

# 拡張現実を融合した積み木遊びの提案

鈴木 昭二<sup>1,a)</sup> 笠井 康平<sup>1</sup> 村山 愛葉<sup>1</sup> 河村 拓真<sup>1</sup> 堀井 堯史<sup>1</sup> 小関 大河<sup>1</sup>  
高橋 信行<sup>1,b)</sup> 三上 貞芳<sup>1,c)</sup>

概要：拡張現実用のマーカーを付けた積み木を用い、スマートフォンやタブレット端末上でCGによるさまざまな3Dモデルを登場させることのできる積み木遊びを提案する。積み木の置かれた場所や近くに配置された積み木との組み合わせにより異なる3Dモデルが登場するようにし、グループで参加して3Dモデルの変化を楽しむことのできる遊びの実現を目指す。本稿では、提案に基づいて制作したプロトタイプとその評価について述べる。

## Proposal of Toy Blocks Playing with Augmented Reality

SUZUKI SHO'JI<sup>1,a)</sup> KASAI KOHEI<sup>1</sup> MURAYAMA AYO<sup>1</sup> KAWAMURA TAKUMA<sup>1</sup> HORII TAKAFUMI<sup>1</sup>  
KOSEKI TAIGA<sup>1</sup> TAKAHASHI NOBUYUKI<sup>1,b)</sup> MIKAMI SADAYOSHI<sup>1,c)</sup>

### 1. はじめに

近年、カメラや液晶ディスプレイなどのデバイスの小型化が進み、スマートフォンやタブレット端末、Head Mount Display(HMD)などの持ち運びの容易な機器で拡張現実(Augmented Reality:AR)を利用できるようになった。これらの機器の普及に伴い拡張現実が広く知られるようになり、カメラ画像への重畳表示を利用してゲームやキャンペーン [1], 図鑑 [2], 観光 [3] などに新たな楽しみがもたらされ、教育・学習支援にも使われるようになってきた。

拡張現実による学習支援の特徴として、低コストでの学習体験の実現や体験の増幅と理解の促進が指摘されており [4], これらの特徴を生かすさまざまな取り組みがなされている。例えば、お手本を重畳表示することで技能習得を支援するもの [5][6], マーカーの位置に図形を表示することで数学や空間認知の学習を支援するもの [7][8], 直感的なインタラクションで容易に条件を変えられる実験シミュレーションの提供 [9][10], 複数マーカーの組み合わせで正解・不正解を提示する語学学習支援 [11][12] などが挙げられる。

これらの取り組みは主に個人の利用を対象としており、これに対してグループでの利用を想定しマーカーに対する重畳表示を地図と組み合わせることにより特定の場所や地域に関する知識の定着を促す取り組みもある [13][14]。また、街作りのシミュレーションを題材としたコンテンツを通じて学習における他者との協調の支援を図る取り組みもなされている [4]。

前述の取り組みでは、グループ利用を想定したものよりも個人を対象としたものが多く、また、個人を対象としたもののほうがマーカーの使い方やマーカーに対して提示する情報の見せ方に工夫を凝らす傾向が見られる。そこで我々は、グループ利用を想定した拡張現実による学習支援に対し、検出したマーカーと付加的に取得できる情報との組み合わせによる提示情報の変化を組み込むことを考えた。本稿では、その第一歩として、マーカーへの重畳表示を組み合わせた積み木を用いる遊びを提案し試作と評価を行う。

### 2. 積み木と拡張現実の融合

#### 2.1 概要

我々は、グループ利用にあたり参加者が楽しめることが重要になると考え、文献 [14] の取り組みのように遊びの要素を取り入れることとした。また、拡張現実の利用にあたっては、文献 [11][12] のように複数のマーカーを利用し

<sup>1</sup> 公立はこだて未来大学  
Future University Hakodate, Hakodate 041-8655, Japan  
a) ssuzuki@fun.ac.jp  
b) ntakahas@fun.ac.jp  
c) s\_mikami@fun.ac.jp

て検出されたマーカーの組み合わせにより重畳表示するCGの3Dモデルを変化させることとし、その変化を参加者同士のインタラクションの促進に利用することとした。

以上を考慮して積み木遊びを採用し、積み木の表面にマーカーを付けて読み込んだマーカーに応じた3Dモデルを提示することとした。提示にあたっては1個のマーカーに対し提示する3Dモデルを単一のものに限定せず、以下に示すさまざまな条件に応じて変化させることとした。

- マーカーの種類
- マーカーの置かれたフィールドの色
- マーカーを読み込む回数
- 隣りに配置されたマーカーとの組み合わせ

また、3Dモデルの変化に意味を持たせるために、環境の変化を題材とした3Dモデルを作成することとした。具体的には、検出したマーカーに対して動植物の3Dモデルを登場させることとし、上記の条件により登場する3Dモデルを変化させる。具体的には、マーカーを置くフィールドの色を4色とし、これに四季を対応づけて季節に応じた3Dモデルを登場させる。また、隣りに配置されたマーカーとの組み合わせによる変化を取り入れることで、参加者各人が積み木を動かす動作によって登場する3Dモデルが変わるようにする。これにより参加者同士のインタラクションの促進を図る。

## 2.2 プロトタイプ制作

厚さ2.5mmの中密度繊維板(MDF)を材料とし、一辺70mmの立方体の積み木を作成した。マーカーとして「木」「丘」「水」の3種類をデザインし、積み木の面の一つにレーザー加工機で彫刻した。また、積み木の内部にはビー玉やビーズなどを入れてマーカーごと異なる音ができるようにした。フィールドは表面の色がピンク、緑、黄色、青のいずれかである一辺が500mmの正方形の板とし、これを1枚ずつ計4枚組み合わせると1000mm x 1000mmの正方形の領域として構成した。フィールドの色により季節を表現することとし、春夏秋冬にそれぞれピンク、緑、黄色、青を対応させた。図1にはマーカーを付けた積み木を、図2にフィールドを示す。

提示する3DモデルはBlenderを利用して作成し、UnityにARライブラリのVuforiaを組み合わせるとAndroid端末上で動作する拡張現実用アプリケーションを作成した。フィールドの色の識別は、カメラで取得した画像の画素値の平均を求め、RGBからHSVに変換し、色相の値(H)に基づいて行った。図3に、タブレット端末上でアプリケーションを起動し、カメラ越しに見たフィールドと積み木に3Dモデルを登場させている様子を示す。

識別した色に対応する季節ごとに各マーカーに登場させる3Dモデルを表1の通り決定した。ここで登場する3Dモデルはマーカーをモチーフにデザインした。また、マ-



図1 積み木とARマーカー  
Fig. 1 Toy blocks with AR marker



図2 フィールドと積み木  
Fig. 2 Field and toy blocks



図3 タブレット端末上での表示  
Fig. 3 Viewer on tablet

ーカーの組み合わせにより変化する3Dモデルを表2の通りとし、表1の3Dモデルに動物を追加して登場させることとした。

表1 背景による変化

季節\マーカー	丘	木	水
春	緑の山	桜の木	花卉の散る水たまり
夏	緑の山	緑の木	水たまり
秋	紅葉の山	紅葉の木	紅葉の散るたまり
冬	雪の山	枯れ木	凍結した水たまり

特定のフィールドとマーカーの組み合わせにより登場する3Dモデルの例を図4に示す。この例では、春を表すピンク色のフィールド上に木のマーカーの積み木が置かれる

表 2 背景による変化

季節	マーカーの組み合わせ	CG オブジェクト
春	丘 x 1	ウサギ
	丘 x 1, 水 x 1	ウサギとチョウチョ
夏	水 x 2	サカナ
	木 x 1, 水 x 1	サカナとトリ
秋	丘 x 1	イノシシ
	木 x 2	シカ
冬	丘 x 1	ウサギ
	水 x 2	ペンギン

ことで春の木である桜が登場している。また、隣合うマーカーにより 3D モデルが変化する例を図 5 に示す。図 5(a) では冬を表す青いフィールド上に水のマーカーの積み木が一つ置かれ、凍結した水たまりが登場している。この隣に水のマーカーの積み木を追加すると、図 5(b) のようにペンギンが登場する。なお、回数による変化については、丘のマーカーに対し登場する緑の山を、マーカーが一旦カメラの視野外にでたあとで再度読み込まれたときに山の緑が減り荒れた山へと変化するようにした。



図 4 3D モデルの提示例  
Fig. 4 Display of 3D model

### 3. 評価実験

プロトタイプとして制作した積み木遊びが楽しんでもらえることを確認するために評価実験を行った。実験場所に 1000 mm x 1000 mm のフィールドを設置し、積み木は丘、木、水のマーカーを付けたものを 4 個ずつ計 12 個用意した。3D モデルを鑑賞する端末としてタブレットとスマートフォンを 2 台ずつ用意した。

実験は 2015 年 12 月に公立はこだて未来大学において大学生を対象に行った。参加者は、4 人のグループ二つ、3 人のグループと 2 人のグループが一つずつの四グループ計 13 名であった。各グループには、マーカーの組み合わせにより登場するすべての動物の 3D モデルを登場させることを目標に自由に遊んでもらい、その後アンケートに回答してもらった。実験の様子を図 6 に示す。

アンケートの設問を以下に示す。

(a) マーカーを読み込んでから表示までの時間は適切と感じたか



(a) 水のマーカー 1 個の場合



(b) 水のマーカー 2 個の場合

図 5 マーカーの組み合わせによる変化  
Fig. 5 Display variation by two markers



図 6 実験  
Fig. 6 experiment

- (b) 3D モデルの変化により環境の変化を感じたか
- (c) ブロックの組み合わせによる 3D モデルの変化を面白いと感じたか
- (d) ブロック型のマーカーを使って自分の手で動かす楽しさを感じたか

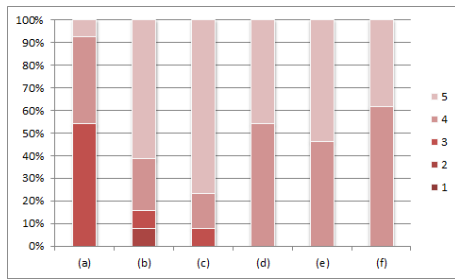


図 7 アンケート結果

Fig. 7 Result of questionnaire

- (e) ゲームの目標を達成した時に達成感を感じたか
- (f) 総合してゲームが楽しかったか
- (g) 自由記述のコメント

設問 (a) から (f) には、強く感じる場合を 5、まったく感じない場合を 1、どちらでもない場合を 3 とする 5 段階で回答してもらった。

回答の集計結果を図 7 に示す。設問 (a) は開発したアプリケーション使い勝手を問うものであり、どちらでもないとした 3 の回答が多かった。設問 (b) と (c) は 3D モデルの変化で表現の意図が伝わるかどうかまたその変化が楽しめるかどうかを問うものであり、おおむね好意的な回答を得た。設問 (d) から (f) は遊びとしての楽しさを問うものであり、ほぼ全員が 4 または 5 と回答していた。

また、自由記述のコメントでは、

- 友人と話をしながら遊ぶことの楽しさを指摘する意見が 2 件
- マーカーの組み合わせによる 3D モデルの変化が楽しいとの意見が 4 件
- 変化のバリエーションの追加を望む意見が 4 件
- マーカー認識の精度の向上を望む意見が 4 件

などの回答があった。これらの回答および図 7 の結果から、使い勝手に関しては改善の余地があるものの積み木と拡張現実を組み合わせた遊びは楽しんでもらえたことが確認できた。

#### 4. おわりに

本稿では、積み木にマーカーを付け積み木を置く場所や組み合わせにより登場する 3D モデルを変化させて楽しめる積み木遊びを提案した。また、実験を通じてグループ利用して楽しめることを確認した。

今後は、グループ利用を想定した拡張現実による学習支援を実現するために、

- マーカー検出の速度や精度の改善
- 積み木の積み上げに対応した 3D モデルの提示
- 環境の変化を体感させる教材としての洗練
- 他者とのインタラクションによる学習効果の検証

に取り組むことが必要である。

#### 参考文献

- [1] 丸子かおり：AR <拡張現実>入門，アスキー・メディアワークス (2010).
- [2] 縣秀彦 監修：AR で手にとるようにわかる 3D 宇宙大図鑑，東京書籍 (2012).
- [3] 鈴木昭二：拡張現実 (AR) が観光にもたらすインパクト，観光情報学会編 観光情報学入門，近代科学社，pp. 43-54(2015).
- [4] 杉本雅則：拡張現実感手法を用いた学習支援，人工知能学会誌，Vol. 23, No. 2, pp. 237-242(2008).
- [5] 辻本進，曾我真人，瀧寛和：拡張現実感を用いたタイピングスキル学習支援環境の構築，電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 111(473), pp. 149-153(2012).
- [6] 藤塚哲也，岩倉純，山下聖也，新井浩志：拡張現実を用いた習字支援システム，2014 年電子情報通信学会総合大会，D-15-24, pp. 163(2014).
- [7] 矢口健一，時井真紀：拡張現実を用いた図形からひろがる数学学習支援システム，情報処理学会第 75 回全国大会，6ZC-3, pp. 4-563~4-564(2013).
- [8] 秦野真衣，米澤朋子，吉井直子，高田雅美，城和貴：AR を用いた空間認識能力向上のための学習法，情報処理学会研究報告，Vol. 2012-MPS-87, No. 33, pp. 1-6(2012).
- [9] 沖見圭洋，松原行宏：拡張現実型マーカーを用いた滑車配置実験のための学習支援システム，日本教育工学会論文誌，Vol. 32, No. 2, pp.107-116(2013).
- [10] 岡本勝：仮想環境での体験に基づく学習支援，人工知能学会誌，Vol. 30, No. 4, pp. 494-495(2015).
- [11] 若原雅斗，松田結希，下里祐介，濱川礼：拡張現実を用いた次世代型英語学習システムの提案，情報処理学会第 74 回全国大会，2ZD-7, pp. 4-317~4-318(2012).
- [12] 前川紗那，中谷友香梨，米澤朋子：ストーリー性を付加した AR キャラクタインタラクションによる表音文字学習システム，電子情報通信学会論文誌 D，Vol. J98-D, No. 1, pp. 71-82(2015).
- [13] 手島祐詞，小杉大輔：Augmented Reality を用いた児童用教材の開発，電子情報通信学会論文誌 D，Vol. J92-D, No. 11, pp. 2067-2071(2009).
- [14] 堀野あゆみ，時井真紀：妖怪を追いかけてー日本の文化を探る旅システムー，情報処理学会研究報告，Vol. 2014-CH-103, No.6, pp. 1-3(2014).