに携帯端末で動作するアプリケーション

“ポケットポリス”を開発する。ポケットポリスはリアルタイム学習と事後学習の2つの学習フェーズからなる。リアルタイム学習は自転車ドライバの運転をリアルタイムで検知し、不適切な運転を検知した場合、音と文字による警告、指導を行なう学習フェーズである。事後学習はリアルタイム学習で取得した運転情報を用いることで自転車ドライバが適応的に交通ルールを学ぶことができる学習フェーズである。

3.2 システム構成

図1はポケットポリスのシステム構成図である。ポケットポリスは道路情報DB、教授内容DB、ユーザー情報DB、運転情報評価機構、教授戦略制御機構、位置情報取得機構、警告音発音機構、学習支援インターフェースからなる。道路情報は一時停止場所、徐行場所、一方通行などの道路の情報を保持しておくDBである。教授内容DBは交通ルール、マナーに関する情報を保持しておくDBである。ユーザー情報DBはユーザーごとに不適切な運転を行ったものを記録しておくDBである。位置情報取得機構は自転車ドライバの位置情報を取得する機構である。警告音発音機構はリアルタイム学習において不適切な運転を検知した場合、自転車ドライバに警告音を発する機構である。

3.3 リアルタイム学習

3.1で述べたようにリアルタイム学習は自転車ドライバの運転をリアルタイムで検知し、不適切な運転があった場合、音と文字による警告、指導を行なう学習フェーズである。学習者は、自転車に携帯端末を装着し、後述の仮想道路上を運転する(図2)。仮想道路上で自転車ドライバが不適切運転を行った場合、まず、ポケットポリスは停止を促す警告音を出す。自転車ドライバが警告音に従い一時停止をした場合、文字で違反内容を表示し警告する。運転を再開したら文字による警告をやめる。一時停止をしなかった場合、自転車ドライバの安全面を考慮し文字による警告をしない。

香川県の道路交通法施行細則では“自転車を運転するときは、携帯電話用装置を手で保持して通話し、若しくは操作し、又は画像表示用装置に表示された画像を注視しないこと。”とあり、運転中の携帯電話用装置の操作と画像の注視が違法となる(6)。リアルタイム学

表1 自転車交通事故の推移

年度	平成 17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
全国平均	14.1	13.3	13.1	12.7	12.2	11.9	11.5	10.6	9.7	8.8
香川県	23.0	22.2	21.2	21.4	20.9	20.2	19.1	17.4	16.1	14.1
全国順位	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2

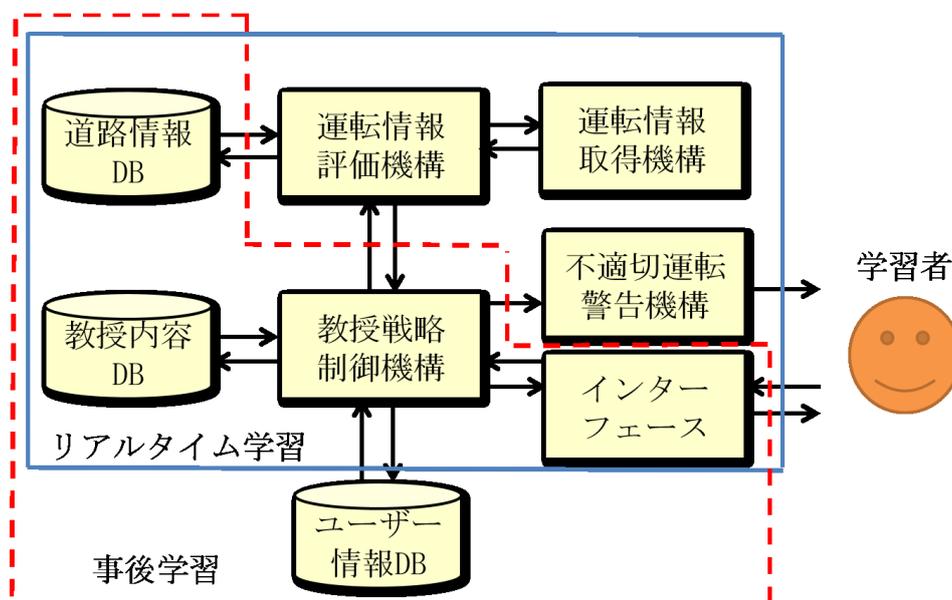


図1 システム構成



図2 リアルタイム学習時のイメージ

習のシステム設計を行なうにあたっては、自転車ドライバの安全面を最優先に考えると同時に、道路交通法に関しても細心の注意を払う。

3.4 事後学習

事後学習はリアルタイム学習で取得した運転情報を用いることで自転車ドライバが適応的に交通ルールを

学ぶことができる学習フェーズである。学習者はリアルタイム学習を終えた後に事後学習を行なう。基本的に事後学習ではリアルタイム学習時に不適切と判断された違反運転（例：速度超過）に関する学習を行なう。

事後学習は説明フェーズ、学習フェーズ、確認フェーズ3つからなり、それぞれのフェーズを行なうことで学習を進めることができる。説明フェーズはリアルタイム学習時の違反運転に対し、違反時の運転状況を説明するフェーズである。学習フェーズは違反事項に関する学習を行い、交通ルールの知識を深めるフェーズである。この時、不適切だと判断された違反運転に関連するマナーも学ぶことができる。確認フェーズは違反事項や学習内容に関する選択式の問題を出題し学習者の習熟状況を確認する。事後学習は自転車ドライバの不適切な運転を学習することができるので、効率的に学習することができる。

3.5 学習の流れ

リアルタイム学習と事後学習を用いたポケットポリスの学習の流れについて説明する(図3)。ポケットポリスを使用する際、まずポケットポリスの動作の説明を受ける。次に、リアルタイム学習を行い、不適切な運転を行っていないかどうかの確認をする。その後、事後学習でリアルタイム学習時に不適切だと判断された違反運転に関する学習を行なう。例えば、リアルタイム学習時に徐行速度超過と一時不停止の違反運転を行なった場合、事後学習で徐行速度超過と一時不停止に関する学習を行なう。後日、リアルタイム学習を行い、事後学習で学んだことが運転に反映できているか、新たな違反項目がないかなどの確認を行なう。このようにポケットポリスはリアルタイム学習と事後学習を繰り返すことによって学習を進めることができる。

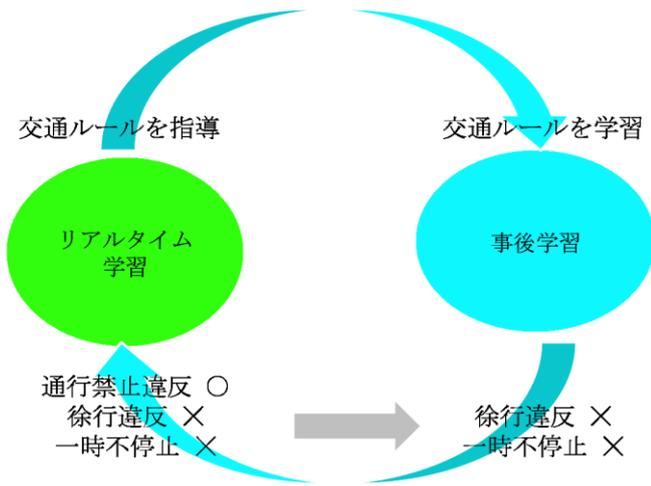


図3 学習フロー

4. 仮想道路

リアルタイム学習は学校の運動場などに仮想的な道路を構築し、仮想道路上を走向することで学習を進める。図4に構築する仮想道路の例を示す。仮想道路には現状ポケットポリスが支援対象としている一方通行、進入禁止、一時不停止、徐行速度超過の判定が行える環境を整備する。また、仮想道路は自転車ドライバーがどのような道路を走行しているかがわかるようにする必要がある。表2は公道に存在するものをどのように仮想道路で表現するかを示す。石灰を用いることで公道の白線を再現し、道路を作成する。また、その道路がどのような道路なのか自転車ドライバーがわかるように標識を作成し設置する。現状のシステムでは、信号

を使用した不適切運転の検知はできないため、信号に関する知識などを一緒に指導するなど必要があれば設置する。危険な交差点を再現するためには死角となるものが必要であるが、これは校舎などを上手く利用することで再現できると考える。

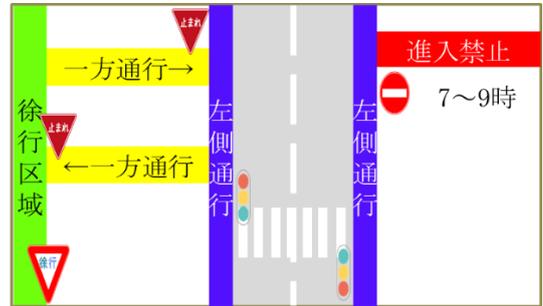


図4 仮想道路の例

表2 実道路と仮想道路の比較

公道	仮想道路
白線	石灰
標識	同サイズのものを作成
信号	必要があれば作成
死角などの障害物	校舎などを利用

5. 運用実験

リアルタイム学習時における不適切運転検知の精度を調べる実験を行なった。精度実験の結果は概ね良好であり誤検知も検知範囲を調整することで改善できると考える(4)。本章では精度実験の結果を踏まえた運用実験について述べる。

5.1 実験目的

精度実験ではある程度の精度で不適切検知が行なえており、精度の向上も見込めることがわかった。リアルタイム学習の運用実験では、実際にポケットポリスを使用して仮想道路内で学習を行なうこと考え、開発したシステムが正常に動作するかどうかを確認することを目的とする。システムが正常に動作するというのは、自転車ドライバーの運転に対応した検知、警告、指導ができるかどうか、現状の警告音で自転車ドライバーは音を認識できるかどうかを挙げられる。

5.2 実験手法

香川大学工学部の敷地内にリアルタイム学習を行な

うための仮想道路を構築し、仮想道路内を自転車ドライバに走行してもらおう。その時に、ポケットポリスが正常に動作しているかを客観的に観察し、自転車ドライバの運転に対応した検知、警告、指導が行なえているかどうかを検証する。表 3 にポケットポリスが支援対象としている違反を客観的に判断するための要素を示す。違反エリアへの侵入と一時停止場所での一時停止は自転車ドライバにヘッドカメラを装着し、その映像を見ることで判断する。走行速度に関してはスピードメーターを自転車に装着し、スピードメーターが表示する速度とポケットポリスの動作を比較する事によって判断する。

表 3 違反内容と判断要素

違反内容	必要な要素
進入禁止場所侵入	違反エリアへの侵入
一方通行区域逆走	違反エリアへの侵入, 進行方向
一時不停止	一時停止場所での一時停止
徐行速度超過	違反エリアへの侵入, 走行スピード

5.3 仮想道路の構築

運用実験に向けて、仮想道路を構築する必要がある。仮想道路は香川大学工学部に構築する。図 6 に運用実験時に香川大学工学部に構築する仮想道路を示す。仮想道路で仮想道路上に一方通行、徐行区域、進入禁止区域、一時停止場所となる場所を設定する。自転車ドライバが走行する道路がどのような道路か認識する必要があるため、道路の状況を表す道路標識を設置する。また、ポケットポリスのテーマとして自転車ドライバには自分の意志で運転をしてもらいその上で適切な運転を行なってもらいたいため、そのテーマを満たし、違反運転を引き出す方法を考える。

5.3.1 標識などの設置

自転車ドライバが現在走行している道路がどのような道路なのかを確認できるよう、道路標識を設置する。道路標識は道路の設計速度や交通の条件によって拡大や縮小が可能である。規制標識や指示標識は規定の 2 倍の大きさまで拡大、又は 1/2 倍の大きさまで縮小できる。本実験は自転車ドライバを対象としており、走行速度は速くないと予想できるため、実寸台の 3/2 倍

の大きさで作成した。表 4 に作成する標識の大きさを示す。一方通行の標識は 350mm*600mm、進入禁止の標識は直径 400mm、徐行区域と一時停止の標識は 1 辺が 533mm で作成した。図 5 が実際に作成した標識である。運用実験で構築する仮想道路には支援対象の一方通行、進入禁止、一時不停止、徐行速度超過の判定が行える環境を整備する。

実運用を考えた場合、道路を表す白線は引く必要があるが、今回構築した仮想道路は白線で道路を表さなくても走る道がわかるため、道路を表す白線は引かないこととし、一時停止場所を表す停止線のみ引く。信号や死角、通行人などの障害物については本実験では設置しないものとする。

表 4 標識の寸法

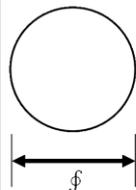
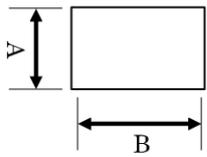
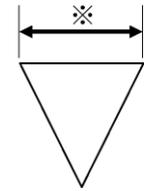
進入禁止	一方通行	一時停止	徐行
400φ	350×600mm	533mm	533mm
直径	縦×横	一辺	
			



図 5 作成した標識

5.3.2 走行ルート

ポケットポリスのテーマとして自転車ドライバには自分の意志で運転をしてもらい、その上で適切な運転を行なってもらいたいというものがある。そのため、決まったルートを走行してもらうのではなく、指定したポイントを必ず通行してもらおうという手法をとる。図 5 に指定するポイントと想定する走行ルートを示す。

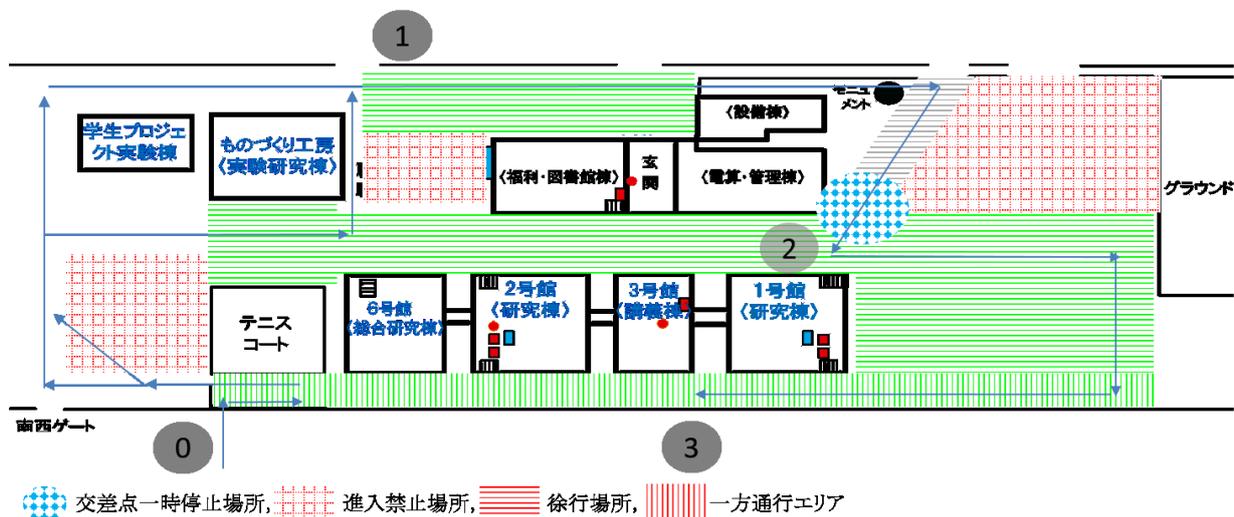


図 6 運用実験時の仮想道路

運用実験では 0 から 3 までの 4 つのポイントを指定し、指定したポイントを順番に必ず通ってもらうこととする。こうすることで、自転車ドライバによって走行ルートが変化すると考える。図 6 中の矢印は想定する自転車ドライバの走行ルートである。変化する走行ルートに対してポケットポリスが適切に検知、警告、指導を行なえるかを確認する。

まとめ

本稿では、香川県の自転車の交通事情と道路交通法の改定を受け、自転車ドライバの安全運転を指導するポケットポリスについて述べた。ポケットポリスはリアルタイム学習と事後学習の 2 つのフェーズからなる。リアルタイム学習では自転車ドライバの運転をリアルタイムで検知し、不適切運転があった場合には音と文字による警告、指導を行なう。また、リアルタイム学習は学校の運動場などに仮想的な道路を構築して学習を行なう。事後学習は説明フェーズ、学習フェーズ、確認フェーズが存在し、リアルタイム学習で取得した運転情報をもとにそれぞれの自転車ドライバに対応した交通ルールを学習する事ができる。ポケットポリスはリアルタイム学習と事後学習を繰り返すことで学習を進める。不適切運転検知の精度実験では概ね正しく検知できることがわかり、誤検知もある程度改善できると考える。運用実験ではリアルタイム学習が正常に動作するかどうかを検証する。運用実験は自転車ドライバにヘッドカメラを装着してもらい、自転車にスピードメーターを装着する。それらとリアルタイム学習の

結果を比較することによって正常に動作しているかを検証する。今後の課題として実際に運用することを考え、仮想道路の構築方法の考察などがあげられる。

参考文献

- (1) ReceMom : 自転車保有率ランキング
<http://resemom.jp/article/2015/05/19/24596.html>(2016年8月18日アクセス確認)
- (2) 中川晋平, “自転車ドライバーのための交通安全教育アプリポケットポリスのインターフェース設計”, 信学技法 115 (223), pp.29-32(2015)
- (3) 中川晋平, “自転車ドライバーのための交通安全教育アプリポケットポリスのシステム設計”, 教育システム情報学会研究報告 30(3), pp.15-18(2015)
- (4) 中川晋平, “自転車ドライバーのための刻子安全教育アプリ” ポケットポリス “-リアルタイム学習環境の構築-”, JSiSE 学生研究発表会, 2016
- (5) 蔭山浩輔, “サイクルコンピュータを用いた自転車事故防止のための一考察”, FIT2012, pp.269-270(2012)
- (6) 道路交通法施行細則-香川県
http://www.pref.kagawa.jp/somugakuji/hoki/d1w_reiki/41292510000300000000/41292510000300000000/41292510000300000000.html (2016年8月18日アクセス確認)

Gnuplotを用いた数学用e-ラーニングシステムSTACKの 描画環境の改良

深澤謙次*1, 中村泰之*2

*1 呉工業高等専門学校 自然科学系分野

*2 名古屋大学大学院情報科学研究科

Enhancement of Plotting Environment of STACK with Gnuplot

Kenji Fukazawa*1, Yasuyuki Nakamura*2

*1 Department of General Education, National Institute of Technology, Kure College

*2 Graduate School of Information Science, Nagoya University

本報告では、eラーニングシステムMoodleのオンラインテストモジュールである STACK の描画環境を改善する方法を説明し、STACK 上で陰関数のグラフや曲面を表示できることを示す。具体的には、科学技術系のグラフ描画ツールである gnuplot の適切なスクリプトを生成し、このスクリプトを使って gnuplot を起動する Maxima 関数を作成することによって実現する。また、改良した描画環境を利用したいくつかのSTACKの問題の例を提示する。

キーワード: e-ラーニングシステム, STACK, 描画環境, gnuplot

1. はじめに

近年、効果的かつ効率的な学習を可能にすることを旨として、様々な教育機関で eラーニングシステムが導入されている。オンラインで公開されている教材を使って学習し、理解度を確認するためにオンラインテストを実施し、その成績を管理するといった利用形態は今では珍しくない。そのようなオンラインテストで出題される問題の形式は、多肢選択問題、○/× 問題、数値問題、記述問題などいくつか用意されているが、数学などの理数系科目では、数式の解答を扱い、数式として正誤評価・自動採点できることが望ましい。そのような eラーニングシステムの1つに STACK^{(1),(2)}がある。

STACK は、eラーニングシステムMoodleのオンラインテスト（小テストモジュール）で、数式による解答を受け付け、数式としての正誤評価を可能にするシステムである。数式を評価する際、数式処理システムとして STACK は Maxima を利用している。STACK と Maxima はフリーソフトウェアであり、無償で利用できるソフトウェアであるから、有償のソフトウェアと違い、手軽に試すことができる。

STACK には様々な問題作成機能があり、数式だけではなくグラフを利用した問題を作成することも可能であるが⁽³⁾、単純な1変数関数のグラフしか表示できないという制限がある。本研究報告では、科学技術系のグラフ描画ツールである gnuplot を利用して STACK の弱点である描画機能を改善する方法について説明し、陰関数のグラフや曲面の描画に対応できることを示す。

2. STACK の簡単な紹介

STACK (System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel) は Sangwin⁽¹⁾ によって開

発された、数学オンラインテスト・数式評価システムであり、現在のバージョンでは、STACK は Web ベースの学習管理システムの一つである Moodle と完全に統合され、Moodle のテストモジュールの問題形式の1つとして利用できるパッケージになっている。解答として返される数式は、例えば、多項式、行列、関数などがある。STACK はこれらの解答を評価し、単に解答の正誤だけではなく、学習者へのフィードバックを含めた結果を生成する。その際、前述したように、数式処理システムの1つである Maxima を利用し、解答の代数的な評価を行う。

例えば「 $\frac{d}{dx}((x+1)^2)$ を計算せよ」という問題に対して、学生が $2(x+1)$ という解答を解答欄に入力したとすると、この解答を数式処理システムを用いて評価し正解と比較することによって、送信した数式による解答の正誤評価・自動採点が可能になる。数式の入力書式は Maxima の書式と同じである。

解答が正解の場合でも望ましくない解答の場合、例えば、上の例でいうと $2x+2$ と解答した場合、 $(x+1)^2$ を x^2+2x+1 と展開してから微分したと考えられ、合成関数の微分（チェインルール）を用いておらず、望ましくない。そのような場合は、学習者に合成関数の微分をするようにフィードバックを返す、あるいは場合によっては部分点を付ける（減点する）ことができる。これは STACK に用意されている、ポテンシャル・レスポンス・ツリーという機構を利用することで実現できるように設計されている。

3. STACK の描画環境の拡張

STACK は有効な eラーニングシステムであるが、グラフ描画環境が貧弱であることが大きな欠点である。ここでは、STACK のグラフ描画環境を gnuplot を利用して改善する方法について説明し、改善したグ

ラフ描画環境の利用例を示す。

3.1 gnuplot を利用した改善する方法

現在のバージョンでは Maxima のグラフ描画関数を利用して関数のグラフを描いているが、これらの描画関数は裏で gnuplot を呼び出しているので、陰関数のグラフや曲面の描画が可能はずであるが、実際には陽関数のグラフしか描画できていない。このことは、Maxima のグラフ描画関数を使わずに直接 gnuplot を呼び出す方が良いことを示唆していると思われる。具体的な STACK のグラフ描画環境を改善する方法は以下になる。

- (1) gnuplot を呼び出して望みのグラフを描く Maxima 関数を定義する。
- (2) (1) で定義した Maxima 関数を使うために必要な STACK の設定を行う。

(1) の Maxima 関数は以下の5つの部分から構成されていなければならない。

- (i) Maxima 関数 `absolute_real_time()` と STACK で定義されている `rand()` を使用して後で利用する2つのファイル名を決める。
- (ii) 新しく作成する Maxima 関数に渡される引数をチェックする。
- (iii) gnuplot に渡されるオプションを決める。
- (iv) 望みのグラフの png 形式の画像ファイルを作成するための gnuplot のスクリプトを生成する。
- (v) gnuplot を呼び出し、(iv) で生成したスクリプトを実行する。

上で新しく定義した Maxima 関数を STACK で使えるようにするための設定方法は以下になる。

- (a) 新しい関数の名前をディレクトリ(フォルダ)

```
(Moodle Top Directory)/question/type
/stack/stack/cas
```

の中にある、`casstring.class.php` というファイルで定義されている変数 `$studentallow` に追加する。

- (b) 新しい関数を定義しているファイルをディレクトリ

```
(Moodle Data Directory)/stack
```

にコピーする。

- (c) 以下の2行をディレクトリ

```
(Moodle Top Directory)/question/type
/stack/stack/maxima
```

にある `stackmaxima.mac` というファイルの中に追加することによって、Maxima に (b) のファイルをロードさせる。

```
PKG_DIR: "(Moodle Data Directory)
           /stack/"
load(concat(PKG_DIR, "<filename>"))$
```

ここで、`<filename>` は新しい Maxima 関数が定義されているファイルの名前を表している。

3.2 改善したグラフ描画環境の利用例

ここでは、改善したグラフ描画環境を利用して陰関数と2変数関数で表される曲面の描画の例を示す。

3.2.1 陰関数の描画の例

ここでは、陰関数として

$$x^2 + y^2 + xy = 5 \quad (1)$$

を選び、STACK 上で表示した問題の例を図 1 に示す。この例では、式 (1) で表されるグラフの内部の面積を求める問題を提示している。

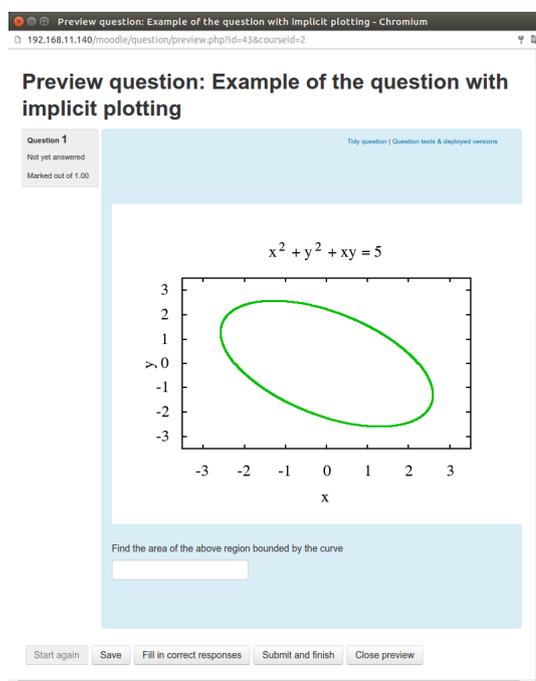


図 1 陰関数のグラフを表示した問題例
問題：陰関数

$$x^2 + y^2 + xy = 5$$

で表されるグラフの内部の面積を求めよ。

3.2.2 曲面の描画の例

ここでは、曲面を表す関数として

$$z = 1 - 3(x^2 + y^2)exp(-x^2 - y^2) \quad (2)$$

を考え、STACK 上で表示した問題の例を図 2 に示す。この例では、式 (2) で表される曲面と xy 平面で囲まれる z 軸を含む部分の体積を求める問題を提示している。図 2 を見ると、考えている立体は z 軸のまわりに軸対象になっており、体積を求めるヒントになっていると思われる。

- (1) Sangwin, C.: “Computer Aided Assessment of Mathematics”, Oxford University Press, Oxford (2013).
- (2) 中村泰之: “数学 e ラーニング”, 東京電機大学出版局, 東京 (2010).
- (3) Nakamura, Y., Amano, H. and Nakahara T.: “Enhancement of Plotting Function of Math e-Learning System STACK”, World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education, Honolulu, U.S.A., pp.2621-2627 (2011).

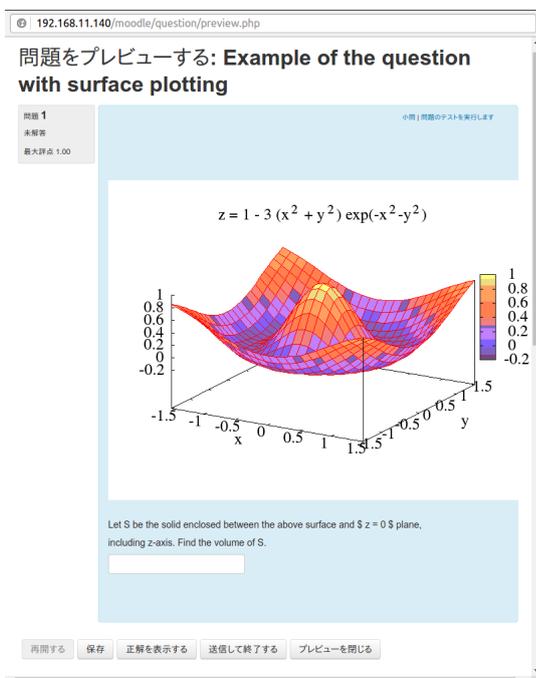


図 2 曲面を表示した問題例
問題：2変数関数

$$z = 1 - 3(x^2 + y^2) \exp(-x^2 - y^2)$$

で表される曲面と xy 平面で囲まれる z 軸を含む部分の体積を求めよ。

4. まとめと考察

本報告では、eラーニングシステム Moodle のオンラインテストモジュールである STACK の描画環境を改善する方法を説明し、STACK 上で陰関数のグラフや曲面を表示できることを示した。描画環境の改善は、適切な gnuplot のスクリプトを生成し、それを gnuplot に実行させることで実現したが、この方法は gnuplot の能力を十分に活用することができ、さらに、matplotlib, Pyxplot などの他のグラフ描画ソフトウェアに応用することができるものである。改善した描画環境を利用した2つの問題例を示したが、ここで改善した描画環境は STACK の問題だけではなく、学習者に返されるフィードバックでも利用することが可能である。

gnuplot のスクリプトの生成においては、Maxima と gnuplot の数式の表し方の違いに注意をしなければならぬ。STACK 上では Maxima が呼ばれるので、Maxima の表式を gnuplot の形式に変換しなければならないが、もし gnuplot を直接呼び出せれば、このような手間を掛ける必要はなく、gnuplot のスクリプトを生成する関数の作成がしやすくなる。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金・基盤研究 (C) (課題番号 26282033) の補助を受けてなされた。

選択的フィードバックによる個人の運動学習支援

石岡 匠也^{*1}, 後藤田 中^{*1}, 松浦 健二^{*2}, カルンガル・ステファン^{*2},
八重樫 理人^{*1}, 林 敏浩^{*1}, 藤本 憲市^{*1}, 村井 礼^{*1}
^{*1} 香川大学 ^{*2} 徳島大学

Supporting Individual Motor Learning with Selective Feedback

Takuya ISHIOKA^{*1}, Naka GOTODA^{*1}, Kenji MATSUURA^{*2}, Karungaru STEPHEN^{*2},
Rihito YAEGASHI^{*1}, Toshihiro HAYASHI^{*1}, Kenichi FUJIMOTO^{*1}, Hiroshi MURAI^{*1}
^{*1} Kagawa University, ^{*2} The University of Tokushima

On individual physical learning, it is important that learners grasp and record status of own physical movement while learning the sports. Moreover, if feedbacks are related to onomatopoeias in the record, the learners can acknowledge previous own condition with receiving the onomatopoeias during the training. This research proposes learning framework which utilizes the individual records of past as the learning material. Furthermore, the authors develop a wearable device. It uses both various sensors and actuators to give feedbacks for the learners.

キーワード: 運動学習, フィードバック支援, 学習記録, オノマトペ, 状態再現

1. はじめに

運動スキルの学習を個人で行う場合において, 学習者が自身の運動を把握し, 記録することが重要である. また, その記録を後日参照した時に, その時の自身の状態を認知し, 運動を再現可能ならば, 運動スキルの学習の期間を従来の個人学習に比べて短縮できる可能性がある. 橋本らの研究⁽¹⁾のように, 学習後に自分のフォームをモデリングし, フォームの言語化を支援し, それを後日参照できるシステムがある. このように, 身体運動をヴァーバルにして記録することは運動スキルの学習を行う上で効果的であると考えられる.

また, 学習者が身体運動とその状態を記録する際にオノマトペを用いて運動のヴァーバルにすることが運動の状態を再現するために有効であると考えられる. オノマトペは動作の感覚印象を表ヴァーバルで再現可能である⁽²⁾. さらに, 感覚フィードバック情報をオノマトペに付与しておき, 後に学習者が任意の感覚を選択可能な選択的フィードバックを用いて感覚を補足することで過去の状態を容易に再現できる可能性がある.

本研究では, オノマトペによる学習記録とそのオノマトペを感覚で表現するフィードバックを教材として

用いて学習を行うフレームワークを提案する. このフレームワークを実現することによって, 過去の運動の「良い状態」と現在の状態を比較し, 過去の運動の状態を再現が可能になると期待出来る. そして, それを学習者が能動的に反復練習することでスキル獲得の向上が期待出来る. 本研究で提案したフレームワークを実現するためには身体の動作を取得し, 学習者に感覚器を通してフィードバックを行う必要がある. そのために様々なセンサやアクチュエータを搭載したウェアラブルデバイスを開発する. 近年, IoTの発展により, 安価に製作することが可能であり, 身体の任意の箇所に装着し利用可能であるため, 幅広いスポーツに対応可能であると考えられる.

2. 運動中のリアルタイムフィードバック

2.1 リアルタイムフィードバックを用いる学習手法

運動学習時にシステムが学習者に与えるフィードバックの例としては, 後藤田ら⁽³⁾や田村ら⁽⁴⁾の研究があげられる. 後藤田の研究では, 打ち上げられ上方から落ちてくるテニスを打つスキルを学習者が習得する支援をしている. この研究はボールを打つタイミングを学習者に教示するために, ボールの高度に合わせてプ

ロジェクタでボールを着色するという色を用いたフィードバックを行なっている。田村らの研究では、野球のピッチング支援を行なっており、2-D の映像を学習者に提示することでフィードバックを行なっている。

これらの研究では主に視覚を利用したフィードバックを行なっているが、運動学習を行う上で他の聴覚、触覚といったフィードバックに置き換えることで学習者が運動スキルをより容易に理解し、習得できる学習を実現できる可能性がある。

2.2 ヴァーバルとフィードバックの関連づけ

橋本らの研究⁽⁴⁾は身体運動をフォームの連続であるとして、スケルトンモデルで自らのフォームを描写することでフォーム及び、身体運動の言語化を支援するためのツールを開発している。この研究では、フォームを外化することによって学習を促進することを目的としている。このような記録を用いて自分の過去のフォームを自らが再現することが可能である。

本研究では、学習者が自分のトレーニングを振り返り、運動を記録する際に、運動の重要な動きをオノマトペでヴァーバルにして記録する方法を採用する。再現する際にオノマトペを補足するように感覚フィードバックを学習者に当てることで運動感覚を理解し、その感覚をもとにして運動を再現することを可能になり、運動スキルの学習期間を短縮できると考えられる。

3. 学習記録を利用するフレームワークの提案

3.1 学習者の身体運動の取得

本研究ではウェアラブルデバイスのセンサを用いて学習者の動きを検出する。本研究でウェアラブルデバイスに搭載するセンサとしては、加速度計、磁気センサ、ジャイロセンサ、筋電センサが考えられる。学習者の動作の開始や停止、動作方向の変化や大まかな速度を取得するには加速度計が有効であると考えられる。また、磁気センサを用いると、体の姿勢や方向が検知可能であると考えられる。これを利用すると、例えば、テニスのサーブや、バドミントンのスマッシュで掲げた手の方向を検知することが可能である。また、筋電センサを使うと筋肉の緩急を検出できる。本研究では収集したセンサデータをフィードバックの発生や、オ

ノマトペに付与し、のちの学習でフィードバックを生成するために利用する。

3.2 学習者に与えるフィードバック

本研究で開発するウェアラブルデバイスから、学習者はあらかじめ設定した任意のフィードバック感覚に基づいてフィードバックを得られる。デバイスには視覚、聴覚、触覚の3つの感覚に対応するアクチュエータとして、スピーカーやLED、振動モータを搭載しておく。

本研究のフィードバックは、学習者に、例えばラケットを振り下ろす速度の目標値と、自分が現在振り下ろした速度の差といった目標値との差を伝達する。この差を伝達するためには、学習者がその差がどの程度であるかと、差分を修正し、修正した動作が目標となる動作に近づいているかがわかるようなフィードバックが必要である。

差分を伝達する際には各知覚情報を再現する信号の周波数が利用可能であると考えられる。例えば、音声であればある音を基準に目標となる動作より現在の動作が速い場合や、強い場合は周波数を高く、遅い場合や弱い場合は周波数を低くする方法が考えられる。光の場合は同様に色を青色に変色や赤色に変色させることが考えられる。触覚の場合であれば、与える刺激の感覚を変化させる方法もある。

本研究では、上記に示すような方法で学習者にフィードバックを与え、オノマトペの示す運動感覚を学習者に伝達する。

3.3 オノマトペを参照し学習するフレームワーク

本研究では、個人の学習者がトレーニングを行う際、過去の自分の良い状態を参照し、再現できる学習のフレームワークを提案する。学習中、学習者はウェアラブルデバイスを装着し、それによりトレーニング中の身体運動をセンシングし、デバイスに搭載されたアクチュエータから学習者にフィードバックを行う。提案するフレームワークを図1に示す。

本研究のフレームワークではまず、学習者はトレーニングを行い、その間、学習者が装着したウェアラブルデバイスでの運動がセンシングできるようにしておき、センシングしたデータは蓄積しておく。図1の例

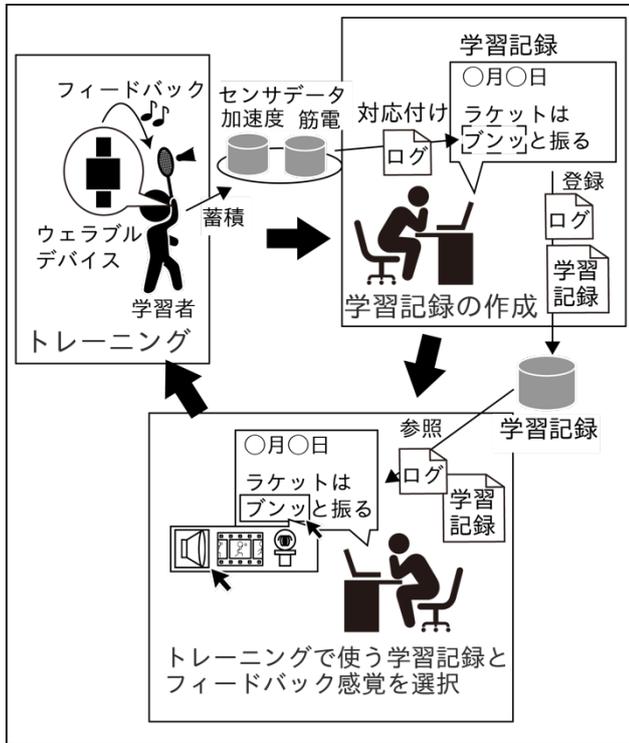


図 1 オノマトペを利用する学習フレームワーク

では、手首にデバイスを装着し、腕の振りをセンシングし、バドミントンのスマッシュの練習を行う。センサデータは一回スマッシュを打つごとに蓄積されるようにする。トレーニングの後、学習者はトレーニングを振り返り、トレーニングの中で最も良い状態で行えた身体運動の重要な動きをオノマトペでヴァーバルにして学習記録の作成を行う。図 1 では学習記録の作成内の破線で囲った部分がオノマトペに当たる。学習者はオノマトペに対応するセンサデータのログを選択し、オノマトペとログの対応づけを行い、学習記録として蓄積しておく。

後日、学習者は蓄積している学習記録を参照し自分がトレーニングするスキルに対応した、過去の良い状態の学習記録を選択する。図 1 では、学習記録の作成で作成したものを選択している。その学習記録内に含まれているオノマトペの中から運動感覚として参照したいオノマトペを選択し、さらに、感覚をフィードバックする際に利用する知覚を選択する。図 1 の場合では、「ブンツ」というオノマトペを選択し、また、聴覚フィードバックを選択している。この場合、選択したオノマトペに対応づけられたセンサログがウェアラブルデバイスに転送され、それと、デバイスのセンシングしたセンサデータとの差分が音の高低として学習者にフィードバックされる。

その後のトレーニングでは、ウェアラブルデバイスは選択した記録の身体運動を目標とし、それと現在の運動の差分をリアルタイムに感覚フィードバックで学習する伝達する。学習者はそのフィードバックを受け取り、これをもとに自らの身体の動かし方を修正し、目標とする運動に近づけていく。この時、その差分がわかりにくい場合などでは、フィードバックに利用する感覚を再選択し、トレーニングを行う。このトレーニング中にもセンサによるセンシングとそのデータの蓄積を行い、トレーニング後にはその学習を振り返り学習記録を作成する。

このフレームワークを適用することで、学習者は運動する上での感覚印象をより容易に感じる事が可能になり、短期間での運動スキルの獲得が可能になる可能性がある。

4. 提案フレームワークを実現するシステム

前章で提案したフレームワークを実現するためのシステムを図 2 に示す。本システムは学習者が装着するウェアラブルデバイスと、学習記録の作成やその蓄積、学習記録をもとにして教材の生成を行う学習記録管理サーバから構成される。

学習者はトレーニング前に、管理サーバの学習記録選択 I/F を通して学習記録 DB 内の学習記録を参照し、トレーニングに利用する学習記録、そこに含まれるオノマトペ、及びフィードバックに用いる感覚を選択する。学習記録選択 I/F はそのオノマトペに関連付けられたログデータをセンサデータ DB から抽出し、基準値を生成する。また、フィードバック信号 DB からフィードバック信号の元となるデータ(以下、元データ)を取り出し、それぞれを学習者に送信する。図 2 の例では、図 1 の例のようにフィードバック情報として音声を選択しているため、ここでは音声データの元データを抽出している。学習者は目標値データと元データを教材データとしてウェアラブルデバイスに登録する。

トレーニングを開始すると学習者が身につけたウェアラブルデバイスが学習者の運動をセンシングし、それをログとしてウェアラブルデバイスの内部センサデータ DB に格納する。この DB はサーバにログを転送する前に一時的に保存しておく DB で、加速度や筋電

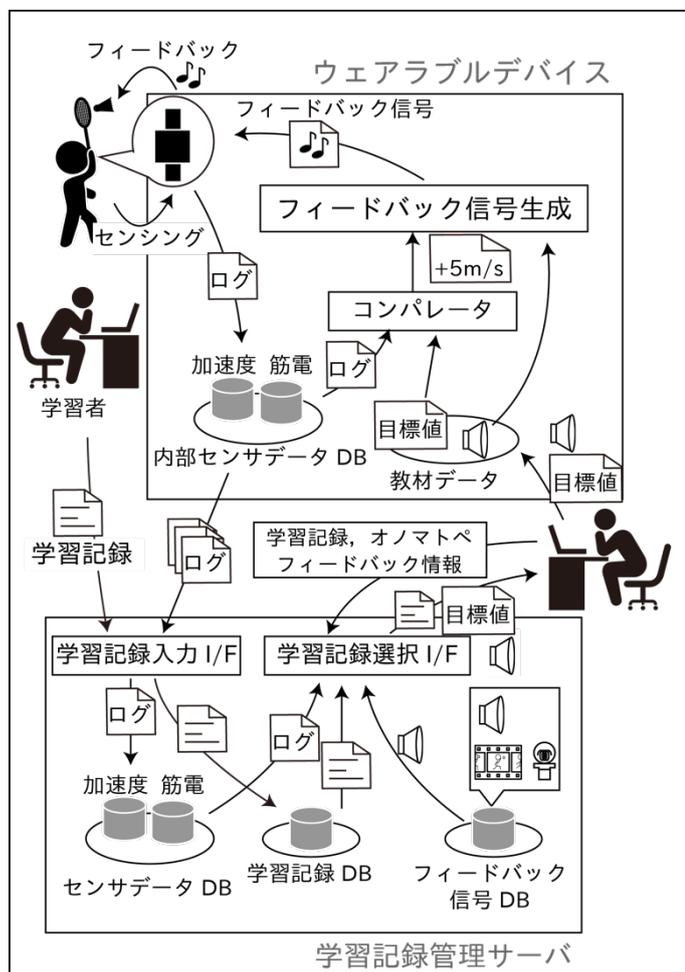


図 2 学習記録を用いた学習を実現するシステム構成

など、センサごとにログを保存しておく。ログはリアルタイムにコンパレータに転送され、そこで目標値とログ値の差分を取る。フィードバック信号生成器では、その差分と元データからフィードバック信号を生成する。図 2 の例では速度の差分と音声の元データから音声フィードバック信号を生成している。フィードバック信号は学習者にデバイスを通してリアルタイムに伝達される。トレーニング終了後、内部センサデータ DB 内のログはネットワークを経由して管理サーバの学習記録入力 I/F へと転送される。学習者はこの I/F を用いてそのトレーニングの一番良い状態でできた運動の重要な動きをオノマトペでヴァーバルにし、そのオノマトペに対応するログデータを関連づけることで学習記録を作成、登録する。すると、I/F は学習記録を学習記録 DB に、ログデータは学習記録 DB に登録し、そののちの学習に利用可能にする。

このシステムを実装することで、提案したフレームワークの学習が可能になり、学習者はオノマトペの持つ運動感覚をフィードバックによって体感できるよう

になる。これによって学習者がより短期間で運動スキルを獲得することが可能になると期待出来る。

5. おわりに

本研究では、学習者がスポーツの学習において、学習を振り返り、学習の良い状態をオノマトペでヴァーバルにし記録してその後の学習に用いるフレームワークを提案した。さらに、オノマトペの持つ運動感覚を学習中にウェアラブルデバイスによりフィードバックし再現可能にすることで、学習者が運動感覚を習得しやすくなり、スキル獲得が容易になることが期待出来ることを述べた。

今後は、ログと目標値の比較方法や、学習記録の入力、選択 I/F の UI についての検討を行い、システムの開発を行う、そして、システムの効果について実験し、有効性を検討していく。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16K16321, JP15K01072, JP16H03089 の助成を受けたものである。また、本研究はダイヤ工業株式会社との共同研究による。

参考文献

- (1) Hashimoto, R. and Kojiri, T. : “Verbalization Support for Motor Skill Using Form Drawing Tool Based on Skelton Model”, *Procedia Computer Science*, vol.60, pp.1687-1696 (2015)
- (2) 藤野良孝, 井上康生, 吉川政夫, 仁科エミ, 山田恒夫: “運動学習のためのスポーツオノマトペデータベース”, *日本教育工学会論文誌*, vol.29, pp.5-8 (2005)
- (3) Gotoda, N. and Matsuura, K. and Nakagawa, K. et al. : “Design of Tennis Training With Shot-timing Feedback based on Trajectory Prediction of Ball”, *Workshop Proceedings of the 21st International conference on computers in Education 2013*, pp. 196-201 (2013)
- (4) Tamura, Y. and Maruyama, T. and Shima, T. : “Analysis and Feedback of Baseball Pitching Form with use of Kinect”, *Proceedings of the 22nd International conference on computers in Education Workshop Proceedings*, pp. 820-825 (2014)

多視点動画教材の視聴視点切替え提案による

技能研修支援システム

山本 貴裕^{*1}, 後藤田 中^{*1}, 石岡 匠也^{*1}, 國枝 貴之^{*2}, 村田 淳^{*2}, 神代 大輔^{*2},
小林 雄志^{*3}, 設楽 佳世^{*4}, 松浦 健二^{*5}, 八重樫 理人^{*1}, 林 敏浩^{*1},
藤本 憲市^{*1}, 村井 礼^{*1}

*1 香川大学, *2 (株) リコー, *3 立命館大学,

*4 国立スポーツ科学センター, *5 徳島大学

Support System of Skill Training by Proposal of Switching

Viewpoint in Learning Materials of Multi-View Video

Takahiro YAMAMOTO^{*1}, Naka GOTODA^{*1}, Takuya ISHIOKA^{*1}, Takayuki KUNIEDA^{*2},
Jun MURATA^{*2}, Daisuke KAMISHIRO^{*2}, Yuji KOBAYASHI^{*3}, Kayo SHITARA^{*4},
Kenji MATSUURA^{*5}, Rihito YAEGASHI^{*5}, Toshihiro HAYASHI^{*1},
Kenichi FUJIMOTO^{*1}, Hiroshi MURAI^{*1}

*1 Kagawa University, *2 Ricoh Company, Ltd., *3 Ritsumeikan University,

*4 Japan Institute of Sports Sciences, *5 The University of Tokushima

In the measurement training for the purpose of understanding of athletic ability, while a learner needs to focus on procedure, it is also important that players understand the purpose of measurement. Therefore, in this study, we propose reflection-support system is associated with multiple viewpoint recorder and synchronous player of video. The system switches appropriately check test results according to the measurement procedure in moodle and educational videos which include the dialogue with the players. Learners can not only confirm the procedure but also review the corresponding to the level of understanding of players.

キーワード:技能研修, 対話能力, 振り返り支援, 視点切り替え, アノテーション表示, メタデータ

1. はじめに

運動能力の把握を目的とした技能研修においては、研修マニュアルの手順通りに実技を行うことに重点をおく一方で、選手の立場に立ち、選手の状態および理解度の確認のため、対話能力を身につけることが、研修品質の向上および選手のパフォーマンスの向上の観点から重要である。現在、研修生が受ける技能研修において、スポーツ選手のパフォーマンス測定者の養成研修では、国立スポーツ科学センター（Japan

Institute of Sports Sciences : JISS) により、独自の測定マニュアルが作成され、後藤田、小林による研究⁽¹⁾にて、測定品質の基準となる項目（以下：品質項目）が策定された。しかし、実際の研修への具体的な実施方法は、まだ十分に検討されていない。

また、これまでの技能支援について、eラーニングを利用した動画教材を用いて看護師の看護技術の習得を支援するシステム⁽²⁾や、多視点映像を用いた運転士の振り返り支援システム⁽³⁾等があり、看護支援システ

ムでは、OJTにおいて高い効果が期待できる。運転士の振り返り支援システムでは、運転シナリオに対応した多視点動画を用いて、決められた視点からの映像視聴支援を行っている。本研究では、自主学习における、振り返り学習の強化を目標に、学習管理システムのmoodleを利用し、多視点動画収集・同期再生システムと連携させた振り返り支援システムを提案する。moodle内で研修マニュアル、品質項目から測定手順に合わせてチェックテストを作成し、テスト結果から未習熟箇所に対応する動画教材の強調視点を切り替える。

研修生はチェックテストにより自身の習熟度を確認し、未習熟箇所に対応した動画教材を視聴することにより、手順の復習だけでなく、選手との対話能力の効果的な振り返りを行うことが期待できる。

2. 振り返り学習と視点切り替えの提案

2.1 技能研修における対話能力支援の必要性

技能研修において、研修生がマニュアルに従い、手順良く実技をこなすことが重要である。それに加え、選手のより良いパフォーマンスの測定、研修品質の向上を目的として、研修生は選手の立場に立ち、選手の状態、実施内容についての理解度を把握するヒアリング等の対話能力が必要である。例えば、選手の運動能力測定の場合、選手が全力を出すためには、十分なウォーミングアップをさせることが重要である。ここで、以下のような対話を行う。

測定者「本番を想定して60%くらいの力を出しましょう。」選手「はい。」

測定者「次に80%の力を出しましょう。」選手「はい。」

測定者「最後に全力をお願いします。」選手「はい。」

このとき、選手の応答のイントネーションなどから選手の状態を把握することが重要となる。しかし、マニュアルの内容は手順に重点が置かれており、対話能力についてマニュアルには十分に記述されていない。また、研修の内容によっては、マニュアルを変更することが難しく、対話能力の習得支援の枠組みの策定が必要である。本研究では、予め品質項目によって決められた注目点から撮影された選手との対話を含む多視点動画を用いて、品質項目ごとに注目点を適切に切り替えることによる振り返り支援を提案する。



図 1 注目視点を枠で囲み強調する方法

2.2 これまでの技能研修と問題点

現在行われている技能研修において、JISSで行われている、スポーツのパフォーマンス測定（フィットネス測定）の測定者養成の場合、JISSが独自の測定マニュアルを作成し、後藤田、小林らの研究⁽¹⁾で測定品質の基準を作成し、フィットネス測定の標準化を図り、講習や実習、自主学习を中心とした、独自の測定者養成プログラムを行っている。JISSの行っている測定者養成プログラムは以下の流れに従う。

- 測定研修会

研修生は、研修マニュアル・資料を用いて研修内容についての講義、実習形式の演習を受ける。

- 自主練習

研修マニュアルを用いて自主練習を行う。用紙のチェックシートで習熟度を確認しながら学習する。

- 習熟度チェック

実際の測定の流れに沿って、実技の技量が判定される。口頭試問によって、知識の確認も行われる。

ここで、これまでの流れでは、研修生は自主練習の際、自身でチェックシートを用いて習熟度を確認する必要がある。また習熟度チェックの結果と、次回の自主練習によって改善されるべき箇所が対応していない場合、その後の未習熟箇所が埋められない可能性がある。

2.3 振り返り学習の流れの提案

山本らの研究⁽²⁾では、学習管理システム moodle の



図 3 注目視点を一カ所で切り替える方法例

小テスト機能を用いて、研修生の習熟度をシステムで把握し、未習熟箇所に対して、対応する動画を提供する振り返り学習の流れを提案した。これにより研修生は moodle のチェックテストを通じて習熟度の確認が行え、未習熟箇所に対して、動画を確認することで振り返り支援を行える。

2.4 動的視点切り替えのフレームワークの提案

未習熟箇所に対する動画視聴では、先行研究⁽³⁾より学習管理システムのテスト結果に基づいて視点を動的に切り替えるフレームワークを提案している。

視点切り替えの流れとしては、多視点動画・同期再生システムに研修項目、動画内時間で注目すべき視点、注目すべき理由、熟練者コメント等を動画に対応づけてメタデータとして作成、蓄積しておく。

ここで多視点動画再生システムには、(株)リコーの開発した映像・音声データを記録・共有可能なシステム「CollaborativeLogger」(以下:CL)を用いる。CLには多視点動画蓄積機能、単一画面での複数動画再生機能、指定時間での視点切替え機能などをもっている。

研修生は moodle のテスト結果に応じた視点動画を Web ブラウザ上でシステムにリクエストし、システムはメタデータから対応する研修項目、時間、視点データを参照し、視点を切り替える。

視点切り替え方法は 2 種類あり、視点動画をすべて表示しておき、注目視点を枠で囲み強調する方法(図 1)や、注目視点を一カ所で切り替える方法(図 2)が提案されている。図 1 では研修生が強調表示されている動画を追う形で視点切り替えを行い、図 2 では強調視点を一カ所にまとめておくことによりシステム側で視点切り替えを行っている。本研究では、研修生



図 2 アノテーション表示の視覚的見本

が注目視点をより強く意識できるように、研修生が視点情報を追い、他の視点と比較しながら閲覧を進めていけるよう図 1 の表示方法を検討する。

3. 動画教材表示についての提案

3.1 動画視聴の流れ提案

本研究では、先行研究を受けて、多視点動画の見せ方について提案する。動画の視聴方法の流れとして、図 3 のような流れを検討する。moodle で実施したテスト結果から、研修生が誤答したテスト番号を CL に送り、CL 側ではテスト番号に対応した蓄積されている動画から受け取ったテスト番号に対応する視点の動画を参照し、強調表示する URL を moodle に送る。ユーザはブラウザ上で URL をクリックし、CL へ動画のリクエストを送り、CL は送られてきたリクエストに対応した動画をブラウザへ送る。ユーザが視聴した際の視聴履歴は CL に蓄積され、次回以降の研修に利用する。

3.2 アノテーション表示についての提案

研修生が動画視聴に対してコメントを残せるような

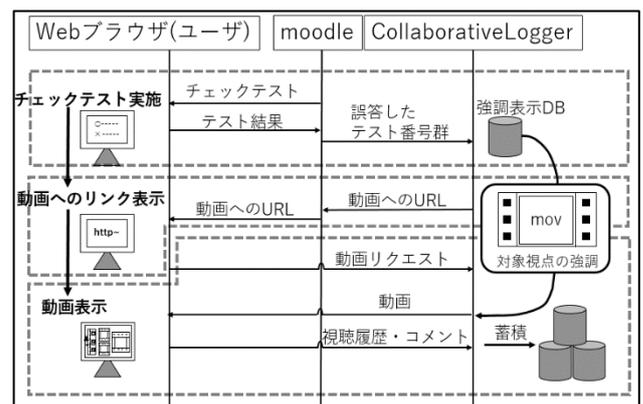


図 4 動画視聴についての流れ

表 1 強調表示メタデータの例

項目名	例
強調番号 ID	1
テスト ID	Biodex_1
動画 ID	JISS_01
強調開始時間	00:15:00
強調終了時間	00:20:00
枠の色	RGB 値(24bit)

仕組みを検討する。コメントの入力については図 4 のようにアノテーション表示し、研修生は以下の流れでコメントを入力する。

- コメントを入力したい箇所で動画を停止
- コメントを入力欄に入力
- 動画欄に対象の視点動画を選択し入力
- コメント一覧に再生時間毎にコメントを表示

研修生は動画視聴中に重要なポイント等をコメントとして残し、動画を繰り返し視聴することによって、未習熟箇所の復習や次回の研修に利用する。

4. メタデータの定義

動画の強調表示のためのメタデータについては、動画の内容情報やテスト番号と動画の対応、さらに強調表示の内容やアノテーション表示内容等の様々なメタデータを定義しておく必要があり、動画と共に CL 側に蓄積する。特に強調表示についてのメタデータについては、moodle のテスト ID とそれに対応する動画 ID、動画の強調表示部分（開始時間、終了時間、強調内容等）の情報等が記載されたメタデータ（表 1）を用意しておき、強調表示部分については、コンテンツ管理者が予め決定、入力しておく。CL は moodle から送られたテスト番号から、メタデータを参照し、対応する動画 ID を強調表示部分に従い、強調表示する。

5. まとめ

本研究では、運動能力の把握を目的とした技能研修における、手順および選手との対話能力の動画教材の視聴方法と見せ方の提案を行った。これまでフィットネス測定の測定品質の保証と測定スキル向上のための具体的な支援方法は十分に検討されていなかった。そこで先行研究により、学習管理システム moodle と多

視点動画収集・同期再生システムである CL を連携させることによる、習熟度の把握と未習熟な箇所に対しての動画教材の提示による振り返り支援システムを検討した。そこで本研究では、動画の視聴方法の流れと、アノテーション表示の流れの提案、メタデータの定義について提案した。さらに moodle で実施したチェックテストの未習熟箇所に対して、CL でテスト番号に対応する動画のメタデータを作成し、moodle から送られてきた誤答したテスト番号に対応する動画教材を提示する流れを検討した。これにより、研修生の振り返り支援の実現を目指した。

今後の課題として、動画の教示方法およびメタデータの具体的な設定、moodle における、テスト結果を CL へ受け渡す仕組みの実装、評価実験を想定した、研修生にとってより具体的な利用方法の検討、動画の強調方法、moodle の問題作成等の整備を行う。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP16K16321, JP15K01072, JP16H03089 の助成および(株)リコーとの共同研究による。

参考文献

- (1) 小林雄志, 後藤田中: “スポーツ競技者に対するフィットネス測定の質保証—測定スキルの向上を支援する CMS の提案—”, 教育システム情報学会第 39 回全国大会講演論文集, pp. 69-70, (2014)
- (2) 伊津美孝子, 真嶋由貴恵, 畠田聡: “e ラーニングを活用した新人看護研修プログラムの開発と評価”, 教育システム情報学会誌, Vol.31, No.1, pp.57-68, (2014)
- (3) 小美濃幸司, 遠藤広晴: “運転士の異常時対応能力向上プログラムの実用化”, RTRI REPORT Vol 27, No.3, pp.17-22, (2013)
- (4) 山本貴裕, 後藤田中ほか: “研修チェック項目を多視点動画収集・同期再生環境に連携させた振り返り支援システム” 第 41 回教育システム情報学会全国大会論文誌印刷中, (2016)
- (5) 山本貴裕, 後藤田中ほか: “テスト結果に基づき多視点映像再生の注目視点の切り替えを動的に構成するフレームワークの提案” 2016 電気関係学会四国支部講演論文集印刷中, (2016)

経済政策シミュレーションにおける アクティブ・ラーニングの実践

早稲田大学トランスナショナル HRM 研究所, 招聘研究員
大塚健太郎

A Practice of Active Learning for Simulation about Economic Policy

Kentaro OTSUKA, Adjunct Researcher,
Institute for Transnational Human Resource Management, Waseda University

Education about economic policy is important for high school students because the voting age for national elections has been lowered to 18 from 20. This paper states the effects of active learning about economic policy. After practicing a simulation named cash-flow game, the average score about economic policy increase 9 points. Some students increase the score 14-34 points. This result indicates that students can improve understanding economic policy by practicing active learning.

キーワード: アクティブ・ラーニング, クリッカー, 経済政策, シミュレーション

1. はじめに

経済政策とは、政府が経済に対して何らかの政策を行うことである。2016年8月には、安倍政権において事業規模 28.1 兆円の経済政策が閣議決定された。こうした経済政策は、我が国の経済にとって少くないインパクトをもたらさう。18歳からの選挙権が認められたことから、若年層が経済政策に関心を示し、理解を深めることは教育上重要である。必ずしも経済に興味があるとは限らない若年層に対して、シミュレーションゲームを通して楽しみながら経済を学べる能動的学習をデザインすることには意義があると考えられる。

今回、高校生に対して経済に関する学びを深めてもらう機会があり、ボードゲームによるシミュレーションにて経済政策に関する能動的学習を実施している。本稿では、経済政策に関するアクティブ・ラーニングを実践し、その効果や課題を検討することを目的としている。またこれに付随して既存の ICT 技術を活用した確認テストを実施し、その効果を測定している。

2. 調査概要

2.1 調査対象

神奈川県の高次教育プログラムの一環として行われる高校生を対象とする分野別学習が 2016 年 7 月に実施されている。筆者が実施した経済系のプログラムには高校生 8 名の希望者があり、当該プログラムは 2 日間に渡り計 10 時間をかけて行われた。参加する高校生が所属する高校の偏差値は 40 から 50 の範囲にあり、学力としては中程度から下位の生徒が対象となっている。

うち 8 人中 4 人は、ビジネス系の学科に所属する高校 1 年生及び 2 年生であり、経済や会計の初歩的な知識を有している。プログラムの開始前に基礎的な数学力を把握するため、高校生 8 名に対して四則演算に関する簡易的な計算テストを実施したところ、1 名を除き 10 点以上であった。ゲームを行う上での基礎的な計算ができていることを確認している¹。

¹ 分数, 小数, 百分率を含む 15 問 15 点満点とする計算テストを 10 分で実施している。

2.2 クリッカーについて

プログラムの1日目の最初及び2日目の最初にクリッカーによる経済に関する4択の確認テストを行う。2回とも同じ問題を使用している。最初のテストを行ってからは講義1時間、実習3時間を経て2日目のテストを行っている。講義1時間に関しては会計の初歩的な知識とゲームのルール説明が主であり、経済に関する説明は意図的に行っていない。これは主にゲームによる能動的学習により経済の知識を深められるかどうかを確認するためである。

今回、確認テストを行うにあたり eClicker Audience 2 及び eClicker Presenter 2 を使用している²。過去の報告において Clica というクリッカーを使用していたが、スマートフォンのバッテリー消費が激しいこと、出題の際にタイムラグがあること、出題する問題をストックできない等の課題が確認されたが、今回使用するクリッカーは上記の課題をおおむねクリアしている³。

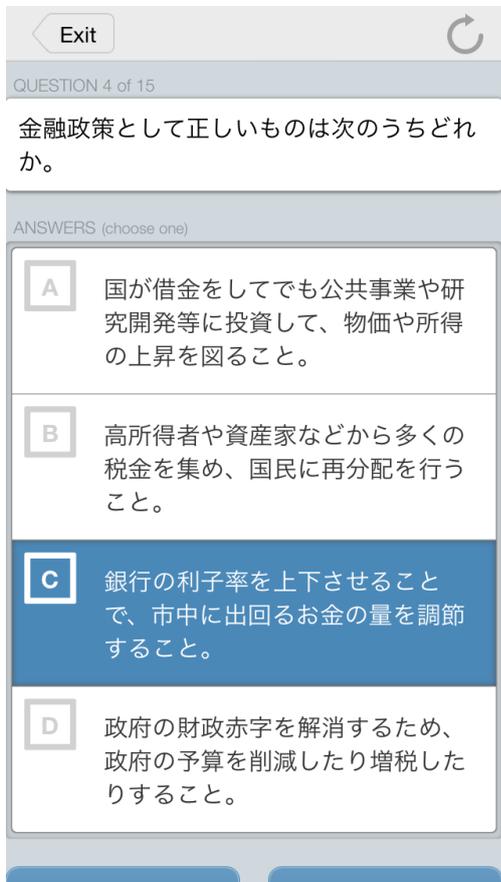


図1 eClicker Audience 2 の表示画面

² 回答者に必要な eClicker Audience 2 は無料で、出題者に必要な eClicker Presenter 2 は有料 (500 円) でダウンロード可能である。

³ 大塚 (2015) pp.17-18

図1に示すように、スマートフォンに表示される問題及び解答群から適切な答えをタップすることで回答することができる。iPhone または Android にて eClicker Audience 2 をインストールし、出題者側と同じ回線を使用することで、回答可能となる。

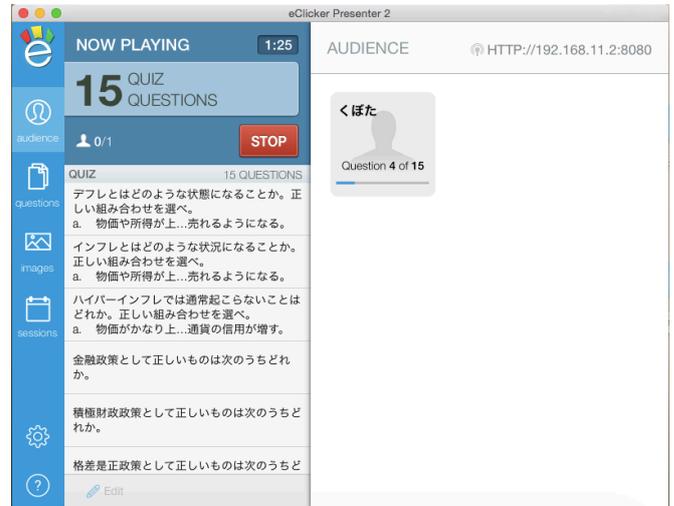


図2 eClicker Presenter 2 の表示画面

出題者側では PC 等にて問題の作成・編集・配布・回答の確認等を行うことができる。なお、回答者が全ての問題を解いても、正解数のみが表示されるため、どの問題が正解であったかまでは回答者は把握できない。解答・解説を行う場合には、問題を再び回答者側に表示させるか、プロジェクター等に写しながら行う必要がある。

2.3 シミュレーションゲームについて

経済政策シミュレーションのアクティブ・ラーニングにおいて、「キャッシュフロー101 (日本語版)」のボードゲームを使用している (図3, 図4)。家計簿代わりとしての貸借対照表及び損益計算書をプレイヤー自身が作成しながら、負債からの支出を減少させ、資産からの収入を増やしていくゲームである⁴。

プレイヤーは株や不動産等への投資シミュレーションを行えるため、投資・会計リテラシーを身に付けるための教材としても用いられる。ただし、今回のプログラムでは経済政策のインパクトを体感してもらうことを重視し、いくつか独自のルールを設けて筆者が政府としてゲームに介入している。

⁴ 資産から得られるキャッシュフローが総支出を上回ると、あがることが可能となる。

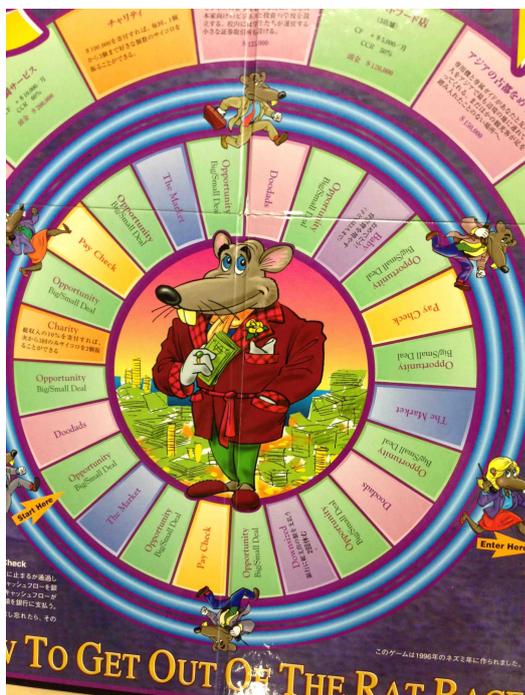


図3 キャッシュフロー101のボードの一部



図4 実際のゲームの様子

具体的な独自ルールとしては、特定のマスに止まるとインフレまたはデフレが引き起こされることがまず挙げられる。一定のマスを通過することで収入を得られるというゲーム特性があることから、インフレの場合は、サイコロの数を増やすことで所得を増やし、消費財の価格を上げる。デフレの場合には、サイコロの数を減らしたりサイコロの目を減らしたりすること

で所得を減少させ、消費財の価格を下げる。

もう1つ独自ルールとして、選挙制度を設けている。それぞれの候補者は金融政策，積極財政政策，格差是正政策，緊縮財政政策のいずれかを主張しており，一定時間毎にプレイヤーによる投票が行われる。選挙で選ばれた政治家によって，銀行の利率，インフレまたはデフレの起こりやすさ，所得再分配等のゲーム内経済が変化する仕組みを設けている。プレイヤーがゲームを有利に進めるためには，候補者の政策がどのような結果をもたらさうかを理解する必要がある。

3. 実践結果と今後の課題

3.1 クリッカーによるテスト結果

対象となる高校生8名に15問のテストをゲーム前後に行い，以下のような結果が得られた。得点はeClicker Presenter 2にて自動集計されている。

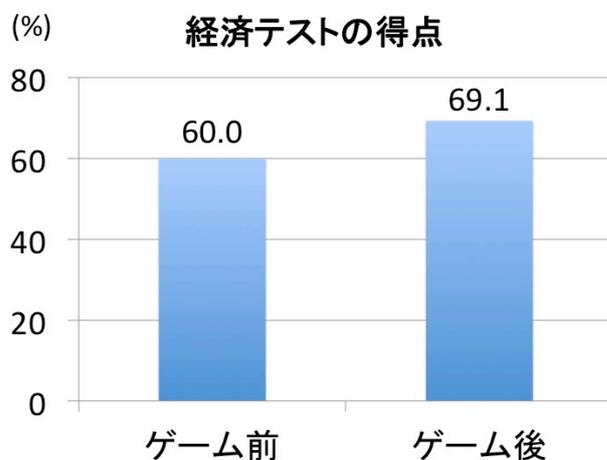


図5 ゲーム前後の経済テストの得点の比較

表1 学生別の経済テストの得点

学生	ゲーム前の得点 (%)	ゲーム後の得点 (%)	増減 (%)
A	60	87	+27
B	53	67	+14
C	73	73	0
D	67	60	-7
E	53	47	-6
F	33	67	+34
G	67	73	+6
H	73	80	+7

ゲーム前と後において、平均点は 9.1 ポイント増加していた。学生の得点傾向を個別にみていくと、得点が増加している学生は 5 名（うち 10 ポイント以上の増加は 3 名）、増減なしが 1 名、低下している学生が 2 名であった。この結果から実習を主体とした学習には個人差が大きく発生する傾向が認められるものの、実習を通して経済政策に関する理解は深まったことが示唆される。なお、今回はサンプル数が非常に少ないため、今後はより大きなサンプル数での検証が求められる。

なお、スマートフォンを持っていない学生が 1 名、アプリケーションをダウンロードするためのパスワードを忘れた学生が 1 名おり、両者とも貸し出しのスマートフォンで対応した。テスト実施の際に問題が表示されない等のトラブルが 1 名発生しており、講義運営に若干の支障が生じた。

3.2 学生のアンケート結果と課題

今回のゲーム実習に際して、自由記述によるアンケートを実施したため、その一部を抜粋する(原文まま)。

「人とゲームを楽しみながら学べるところが良いと思います。政治の流れもより分かりやすく理解することができるようになりました。」

「とても楽しくできたし、色々な経済の知識も身に付けることができたので、とてもためになった日でした。」

「いろいろなことを考えながらやらなくてはならないと思いました。」

「もう少し講義の時間を増やしてほしい。」

「株や円高、インフレーション、デフレーションなどは、社会で少し習っていたけど、そんなにわからなかったの、ゲームをして、覚えられてとても楽しかったです。」

「説明されただけではよく分からなかったが実際にやってみるとむずかしい事がよくわかる複雑さだった。」

「カードをうまくつかいこなしていなかったことでたぶんうまくつかいこなしてみたいと思いました。」

「このゲームで、経済に対する関心や株の面白さと恐ろしさを学ぶことができた。」

このようにアンケート結果からも経済に関する理解

が得られたとコメントする学生が多くみられる。一方で、ゲームの難しさや講義時間の不足を訴える学生もいたことから、実習に偏ることで消化不良を起こしたことが示唆される。

すでにある程度の経済の知識がある学生は、実習を通してその知識が定着したことを示すコメントもある。このコメントを書いた学生は実際にテストで 20 ポイント以上得点が増加している。つまり、ゲーム以前に有している知識や実習での取り組み次第で、理解の程度に差が生じると考えられる。

吉田 (2013) はアクティブ・ラーニングの方法論において、「講義形式の授業によって獲得された体系的知識を前提に、アクティブ・ラーニングを導入することによって、さらに抽象的な概念の理解を深めたり、その知識を応用し、活用する力を育成することを目指しているのである⁵⁾」と述べ、講義と実習の間でバランスの取れた授業運営が望ましいと指摘している。

今回の体験型学習では、実習に重きをおいたが故に理解が不十分となった学生がいた可能性があり、今後の講義設計において改善していく必要のある部分である。例えば、講義、実習、講義、実習といった形で、受動的学習と能動的学習をバランス良く配置することで、学生の理解がより深まると考えられる。

参 考 文 献

- (1) 大塚健太郎: “資格試験対策におけるスマートデバイスの教育活用の検討”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.29, No.5, pp.15-18 (2015)
- (2) 藤井聡: “国民所得を 80 万円増やす経済政策—アベノミクスに対する 5 つの提案”, 晶文社 (2016)
- (3) 森山潤・山本利一・中村隆敏・永田智子: “iPad で拓く学びのイノベーション—タブレット端末ではじめる ICT 授業活用—”, 高陵社書店 (2013)
- (4) 吉田卓司: “教育方法原論—アクティブ・ラーニングの実践研究”, 三学出版 (2013)
- (5) ロバート・アラン・フェルドマン: “フェルドマン博士の日本経済最新講義”, 文藝春秋 (2015)

⁵⁾ 吉田 (2013) 「はじめに v」より抜粋。

RESAS を活用した授業

金沢大学 国際基幹教育院
松浦 義昭

RESAS (Regional Economy Society Analyzing System)

本研究は、RESAS（地域経済分析システム）を活用して地域の人口をテーマに授業を行った実践報告である。本授業の主題は、統計データに基づいて地域の現状・将来を分析し、その分析から浮かび上がる課題の解決に向けてアイデアを提案できるようになることである。

1. はじめに

本研究は、RESAS（地域経済分析システム）を活用した授業を行った実践報告である。授業の学習目標は、RESASの基本的な操作方法を理解するとともに、客観的な統計データに基づいた現状・将来の分析から課題を発見し、その解決策をグループで多面的に議論することを通して域課題の解決に向けたアイデアを提案できるようになることである。

1.1 授業の概要

近年、グローバル化や知識基盤社会化が進展する中で、21世紀を生き抜く「確かな学力」を育成する一つの手段として、ICTを活用した学習が着目されている。本授業ではRESASを活用した「一斉学習」、「個人考察」、「協働学習」の展開により、学生同士が地域の現状と課題、求められる施策について活発な意見交換や発表を行うことで地域への理解を深めるとともに、地域の課題解決のために必要となる思考力・判断力・表現力などを高めていこうとするところに特色がある。

授業は、共通教育科目の選択必修科目である。初回ガイダンスから最終回の期末テストまで全8回である。開講するクラス数は年間20クラス（各クラスの定員は50名）である。大学一年生を対象とした本授業は、基礎編と応用編の二段階で構成されている。

基礎編では、RESASの基本的な操作と分析方法を学修する。発展編では、RESASのデータを基に地域の現状と課題を把握し、政策立案を行う。

1回90分の授業時間の配分は、前半の40分を解説や課題共有にあて、後半の40分はグループワークに、最後の10分を発表や振り返りにあてている。

1.2 人口マップの特徴

RESASの人口マップは、人口構成、人口増減、人口の自然増減、人口の社会増減、将来人口推計から構成されている。各データは、都道府県・市区町村単位で表示することができる。人口に関するデータの出典は、総務省「国勢調査」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の地域別将来推計人口」である。

2. おわりに

RESASを活用して地域の現状と課題について客観的な統計データに基づいて議論し、課題解決に向けた具体的な提言ができる学生を育てることを目標として、ICTを活用した授業を実施した。RESASを活用した、より教育効果の高い学習デザインの構築が今後の課題である。

3. 図表

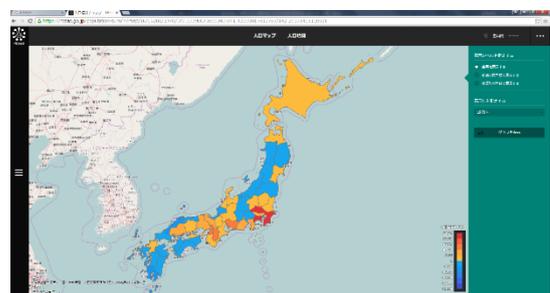


図1 RESASの人口マップ

謝辞

内閣官房まち・ひと・しごと創生本部事務局ビッグデータチームの皆様には多大なるご支援を賜りましたことに感謝申し上げます。

参 考 文 献

- (1) 日経ビッグデータ編: “RESAS の教科書”, 日経 BP 社,
東京 (2016)
- (2) RESAS (地域経済分析システム) ,
<https://resas.go.jp/> (2016 年 8 月 15 日確認)