

[共同研究：経営学教育の理論と実践]

文系学生への数理モデル教育における ゲーミフィケーション実践

大 村 鍾 太

1. はじめに

近年、ICTの発展とビッグデータ活用の広がりを背景とし、大学における数理・データサイエンス教育の重要性は高まってきている。「大学の数理・データサイエンス教育強化方策について」(文部科学省, 2016)では、「データに内在する本質的構造を見極め、数理的思考に基づいて解析・問題解決を行う能力、データサイエンスを活用して新たな価値を生み出し、有用なシステム構築につなげる能力が求められる。」とし、これらの数学的思考力とデータ分析・活用能力の育成を大学において強化する必要性を述べている。ビジネス環境の変化に合わせ、経営学教育においてもこれらの能力の育成は重要になっている。

文系学生に数学的思考力を養う教育を行うことは容易でない。文系学生の多くが数学を得意としないことだけでなく、入試制度の多様化により数学の学力にも大きなばらつきが生じている。そのためこの前提のもとで授業を設計すると、数理的思考力の育成を学習目標から外し、知識としての数理モデルを紹介する授業となってしまう。本研究では文系学生の数学的思考力を養うために、経営学分野の数理モデルを教育する授業でのゲーミフィケーションを提案する。そして、その可能性について、実践の中で得られた学生の反応、学生のアンケート、専用開発した学習サイトへのアクセス解析などから考察する¹⁾。

2. 文系大学生への数理モデル教育の課題

数学的思考力を育成するためには一方的な講義形式の授業は効果的でないという認識の下、数学の問題を解く、現実の問題を数理モデルとしてモデリングするなどの実践的な問題解決型の授業が研究・実践されている(熊倉, 2011; 小池ほか, 2013; 山岡, 2014)。

しかしこのような実践的な授業は文系学生を対象とした多くの大学では容易に実施できない。日本の多くの文系学生は高校時代までに数学嫌いになっており、数学の実践に取り組むことに消極的である。また社会科学系の学部ではその必要性の高さにも関わらず、数学に関

1) 本研究は、桃山学院大学共同研究プロジェクト「経営学教育の理論と実践」(15共243)の研究成果の一部である。

キーワード：ゲーミフィケーション、数学的思考力、アクティブラーニング、実践教育、LMS

連する科目の学習機会が少なく、数学的な能力は十分には育成されない。近年、大学生の自宅学習時間の減少が見られており、問題を解くために必要な知識を予習・復習させておくことも簡単ではない。そのため限られた授業時間は知識を伝達に使うことになってしまう。また入試制度の多様化を背景に学生の持つ数学的な学力も多様化しており、授業で扱う問題のレベル設定は困難である。問題を難しくすると数学が不得意な学生は手も足も出ず、数学的思考力を育成するどころか、数学嫌いを促進することになる。一方で問題を簡単にすると、得意な学生には物足りなく、数学的思考力を発展させるまでに至らない。これらの理由から数学的思考力を育成するための実践的授業に積極的に学生に取り組ませるのは難しい課題となる。

3. ゲーミフィケーションについて

本研究では、積極的に実践的授業に取り組ませる方法として、授業設計にゲーミフィケーションを応用する。ゲーミフィケーション (gamification) には様々な定義が存在するが、本研究では、より実用的である Deterding et al. (2011) や Werbach & Hunter (2012) の定義に従い以下のように定義する。ゲーミフィケーションとは、「ゲーム要素やゲームデザインを、非ゲーム的文脈で用いること」である。ゲーム要素とはポイント、ランキング、バッジ、レベルなどのゲームで使用される要素であり、ゲームデザインはそれらのゲーム要素を組み合わせながら魅力的なゲームを設計することである。TV ゲームなどの実際のゲームを使用することを意味しているわけではない。ゲーミフィケーションの効果的な事例として挙げられるのが、フォルクスワーゲンの「The Fun Theory」という活動で行われた、スウェーデンのある駅に設置されたピアノ階段である。多くの客が隣接するエスカレーターを利用し混雑していたが、階段をピアノの鍵盤に見立て、実際に音が鳴るようにしたところ、多くの客が階段を利用するようになった。ゲームの持つ楽しさが人の行動を変化させ、エスカレーターの混雑という問題を解決した。

ゲーミフィケーションは教育・学習、組織間システム、業務作業などの文脈で導入が研究されており、今後も多くの文脈で導入されることが予測されている。Hamari et al. (2014) はゲーミフィケーションを用いた経験的研究をレビューを行っており、研究上の課題を挙げつつ、多くの研究でゲーミフィケーションがうまく働いていることを述べている。

教育においては、ゲームが持つ、人を引きつけ、行動を動機づける力を、学習を促進するために使うことになる。娯楽としてのゲームが持つイメージから、学習の質を落とし、内容を薄くすることをイメージされることがあるが、必ずしもそれは意味しない。教育でのゲーミフィケーションについては、Kapp (2012) が理論的背景から教育のゲーミフィケーションの実践的内容まで含めた書籍をまとめている。Domínguez et al. (2013) は大学での ICT リテラシに関する授業でゲーミフィケーションを実践し、その効果を定量的に分析している。彼らの研究ではゲームの部分に積極的に取り組む学生は e-learning のテストで高いスコアを

記録した一方で、そのモチベーションの高さにも関わらず、教室内での活動にはあまり関わらなかったことが示されている。日本では藤川ほか（2016）が、小学生を対象とした数学・算数教育にゲーミフィケーションを応用した授業実践を報告している。小学生を対象としているため、ゲーム要素の中でもストーリーテリングを主に用いており、ファンタジーの世界に生徒を引き込む実践が行われている。岸本（2012）は大学におけるゲーム制作に関する授業でゲーミフィケーションを実践しており、一定の学習効果があったことを報告している。初谷・伊與田（2014）は、計算能力を問うテストによるスコアを競うアプリケーションを開発し、中学生から大学生までを対象とした実験を行い、問題の選択方法の変化や学習効果を報告している。本研究は大学生に対する数学教育のゲーミフィケーションとしてこれまでの研究と異なるアプローチとしてアバター、ソーシャルアクション、ランキングなどを採用しており、新たな1つモデルとして、その可能性について考察を行うものである。

4. 研究方法

ゲーミフィケーションは比較的新しい言葉であるが、ゲーム要素とデザインの非ゲーム的文脈への応用自体は新しいことではなく、既に多くの場面で使われている。例えば、大学生が卒業のために単位を集めることもゲーミフィケーションである。大学生が取得する卒業単位数は、習得した知識や能力を示しているわけではなく、それらを抽象化したゲームのゴールであると言える。単位はゲーム要素でいうところのポイントである。卒業というゴールのために授業ごとに課せられた単位取得条件をクリアし、124単位集めるというゲームデザインがなされている。しかしこの単位取得のゲームが学生の学習意欲を引き出すのに十分ではないことが重要である。ゲーミフィケーションでは、どのゲーム要素をどのようにデザインすればプレイヤーの意欲を引き出し、意図した行動を引き出せるのかを考える「ゲームシンキング」が必要になる。

授業を対象にゲームシンキングを行う場合、学生に何を学習させ、何を身につけさせるのか、クラスはどんな学生で構成されているのか、そして彼らは何を楽しいと感じるのかを考慮する必要がある。資格試験対策と研究論文のための教育では、学習者に求める行動は異なるし、その授業内容に意欲的な学生が多いクラスとそうでないクラスでは、学習意欲を引き出すために必要な仕掛けは異なる。同じ大学の同じ授業でも、年度ごとに学生の学力は変化するし、学生がそれまで遊んできたゲームによって何が楽しいと感じるかも変化する。これは、ある特定の授業でうまく行ったゲーミフィケーションの実践は、その他の環境でうまく行くとはい限らないことを意味する。そこで本研究では研究アプローチとして、その他の文脈での応用可能性を広げるために、解決すべき課題や状況を詳細に記述した上で解決モデルを提案する研究アプローチを採用する。このような研究アプローチは、教育工学の分野でも用いられており（坂元ほか、2012）、経営学においては、マネジメントサイエンスの分野の Applications driven theory (Cooper and McAlister, 1999) という考え方や、管理会計における

導入研究でのイノベーション・アクションリサーチ (Kaplan, 1998) などが類似するアプローチと言える。実際の課題を出発点として、その課題の解決に研究者が積極的に関わりながら、効果的な理論やモデルの開発を目指す。そのため、研究者が研究対象へ影響を与えることを極力避ける一般的な社会科学的なアプローチとは異なる。我々研究者が教育現場で抱える問題に対して、このような工学的研究アプローチの採用による知見の蓄積は意味がある。

5. ゲーミフィケーションによる授業設計

対象となる授業は、桃山学院大学の社会科学系5学部6学科(国際教養, 法学, 社会学, 社会福祉, 経済, 経営)の全学年対象の共通教養科目「自然科学—定量分析入門」である。数学的思考力の育成を目的とし、ビジネス分野の定量分析手法(線形計画法, 新聞売り子モデル, 待ち行列モデルなど)をテーマにする授業である。秋学期集中講義(4単位)で週2回, 計30回実施される。共通教養科目は卒業のために16単位の取得が必要となっている。

受講者43名の所属内訳は、経済、経営がともに33.3%とこの2学部で3分の2を占める。学年別では1年21.4%, 2年16.7%, 3年38.1%, 4年23.8%である。男女比は男性76.2%, 女性23.8%である。受講者の動機としては、数学が得意なため単位取得が簡単だと考えた、得意ではないが就活でSPIが必要になるため勉強しておきたい、卒業のために単位が必要な教養科目の中で時間割が合ったから、などであった。数学的な学力に関しては、入試で数学を選択して入学し、高校数学の条件付確率や二次関数の最大最小などの問題を苦しめないレベルから、速さの計算に「はじき」の図を書かないと取り組めないレベルまで広がっている。第1節で述べた社会的なニーズと第2節で述べたような教育現場での課題と合わせて、このような非ゲーム的文脈は多くの大学教育の現場に当てはまるのではないかと考えられる。

表1は本研究で行ったゲーム要素, ゲームデザイン, 教育的狙いの対照表である。これは筆者による「ゲームシンキング」の結果とすることができる。普段学生を指導している経験や教員同士の情報共有で得た知識, 学生に流行しているゲーム(主にスマホゲーム)などから, 学習内容と学習目標にあったゲームデザインを考える。ゲーム要素については, Werbach & Hunter (2012) と Hamari et al. (2014) に基づいて作成している。教育的狙いについては設計者の意図であるが, 学生がどのような反応を示すのかについては, 実践の中で観察する必要がある。ゲーミフィケーションの研究ではこの設計者の狙いと実際のプレイヤーの反応を分けることを意図し, ゲーム要素を「動機づけのアフォーダンス (motivational affordance)」と表現する場合がある (Hamari et al., 2014)。本授業ではゲーミフィケーションを効果的に行うために専用のサイト「pindaino.com」(図1)を開発し, ゲームデザインに組み込んでいる。

6. 各ゲーム要素の効果

本節では表1の各ゲーム要素の設計意図を説明し, 学生がどのような反応を示したのかを



図1：専用サイト「pindaino.com」(http://teiryoun.pindaino.com)

表1：本研究で行ったゲーム要素，ゲームデザイン，教育的狙いの対照表

#	ゲーム要素	ゲームデザイン (授業設計)	教育的狙い
1	コンバット	・各授業で20分の授業内テストを2回行う	<ul style="list-style-type: none"> ・問題を解くことでの思考力育成 ・即時フィードバック (解答と2回目テストでの自分の理解度がフィードバックされる)
2	選択	<ul style="list-style-type: none"> ・問題のカテゴリ (SPI, 高校数学, 定量分析) が選択できる ・2パターンでの単位取得条件 (期末試験 or 授業内テストの累積ポイントの順位) 	<ul style="list-style-type: none"> ・理解度別の学習 ・主体性の育成 ・授業からの脱落を防止
3	ボス戦/アチーブメント	<ul style="list-style-type: none"> ・学期中に計3回行われる60分の実力テスト ・実力テスト上位は単位C以上が確定 	<ul style="list-style-type: none"> ・スモールゴール
4	アバター	・専用サイト「pindaino.com」で各学生に匿名のアバター (キャラクター) を設定する。テストの結果などはこのアバターに反映される。	<ul style="list-style-type: none"> ・個人の学習成果の可視化 ・クラスの他のメンバーの学習成果の可視化
5	バッジ	・学習の成果に応じて、称号がアバターに与えられる (いい先生, SPI 神, 答案がきれい, など)	<ul style="list-style-type: none"> ・個人の学習成果の可視化 ・望ましい学習への誘導
6	リーダーボード (ランキング)	<ul style="list-style-type: none"> ・毎回のテストの得点がランキング表となる。 ・問題のカテゴリごと, 各テスト, 通算, チーム別など複数のランキングが閲覧可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・個人の学習成果の可視化 ・クラスの他のメンバーの学習成果の可視化 ・授業からの脱落を防止
7	レベル	・ポイントに応じてアバターのレベル数値が上昇する。	<ul style="list-style-type: none"> ・個人の学習成果の可視化
8	チーム	・サイト上で設定されるチームで, その平均点のランクに応じてポイントが加算される。	<ul style="list-style-type: none"> ・集団で取り組むことによるモチベーションの維持 ・ネットとリアルな関係性の分離
9	ポイント	<ul style="list-style-type: none"> ・テストの得点だけでなく, 個人やチームのランキング, 友達に教えることで加算される。 ・難易度の高い問題に高いポイントが与えられる。 ・学期を通じての累積ポイントのランキングに応じて成績が決まる (期末試験と比べ, 良い方が最終成績になる) 	<ul style="list-style-type: none"> ・個人の学習成果の可視化 ・望ましい学習への誘導
10	ソーシャルアクション	<ul style="list-style-type: none"> ・教え合いによってポイントが加算される。 ・pindaino.com では, チームや学部ごとに所属するメンバーが確認できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・関係性構築による授業に対するロイヤリティの確保 ・教え合いによる学習効果

授業中の様子や学生に実施したアンケートをもとに分析し, 効果や今後の課題について述べる。

6.1. コンバット

コンバットはゲームにおける「短期間の定められた戦い」である。本授業では90分授業を、前回のテスト結果の振り返り、20分の授業内テスト1、30分の自習及び教員解説、20分の授業内テスト2、その他の時間はテストや解答の配布や授業についての連絡などで構成している（図2）。20分の2回の授業内テストはこの授業におけるコンバットであり、これがゲームの基本になる。学生はコンバットとして繰り返し問題を解く作業を行う。このコンバットの結果に対して、ポイントやバッジ（称号）が与えられる。各授業の出題範囲は事前に決められており、テスト1とテスト2は同じ範囲の問題が出題される。各テストの実施後すぐに解説付きの解答が配布されるため、テスト1では予習の成果、テスト2ではテスト1の成果と30分の自習及び教員の解説を聞いた成果が即時フィードバックされる。

学生はこのコンバットとなる2回のテストを概ね好意的に感じていたようである。2回のテストの負担に関しては「一回のテストが20分と短いということもあり、あまり負担を感じていない」と意見が多く、即時フィードバックがあることで「テスト1での成果をテスト2に反映できるので効果的に勉強できた」と効果を実感する意見が見られた。一方で、「負担を感じた」という意見も見られたが、そのような学生も「その分学習効果は高かった」と感じていた。コンバットの設計に関しては概ね意図した効果が出ていたと言える。

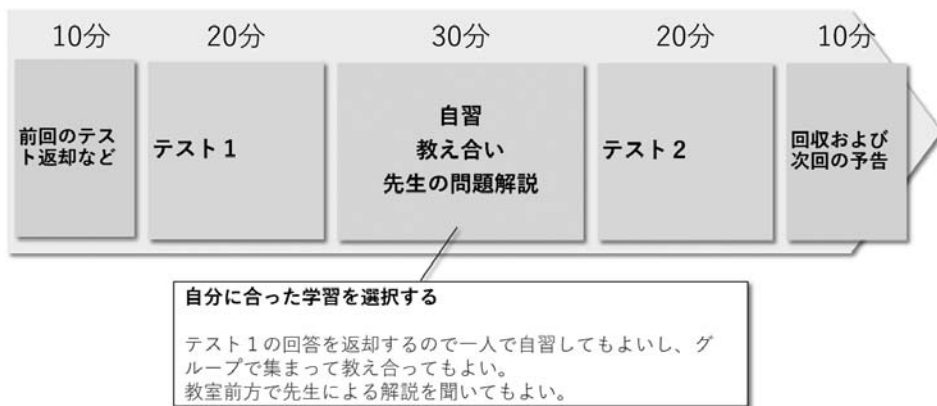


図2：授業の流れ。2回の授業内テストがコンバットとして用意されている。

6.2. 選択

選択は1つのゲーム要素というよりも、ゲームの定義に関わるものである。抽象化された世界のなかでプレイヤーが自律性をもって選択を行うことがゲームの基本であり、プレイヤーが行動を強制されることがないのがゲームである。教育でのゲーミフィケーションでは、学習を強制することなく、学生が選択できる仕組みが必要となる。しかしテーマが定められている1つの授業の中で学習内容を選択させることは難しい。そのため学ぶペースや学習目標を選択できるように設計を行った。

学生は各授業で行う2回の授業内テストで問題のカテゴリ（SPI、高校数学、定量分析）が選択できる。授業が進むにつれて、テストの出題範囲はSPIレベル、高校数学（数IA）、定量分析と難しくなるが、定量分析が出題範囲のテストでもSPIと高校数学の問題が選択できるようになっている。学習が進んでいる学生は定量分析の新聞売り子モデルの問題に取り組み、進んでいない学生は、SPIレベルの確率の問題に取り組むことができる。これにより各授業のテストで何もできないという状況が発生しにくい。授業の内容が難しくなるにつれ授業から脱落する学生が増えるという状況の防止が期待できる。但し、簡単な問題に取り組むだけでは単位の取得が難しくなるように配点を設定することで、難しい問題にも取り組むように促しており、難しい問題に取り組むタイミングを学生は選択できる。これは近年のスマホのソーシャルゲームで重要視されている初心者の参加のハードルを下げ、プレイを維持させるゲームデザインを参考にしている。

またテスト間の30分の時間も、教員の解説を聞くか、友達と教え合いをするか、自習するかを自由に選択できるようにした。教員はすべての学生の学力に合わせた解説はできないので、できる限り数学があまり得意でないボリュームゾーンの学生に向けた解説を行うが、これは得意な学生には退屈な解説であるし、逆に全く理解できない学生にとってはやはり難しい解説となる。本授業では教員の解説は自分の理解のために必要であれば聞けば良いとし、自習や友達との教え合いとともに選択肢の一つとした。

単位取得条件は2通り存在し、単位取得へのアプローチを選択できる。期末試験の成績、もしくは授業内テストの累計ポイントでの成績で決まる。期末試験はSPI（50%）、高校数学（25%）、定量分析（25%）の100点満点のテストで、60点以上で単位取得となる。授業内テストの累積ポイントでの成績は順位に応じて決められ、上位5%がS、10%がA、25%がB、50%がCとなる。但し、この割合は学生の学習状況に応じて調整される。2通りの成績のうち良い方がこの授業の成績となる。期末試験のみで成績が決まるとすると、数学の学力に不安を感じる学生は授業を受けないか、一夜漬けで勉強して試験に臨む可能性がある。累計ポイントによる評価は日々の学習の積み重ねが評価されることで、授業に取り組みやすく、脱落しにくい効果を期待している。

学生はこの選択できる設計に対して概ね設計意図通りの反応を示していた。特にテスト間の30分の時間の使い方について「その日のトピックごとに自分の理解にあった方法を選択できるので良かった」という意見や、クラスの学力差を見た学生から「それぞれの勉強の仕方を選べているので良い方法だと思う」という意見もあった。問題カテゴリの選択や成績評価の選択に関しても好意的な反応が見られた。

一方で、数学の得意な学生の中には、順位が逆転されることはないと判断して、授業を欠席する行動が見られた。これはポイントのつけ方に問題があったと考えられる。欠席によって順位が逆転する可能性が大きければ、このような行動は発生しにくい。但し、これらはクラスの学力のばらつきの程度にも依存するため、最適なポイントのつけ方を見極めるのは難

しい。近年のオンラインゲームではプレイヤーの動向を見ながら難易度などの「バランス調整」のアップデートがゲームリリース後も頻繁に行われている。教育におけるゲーミフィケーションでも、学生の状況を見ながらのバランス調整は必要な要素であると考えられる。

6.3. ボス戦/アチーブメント

ゲームにおいて、ボス戦はあるレベルにおける難しいチャレンジ、アチーブメントは定められた目標である。ゲームは最終的なゴール（目的）を目指して、小さな目標を達成していくという構造となっている（深田，2011）。本研究では学生にとっての目的は単位取得であると考えられる。授業内容の習得が学生の目的と考えることもできるが、そのような学生にはゲーミフィケーションの必要性はおそらく低い。単位取得を目的とした学生を想定した方が、第2節で述べたような本研究が対象とする状況に適切であると考えられる。この目的に到達するための小さな目標として、授業の区切り（シリーズ）ごとに行われる実力テスト（3回）を行った。授業は内容に応じてシリーズとして3つ（数式シリーズ、確率シリーズ、モデリングシリーズ）に分かれている。実力テストでは難易度の選択はできず全学生が同じ問題を解くことになるため、SPIレベルの問題しかチャレンジしてこなかった学生も、この実力テストに向けて定量分析レベルの問題を勉強していく必要がある。実力テストは通常の授業内テストの約4倍の配点がされており、上位2位までに入ると単位Cが確定する。これらの報酬の設定はどの程度であれば学生の目標として適切であるのかの難しいゲームシンキングが必要とされる。4倍の配点は最終的な成績を決めるランキングに小さくない影響を与えるため、実力テストに向けて勉強させる効果が期待できる。一方でテストの結果に大きな差が出た場合には、点数が低かった学生に授業に対する意欲を失わせる可能性がある。またCの成績であったとしても単位を確定することは、報酬の大きさから目標として機能することが期待できる一方、成績を確定させた学生が授業に出なくなる可能性があり、学生にどのような効果を与えているのか十分に観察する必要がある。

学生の反応やアンケートによると、実力テストは成績の上位の学生には目標として勉強させるように機能していたが、あまり成績の良くない学生にとっては機能しなかったようである。成績の良くない学生が実力テストに向けて特に勉強するといった反応は見られなかった。そのため当初の授業設計では考えていなかったが、実力テストの改題を期末試験の問題とする宣言を途中で行った。累積ポイントでのランキングによる単位取得が難しい学生にとっては、期末試験が目標となるため、日々の授業とそのまとめである実力テスト、さらに期末試験を強く関連付けることで授業への意欲を維持する対応を取った。上位2位は単位Cが確定するという報酬については、上位2位に入るような学生はより良い成績を狙っており、授業に出なくなるという事態は起きなかった。今回の授業でのボス戦の設計は成績上位層には効果があったが、下位層には効果があまりなかったとまとめることができる。近年のソーシャルゲームではプレイヤーのレベルに応じてボス戦の難易度が設定されており、また他のプレ

イヤーの協力を得ることができるシステムが採用されており、これらのシステムは検討の余地がある。しかしこのようなシステムは、下位層が優しい問題のみで授業を終え、最終的な学習目標の達成には至らない可能性があるため、教育での採用には十分な検討が必要である。

6.4. アバター

アバターとはゲーム内で自分の分身となるキャラクターである。本授業ではアバターを pindaino.com 内で設定し、各学生が自分のテストの成績やランキングなどが閲覧できるようにした (図3)。アバターを使用する目的の1つは学習成果の可視化である。一般的な LMS (Learning Management System, 学習支援システム) でも学習成果を可視化する機能は用意されているが、学生の名前や学籍番号でユーザー登録される例が多い。この場合、プライバシーの観点から可視化できる内容には限界がある。例えば成績では、自分が何位であるかの具体的な順位を表示することはできるが、他の学生の情報を表示することになるランキング表を見せることは難しい。アバターを用いれば、他の学生個人を特定することはできないので、ランキング表を見せることができる。ランキング表により同じような順位にどんな学生がいるのか、その学生よりも良い成績をとるには何点必要か、どの分野を勉強すべきか、などを知ることができ、新たな勉強意欲とすることができる (図4)。

アバターの必要性については、実施するクラスによって異なると考えられる。勉強意欲が高く、互いに面識がある学生が多いクラスでは、アバターではなく実名を用いたランキング表は比較的導入しやすいだろう。アバターの仮想世界と実際の学生の現実世界とが結びつくことで、授業内や授業外で学生同士の教え合いが促進される良い効果が期待できる。しかし学生同士の繋がりがあまり高くない一般的な大学での授業の場合、実名でのランキング表は学生の抵抗感の方が大きいと考えられる。本研究での実践の中で、ランキング上位の学生に教えてもらいたい一部の学生から、アバターと実名を関連付ける要望が出た。しかし、この可否についてアンケートをとると約半数の学生が強く拒否した。アバターでのランキングには好意的であるものの、それが実名と結びつくことには抵抗があったのである。この点についてはソーシャルアクションの節で考察を加える。

学生のアンケートからアバターを用いたことでランキングや他の学生の情報がみれる点については好意的な反応が見られた。特に順位に近い学生を目標にして予習復習に励んだなどの意見が見られた。pindaino.com のアクセス履歴を見ると、他の学生のページへのアクセスが見られ、他の学生の学習状況への関心が高いことが分かる。

6.5. バッジ

バッジはゲームにおいては、達成した目標を可視化することに使われるが、特にゲームのクリアには直接関係しないが、ゲーム開発者がプレイヤーにとってほしい行動 (他のプレイヤーを助ける、アイテムを収集する、など) に対して与えられるケースが多い。本授業では、

pindaino.com TopPage MyPage Ranking Friends Log out

テストユーザー



3088 / Lv.39

所属：社会
ひとこと：定量分析頑張るぞ
チーム：インターセプト系房
お気に入りの称号：
★ランク成績 獲得記録

ポイント

	シーズン3	今学期合計
総合	827	3088
SPI	0	837
高校数学	165	943
定量分析	591	1050
指導	24	122
その他	47	136

獲得した称号

獲得記録 SPI初心者 カアキヨ いいカデキヨ 先王
チーム結成 すごいデキヨ いい先生 数IAチャレンジ
すごい先生 定量分析チャレンジ 経営工学所属
数IAキング 数式2位 SPIキング データ分析家
健康2位 ★ランク成績

ポイント獲得履歴

クラス	称号	テスト#	総合	SPI	高校数学	定量分析	指導	その他
31		1	0	0	0	0	0	0
30	★ランク成績	2	64	0	0	60	0	4
		1	32	0	30	0	0	2
		2	68	0	0	60	4	4

図3：アバターの個人ページ

第29回 - SPIランキング

<第30回のランキング> 第28回のランキング>

	総合	SPI	高校 数学	定量 分析	指導	その他
1		ペイ Lv.38 人生は「コウカイ」という名の船旅だ 数式1位	60			
2		モジフ Lv.29 秋涼し手ごとにもむけや瓜茄子 SPIキング	51			
3		メルシー Lv.25 痩せながらわりなき菊のつぼみ哉	44			

個人今学期合計 - 総合ランキング

	総合	SPI	高校 数学	定量 分析	指導	その他
1		たかみ Lv.39 終わりある道の標べに ★ランク成績	3088			
2		ペイ Lv.38 人生は「コウカイ」という名の船旅だ 数式1位	3007			
3		sen Lv.38	3000			

図4：アバターを用いたランキング表。問題カテゴリや累積方法ごとに複数のランキングが表示できる。

表2：称号と取得条件一覧

#	称号	取得条件	#	称号	取得条件
1	履修登録		20	カリスマ塾講師	1度に10人以上に教える
2	出席5回		21	チーム結成	チームを結成する
3	SPI初心者	SPIの問題に取り組む	22	トップチーム	チームの平均点が1位になる
4	SPI得意	SPIのテストで満点	23	答案がきれい	答案が丁寧に記述されている
5	SPIキング	SPI実力テストで8割以上	24	定量分析の神	定量分析実力テストで満点
6	SPI神	SPI実力テストで満点	25	数式1位	数式シリーズ総合で1位
7	数IAチャレンジ	数IAの問題に取り組む	26	数式2位	数式シリーズ総合で2位
8	数IA得意	数IAのテストで満点	27	確率1位	確率シリーズ総合で1位
9	数IAキング	数IA実力テストで8割以上	28	確率2位	確率シリーズ総合で2位
10	数IA神	数IA実力テストで満点	29	モデリング1位	モデリングシリーズ総合で1位
11	定量分析チャレンジ	定量分析の問題に取り組む	30	モデリング2位	モデリングシリーズ総合で2位
12	経営工学所属	定量分析のテストで満点	31	S*ランク成績	個人総合ランキングで上位5%
13	データ分析家	定量分析実力テストで8割以上	32	A*ランク成績	個人総合ランキングで上位10%
14	カテキョ	友達に教える	33	B*ランク成績	個人総合ランキングで上位25%
15	いいカテキョ	教え子が15点以上取る	34	C*ランク成績	個人総合ランキングで上位50%
16	すごいカテキョ	教え子が30点以上を取る	35	S*期末テスト成績	期末試験で90点以上
17	先生	複数の友達に教える	36	A*期末テスト成績	期末試験で80点以上
18	いい先生	複数の教え子が15点以上取る	37	B*期末テスト成績	期末試験で70点以上
19	すごい先生	複数の教え子が30点以上を取る	38	C*期末テスト成績	期末試験で60点以上

学習成果をポイント以外で可視化する方法として、また学習において好ましい行動であるが、成績評価に直結させることができないものを評価する方法として称号の付与という形を用いた(表2)。他の学生に教えることを評価するための「カテキョ(家庭教師)」「いい先生」などの称号の場合、教えてもらった学生数やテストの点数が高いほど良い称号が与えられる。称号は個人ページに一覧として表示され、他の学生からも閲覧可能である。学生は獲得した称号のうちお気に入りの称号を設定でき、お気に入りの称号はランキング表にアバターとともに表示される(図4)。

実践の結果、称号の獲得を目指した行動はあまり見られず、望ましい行動を導くほどの十分な効果があったとは言い難かった。称号のうち「答案がきれい」に関しては最初に1人の学生が獲得した際に授業内でそれを紹介したことで、その直後のテストで答案を丁寧に記述する学生が数人現れた。しかしその他の称号に関しては目立った行動の変化は見られなかった。学生のアンケートでは、称号に関して「成績に直接関係しないことからモチベーションにならなかった」という意見や、「獲得した称号が授業で使用できる、例えば次のテストで有利になると面白い」という提案があった。称号は成績評価に直結できないが評価する意図であったが、学生の関心は大きくなかったようである。

効果が見られなかった理由として、成績評価に関係しない評価に対する関心の低さの他に、本授業での設計にも理由が考えられる。1つは本授業で設定した称号の内容である。称号の種類を充実することができず、結局は勉強することでしか獲得できない称号が多くなった。勉強していれば称号の獲得できるため、称号の獲得のための行動は必要がなかった。2つ目は称号獲得に魅力が小さかったことである。獲得した称号は個人ページで一覧として表示されるほか、お気に入りの称号をランキング表でアバターとともに表示することでクラスにアピールできる。珍しい称号を獲得した場合にアピールするのは魅力的であるが、珍しい称号

自体が成績上位の学生しか獲得できないこともあり、多くの学生にとって魅力あるものではなかった。3つ目は称号の獲得条件を非公表とした点である。学生は何をすれば称号が獲得できるか分からないため、行動を起こすのが難しかった。授業の設計時点では、他の学生の称号を見て新たな称号を発見する、ということに楽しさを感じてもらうことを意図していたが、行動を促すという本来の目的に沿わない設計になっていた。本授業での実践において、称号の効果はゲームデザインによって十分に発揮されなかったとまとめることができる。

6.6. リーダーボード（ランキング）

リーダーボードはゲームにおける成績の順位を一覧で示すものである。ゲームの成果を他のプレイヤーと並べることで相対的に見ることができる。本授業では①授業内テスト（1授業内の合計）、実力テストごとの成績、②それまでのテストの累積の成績、③各シリーズの累積の成績、④グループごとの各テストの成績をランキングとして確認できる。またグループランキング以外の個人成績のランキング（①～③）はテストの問題のカテゴリ（SPI、高校数学、定量分析）に表示することもできる。数学が得意ではなく主にSPIの問題に取り組んでいる学生も、そのカテゴリ内でランキングに乗ることが可能である。これは近年のソーシャルゲームで採用される「初心者脱落させない仕組み」を応用している。ランキングに乗ることができないプレイヤーはランキングに関心を無くすか、他のプレイヤーとの差を感じてゲームを辞めてしまう。そのために初心者だけのリーグやランキングを用意することで対策を行っている。本研究でも授業からの脱落を防ぐために、3つの問題のカテゴリを用意したが、ランキングもそれぞれ用意することでより効果が高まることを意図している。

学生の反応やアンケートから、ランキングに関してはモチベーションアップに効果があったようである。サイトのアクセス解析によると pindaino.com で最も閲覧されたのがランキングのページである。アンケートでは「授業後に頻繁にランキングが更新されるのをチェックしていた」という声があった。また「自分に近い順位の学生とポイントの差を見ながら予習へのモチベーションにしていた」という意見は多かった。アバターについての節でも述べた通り、アバターにより匿名化されているため心理的な負担は小さく、モチベーションアップの効果が大きく発揮されたようである。一方で授業からの脱落を防ぐ効果があったかどうかは判断するのが難しい。本来であれば脱落していたと思われる数学が得意でない学生が、ランキングを確認しながらモチベーションを維持していたという意見を述べていた。しかし他の要素が脱落を防ぐ効果を出していた可能性もある。成績が悪く授業から脱落した学生も少なからず存在しているため、脱落防止効果の検証については今後の課題としたい。

6.7. レベル

レベルはゲームにおいて、プレイヤーの進歩における一定のステップである。本授業ではポイント（テストの点数）の累積値に応じてレベルが設定され、ランキング等でアバターが

表示される際にはレベルも同時に表示される。学習成果の可視化としてはポイントの累積値よりも分かりやすいため、学生のモチベーションにもなりやすいただろうと考え採用している。

学生のアンケートからは、期待していたレベルアップをモチベーションとした、という意見は見られなかった。しかしこちらの意図しなかった「レベル上位の学生に勝つこと」をモチベーションとしたという意見が見られた。授業内のテストの範囲を予習していくことで、そのテストのランキングでレベル上位の学生より上位にランキングすることができ、これを勝利と考え勉強したようだ。また他の学生が上位レベルの学生に勝ったところを見て勉強へのモチベーションが上がったという意見も見られた。勝敗は本授業では採用していないがゲームにおいてはよく使われる重要な要素である。学生アンケートでは、特定の学生に対戦を申し込みテストによる勝敗によって普段よりもポイントが多く加算されるルールなど対戦要素を求める声が見られた。ゲームの楽しさを高める上で対戦要素は検討の余地があるが、学習成果を正当に評価できない恐れもあり、慎重なゲームデザインが必要とされるだろう。

6.8. チーム

近年のゲームにおいて、他のプレイヤーとチームを組むなど協力して遊ぶ形式は多くなっている。オンラインゲームでは、現実の友人と協力して遊ぶよりも、ネット上の他ユーザーと協力して遊ぶことが一般的である。ゲーム内で生まれた他プレイヤーとの関係性はゲームから脱落せずに遊ばせ続ける仕組みとして効果があり、授業から脱落させない仕組みとしても期待できる。本授業では学生ごとの学力差が大きいため、チーム成績を評価する仕組みを導入するとチームの組み方や評価法によっては不公平感を生んでしまう。チームは数学の得意でない学生に、チームのために勉強するというモチベーションを生む可能性はあるが、学力差が大きい本授業の状況では、チームの足を引っ張ることを気にして授業から脱落させてしまう可能性の方が高いと考えられる。本授業ではチームをサイト上で設定することで現実の教室内での関係性と分離した。ネット上での関係性であれば、足を引っ張ってしまうという気持ちを軽減しながら、チームのための勉強を引き出せるだろうと考えた設計である。

授業の実践において、このチームの効果は十分に検証できなかった。ソーシャルアクションの節で述べるように、教え合いを推奨するために現実の友達同士でチームを組むことも可としたため、リアルとネット上のチームが混在する形となってしまったためである。チームの平均点に応じてポイントが加算される評価方法を取ったが、リアルで組んだチームは数学の学力も似通った学生同士で構成されるため、チームの成績に不公平感が大きかった。そのため授業途中でチームの評価は中止することになっている。ネット上の関係性が授業からの脱落防止に効果的であるかどうかは、先述のアバターが有効であることから、今後研究すべき課題であると言える。

6.9. ポイント

ポイントはゲーム進捗を数字で表したものである。先述のバッジ、リーダーボード（ランキング）と並びゲーミフィケーションで頻繁に使われる要素であり、3つをまとめてPBL（Point, Badge, Leaderboard）と総称される。ポイントはプレイヤーの進捗を分かりやすく示すだけでなく、ゲーム内で何らかの報酬と交換可能とすることで、高いモチベーションを引き出すことにも使われる。ポイントはそれのみで効果を発揮するものではなく、ポイントが何を意味するのか、なぜプレイヤーはポイントを増やす必要があるのかがデザインされている必要がある。本授業ではテストの点数がポイントとなり、教え合いやチームランキングによってポイントが加算されることとした。ポイントの累積値のランキングが最終的な成績評価（正確には期末試験の結果と比べて良い方）となるため、ポイントは最終的な成績を意味している。そのため学生にとってポイントを増やすことは分かりやすい目標となっている。ポイントがチームの成績や教え合いによって加算されることは、学生からこれらの行動を引き出す効果を期待している。

ポイントは学習成果の可視化の意味では、ランキングとの併用によって効果があったと言えるが、教え合いなどの行動は多くは見られなかったため、これらを引き出す効果はあったとは判断できない。但しこれはポイント自体の問題というよりも、その他のゲーム要素を含めたゲームデザインの問題であると考えられる。教え合いに関しては得られるポイントが最大でも一回のテストの5%程度しか加算されない設定をしていたため、教え合いよりも自習の方が効率的であったことが原因として考えられる。後述のソーシャルアクションの節で述べるように、教室内で見知らぬ学生と教え合いの関係を構築することが難しい状況では、その行動を引き出すのに十分なポイント数ではなかった。しかし教え合いを引き出すために加算されるポイント数を増加すると、個人の学習成果とのバランスが取れなくなる場合がある。またポイント数を増加したとしても、学生同士の関係性や教員の作る教室の雰囲気などの状況によっては教え合いの行動は引き出せないことも考えられる。他のゲーム要素を含めたゲームデザインだけでなく、授業全体のデザインも考慮する必要がある。

6.10. ソーシャルアクション

アクティブラーニングの推進の中で引用されるラーニングピラミッド（アメリカ国立訓練研究所）では、他人に教えることが最も学習効果が高い活動とされる。数学教育では、反転授業や協働学習を用いて教え合わせる授業が実践され効果を挙げている（芝池・中西, 2014）。本授業では教え合いを推奨するため、チームの結成や教え合いにポイントの加算と称号の付与を行うようにしている。しかし教え合いのためにグループワークを強制的に実施することは避けた。これはグループワークにストレスを感じる学生が多くなるだろうという授業設計時の予測とゲーミフィケーションにおける自由な選択を学生に行わせるためである。

授業の半ばで学生に教え合いのためにチームを結成し、教え合いを行うことを強制にする

ことの是非を問うたところ、半数ほどがチームを作らず自分のペースで勉強することを望んだ。チーム結成と教え合いによって、ポイントが多く入るルールがあるにも関わらず、である。一方で教え合いをしたいという学生の中には、教室で教えてくれる人や教えたい人を探すのが難しいため、そのマッチングを教員に依頼する学生がいた。前述のアバターの節でも触れたとおりリアルでの個人の特定を拒否する学生もいたことから、教室内のリアルな関係構築は学生にとっては負担になる場合があるようだ。一方で教え合いの学習効果は高いとされる。このような状況の1つの解決策として、教え合いの場をサイト上に掲示板として作ることが有効だと考えられる。但し、掲示板での教え合いには機能的に限界があるため、学習効果も限定的になることが予想される。この点については今後の課題としたい。

授業全体のデザインとして、教え合いを推奨するならば、学生同士のリアルな関係性構築を促すグループワークなどを組み込む方法も考えられる。序盤にアイスブレイクを行えば、教え合いを促すためのポイントの加算やチームの結成などのデザインは必要としないかもしれない。また教え合いを行うことができるテスト1と2の間の30分には、教員による問題解説も同時に行われており、例え教員が教え合いを推奨していたとしても、教員が話している時間に会話することが難しい学生もいる。教え合いをする時間をどのように確保するかについても検討が必要である。

7. 学習サイトのデザイン

上記のゲーミフィケーションを進める上で頻繁にサイトを閲覧してもらうために、サイトの使い勝手は重要な要素となる。近年の学生はスマートフォン（以下スマホ）の利用が一般的であるため、スマホでの使い勝手を重視した設計が必要となる。スマホを前提としたサイト開発では、PCとスマホの両方の表示に対応したレスポンスデザインと自動ログインが設定できるようにしている。学生はアバター名とアバター画像、20字までの「ひとこと」、お気に入りの称号が設定できるのみで、それ以外の操作はできず、基本的には閲覧をするためのサイトとして設計している。一般的なLMSは課題の提出や教員への質問などの創造的な機能を備えているが、これらの機能はPCでの作業が想定されており、これらの創造的な作業には不向きなスマホでは利用するのが難しい機能である。スマホの機能の進化や対象学生のITリテラシ、大学でのIT利用環境などによっては、これらの創造的な機能を利用した授業設計も可能となるが、本研究が対象とする文系学生への教育では、スマホによる閲覧を中心としたサイト開発が適していると考えられる。

8. 考 察

本研究では文系学生への数理モデル教育におけるゲーミフィケーションの1つのモデルを提案した。また実践を通じて、ゲーミフィケーションにおける以下の2点の可能性が示された。

1. ネットとリアルの分離の可能性

専用サイトでは、学習成果がアバターによるランキングによって示されることで、学生のモチベーションアップに繋がったといえる。個人が特定される本名や学籍番号でのランキングには問題が多いため、現在ではモチベーションアップの方法として採用するのが難しいが、アバターによるリアルとの分離によって採用することができる。一方でリアル（教室内）での教え合いの行動を引き出すのが難しくなるデメリットもあり、学習成果を高めるために、どのようにネットとリアルを融合していくのかは今後研究されるべき課題である。

2. 授業全体を含めたゲームデザインによる効果

本論文では、ゲーム要素ごとに効果を検証する形式をとったが、本文で述べた通り各要素それ自体の課題だけでなく、他の要素を含めたゲームデザインも学習効果に影響する。またゲーム部分のデザインだけでなく、学生の関係性構築を促すアイスブレイクをするなど、学生同士が話しやすい雰囲気を作るような授業全体のデザインも重要であることが考察された。これは対象とする学生や授業内容、場合によっては教員のキャラクターによっても可能となるデザインは異なるため難しい課題であるが、授業のゲーミフィケーションにおいても、これらを統合して授業を設計する必要がある。

9. 今後の課題

本研究ではモデルの提案とその実践を通じた考察を主とした研究アプローチをとっている。そのため今回明らかになった個別のゲーム要素やゲームデザインに対する効果を定量的に検証することはできていない。例えば、アバターを利用した場合とそうでない場合に学習効果に差があるかどうか、教え合いを推奨するために教室内で関係構築を促すグループワーク等の仕掛けを用意した場合に学習効果に差があるか、ポイントや称号に変化を加えた場合に、学生の行動はどのように変化するのか、などが考えられる。これらの定量的な学習効果の研究は今後進められるべきである。

一方で、本研究で提案されたモデルと実践を踏まえて、研究者が自分の置かれた教育環境に合わせたゲーミフィケーションの実践が行われることが求められる。本研究の研究アプローチではこのような他の実践例が蓄積されることが研究の発展に必要である。

参 考 文 献

- Cooper, W. W., McAlister, L., 1999. Can research be basic and applied? You bet. It better be for B-schools! *Socio-Economic Planning Sciences* 33, 257-276.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., Nacke, L., 2011. From game design elements to gamefulness: Defining "Gamification". *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*. ACM
- Domínguez, A., Saenz-De-Navarrete, J., De-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., Martínez-Herráiz, J. J., 2013. Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers and Education* 63, 380-392.

- Kevin Werbach and Dan Hunter, 2012. For the win: How game thinking can revolutionize your business. Wharton Digital Press. 三ツ松新監訳, 2013. 「ウォートン・スクール ゲーミフィケーション集中講義」阪急コミュニケーションズ
- Karl Kapp, 2012. The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education. Pfeiffer.
- Hamari, J., Koivisto, J., Sarsa, H., 2014. Does gamification work? - A literature review of empirical studies on gamification. Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 3025-3034.
- Kaplan, Robert S., 1998. Innovation action research: creating new management theory and practice. Journal of Management Accounting Research 10, 89-118.
- 岸本好弘, 三上浩司, 2012. 「ゲーミフィケーションを活用した大学教育の可能性について」日本デジタルゲーム学会 2012 年次大会発表原稿, 91-96.
- 熊倉啓之, 2011. 「数学的な思考力・表現力を鍛える授業 24: 小集団での追究で効果抜群!」明治図書出版.
- 小池翔太, 藤川大祐, 根岸千悠, 2013. 「レゴ® ブロックと ICT を活用した数学的思考力育成プログラムの試み」人文社会科学研究科研究プロジェクト報告書第262集, 脳と精神の医学, 43-49.
- 芝池宗克, 中西洋介, 2014. 「反転授業が変える教育の未来—生徒の主体性を引き出す授業への取り組み」明石書店.
- 初谷拓郎, 伊與田光宏, 2014. 「計算能力向上を目的とするゲーミフィケーションの提案と評価」第76回全国大会講演論文集, 633-635.
- 藤川大祐, 小池翔太, 有田泰記, 2015. 「ゲーミフィケーションを取り入れた協働学習算数教材の開発」日本教育工学会第31回全国大会, 473-474.
- 山岡英孝, 2014. 「工学基礎科目における教育工夫—数理の思考力を育成するレポート課題の試み」KIT progress: 工学教育研究21, 115-127.

(2017年4月27日受理)

Gamification in Teaching Mathematical Modeling to Social Science Students

OHMURA Shota

Gamification is the use of game design and elements in non-game contexts, which has been used successfully in many businesses and educational settings. In educational settings, it can increase student engagement and motivation with the game design and elements that are appropriate. In this paper, we consider the gamification in teaching mathematical modeling to social science students in Japan. In recent years, the importance of mathematical education to social science students increases by development of information and big data technology. Despite the importance it is difficult to conduct the education effectively in Japanese university, because most of the students are allergic to math and their mathematical skills vary with the educational background. In this paper, we provide a model of gamification in the education. By an experiment of the model in a university course, we derived insights on how the game design and elements in our model affect the behavior of students from qualitative aspects. In our model, we show that the leaderboard, avatar, social action, and combat work well as game elements, but the game design of them should be appropriately considered to affect the behavior of students correctly.

桃山学院大学

総合研究所紀要

Vol. 43 No. 1 2017. 10

〔国際学術セミナー〕

- 第36回国際学術セミナー実施概要 (1)
 第37回国際学術セミナー実施概要 (5)
 The Importance of Quantitatively Comprehending the Advancement
 of Reconstruction following Disasters
 : Practical Examples from the Great East Japan Earthquake EGAWA Akio (9)
 Discrimination against Women Workers in Japan KARUBE Keiko (31)

〔特定個人研究〕

- 論 文
 幼稚園・保育園、三歳児健康診査において視力検査の実施率を上げるために
 ——「たべたのだから？」視力検査—— 高橋 ひとみ 克 (45)
 バングラデシュ海外出稼ぎ者の夢と葛藤
 ——出稼ぎ先ギリシャと出身農村社会の狭間で—— 衛 藤 隆 (55)
 大阪市とその近郊における障がいのある人のキャンプ実態に関する調査 (2)
 ——37団体の行う障がいのある人のキャンプに注目して—— 南 出 和 余 (73)
 キルケゴールにおける伝達の二重性 竹 内 靖 子 (73)
 伊 藤 潔 志 (89)

〔共同研究〕

- 論 文
 『ババッド・タナ・ジャウィ』におけるムラビ山
 ——精霊と火砕流—— 深 見 純 生 (101)
 香港フードエキスポにおける日本産農産物・食品の販売戦略 大 島 一 二 (117)
 高齢者の「第三の居場所」のデザイン 鈴 木 幾 多 郎 (127)
 若年性認知症の人の居場所づくりの実践
 ——桃山なごみ会の活動初期に焦点を当てて—— 杉 原 久 仁 子 (163)
 松 本 直 也 昌 (187)
 大学サッカー選手のコンディショニングに関する研究 (第1報)
 ～健康度・生活習慣診断検査とストレス反応から～ 川 野 裕 姫 子 (187)
 出 平 井 内 村 慎 博 靖 子 志 子 文 (197)
 災害復旧のためのインフラ整備について
 ——水道事業を中心に—— 田 代 昌 孝 (197)
 異郷に「ホーム」を作る
 ——台湾におけるインドネシア人ムスリムの活動 小 池 誠 (213)
 Using CALL Materials in and out of Classrooms:
 Student and Teacher Experiences Michael CARROLL (237)
 文系学生への数理モデル教育におけるゲーミフィケーション実践 大 村 鍾 太 (253)

論 文

- 日韓学術・教育・文化交流史 (Ⅲ・完)
 ——桃山学院大学・啓明大学校交流 (1981-2016) の歩み—— 徐 龍 達 彦 (271)
 伊 代 田 光 彦 (271)



桃山学院大学総合研究所