

SDGs 教育のための環境教育コンテンツ「里山管理ゲーム」における ユーザーインターフェース改善が学習に与える影響

矢後恒河¹ 青木良太² 小林和奏² 武田義明² 楠房子³ 溝口博¹
杉本雅則⁴ 舟生日出男⁵ 山口悦司² 稲垣成哲²

概要：生物多様性や森林環境の保全は、持続可能な開発目標（SDGs）に設定されており、その学習の重要性が高まっている。日本ではそれらを学ぶ場として里山が存在し、里山の管理学習が主に実地調査等の体験学習によって行われている。しかし、里山に対する管理の結果は長い年月を経て現れるため、即座に可視化することができないという課題が存在する。著者らはこの課題を克服するために、里山に対する人の管理による結果をシミュレーションによって可視化できる教材「里山管理ゲーム」を開発してきた。本稿では「里山管理ゲーム」を実際に公立小学校での授業で使用した際の評価と、そのために行ったユーザーインターフェースの改善について述べる。

キーワード：科学教育、学習支援、植生遷移、生物多様性、SDGs

The Effect of User Interface Improvement on Learning in the “SATOYAMA Management Game”, an Environmental Education Content for SDGs Education

KOGA YAGO¹ RYOTA AOKI² WAKANA KOBAYASHI²
YOSHIAKI TAKEDA² FUSAKO KUSUNOKI³ HIROSHI MIZOGUCHI¹
MASANORI SUGIMOTO⁴ HIDEO FUNAOI⁵
ETSUJI YAMAGUCHI² SHIGENORI INAGAKI²

1. はじめに

生物多様性や森林の環境保全は 2015 年 9 月に採択された SDGs (持続可能な開発目標) の一つとして設定されておりそれら環境教育の取り組みの重要性が増している[1]。日本においても生物多様性や森林の環境保全は SDGs 以前から重要視されており、2012 年には「生物多様性国家戦略 2012-2020」が策定されている[2]。生物多様性国家戦略で定義されている 4 つの危機の中の一つに「自然に対する働きかけの減少」があり、「里地里山環境」の劣化が挙げられている。里地里山の環境は無為自然で成り立っているのではなく、人間の管理による働きかけを通じて形成されている。これら里山の環境を保全するためには、里山の生態系及び里山を管理・維持する方法について学ぶ必要がある。

里山の管理について学ぶ方法として、実地調査などの体験的な学習が挙げられる。しかし、実際の教育環境では体験的な学習をする機会や場所は限られており、また体験学

習で行った取り組みの影響を確認できないといった問題が存在している。例えば植林や害獣駆除などの取り組みの結果は数年から数十年後に現れるものであり、学習者の実感的な理解を得ることは困難である。

これらの問題を解決するためにこれまで多数の里山環境教育コンテンツが開発されてきた[3][4]。しかし、実際に教育現場で活用されたものは少ない。

今回著者らはこれらの里山環境教育コンテンツを実際の教育現場に導入するにはどのような問題が存在するのかを考察し、著者らが以前より開発している環境教育コンテンツの改善を行った。また著者らは改善した里山環境教育コンテンツを用いて実際に公立小学校で理科の授業を実践し、その効果を検証した。本論文では著者らが行った里山環境教育コンテンツのユーザーインターフェースの改善とその効果について述べる。

2. 環境教育コンテンツ“里山管理ゲーム”

2.1 里山管理ゲーム概要

本研究では、著者らが以前より開発している里山環境教育コンテンツ「里山管理ゲーム」を使用した。里山管理ゲームは、プレイヤーが里山の管理人となり、数百年間の里山管理を体験することができるゲームである。里山の森林管理は本来であれば数十年単位で行われるが、シミュレ

1 東京理科大学
Tokyo University of Science
2 神戸大学
Kobe University
3 多摩美術大学
Tama Art University
4 北海道大学
Hokkaido University
5 創価大学
Soka University

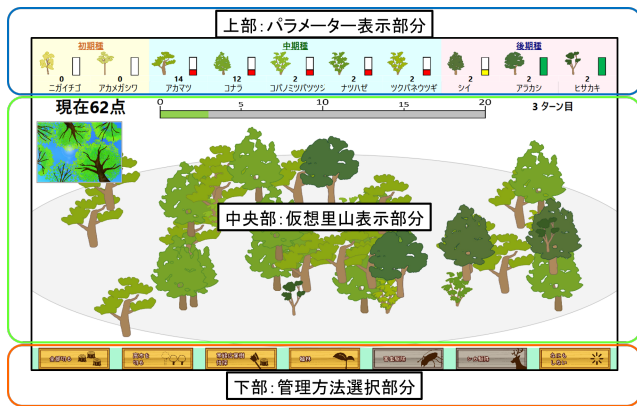


図1 ゲーム画面

Figure 1 Game Screen.

ションを用いることで数分間という短時間で疑似体験することを可能にした。ゲーム内には兵庫県の六甲山の里山をモデルにした仮想環境が存在しており、20秒ごとに約15年間分の里山の植生遷移をシミュレートしている。この里山の仮想環境内には10種類の植物が植生しており、それぞれ、初期種、中期種、後期種に分類されている。里山の環境は最初、人の手が全く入っておらず変化のなくなった極相状態に設定されており、学習者はこれを理想的な環境になるように管理・改善することを求められる。

管理方法は、全て伐採、高木伐採、常緑広葉樹伐採、植林、害虫駆除、鹿駆除、何もしない、の7種類あり、1ターン(15年相当)に1つの管理方法を選択し、それを20ターン行うことで約300年間の里山管理を体験したことになる。管理した里山は理想の状態を100点とした減点方式で採点される。植生している植物は学習者の管理、害虫・害獣(シカ)、植物同士の優劣関係(日光の奪い合い)の3つの影響で増減する。

図1に里山管理ゲームの画面を示す。ゲーム画面は大きく3つの部分に分割されている。各パラメータ表示部分、仮想里山表示部分、管理方法選択部分、である。パラメータ表示部分には、木の本数メーターと情報ウィンドウが存在し、メーターでは生えている樹の本数が適切であるか知ることができ、ウィンドウでは樹種、樹高、日照量による成長特性について知ることができる。仮想里山表示部分の上部には現在の点数、ターンの制限時間、ターン数が示されている。これらの機能により、里山管理未経験者でも仮想環境の里山管理を行うことができる。

2.2 里山管理ゲーム開発の変遷

これまで著者らは里山の植生遷移と管理に関する教育コンテンツの開発を続けてきた。

出口らはタッチパネル上で動くすごろく型のボードゲーム「植物遷移ゲーム」を開発した[5]。その後、吉田らがより体感的で没入感のあるシステムを目指してフルボディ・インタラクションである「人間すごろく：植生遷移学習の

ための等身大ボードゲーム」を作成した[6]。これらのゲームは複数人で行うものであり、プレイヤー自身が植物の役となって、他のプレイヤー(植物)と競争することで植生遷移を学ぶというシステムであった。

これに対して川口らは、プレイヤーが一人でゲームをプレイし、植物ではなく植生を管理する側、里山の管理人となって里山の管理を体験しながら、里山の管理方法と植生遷移の学習を行える「里山管理ゲーム」を開発した。川口らは里山管理経験者と未経験者の里山管理ゲームプレイ時の視線計測を行い、未経験者であっても里山管理ゲームを数回プレイすることで経験者と同レベルのスコアになることなどを明らかにした[7]。

その後、新階らは川口らの里山管理ゲームに、ユーザーインターフェースと学習可能地域追加、の二つの観点から改善を行った。また小学生を対象とした視線計測評価により、プレイヤーの視線と里山の理解の関係を探索的に明らかにした[8]。

今回著者らは、これまでの里山管理ゲームの開発に加え、公立小学校での授業に里山管理ゲームを導入するために、ユーザーインターフェースにさらなる改善を行った。

3. 里山管理ゲームの改善

今回の里山管理ゲームの改善で追加・変更されたユーザーインターフェースについて以下に述べる。

3.1 チュートリアル

本ゲームには学習者にゲーム内容と里山に関する基本知識を伝えるためのチュートリアルが存在している。チュートリアルは動画形式であり学習者はゲームのプレイ前に一度このチュートリアルを視聴する。今回里山管理ゲームを授業内で使用するにあたり、チュートリアルに以下の3つの観点から改善を行った。

- ・環境保全学習と里山管理の関係を明確にすること
- ・学習者のゲーム内での役割を明確にすること
- ・説明の間、学習者の集中を持続させること

以下にそれぞれの観点から行った改善について述べる。

3.1.1 環境保全学習と里山管理

今回里山管理ゲームは、小学校の理科の授業の一単位において「人と自然環境の関わり」「環境保全」などを体験するという学習目標を達成するためのツールとして使用された。そのため、チュートリアルでもそれら学習目標と里山管理のつながりを明確にし、里山環境の保全が生物多様性の維持につながることを直接的な表現で説明した。

3.1.2 学習者のゲーム内での役割

以前のチュートリアルでは、ゲームの遊び方は説明されていたが、なぜ学習者が森林を管理する必要があるのかという動機づけが行われていなかった。そのため今回の改善では、学習者はこのゲーム内の森林の管理人であり、里山の環境を守ることで、里山の生物を絶滅の危機から救うと

いうストーリーを提示し、動機づけを行った。

3.1.3 学習者の集中

以前のチュートリアル動画は映像が流れるだけであり、そこから正しく情報を得るためには、学習者が意識的に動画を注視する必要がある。これを解決するために、映像に読み上げ音声が付与し、学習者に語り掛けるように説明を行うことで自然に学習者の集中を促す改善を行った。

3.2 ヒントページ

授業で使用するためにあたって学習者が興味や疑問を持った点に関して、自分から調べることができるようにヒントページを作成した。ヒントページはプレイの合間に確認することができ、植生遷移、夏緑樹、常緑広葉樹、管理方法について詳しく知ることができる。またチュートリアルを見返すこともできる。

3.3 フィードバック

学習者の思考や判断を補助するために、ゲーム終了時の結果画面にフィードバックを追加した。画面は最終ターン終了時に表示され、切り替えボタンで最終的な里山の状態とプレイ結果を比較することができる。図2に実際に表示される画面とその概要を示す。

3.3.1 点数グラフ

1 ターンごとの点数を記録し、折れ線グラフにして表示した(図2の(a))。また最高点と平均点を別途右上に表示した(図2の(b))。学習者がプレイ結果の考察や反省をする際の思考の補助を目的とした。

3.3.2 評価コメント

最終的な点数・木の本数・森の明るさに応じてそれぞれ4~6段階のコメントを表示した(図2の(c))。従来の里山管理ゲームは、学習者自身が最終的な点数から自分のプレイの良い点や悪い点を考察する必要がある。今回の評価コメントの追加によって、里山を理想の状態に近づけるための具体的なヒントを得ることが可能になった。

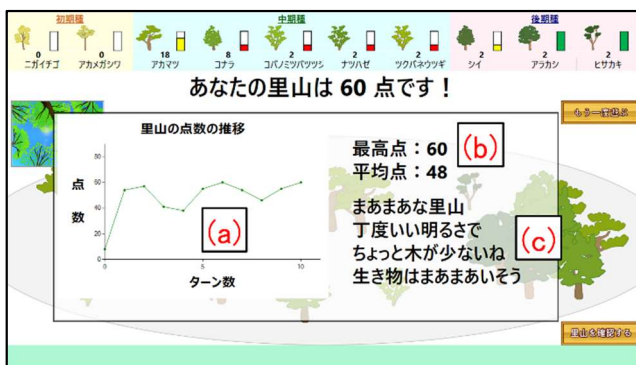


図2 結果画面

Figure 2 Result Window.

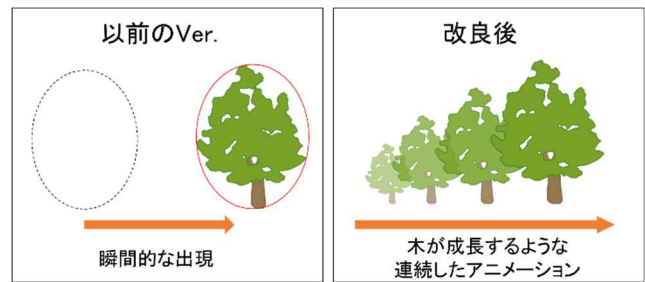


図3 アニメーションの追加

Figure 3 Add Animations.

3.4 アニメーション

里山管理ゲームでは、木の増減は森林エリア内に木のイラストを追加もしくは除去することで表しているが、以前のバージョンではその変化は瞬間的であり、自分が行った管理法がどの木に作用したのかわかりにくいという問題が存在した。これを解決するために、木の増減をアニメーションで表し、変化が緩やかに行われるように改善した(図3)。これにより学習者が木の増減を目で追うことが容易になった。

3.5 日照量表示

これまでの我々の実験で、これまでの里山管理ゲームは「森林内の日照量の重要性」についての学習効果が低いことがわかっている。今までのゲームでも、木の下に影を表示し、影の濃さを変更することで森林内の明るさを表現してはいたが、学習者によってはほとんど意識せずにゲームを終えてしまうこともあった。これを解決するため、画面左上に森林内で上を向いた際に空がどのように見えるかを確認できるウィンドウを追加した。ウィンドウには森林内の明るさと木の種類に応じて4段階の林冠画像が表示される。図4に表示される林冠画像を示す。森林内からの視点を追加による、より体感的な日照量変化の理解とゲームへの没入感の向上を目的とした。

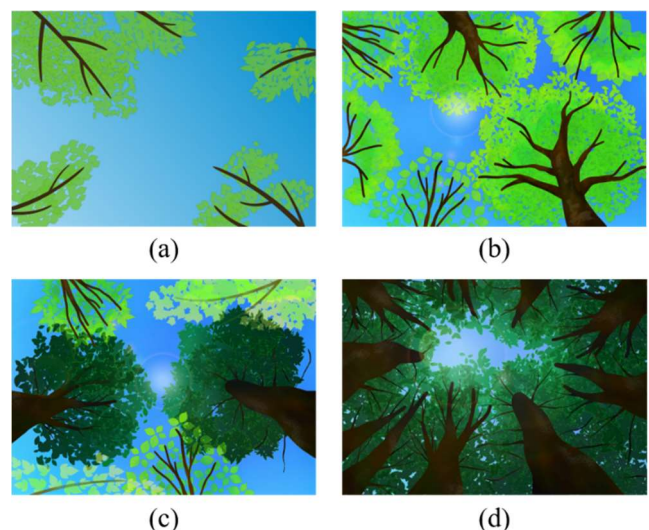


図4 林冠画像による日照量表示

Figure 4 Forest Canopy Images

4. 評価実験

本実験は理科教育の授業の一環として行われた。被験者は「人と自然環境の関わり」の一例として「里山」について学習し、ゲームは里山管理を疑似体験するためのツールとして使用された。

4.1 目的

実験では里山管理ゲーム全体の学習効果について調査を行ったが、ゲーム全体の評価は我々の過去の研究でも行っているため、本論文では改善・変更されたユーザーインターフェースの評価を目的とし、それについてのみ述べる。

4.2 実験日時・場所及び対象

実験は2021年11月30日に、神戸市内の公立小学校で行われた。対象は同小学校に通う小学生24名であった。

4.3 実験方法

被験者はまず里山や実験に関する事前知識のない状態で事前アンケートに回答した。その後、授業及び実験の流れを伝えられ、全体で里山環境保護に関する事前知識を得るための動画とゲームのチュートリアルを視聴した。その後被験者は2人ずつに分けられ、里山管理ゲームの体験をペア学習という形式で行った。体験後、疑問に思ったことを教師に質問する時間を設け、その後事後アンケートに回答した。以下にゲームの体験とアンケートについて詳しく述べる。

4.3.1 里山管理ゲームの体験

24人を2名ずつ12のペアに分け、1ペアにつき1台のPCを用いて里山管理ゲームを体験させた。体験時の様子を図5に示す。ペアは順番にゲームをプレイし、ペアの2人がそれぞれ1回ずつプレイを完了する度に、ヒントページを確認する時間と理想の里山にするための作戦を考える時間を与えた。これを4回繰り返した。



図5 里山管理ゲームプレイ中の様子

Figure 4 Playing SATOYAMA Management Game.

表1 ユーザーインターフェースに関する評価の結果

Table 1 Evaluation Results for User Interface.

質問項目	P	N	p
里山を良い状態に保つためには、人間は手を加えてはいけぬ(逆転項目)	5	19	**
里山管理ゲームの操作は難しかった	16	8	n.s.
里山を良い状態に保つためには、森に日光が入ることが必要である	22	2	**
N=24; p**<0.01; n.s.: 有意差なし			

4.3.2 アンケート

アンケートは授業の前と後に行われ、それぞれ11項目と14項目の質問を用意した。アンケートは7段階のリッカー尺度を用いて作成され、学習者は質問に対し、とてもそう思う、そう思う、少しそう思う、どちらともいえない、あまりそう思わない、そう思わない、全くそう思わない、の7段階の中から一つを選択した。また質問のうち4項目は逆転項目とした。評価については、7段階のうち、とてもそう思う、そう思う、少しそう思う、の3つをポジティブな回答、どちらともいえない、あまりそう思わない、そう思わない、全くそう思わない、の4つをネガティブな回答と判断し、1×2の正確二項検定を用いてポジティブな回答の有意確率pを算出した。

4.4 結果

改善を行ったユーザーインターフェースに関するアンケート結果の一部を表1に示す。まずチュートリアルに関する質問では「里山管理の重要性の理解」に関する質問においては、有意差を確認できたが、「ゲームの操作への理解」に関しては有意差を確認することができなかった。次に「日照量の重要性の理解」に関する質問では有意差を確認でき、改善の効果を確認することができた。

5. おわりに

今回実験が授業形式であったため、被験者の視線計測などを行うことができず、評価は被験者の主観的評価にとどまった。今後は完成した里山管理ゲームの本質的な評価を目指し、追加実験やより詳細な分析・検証を行っていく。

謝辞 本研究の一部はJSPS 科研費JP19H01734の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] United Nations, 2015. Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development, United Nations. New York.
- [2] 環境省, "生物多様性国家戦略 2012-2020", https://www.biodic.go.jp/biodiversity/about/initiatives/files/2012-2020/01_honbun.pdf

- [3] 渡邊司, 斎藤睦子, 鈴木裕子, 皆川泰臣, 小河原信介, 一ノ瀬友博, 五箇公一, カードゲームを用いた生物多様性教育の実践的研究. 環境教育, 2018, Vol.28(2), pp.19-28.
- [4] 関口有人, 出口明子, 川島芳昭, 大久保達弘. 環境学習を支援するデジタルすごろくゲーム 「里山 Life・アドミンズ」 中学生を対象とした実践的評価. 日本科学教育学会研究会研究報告, 2017, Vol.32(5), pp.205-208.
- [5] 出口明子, 楠房子, 武田義明, 山口悦司, 稲垣成哲, 杉本雅則. 環境学習を支援する植生遷移ゲーム, 日本科学教育学会年会論文集, 34, pp. 457-458.
- [6] 吉田龍一, 足立孝之, 村津啓太, 溝口博, 生田目美紀, 杉本雅則, 楠房子, 山口悦司, 稲垣成哲, 武田義明. 人間すごろく: 植生遷移学習のための等身大ボードゲーム. 研究報告エンタテインメントコンピューティング(EC), Vol.2014-EC-32, No.17, pp.1-4.
- [7] Kawaguchi, S., Mizoguchi, H., Egusa, R., Takeda, Y., Yamaguchi, E., Inagaki, S., Kusunoki, F., Funaoi, H., and Sugimoto, M., "A Forestry Management Game as a Learning Support System for Increased Understanding of Vegetation Succession - Effective Environmental Education Towards a Sustainable Society", Proceedings of the 10th International Conference on Computer Supported Education, 2018, Volume 1, pp. 322-327.
- [8] 新階幸也, 溝口博, 武田義明, 楠房子, 青木良太, 山口悦司, 稲垣成哲, 舟生日出男, 杉本雅則, 里山環境保全教育コンテンツ「里山管理ゲーム」 ～複数の里山への対応～, 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI), Vol.2020-HCI-186, No.32, pp.1-3.