

# 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

吉田龍一<sup>†1</sup> 足立孝之<sup>†1</sup> 村津啓太<sup>†2</sup> 溝口博<sup>†1</sup> 生田目美紀<sup>†3</sup>  
杉本雅則<sup>†4</sup> 楠房子<sup>†5</sup> 山口悦司<sup>†2</sup> 稲垣成哲<sup>†2</sup> 武田義明<sup>†2</sup>

著者らはフルボディインタラクショナルシステムとして、「人間すごろく」を開発している。このシステムは児童が体の動きでデジタルゲームをプレイすることで、植生遷移への興味を高め、知識の定着を支援する。本稿ではこのシステムの構成とインタビューの結果について報告する。

## Human SUGOROKU : Life-size Board Game for Children to Learn Vegetation Succession

Ryuichi Yoshida<sup>†1</sup> Takayuki Adachi<sup>†1</sup> Keita Muratsu<sup>†2</sup>  
Hiroshi Mizoguchi<sup>†1</sup> Miki Namatame<sup>†3</sup> Masanori Sugimoto<sup>†4</sup>  
Fusako Kusunoki<sup>†5</sup> Etsuji Yamaguchi<sup>†2</sup> Shigenori Inagaki<sup>†2</sup> Yoshiaki Takeda<sup>†2</sup>

In this study, we developed a simulation game called “Human SUGOROKU” that consists of a full-body interaction system to enable elementary school students to enjoy and learn vegetation succession. The students’ sense of immersion is improved by enabling them to play this game using their body movements. This paper describes the structure of this system and the interview results.

### 1. はじめに

小学生の環境問題の学習は困難な場合が多い。なぜなら教師や教科書を通して学んだ知識を実世界で評価し、それを実感することが容易ではないからである。そこで、著者らは環境問題を対象とした小学校での協調学習支援に関する研究をこれまでに進めてきた。学んだ知識を学習者自身が体験、検証、議論しつつ協調学習をすすめることが可能な学習支援システムとカリキュラムを構築し、それらを小学校での授業実践を通して評価してきた[1]。

研究の中で、環境学習の中でも植生遷移に関して、小学生の知識の獲得を目的として、シミュレーションにより学習を支援するデジタルゲーム“植生遷移すごろくゲーム”を開発した[2][3]。すごろくは一周するマスを盤面とし、プレイヤーは自分が担当する駒を盤面上で動かす。サイコロやカードに従って駒が盤面上のマスを進んでいき、誰が一番進めるかを競う。このデジタルゲームを小学生に試したところ、小学生の学習意欲が向上し、植生遷移の理解が深化することが示された。しかし、デジタルゲームはあくまでコンピュータの画面上で行われるものであり、シミュレ

ーションにより実現された仮想世界と実世界の接続において課題があった。実世界につながる、没入感のある仮想世界を実現することにより、学習者のモチベーションのみならず、さらなる理解の増進が達成されることが示唆された。

そこで、著者らはデジタルゲームに身体性を持たせることで、小学生の仮想世界への没入感が向上し、学習効果の向上につながるのではないかと考えた。我々は、まず小学生が体の動きでデジタルゲームを操作できるシステム“人間すごろく”を開発した[4]。本研究の目的は、人間すごろくプレイ後の参加者を対象として、植生遷移に関する仮想世界への没入の実態について事例的に明らかにすることである。

本稿では、人間すごろくの構成と、参加者を植生遷移の仮想世界へ没入できたかを検証した結果について述べる。

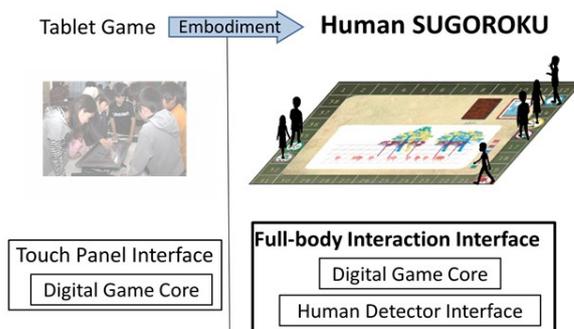


図1 フルボディインタラクショナルシステム「人間すごろく」  
Figure 1 Full-body Interaction System “Human SUGOROKU”

†1 東京理科大学  
Tokyo University of Science

†2 神戸大学  
Kobe University

†3 筑波技術大学  
Tsukuba University of Technology

†4 北海道大学  
Hokkaido University

†5 多摩美術大学  
Tama Art University

## 2. 人間すごろく

### 2.1 人間すごろくの概要

これまでのタブレットゲームは、タッチパネルの画面上で、デジタルすごろくゲームを操作していた。一方人間すごろくは、あたかも人がデジタルゲームの仮想世界に入り込んだかのように、人の体の動きで、デジタルゲームを操作する。体でデジタルゲームを操作するフルボディー・インタラクションを実現するために、図1のように、タブレットゲームのデジタルゲームコアに、人の動きを計測する人物位置計測装置を組み合わせた。

人間すごろくでは、実際に床に描かれたすごろくの盤面上を、学習者が駒として実際に歩くことで、デジタルすごろくゲームの駒を動かす。この操作を実現するためには室内で人の位置を計測し、識別する技術が必要となる。超音波センサを対象に取り付けることで、3次元位置を計測する技術が提案されている[5][6]。そこで、人物位置計測装置として、超音波センサを用いた。

図2に人間すごろくの構成を示す。このシステムは超音波センサ、2台のPC、プロジェクタから構成されている。超音波センサ、駒として学習者の動きを計測するために超音波センサの送信機を学習者の頭につけ、受信機をすごろくのマス目の中央に配置する。また、デジタルゲームをプロジェクタで映すことにより、学習者がゲームの様子を視覚的に理解することができる。超音波センサを扱うPCをサーバ、デジタルゲームを動かすPCをクライアントとし、ネットワークを介して超音波センサが計測した3次元位置情報をデジタルゲームに反映させる。

### 2.2 人間すごろくにルール

デジタルゲームは日本の代表的な都市近郊の里山の一つである神戸の六甲山を舞台にしたすごろくである。図3はデジタルすごろくゲームの表示する画面を示す。すごろくの盤面と駒、イベントカード、植生の様子が表示されている。画面の周囲にはすごろくのマス目が配置され、各学習者の駒はこの上を進んでいく。駒は、ニガイチゴ、アカメガシワ、コナラ、アカマツ、シイ、ソヨゴの6種類がある。各学習者は6種類の植物の6種類を担当する。駒はそれぞれイベントカードにより発生する攪乱により進むまたは戻るマス数が定められている。画面上にはイベントカードの山があり、キーボードの操作によって新しいイベントカードを出現させてゲームを進行させる。イベントカードは雨、晴れ、イノシシ、マツクイムシ、伐採、がけ崩れと6種類ある。イベントカードはそれぞれの特性に、攪乱の有無と規模が対応付けられる。雨、晴れは攪乱なし、イノシシ、マツクイムシは小規模攪乱、伐採、がけ崩れは大規模攪乱となる。このカードは、遷移初期種、遷移中期種、遷移終期種とよばれる個々の植物の繁殖に影響を与える。遷移初期種にはニガイチゴとアカメガシワ、遷移中期種にはコナ

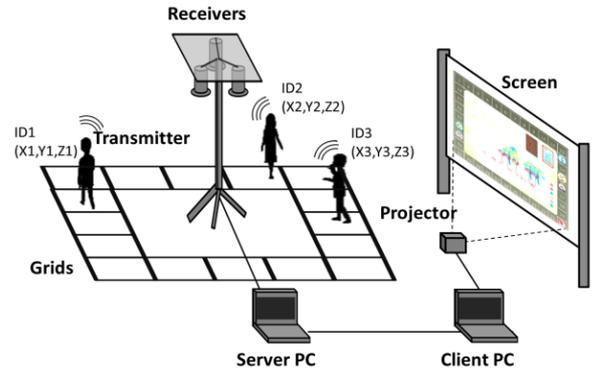


図2 人間すごろくの概要  
 Figure 2 Structure of Human SUGOROKU



図3 デジタルゲームの画面  
 Figure 3 Screenshot of Digital Game

ラとアカマツ、遷移後期種にはシイとソヨゴがある。たとえば攪乱が生じなければ、森林の植生が遷移するので遷移初期種は衰退し、中期種・終期種が繁殖する。小規模攪乱では主に遷移中期種が影響を受け、森林の低木層や地面に光が当たるため遷移初期種の数が増加する。大規模攪乱では、ほぼすべての植物が壊滅的な打撃を受け、森林は更地もしくはそれに準ずる状態になる。そのため、その後の回復が速い遷移初期種が数を増やし、終期種は数を大幅に減らす。また2種類の植物が同じマスに止まると、植物間における相互作用行われる。たとえば、シイとニガイチゴが同じマスにとまった場合、サイズの大きいシイは成長に必要な日光を得ることができるが、サイズの小さなニガイチゴ日光を得ることが出来ないため、衰退してしまいます。そのため、ニガイチゴはマスに戻る必要があります。

各学習者がイベントと相互作用による駒の移動を終える毎に、各植物の繁栄状況（森林の遷移状況）が可視化される。可視化は、進んだマスの絶対数ではなく、各植物の相対的な進み具合によって表現される。イベントカードとそれによって生じる攪乱と相互作用に対し、各植物種の駒のすごろくボード上での動きが対応付けられておりその状況は可視化されるので、学習者は攪乱要因の大きさと各植物への影響を容易に把握できる。

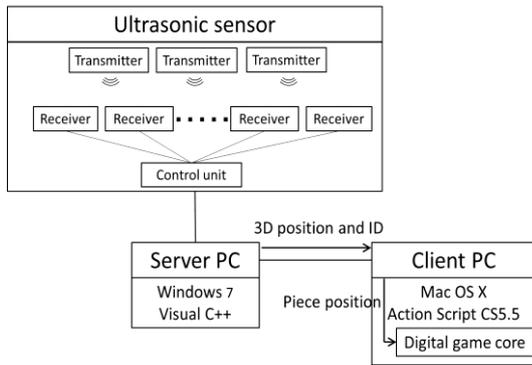


図 4 人物位置計測システム

Figure 4. System Configuration of Human Detector Interface

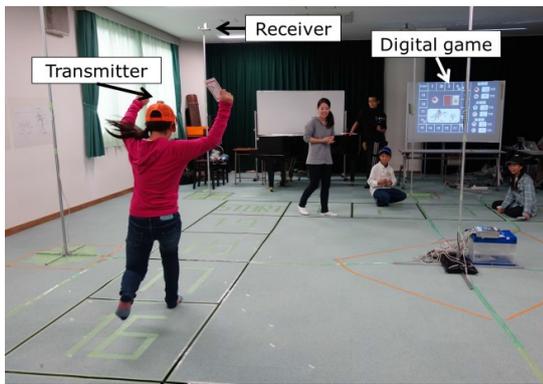


図 5 人間すごろくプレイ中の様子

Figure 5 Playing Human SUGOROKU

### 2.3 人物位置計測

図 4 に人物位置計測システムの構成図を示す。人間すごろくを実現するためには室内で数[m]大の室内空間において、誰がどこにいるかを計測し続ける必要がある。人の位置を計測するために、ID を持つことができる超音波センサの送信機を対象に付けることで、3次元位置を計測する手法が提案されている。超音波センサは送信機、受信機、制御部から構成される。送信機から出た超音波を受信機が受け取り、超音波が出てから、受け取るまでの時間差から制御部が送信機の3次元位置を算出する。送信機を時分割で計測するので、送信機は予めIDを持つことができる。

また、タブレットゲームでは駒をタッチペンでタッチすることで駒を取り、ドラッグすることで駒を動かし、タッチペンを離すことで駒を置くという動作をしていた。そこで学習者が駒となるためには、駒の位置を計測するだけではなく、駒が置かれた状態なのか、動かされている状態なのかを判別する必要がある。そこで学習者が立つことで駒を持ち、歩いて移動すれば駒を動かすことができ、学習者が座れば駒を置くことができるというようにした。立っているか座っているかの判定は、学習者の頭の3次元座標が分かるため、床からの高さに関値を設定することで実現した。

### 表 1 参加者 P1 の面接調査から抜粋された発言例

Table 1 Example of Comments Made by Participant P1

I : 人間すごろくについて、感想を教えてください。  
 P1 : 実際自分が駒になってみたら、何か自分が本当に、例えばこのすごろくやったら、本当に自分が植物になった気持ちになって、それがよかった(下線部筆者)んじゃないかなと思いました。大規模攪乱とか、こういうときに自分がたくさん繁殖できたり、なくなったりするというので、それが自分の植物が増えたり減ったりしてるんだなって実感できました(下線部筆者)。

Note: I: 面接者, P1: 参加者 P1

### 表 2 参加者 P2 の面接調査から抜粋された発言例

Table 2 Example of Comments Made by Participant P2

P2 : がけ崩れとか起きたときとかに進むということで、がけ崩れが起きて成長することができたんで、よかったと思ったりできました。  
 I : そのニガイチゴに成り切ったときの気持ちというのはどんな感じでした。  
 P2 : やっぱりがけ崩れが起きてよかった(下線部筆者)と思ったり、人間にはよくないけれど、ニガイチゴにはいいと思ったんで嬉しく感じました(下線部筆者)。

Note: I: 面接者, P2: 参加者 P2

## 3. 人間すごろくの評価

### 3.1 評価の目的

評価の目的は、人間すごろくプレイ後の参加者を対象として、植生遷移に関する仮想世界への没入の実態について事例的に明らかにすることであった。

### 3.2 参加者と実施時期

参加者は、小学校第 6 学年 (11~12 才) の児童 36 名であり、本研究までに人間すごろくをプレイした経験がなかった。評価は、2013 年 10 月下旬に実施された。図 5 はその時の様子である。

### 3.3 調査課題

調査課題は、植生遷移に関する仮想世界への没入について自由に回答させるものであった。調査は個別面接法によって実施された。

### 3.4 手続き

手続きは、以下の通りであった。まず、参加者は人間すごろくを 2 回プレイした。所要時間は、1 回目と 2 回目のプレイを合わせて約 30 分であった。人間すごろくのプレイ後、参加者から無作為に 2 名を抽出し、上述の課題について面接調査を実施した。面接の所要時間は 1 人につき約 5 分であった。

### 3.5 結果と考察

表 1 は、参加者 P1 の面接調査から抜粋された発言例である。P1 は、自分自身がすごろくのコマとなって人間すごろくをプレイしたことによって、自分が本当に植物になったような気持ちになれたと発言していた。加えて、各イベントによる自分の担当植物の繁栄や衰退を自分のことのように実感できたと発言している。これらの発言から、参加者 P1 は、自分の担当する植物になりきって人間すごろくをプレイしていたと判断できる。

表 2 は、参加者 P2 の面接調査から抜粋された発言例である。ニガイチゴを担当していた参加者 P2 は、崖崩れのイベントによって自分の担当する植物が前に進むことができ、嬉しく感じたと発言している。この発言から、参加者 P2 は、がけ崩れという大規模攪乱で繁栄するニガイチゴの特性を理解し、ニガイチゴに感情移入していたと捉えられる。

以上のような発言が得られた理由として、(1) 参加者自身の身体がすごろくのコマであり、自分の担当する植物に愛着を抱くことができた点、(2) 植物の繁栄や衰退が参加者の前進や後退と連動しており、繁栄や衰退を自分のことのように感じる点が推察される。

## 4. おわりに

本稿では、人間すごろくの構成と、参加者を植生遷移の仮想世界へ没入を促進する上での有効性を検証した結果について述べた。

従来の植生遷移タブレットゲームに人物位置計測装置である超音波センサを用いて、フルボディインタラクションシステム人間すごろくを開発した。この人間すごろくを小学生に実施し、インタビューにより評価した結果、小学生が植物になりきって人間すごろくをプレイすることができたという事例が明らかになった。

以上のことから、人間すごろくが植生遷移に関する仮想世界への没入を促すことが示唆された。

**謝辞** 本研究は、科学研究費補助金基盤研究(B) (No. 23300303)と(B) (No. 24300290)の支援を受けて行われた。

## 参考文献

- 1) Matsumura, T., Takeda, Y. 2010. Relationship between species richness and spatial and temporal distance from seed source in semi-natural grassland. *Vegetation Science* 13, 336-345.
- 2) Deguchi, A., Inagaki, S., Kusunoki, F., Yamaguchi, E., Takeda, Y., Sugimoto, M. 2010. Vegetation interaction game: Digital SUGOROKU of vegetation succession for children. *Entertainment Computing-ICEC, Lecture Notes in Computer Science LNCS6243*, 493-495.
- 3) Deguchi, A., Inagaki, S., Kusunoki, F., Yamaguchi, E., Takeda, Y., Sugimoto, M. 2009. Development and evaluation of a digital vegetation interaction game for children. *ICEC 2009. LNCS, vol. 5709, Springer*, 288--289.
- 4) Adachi, T., Goseki, M., Muratu, K., Mizoguchi, H., Namatame, M., Sugimoto, M., Kusunoki, F., Yamaguchi, E., Inagaki, S., Takeda, Y. 2013. Human SUGOROKU: Full-body interaction system for students to learn vegetation succession. *Interaction Design and Children*. 364-367.
- 5) Nishida, Y., Aizawa, H., Hori, T., Hoffman, N. H., Kanade, T., Kakikura, M. 2003. 3D ultrasonic tagging system for observing human activity. *IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2003)*, 785-791.
- 6) Nishitani, A., Nishida, Y., Hori, T., Kanade, T., Mizoguchi, H. 2005. Global calibration based on local calibration for an ultrasonic location sensor. in *Proc. 1st International Conference on Sensing Technology (ICST2005)*, 11-16.