

「学習の森」の開発プロジェクトと未来塾への導入の調査結果

情報テクノロジー

山本 康裕, 近藤 孝俊, DAO NGOC MINH CHAU, DORJSUREN ENKHGEREL,

李明璐, 楊 碧瑩, 文 翔

本プロジェクトでは、マイクロステップスタディを利用する学習者を対象とし、学習量を反映する「学習の森」のウェブサイトを開発すること、また、「学習の森」でフィードバックされる学習者の学習意欲を向上させることを目的とした。「学習の森」を実施する前後でアンケート調査を行った結果、「学習の森」を加えたフィードバックによって学習者の学習意欲向上の影響を与えたことが明らかになった。今後の活動としては、「学習の森」を幅広く推進し、より多くの機能を実装する必要がある。

Keywords : 学習意欲, ICT活用, 教育, 中学生, フィードバック

1 課題

「Society5.0」を実現するためにICTを活用する環境が整備されつつある。その中、教育現場では情報テクノロジーの活用が注目されている。2018(平成30)年に文部科学省は「教育のICT化に向けた環境整備5か年計画(2018-2022年度)」を策定し、学校におけるICT環境(インターネット及び無線LAN, 統合型公務支援システムなど)の100%整備を目標としている。また、「GIGAスクール構想」が掲げられており、2019年から「1人1台端末及び高速大容量の通信ネットワーク」の環境整備に着手している。この政策は数年の期間をかけて実現される予定であったが、2020年の新型コロナウイルス感染症拡大の影響により、「全ての子どもたちの学びを保障できる環境」が早急に求められることになった。

ICTによる学習は新たな学び方であり、時代変遷に適應できる学習方法である。1996年から岡山大学寺澤教授が開発した「マイクロステップスタディ」

(以下、MS)はICTによる学習を支える研究の1つである。MSとは高精度教育ビッグデータを活用したeラーニングサービスである。サービスを利用する学習者は、端末に設定されるアプリケーションで学習しながら、自分の習熟レベルを判断し(自己評定)、小テスト(客観テスト)を受けることができる。学習者のデータに基づき、アプリケーションが自動的に適切な学習内容を導き出し、学習者は定期的に自己評定値と客観テスト点数を含むフィード

バックが提供される。MSの成果は多くの先行研究に示されている(岩本・寺澤, 2017; 牛ら, 2018)。

しかし、現在のMSには問題点があると考えられる。それはフィードバックの提供方法である。現在のフィードバック方法は、学習者の自己評定値と客観テスト点数を表す棒グラフを用紙に印刷し、各学校へ郵送を行なっている。子どもの視点からすると、このフィードバックに対して興味を示しにくいと考えられる。

こうした中、ゲーミフィケーション要素を導入したフィードバックにより、子どもたちがフィードバックに興味を示し、学習意欲をより高められることが期待できる。ゲーミフィケーションとは「優れたゲームに見られる、ユーザーの意欲を高め持続させる要素や、デザイン手法を他のアプリケーションやサービス開発に導入すること」である(藤本, 2015, p.237)。この概念に基づき、本プロジェクトは子どもたちが楽しみながら自発的・持続的にMSを利用できるように、育成ゲームの「学習の森」を開発し、MSのフィードバックに加えた。

2 目的

本プロジェクトでは、①MSを利用する学習者を対象とし、学習量の反映する「学習の森」を開発すること、②「学習の森」を導入したフィードバックによって学生の学習意欲を向上させることを目的とする。

3 方法

(1) 「学習の森」のウェブサイトの開発

①開発期間

2020年8月から10月まで、「学習の森」のウェブサイトを開発した。

②デザイン方法

「学習の森」は「個人の木」と「みんなの森」から構成される。MS 学習内容（小学校英語，中学校英語，漢字，四字熟語）に応じて，りんご，さくらんぼ，バナナ，ぶどうの4種類の木がある。各種類は種から樹木までの10段階に分けられる。「個人の木」では，これらの木を「ibisPaint X」というアプリを利用し，子どもに親しみやすいキャラクターの2Dデザインを作成した。

一方，「みんなの森」では3D化されたクラス全員の「個人の木」を一つの森として表示している。「みんなの森」にある木の成長段階は「個人の木」と同様であるが，デザインはキャラクター化されていない。「Tinkercad.com」というウェブサイトを利用し，「みんなの森」のデザインを作成した。

③プログラミング方法

「学習の森」のサイトマップは図1に示されている。「学習の森」はServer SideとClient Sideの2つ部分に分けられている。Server SideはVPS（仮想専用サーバー）を用いて，データベースや外部データ取得の機能を実装した。処理パスは，MSのデータサーバーから週1回の期間で学習データ（所属校・ユーザーID・総学習日数・増加日数）を取得し，それを本プロジェクトのデータベースに保存する。

保存したデータをPHPによりClient Sideに送信し，JavaScriptを用いて，「木」のデザインと「成長経験値」の可視化と自動化処理を行う。具体的には，「木」のデザインは「種」から「樹木」の計10段階に分け，総学習日数の増加により，学習日数が一定の数に到達すると，木が自動的に次のレベルに成長できる。また，毎週MSから取得した学習量に基づき，木の成長記録も自動的にできる。個人ページの2Dデザインの表示とウェブサイトデザインにはHTMLとCSSを使用した。

また，今後，普及が進み，数多くの同時接続が想定されるので，Nginx技術を導入した。

(2) 学習意欲の変化

①プロジェクトの流れ

近年，鳥取県は「鳥取県子どもの貧困対策推進計画」を実施し，地域における貧困家庭の子どもや学習の支援を要する子どもに対して，「地域未来塾」で放課後教育を提供している（鳥取県，2020）。「地域未来塾」は公費で運営され，地域の公民館または学

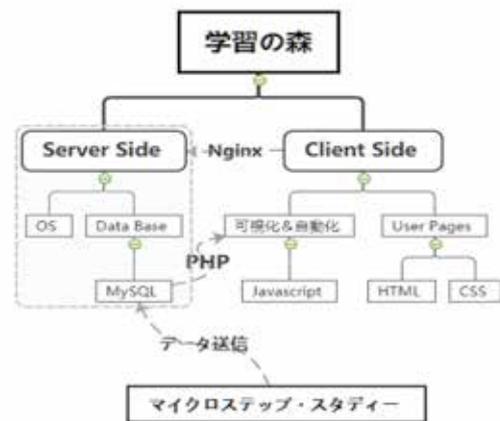


図1 「学習の森」のサイトマップ

校で行われている。本プロジェクトのチームは2020年7月13日に鳥取県議員から「地域未来塾」について情報提供を受け，現地の子どもが学習支援を必要としている状況を把握した。

2020年9月2日に，「倉吉地域未来塾」を訪問し，機関の整備状況，生徒の年齢，人数等を把握し，MSと「学習の森」が導入可能であるか確認した。その後，「倉吉地域未来塾」の担当者と教育委員会にプロジェクトの協力を依頼した。10月29日にMSを導入し始めた。次に，11月10日に「倉吉地域未来塾」に第1回目アンケート調査を送信し，担当者にアンケートの説明，配布と回収を依頼した。12月10日に「学習の森」のウェブサイトを導入した。なお，セキュリティの関係上，サイト一覧できるのは週1回にした。1月14日に第2回目のアンケート調査を送信した。調査手順は第1回目と同様である。

②調査対象

本プロジェクトは「倉吉地域未来塾」の中学生10人（1年生から3年生まで）を調査対象とした。

③質問用紙

学習意欲の変化を測定するために，学芸大式学習意欲検査（簡易版）（下山・林ら，1983）と特性的自己効力感尺度の検討（成田ら，1995）を参考にして，31項目の質問用紙を作成した。学芸大式学習意欲検査では「自主的学習態度」・「達成志向」・「反持続性」の下位尺度15項目を選んだ。特性的自己効力感についての尺度は「遂行可能感」・「継続性」・「積極性」・「実行性」の4つの下位尺度16項目を選んだ。残りの尺度は本プロジェクトの検討対象外であるため，質問項目に入れなかった。

④研究仮説

杉谷（2018）により，ゲーミフィケーションの役割は，学習者が自ら目標を達成できるように動機づけし，楽しく継続的に取り組めるようにすることで

ある。

この役割を踏まえて、「学習の森」によるフィードバックにより、質問用紙に使用した7尺度得点の中「自主的学習態度」(自ら学習の目標や計画を立てて、自発的に学習しようとする態度)、「達成志向」(目標の達成のために努力したり、困難な課題に挑戦したり、目標ができるまで頑張ったりするような傾向)、「継続性」(あきらめずに勉強を続ける志向)という3つの尺度得点が他の尺度に比べて特に上がりやすいという研究仮説を立てた。

4 結果

(1) 「学習の森」の開発

「学習の森」の成長について、これは育成ゲームをモデルとして作成されたものである。学習者の学習量により、「個人の木」が種から樹木まで成長していく。各段階の成長状態は「成長過程のバー」に示されている。「成長過程のバー」が一杯になると、木が次の成長段階に形を変化する。また、「成長の歴史」という機能で、過去の成長記録を見ることができる。

ウェブの構成について、「<http://pbl-microtree.site/homepage.php>」というリンクにアクセスするとホームページが出てくる。ホームページには「あなたの木を見る」、「みんなの森を見る」、「マイクロステップ・スタディについて」という3ボタンがある。「あなたの木を見る」ボタンをクリックするとID番号入力の際に画面に表す。学習者にID

表1 特性的自己効力感尺度における推定結果

	遂行可能感				継続性				積極性				実行性			
	EAP	post.sd	2.5%	97.5%												
μ_1	10.80	1.37	8.04	13.50	12.12	1.05	10.02	14.26	12.44	0.97	10.50	14.39	12.12	1.05	10.02	14.26
μ_2	18.74	1.92	14.87	22.45	13.20	1.15	10.90	15.53	12.99	0.88	11.20	14.77	13.20	1.15	10.90	15.53
δ	0.25	2.05	-3.94	4.23	1.08	1.49	-1.90	4.06	0.55	1.08	-1.64	2.68	1.08	1.49	-1.90	4.06
$U_{\delta>0}$	0.56	0.50	0.00	1.00	0.79	0.41	0.00	1.00	0.72	0.45	0.00	1.00	0.79	0.41	0.00	1.00

表2 学芸大式学習意欲検査における推定結果

	自主的学習態度				達成志向				反持続性			
	EAP	post.sd	2.5%	97.5%	EAP	post.sd	2.5%	97.5%	EAP	post.sd	2.5%	97.5%
μ_1	10.60	1.39	7.88	13.37	10.80	1.37	8.043	13.50	13.12	1.74	9.63	16.67
μ_2	11.98	0.93	10.09	13.81	13.42	0.77	11.93	14.99	11.49	0.85	9.74	13.19
δ	1.39	1.48	-1.59	4.34	2.61	1.47	-0.271	5.58	-1.63	1.96	-5.55	2.28
$U_{\delta>0}$	0.85	0.36	0.00	1.00	0.96	0.19	0.00	1.00	0.18	0.39	0.00	1.00

番号を入力してもらおうと「個人の木」のページが出てくる。ここに①学習者が育てている木、②成長過程のバー、③「成長の歴史」ボタン、④「ホームページに戻る」ボタンがある。ホームページにある「みんなの森を見る」ボタンをクリックすると、3Dの「みんなの森」を見ることができる。

(2) 学習意欲の変化

MSを実施した10名の中学生が、第1回、第2回の意識調査に参加した。フィードバック前における尺度得点を X_1 、フィードバック後における尺度得点を X_2 とし、それぞれの変数が2変量正規分

$X_1 \sim N(\mu_1, \sigma_1), X_2 \sim N(\mu_2, \sigma_2)$ に従うと仮定する。

母平均 μ と母標準偏差 σ のサンプリング時の事前分布にはそれぞれ十分広い範囲の1様分布に使用して、フィードバック前とフィードバック後で学習意欲に違いが見られたかを、2つの変数の平均値差に関するベイズ推定によって検討を行う。

Stanにより、長さ11000のチェーンを1つ発生させ、バーンイン期間を1000とし、HMC法によって得られた10000個の乱数で事後分布を近似する。 $\hat{R} < 1.1$ であり、事後分布からの乱数の近似と考えられる。点推定にはEAPを用いており、Rによって得られた推定結果を表1、表2に示した。

表1、表2の $U_{\delta>0}$ におけるEAPは、それぞれの尺度における仮説「 $\mu_2 - \mu_1 > 0$ 」が正しい確率を表している。達成志向尺度における $U_{\delta>0}$ でのEAPに着目すると、0.96 (96%) と、非常に高くなっている。また、自主的学習態度や継続性、実行性、積極性においても、高い確率とまではいえないが、ポジティブな結果を示しているといえる。一方で、遂行可能感や反持続性では、フィードバックによって尺度得点が高くなったというにはかなり乏しい結果と

なった。

5 考察

本プロジェクトにおける研究仮説について検討した結果、「達成志向」尺度得点は「学習の森」を加えたフィードバックによってほぼ確実に上がるといえ

る。これは、「学習の森」で個人の木を育てる際に、学習者がより大きく成長させたいという目標を持ちながら学習を進めたことが要因であると解釈できる。また、「自習的学習態度」、「継続性」尺度得点が向上するという仮説が正しい確率は高いとまではいえないが、ポジティブな結果を示している。従って、学習者は「学習の森」によるフィードバックで自発的に学習し、それを維持できるようになる可能性がある。つまり、本プロジェクトの研究仮説を支持する結果が得られたと考えてよいだろう。

また、「積極性」尺度（あきらめずに勉強を続けること）と「実行性」尺度（自分が立てた学習計画の通り順調にできると信じること）に関してもポジティブな結果が得られた。

MSは、学習初期では学習データが少ないことから、十分な量のフィードバックが行えない。そのため、短期間でのフィードバックによって意欲を上げることは難しい。しかし、今回MSのフィードバックに「学習の森」を加えたことによって、短期間でのプロジェクトであったのにもかかわらず、学習意欲の向上に大きな影響を与えたことが考えられる。

一方、「反持続性」（勉強を継続して行えない）尺度得点を逆転項目として扱った結果、尺度得点があがるという仮説が正しい確率は非常に低いことが分かる。つまり、持続的に学習に取り組めるようになった可能性が低いことが考えられる。この原因に関して、「反持続性」に対して「学習の森」が与える影響が小さかったことが考えられる。「学習の森」は学習者の学習量を基にフィードバックを行うシステムである。そのため、学習教材に対して集中して学習に取り組ませる効果は、現在の「学習の森」にはない。このことから、今後の課題として、学習者が集中して学習に取り組めるような要素を学習の森に追加していく必要がある。

また、本プロジェクトでは実験群と対称群を設けることができなかつたため、「学習の森」自体の効果検証はできなかつた。今後はより厳密な実験計画を立て、「学習の森」が学習意欲に与える効果を検証していきたいと考える。

6 主な参考文献

牛 司策・益岡 都萌・西山 めぐみ・寺澤 孝文 (2018) : 学習成果のフィードバックによる自己効力感の向上. 日本心理学会第 82 回大会.
岩本 真弓・寺澤 孝文 (2019) : 不登校児童・生徒の主体的な学習環境づくり —子どもの求めにより活性化する地域の教育力—. 経営と情報, 32 (1), 27–36.

藤本 徹 (2015) : ゲーム学習の新たな展開. 放送メディア研究, 12, 235-252.

文部科学省 (2018) : 教育の ICT 化に向けた環境整備 5 か年計画 (2018–2022 年度), https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afildfile/2018/04/12/1402839_1_1.pdf

文部科学省 (2020) : GIGA スクール構想の加速による学びの保障 https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt_syoto01-000003278_2.pdf

豊田秀樹 (2015) 基礎からのベイズ統計学 ハミルトニアモンテカルロ法による実践的入門 朝倉書店