

琉球大学学術リポジトリ

e ラーニングシステムの活用頻度と学習者の地理的距離との関係

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 琉球大学教育学部 公開日: 2021-04-20 キーワード (Ja): 琉大ハカセ塾, STEM教育, 一般化線形モデル キーワード (En): Moodle, LMS, GLM 作成者: 宮国, 泰史, 福本, 晃造, 杉尾, 幸司, Miyaguni, Yasushi, Fukumoto, Kozo, Sugio, Koji メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/48294

eラーニングシステムの活用頻度と学習者の地理的距離との関係

宮国 泰史¹・福本 晃造²・杉尾 幸司³

Relationship between the frequency of use of e-learning system by students and their geographic distance from university

Yasushi MIYAGUNI¹, Kozo FUKUMOTO², Koji SUGIO³

要 約

大学が児童生徒を対象にした高度な学びの機会を提供する際に、eラーニングシステムを活用すれば、大学からの地理的距離に関係なく等しい教育プログラムを提供でき、受講者の地理的な格差を減ずる効果が期待できる。ただし、このような是正効果は、学習者の学習行動に、地域間差がないか、大学に近い学習者よりも遠い学習者の活用度が高い場合のみ発揮される。琉球大学が実施している「ジュニアドクター育成塾事業」の受講生のアクセスログを解析し、受講生の居住地とeラーニングシステムの活用頻度の関係を調べたところ、大学から遠い学習者ほど、学習コンテンツへのアクセス日数とアクセス回数が増加することが明らかになった。この傾向は、教育施設から離れた場所から通う受講生ほどeラーニングシステムをより活用していることを示唆する。本研究の結果は、LMSを用いたオープンな教育環境の整備が、学習者と学習地の空間的距離を埋める効果を持ち、教育格差の是正に一定の効果を発揮する可能性があることを示した。

キーワード：琉大ハカセ塾，STEM教育，Moodle，LMS，一般化線形モデル，GLM

1. はじめに

中央教育審議会初等中等教育分科会では、令和2年10月に『『令和の日本型学校教育』の構築を目指して～すべての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～（中間まとめ）』を公表した（文部科学省、2020）。そこには、2020年代を通じて実現すべき「令和の日本型学校教育」の姿が示されており、「全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学び」を実現するための様々な方策が述べられている。第Ⅱ部・6章「遠隔・オンライン教育を含むICTを活用した学びの在り方について」には、その具体的な対応の一つとして、「学校で学びたくても学べない児童生徒」や「個々の才能を存分に伸ばせる高度な学びの機会など新た

な学びへの対応」のために、「対面指導と遠隔教育とを最適に組み合わせた指導方法の研究開発に向けた実証研究を実施するべきである」と述べられている（文部科学省、2020）。また、GIGAスクール構想によるICT教育環境の整備が学校で進んでいることや、新型コロナウイルス感染症対策のための臨時休業等に伴って遠隔・オンライン教育が実施されたこともあり、遠隔・オンライン教育に対する興味関心はかなり高まっている。そのため、今後、LMS（Learning Management System）の活用など、eラーニングシステムが学校教育の一部として取り込まれていくことが予想される。ゆえに、そこでの効果的な学習方法や望ましい学習環境の検討をしていくためには、まずeラーニングシステムにおける学習の実態を把握することが必要となる。たとえば、eラーニング上の学習ロ

¹ 琉球大学グローバル教育支援機構

² 琉球大学教育学部

³ 琉球大学大学院教育学研究科

グをいかに分類し分析するかは、重要な課題の一つである（荒木ほか、2016）。

「令和の日本型学校教育」では、「個々の才能を存分に伸ばせる高度な学びの機会など新たな学びへの対応」のために、特定分野に特異な才能を持つ児童生徒に対して、大学等が行う、最先端のアカデミックな知見を用いた指導について、実証的な研究開発が必要である（文部科学省、2020）と述べられている。このような、大学等による高度な学びの機会の提供に際しては、遠隔地に居住する児童生徒への対応に遠隔・オンライン教育の工夫が必要となる。しかしながら、eラーニングで学習する場合に、その萌芽期から「修了率の低さ」が問題として提起されており、eラーニングによる学びと学習者の学習タイプが合致しない場合には、その学習効果はほとんど示されない可能性があることが示唆されている（菅原、2017）。そのため、対象者の属性によってeラーニングの利用率にどのような差が生じるのかを検証することは、eラーニング学習を効果的に進めるために極めて重要である。

大学等が児童生徒を対象にした高度な学びの機会を提供する際に、eラーニングシステムを活用すれば、大学からの地理的距離に関係なく等しい教育プログラムを提供できる。その場合、大学等に地理的に近い学習者（A）とより遠い学習者（B）間で、活用度にどのような差が生じるだろうか。考えられるパターンは以下の三つである。

- ① (A) < (B)
- ② (A) = (B)
- ③ (A) > (B)

上記のパターンの内、①においては（B）は新たに教育機会を得るコストが低下することに加え、教育機会の高い活用によって、将来的な能力向上の見込みが（A）よりも増加することで、従来あった二者間の差が減少することが期待できる。②においては、（B）は新たに教育機会を得るコストが低下する分、従来あった二者間の差が減少するが、将来的な能力向上の見込み差は（A）と変わらない。③においては、（B）は新たに教育機会を得るコストが低下する分、従来あった二

者間の差が減少するが、資源の低い活用により将来的な能力向上の見込みが（A）よりも低下することが予想され、教育機会のコストが低下するという利益を相殺する可能性があることが予想される。学習地点から遠距離に位置する学習者が、近距離に位置する学習者と同等かそれ以上の自己学習頻度や活用度を維持できるかどうかは不透明である。

そこで本研究では、受講生の学習コンテンツへのアクセスログおよび性別や住所等の属性データと併せて解析し、琉大ハカセ塾Moodleの活用度に影響する要因を分析することを通して、大学からの学習者の距離が上記の3つのパターンのいずれに該当するのかを調査した。

2. 方法

(1) 調査対象

琉球大学は平成29年度より、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）「ジュニアドクター育成塾事業」の支援を受け、「美ら海・美ら島の未来を担う科学者養成プログラム」（愛称：「琉大ハカセ塾」）を実施している。本プログラムは、将来の科学技術イノベーションを牽引する傑出した人材の育成に向けて、高い意欲や突出した能力を持つ小中学生を発掘し、理数・情報分野の学習などを通じて、その能力を伸長させる体系的な取り組みである（福本ら、2018）。平成29年度の琉大ハカセ塾においては、小学校5学年から中学校3学年の児童・生徒を対象に公募・選抜を行い、離島を含む沖縄県内の各地から応募のあった90名の応募者に対して「書類審査」、「筆記審査」、「面接審査」による選抜を行い、選抜された44名（小学校5年および6年生14名、中学校1～3年生30名）に対して教育プログラムを実施した。「琉大ハカセ塾Moodle」は琉球大学が2017年度に運用を開始したMoodle型プラットフォームeラーニングシステムであり、琉大ハカセ塾を受講する小中学校段階の児童・生徒に対して講義資料や学習用のアプリケーション、参考図書等の学習コンテンツを提供した（宮国ら、2018）。

(2) 解析対象となるデータについて

2017年度は、受講生44名のうち、28名（63.6%）が琉大ハカセ塾Moodleの学習コースに登録した（宮国ら、2018）。本研究ではこの28名分の受講生の学習コンテンツへのアクセスログを解析した。

本研究で使用する、琉大ハカセ塾Moodleへのアクセスログを含む受講生の学習記録および受講生の一部の個人情報の学術的使用については、事前にすべての受講生および保護者に十分な説明を行い、同意を得た。

(3) アクセスログの取得と解析方法

① 解析用データの取得とデータの補正

本研究では、eラーニングシステムの活用度として、各受講生の学習コンテンツへの総アクセス日数と総アクセス数を指標とした。総アクセス日数が少ない受講生は単発的に学習コンテンツを利用していることを示唆し、日数が多い受講生は継続的に学習コンテンツを利用していることを示唆する。また、総アクセス数の少ない受講生は学習コンテンツの利用について消極的であることを示し、多い受講生は学習コンテンツの利用について積極的であることを示す。この二つの異なった観点から、受講生のMoodle利用の積極性のパターン分析が可能だと思われる。

本研究におけるデータ解析方法および手順について述べるとともに、作業のフローチャートを図1に示す。受講生の琉大ハカセ塾Moodleの利用パターンの解析のため、本システムが受講生に提示された2017年11月11日から、2018年3月18日までの全アクセスログを得た。これらのアクセスログから、受講生の学習コンテンツへのアクセスログデータを抽出したうえで、各受講生の学習コンテンツへのアクセス日と日ごとのアクセス数を算出・集計し、各受講生の学習コンテンツへの総アクセス日数と総アクセス数のデータを得た。

統計解析のために収集されたデータの中には、他の値から大きく外れた値である「外れ値」を含んでいる場合があり、データの統計的処理過程において、このような外れ値の影響によって統計結果が歪み、より一般的な傾向を隠してしまう場合がある。本研究においても、予備解析の段階でごく一部の受講生が非常に高頻度で学習コンテ

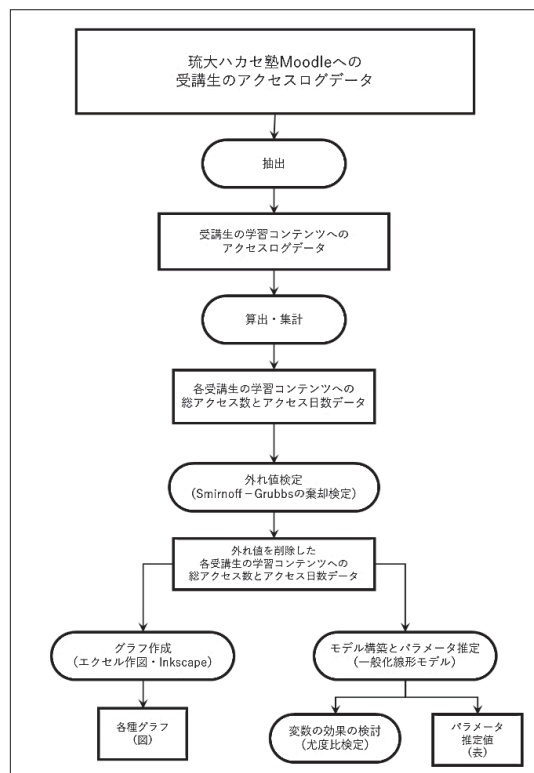


図1. 本研究におけるデータ解析のフローチャート。四角マスは各段階において取り扱うデータおよび作業後のアウトプット物を示し、楕円マスは各段階における作業内容および用いるソフトウェア・解析手法名を示す。

ツにアクセスしていることが分かった。そこで、Smirnov-Grubbsの棄却検定による外れ値検定を行った結果、総アクセス日数における上位3名、総アクセス数における上位4名の値が有意水準5%で外れ値と判定された。本研究では、これらの値を除いてデータ解析および作図を行った。したがって、有効なデータ数（n）は総アクセス日数において25名分、総アクセス数において24名分である。

② 来学困難度の設定

本研究では、琉大ハカセ塾の実施地である琉球大学と各受講生の自宅住所までの車での所要時間を来学困難度の指標として用いた。Googleマップ等の地図アプリケーションを用いて、高速道路や有料道路を使わない条件下における、各受講生の自宅住所から琉球大学までの車を使った経路お

および所要時間の情報が得られた。続く統計解析に用いるため、我々はこの所要時間から、来学困難度として、来学困難度A：0分から20分未満、来学困難度B：20分から40分未満、来学困難度C：40分から60分未満、来学困難度D：60分以上、と区分設定した。

③ 一般化線形モデルによるモデル構築と解析

学習コンテンツへの総アクセス日数および総アクセス数に影響する受講生の属性要因と、それぞれの要因がどの程度の効果を持つのかは、ポワソン分布を仮定し、リンク関数としてLogを指定した一般化線形モデル（Generalized Linear Model；以下、GLM）によって解析された。一般化線形モデルは線形回帰モデルの一種で、応答変数と説明変数の関係性を見るため、特に行動学や生態学の分野で用いられるが、回帰モデルによる解析は、児童・生徒の学力や能力の伸長に影響を与える要素（例えば児童・生徒の学習行動や親の影響等）の探索およびその要素の影響の強さの解析等、教育学・社会学的研究にも用いられる手法でもある（中西、2017；丸山ら、2018）。一般化線形モデルについての詳細は、荘島ら（2018）の論文や統計専門書（粕谷、2012）などをご参照頂きたい。

解析には、外れ値を除いた学習コンテンツへの総アクセス日数および総アクセス数を応答変数として用いられた。総アクセス日数および総アクセス数に影響する変数（要因）として、上記の「来学困難度」だけでなく、「性別」、「学年」、そして琉大ハカセ塾の一次選抜試験の総合成績点を受講生の「基礎学力」として設定した。琉大ハカセ塾の一次選抜試験は理数能力・論理的思考力・意欲・行動力を「書類審査」、「筆記審査」、「面接審査」で判定しており、それらの総合点は受講生の「基礎学力」をある程度担保すると期待できる。要因に「基礎学力」を入れ込むことで、応答変数から受講生の「基礎学力」によって説明される効果と「来学困難度」によって説明される効果をより厳密に区分し、各変数の効果を正しく推定できる。よって、本研究におけるモデル構造は以下のとおりである。

$$\log y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \varepsilon$$

- y : 学習コンテンツへの総アクセス日数もしくは総アクセス数
- α : 切片
- x_1 : 性別（2水準；女、男）
- x_2 : 学年（5水準；小学5年、小学6年、中学1年、中学2年、中学3年）
- x_3 : 来学困難度（4水準；困難度A、困難度B、困難度C、困難度D）
- x_4 : 基礎学力：一次選抜試験の受講生の総合成績点
- β_1 : 性別の係数
- β_2 : 学年の係数
- β_3 : 来学困難度の係数
- β_4 : 基礎学力の係数
- ε : 残差

応答変数として総アクセス日数を指定した場合でも、総アクセス数を指定した場合でも、各変数の効果の有意性は、全ての要因を変数として考慮したモデル（以下、フルモデル）およびフルモデルから各要因を除いて推定したモデルを、尤度比検定で判定するとともに、赤池情報量基準（Akaike Information Criterion；以下、AIC）値も参考にされた。その後、フルモデルにおける各変数のパラメータ推定が行われた。

④ データ解析ソフトおよび作図ソフトについて

データ解析にはフリーの統計ソフトである「R（アール） ver.3.3.2（R Core Team 2017；www.r-project.org）」および「EZR（Easy R、イージャー） ver.1.35」を用いた（Kanda, 2013）。また、グラフの作成にあたっては、Excelのグラフ作成機能を用いるとともに、フリーの作図ソフトである「Inkscape（インクスケープ） ver.0.92（www.inkscape.org）」を用いて作図した。

3. 結果

(1) 各変数の効果の検証

学習コンテンツへの総アクセス日数を応答変数としたモデルにおいては、学年もしくは来学困難度の変数を抜いたモデルのAIC値はフルモデルよりも悪くなった。また、尤度比検定に基づく各変数の効果の測定では、学年および来学困難度は統計上、有意な効果を示したが、性別および基礎学力の効果は統計上の有意性を示さなかった（表1）。学習コンテンツへの総アクセス数を応答変数としたモデルにおいては、4つの変数のどれを抜いてもモデルのAIC値はフルモデルよりも悪くなった。また、尤度比検定に基づく各変数の効果の測定では、全ての変数が、統計上、有意な効果を示した（表1）。

(2) 変数のパラメータ推定

学習コンテンツへの総アクセス日数および総アクセス数に対する各変数のパラメータ推定値は表2に示される。

総アクセス日数においては、前項の尤度比検定において変数の効果が有意だった学年および来学困難度変数に着目すると、学年変数を構成する小学校5年～中学校3年という因子の変数の推定値は、小学校5年と比べて、小学校6年であること

の因子が統計上有意に正の効果を示すことを示した。来学困難度を構成する困難度A～困難度Dという因子の変数の推定値においては、困難度Aと比べて、困難度Dであることの因子が統計上有意に正の効果を示すことを示した。

総アクセス数においては、性別を構成する男および女という因子の変数の推定値においては、女と比べて、男であることの因子が統計上有意に負の効果を示すことを示した。学年変数を構成する小学校5年～中学校3年という因子の変数の推定値は、小学校5年と比べて、小学校6年および中学3年であることの因子が統計上有意に正の効果を示すことを示し、中学2年であることの因子は統計上有意に負の効果を示した。来学困難度を構成する困難度A～困難度Dという因子の変数の推定値は、困難度Aと比べて、困難度B・C・Dであることの因子が統計上有意に正の効果を示すことを示し、効果の推定値の大きさは困難度C<困難度B<困難度Dの順で大きくなった。基礎学力の変数は統計上有意に負の効果を示したが、その推定値は他の統計上有意な効果を示す因子と比較して明瞭に小さかった。

学習コンテンツへの総アクセス日数および総アクセス数に対する効果の推定値が大きかった学年変数および来学困難度別の箱ひげ図は、図2に示される。学年別においては、小学6年>中学1年

表1. 各モデルの変数の効果の検証

モデルの構成変数	k	逸脱度	残差逸脱度	AIC	Δ AIC	P値
応答変数＝総アクセス日数						
性別＋学年＋来学困難度＋基礎学力	15	26.3	0.0	105.7	0.0	-
学年＋来学困難度＋基礎学力	16	26.4	0.1	103.8	1.9	0.712
性別＋来学困難度＋基礎学力	19	47.5	21.2	118.9	13.2	< 0.001
性別＋学年＋基礎学力	18	38.7	12.4	112.1	6.4	< 0.01
性別＋学年＋来学困難度	16	27.0	0.7	104.4	1.3	0.400
応答変数＝総アクセス数						
性別＋学年＋来学困難度＋基礎学力	14	44.7	0.0	137.1	0.0	-
学年＋来学困難度＋基礎学力	15	50.4	5.7	140.8	3.7	< 0.05
性別＋来学困難度＋基礎学力	18	98.2	53.5	182.6	45.5	< 0.001
性別＋学年＋基礎学力	17	95.3	50.5	181.6	44.5	< 0.001
性別＋学年＋来学困難度	15	57.8	13.1	148.1	11	< 0.001

P値はフルモデルと当該モデル間の尤度比検定の結果に基づく。

表 2. 一般化線形モデルによる学習コンテンツへの総アクセス日数および総アクセス数における性別、学年、来学困難度の効果の推定結果。

項目	係数推定値	SE	Z値	P値
総アクセス日数				
切片	0.885	1.268	0.698	0.485
性別				
女	-	-	-	-
男	-0.104	0.283	-0.369	0.712
学年				
小学 5 年	-	-	-	-
小学 6 年	1.152	0.440	2.617	< 0.01
中学 1 年	0.708	0.480	1.476	0.140
中学 2 年	-1.058	0.593	-1.785	0.074
中学 3 年	0.850	0.642	1.323	0.186
来学困難度				
困難度 A	-	-	-	-
困難度 B	0.624	0.603	1.036	0.300
困難度 C	0.500	0.584	0.856	0.392
困難度 D	1.840	0.608	3.026	< 0.01
基礎学力	-0.009	0.011	-0.836	0.403
総アクセス数				
切片	3.334	0.818	4.077	< 0.001
性別				
女	-	-	-	-
男	-0.462	0.195	-2.363	< 0.05
学年				
小学 5 年	-	-	-	-
小学 6 年	0.034	0.403	0.085	0.932
中学 1 年	1.018	0.312	3.262	< 0.01
中学 2 年	-1.432	0.404	-3.543	< 0.001
中学 3 年	1.388	0.431	3.223	< 0.01
来学困難度				
困難度 A	-	-	-	-
困難度 B	1.121	0.430	2.822	< 0.01
困難度 C	0.822	0.401	2.050	< 0.05
困難度 D	2.590	0.442	5.860	< 0.001
基礎学力	-0.025	0.007	-3.492	< 0.001

> 中学 3 年 > 小学 5 年 > 中学 2 年の順でアクセス日数の平均が高かった。また、中学 1 年 > 中学 3 年 > 小学 5 年 > 小学 6 年 > 中学 2 年の順でアクセス回数の平均が高かった。来学困難別では、困難度 D > 困難度 C > 困難度 B > 困難度 A の順でアクセス日数の平均が多かった。また、困難度 D > 困難度 C > 困難度 B > 困難度 A の順でアクセス回数

の平均が高かった。

4. 考察

琉大ハカセ塾 Moodle の学習コンテンツの活用
 に際して、学年および来学困難度の要素は受講生
 の総アクセス日数および総アクセス数の両方で強

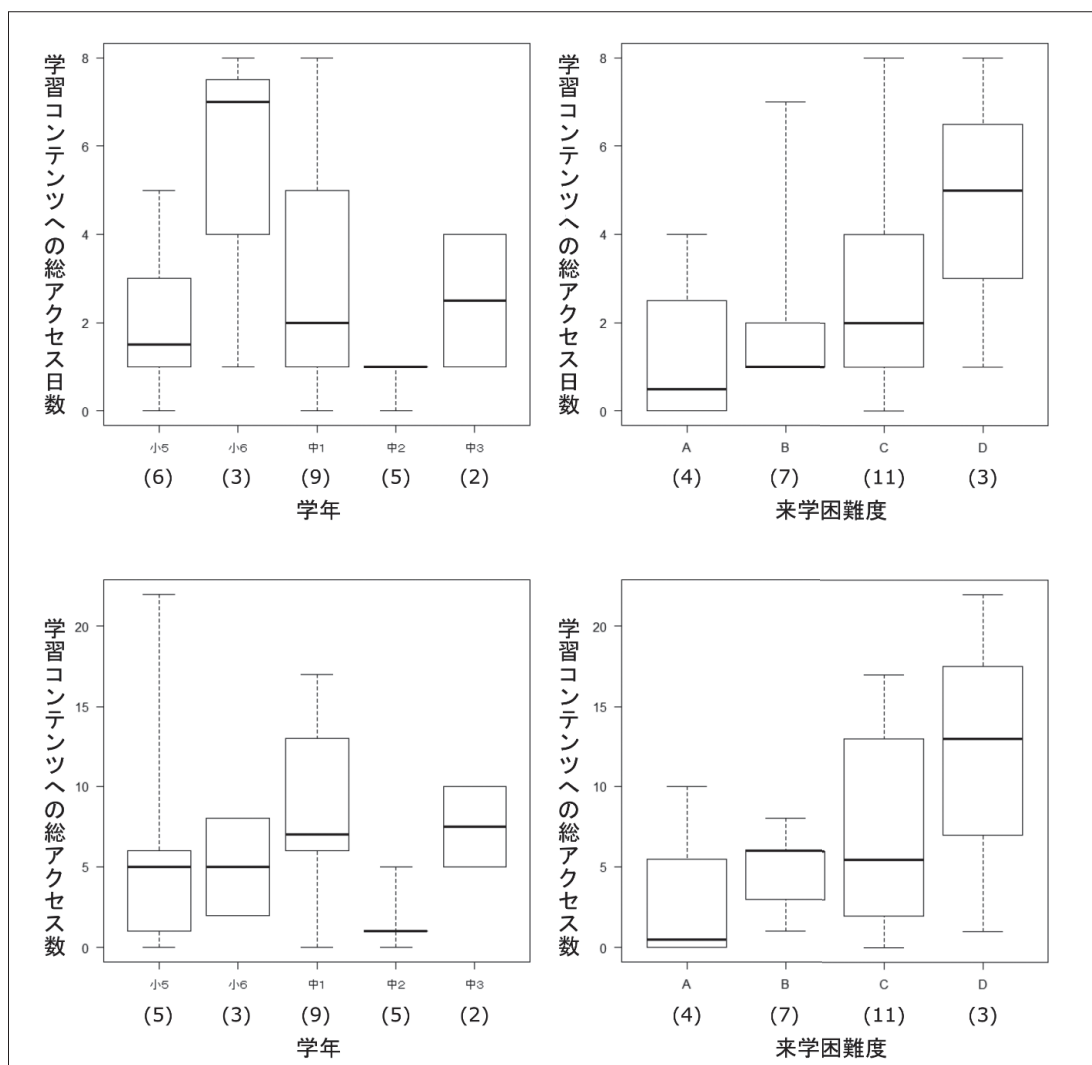


図2. Moodle利用頻度における学年および来学困難度（A～D、詳細は本文参照）の関係。箱ひげ図中の黒横線は中央値を示し、ひげの上限・下限はそれぞれ最大値および最小値を示す。また、（ ）内の数字はサンプル数を示す。

く影響する（表1）一方、性別や基礎学力の要素の影響はほとんどないか、あったとしても極めて限定的であった（表1、2、3）。特に、来学困難度においては、困難度が上がると総アクセス日数および総アクセス数が上昇するという共通のパターンが得られた（表2、3および図2）。これらの結果は、教育情報源からの学習者の距離とLMSの活用度に関して事前に予測した3つのパターンの内、パターン1：教育情報源に近い学習者よりも遠い学習者の活用度が高い、に該当する

ことが明らかになった。本研究の対象者がこのような活用パターンを示す要因については明瞭な情報が得られていないが、①対象者の選抜バイアス、②学習意欲や学習期待の個人間差や③学習意欲を向ける対象の分散および、これらの複合要因が想定される。

①はデータサンプリングバイアスに基づくものである。本研究で対象となる児童・生徒は、「書類審査」、「筆記審査」、「面接審査」による選抜を受けているため、一般的な小・中学段階の児童・

生徒集団と比較して、学力や学習意欲・関心は高い状態で均一であることは十分に仮定しうるが、それでも、遠方から琉球大学まで通うことを承知したうえで琉大ハカセ塾に応募した受講生は、近隣から琉球大学まで通う受講生よりもより高い学習意欲を備えていることは想定されうるため、本研究のは、その差を検出した可能性がある。②および③は、①のようなサンプリングバイアスの問題がないと仮定した場合のメカニズムモデルである。②は、学習意欲の純粋な地域間差として、教育情報源から遠い地域に住む学習者ほど純粋に高い学習意欲を持つことを仮定する。しかし、小学生における平日の家庭での平均学習時間や週当たりの通塾日数が大都市＞地方都市＞郡部となることが知られている（ベネッセ教育総合研究所、2007）など、この仮定が成立するかは不明瞭である。③は、学習意欲そのものは地域間で均一であることを仮定したうえで、学習意欲の投資選択肢数の地域間差として、教育情報源から遠い地域に住む学習者ほど投資選択肢（学校外の塾など）が少なくなることを想定する。この場合、教育情報源から遠い地域に住む学習者ほど1つの投資先あたりの学習投資量が増えることが想定される。現段階において、我々は①と③の複合要因による説明が最も妥当であると考ええる。この場合においても、大学施設から遠い地域に住む学習者においても、LMSなどの教育の機会を提供することで、教育格差の是正に一定の効果が期待できることを意味する。

本研究の解析結果は、学習コンテンツの活用際に際して、学年の要素は受講生の総アクセス日数および総アクセス数の両方で強く影響した（表1）。特に、中学校2年の生徒の活用度の低さが認められる（表2・3、図2）。しかし、現在の情報では、この要因の推定は困難であることから、今後、更なる研究が必要である。

現在のところ、「教育格差」には明確な学術的定義が定まっていないが、学習者の教育状況を取り巻く環境の学習者間差異と学習の帰結として学習者が獲得する学力や将来の学歴・職業・収入・社会的地位における差異は、多数の要素が絡む複雑な事象である。本研究ではeラーニングシステムなどのLMS環境を取り扱ったが、そもそもe

ラーニングシステムの利用に必要なとなるパソコンやタブレット端末等の取扱いなどにおいても、教育格差を含んでいる場合がある（劉、2018）。一方で、通信制高校などにおけるLMS環境の構築と学習履歴の分析や事後のeメール等によるサポートによって、生徒の学習意欲の向上や、生徒の誤概念修正、自立学習の支援に対する有効性が確認されるなど、遠隔地の学習者に対する有用性は示されている（小林、2008）。今後、学習システムの導入に対する定量的・定性的な分析結果の保存とその要因についてのメカニズムの推定・検証は、この事象の理解と解決に有用となるだろう。

5. まとめ

本研究の結果からは、eラーニングシステムなどLMSの学習者の活用に関して、教育施設から離れた場所から通う受講生ほどシステムをより活用していることを示唆する結果が得られた。通常の小学校や中学校に通う児童・生徒に対してLMSを提供した場合においても同様の傾向が見られるかなど、本研究の結果の一般性は、今後の継続した研究の蓄積や他の研究手法によって検討されるべきであるが、本研究の結果は、LMSを用いたオープンな教育環境および教育機会の均等の整備が、学習者と学習地の空間的距離を埋める効果を持ち、教育格差の是正に一定の効果を発揮する可能性があることを示した。

謝辞

学習プログラムに参加した受講生、講義資料等の提供にご協力いただきました教員の皆様に深く感謝いたします。本実践は、国立研究開発法人科学技術振興機構次世代人材育成事業「ジュニアドクター育成塾」委託事業内で行われた。また、本研究はJSPS科研費 JP20K03277の助成を受けて行われた。

引用文献

荒木貴之・齋藤 玲・堀田龍也（2016）「非同期型eラーニングにおける中高生の調整学習

- の特徴の分析」, 教育メディア研究23 (2), 1-14.
- ベネッセ教育総合研究所 (2007) 第4回学習基本調査・国内調査報告書 小学生版
- 福本晃造・宮國泰史・杉尾幸司・古川雅英 (2017) 「小・中学生を対象とした科学教育プログラム参加者の特徴とその類型化」『日本科学教育学会年会論文集』, 42, 261-262.
- Kanda, Yoshinobu (2013) Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. Bone Marrow Transplant. 48, 452-458.
- 粕谷英一 (2012) Rで学ぶデータサイエンス10 一般化線形モデル, 共立出版株式会社
- 小林裕光 (2008) 通信制高校におけるWBTシステムを活用した遺伝学習の実践, 教育情報研究23 (4), 27-34.
- 丸山真純・小笠原真司・宇都宮譲 (2018) 一般化線形モデル (GLM) によるG-TELP スコアからTOEIC スコアの推定モデルの構築: 長崎大学学生の2011年から2016年のデータから, 長崎大学言語教育研究センター研究論集6, 33-52.
- 宮國泰史・福本晃造・杉尾幸司・前野昌弘・伊禮三之・古川雅英 (2018) 小・中学生向けeラーニングシステム構築における課題の探索 ―琉大ハカセ塾Moodle2017の運用―, 琉球大学教育学部紀要93, 41-51.
- 文部科学省 (2020) 「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～すべての子供たちの可能性を引き出す, 個別最適な学びと, 協働的な学びの実現～ (中間まとめ)」, 2020年11月20日 確認. (https://www.mext.go.jp/content/20201007-mxt_syoto02-000010320_2.pdf)
- 中西啓喜 (2017) 『学力格差拡大の社会学的研究 ―小中学生への追跡的学力調査結果が示すものの』, 東信堂, 東京
- R Core Team (2017) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. (online) <http://www.R-project.org/>. 参照 2020-11-01.
- 劉 継生, (2018) 情報格差を解消するための対策に関する研究, 創価大学通信教育部学会通信教育部論集 21, 85-102.
- 荘島宏二郎・宇佐美慧・橋本貴充・登藤直弥・高野慶輔 (2018) 統計モデルの違いを理解する: 一般線形モデル・一般化線形モデル・階層線形モデル・階層的重回帰モデル, 教育心理学年報 57, 302-308.
- 菅原 良 (2017) 「eラーニングにおける学びと学習タイプの適性処遇交互作用に関する考察 ～『eラーニングはなぜ学ぶ行為を満足させることができないのか』への言承～」, 国際ICT利用研究学会論文誌 1, 16-22.