

# ゲーム学会第23回合同研究会 「ゲームと教育」研究部会 「ゲームと健康科学」研究部会 研究報告

---

Game Amusement Society Research Report

Vol.23, No.1 (September 2025)

Game and Education Research Division Workshop  
2024-GE-2 (January 2025)

Game and Health Science Division Workshop  
2025-HS-1 (July 2025)

Game Amusement Society  
23<sup>rd</sup> Joint Research Conference  
Osaka Electro-Communication University (Online)  
September 27, 2025

Game Amusement Society  
Game and Education Research Division Workshop  
Kagawa University (Online)  
January 24, 2025 (2024-GE-2)

Game Amusement Society  
Game and Health Science Division Workshop  
Kyushu Institute of Information Sciences (Online)  
July 25, 2025 (2025-HS-1)

# ゲーム学会第 23 回合同研究会

開催日：2025 年 9 月 27 日（土）

会 場：大阪電気通信大学（オンライン開催）

## 目 次

### 【口頭発表】

1. トランプカード画像の 6 ビット縮小化による HTML テンプレート生成実験  
榎谷明大（岩手県立大学） ..... 1
2. Magic in Another World from the Perspective of Equivalent Transform Thinking Theory  
Toshihiro Hayashi(Kagawa University) ..... 5
3. 制御可能な生成型造形の試み  
植野雅之（大阪電気通信大学） ..... 8
4. AI 活用に向けたリテラシーレベル向上のための単語学習システムの試作  
宮川慎也（情報科学芸術大学院大学） ..... 11
5. ゲームセンターの衰退と存続 — 中小規模店舗を中心とした考察 —  
矢野芳人（大阪商業大学） ..... 14
6. 日本書紀のジグソーパズル 4 ～日本書紀と三国史記に共通する設計論～  
高見友幸（大阪電気通信大学） ..... 17

# トランプカード画像の6ビット縮小化によるHTMLテンプレート生成実験

## An Experiment on HTML Template Generation Using 6-Bit Reduction of Playing Card Images

梶谷 明大  
Akihiro Masaya  
masaya\_a@iwate-pu.ac.jp

岩手県立大学  
Iwate Prefectural University

**要約** : 6ビット輝度画像(6-bit brightness images)の縮小画像(Tiny images)をHTMLファイルとして生成する手法を提案している。64進数を6-bit file title notationとして定義した。同形式により52種類のカードのHTMLテンプレートを作成し、人間が認識した場合とコンピュータが認識した場合の違いについて考察する。

**キーワード** : 6-bit brightness images, File titles of tiny images based on 6-bit brightness, Playing cards, Tiny images, 6-bit file title notation

### 1. はじめに

近年、ヒューマノイド型ロボットは、二足歩行を行い、物体を運搬し、表情を動かして感情を表現するなど、より人間らしくなっている。しかし、人間とヒューマノイド型ロボットが、アナログカードゲームを使って対戦することは、まだ実現できていない。アナログカードゲームをヒューマノイド型ロボットとプレイが困難である要因には、ハードウェアの要因とソフトウェアの要因の2種類に大別される。

ハードウェアの主な要因として、(1)手札の撮影・取得・破棄、(2)場札の撮影・取得・破棄、(3)場の撮影、(4)コンテンツの取得・破棄・操作、(5)プレイヤーの動作撮影、(6)音声の取得・発声、がある。

(1)(2)(3)(4)について、アナログカードゲームは、数枚～200枚程度の紙またはプラスチックに印刷されたカードとサイコロなどのゲームに必要なコンテンツから構成される。また、これらのコンテンツを配置する場が必要である。これらのゲームを構成するコンテンツが、どこに存在するか認識し、取得し、破棄することができる必要がある。そのためにCCDセンサ等により撮影する必要がある。また、複数のカードを手札として他プレイヤーに見えないように手に持つ必要がある。コンテンツの中には、サイコロ等のゲームの進行に必要な物体もある。このコンテンツをゲームの進行に沿って操作する必要がある。サイコロであれば、1つ以上のサイコロを取得し、振る操作が必要である。

(5)(6)について、参加プレイヤーが取った行動を撮影する必要がある。ゲームのルール上、音声を発声する必要がある場合、音声を発生するスピーカーと認識するマイクが必要になる。

ソフトウェアの主な要因として、(7)不完全情報ゲーム、(8)思考プログラムの複雑さ、(9)平面カードの位置・向きを取得、(10)カード情報の認識、(11)コンテンツの認識、(12)プレイヤーの認識、(13)音声の発声・

認識、がある。

(7)(8)について、ほとんどのカードゲームは、不完全情報ゲームである。そのため、ソフトウェアで計算するとき、不完全な情報を基に推定する必要があるため、最善手を思考する際の場合分けやパターンの数が大きくなり、完全情報ゲームよりも実現が困難である。

(9)(10)(11)について、平面上のカードが、手札にあるもの、場にあるもの、他プレイヤーにあるものを区別し、どこに、どの向きで配置されているか認識する必要がある。さらに、カードには表・裏があるため、表なのか、裏なのかを認識する必要がある。そのうえで、そのカードに描かれている内容について認識する必要がある。サイコロ等のゲームの進行に必要なコンテンツについても、コンテンツのいまの状態を認識する必要がある。

(12)(13)について、CCDセンサ等のハードウェアで撮影した参加プレイヤーの画像から、現在の手番が、どのプレイヤーであるか認識する必要や、プレイヤーが取った行動に対して適切な対応をする必要がある。ゲームのルール上、音声を発声する必要がある場合、音声を生成・再生する必要がある。また、他プレイヤーの音声を認識する必要がある。

以上に述べたように、ヒューマノイド型ロボットが、人間とアナログカードゲームを対戦するためには、クリアしなければいけない課題が複数存在する。本論文では、ハードウェアの課題については取り扱わず、ソフトウェアの課題、特に画像認識について述べる。筆者は、アナログカードゲームのカードを撮影・記録し、カード認識のためのTiny imagesを生成する手法について、6ビット縮小化によるHTMLテンプレート生成手法を提案している[1]。本論文では、アナログカードを認識する課題について、テンプレート生成に関する内容について述べる。以下、先行研究を述べた後、課題とアイデアについて述べる。その後、本手法について述べる。

## 2. 先行研究と課題

### 2.1 先行研究

画像認識対象が名刺カードの場合、大きさ、領域、記載内容および記載パターンが、ある程度決まっていることから、名刺画像の大きさと相対的な位置関係を用いて項目毎に領域を抽出する手法が提案されている[2]。あらかじめ定義されたキーワードと幾何学的特徴データベースを利用し、カテゴリを分類する名刺読み取りシステムが提案されている[3]。63種類のテンプレート画像を準備して、テンプレートマッチングを用いた微細な2次元コードを識別する手法が提案されている[4]。リアルカードを用いたオンラインゲームシステムも開発されている[5]。高次元の特徴ベクトルを用いた局所特徴量とその距離によって、最近傍となる画像を探す手法[6]がある。

### 2.2 課題とアイディア

テンプレートや局所特徴量を用いた画像認識手法は、探索時間がかかること、および多くのメモリが必要であるという問題点がある。これらの問題点に関しては、様々な高速化と省メモリ化の研究が行われている[7]。いま、コンピュータと人間が、トランプカードゲームを行う場合を考える。認識の際に用いるテンプレートは、インターネットに公開されていること、登録作業が簡単であること、認識の精度が高く、認識時間が少ないこと、が求められている。

また、認識の課題だけでなく、本論文で取り扱わない思考プログラムに関する課題の解決にもつながるフォーマット形式を用いる必要がある。筆者は、Hyperlink によってゲーム木を構築する局面リンク法を提案している[8]。局面リンク法は、ゲームにおける任意の局面を Hypertext と対応付け、各局面を表す Hypertext を遷移可能な別の局面と Hyperlink させることで、ゲーム木を構成する。これまで、コンピュータ囲碁やコンピュータ将棋を対象に局面リンク法を適用する研究が行われた。局面リンクは、局面を Hypertext で表すため、HTML ファイルや JSON 外部ファイルのファイルタイトルを用いて表現することができる。今後開発要諦の思考プログラムでは、不完全情報ゲームの局面をファイルタイトルで表現し、ゲームを実現する予定である。

これらの要求を満たす方法として、梶谷は、原画像の縮小画像の輝度情報をファイルタイトル化して、HTML ファイルテンプレートとすることを提案している[1]。このテンプレートをあらかじめカード枚数分登録しておき、ゲームの際にはこれらのテンプレート群を参照することでカードを認識する。使用するテンプレートは、1ファイル 16x11画素の縮小画像であるため、データサイズが抑えられている。

### 3. 6ビット縮小化による HTML テンプレート生成

Torralba らの研究[8]では、80 Million の 32x32画素の Tiny Images を用いて輝度ベクトルを比較して画像を認識している。いま、この輝度ベクトルをファイル名と対応させることを考える。ファイルフォーマットとして、HTML を用いる。したがって、ファイル

拡張子は.htm となる。一般的に使用されているトランプカードのサイズは、ポーカーサイズで約 89x 約 63mm である。Tiny Image の縦横の画素数は、縦 16画素 x 横 11画素を使用し、文字数は 16x11=176文字をファイルタイトルに使用する。次に、元の画像のビット数 8 bit を 6 bit に減階調する。すなわち、64階調に変換される。ここで 64進数を表 1 のように定義する。類似のテーブルには Base-64 があるが、スラッシュが含まれるため、ファイル名に使用できない。6 bit の輝度値は、表 1 により、64進数 1 byte で表現することができる。この表を用いて、縦 16画素 x 横 11画素の輝度値を 176文字で表した文字列を File Title Notation 文字列 (以降、FTN 文字列) と呼ぶ。FTN 文字列に拡張子.htm を付与したファイル名を FTN HTML ファイルと呼ぶ。この方法によりトランプの 52枚のカードを FTN HTML テンプレートファイルにする。

表 1 64進数の定義表

10進数	64進数	10進数	64進数	10進数	64進数
0	0	22	m	44	I
1	1	23	n	45	J
2	2	24	o	46	K
3	3	25	p	47	L
4	4	26	q	48	M
5	5	27	r	49	N
6	6	28	s	50	O
7	7	29	t	51	P
8	8	30	u	52	Q
9	9	31	v	53	R
10	a	32	w	54	S
11	b	33	x	55	T
12	c	34	y	56	U
13	d	35	z	57	V
14	e	36	A	58	W
15	f	37	B	59	X
16	g	38	C	60	Y
17	h	39	D	61	Z
18	i	40	E	62	-
19	j	41	F	63	-
20	k	42	G		
21	l	43	H		

#### 4. FTN HTML テンプレートファイル作成実験

トランプカード 52 枚を対象に、FTN HTML テンプレートファイルを生成し、目視とソフトウェアで認識する実験を行った。実験環境は、CPU: intel CORE i5, メモリ: 16GB の PC で、OS: Windows 11 Pro, Chrome ブラウザを用いた。

##### 4.1 実験方法

本実験では、トランプカード 52 枚のうち、5 枚のカードの表が、画像の横 1 列になるように配置し、撮影した。これを 11 回行い、52 枚すべてのカードの撮影が終わると、天地を反転させ、もう一度 52 枚のカードを 5 枚ずつ 11 回撮影してテンプレート画像を作成した。1 回の撮像画像の中から、5 枚のカードの左上の位置をクリックして入力した。1 枚の入力画像から、5 つのカードの画像が抜き出され、FTN HTML テンプレートファイルに変換された。さらに、5 つそれぞれの画像の左上の数字とマークが描かれている箇所を拡大した画像から FTN HTML テンプレートファイルも生成された。FTN HTML テンプレートファイルの内部にそのカードのマークと数字を埋め込むため、ファイル生成時にユーザーにマークと数字を入力させた。

##### 4.2 実験結果

実験の結果、スペード、ダイヤ、ハート、クローバーの 1 から 13 に対応する 13 個の FTN HTML テンプレートファイルが生成された。各カードの左上のマークと数字が記載されたエリアが拡大された FTN HTML テンプレートファイルも生成された。これらのカードの天地を逆にした FTN HTML テンプレートファイルも生成された。したがって、104x2 個のファイルが生成された。さらに、各ファイルの内部にカードの種類と数字が格納された。図 1 にクローバーの 1 から 5 のカードの FTN HTML テンプレートファイルがディレクトリにリスト表示されている図を示す。図 2(a) にクローバーの 2 を FTN HTML テンプレートファイルとして出力し、ブラウザで表示したときの図を示す。図 2(b) に同カードの左上の箇所を拡大した FTN HTML テンプレートファイルのブラウザ表示を示す。

FTN HTML テンプレートファイルをブラウザで開き、目視確認を行った。すべてのカードの記号は、判別できなかった。カードの数字について、数字 1 から 10 までの数字は、判別することができた。11 から 13 の数字は、目視で判別することはできなかった。拡大画像の FTN HTML テンプレートファイルについて、2 のカードの数字が辛うじて読み取れる程度であったが、他のカードは読み取れなかった。

ソフトウェアによって認識するプログラムを試作し、認識実験を行った。その結果、1 枚のカードの認識に約 1 秒を要し、6 のカードと 7 のカードの認識率が低かった。一方、11 (J), 12 (Q), 13 (K) のカードは、ほぼ 100% の認識率であった。全体のカードの認識率は、約 67%~約 87% であった。

ソフトウェアの認識率が低い理由のひとつは、5 枚のカードの左上をクリックするときのばらつきが考えられる。

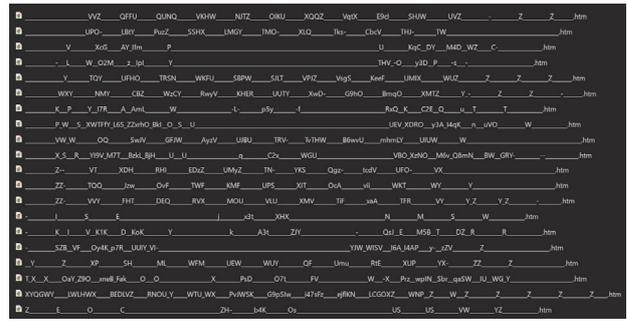
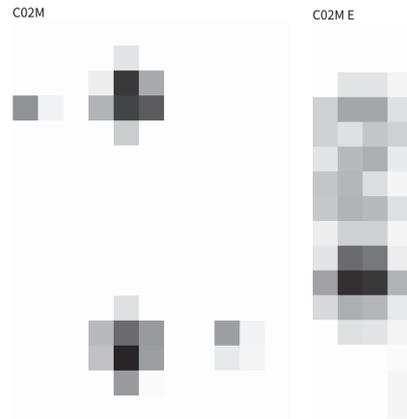


図 1 FTN HTML テンプレートファイルのリスト例



(a) クローバー2 (b) 左上拡大  
図 2 FTN HTML テンプレートファイルの例

#### 5. おわりに

トランプカードの認識について、6 ビットに減階調し、画像の縦横サイズを縮小して、FTN HTML テンプレートファイルを生成する手法を提案している。トランプカード 52 枚から 208 個の FTN HTML テンプレートファイルが生成された。目視で確認したところ、1~10 の数字は読み取れるが、11~13 とマークは読み取ることができなかった。試作した画像認識ソフトウェアを用いて認識したところ、6 と 7 の区別ができなかった。一方、目視で読み取れなかった絵柄カードは精度よく読み取ることができた。絵柄の輝度ベクトルは、目視では判別しにくい、特徴量をとらえているものと考えられる。全体のカードの認識率は、実験により異なり、約 67% から約 87% であった。これは、テンプレートを登録するときと画像を認識するときそれぞれでカードの左上をクリックして画像内の位置を指定しているが、人間がクリックするため数画素ズレることがあり、それによって認識率が低下することが考えられる。今後は、カード位置認識の自動化に取り組む。

読み取り時間は、5 枚のカードが映っている画像で約 5 秒であった。実用のためには、更なる高速化が必要である。

テンプレートファイルを HTML にするメリットは、インターネット上に公開することができ、世界各地で認識の際に使用することができることが挙げられる。また、不完全情報ゲームの局面を HTML 化して局面と局面を Hyperlink で結ぶ局面リンク法への応用が期待できる。

### 参考文献

- [1] 榎谷明大: トランプカードの輝度情報を用いたファイル命名による HTML テンプレート生成, 情報処理学会第199回コンピュータグラフィックスとビジュアル情報学研究発表会, P105(2025).
- [2] 中村昌弘, 足立修: 名刺 OCR における領域抽出, 情報処理学会第 37 回全国大会講演論文集, pp. 1652-1653(1988).
- [3] 斎鹿尚史, 中村安久, 北村義弘, 森田敏昭: 名刺読み取りシステム, 電子情報通信学会技術報告, 9-16(1993).
- [4] 関陽, 平越裕之, 上田義郎: テンプレートマッチングを用いた微細な 2 次元コードの識別, 流通科学大学論集—経済・情報・政策編一, Vol. 24, No. 1, pp. 85-98(2015).
- [5] 真崎拓也, 築地立家: リアルカードを用いたオンラインカードゲーム対戦システムの開発, 情報処理学会第 78 回全国大会講演論文集, Vol. 2016, No. 1, pp. 737-738(2016).
- [6] Lowe,D.: Distinctive image features from scaleinvariant keypoints, Int. J. Computer Vision, Vol. 60, No. 2, pp. 91-110(2004).
- [7] 黄瀬浩一: 局所特徴量を用いた画像照合による特定物体, 人工知能学会誌, Vol. 25, No. 6, pp. 769-776(2010).
- [8] 榎谷明大: 局面リンクによる 9 路盤コンピュータ囲碁の開発, 研究報告情報基礎とアクセス技術 (IFAT) , 2025-IFAT-159, 1, pp. 1-6(2025).

# Magic in Other Worlds from the Perspective of Equivalent Transform Thinking Theory

Toshihiro Hayashi  
hayashi.toshihiro@kagawa-u.ac.jp  
Kagawa University

**Abstract:** In recent years, numerous light novels set in other worlds have been published, unfolding diverse stories centered around magic. Many of these provide detailed explanations of the principles of magic existing in these alternate worlds. For example, some works introduce fictional particles called “magic particles; *maso*”) and position them as essential elements for casting spells, lending a sense of realism to the existence of magic. Focusing on these depictions of magic, we attempted to analyze their structure from an amusement perspective. To ensure a certain level of objectivity in the analysis, we employ the framework of Equivalent Transformation Thinking Theory.

**Keywords:** Equivalent Transformation Thinking Theory, Other Worlds, Magic, Explanations

## 1. Introduction

In recent years, online novels set in alternate worlds (sometimes referred to as fantasy worlds) have been published in large numbers on web novel submission sites such as “Shōsetsu-ka ni Narō”[1] and “Kakuyomu”[2]. Some of these online novels are adapted into novelizations (paperback novel publication), comic adaptations (manga publication), or anime series. Online novels and derivative works set in other worlds. They especially have gained significant popularity and can be seen as a defining feature of contemporary youth culture.

These works often feature “magic,” and often provide detailed explanations of the principles and procedures for casting magic within that other world. For example, introducing fictional particles called “magic essence” and establishing them as an essential element for casting magic lends realism to the magic's existence and further enhances the novel's appeal.

Since the principles of magic activation are creative constructs, their explanation is freely set by the author. Consequently, explanations that are not considered appropriate could conversely undermine the story's consistency and become a factor diminishing the novel's appeal. So, what distinguishes good from bad explanations? Furthermore, how can these magical depictions be interpreted from an amusement perspective?

To address these questions, we attempt to analyze the structure and validity of such explanations of magic principles. To ensure a degree of objectivity in our analysis, we employ the framework of Equivalent Transformation Theory[3]. We examine the correspondence between the fantasy worlds depicted in novels (not limited to online works in this paper) where magic

exists and equivalent equations.

## 2. Other worlds

The alternate worlds depicted as settings for online novels are imaginary realms where creatures like fairies and phenomena like magic—things that do not exist in the real world—are present. However, within these worlds, physical laws similar to those of the real world exist (or can be inferred), allowing them to be viewed as one of many worlds that extend our own reality through the addition of fairies, magic, and the like. Thus, these other worlds maintain a certain similarity to the real world, making them a “different world” that can be naturally accepted. Many works are set in worlds resembling medieval or early modern Europe before the Renaissance or Industrial Revolution (sometimes called *Nāroppa*). Fig. 1 shows a medieval European-style otherworld rendered by generative AI. These regions are depicted as never having existed on Earth, either in the past or present.



Fig.1 A medieval European-style as other worlds

### 3. Magic

Magic is a defining element of otherworldly settings, and some works provide detailed explanations of magic types, characteristics, activation methods, principles, and mechanisms. Magic is classified into various categories such as elemental magic, spirit magic, and domestic magic. Methods for activating magic include incantations and magic circles. Additionally, there are magical artifacts capable of manifesting phenomena similar to magic. In such otherworldly settings, individuals other than magicians may also wield magic. Note that “sorcery” is a term often used in conjunction with magic. Magic is sometimes described as “the power to cause mysterious phenomena,” while sorcery is described as “the techniques or methods to draw out that power.” Both deal with mystical forces, but magic is often perceived as more fantastical, while sorcery is seen as a more practical, technical skill. Consequently, incantations, magic circles, and magic tools could be considered within the scope of sorcery. However, this article will not distinguish between magic and sorcery, instead using “magic” uniformly throughout the explanation.

Key terms (concepts) used in explaining magic's activation principles include “magic power” and “magic essence.” Definitions of magic power and magic essence vary widely across works. For example, magic essence might be particles non-existent in the real world but commonly present in the air of another world. Furthermore, explanations can describe generating magic power from magic essence and using that magic power to activate spells that interfere with the other world. In this case, magic essence is treated as a substance, while magic power is treated as energy. However, this does not fully explain the principle behind casting magic. What is explained here is only the sequence of steps for casting magic: magic essence -> magic power -> (incantation, magic circle) -> magic. It does not explain why using magic power can cause various phenomena, such as generating fireballs. Note, however, that we are not arguing here that this “inadequacy of the principle explanation” is a negative factor for the question posed in this paper: “What distinguishes good explanations from bad ones?”

### 4. An Equivalent Equation Between a World Where Magic Exists and Our Own

Fig. 2 shows the equivalence equation defining the equivalence transformation theory introduced in Reference (3). We examine the correspondence between the equivalence equation and a fantasy world where magic exists. Focusing on the central question of this paper “What distinguishes good explanations from bad ones?”, we specifically attempt to assign meaning to each element of the equivalence equation.

$$\begin{array}{ccc}
 & \Sigma^a & \\
 & \uparrow & \\
 A_0 & \xrightarrow{c\varepsilon} & B_\tau \\
 vi \rightarrow & & \uparrow \\
 & & \Sigma^b
 \end{array}$$

Fig. 2 Equivalent equation[3].

$A_0$  is a concrete event within the original system (departure system), so it represents our “real world” here. The other is an event appearing in the transformed system (destination system), thus becoming the “magic-filled alternate world.” Note that since alternate worlds depicted in novels are diverse, the specific magic-filled alternate world is not uniquely determined. We take an abstract interpretation of “magic-filled alternate world” to accommodate this point. Furthermore, the perspective is that of the novel’s author, focusing on “constructing a magic-filled alternate world distinct from the real world.”

$\varepsilon$  is defined as an abstract entity extracted from  $A_0$  under a single perspective, termed “magical existence.” Since magic does not exist in the real world, this constitutes a contradictory setting. However, we recognize the concept of magic as knowledge, albeit as something fictional. Therefore, we correspond  $\varepsilon$  to “magic (its existence) as recognized within our minds in the real world.” This sets the limiting condition  $c$  that gives concreteness to the abstract element as “creating new concepts and theories and using them.” Consequently,  $c\varepsilon$  becomes “creating new concepts and theories and using them to make magic exist.”

$\Sigma^a$  is an element that is unnecessary or discarded in the original system's specific set of conditions to reach  $B_\tau$ . However, if the “otherworld = real world + alpha” can be simplified, then it can be said that no unnecessary or discarded elements exist. Yet, since there are magical settings where magical phenomena override physical phenomena, it is conceivable that consistency cannot be achieved without defining  $\Sigma^a$ . On the other hand,  $\Sigma^b$  can become a new concept or theory capable of explaining the existence of magic.

As described above, when assigning meaning to the equivalence equation for a fantasy world where magic exists, the characteristics of the magic present in that world become part of  $B_\tau$ , and furthermore, the explanation of magic's principles is consolidated into  $\Sigma^b$ . Therefore, the magic depicted in each individual novel's fantasy world can be explained using the equivalent

equation. or instance, it can account for the principles of magic described in recent novels, such as magic activation using magic essence as mentioned earlier, magic systems mediated by spirits, or magic described and activated in a programming language-like manner.

However, while this demonstrates that the equivalence equation can explain the relationship between the otherworld and magic, it does not necessarily provide a clear answer to one of this paper's central questions: "What distinguishes good explanations from bad ones?" At the very least, this equivalence equation does not provide a clear criterion for distinguishing between good and bad explanations. Furthermore, it cannot be said that sufficient results have been obtained regarding how these magical depictions can be interpreted from an amusement perspective. The validity of the interpretation of the equivalence equation discussed in this paper warrants further examination, and this issue is considered a topic for future research.

## 5. Summary

We attempted to analyze the structure of explanations for magical principles appearing in novels set in alternate worlds, their quality, and their meaning from an amusement perspective, using the theory of equivalence transformation thinking. Specifically, we examined the correspondence between the alternate worlds where the magic depicted in novels exists and the equivalence equation, attempting to identify points related to the quality of the explanations, but did not obtain clear results. The supplementary explanation of the equivalence equation in Reference[3] states: "*The above explanation is geared toward invention and technological development, but the equation itself is inherently versatile, applicable to all phenomena existing across time and space such as historical events, the natural world, and society.*" Based on this concept, we plan to continue our analysis using the Equivalence Transformation Thinking Theory.

## References

- [1] Shōsetsu-ka ni Narō: <https://syosetu.com/> (accessed 25 Sep 12) *in Japanese*.
- [2] Kakuyomu: <https://kakuyomu.jp/> (accessed 25 Sep 12) *in Japanese*.
- [3] The Society of Equivalent Transformation Thinking (Eds.): "Illustrated Guide to Equivalent Transformation Theory: 70 Key Points for Technology Development; 図解でわかる等価変換理論 技術開発に役立つ 70 のポイント", The Nikkan Kogyo Shimibun, Ltd., ISBN4-526-05542-5(2005) *in Japanese*.

# 制御可能な生成型造形の試み An Attempt at Controllable Generative Forming

植野 雅之  
UENO Masayuki

大阪電気通信大学 総合情報学部  
Osaka Electro Communication University, Faculty of Informatics  
Email: ueno@osakac.ac.jp

**あらまし：**本研究では、対話的な生成 AI と画像認識技術を統合することで、作成者の意図を反映しながら画像を生成・操作する新たな手法「監視された生成型造形」を提案する。従来の生成アートでは、その制御がほとんどできないことが大きな課題であった。しかし、対話的 AI による監視と視覚的フィードバックを組み合わせることにより、制御することができる可能性がある。これに関する試みについて紹介する。

**キーワード：**デザインシステム, 生成アート, 大規模言語モデル

## 1. 序

近年, 大規模言語モデルとそれを用いた生成 AI の発達により, 自然言語を用いてあらゆるものを制御して, 自動化しようとする試みが進展しつつある。これまで非常に高度な人間のスキルであった 3 次元の造形すら, 自動化の対象になりつつある。このような技術は熟練した個人の技に頼ってきた世界を「民主化」するものであるが, 魔法のように最終結果が得られてしまうような AI 技術の普及だけではデザイナーやアーティストを育成することはできない。

そこで, 生成 AI 技術を利用しつつ, 生成的に様々な造形的発想を試すことができる造形システムを構築することができれば, 様々な発想ができる未来のクリエイターを育成することができるのではないかと考えた。なお, 造形における試行を重要視する発想そのものは[3]などにも見られる。

筆者は過去に 3 次元グラフィックスをタートルメタファで操作する 3 次元 Logo 言語の実装の一つ, O<sup>3</sup>Logo を開発した。さらに O<sup>3</sup>Logo を用いて開発した O<sup>3</sup>Art では, 生成的な造形を GUI で試行錯誤しながら扱うことができた。しかし, 生成的な造形は人間には制御しづらいもので, 基本的に手動による煩雑な 3 次元の移動回転操作に対応した設定をおこなう必要があつて, 直感的に扱えるとは言いがたい。また, 様々な判断などをプログラムすることも困難である。ここで, 画像認識技術と融合した対話型 AI を用いることで, クリエータの意図を反映させつつ, 生成的な造形をおこなう「管理された生成型造形」を実装した O3Generative を提案する。

## 2. O<sup>3</sup>Logo, O<sup>3</sup>Art

パートが開発した LOGO 言語では, 「タートル」と呼ぶ仮想的な物体を考え, 相対的に動かすことにより, グラフィックスの描画を行う。LOGO は初等

教育におけるコンピュータを用いた教育の先進事例としてよく知られている[1]。この成功は, タートルというものを想定することで「座標」を扱わずに済むということと, タートルの動きが 2 次元空間における人間の持つ生態学的な動きの概念に近いということによりもたらされたと考えられる。

我々はこれらのタートル概念を元に以下の 3 点で 3 次元空間に対応できるようにタートルメタファを拡張した O<sup>3</sup>Logo(OECU Object-Oriented Logo)を開発した。

### (1) 3 次元

3 次元空間は軸が 3 種類あるため, 各軸への移動, 各軸まわりの回転を考える必要がある。これを扱うようにする。

### (2) 造形

造形として, 3 次元では面を持つ扱う必要がある。線画ではなく, 面や立体物を生成する機能が必要となる。

### (3) オブジェクトの管理

描画物をオブジェクトとして取り扱う管理機能を用意する。これにより描画物は静止したものではな

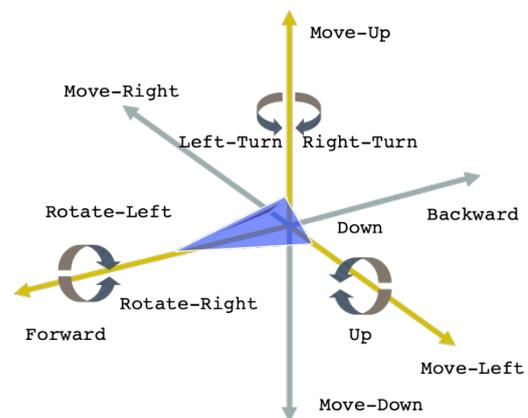


図 1 3次元空間におけるタートル操作



図 2 O³Artの制御パネル

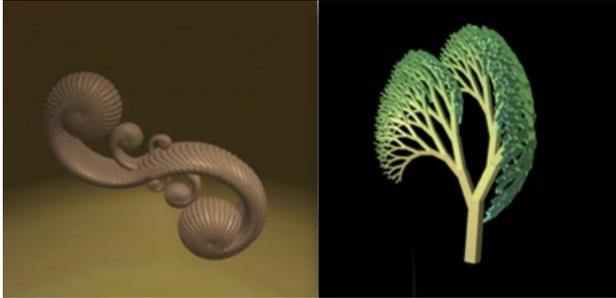


図 3 O³Artによる制作物

く、対話的に動くものとなる。動作には、タートルとして扱うことでおこなえるが、3次元の描画物は3次元の広がりを持つため、中心を取り扱う機構が必要となる。それ以外にオブジェクト群をグループとして取り扱う機能、グループ化したオブジェクト間の関係を動かすことで関節のように取り扱う機能などもこれに含まれる。

さらにO³Artでは、O³Logoの機能をパレットに並べたボタンから利用することができる(図2)。また、コレオグラフィ(choreography:振付け)パレットと呼ばれるインターフェースでは、移動、回転、複製などの操作を記述して、リアルタイムに反復実行させたり、実行を取り消すことができる。これらによってユーザーはプログラミングの技能を持たなくてもかなり複雑な3次元造形をおこなうことができる(図3)。

### 3. 先行研究

LLMを用いて、3Dモデルを生成しようとするプロジェクトは多数存在している[7][8]。これらのプロジェクトは一発で言葉に対応した3Dモデルを生成することを目指しており、少しずつ修正するようなことはあまり考慮されていないため、教育利用には向いていないことも多い。

最近登場したBlenderMCPは編集作業に対応している面では強力なライバルかもしれない。BlenderMCPはClaude社が開発したMCPインターフェースを通じて、Blenderを操作するMCPサーバで言葉による単純な形態の作成・編集が可能である(図4)。一方で、Pythonベースのオブジェクト操作に依存しているためか、詳細の編集ではうまくいかないことが多い。

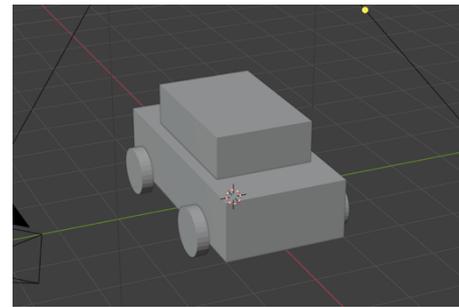


図 5 Blender-MCPで生成した「自動車」

### 4. 生成アート

自然、例えば、樹木などのように植物が作りだす形は、生成発展系L-Systemなどにより、その様々なパターンをシミュレーションすることができる。すなわち、適切なシステムを用意することで、アートを作り出すこともできるという発想から生まれた考え方が生成アートである(図5)。生成アートとは、計算機が実行するアルゴリズム・ルール・確率過程などの「生成システム」に対し、作者がパラメータや初期条件を設計して作動させることで創出される作品のことである。確かに人体が一つの遺伝情報から生み出されるのと同様に一つのルールがあれば、一定の形態を生み出すことができる可能性がある。

一方で実際にはこのようなルールを導き出すこと自体は困難であり、[2]の様々な箇所でもLathamが例を示しているように、対話的なルール適応をおこなうものも生成アートとして認められるようである。O³Artによる作成物は手動でルール適応をおこなうシステムであり、これに沿っているとと言える。LLMを用いることで生成ルール自体をプログラムすることが可能となり、より高度な造形が可能となると考えられる。



図 4 L-Systemで生成されたツリー(Wikipedia)

### 5. 管理された生成型造形

前章でも述べたように生成型造形による生成アートは、ルールを設定すれば、樹木などのように自然の造形などに見られる有機的な造形を作り出すことができる。一方で最終的な形状からルールを作り出すことは逆問題の一種であり、基本的に解くことは難しい。すなわち、最終的な造形物の形状をクリエイターがコントロールすることはほとんど不可能である。この制御を実現するためには、制作をおこなうクリエイター自身が手動でルール適用をおこなうなどの方法をとる必要があった。

ここで対話型 AI に連動した画像認識技術を利用することでこのような手動での操作はほとんど不要になる。我々はこれを「管理された生成型造形」と呼んでいる。管理された生成型造形では、生成ルール適用の各段階で視覚的にフィードバックして、生成ルールの調整をおこなうことで最終造形物の形状を想定した形態に近づけていくことを可能にする。

例えば、立方体の樹木を造形するような場合を考える。このような樹木はもちろん、樹木が育った状態から、枝を刈り込めば作ることができるが、切断面などで有機的な形状は崩れることになる。通常の L-System で樹木が立方体に育つようなルールは簡単には作ることができないが、「管理された生成型造形」を用いれば、有機的な印象を保持した造形が可能になると考えられる。

## 6. システム構成

本システムのシステム構成は図 6 のようになる。言葉によるユーザーの命令は LLM により、Logo をベースとしたレンダリングシステムのコマンドを生成し、描画が実行される。その結果はユーザーに提示されるとともにオブジェクトデータと視覚データは LLM にフィードバックされる。このシステム構成を取ることで、柔軟な生成ルール適用が可能になる。すなわち、視覚的フィードバックと Logo ベースの記述力の高いシステムによって、形態を監視しながら、生成ルールを適用する「管理された生成型造形」が可能となり、より高度な造形が可能になると考えられる。

例えば、通常の生成型造形で樹木を造形する場合、根元となる幹に対して、生成ルールを何度も適用して生長させていくことになる。結果として生成ルールに応じて、最終的に得られる形態が決まってしまうため、最終的な形態はコントロール不能である。

「管理された生成型造形」を用いる場合には、ゴールとなる全体像が与えられる場合には、その生長を観察して、最終的に得られる形態を予測した上で、生成ルールの調整をおこないながら、生成ルールを適用していく。この結果として、ゴールとなる最終的な形態を生成型造形により作り出すことができる可能性がある。すなわち、「管理された生成型造形」では、生成型造形を用いながら、最終的に得られる形態をコントロールすることができる可能性がある。

## 7. 結論と展望

本稿では、我々がおこなってきた過去の研究プロジェクトや生成アートのコセプトを紹介した。また、生成 AI 技術と画像認識技術を利用することで、最終的な形態を生成型造形を用いて実現する「管理された生成型造形」のコンセプトを示した。従来、生成型造形は自然の造形そのものであり、生成ルールそのものが謎である。従って、生成ルールがわかっても最終形態は制御不能であり、一般的な造形の手段としては利用しづらいものである。「管理された生成型造形」を用いることで制御可能な生成型造形が完成するものと期待した。

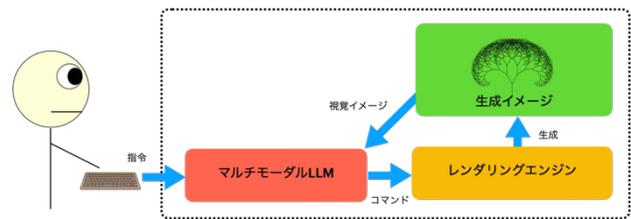


図 6 システムダイアグラム

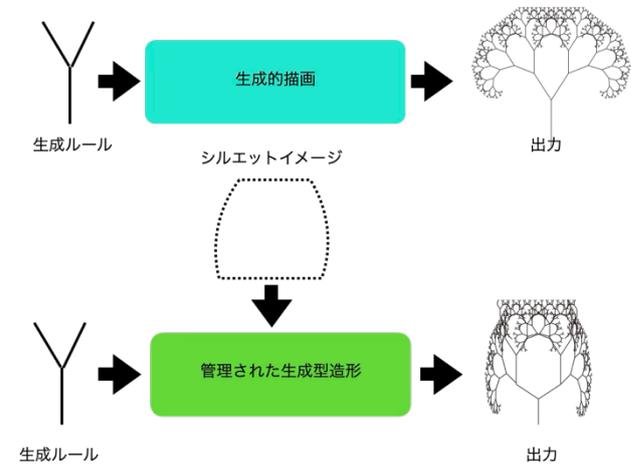


図 7 管理された生成型造形によるシルエットの制御

しかし、最終的な形態からどのように制御するかを導き出すことは一種の逆問題であり、現在の LLM の管理能力や性能の限界もあり、現時点では、このシステムをうまく動作させることはできていない。

この逆問題を解くアルゴリズムを構築した上で LLM に組み込むことにより、今回期待した「管理された生成型造形」が完成し、ガウディの建築のような有機的な形態を容易に生み出すことができるようになるのではないかと期待している。

## 参考文献

- (1) Papert, S. (1980). Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas, Basic Books
- (2) Todd, S. and Latham, W. (1992). Evolutionary Art and Computers, Academic Press
- (3) 島田良一(1995).かたちに見る造形の構成-イメージジェネレータの展開,鹿島出版会
- (4) Ueno, M., Nishiki, T. & Tsushima, K. (2005). Logo based interactive Learning Environment for motion picture study, *Proceedings of ED-MEDIA 2005* (pp. 4416-4423).
- (5) Ueno, M. (2007). 3D Animation Authoring Environment for Novice with Enhanced Turtle Metaphor, *Proceedings of ED-MEDIA 2007*(pp. 3214-3222).
- (6) Ueno, M., Wada, S., Ashida, N., Kida, Y. & Tsushima, K. (2012). Education for 3D Forming with Turtle Metaphor. *Proceedings of EdMedia 2012* (pp. 1836-1843).
- (7) Yining Hong, Haoyu Zhen, et.al.(2023)3D-LLM: Injecting the 3D World into Large Language Models, arXiv:2307.12981v1 [cs.CV]
- (8) Zhengyi Wang,Jonathan Lorraine, et.al.(2024). LLaMA-Mesh: Unifying 3D Mesh Generation with Language Models,arXiv:2411.09595v1 [cs.LG]
- (9) <https://github.com/ahujasid/blender-mcp>
- (10) Ueno,M.,(2025) Supervised Generative Forming: AI-Guided 3D Modeling with Visual Feedback, Proc. of IAR2025(in printing)

# AI 活用に向けた リテラシーレベル向上のための単語学習システムの試作 Prototype of a Vocabulary Learning System for Improving Literacy Levels in AI Utilization

宮川 慎也  
Shinya Miyagawa

情報科学芸術大学院大学  
Institute of Advanced Media Arts and Sciences

**要約:** 近年, AI を用いた活用・実装が急速に進展している. 数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度に示されるように, リテラシーレベルは大学等の全ての学生が身に付けておくべき素養として位置づけられている. しかし, 基礎や心得に加え, 専門用語の難解さや抽象性, 学習意欲の維持困難といった課題が存在する. 本研究では, 英単語学習の形式を参考にした単語学習システムを試作し, AI やクラウド関連の用語習得に活用する可能性を検討した. 今後の展望として, 詳細な学習レベルに応じた自動用語セットや学習者特性に応じた最適化などを通じ, 基礎的な用語理解から実践的スキル習得への橋渡しを行う可能性を見出す.

**キーワード:** 人材育成, ICT 利活用, データ活用, 反復学習

## 1. はじめに

### 1.1 背景

近年, 大学教育や社会人教育において, AI リテラシー教育の重要性が高まっている. 文部科学省が推進する「数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度」では, 全ての学生に対してこれらの基礎教育を提供することを目的とし, 多くの大学で認定制度の導入が進んでいる. これにより, 専門分野に依存せず幅広い層が基礎知識を修得できる枠組みが整備されつつある[1].



図 1. 国が掲げる教育プログラムの全体像

### 1.2 課題・提案

我が国の学習現場においては, 複数の課題が顕在化している. 第一に, AI に関する専門用語や概念が抽象的であり, 初学者にとって理解が難しいことが挙げられる. 第二に, 既存の基礎的な学習教材が

教科書などに偏る場合が多く, 受動的学習になりがちである. 第三に, 短時間での復習・反復に適した学習形式の教材が不足していることである.

本研究はこうした課題に対し, 日本の学習文化に根付いた「英単語学習」の枠組みに着目し, AI リテラシー習得のための基盤システムとしての可能性を提示するものである.

## 2. 試作システムの設計と実装

### 2.1 設計方針

本研究において試作した単語学習システムは, AI やクラウド関連の基礎用語を効率的に習得することを目的としている. その設計方針・思想は, 従来の「英単語カード型学習」をモデルとし, 学習者が直感的に理解できるインターフェースと反復学習を前提とした構造を重視した点である.

今回の設計では下記 3 つの要素を基本設計方針として採用した.

1. 反復性: 学習者は短時間で繰り返し同じ用語に触れることで, 反復学習によりシステムを用いた単語学習の知識を記憶に定着させることができる.
2. 拡張性: 用語データをサンプルとともに JSON 形式で管理・運用可能とすることで, システムに限定されず柔軟に拡張できる仕組みとする.

3. 親和性：  
日本の教育現場に広く普及している「単語帳」や「フラッシュカード」の形式を踏襲することで、基礎的な学習を進める状況における心理的障壁の少ない学習体験に繋がり得ることで、基礎知識習得の枠組み拡大を可能とする。

## 2.2 実装概要

試作したシステム例を図1に示す。Webアプリとして構築・運用する形として、PC・スマートフォン双方から利用できるように設計を試みた。

アプリ利用者は、画面上でランダムに提示される用語を学習し、意味や用例を確認しながら理解度の回答を進める。回答の正誤を問わずに即時実例や例文によるフィードバックが与えられ、繰り返し基礎的な用語を反復学習することによる知識の補強を促す仕組みである。



図2. 試作した Web アプリの動作画面

## 2.3 実装内容

実装例として、IPAのITパスポート試験や大手クラウド各社の資格学習の出題範囲を題材とした用語セットを作成し、Webアプリのコンテンツとして試作を進めた[2]。これは、クラウドやAIに関する基礎的な知識を体系的に含むため、リテラシーレベル向上に適していると捉え、試作例として一般利用を想定した汎用型システムへの発展も想定した、学習対象領域ごとに独自の用語データを導入できる仕組みとする。この

システムでは、生成AIなどを利用して新たな用語セット(JSONファイル)を自動生成した場合においても、単語学習に利用可能であり、学習領域の拡張性をさらに高めると考えている。ログ分析やAIによる補助機能なども過去の研究で検証してきたが、今後とも改良を重ねていく[3]。

また、簡易的ではあるが、システムが意図しない構文を事前に確認するエラー検出・指摘も図3のような形で行えるように、試作を試みた。



図3. 簡易的な構文エラー検出システム

## 2.4 利用体験と意図

本試作システムについて本取り組みでは、短時間で気軽に取り組めるため、学習開始の心理的ハードルが低く、英単語学習に似た形式のため、学習方法が直感的で理解しやすい。これにより、繰り返し学習するうちに、基礎用語が自然に定着していくシステムとなることを意図している。一方、試作と検証段階においても課題はいくつか見つかっている。

具体的には、学習内容が単調になりやすく、長期的なモチベーションの維持には工夫が必要である点、また、単語理解から実際のスキル習得への橋渡しが不足している点である。これらの課題は、今後の発展に向けて解決すべき重要な論点である。

## 3. 考察と今後の課題

### 3.1 単語学習形式の利点

単語学習形式の応用は、AIリテラシー教育に複数の利点がある。改めて、短時間での反復利用が可能であり、学習者が隙間時間を活用できる点が多いことを試作と検討により確認することができた。

また、日本の教育文化において長年利用されてきた英単語学習の形式を応用するため、検証の初期段階においても、学習者からの受容性が高く、学習者にとって「慣れた形式」で取り組める安心感があることが伺えた。

### 3.2 今後の発展可能性

今後の展望として、下記4点が挙げられる。

1. 生成AIの活用：  
学習者のレベルや関心領域に応じて自動的に用語セットを生成し、個別最適化を実現する。
2. ゲーミフィケーションの導入・活用：  
スコア、レベルアップ、協働プレイ要素を取り

入れ、学習を楽しみながら続けられる仕組みを整える。

3. シナリオ学習との連携：  
単語学習を基礎としケーススタディや演習課題と組み合わせて、実践的スキルに結び付ける。
4. 教育現場への展開：  
大学初年次教育や社会人研修、高校の情報教育など、多様な場面で活用可能とする。

#### 4. まとめ

本研究では、AI リテラシー教育における課題に対応するため、単語学習形式を応用したシステムを試作した。デモ体験を通じて、短時間で取り組みやすく、用語定着に有効であることが確認された。一方で、学習単調化や実践スキルとの接続不足といった課題も明らかになった。

本試作により、「AI リテラシー教育における基礎的理解を支える一歩」として取り組むことができ、今後も内容や展開方法の改良を進めることで、より高度で柔軟な学習支援へと貢献していく。

#### 参考文献

- [1] “教理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度”，  
[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/koutou/suuri\\_datascience\\_ai/00001.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/suuri_datascience_ai/00001.htm) (最終確認日:2025年8月31日)
- [2] “IT パスポート試験 | 試験内容・出題範囲”，  
<https://www3.jitec.ipa.go.jp/JitesCbt/html/about/range.html>  
(最終確認日:2025年8月31日)
- [3] 宮川慎也・遠藤守・浦田真由・安田孝美 (2023) プログラミング学習者に対する初学者向け AI 活用ハンズオンの運営と支援方法の検討, 日本教育工学会 2023 年秋季全国大会, pp209-210.

# ゲームセンターの衰退と存続

## — 中小規模店舗を中心とした考察 —

### The Decline and Survival of Game Centers

#### — A Study Focusing on Small and Medium-Sized Establishments —

矢野 芳人  
Yoshihito Yano

大阪商業大学  
Osaka University of Commerce

**要約：**本稿は、アーケードビデオゲームを中心としたゲームセンター産業の現状について、衰退の要因と存続の可能性を検討するものである。統計資料と先行研究から衰退要因を整理し、さらに閉店した店舗の事例を取り上げることで、その具体的背景を明らかにした。一方で、レトロゲームの需要や、ユーザーが店舗運営に関与する事例など、生存戦略の可能性も見出される。以上の考察から、中小規模店舗の存続には収益構造の工夫に加え、ユーザーとの共創的な関係も重要な要素であることを示す。

**キーワード：**アーケードゲーム、衰退要因、レトロゲーム、残存者利益、ユーザー関与

## 1. はじめに

ゲームセンター産業の中でもアーケードビデオゲームについては、売上構造の変化と店舗数の減少により衰退が顕著である。しかし一方で、独自の工夫によって存続を図る店舗も存在する。本稿では、統計資料と先行研究からアーケードビデオゲームの衰退要因を整理したうえで、閉店店舗の事例を通じてその具体的背景を明らかにする。また、レトロゲーム需要やユーザーによる店舗運営への関与といった生存戦略の要素を検討することで、中小規模店舗の存続可能性を探ることを目的とする。

## 2. アーケードビデオゲームの衰退

### 2.1 店舗数と売上の推移

ゲームセンターの店舗数は、直近 10 年で図 1 の通り減少傾向にある。これは他業種と同様に、中小規模店舗の閉店が多いのではないかとと思われる。

しかし全体の売上は増えつつあり、コロナ禍で 2020 年に一旦は下落するが、その後は回復の兆しを見せている。

売上の 7 割を占めるのは、いわゆる UFO キャッチャーに代表されるプライズゲームであり、現在のゲームセンターの収益の主軸となっている。逆にコロナ禍以降、売上の下落から回復できていないのがビデオゲームである。

全体としてはプライズゲームに支えられて全体売上は回復傾向にある一方、ビデオゲームの売上は減少しており衰退が顕著となっている。

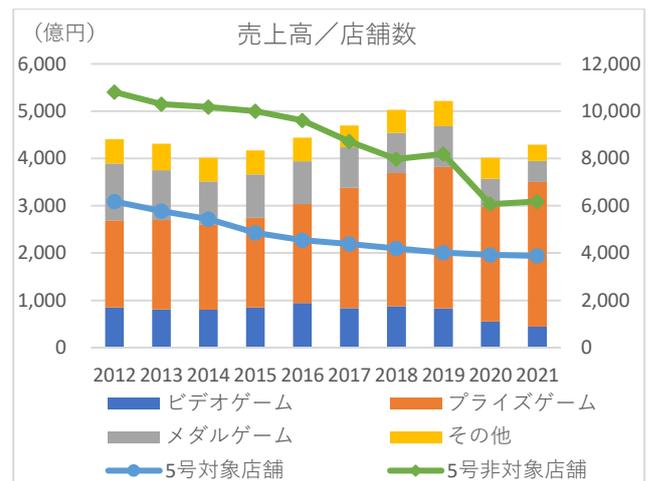


図 1 ゲームセンターの店舗数と売上高の推移

### 2.2 アーケードビデオゲームの衰退

ゲームセンターにおけるアーケードビデオゲーム衰退の要因として、①収入構造の変化、②ユーザーの減少、③コミュニケーションの場としての役割の終焉、という 3 つが挙げられると考える。

①と②については、日本では 1970 年代後半のインベーダーブームからゲームセンターが増加し、各店舗ではビデオゲームを収入の主軸としていた。メーカーは汎用筐体用の基盤を大量に生産および販売し、店舗側もそれが安価で稼働できるため導入しやすかった。しかし 1983 年に発売されたファミコンをはじめとする家庭用ゲーム機の登場により、ゲームセンターへの客足が遠のいた。

これを救ったといわれるのが、1985 年のクレイジーゲーム、1995 年のプリントシール機、1997 年から登場した beatmania をはじめとする音楽ゲーム、と

いった大型筐体や体感機であり、それまでユーザーは男性中心だったが女性やファミリー層も取り込んだ。

ところが、これらの高価な大型筐体については、体力のないメーカーはそれらを開発できず、他社との競争に負けてしまう。また中小規模店舗のゲームセンターでは、評判不明の商品を簡単には導入できない反面、周りの店舗で売れているのを見てから導入すると販売機会の損失になるというジレンマがある。

そして現在ビデオゲームを取り巻く環境は、家庭用ゲームやスマホアプリ、ゲーミング PC でプレイできるゲームが充実し、その多くは買い切りや無料で楽しめる。またゲームセンターで稼働しているタイトルについても、メーカー各社は主力タイトルをゲーミング PC でもプレイできるようにして運用している。このようにゲームがオムニチャネル化したことにより、ゲームセンターユーザーの減少に拍車がかかっていると言え、その潮流の中で体力のないメーカーや店舗が淘汰されている。

そして③については、同じ趣味を持つ人が同じ場所に集まることでコミュニケーションが生まれるのはゲームセンターに限ったことではないが、ゲームの場合それがゲームの攻略法などの内容も多いため、インターネットが登場したことで集合知が形成されるようになった。

具体的には、インターネット黎明期であれば2ちゃんねる、そして Wiki システムや SNS へと変遷している。従って、ゲームセンターがかつてのようなコミュニケーションの場としての役割は終えつつあるのかもしれない。

### 2.3 閉店店舗の事例

このような時世の中で、残念ながら閉店に至った店舗も多い。ここ数年で3店舗の責任者に、なぜ閉店の判断をしたのかについてインタビューしたので、頂いた回答を要約した。

#### 【店舗 A】(都市部・中規模)

経営的には黒字だったので問題なかったが、テナントの賃料更新で値上げされたため、今後も賃料が上がるなら利益の維持が難しいと判断。おそらく他店舗でも同様のことが起こっていると考えられる。

コミュニティノートを開店の2年ほど前まで置いていたが、書き込みが少なかったり関係ない書き込みがあったりで、必要性に疑義が生じた。担当アルバイトと相談し、一旦撤去したが常連から要望があれば再設置するつもりだった。しかし、要望がなかったため撤去したままになっている。

#### 【店舗 B】(郊外・小規模)

店舗運営と筐体基盤売上の両輪で経営していたが、どちらも立ち行かなくなった。一般論として、資本がなければ投資に踏み切れない。

また店舗はメーカー頼みになってしまう。ヒット作が出て、売上が安定してきたら次のインパクト

があるものを投入しないとイケないが、それがメーカーから出ないので、客は増えない。

プライズの方が売り上げはいいのはわかっているが、転換するにも観光地でもないし客層も違うので投資できない。

#### 【店舗 C】(都市部・中規模)

経営的には黒字だったが利益率が低く、持ちビルだったので地価上昇で固定資産税の負担も重かった。

ビデオゲームにこだわっていたので上層部が求める売り上げは出ていなかったが、店舗運営はうまくいっていたので会社的には OK だったようだ。

今は家でゲーミング PC を使ってゲームができるが、マシンスペックでは筐体に入っている PC の方が劣っており、アーケードビデオゲームの中でも家庭用に開発されたバージョンの方がゲームセンターより先に遊べる要素が多かったりするので、余計に客が来ない。

本事例はあくまで3店舗に限定されたものであり、統計的に一般化することはできない。しかし前節で挙げた要因①～③との関連が見て取れる。

店舗 A は、立地は都市部の駅近で設置機種は全般的に扱っており経営的には黒字だったが、テナントの賃料という①～③以外の外的要因によるところが直接の原因と考えられる。だがコミュニティ面でも③に関連する兆候があり、コミュニティの場としての機能を果たさなくなっていたのではないかと。

店舗 B は郊外の住宅地で駅前すぐの立地だったが店舗面積は狭く、ビデオゲームとメダルゲームを扱っていた。直接の原因は、資本不足のため新作タイトルへの投資やプライズへの転換などが困難な状態で、そのため利用客も伸び悩んでいたと推測される。これは要因の①と②に該当すると考えられる。

店舗 C は、立地は都市部の駅近で商店街の中であり、設置機種も全般的に扱っていた。しかし PC スペックの優位性やコンテンツの先行提供により、家庭用ゲームの魅力が増し、利用客が減少したと推測される。これも店舗 B 同様に要因の①と②に該当すると考えられる。

これらの閉店事例からも、前節で指摘したアーケードビデオゲームの衰退要因が現実に作用していることが確認できる。

## 3. 中小規模店舗の生存戦略とユーザーの関与

### 3.1 レトロゲームを活用した取り組み

存続している店舗は様々な取り組みでユーザーをつなぎ留めている。その中でもレトロゲームを活用したものに注目した。まずレトロゲームについては、学術的にも法的にも定義はないが、一般的には懐古趣味的な古いゲームを指していると思われる。

このレトロゲームに対する需要については、Nintendo Switch や PlayStation5 といった家庭用ゲーム機で、昔のゲームをダウンロードコンテンツとして再販、あるいはサブスクリプションで提供していることから、一定数の市場があると考えられ

る。

アーケードビデオゲームについても、レトロゲームを多かれ少なかれ稼働している店舗はあり、固定客がついている例もある。これは経済学的には残存者利益と呼ばれるもので、全盛期ほどの利益は見込めないが競合店が周囲にないためその利益を享受できる状態である。

そのレトロゲームを活用し、YouTubeで配信して集客につなげたのが、ゲーセンミカドである。今は東京に2店舗を構え、ほぼ毎日イベント（大会や交流会）が行われている。大阪ではザ・インドアゲームを例に挙げる、ここは音楽ゲームのレトロゲームが設置されておりミカド同様にイベントや配信が行われているが、頻度はミカドに比べると少ない。

もちろんこれらの取り組みは他県他店舗でも同様のことが行われているが、本節では上記2店舗を例示したにすぎない。

### 3.2 ユーザーの関与

いわゆるゲーマーと言われるユーザーは、単にゲームセンターでゲームをするだけに留まらず、店舗運営に何らかの影響を及ぼす関わり方をするユーザー層もいる。その例を、以下にいくつか挙げる。

- ・大会、交流会

前節で「イベント」と表現したもので、大会は競技性があり優勝者を決めるものが多く、交流会は懇親を目的として一定時間コミュニケーションを取りながらプレイするスタイルである。店舗側が主導して行うものもあるが、ユーザーが主導して行うものもある。いずれにせよ、店舗側としては集客数を稼ぐことになる。

- ・動画配信

今は家から配信されるものも多いが、ゲームセンターで筐体を一定時間借りて行う配信者も少なくな。その場合は店舗名を明示して配信されることも多いので、店舗側としてはプロモーションにもなる。

- ・個人所有の筐体や基盤の提供

ユーザーの中には、業務用の筐体や基盤を個人で所有する人もいる。その入手方法は、店舗で廃棄となるものを譲り受ける、中古品を扱う業者で個人にも販売している所から買う、そして今の時代はメルカリやヤフオクなどで入手する、など様々である。

その個人で入手した筐体や基盤を、店舗に無償で貸しているユーザーがいるという。ある店舗で聞いたところ、個人所有の筐体に入ったインカムは店舗の収益としているとのことである。ユーザーが店舗に対して賃料を取ると、筐体や基盤は中古品なので古物営業法に抵触する解釈もあり得るため、店舗では無償提供として扱っている。

では、ユーザーは金銭的な利益は得られないのに、なぜそのような行動をとるのか。この心理は気になるところで、消費者行動論や経済学といった領域での研究になると考えられる。

## 4. まとめ

本稿では、アーケードビデオゲームの衰退要因を整理し、閉店店舗の事例を通じてその具体像を確認した。そのうえで存続している店舗の事例から、レトロゲーム需要による残存者利益や、ユーザーの能動的関与が生存戦略として機能している可能性を示した。これらの考察から、中小規模店舗の存続には収益構造の工夫だけでなく、ユーザーとの共創的な関係も重要な要素と言えるのではないかと。

また今後の研究の方向性としては、以下のような展開が考えられる。

- ・閉店店舗の事例（インタビュー調査）を増やす

- ・ユーザーが個人所有物を貸し出す理由の調査

特にユーザーの関与については、個人所有物を貸す以外にも様々な取り組みがあるので、それらを調査することも視野に入れたい。

## 参考文献

- ・『アミューズメント産業界の実態調査 2021 年度報告書』、日本アミューズメント産業協会、2024

- ・池田稔、『ゲーセン戦記』、中央公論新社、2023

- ・河崎寧生、『日本の「ゲームセンター」史』、福村出版、2022

- ・石井ぜんじ、『ゲームセンタークロニクル』、standards、2017

- ・加藤裕康、『ゲームセンター文化論』、新泉社、2011

- ・小山友介、『日本デジタルゲーム産業史』、人文書院、2020

# 日本書紀のジグソーパズル 4

## ～日本書紀と三国史記に共通する設計論～

Jigsaw puzzle 4 of the Nihon Shoki: Design Theory Common to the Nihon Shoki and Sangoku Shiki.

高見 友幸

Tomoyuki Takami  
takami@osakac.ac.jp

大阪電気通信大学  
Osaka Electro-Communication University

**要約**：笠井倭人説を出発点とした日本書紀の紀年論から日本古代史年表の一案を作成した。本稿では、日本書紀と同様の手法で、三国史記に対しても笠井説を適用した。その結果、ひとまず3世紀半ばから6世紀半ばまでについては、天皇と高句麗王、百濟王、新羅王のあいだの紀年が非常に明瞭な対応性を持つことがわかった。紀年に出現するこの明瞭な対応性は、日本書紀の編纂者が同時に三国史記をも編纂したという結論を物語るものと考えている。

**キーワード**：日本書紀，紀年論，三国史記，紀年延長

### 1. はじめに

我々の研究グループでは、昨年度より「日本書紀のジグソーパズル」という定型語句を用いて、日本書紀の紀年論の成果を順次公表してきた。本稿はその論文シリーズの最新版である。最終的な目標は、日本書紀の編纂者が古代日本史のことを、それが伝承か創話なのかをしばらく問わないとして、その歴史シナリオをどのように認識していたかを推察することである。本稿の最後に列挙した文献からも理解していただけるとおり、紀年論から得られる数々の数値の一致性、系統性、相関性は、出鱈目な数値設定から出現することはありません。明らかな設計意図のもとにあると考えてよい。ただし、なぜ一読してわかる史書とはせず、まるで「ジグソーパズル」のように、パズルを解けば浮かびあがるような紀年にしたのである。この点は謎である。日本書紀の各天皇紀はちょうどジグソーパズルのピースであり、我々の紀年論は、各ピースを年表のどの位置に置くかを決定するものである。

### 2. 本稿における年表の表記について

本稿で用いた表記の一例として、図1に、応神紀の場合を示した。稿末の図2の年表には、図1の右端の2本のバーだけを用いている。空白のマスを含むバーは日本書紀の紀年を示し、バーの一番下のマスの数字が日本書紀の示す在位年数を示す。右端のバーのように空白マスのないバーは原日本書紀の紀年を示す。日本書紀での崩御年は310年、原日本書紀での崩御年は

270	応神元年	1			
271	応神2年	2		2	2
272	応神3年	3		3	3
273	応神4年				5
274	応神5年	5		5	6
275	応神6年	6		6	7
276	応神7年	7		7	8
277	応神8年	8		8	9
278	応神9年	9		9	11
279	応神10年				13
280	応神11年	11		11	14
281	応神12年				15
282	応神13年	13		13	16
283	応神14年	14		14	19
284	応神15年	15		15	20
285	応神16年	16		16	22
286	応神17年				25
287	応神18年				28
288	応神19年	19		19	31
289	応神20年	20		20	37
290	応神21年				39
291	応神22年	22		22	40
292	応神23年				41
293	応神24年				
294	応神25年	25		25	
295	応神26年				
296	応神27年				
297	応神28年	28		28	
298	応神29年				
299	応神30年				
300	応神31年	31		31	
301	応神32年				
302	応神33年				
303	応神34年				
304	応神35年				
305	応神36年				
306	応神37年	37		37	
307	応神38年				
308	応神39年	39		39	
309	応神40年	40		40	
310	応神41年	41		41	

図1. 本稿における年表の表記。

292年であることは、バーの最下段の紀年を読み取ることでわかる。仮に即位年を270年と見た場合、原日本書紀での在位年数は23年である。当然、これは日本書紀の在位年数41年から空白年次の数18を引いた年数に等しい。

笠井説をベースとした紀年論から、どのように日本書紀の紀年復原をするかについての詳細は文献[2][8]を参照されたい。本稿では、三国史記に笠井説を適用した場合の紀年処理について述べる。紀年復原の作業において、日本書紀と三国史記で大きく異なるのは、日本書紀では、欽明紀以前の紀年では、まず即位年自体の考察を行う必要があることである。一方、三国史記では、もともと記載された即位年を別の紀年にずらす必要はない(ただし、阿花王や直支王等の一部の王については例外がある)。

図1に示した270年即位の応神天皇の紀年バーは、元の即位年をそのままに使うという点で、三国史記の紀年処理と同様の例である。即位年270年とは違う「もうひとつの」応神天皇の即位年、つまり、原日本書紀の即位年は252年と算出できる(原日本書紀の崩御年292年の40年前)。これは、原日本書紀における神武天皇の即位年に等しい。文献[2]で示されるとおり、神武天皇と応神天皇の誕生年は同じであるが、さらに即位年も同じになるよう設計されていると見てよいであろう。

### 3. 新たな即位年の算出

#### 3.1 日本書紀の事例

本稿では、日本書紀の即位年処理がなされているものとして、議論を進めたい。以下で取り上げる天皇の即位年/崩御年は、図3に示されるとおりである。ここで読者が疑問に思うとすれば、ひとりの天皇につき、複数の即位年が割り当てられているという点であろう。たとえば、垂仁天皇の場合には、282年、305年、313年の3つ、応神天皇の場合には、363年、372年の2つ、仁徳天皇の場合には、406年、412年の2つ、継体天皇の場合には、499年、502年、507年の3つといった具合である。発表では、こうした理由を具体例を挙げて述べる。

#### 3.2 三国史記の事例

三国史記の場合には、一部の例外を除いて、もとの即位年を変更せずに笠井説を適用するだけである。本稿では、図2の新羅本紀のバーについてのみ確認しておこう。

新たな即位年は、訖解尼師今278年(324-46)で西川王、奈勿尼師今331年(377-46)で故国原王、実聖尼師今399年(414-15)で仁徳天皇、訥祇麻立干399年(440-41)で仁徳天皇、慈悲麻立干454年(475-21)で允恭天皇、炤知麻立干476年(497-21)で雄略天皇、智証麻立干495年(509-14)で顕宗天皇、法

興王504年(530-26)で仁賢天皇と、このように、新たな即位年がすべて天皇の紀年と関連していることから数値設計された結果と言えよう。高句麗王、百済王についても同様の結果が得られることから、我々は三国史記に厳密な数値設計がなされていることは確実であると考えられる。

### 4. おわりに

笠井説をベースにして導かれた紀年は、これまでの日本古代史学で不確定だった紀年を確定させるとともに、多くの新しい知見、想定外の知見を導く。したがって、すでにある日本古代史のシナリオは、今後、全面的な検討を余儀なくされることになるであろう。新たに導かれた紀年のうち、特に注目すべき紀年を次に列挙しておきたい。

- ◎ 神武天皇の即位：252年
- ◎ 日本武尊の即位：335年あるいは342年
- ◎ 仁徳天皇の即位：412年
- ◎ 允恭天皇の即位：434年
- ◎ 雄略天皇の即位：476年
- ◎ 継体天皇の崩御：526年
- ◎ 仏教伝来：538年

### 参考文献

- [1] 高見友幸, ジグソーパズル「原日本書紀」の解法, ゲーム学会「ゲームと教育」研究報告, 17-23, 2024.
- [2] 高見友幸, 日本書紀の紀年問題に関する考察, ～天皇の誕生年と即位年の解説～, 日本国史学第20号, 93-105, 2024.
- [3] 高見友幸, 日本書紀に記載される197万2470年問題の解釈, 第15回IIARS研究会講演論文集, 2024.
- [4] 高見友幸, ジグソーパズル「原日本書紀」の解法2, ゲーム学会第22回全国大会論文集, 2024.
- [5] 高見友幸, 日本書紀のジグソーパズル3 ～神武紀から武烈紀までの紀年復原～, ゲーム学会第22回合同研究会研究報告, 9-16, 2024.
- [6] 高見友幸, 石上神宮七支刀銘文の一解釈: 日本書紀の紀年復原に基づいて, 考古学ジャーナル2024年10月臨時増刊号, 45-51, 2024.
- [7] 高見友幸, 日本書紀の紀年復原から導かれる隅田八幡社人物画像鏡銘文に関する一解釈, 考古学ジャーナル, 2024年12月号, 38-41, 2024.
- [8] 高見友幸, 日本書紀が伝えようとしていること ～古代東アジア世界の再検討～, 日本国史学第21号, 85-105, 2025.

新羅本紀		百濟本紀		高句麗本紀		日本書紀	
226				東川	2	2	
227					4		
228					8	4	
229					10		
230	助賁				11		
231	2 1				12		
232	3 2				16	8	
233	4 3				17		
234	4		古尔		18	8	神功皇后201
235	6 6		3		19	10	
236	7 7		5 3		20	11	
237	8 8		6		21	12	
238	11		7 5		22		
239			9 6	218<--	22		39
240	11 15		10 7				40
241	16		13				
242	13 17		14 9				
243	18 ==中川王		15 10		17		43
244	15		16				
245	16		22		19		
246	17		24 13		20		46
247	18 沾解		25 14		21		47
248	1 2		26 15	中川	22		
249	2 3		27 16				1 49
250	3		28		3 4		2 50
251	5 5		29		4 7	崇神天皇250	3 51
252	7		33		8	西川王 太子に	5 52
253	9 7		36		9	1 神武天皇252	13
254	10		39		7 12		39
255	13 9		45 22	西川王 太子に	8 13		40 55
256	14 10		50		9 15		43 56
257	助賁--> 15	205<--	53 24	神武天皇崩御	23 -->古尔	182<--	46
258			25				47
259	13		26		12		49
260	14		27		13	手研耳命 叛逆 太歳 己卯	50
261	15		28				51
262	味部		29		15	綏靖天皇261	52 62
263	2 1						55
264	3 2						56 64
265	3					233<--	62 65
266	5 5		33			1 安寧天皇266	64 66
267	7					2	65
268	7 11					3	66
269	15		36			11	69 69
270	17			西川	23	233<--	
271	19			2 2		1 懿德天皇271	2 2
272	11 20		39	3 3		2	3 3
273	22			4 4		22	5
274	23 -->252 西川王 太子			7		241<--	6 5
275				11			7 6
276	15			17 7			8 7
277				19		1 孝昭天皇276	9 8
278	17		45	訖解/比流/美川<--	23	88	11 9
279						1 山上王197<--	13
280	19				11	1 孝安天皇280	14 11
281	20					2	15
282						26	16 13
283	22		50			38	19 14
284	23 儒礼					76	20 15
285	2 2						22 16
286	3 3		53		17	1 伐休王184<--	25
287	4 4		2 2	責稽		2 孝靈天皇286	28
288	6		13		19	36	31 19
289	7 6					76	37 20
290	8 7					1 仇首王214<--	39
291	9 8	*訖解				1 孝元天皇290	40 22
292	10 9	2 2				4	
293	11 10	3 3				6	神武天皇252<--
294	12 11	4 4				7	41
295	14 12	5 5				22	#
296	15	8				3	
297	14	9				5 5	
298	15	21 8				7	
299	2 2	28 9	13	比西		8 9 -->訖解	
300	3 3	35	2 2			9 美川王	
301	5	36	5			241<--	60
302	5 7	37	7			3 崇神天皇301	
303	10	39	5			3 3	
304	7 13 -->焯上	41				4 3	205<--
305		43				5 4	
306		47	比流	7		6 5	
307			5			7 6	垂仁天皇305
308			9			8 7	1
309			10			9 8	2 37
310	13 訖解	21	17			10 9 武埴安彦の謀反	3
311	2 2		18			11 10	4 39
312	3 3		22		12	12 11	5 40
			24			17 12	7 41
							15
							23

図2. 天皇および高句麗王・百濟王・新羅王の在位期間.

313		4	4			10	28		14	垂仁天皇 皇太子24歳	48	垂仁天皇313	1			25	仁徳天皇313	1	1
314		5	5				30		15		60		2	66		26		2	2
315		8					32		16		62		3			27		4	
316		9				13	33				65		4			28		7	4
317		21	8		28		34			250<-	68	17	5	68	景行天皇 皇太子	30		10	
318		28	9				41	<-西川					7			32		11	
319		35							20				1	15	景行天皇319	1	34	12	7
320		36				17			21				2	23		35		13	
321		37				18							3	25	景行天皇 皇太子 21歳	37		14	
322		39											4	26		39		16	10
323		41											12	27	1	景行天皇323	87	17	11
324	西川-->	47				35							13	28	2	88		22	12
325						36	22			景行天皇 皇太子			17	30	3	90		30	13
326						37				*肖古			18	32	4	東川228<-	99	31	14
327							24			2	2		19	34	12		35	35	
328							39			21			20	35	13		37	36	
329										23			25	37	17		38	17	
330		21				41			31	景行天皇 皇太子			27	39	18	日本武尊 16歳	40	40	
331						47	28		32	故国原			28	87	19		41	41	
332										2	2		40	88	20		43		
333							30			4			51	90	25		50		
334										5	4	垂仁天皇313	52	#	27		53	22	
335							32			6	5		53		28		55		
336							33			9	6		54		40		58		
337		28	2	2	神功皇后 誕生	34				10			55		51		60		
338			3	3						12			56		52		62		
339			7							13	9		57		53		65		
340			9							15	10		58		54		67		
341			11							19			59		55				
342			7	13						25	12	小獸林王 太子	56		56		30		
343				17						39	13		57		57		31		
344		35	9	18		41				40			58		58				
345		36								41	15	==景行天皇323	60		60				
346		37	11	24						肖古	21								
347				26			2	2		21									
348		39	13	33						23			48		成務天皇348	1		35	
349				34			23			24					2			37	
350		41		37			24			19					3			38	
351		47		38			26			26					4			38	
352				17	40		27			27					5			40	
353				18	42		28			28					8	仲哀皇太子31歳	48	41	
354				44			30			肖古346<-	9	孝元天皇295-->	60					43	
355				45						*貴須	30	肖古王 薨去	25		小獸林王 太子				
356	奈勿	47	21	46						貴須王 即位					仲哀天皇356	1			
357		2	2							3	2				2				
358		3	3							5	5				4				
359		7		24						6	6				8				
360		9								8					60				
361		11		26						10		==日本武尊			62				
362		7	13							8	10	==日本武尊							
363		17								10					65				
364		9	18												68				
365		21													87				
366		11	24				21			*辰斯	2	2			88				
367		26								3	3								
368		13	33	33			23			5									
369		34	34				24			6	5								
370		37								7	6								
371		38					26			8	7								
372	17	40	37				27			*阿花	8								
373	18	42	38				28			2	2								
374	44									3	3								
375	45		40							4	4								
376	21	46								6									
377	47	-->故国原	42							6	7								
378							5			7	8								
379	24		44				5	6		8	9								
380			45				6	8		9	11								
381	26		46				10	-->小獸林		12									
382			47				8			11	14								
383			1	2						12									
384			2	3			10			13									
385			3	4						14									
386			4	5			2	2		2	2								
387			5	6			3	3		3	3								
388	33		6	7			4	4		4	4								
389	34		7				5	5		5	5								
390			11				7	6		7	6								
391			12				8	7		8	7								
392	37		14	11			14			14									
393	38		15	12			2	2		15									
394			16				3	3		16									
395	40		14	4			4	4		11									
396			15				6			12									
397	42		*訥祇	16			6	7		13									
398			2	2			7	8		14									
399	44		4				8	9		15									
400	45		4	5			9	11		16									
401	46		5	6			12			15									

図2 (続き: その2).





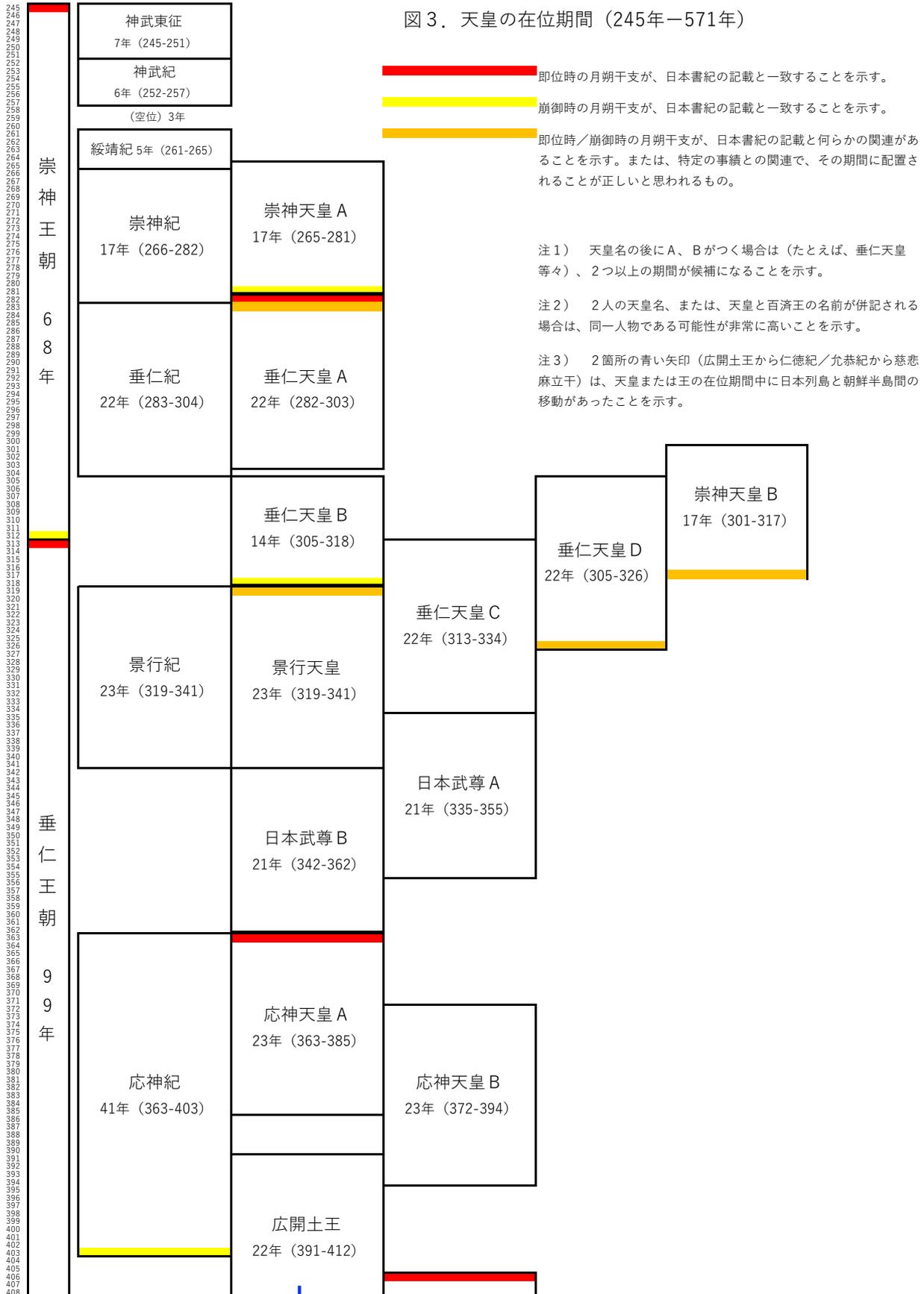


図3. 天皇の在位期間 (245年～571年).

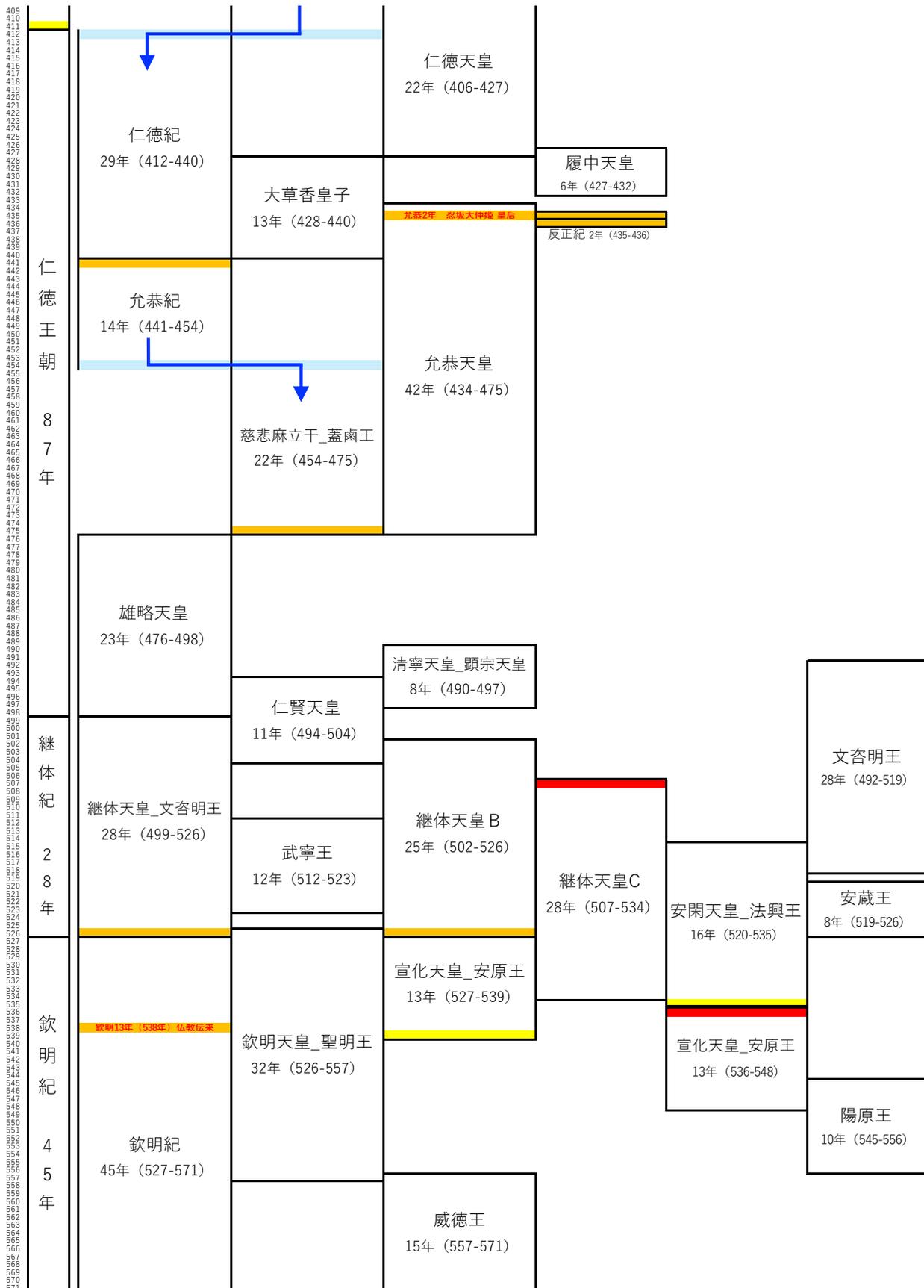


図3 (続き).

ゲーム学会 研究報告

Game Amusement Society Research Report  
Vol.23, No.1 (September, 2025)

発行日：令和6年9月27日

発行：ゲーム学会

(事務局) 〒575-0063 大阪府四條畷市清滝 1130-70  
大阪電気通信大学四條畷キャンパス ゲームサイエンスラボ内  
TEL. 072-876-3317 (内線 5168) FAX. 072-876-5408  
Mail : [entry001@GameAmusementSociety.org](mailto:entry001@GameAmusementSociety.org)  
Web : <https://www.gameamusementsociety.org/>

ゲーム学会「ゲームと教育」研究部会  
研究会報告（2024-GE-2）

2025年1月24日

於 香川大学

（オンライン開催）

ゲーム学会

<http://www.gameamusementociety.org/>

# ゲーム学会「ゲームと教育」研究部会第 21 回研究会

テーマ：ゲームと教育／一般

開催日：令和 7 年 1 月 24 日（金）

会 場：香川大学幸町キャンパス

※オンライン開催

## 目 次

1. 複数ゲームジャムの学修効果の違いに関する研究～社会人基礎力の観点から～  
小野憲史（東京国際工科専門職大学），森善龍（大阪電気通信大学） …………… 1
2. 保育 VR システムにおける幼児と保育士との交流  
LIU zekai, HE lechen, 田畑史菜, 大森典子, 服部元史（神奈川工科大学），  
坂内祐一（浦和大学） …………… 5
3. ゲームサウンド制作における教育実践と課題  
山路敦司（大阪電気通信大学） …………… 7
4. カタンの開拓者たちを題材としたオンラインゲームにおける画像によるチャット利用の促進検討  
荒木開人 …………… 11
5. 摩訶大将棋の駒数か 96 枚である理由 ～古代日本と古代中国における 96 と 360～  
高見友幸（大阪電気通信大学） …………… 19

# 複数ゲームジャムの学修効果の違いに関する研究～社会人基礎力の観点から～

## A Study on Differences in learning effectiveness of Multiple Game Jams: From the Perspective of Basic Skills for Working People

小野 憲史

Kenji Ono

ono.kenji@t.iput.ac.jp

東京国際工科専門職大学

森 善龍

Yoshitatsu Mori

y-mori@osakac.ac.jp

大阪電気通信大学

International Professional University of Technology in Tokyo Osaka Electro-Communication University

**要約**：近年、国内でもさまざまなゲームジャムが開催されているが、参加者の学修効果に関する研究は乏しい。そこで内容や目的が異なる二つのゲームジャムで、参加者に社会人基礎力や自己肯定感の変化を目的としたアンケート調査を実施した。その結果、ゲームジャムは学生の社会人基礎力を高める上で一定の効果があり、学生の自己肯定感と社会人基礎力の関係性が観察された。また、その効果はゲームジャムや参加者の文脈に依存することが示唆された。

**キーワード**：ゲームジャム、社会人基礎力、ゲーム教育

### 1. ゲームジャムの広がり と 課題

近年、ゲーム開発者教育を行う大学や専修学校等で、学生を対象にゲームジャムを実施する例が増加している。ゲームジャムとはゲーム開発を目的としたハッカソンで、ギネスブックにも認定されたGlobalGameJam(以下GGJ)をはじめ、世界中でさまざまなゲームジャムが開催されている。ゲームジャムの内容はさまざまだが、おおむね「短期間で(48～72時間)さまざまな経歴やスキルの参加者が即席チームを作り、同じテーマでゲームを制作し、公開するイベント」という共通項がある。Kultima(2015)は「与えられたデザイン制約の中で比較的短期間にゲームを制作し、最終的な結果を公開する、加速された、日和見的なゲーム制作イベント(第一著者訳)」と定義している。[1]

一方でゲームジャムの学修効果に関する研究は潤沢とは言えない。Prestonら(2012)はGGJ参加者と学業成績の関連を報告している[2]。山根(2015)は東日本大震災の復興イベント、福島ゲームジャム参加者の内省報告を行っている[3]。高木(2017)は短期大学の学生を対象にGGJを実施した際、経産省が提唱する社会人基礎力のうち「実行力」「傾聴力」「状況把握力」の平均値が上昇したと報告している[4]。ただし、複数のゲームジャムを同じ条件で比較分析した例は見られなかった。

そこで本研究では2024年に開催されたゲームジャムのうち、産学連携で実施されたビットサミットゲームジャムと、大阪電気通信大学の学内イベント、夏の学内ゲームジャムを対象に、同じ項目のアンケート調査を実施し、ゲームジャムその特性を明らかにすることを目的とした。

#### 1.1. ビットサミットゲームジャム

ビットサミットゲームジャム[5]は毎年7月に京都で開催されるインディゲーム展示会「ビットサミット」の関連イベントとして実施されるもので、複数の教育機関と企業が連携し、主に首都圏と関西圏の学生を対象に、2020年から毎年実施されているイベントである。特徴はコアデイと呼ばれる二日間の対面開発(2024年は6月8日～9日に開催)を挟んで、4月から7月にかけてオンラインでゲームが開発される点にある。他に制作されたゲームはビットサミット会場で展示され、一般来場者に試遊されることや、ゲーム業界の審査員によって優秀作が表彰される点などがある。2024年は約150人の学生が参加し、20本のゲームが制作され、ゲーム実況をモチーフとしたタワーディフェンスゲーム『BANg BANg Streaming』が最優秀作品に輝いた。その際、第一著者は首都圏、第二著者は関西圏で運営を行い、互いにオンライン上で連携を取りつつ進められた。

このようにビットサミットゲームジャムは一般のゲームジャムと異なり、ビットサミットで展示されるゲームを作るという、目的志向が強い性格がある。また、オンラインで長期間実施されることから、中級者向けの性格が強い。なお、本研究では4月20日の開会式と6月9日のコアデイ終了時に収集したアンケートを「事前・事後」とした。

#### 1.2. 夏の学内ゲームジャム

夏の学内ゲームジャムは大阪電気通信大学の学生(主にデジタルゲーム学科)を対象に夏期休暇中に開催される学内イベントで、2024年度は8月8日～9日に実施され、学部1年生～大学院生まで56名の学生が参加し、11本のゲームが制作された。初日はゲーム制作に関する座学とワークショップが行われ、チームごとに企画会議が行われた。2日目はゲーム制作が行われ、最後に成果発表と試遊会が行われ

た。学生の稼働時間は2日間で約12時間だった。参加学生は大多数が学部1～2年生で、友達同士の参加や、先輩・後輩の関係性がみられた。このように初対面の参加者が多い一般のゲームジャムと異なり、ある程度の間人関係が参加者に構築されていた点や、比較的短時間で実施された点などが特徴である。そのため初心者向けの性格を有している。なお本ゲームジャムは第二著者によって運営され、第一著者は関与していない。また、本件について第二著者は「KANSAI OPEN FORUM 2024」で講演しており[6]、本研究はその内容をふまえて、独自の分析や考察を加えたものとなる。

## 2. 分析方法と仮説設定

これまでに述べた二つのゲームジャムの学修効果を同一指標で検証するため、本研究は高木(2017)の研究[4]を批判的に継承し、社会人基礎力を指標に用いた。そのうえでゲームジャムの事前・事後で参加学生に5件法によるアンケート調査を行い、対応のないt検定で分析して比較した。

社会人基礎力[7]は経済産業省が2006年に提唱したもので、3つの能力と12の能力要素「前に踏み出す力(主体性・働きかけ力・実行力)」「考え抜く力(課題発見力・創造力・計画力)」「チームで働く力(発信力・傾聴力・柔軟性・状況把握力・規律性・ストレスコントロール力)」で構成されている。これらは技術や専門知識などのハードスキルではなく、対人関係を主としたソフトスキルに該当する内容で、現実のゲーム開発を短時間で体験するゲームジャムの有効性を図る上で適切だと考えられる。この分析が意図する仮説①は「ゲームジャムは学生の社会人基礎力の主観的評価を高める上で一定の効果がある」である。

一方でチーム内での活躍度や完成したゲームの満足度などは、個々の参加者で異なる。その際に参加者のゲームに対する主観的評価や自己肯定感と、社会人基礎力に対する主観的評価の高低は、なんらかの関係性を持つと考えられる。そこでゲームジャム終了後に「(制作した)ゲームの企画やアイデア」「ゲームの作り込みや完成度」「ゲームのおもしろさ」「チームワークの良さ」「開発の貢献度」「新しいことへの挑戦」について、参加者に5件法でアンケートをとった。そのうえで社会人基礎力と照らし合わせてクロス集計表を作り、フィッシャーの正確確率検定を行った。この分析が意図する仮説②は「ゲームジャム終了後の自己肯定感が高い参加者は社会人基礎力の主観的評価が高い」となる。

最後にこれらの分析を補足するため、参加者にゲームジャムの感想を自由記述で回答してもらい、テキストマイニングとKJ法で分析した。この分析は参加者が経験した心理的プロセスの変化を明らかにすることで、それぞれのゲームジャムが持つ特性をあきらかにすることを目的とした。

## 3. 社会人基礎力の変化

前述のように両ゲームジャムの参加者に、社会人基礎力の12能力要素について5件法にもとづき「自信がない、やや自信がある、どちらともいえない、やや自信がある、自信がある」の自己評価をゲームジャムの事前・事後で回答してもらった。回答の合計数はビットサミットゲームジャムで223(事前143, 事後80)、夏の学内ゲームジャムで112(事前56, 事後56)だった。その後、各回答を0～4の数値におきかえ、対応のないt検定を行った。その際、分析にはIBM SPSS Statistics v30を使用した。これにより有意差がみられた要素能力が表1、表2である。なおビットサミットゲームジャムの課題発見力と状況把握力、夏の学内ゲームジャムの働きかけ力、状況把握力は事前・事後の数値が等分散ではないと言えたため、ウェルチのT検定を行っている。それ以外は等分散ではないと言えなかったため、スチューデントのt検定を行った。

	事前		事後		t	df	p
	M	s	M	s			
主体性	2.80	1.02	3.11	.94	2.28	221	.024 *
実行力	2.69	.90	3.11	.86	3.46	221	.001 †
課題発見力	2.66	.94	3.13	.79	3.91	189	<.001
計画力	2.31	1.00	2.68	1.00	2.65	221	.009 †
状況把握力	2.71	.97	3.01	.80	2.47	189	.014 *
ストレスコントロール力	2.38	1.17	2.78	1.20	2.37	221	.019 *

※ p<.05 † p<.01  
表1: BitSummitゲームジャムの分析結果

	事前		事後		t	df	p
	M	s	M	s			
主体性	2.00	1.10	2.98	.84	5.32	110	<.001
働きかけ力	1.89	1.17	2.86	.86	3.96	101	<.001
実行力	2.20	1.03	2.93	.97	3.86	110	<.001†
課題発見力	2.38	1.00	3.02	.86	3.64	110	<.001
計画力	1.84	1.16	2.54	1.03	3.37	110	0.001 †
創造力	2.20	1.23	2.80	.96	2.91	110	0.004 †
発信力	1.95	1.12	2.63	.93	3.50	110	0.001 †
状況把握力	2.27	1.00	2.88	.86	3.42	108	0.001 †
ストレスコントロール力	2.23	1.28	2.89	.93	3.13	110	0.002 †

※ p<.05 † p<.01  
表2: 夏の学内ゲームジャムの分析結果

以上のように社会人基礎力の12能力要素のうち6要素(主体性・実行力・課題発見力・計画力・状況把握力・ストレスコントロール力)で有意差がみら

れた。逆に3要素（傾聴力・柔軟性・規律性）では有意差が見られなかった。これにより仮説①「ゲームジャムは学生の社会人基礎力の主観的評価を高める上で一定の効果がある」が支持された。

ただし本分析は対応のない検定に留まっており、特にビットサミットゲームジャムで事前・事後の回答数が大きく異なっている点に注意が必要である。ゲームジャム途中で脱落した参加者やゲーム制作にネガティブな感想を抱いた参加者の回答が含まれず、回答が上振れしている可能性も否定できない。一方でゲームジャムでは学修が難しい能力要素が存在する可能性も示唆された。

#### 4. 自己肯定感と社会人基礎力の関係

続いてゲームジャム終了後に参加者の主観的なゲーム評価や自己肯定感について「評価できない、やや評価できない、どちらともいえない、やや評価できる、評価できる」の5件法でアンケートを行い、それぞれ0～4の数値におきかえ、平均点を求めた。そのうえで回答を平均点で高群・低群に分け、社会人基礎力の高群・低群に分けて、クロス集計表を作成した（表3、4）。

		社会人基礎力		
		低群	高群	合計
自己肯定感	低群	21	12	33
	高群	15	32	47
	合計	36	44	80

表3：ビットサミットゲームジャムの分析結果

		社会人基礎力		
		低群	高群	合計
自己肯定感	低群	17	9	26
	高群	7	23	30
	合計	24	32	56

表4：夏の学内ゲームジャムの分析結果

ビットサミットゲームジャムの回答数は80で自己肯定感は平均点17.91、標準偏差は3.61だった。これにより低群は17点以下、高群は18点以上とした。社会人基礎力は平均点34.83、標準偏差は7.34で、低群を34点以下、高群は35点以上とした。以上をもとにフィッシャーの正確確率検定を行ったところ、自己肯定感と社会人基礎力の関係性が示唆された ( $p=0.0065$ )。

これに対して夏の学内ゲームジャムの回答数は56で、自己肯定感は平均点18.98、標準偏差2.61だった。これにより低群は18点以下、高群は19点以上とした。社会人基礎力は平均点34.55、標準偏差は6.66で、低群は34点以下、高群は35点以上とした。以上をもとにフィッシャーの正確確率検定を行ったところ、こちらも自己肯定感と社会人基礎力の関係性が示唆された ( $p=0.026$ )。

以上の結果から仮説②「ゲームジャム終了後の自己肯定感が高い参加者は社会人基礎力の主観的評価が高い」が支持された。

#### 5. 自由回答記述の分析

最後に両ゲームジャムの実施後の感想を自由記述で回答してもらい、テキストマイニングで分析後、共起ネットワークを作成した。なおテキストマイニングにはKH Corder 3正式版を用いた。

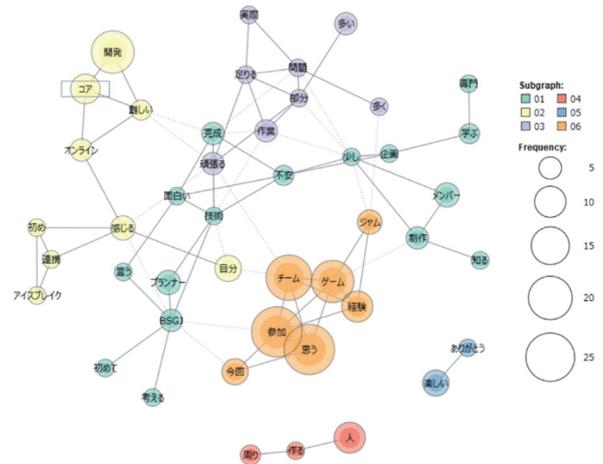


図1：ビットサミットゲームジャムの自由記述

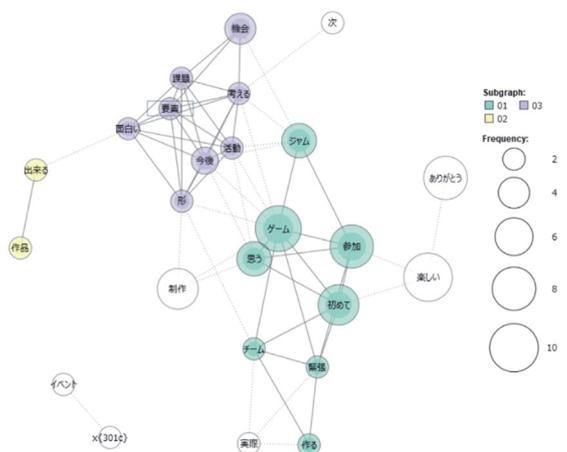


図2：夏の学内ゲームジャムの自由記述

上記から夏の学内ゲームジャムの共起ネットワークでは、参加者の属性に関する記述（初めての参加者が多く緊張して臨んだこと）と、参加を通して得た内省（課題点や今後の活動など）について分かれるという、シンプルな結果になった。これに対してビットサミットゲームジャムでは大きく4つのクラスタに分かれ、それぞれが複雑な結びつきを見せた。これは対象者、実施期間、目的など、両ゲームジャムの性質の違いを反映していると考えられる。

そこで、それぞれの自由記述をKJ法[8]で分析したところ、夏の学内ゲームジャムでは52、ビットサミットゲームジャムでは85ラベルが作成された。その後ラベルを縮約した結果、夏の学内ゲームジャム

では「【初めての経験から来る不安】を抱えながらゲームジャムに挑戦した参加者は、【終了後の振り返り】を通して「完成の安堵感と達成感」「成長と失敗から生まれる内省」「充実した経験」「他者に対する感謝」を経験し、【次回のゲームジャムに対する意欲】が高まる」という叙述化が行われた。これに対してビットサミットゲームジャムでは「ゲームジャムに挑戦した参加者は【終了後の振り返り】の中で「充実した経験」を実感しつつ、「学習と自己成長」に加えて、展示に向けた「漠然とした不安」を同時に感じる。こうした思いは「長期開発ゆえの不満や改善案」と結びつき、運営に対するさまざまな指摘がなされる。そのうえで、これらの思いが渾然一体となり【コアデイ終了後の決意】となって現れる」という叙述化が行われた。

以上のようにビットサミットゲームジャムでは実施前に関する記述は見られなかったが、夏の学内ゲームジャムでは「実施前→実施後の振り返り→次回への決意」という、時間軸に沿った叙述化が行われた。また夏の学内ゲームジャムでは52ラベル中、9ラベルが他者への感謝だったが、ビットサミットゲームジャムでは85ラベル中、28が運営に対する不満や改善案だった。これらは実施期間や目的志向の違いによるものと考えられる。

## 6. 結果と考察

以上のように本研究では内容や目的が異なる二つのゲームジャムにおける参加者の学修効果を、アンケート調査をもとに比較・分析した。その結果、仮説①「ゲームジャムは学生の社会人基礎力の主観的評価を高める上で一定の効果がある」と仮説②「ゲームジャム終了後の自己肯定感が高い参加者は社会人基礎力の主観的評価が高い」が支持された。一方で自由回答記述の分析から、ゲームジャムがもたらす社会人基礎力の変化や自己肯定感との関係性は、ゲームジャムの性質や参加者の特性といった文脈に依存することが示唆された。

一方で本研究は以下の限界を有している。第一に参加者の属性（年齢・性別・過去のゲームジャムの参加経験）や、参加の目的などのデータを考慮していないことである。また社会人基礎力の変化が回答者の自己評価に留まっており、客観的な指標にもとづいていない点にも注意が必要である。他に社会人基礎力の変化に関する分析が対応のないt検定に留まっている点も課題であろう。次回以降、これらの点に考慮することで、より精緻な分析が可能になると考えられる。

## 7. 今後の展望

前述の通りゲームジャムは国内でも広がりを見せているものの、まだニッチな存在に留まっている。原因の一つにゲームジャムの学修効果

が曖昧な点がある。逆にこの点をあきらかにすることで、ゲーム開発を公教育に取り入れる際のエビデンス取得が期待できる。一方でゲームジャムごとに異なる文脈があり、学修効果を高めるうえで、より丁寧な議論が求められることも示唆された。GIGAスクール構想に伴いSTEAM教育が身近なものになる中、ゲームジャムの学修効果に関する研究は、より重要性を増すと考えられる。今後も継続した調査研究を進めていきたい。

## 謝辞

ビットサミットゲームジャムと夏の学内ゲームジャムの運営スタッフをはじめ、双方のゲームジャム開催にご尽力いただいた全ての皆様、ならびにビットサミット実行委員会の皆様に御礼を申し上げます。

## 参考文献

- [1] Kultima, A. (2015). Defining Game Jam. In *Proceedings of the 10th International Conference on the Foundations of Digital Games*
- [2] Preston, J. A., Chastine, J., O' Donnell, C., Tseng, T., MacIntyre, B. (2012) Game jams: Community, motivations, and learning among jammers, *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*, 2(3), pp. 51-70.
- [3] 山根信二(2011) 高等教育におけるゲーム開発の理論と実践:Global Game Jam を例として, 研究報告コンピュータと教育 (CE), 2011(5), pp. 1-6.
- [4] 高木亜有子(2017) 湘北短期大学におけるゲームジャムの導入と学生への教育的効果, コンテンツ教育学会誌, 1, pp. 12-22.
- [5] 神山大輝(2023) 250名の学生がBitSummit出展を目指す! わずか2ヶ月半でゲーム開発を行う「BitSummit Game Jam」コアDAY東京会場レポート, ゲームメーカーズ, [https://gamemakers.jp/article/2023\\_06\\_23\\_40944/](https://gamemakers.jp/article/2023_06_23_40944/)<2024年12月28日閲覧確認>
- [6] 森善龍(2024) ゲームジャムを題材とした、学生教育の現場について, KANSAI OPEN FORUM 2024, <https://www.kof.jp/2024/session/game-jam-in-student-education><2024年12月28日閲覧確認>
- [7] 社会人基礎力(2006), 経済産業省, <https://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/index.html><2024年12月28日閲覧確認>
- [8] 山浦晴男(2012) 質的統合法入門: 考え方と手順, 医学書

# 保育 VR システムにおける幼児と保育士との交流

## Interactions between a child and a teacher in VR training systems for childcare

◎ LIU zekai<sup>1)</sup> ・ HE lechen<sup>1)</sup> ・ 田畑 史菜<sup>1)</sup> ・  
大森 典子<sup>1)</sup> ・ 服部 元史<sup>1)</sup> ・ 坂内 祐一<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 神奈川工科大学 情報メディア学科 hattori@ic.kanagawa-it.ac.jp  
<sup>2)</sup> 浦和大学 こども学科 yu.bannai@urawa.ac.jp

Zekain LIU<sup>1)</sup>, Lechen HE<sup>1)</sup>, Noriko OMORI<sup>1)</sup>, Fumina TABATA<sup>1)</sup>, Motofumi HATTORI<sup>1)</sup>, Yuichi BANNAI<sup>2)</sup>

### Abstract

In order to become a childcare teacher, every undergraduate student must teach many children in training. But these chances are very rare, because it is difficult to get admission by the children's parents. Thus, the authors are developing VR training system in which the Head Mounted Display user can interact with a 3DCG character children.

Key Words: Childcare, VR, Head Mounted Display, Unity, Blender, SteamVR plugin

## 1. はじめに

保育士を目指している大学生にとって、幼児を相手に実習する訓練が不可欠である。しかしながら、このような保育実習のために幼児(の御父母)に協力頂ける機会は少なく、極めて貴重な機会である。従って、生きている人間の幼児を対象に保育実習を実施する前の段階として、仮想空間で 3DCG キャラクターの幼児を対象に保育 VR 実習を実施できれば有意義である。

そこで、保育士を目指している大学生が Head Mounted Display を被った時に、仮想空間で 3DCG キャラクターの幼児とインタラクティブに交流しながら、保育実習を行える VR システム(保育 VR システム)を開発するべく。「浦和大学こども学科」において保育士を育成しておられる教授達との共同研究を進めている[1]。

浦和大学こども学科で保育士を目指している学生達に大学でも自宅でも保育 VR システムで練習いただけるように、簡単に持ち運びできる Head Mounted Display である Meta Quest 2 で等身大 VR を体験できるように開発を進めている。

## 2. 保育実習室の 3DCG モデル

浦和大学 保育実習室の図面をいただくと共に、浦和大学へ出張し 保育実習室の様々な個所を詳細に写真撮影した(図 1)。これらの情報に基づいて、浦和大学

保育実習室の 3DCG モデルと質感を Blender で制作した(図 2)。

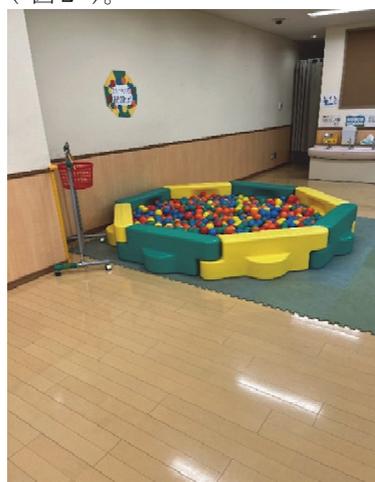


図 1 浦和大学こども学科の保育実習室



図 2 保育実習室を Unity 仮想空間に実現

### 3. 3DCG 保育実習室で 3DCG 幼児を活躍させる

ゲーム開発エンジン Unity における仮想空間としての 3DCG 保育実習室へ、幼児 3DCG キャラクターのアニメーションを取り込んだ。3DCG 保育実習室で幼児 3DCG キャラクターが活躍している状況を、保育士を目指している学生が Head Mounted Display を被って体験できるように開発している。

### 4. 保育士からの視点と幼児からの視点を切り替える

Head Mounted Display を被っているユーザーは、保育士( を目指して浦和大学で学んでいる学生 )である。仮想的な保育実習室で活動している 幼児 3DCG キャラクターを 保育士の視点から視ることができる。Head Mounted Display から視えている光景を 図 3 に示す。

「保育実習室が 幼児から どのように視えているのか」「保育士を 幼児から どのように視えているのか」など、幼児からの視点も確認できるようにすれば、保育士を目指している大学生達にとって有益である旨を、保育学の教授の方々からアドバイスいただいた。

そこで、図 3 のような保育士の視点から見ている状況で、Meta Quest 2 の touch controller の Y ボタンを押すと、図 4 のように 幼児 3DCG キャラクターから視えている光景に切り替わるように開発した。

図 4 のような 幼児 3DCG キャラクターの視点において、Meta Quest 2 の touch controller の Y ボタンを押すと、図 3 のような保育士からの視点へと切り替わる。

### 5. 保育士と幼児との交流

図 4 のような 幼児 3DCG キャラクターの視点からは、保育士 3DCG キャラクター( 女性 )が見えている。この女性保育士 3DCG キャラクターのアニメーションを開発することによって、保育士と幼児との交流を 保育 VR システムへ実装することを試みている。

### 6. 仮想空間の質感を高質化する

図 2 のように 保育実習室を 3DCG モデルとして制作するにあたり 3DCG 制作ソフトウェア Blender を駆使している。保育実習室の質感 Material を Blender で高質に設定しても、ゲーム開発エンジン Unity へ import すると、図 2 のように質感 Material の quality が下がってしまう。

そこで Blender で設定した high quality な質感を Texture 画像へ bake してから、glTF 形式の data として Unity へ import する事を、図 5 のように試みている。

### 7. おわりに

このように開発を進めながら、Meta Oculus Quest 2 を浦和大学へ持参し、保育士を育成しておられる教授達や 保育士を目指している学生達に この保育 VR システムを 実際に体験いただいてアドバイスを賜わりながら、更なる改良を続けて行く。

### 参考文献

[1] 「可搬型 保育 VR システムへの検討」, HE Lechen, 大森典子・殿谷遥・瀬田陽平・坂内 祐一・服部 元史, ゲーム学会 第 22 回 全国大会 予稿集, 2025 年 3 月 2 日



図 3 HMD ユーザー( 保育士 )からの視点



図 4 幼児 3DCG キャラクターからの視点

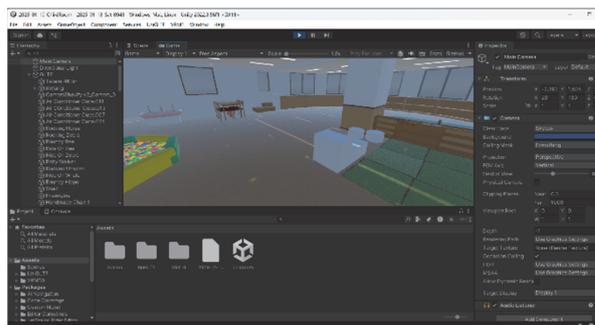


図 5 質感 Material を Texture 画像へ bake する

# ゲームサウンド制作における教育実践と課題

## Educational Practices and Challenges in Game Sound Production

山路 敦司  
Atsushi Yamaji  
yamaji@osakac.ac.jp

大阪電気通信大学  
Osaka Electro-Communication University

**要約**：本稿は、大学におけるゲームサウンド制作教育の現状と課題を論じ、実践的な解決策を検討した。実務と学術のバランス、人材育成における業界との連携、学生の基礎力不足、目標設定の難しさなどの問題を取り上げ、これらの課題に対して、「イマーシブディレクション」の概念を導入し、ゲーム全体を俯瞰したサウンドデザインを重視する教育手法を提案した。さらに、サウンドミドルウェアやゲームデザインとの連携を強化し、学生の創造性や問題解決能力の育成を目指した。

**キーワード**：ゲーム制作、音楽、サウンドデザイン、イマーシブディレクション、教育法

### 1. はじめに

近年、大学におけるゲーム制作に関する教育は、情報学系の学部を中心として、文系・理系を問わず広範囲に導入されており、学生からの注目度が高い人気の分野となっている。それに伴い、多くの大学で教育内容の充実が図られ、ゲーム制作における人材育成を目的とした実践的な学習機会の提供や、業界との連携が一層重視される傾向にある。同様に、ゲームサウンド制作分野においても、従来のクラシック音楽教育を主軸としてきた芸術系音楽大学において、ゲーム企業に属するミュージックコンポーザーやサウンドデザイナーを目指す学生の増加が見られる。このような動向は、美術分野全般を含めた芸術分野における高等教育とゲーム分野の間で、新たな展望と相互関係性を生み出していることを示唆している。

一方で、大学教育におけるゲームサウンド制作の学びと、ゲーム業界が要求する思考的および技術的な要求との間には、現状として乖離が存在すると考えられる。この乖離は、実務に直結する職業訓練的な教育を重視する側面と、知的探求を目的とするアカデミア本来のあり方との間で生じる調整の困難さに起因すると考えられる。このため、ゲーム制作を教育のプラットフォームとして、実践的応用と学問的探求を統合した授業設計を検討することが課題として挙げられる。

筆者は、ゲーム業界およびポピュラー音楽業界において音楽制作者としての実務経験を持つ一方、ゲーム音楽や映像音楽に関する学術的研究に従事している。また、大阪電気通信大学総合情報学部において、映像音響やゲームサウンド制作に関する演習科目に加え、音楽理論や音楽情報デザインに関する講義など、音楽や音響に関するメディア制作系の授業を中心に担当している。本稿では、筆者のゲームサウンド制作における実務経験を基盤とした教育研究

の相互補完的連携を模索し、ゲームサウンド制作を通じた高等教育における課題の考察と授業実践における取り組みを報告する。

### 2. 教育の概要について

筆者が担当する授業科目「ゲームミュージック・演習」は、デジタルゲームにおけるサウンド制作に必要な専門的知識と技術の習得、さらに創造的な発想力の育成を目的としている。本授業は、座学と演習を相互補完的に組み合わせ、以下の三つの領域を中心に構築されている。

第一に、DAW (Digital Audio Workstation) の活用を通じて、作曲、サウンドデザイン、オーディオ編集といった高度な制作スキルを指導する。

第二に、ゲーム開発ツールの利用を取り上げ、ノーコードツール、ゲームエンジン、サウンドミドルウェアを用いた制作技術を指導するとともに、インタラクティブなサウンドデザインの実装に関する理解を深める。

第三に、理論と実践の統合を図り、音楽およびサウンドがもたらす効果について、技術的・理論的視点から実証的に学び、制作現場での応用力と批判的思考を育成する。

ゲーム開発環境としては、ゲームエンジンとしてUnityを採用し、音楽制作としてのDAWは受講者の選択に委ねているが、初学者の使用が容易ながら汎用性の高いGarageBandを基本としている。全十三回のカリキュラムは、ゲームサウンドの概論から始まり、ゲームサウンド史の背景理解、ゲーム音楽作曲技法の習得、効果音制作の技術解説、ゲームエンジンおよびサウンドミドルウェアを用いた音響実習、さらにアダプティブミュージック（インタラクティブミュージック）の制作と実装、ゲーム全体におけるサウンド管理に至るまで、段階的かつ包括的に設計されている。

2024年度の授業実施において、受講者147名に

対して全十三回の限られた時間内で座学的素養と技術的演習を効率的かつ効果的に統合することを目指し、オンデマンド形式による開講を試行的に導入している。主体的な自学自習を支援するため、授業映像やスライド資料の提供、毎授業回の小課題の実施とフィードバックの共有を行う。また、Web上で閲覧可能なチュートリアルを紹介や、YouTube等の動画共有サービスを活用した補助教材を推奨するなど、多様な学習資源を整備している。これにより、受講者がデジタルゲームにおける音楽制作およびサウンドデザインの高度な技術を習得し、それを継続的に習得・応用する能力を養成することを目指している。

### 3. 教育の問題点について

#### 3.1 制作に関する基礎的能力の不足

受講生については、大学入学後にプログラミングや音楽制作を始める初学者も多く、それらの基礎的能力について個人差が大きいという問題がある。これは授業運営を困難にするだけでなく、学習意欲の低下や学生間の理解度の差による学習効率の低下といった、さまざまな問題を引き起こす可能性がある。主にプログラミングを中心にゲーム開発やゲームデザインを学ぶデジタルゲーム学科と、映像や音楽などを中心にメディア表現やコンテンツ制作を学ぶゲーム&メディア学科のいずれかに所属しているが、それぞれの学科における専門的特性や技術的スキルには差異が存在する。加えて、音楽やサウンド分野において広範な視野を持つ学生は少なく、特定の音楽的嗜好に偏る傾向が見受けられる。

ゲームサウンド制作においては、ゲームジャンルや多様なシーンに応じて、作曲者には多様な楽曲スタイルを創出する能力が、またサウンドデザイナーにはフォーリーや効果音を音響的に具現化する表現力、すなわち「音響デッサン」力が要求される。これらのスキルを習得するためには、音感養成に相応の時間と体系的な指導が必要である。しかし、全十三回の授業期間内で、ゲームサウンド制作の現場で要求される音感能力を初学者から専門レベルにまで引き上げることは、実際的に非常に難しい。

#### 3.2 到達目標の設定による難しさ

専門教育科目において、授業の到達目標を明確に設定することは容易ではなく、特にゲーム制作分野における授業設計において重要な課題である。ゲーム制作のプロフェッショナルを育成することが教学上の理想的モデルとされる一方、すべての学生がこの目標を共有しているわけではない。プロ志向の学生とそうでない学生が同一クラス内に混在する状況では、画一的な目標設定が適切であるかどうかの問題となる。また、実践的な職業教育を重視する方向性と、知的探求に基づくアカデミアの理念との間で、バランスを取ることが容易ではない。

さらに、授業内容の履修のみで高度な専門技術を獲得することは不可能であり、多くの事前学習・事後学習の必要性を前提とした上で、授業を通じて得られる知識や技術の位置づけを明確にする必要があ

る。音楽やサウンドにおける技術の習得が他分野への応用可能な汎用的スキルに発展し得るという考えは広く認識されていない。音楽が特殊な専門性を持つがゆえに、他分野への適用が難しい分野と見なされる傾向が依然として強い。このように、ゲームサウンド教育は専門技術の習得にとどまらず、汎用的な教養を提供し、他分野への応用可能性を備えた学びとしての価値を有している。こうした側面をいかに教育に組み込むかが課題である。

#### 3.3 学習の動機付けと持続性

授業運営において、学習の持続性を確保し、動機付けを効果的に醸成することは教育設計上の重要な課題である。ゲームや音楽のようなエンターテインメントコンテンツへの関心は、ゲームサウンド制作を学ぶ際に学生に強い影響を与える要素であり、ゲーム制作を通じて創造性や問題解決能力が、音楽制作を通じてナラティブな発想力や心理的效果に基づく理解が養われる。また、これらに必要なITスキルやメディア表現技術の習得は、将来的なキャリア形成においても重要な基盤となる。

しかし、学生の多くは「ゲーム音楽を作りたい」「ゲームの効果音を作りたい」という目的意識を持つ以前に、「ゲームをプレイするのが好き」「音楽を聴くのが好き」といった感情的な動機から学びを始めることが多い。この初期段階の動機付けは強力であるものの、制作作業の困難さや技術的要求の高さに直面すると、挫折する事例が散見される。授業回の経過に伴う出席率の低下や課題提出率の減少は、その顕著な兆候である。この状況を改善するには、段階的な成功体験を提供し、学生の動機を「作りたい」から「作れる」へ、さらには「より良く作りたい」へと発展させる教育的支援が必要である。そのためには、教育プログラムに成功体験を段階的に組み込むことで、技術的課題を克服しながら学習を持続可能なものとする仕組みを設計することが重要である。

#### 3.4 ゲームデザイン全体に対する俯瞰の不足

ゲームサウンド制作の視点から、全体のゲームデザインを俯瞰する思考が欠如しがちであり、音楽やサウンドがゲーム制作の一要素として限定的に扱われる傾向が見られる。この問題は大学におけるカリキュラム設計に関連し、各専門領域が縦割り化された結果、領域横断的なアプローチが十分に取られていない点が課題として挙げられる。

特に、音楽やサウンドのクオリティがゲームタイトル全体のクオリティに直結的に影響を及ぼす重要な要素であるにもかかわらず、音楽やサウンドの有効性に対する理解度や解像度が低いと考えられる。また、プログラミングが理系分野、音楽やサウンドが文系分野という固定観念が依然として存在し、これがさらなる分断を招いている可能性も否めない。

これらの問題は、ゲーム制作教育の現場における統合的アプローチの不足を示しており、学際的な視点の導入が重要な課題といえる。学生によるゲームジャム等のプロジェクト型開発の様子を観察して

も、サウンド制作が担当者のみに一任される傾向が顕著であり、サウンドがゲームタイトル全体の品質に不可欠であるという認識が浸透していないことが伺える。特に、ゲームプレイヤーの没入感を創出する上で、例えばボタン操作等の物理的アクションに伴う効果音の果たす役割は極めて重要であり、ゲーム全体とサウンドの有機的な相互作用を理解し、実践する機会を検討する必要がある。

#### 4. 解決手法の提案

上記の問題点に対し、ゲームサウンド制作を題材とした教育において、実践的および学術的観点からアプローチした3つの解決手法を導入し、その効果について本授業の教育的観点から考察する。

##### 4.1 「イマーシブディレクション」による手法

ゲーム体験の向上を図るためには、プレイヤー視点からの考察が、ゲームサウンドを捉える実務および学術の両面において共通する重要な視点であるとともに、ゲーム体験の質がサウンドに大きく依存していることは明白である。したがって、ゲームサウンド制作は単なる音楽や効果音の作成に留まらず、ゲーム全体の演出を監督する役割を果たすべきであり、そのためには俯瞰的にゲームを捉える視点が求められる。ゲームのサウンド設計はゲーム体験全体を構成する重要な要素であり、この認識を持った上でサウンドを設計する必要がある。

プレイヤーの耳は、ゲームプレイ中において常に開かれた状態にあり、サウンドによる没入感の演出は最も重要な課題である。プレイヤーがどれほどゲーム世界に引き込まれるかを決定づけるのはサウンドの演出であり、そのためにはサウンドをどのように扱うかを慎重に検討しなければならない。サウンドは映像やゲームの見え方、解釈に強い影響を与える力を持っており、音楽や効果音は没入感において重要な役割を果たす。

この背景を踏まえ、音楽や効果音を通じてゲーム全体を演出する手法を「イマーシブディレクション」(Immersive Direction)と名付け、これをゲームサウンド制作における中心的なアプローチとした。

「イマーシブディレクション」は、ゲーム全体を俯瞰しつつサウンドデザインし、ゲーム演出の全体像を管理する手法である。このアプローチでは、プレイヤーの没入感を重視し、サウンドがどのようにゲーム体験を構築するかを焦点を当てる。教育方法としてこのアプローチを採用し、ゲームサウンド制作における実践的な指導を行った。

本授業では、ゲーム開発とサウンド制作に分かれ、半分以上の演習をUnityを用いたゲーム開発に充て、学生がゲーム全体を制作することで俯瞰的な視点を養った。残りの演習は音楽制作とサウンドデザインに焦点を当て、「イマーシブディレクション」から逆算して必要なサウンドを必要箇所に設計する方法を提示した。音楽制作については、作曲技法に関する詳細な指導を避け、スティンガー（効果音のよう

な短い音楽、ミュージカルエフェクト）を用いて音楽の基礎的な概念を学ぶ方法を採用した。一方、フォーリーや効果音は短い音楽として捉え、複数のトラックをレイヤーで重ねる音楽制作の手法を用いて、音響的な立体感を作り、音のリアリティと存在感を強化した。さらに、音高、音価（速度）、強弱といった音楽的要素が人間の心理に与える影響を考察し、プレイヤーをどのように誘導するかを主眼に置いてサウンドを設計する方法を指導した。

##### 4.2 ゲームサウンドの実証的な分析

「イマーシブディレクション」を習得するには、ゲーム演出を基軸としたサウンド分析の実践が重要である。ゲームを構成する要素とサウンドの因果的関連性を明らかにするには、演出理論やプレイヤーの行動心理学に基づく分析が不可欠である。ゲームデザインやゲーム体験、さらにプレイヤー心理との相互関係および因果関係について分析し、その模倣や再現（完全コピー）を通じて更なる理解を深めることが求められる。このプロセスは、ゲーム制作技術の習得にとどまらず、学問的な視点や体系的な知識の形成のための動機となる。また、ゲームを単なる娯楽として捉えるのではなく、理論的な基盤を持つ総合的な芸術表現として再認識する可能性をもたらす。

本授業では、ゲームサウンド全般に関する音楽的、音響的および演出的な分析を通じて、学生の論理的かつ創造的な能力の育成を目指した。学生は、まず自身が最も好むゲーム音楽やサウンドを選び、その演出とプレイヤー心理との関連を分析した。また、無音のゲームプレイ映像を題材に、「イマーシブディレクション」の観点からゲームBGM、フォーリーや効果音のCUEシートを作成し、それに基づいてサウンド素材を映像に付与する実践的な課題にも取り組んだ。さらに、前日および過去一週間のゲームプレイ体験に関するアンケートを実施し、そのデータを全員で共有・振り返ることで、ゲームユーザーとしての自己認識を深めた。加えて、架空のゲームシーンをAI生成ツールで具現化する演習を行い、プロンプト入力を通じて「イマーシブディレクション」を言語化する能力を強化した。

##### 4.3 FMOD Studioによるアダプティブミュージック

近年のゲームサウンドにおいて、サウンドミドルウェアの活用が高度かつ多彩なサウンド演出の実現に貢献している。サウンドミドルウェアを導入することで、ゲームエンジンに高度なサウンド機能を容易に統合することが可能となり、インタラクティブな音楽演出や3Dオーディオ、多彩なサウンドエフェクトを用いた高品質な音響表現を実現することができる。

特に、UnityとサウンドミドルウェアであるFMOD Studioの統合<sup>[1]</sup>を通じて、アダプティブミュージックを活用した高度な演出手法を習得することは、実務に直結する教育として非常に有効である。アダプティブミュージックとは、ゲーム内の状況や



図1 FMOD Studio の画面

プレイヤーの行動に応じて音楽が動的に変化する技術であり、戦闘や探索など多様なシーンにおいてプレイヤーの没入感を高める役割を果たす。「イマーシブディレクション」においてアダプティブミュージックの導入は不可欠であり、その設計にはパーティカルレイヤリング (vertical layering) およびホリゾンタルリシーケンシング (horizontal re-sequencing) の手法が活用される<sup>2)</sup>。この手法を通じて、各シーンに適した最適な音響演出が求められる。

FMOD Studio は、直感的に操作可能な DAW ライクなインターフェースを備えており、プログラミングスキルを必須としないため、初心者にも扱いやすいという点で優位性を持つ。(図1) この特性により、音楽とサウンドデザインの統合的な制作に集中できる環境が提供され、特に「イマーシブディレクション」の実践において有用である。

以上の三つの解決手法を統合的に運用することにより、ゲームサウンド制作に関する教育は、実践的かつ学術的な奥行きを備えた体系を構築する可能性がある。このアプローチにより、学生は単なる近視眼的なサウンド技術者にとどまらず、物事を俯瞰し、多角的、論理的、かつ創造的に捉える能力を持つ人材としての資質を養成できることが期待される。

## 5. 実施の評価について

本授業の最終試験では、Unity と FMOD Studio を連携させ、アダプティブミュージックを用いた「イマーシブディレクション」を重視した音楽ゲームの制作を課題とし、学習成果を評価した。

具体的には、ゲーム開発、特に Unity におけるゲームデザインに要する技術的な負担を軽減するため、すべてのサウンド素材の制御および演出を FMOD Studio のみで実行することを条件とした。また、Unity を用いた複数のゲーム開発用チュートリアルを組み合わせる基本的なゲームシステムを設計するよう提示した。そのうえで、学生自身が独自のアイデアに基づく企画をシステムに加味し、創造的な発想の養成を重視するようにした。

さらに、事前にゲーム企画書を提出させた上で、リファレンスとして既存のゲームや楽曲の分析、

フォーリーおよび効果音を用いた詳細なリストの作成を指導し、最終的には完成したゲームの仕様書および解説書を提出させた。

これらを通じて、学生がゲームサウンドによる演出とゲーム設計の相互作用について深く考察することを目的とした。この教育手法は、サウンドをゲーム体験の中核的な要素として捉える姿勢を養成するとともに、ゲーム開発全体のプロセスを俯瞰的に理解させることを目指しており、その教育的意義は大きいと考えられる。

提出された課題は、技術的な完成度に個人差が見られたものの、音楽や効果音を単なる付加的要素としてではなく、「イマーシブディレクション」における主要な構成要素として位置づける意識が、作品のみならず仕様書や解説書からも確認できた。その結果、音楽およびサウンドによる演出的影響力がゲーム体験の質に直結するという認識が、学生の間で浸透しつつあることが示された。これにより、教育実践の成果として一定の評価に値する結果が得られたと考えられる。

## 6. おわりに

本稿では、大学におけるゲームサウンド制作に関する教育実践と課題について、筆者が担当する授業科目の事例を基に検討した。この取り組みは、人材育成の観点から、大学および専門学校等とゲーム業界との産学連携強化が進む中、ゲーム産業に即戦力として寄与する意義を持つと考えられる。また、ゲームサウンドにおける「イマーシブディレクション」を学習の出発点とし、学術的探求へと発展させるアプローチは、ゲーム学や情報学の研究領域への接続において、一定の可能性を持つと考えられる。しかし、初年度における試行段階であったため、教育効果の定量的評価やデータ分析が今後の重要な課題として挙げられる。

ゲームサウンド制作に関する教育は、先行研究や事例報告がまだ途上の段階にある。本稿がこの分野における知見の蓄積と共有を促進し、今後の研究における基盤形成の一助となることを期待する。

## 参考文献

- [1] Robinson, C. (2019). Game Audio with FMOD and Unity. Routledge.
- [2] Phillips, W. (2017). A Composer's Guide to Game Music. The MIT Press.

# カタンの開拓者たちを題材としたオンラインゲームにおける画像によるチャット利用の促進検討

荒木 開人

**抄録:** 昨今将棋や麻雀を始めとした数多くのボードゲームがオンラインで対戦できる。ボードゲームの一種である、カタンの開拓者たち（以下；カタン）は麻雀と同様に3又は4人で遊ぶ、零和有限ゲームであるという特徴を有する。カタンは対戦相手と手札の交換が出来るという特有の特徴も持つ。対戦相手と対話を行うことも出来、一時的に同盟を組むことも出来る。

しかしこれらのAIは交渉における対話及び同盟という観点において考慮がされていない。この問題の生じる理由として、アプリケーションの仕様上対話を行うことが困難である点が挙げられる。本研究では、複数のプレイヤー間によるオンライン上のチャットにて交渉で用いるための静止画を用意することで、プレイヤー間における交渉や同盟が起こりやすくなると仮説を立て、認知科学的手法を取り入れた試験を提案し、アプリケーション上の対話の有用性を検証する。

**キーワード:** 不完全情報ゲーム, マルチエージェント, バランス理論, 囚人のジレンマゲーム, 行動決定

## Facilitation of using online chat at Catan with image.

Kaito Araki

**Abstract:** In these days, A lot of board games, Shogi, Mahjong and all that, can play online with using applications. The settler of CATAN (CATAN) is a kind of board games,. CATAN has similar properties as Mahjong, whose number of players is 3 or 4, zero-sum, limited, and whose number of winners is only 1. CATAN also has particular property, which turn player can trade cards to another player. Eventually they can talk and ally with other players temporarily. Some of application which user can play CATAN are released. And AI playing CATAN with human is studied in the context of informatics. However these AI are not considered in an aspect of talk and alliances during trading. it is difficult for applications to talk. And CATAN researchers think the way to win CATAN is only get score as if it is mahjong. They do not consider whether probability to succeed latter trading will increase or decrease by AI's behavior and other player's feeling. This studies I evaluate availability of using pictures to facilitate trades and alliances through psychology experiments using CATAN as a copy and prove usefulness of online dialogue chat.

**Keywords:** incomplete information game, multi-agent, Balance theory, prisoner's dilemma, behavior decision,

### 1. はじめに

本研究では、カタンというボードゲームを取り扱う。カタンとはドイツで1995年に発売されたボードゲームであり、3人又は4人で遊ぶゲームである。プレイヤーはカタン島と呼ばれる島に開拓者として上陸し、各自資材を獲得し、島に街道や開拓地、都市を建設していく。建設を行うたびに点数が加算され、一番早く所定の点数に到達したプレイヤー1名が勝者となる。

ドイツ年間ゲーム大賞や日本テーブルゲームグランプリ等、多くの受賞歴があり、累計販売台数は4000万台であり、業界1位のモノポリーに次ぎ2位[1]である。

日本カタン協会というNPO法人があり[2]、カタン日本選手権等公式大会も開かれている[3]、人気のあるボードゲームである。

カタンは将棋やモノポリーと異なり、麻雀の様な不完全情報ゲームである。又所定の点数まで到達することが勝利条件となるので零和有限ゲームでもあり、サ

イコロの結果次第で算出される資源が変わる不確定ゲームである等、麻雀と共通点が多い。

AIとカタンの対戦が出来るアプリケーション[4]がリリースされているが、AIとの試合では、難易度が上がるにつれAIが有利になるダイスの出目が増えるという傾向が見られ、対人でのオンライン対戦にて序盤で差が付いてしまい、逆転が困難であるとのレビューがあった[5]。又、ボードゲーム版が世界で4000万台の売上を達成している一方、Catan Universe(以下;アプリ版)のダウンロード数が100万台強である。アプリケーションが基本プレイ無料であるにも関わらず、ダウンロード数が4000万に及ばないことから、実物のボードのカタン(以下;アナログ環境)で遊ぶ人口と比べ、情報端末上でのカタン(以下;デジタル環境)で遊ぶ人口は少ないといえる。

又、先述のカタン日本選手権のエントリー人数は約1000名[6]だったが、アプリ版におけるDigital Catan World Championship(以下;DCWC)日本人の参加人数は

469名(2021年9月時点)[7]だった。

上記の事例が発生する理由として、カタン特有の交渉というシステムによるものと考えられる。デジタル環境にてインターフェースの都合上アナログ環境と違い交渉が円滑に行えないことが課題であると考えられる。

ブラウザ上でカタンを遊べるポータルサイト「board game arena」(以下;BGA)[8]がある。

こちらは2022年6月より445万回以上(2025年1月時点)遊ばれており、サイト利用者の間で人気のボードゲームの内の一つであるといえる。こちらでも交渉が余り成立しないことを主張するプレイヤーが多くいる[9]。これらの問題を解決するために、心理物理的手法を用いることでデジタル環境でもアナログ環境同様にカタンを楽しむための改善手法を提案する。

## 2. 先行研究及びアプリ版における課題

本項目の執筆にあたりカタンのAIにおける先行研究3つを参考としたため、それらを例示する。カタンのルールやターンの流れ、及び主な戦略については日本カタン協会のHP[10]に記載されている。又交渉等戦術や禁止行為の詳細については、カタン日本選手権公式ルール[11]及びYouTubeにアップロードされたカタン日本選手権地区予選動画の振る舞いを参考とした[12]。

先行研究を時系列順に述べると、モンテカルロ木探索を適用したAI[13]、序盤、中盤、終盤を盤面より判断した上で交渉の可否を判断するAI[14]、嘘を付くことで優位に立つAI[15]、が研究されている上記の論文にてそれぞれ改善点が見受けられたので以下に述べる。

### 2.1 吉村による先行研究

モンテカルロ木探索を用いたゲームAIの研究にてランダムAIと比べて勝率が上がったという報告があった(吉村,2013)。「Java Settlers of Catan」(以下;Javaアプリ)を題材としているが、Javaアプリは資源の交渉において渡す枚数及び受け取る枚数共に1枚と1枚でしか成立出来ない仕様のため、アナログ環境のカタンとは乖離しているといえる。

### 2.2 吉本による先行研究

メタ理論により初期配置にて有利な箇所に開拓地を配置し、交渉の可否を状況に応じて判断するAIの報告がなされた(吉本,2014)。本研究では、初期配置において1軒目に特定の資源が多く獲得出来る交差点に開拓地を配置した場合、対応する2:1港のある交差点に配置する様に示唆されている。

序盤から2:1港をAIが所有することで、資源1枚渡

して1枚受け取る交渉が成立しなかった場合、2:1港により交換を行うことで、時間短縮になると結論付けているが、時間をかけて交渉のやり取りを楽しみたいというニーズは満たせず、人間に近い振る舞いをしていない。

### 2.3 中澤による先行研究

中澤の報告では、AIとプレイヤーが交渉を成立させやすくするため、人間同士の対戦に見られる駆け引きを再現することを目的としている(中澤,2017)。既存のAIはプレイヤーに対して何も発話しない、一方新規のAIは交渉前提示なるものを仕掛ける。

交渉前提示では所持している発展カードの数や種類を偽るために勝利点カードを引いた際に「発見カードか」と文字を提示することで勝利点カードの所持数を偽るという研究がなされていた。又資源の枚数を偽るため鉄を3枚所有しているときに「鉄が1つしかない」といった文字列をディスプレイに表示するという改善を行った。

上記の改善は、発展カードの内容を明言する、明らかな嘘を付くという点から、先述のカタン公式ルールにおける違反行為となるので、アプリ版を始めとするAIの実装においては不適切であるといえる。

又、報告の中にて、都市の建設回数に制限がないと述べている、タイル3ヶ所からしか産出されない土が木より資源としての評価が低い(中澤及び日本選手権動画を基にした筆者の見解は表1に記載)、被験者の年齢、性別、カタンプレイ経験等特性の記述を記載していない、t検定など統計解析を行ってない、嘘を付くAIとの対戦において交渉回数が減ったプレイヤーについて、カード戦略を取り運任せの戦略を取ったため交渉回数が減ったと結論付ける等、記述や考察に再考の余地が多い。

表1 中澤及び筆者の評定平均値

資源名	中澤による評定	筆者による評定
木	1.0	1.0
土	0.9	1.3
羊	0.8	0.8
麦	1.1	1.4
鉄	1.2	1.6

## 3. 2つのデジタル環境

この章ではデジタル環境としてアプリ版とBGAの2種のプラットフォームにおける仕様を述べる。

各プラットフォームにおける仕様を比較することで、人間同士のプレイヤー間における交渉をアナログ環境

同様に促進させるための要因を探る。

### 3.1 アプリ版の仕様

図 4 において、アプリ版における対戦時の盤面を表した。PC のブラウザ又は Steam において、交渉を持ち掛ける際には、図 5 の様に、盤面、交渉内容及び他のプレイヤーのチャットの内容全てを同時に確認できる。しかし、スマートフォンのアプリにおいては、盤面、交渉内容、他のプレイヤーのチャットの内容の内いずれか 1 つしか表示されないため、随時画面を切り換えながら、遊ぶ必要がある。



図 4 PC 上でのアプリ版画面

画面中央上側が盤面，下側が交渉の可否の表示。  
画面左側にチャットのログが半透明で表示されている。

特に、自身の手番中、交渉内容を呈示している状態から盤面の状態の遷移及びその逆の遷移は行いやすい。一方、交渉内容呈示中にてチャットを確認及び入力するためには、一旦交渉を中断する必要がある。

この結果手番プレイヤーが交渉内容呈示中、他のプレイヤーのチャットにおける発言がなされたことを感知できない。故にアナログ環境では「手札増えるなら交渉する」「銀行と 4:1 交換する位なら 3 枚もらえれば交渉する」等手番外プレイヤーが一言付け加えて交渉の再提案及び割込み処理を行うことが可能であるが、アプリ版ではそれが困難になるといえる。



図 5 スマートフォン上でのアプリ版チャット表示

又、交渉において「鉄 1 枚欲しい」「羊 1 枚渡せる」等受け取りたい資源，渡したい資源のみ伝えることは可能だが、「羊 1 枚渡すから、鉄 1 枚含めて合計 2 枚資源が欲しい」等「何か」を追加で受け取ったり渡したりという提案は出来ない。

図 6 にてアプリ版の機能として実装されている表情のアイコンである EMOJI の仕様の様子を示す。EMOJI は喜怒哀楽を表す 12 種類のアイコンから構成されており、自身の手番及び手番外にて任意のタイミングで呈示でき、対戦相手の画面にリアルタイムで呈示される。

スマートフォンで EMOJI を入力する場合はチャット同様交渉を中断する必要がある。



図 6 左; スマートフォン上でのアプリ版 EMOJI 選択一覧  
右; 自身及び他プレイヤーが EMOJI を使用した様子

### 3.2 BGA の仕様

ポータルサイトである BGA において、ブラウザ上で他のプレイヤーとカタンが遊べる。以下、アプリ版と BGA の仕様の違いを述べる。



図 7 BGA におけるカタンの盤面及び交渉の様子

図 7 において、カタンのプレイ画面を表記した。交渉フェイズにおいて、アプリ版では手番外プレイヤーが他の手番外プレイヤーの交渉の可否の様子が見られないが、BGA ではリアルタイムで呈示される。

又、PC 環境でのアプリ版においてチャットの通知において、左下に白い点が呈示されるのみであるが、同じく PC 環境での BGA においては図 7 の右下建設コスト表の下に、チャットにおける直近の内容が呈示される。故にアプリ版の様に左下のアイコンをクリックせずともチャットの内容を把握できるため、交渉フェイズにおいて、対戦相手の発言を基に交渉を行うということが

やりやすい。

又、スマートフォン版でも右下にチャットを示すアイコンがあり、チャット画面と盤面画面を遷移する必要があるが、交渉を中断せずに、チャット画面と盤面画面のみの遷移で対応できるため、アプリ版に比べて交渉中にチャットを読むことが容易である。



図8 BGAにおけるチャットを用いた交渉のやり取りの例

図8にてチャット上での交渉フェイズ中のやり取りの様子を記載した。白駒プレイヤーの手番中、銀行との取引により、木4枚を別の資源1枚に銀行を用いて交換した際に、黄駒プレイヤーが次回以降は木を3枚くれたら同様の交渉に応じる旨の記述を行っている状況を例示した。黄駒プレイヤーは木港を有しているため自身の手番中、木2枚を別の資源1枚と交換できるため、両者木を1枚ずつ手元に多く残せると伝えようとしていると考えられる。

又、アプリ版において、交渉フェイズにて手番外プレイヤーの交渉の返答待ちの間手番プレイヤーの持ち時間が失われる。手番プレイヤーの持ち時間の有無は卓作成の時点で設定可能で、1ターン40秒から160秒まで30秒刻みで設定される、時間が過ぎると強制的に手番が終了してしまうため、手番プレイヤーが交渉における時間切れリスクを背負うことになる。

一方BGAにおいては卓作成の時点で時間制限なし、低速、標準、高速の4段階の時間制限があり、自身の手番が来るたびに持ち時間がそれぞれ120秒、75秒、45秒増える。手番外プレイヤーの返答待ちの間手番プレイヤーの持ち時間は失われず、手番外プレイヤーの持ち時間が失われる。又、時間切れになると20秒以内に手番を終えないと退場させられる警告が表示されることがあるが、手番自体は続けられるため、手番プレイヤー、手番外プレイヤー共に交渉における時間切れリスクを背負うことになる。

交渉設定において、「常に通知しない」と選択すると、

手番プレイヤーが交渉を持ち掛けても自動で表示されなくなるが、手番外プレイヤーの持ち時間は交渉に応じない限り減らなくなる。

一方で、手番プレイヤーが交渉を3回持ちかけると、手番外プレイヤーは過剰な交渉に不服を訴えることが出来、5回持ちかけると過度な交渉を控える様手番プレイヤーに通知が届く。

故にBGAでは手番外プレイヤーは持ち時間が減らさないため、手番外での交渉の通知を消せる反面、他の手番外プレイヤーの交渉可否の回答及びチャットを見てから、後出しで回答することが可能となり、画面に注視しているプレイヤーほど積極的に交渉が成立しやすいといえる。

BGAでは手番プレイヤーはチャットの確認に時間を確保できる反面、交渉の提案回数を自主的に制限する必要があるため、誰も土を所有していないのに土をもらう交渉を持ち掛ける等、成立することがまずありえない交渉を行いがちなプレイヤーは交渉が成立しにくくなるといえる。

手番外プレイヤーの図8のやり取りをアプリ版で行った場合、白駒プレイヤーがチャットに気付かなければ、次回以降も木4枚を銀行に支払っていた可能性がある。



図9 BGAにおける定型文及びEMOJIの提示

図9においてBGAにおける定型文及びEMOJIの提示の様子を示す。チャット画面下側の顔の描かれた人型のアイコンをクリック及びタップすると、定型文及びEMOJIの提示される。定型文は各母語話者の母語に訳されてチャットに表示される。定型文及びEMOJIはBGAにて遊べる他のゲームでも同じものが使われている。

アプリ版及びBGA共に自動卓とフレンド卓があり、自動卓は母語が異なるプレイヤー同士のオートマッチとなる。一方フレンド卓はフレンドのみ集められるため、日本語を用いた対話が可能となる。

定型文の使用によりBGAは自動卓でも意思疎通が行いやすい仕様であるといえる。



図 10 タップした箇所の呈示の様子

図 10 にてクリック及びタップした箇所の呈示の様子を示す。チャット画面下側の人差し指を伸ばしたタブをタップするとポインタが緑色に光り、タップした約 1 秒後にポインタが表示され、約 3 秒間呈示される。この機能を活用することで、先述の例示における木港の交差点をタップすることで、木 2 枚を別の資源 1 枚と交換できる旨を、チャットを用いずに伝えられる。

上記のことから BGA の仕様はアプリ版と比較して、手番外プレイヤーが能動的に交渉を行うことに適した仕様となっているといえる。

BGA を遊んだ経験のあるユーザへの質問紙調査の結果及び試合の様子を観察することで、対人間でデジタル環境においてカタンを遊ぶ際に求められる要因を探る。

### 3.3 解決すべき課題の調査

本項ではアプリ版及び BGA を遊んだ経験のあるユーザを対象とした質問紙調査の結果を示す。

本質問紙調査にて、アプリ版及び BGA を遊ぶ上で生じると思われる問題及び求める改善案をそれぞれ 18 問用意した。回答の選択肢は「1; 全くそう思わない」から「7; とてもそう思う」及び「8; 良くわからない」の 8 つからなる。「8; 良くわからない」を除いた値の評定平均値を評定平均値と定義する。

評定平均値が 1 に近いほど当てはまらず、7 に近いほど当てはまる項目であることを示す。

回答者は 17 名で、3 名女性、14 名男性、年齢の平均及び標準偏差はそれぞれ、36.4, 8.42 だった。

以下の表 2 にて問題及び求める改善案を問う質問紙の結果を示す。

表 2 BGA 課題の評定平均値

質問項目	アプリ版 評定平均 値	BGA 評定 平均値
1 マッチング相手が見つからない	2.6	3.5
2 他のプレイヤーがいなくなり、最後まで遊べない	5.6	2.1

3 LINE 等別のチャット機能を併用する	4.3	5.7
4 Zoom 等別の通話機能を併用する	5.0	3.4
5 チャットの書き込みにすぐに気が付かない	3.3	1.9
6 英語以外のチャットは密談をしていないか不安	2.5	2.4
7 手番外では余り交渉しない	4.9	4.3
8 最長交易路が欲しい等、戦術をチャットで意思表示	2.7	3.1
9 交渉に応じるつもりなのに、対戦相手が銀行と交換してしまう	5.8	5.1
10 対戦相手との交渉より、銀行との交換が多い	5.0	4.4
11 再提案すると、別のプレイヤーと交渉される	5.6	5.0
12 専門港で交換できる資源 2 枚欲しいと再提案される	4.9	4.0
13 手番外において、手札 7 枚から 8 枚になる交渉に良く応じる	5.2	4.6
14 欲しい資源を持つプレイヤーから資源を奪う	6.3	5.5
15 建設の時間が切れる	2.8	3.0
16 街道を伸ばせなくしたり、開拓地の建て先を奪う	5.3	5.2
17 EMOJI (表情のアイコン) を多用する	5.4	3.6
18 他のプレイヤーの手番を待つことが億劫だ	3.5	2.9

表 2 にて「2 他のプレイヤーがいなくなり、最後まで遊べない」「3 LINE 等別のチャット機能を併用する」「4 Zoom 等別の通話機能を併用する」「5 チャットの書き込みにすぐに気が付かない」「17 EMOJI (表情のアイコン) を多用する」にて 5%水準で有意となった。

上記の結果より、BGA にてアプリ版と比べ、EMOJI は使わない代わりに LINE や Zoom 等別のコミュニケーションツールを併用するユーザが多いと考えられる。

アプリ版と比べ EMOJI を使うユーザの割合が減った理由として、BGA 内のチャット機能を用いず LINE でのチャットを用いているからであると考えられる。又ア

プリ版と比べ EMOJI の提示の仕様が異なるため、EMOJI が使われないと考えられる。

表 3 にて BGA を遊ぶ上でアイコンを用いた情報提示を行う場合、どの様なアイコンなら使いたくなるか、先述の回答者 17 名から質問紙による回答を得た。質問項目はカタン日本選手権公式ルール及び YouTube にアップロードされたカタン日本選手権地区予選動画の振る舞いを参考とした。

回答の選択肢は「1; 全く使いたくない」から「7; 必ず使う」及び「8; 良くわからない」の 8 つからなる。「8; 良くわからない」を除いた値の評定平均値を評定平均値と定義する。

評定平均値が 1 に近いほど使わず、7 に近いほど使いたくなるアイコンであることを示す。

表 3 BGA に追加してほしい EMOJI の内

質問項目	評定平均値
1 資源カード種類 (木, 土, 羊, 麦, 鉄の内 1 つ) のアイコン	5.4
2 資源カード種類 (木, 土, 羊, 麦, 鉄の内 1 つ) のアイコンに + を追加	3.6
3 資源カード種類 (木, 土, 羊, 麦, 鉄の内 1 つ) のアイコンに - を追加	3.1
4 資源カード種類 (木, 土, 羊, 麦, 鉄の内 1 つ) のアイコンに × を追加	4.7
5 建設種類 (街道, 開拓地, 都市, 発展カードの内 1 つ) のアイコン	2.8
6 資源カード類 (木, 土, 羊, 麦, 鉄 全て) のアイコン	2.4
7 資源カード類 (木, 土, 羊, 麦, 鉄 全て) のアイコンに「2」「3」等数字を追加	5.0
8 一般港アイコン (「?」に「3:1」)	3.0
9 専門港アイコン (「木, 土, 羊, 麦, 鉄の内 1 つ」に「2:1」)	4.2
10 最長交易路, 最大騎士力のアイコン	3.8
11 手札の枚数アイコン (裏向き資源カードに「7」「8」等の数字)	5.1
12 プレイヤーの色アイコン (赤, 黄, 白, 青の開拓地表示)	6.2
13 サイコロの出目アイコン (サイコロ 2 つに「2」「12」等数字)	4.6
14 発展カード種類 (騎士, 勝利点, 発見, 独占, 街道建設の内 1 つ) のアイコン	3.3

上記の表 3 のアイコン候補は複数提示することではかのプレイヤーに情報を提示することを意図して作成される。

具体例として「手札 7 枚なので何か 3 枚受け取り 9 枚になる交渉なら応じる」と伝えたい場合は「7 資源カード類 (木, 土, 羊, 麦, 鉄全て) のアイコンに「3」と「11 手札の枚数 7 アイコン」を用いる。

他にも「赤駒のプレイヤーが 6 で麦が 3 枚産出され、麦港を有するため盗賊を麦 6 に置くべき」と伝えるには「1 資源カード種類 (麦) のアイコン」と「7 資源カード類 (木, 土, 羊, 麦, 鉄全て) のアイコンに「3」の数字」と「9 専門港アイコン (麦) に「2:1」と「12 プレイヤーの色アイコン (赤の開拓地表示)」と「13 サイコロの出目アイコン (サイコロ 2 つの下に「6」数字)」を組み合わせることを想定する。

先述の質問紙にて LINE 等チャットアプリを用いている回答者が多くいたことから、上記のアイコンを画像ファイルとしてダウンロードしてもらい、各自チャットアプリ上で使用してもらうことを想定する。

質問紙の評定平均及び港の重要性から、上記の例で使われた項目に加え、「4 資源カード種類 (木, 土, 羊, 麦, 鉄の内 1 つ) のアイコンに × を追加」及び「8 一般港アイコン (「?」に「3:1」) の 7 種類の画像 (以下; 交渉アイコン) を用いると、BGA のカタン対戦における画像提示に有用性が高まると言える。

これらの回答を基に、BGA ユーザはチャットを初めとした情報提示を通じて、交渉が円滑に進むゲームを遊びたいと感じていると、仮説を立てた。その仮説を示すためにカタンに関連のある交渉アイコンを用いた情報提示手段の有無による、交渉回数の変化及びプレイングの変容を示すための試験を提案する。

#### 4. BGA 対戦試験

本章では、アプリ版における人対人のオンライン対戦を再現するための心理実験の方法を述べる。

フレンドとの対戦において、プレイヤー間での画像送信による意思伝達により、交渉の成立回数が増えるという仮説を実証するため、被験者が普段遊び慣れている BGA のプラットフォーム上で 4 名でカタンの対戦を行う試験を想定する。

表 4 にて提案する交渉アイコンの一覧を示す。

先述のアイコンに加え「0; 1~12 までの数字」を用いることで「ダイスの出目は 2」等数字の情報を示す際に併用してもらうことを意図した。

表4 交渉アイコン一覧

1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
0 ; 1~12 までの数字		
		
1 資源カード種類 (木, 土, 羊, 麦, 鉄の内1つ) のアイコン		
		
4 資源カード種類 (木, 土, 羊, 麦, 鉄の内1つ) のアイコンにXを追加		
		
7 資源カード類 (木, 土, 羊, 麦, 鉄全て) のアイコン		
		
8 一般港アイコン (「?」に「3:1」)		


9 専門港アイコン (「木, 土, 羊, 麦, 鉄の内1つ」に「2:1」)

11 手札の枚数アイコン (裏向き資源カード)

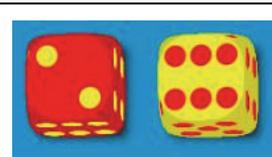
12 プレイヤーの色アイコン (赤, 黄, 白, 青の開拓地表示)

13 サイコロの出目アイコン (サイコロ2つ)

図 11 にて, 対戦中被験者が交渉アイコンを用いて意思伝達を計っている様子として想定される状況を示す。

意思伝達の内容は先述の「赤駒のプレイヤーが 6 で麦が 3 枚産出され, 麦港を有するため盗賊を麦 6 に置くべき」というメッセージである。

アイコンや文字呈示の有無の条件を分けて, 同一メンバーで複数回カタン of 対戦を行ってもらい, 交渉回数 of 多寡と, 図 11 の様なやり取りと有無 of 相関を取ることで, アイコンや文字呈示 of 存在により交渉回数が増え, アナログ環境に近い対戦が出来ると思われる。



図 11 LINE グループトークにて、交渉アイコンを用いた交渉の様子

## 5. 結論

従来のゲーム理論では、対話することの有用性が余り議論されていない。認知科学の観点からカタンを考察することで、ゲームにおける対話の有用性を解明することが出来るといえる[16]。

本報告では、カタンにおける情報提示のしやすさと意思決定への影響への因果関係があると示唆された。

将棋や麻雀を初めとしたボードゲームの研究において人を対象とした場合、被験者自身の経験や好む戦術等、能力や特性を考慮した試験の実施が求められるといえる。

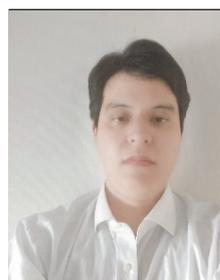
やがてゲームという枠を越えて、協調や裏切りなど社会科学における課題を解決する足掛かりになることを切に願う。

## 参考文献

- [1] ギネス記録に挑戦！カタン発売 20 周年記念イベント「CATAN BIG GAME」体験記  
<https://tsumikiya.jp/blog/2020/05/18/2503#:~:text=1995%E5%B9%B4%E3%81%AB%E3%83%89%E3%82%A4>

- %E3%83%84%E3%81%A7,%E3%82%82%E9%96%8B%E3%81%8B%E3%82%8C%E3%82%8B%E3%81%BB%E3%81%A9%E3%81%A7%E3%81%99%E3%80%82
- [2] NPO 法人ポータルサイト 特定非営利活動法人 日本カタン協会  
<https://www.npo-homepage.go.jp/npoportal/detail/014001375>
- [3] カタン 19' 日本選手権  
[http://www.gp-inc.jp/catan/catan\\_championship2019/index.html](http://www.gp-inc.jp/catan/catan_championship2019/index.html)
- [4] Catan Universe USM  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.usm.catanuniverse&hl=ja&gl=US>
- [5] Catan Universe におけるレビュー D S 2021 年 1 月 4 日  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.usm.catanuniverse&hl=ja&gl=US>
- [6] 株式会社ジーピー広報ツイート  
[https://twitter.com/gpinc\\_jp/status/1156137984833417229](https://twitter.com/gpinc_jp/status/1156137984833417229)
- [7] Digital Catan World Championship 2021  
<https://lp.constantcontactpages.com/cu/e1ZAmx0/dcwc2021>
- [8] ブラウザ上でカタン(CATAN)を遊ぼう・Board Game Arena  
<https://ja.boardgamearena.com/gamepanel?game=catan>
- [9] カタンについてのフォーラム  
<https://boardgamearena.com/forum/viewtopic.php?t=27927>
- [10] カタンの遊び方&用語集  
<https://catan.jp/guide/>
- [11] カタン 公式ルール <http://gp-inc.jp/catan/rule/rule.html>
- [12] 【公式】2019 年カタン日本選手権 四国地区大会 第四ラウンド 第一テーブル 他 8 大会  
GPGAMESJP YouTube 公式チャンネル  
<https://www.youtube.com/user/GPGAMESJP/videos>
- [13] 吉村拓哉, and 橋本剛. "F-045 カタンの開拓者たちにおけるモンテカルロ木探索を用いた AI の改良 (F 分野: 人工知能・ゲーム)." *情報科学技術フォーラム講演論文集* 12.2 (2013): 387-388.
- [14] 吉本直浩, 石水隆. カタンにおけるメタ理論の研究. 近畿大学理工学部情報学科卒業研究. 2014
- [15] 中澤桂介, et al. "カタンの開拓者たちにおいてウソの情報を流し状況を有利に進める敵の提案." *研究報告デジタルコンテンツクリエーション (DCC)* 2017.13 (2017): 1-6.
- [16] 海野道郎. "社会学におけるゲーム論的アプローチ." *心理学評論* 32.3 (1989): 296-311.

## 著者紹介



### 荒木 関人

2016 年 3 月東京工業大学大学院  
総合理工学研究科 知能システム  
科学専攻 修士課程修了  
2023 年なにわのカタン王総合 3 位



ついでのみ取り上げる。

## 2. 古代都城の正方形仮説

### 2.1 唐長安城

図2に唐長安城の初期の時期の寸法を示す。数値の単位は歩であり、96歩が日本で使用される単位の40丈に等しい。96歩と360歩の寸法は、以下のとおり、唐長安城の設計の最重要箇所に現れている。

- 宮城の内部に一边が960歩の正方形領域(図2の紫枠の正方形D)が設計されている。
- 宮城・皇城領域のほぼ中央に位置する場所に一边が360歩の正方形(薄茶の正方形)が設計されている。この正方形の北端に太極殿が建つ。
- 外郭城の基本区画(薄茶の正方形)として一边が360歩の正方形が並ぶ。
- 3600歩(=10里)の正方形の領域が、宮城・皇城を囲む領域(青枠の正方形B)と宮城・皇城の南側の領域(赤枠の正方形B')に設計されている。

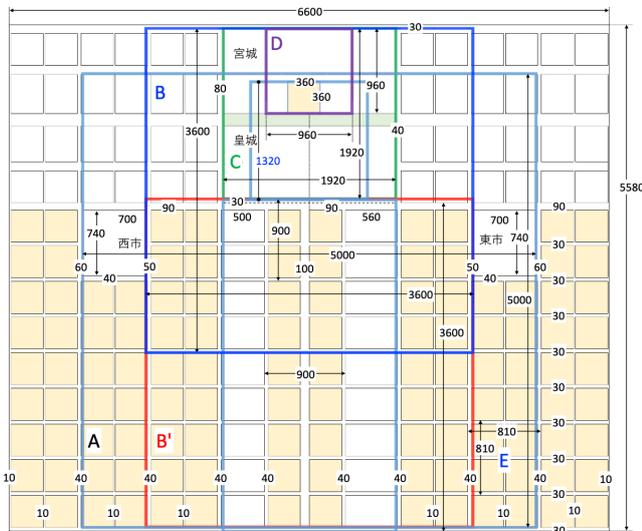


図2. 唐長安城の設計数値. 単位は歩.

### 2.2 初期平安京

図3に初期平安京と平安宮の寸法を示す。初期平安京が唐長安城を模倣した都城であることは、図2との比較で明らかである。96歩と360歩に対応する寸法は、平安京では、40丈と150丈であるが、これらの数値が、以下のとおりに現れる。

唐長安城、初期平安京ともに階層構造を成す正方形の都城として設計されている。なお、初期平安京になされた模倣は、都城の正方形性だけに留まらず、寸法の数値を含めた厳密な模倣である点に注目すべきである。

- 大極殿院は一边96歩(40丈)の正方形(図2の赤枠の正方形)として設計されている。
- 大極殿院の南側には、建造物のない領域(朝庭)が作られているが、やはり一边96歩(40丈)の正方形

として設計されている。

- 平安宮は一边960歩(400丈)の正方形(青枠の正方形)として設計されている。
- 平安京全体は一边3600歩(1500丈)の正方形として設計されている。

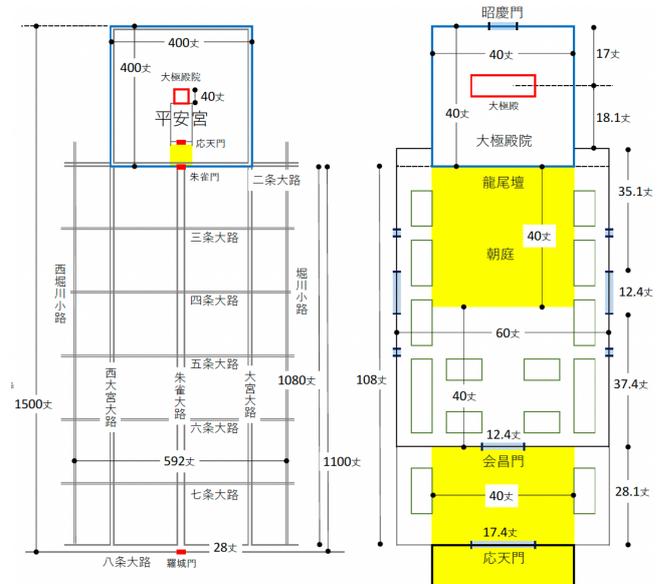


図3. 初期平安京(左)と初期平安宮(右)の設計数値. 単位は丈(40丈=360歩).

## 3. 日本書紀の紀年論

### 3.1 笠井倭人説

笠井説の基本的な考え方は、日本書紀の空白年次をすべて取り除けば、編纂当初の史書(以下、原日本書紀と呼ぶ)が現れるとする仮説である。笠井説に基づき作成された年表からは、たとえば、次のa)~c)の事績が自動的に導かれる。詳細については、稿末の文献あるいはYouTube動画を参照されたい。笠井説から導かれる結論は、個々の研究者の主観的な文献解釈には依存しない。この点が、これまでの日本古代史学の学説にはなかった大きな特徴と言える。

- a) 神武天皇と崇神天皇は同じ201年に誕生する。
- b) 日本武尊, 成務天皇, 仲哀天皇, 武内宿禰も同じ232年に誕生する。
- c) 女王卑弥呼即位を想定できる239年には、孝元天皇が即位し、天日槍が来日する。

### 3.2 紀年に現れる96と360

以下の4件の紀年の年数差に96あるいは960が現れる。紀年復原した年表については本稿に添付していないが、稿末の文献を参照されたい。いずれも重要な紀年と言えよう。特に、初代天皇である神武天皇の即位年を同じ和風諡号をもつ崇神天皇の即位年と結びつけている点は、日本書紀の紀年構成においては最重要であろう。

- 卑弥呼即位(239年)と日本武尊即位(335年)
- 神武天皇即位(252年)と成務天皇即位(348年)

○ 日本書紀における神武天皇即位(紀元前 660 年)と原日本書紀における崇神天皇即位(301 年)

以下の 3 件の紀年の年数差に 360 が現れる。上の事例と同様、紀年構成においては最重要と認識されているようで、天智天皇を崇神天皇に、日本書紀の編纂を指揮した天武天皇を仁徳天皇に結びつけている。

○ 原日本書紀における崇神天皇即位(301 年)と日本書紀における天智天皇即位(称制元年 661 年)

○ 仁徳天皇即位(313 年)と天武天皇即位(673 年)

○ 神功皇后崩御(269 年)と舒明天皇即位(629 年)

#### 4. おわりに

96 と 360 という数は、本稿で挙げた 4 仮説の中に本質的な数値として出現する。古代の将棋、古代の都城、日本書紀という全く関連性のない事物の中に共通軸のようにして存在するのである。古代東アジアに深く根付いた基本思想あるいは観念に由来する数と考えざるを得ない。

本稿の知見は、各仮説の直接的な検証にはならないが、どうも 4 仮説のすべてが成立しているのではないかと思ってしまう。特に、日本書紀の紀年復原に関係する仮説 4) は、古代東アジアという時代的な共通性を除けば、仮説 1) ~ 3) とは全くの別領域にもかかわらず、やはり 96 と 360 が重要な位置付けで登場する。日本書紀の紀年は、笠井説で正しく復原されているかも知れない。

#### 参考文献

- [1] 高見友幸, 初期平安京の復原: 都城の思想と大型将棋の将棋盤, 国際 ICT 利用研究学会論文誌, 第 4 巻, 18-28, 2020.
- [2] 高見友幸, 大型将棋の将棋盤と平安京の条坊: 初期平安京の復原, 大阪電気通信大学人間科学研究, 第 23 号, 1-13, 2021.
- [3] 高見友幸, 摩訶大将棋起源説と初期平安京の復原 ~ 中国象棋とチェスの起源 ~, 考古学ジャーナル 2021 年 11 月号, 40-50, 2021.
- [4] 高見友幸, 初期平安京の復原再考 ~ 都城における設計数値の継承 ~, 国際 ICT 利用研究学会研究会研究論文誌, 第 2 巻, 23-29, 2021.

[5] 高見友幸, 「摩訶大将棋起源説反駁」に対する返答, 大阪商業大学アミューズメント産業研究所紀要, 第 23 巻, 1-19, 2021.

[6] 高見友幸, 唐長安城の復原 ~ 藤原宮の位置に関する考察 ~, 考古学ジャーナル 2022 年 5 月臨時増刊号, 138-144, 2022.

[7] 高見友幸, 唐長安城の復原 ~ 初期平安京の正方形仮説 ~, 国際 ICT 利用研究学会論文誌, 第 5 巻, 26-33, 2022.

[8] 高見友幸, 唐長安城の正方形仮説: 初期平安京との関連性, 考古学ジャーナル 2023 年 2 月号, 39-45, 2023.

[9] 高見友幸, 唐長安城の数理モデル ~ 唐長安城の正方形仮説補遺 ~, 考古学ジャーナル 2023 年 3 月号, 34-40, 2023.

[10] 高見友幸, 古代大王家の系譜に関する仮説, 日本国史学第 19 号, 83-104, 2023.

[11] 高見友幸, 日本書紀の紀年問題に関する考察 ~ 天皇の誕生年と即位年の解説 ~, 日本国史学第 20 号, 93-105, 2024.

[12] 高見友幸, 日本書紀に記載される 197 万 2470 年問題の解釈, 第 15 回国際 ICT 利用研究学会研究会講演論文集, 2024.

[13] 高見友幸, ジグソーパズル「原日本書紀」の解法, ゲーム学会「ゲームと教育」研究報告, 17-23, 2024.

[14] 高見友幸, ジグソーパズル「原日本書紀」の解法 2, ゲーム学会第 22 回全国大会論文集, 2024.

[15] 高見友幸, 日本書紀のジグソーパズル 3 ~ 神武紀から武烈紀までの紀年復原 ~, ゲーム学会第 22 回合同研究会研究報告, 9-16, 2024.

[16] 高見友幸, 石上神宮七支刀銘文の一解釈: 日本書紀の紀年復原に基づいて, 考古学ジャーナル 2024 年 10 月臨時増刊号, 45-51, 2024.

[17] 高見友幸, 日本書紀の紀年復原から導かれる隅田八幡神社人物画像鏡銘文に関する一解釈, 考古学ジャーナル 2024 年 12 月号, 45-51, 2024.

[18] YouTube チャンネル名: Tomoyuki Takami, [www.youtube.com/@Tomoyuki\\_Takami/videos](http://www.youtube.com/@Tomoyuki_Takami/videos), (2025/01/17 確認) .

本報告は、ゲーム学会「ゲームと教育」研究部会第 21 回研究会当日配布用に用意した予稿集です。本報告に掲載されている予稿は、ゲーム学会合同研究会論文集に合本掲載される予定です。本報告についてお問い合わせなどがありましたら、下記の研究部会幹事までご連絡ください。

「ゲームと教育」研究部会幹事 林敏浩（香川大学）

TEL: 087-832-1525

E-mail: hayashi.toshihiro@kagawa-u.ac.jp

ゲーム学会  
「ゲームと健康科学」研究部会  
第1回研究会 予稿集

令和7年7月25日(金)

九州情報大学太宰府キャンパス(オンライン開催)

## ゲーム学会「ゲームと健康科学」研究部会 第1回研究会

1. 味覚 Display 開発への基礎検討  
服部元史(神奈川工科大学)----- |
2. 自主制作ゲーム『チョコパキ!』の改良と触覚体験への拡張  
田村明日香, 永野斗遠, 荒平高章(九州情報大学)-----3
3. ゲーミフィケーションによる児童の情報モラル・リテラシー教育支援の提案  
下條公寛(香川大学), 村瀬真琴(香川大学, マッシュ&ルーム),  
後藤田中(香川大学)-----5
4. 【招待講演】 シルバー層向けeスポーツ体験会における利点と課題について  
宮崎武, 中島直樹, 秋吉浩志(九州情報大学)----- | |
5. 新しいゲームコンテストの試行と評価  
永野斗遠, 荒平高章(九州情報大学)----- | 3
6. VR を用いた 3D モデリング教育の提案  
中嶋文萌, 永野斗遠, 田村明日香, 荒平高章(九州情報大学)----- | 6

# 味覚 Display 開発への基礎検討

## A trial to taste displays

大貫 光一<sup>1)</sup> ・ 大森 典子<sup>1)</sup> ・  
瀬田 陽平<sup>1)</sup> ・ 服部 元史<sup>1)</sup> ・ 坂内 祐一<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 神奈川県工科大学 情報学部 hattori@ic.kanagawa-it.ac.jp

<sup>2)</sup> 浦和大学 社会学部 yu.bannai@urawa.ac.jp

Koichi ONUKI<sup>1)</sup>, Noriko OMORI<sup>1)</sup>, Yohei SETA<sup>1)</sup>, Motofumi HATTORI<sup>1)</sup>, Yuichi BANNAI<sup>2)</sup>

Key Words: VR, Taste, Taste display, Head Mounted Display, 3D Printer, Unity

### 1. 味覚 VR の必要性

Virtual Reality の研究開発において 視覚 VR や聴覚 VR については、( Head Mounted Display や立体音響 Head Phone が製品として販売されているように )、実用研究を進めるレベルの高さに到達している。力覚 VR についても、空気圧装置で手に力を与える force feedback によって、手で触っている物体の形状を仮想的に提示する 力覚 VR 装置が ( 2 千万円を超える高価格ながら ) 発売され始めている。

上記の 視覚 VR, 聴覚 VR, 力覚 VR に比べると、嗅覚 VR の研究開発が遅れているために、筆者達の研究グループも嗅覚 Display を研究開発している [1]。この嗅覚 Display 研究を更に進めるために、味覚 Display も研究開発するが、下記に述べる理由から望ましいと 筆者達は判断した [2]。

### 2. 嗅覚 VR から味覚 VR へ

嗅覚 Display から ユーザーの鼻元へ 香り気体を提示するためには、化学的に香り液体を作成しておく必要がある。所望の香りを得るために、どのような化学成分を組み合わせれば良いのかに関する知見は、「香りの有機化学」における経験則に依存しており、理論的・体系的な設計方法が今のところ 無い。

それに対して、人間の味覚については、基本的な 5 つの要素「甘味・塩味・酸味・苦味・うま味」が定説となっており、所望の味を化学的に合成するための理論的・体系的な設計方法が提案されて来ている [2]。

### 3. 自分たちが使える味覚 Display

筆者達の研究グループが自由に使用できる味覚 Display を独自に開発し、様々なに所望する味の液体を 化学的に合成しながら、多くの被験者達の舌の上で感じて頂き 完成計測実験を実施して行く事で、人間の味覚に対する基礎研究を進めながら、香り液体を化学的に合成して行く 理論的・体系的な設計方法へ参考にして行く。

健康医療の分野で 人間の味覚を基礎研究して行く場合に、様々な味の液体を 0.5cm 四方の濾紙に含ませて その濾紙を人間の舌の上に置く手法 ( 濾紙ディスク法 ) が、主流である [3]。しかし 様々な種類の味の 様々な濾紙を 次々に取り換えて行く作業は 煩雑である。また 人間の舌に与えた 味の液体の量を 定量的に評価し難い欠点があるが、濾紙ディスク法にはある。

そこで 味の液体を ピコ リットル pl の精度で 人間の舌の上に 噴霧できるような味覚 Display を 地道に開発して行くべく、基礎検討を実施している。

#### 4. 味覚 Display への検討

参考文献 [2] で研究開発している嗅覚 Display のために設計・制作した Piezo 圧電素子と同じモノを、当面の間は使用して行く。この Piezo 圧電素子に直径 9 マイクロメートル (  $9\mu\text{m}$  ) の孔を 100 個だけ開けており、味の液体を噴霧 atomize して味 Spray として、人間の舌の上に噴霧することができる。

嗅覚 Display のために設計・制作した液体タンクを小型化して、人間の口の中に入る大きさまで小さくできるように、3D CAD ソフトウェア Autodesk Fusion と 3D プリンター Raise3D E2 で試行しているが、作業スキルを level up するために 2025 年度からは神奈川工科大学の制作工場の 3D CAD や 3D プリンターも使用し、3D CAD や 3D プリンターを駆使しておられる指導員達 ( 高専教員 OB や工業高校 教員 OB ) の許へ卒業研究生達が定期的に通って練習を重ねている。

Piezo 圧電素子から味 Spray を人間の舌の上に噴霧するべく Piezo 圧電素子に電圧を加える Microsoft Visual C++ プログラムを Dynamic Link Library 化しゲーム開発エンジン Unity から駆動できるようにしたために、人間の目に ( 食べ物や飲み物などを描画する ) 3DCG Object を Head Mounted Display から視せながら、その 3DCG オブジェクトに相当する味を人間の舌の上に噴霧できるように成る。

#### 5. 今後の計画

人間の口腔内に入る大きさで味覚 Display を作るために、味覚 Display の液体タンクに入れる事のできる味液体の量は、嗅覚 Display の液体タンクに入れる事のできる香り液体の量に比べて、はるかに少ない。液体タンクに入っている味液体が少ない状況で Piezo 圧電素子から味 Spray を噴霧すると、噴霧される Spray の質量にバラツキが生じている。この課題を解決するべく、下記 2 つの方法で進めて行く。( 5-A ) このバラツキを踏まえうえで感性計測実験データを統計的に計算処理する

方法と、( 5-B ) Piezo 圧電素子から噴霧される Spray の質量のバラツキを小さくする HardWare 加工方法と、両方を追求して行く。

#### 参考文献

- [1] 「粒子法による嗅覚ディスプレイ内の香気挙動の可視化解析」  
坂内祐一, 瀬田陽平, 服部元史  
日本バーチャルリアリティ学会誌  
Volume 29, Number 1, pp.18-19, 2024
- [2] 「特集 VR における香り・味の提示」  
日本ヴァーチャルリアリティ学会誌  
Volume 29, Number 1, 2024/04/10
- [3] 「ろ紙ディスクによる味覚定性定量検査用試薬」, 2021 年 6 月改訂 (第 1 版)  
一般財団法人日本医薬情報センター (JAPIC) <https://pins.japic.or.jp>

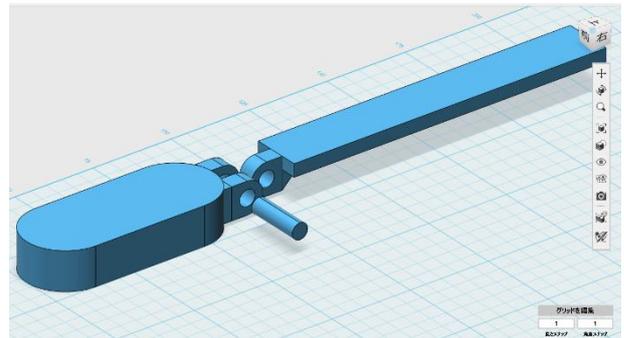


図 1 3D CAD で味覚 Display を試作する練習



図 2 3D Printer で味覚 Display を試作する練習

# 自主制作2Dゲーム『チョコパキ!』の改良と触覚体験への拡張

## Objective Evaluation of Independently Produced 2D Game “Choco Paki!”

田村 明日香  
Asuka Tamura  
z2221528@std.kiis.ac.jp

永野 斗遠  
Towa Nagano  
z2221530@std.kiis.ac.jp

荒平 高章  
Takaaki Arahira  
arahira@kiis.ac.jp

九州情報大学  
Kyushu Institute of  
Information Sciences

3

**要約:** 本研究は、2D カジュアルゲーム『チョコパキ!』の継続的な改良活動と、ユーザー体験の質を高めるための触覚体験への拡張について報告するものである。学園祭をはじめとしたイベントやアンケート調査を通じて、ゲームのユーザビリティ向上と満足度の変化を検証し、さらに物理的なおもちゃ化や3Dモデル制作など、デジタルから実体験へ広げる試みにも取り組んだ。調査の結果、操作性や視認性の改善だけでなく、割る動作の音や触覚が満足度に強く影響していることが分かり、今後は触覚・聴覚を活用した体験拡張が重要な要素となることが示唆された。本稿では、これまでの改良活動とアンケート結果、触覚体験拡張の可能性について詳細に述べる。

**キーワード:** ゲーム、アンケート、触覚、聴覚

### 1. はじめに

近年、デジタルゲームは単なる娯楽にとどまらず、日常生活の中で手軽に楽しめるストレス解消や、五感を刺激する新しい体験を提供するものとして注目されている。特にカジュアルゲーム分野では、操作性や短時間での満足感、音や動きなどのフィードバックがユーザー体験の質を大きく左右する。

本稿では、本研究の対象である『チョコパキ!』を使用し、ユーザーから得られた意見やアンケート調査に基づいて実施した段階的な改良の経緯と、デジタル上の操作体験を物理的な触覚体験へと拡張する試みを詳述する。

### 2. ゲーム改良活動の経緯

#### 2.1 初期バージョンの課題とユーザーからの指摘

『チョコパキ!』の初期バージョンは、ユーザーからは操作や視認性に関するいくつかの課題が指摘された。たとえば、「マウスカーソルが小さく、画面上で見失いやすい」、「取れる範囲や自分の選択肢が直感的に分かりづらい」といった声が寄せられていた。

#### 2.2 改良と工夫

これらの課題を解決するため、具体的には次のような改良を施した。

まず、マウスカーソルのサイズを従来よりも大きく調整し、プレイ中にカーソルを見失うことがないように配慮した。サイズ変更により、特に視力に不安のあるユーザーや高齢者でも快適に操作できるようになった。

次に、CPUやプレイヤーがチョコを取る際に表示される矢印については、色をより識別しやすいものへと見直した。従来は背景とやや同化しがちだった

矢印色を、明度や彩度を工夫したコントラストの強い色へ変更し、一目で誰の手番か、どのチョコを取ったのが直感的に分かるようにした。

さらに、チョコを取ることができる範囲を画面上で明確に示すため、その部分の背景色や枠線にも工夫を凝らした。取れる範囲には分かりやすい強調色を設定し、ユーザーが現在の選択肢を即座に認識できるようにした。この改良によって、スムーズにプレイできるようになり、ゲーム全体のテンポと快適さが大きく向上した。

### 3. 方法

改良版『チョコパキ!』の評価を目的として、学園祭においてプレイテストを実施した。参加者には改良前後2つのバージョンを体験してもらい、その後どちらが良かったのかアンケートに回答してもらった。この際、改善前と改善後は伏せて2つの『チョコパキ!』を交互にプレイしてもらった。アンケートは良かった方を選び、選んだ方の5段階評価（非常に満足、やや満足、普通、やや不満、不満）と、感想・意見を自由記述で記入する形式とした。

### 4. 学園祭での結果と考察

#### 4.1 学園祭の結果

アンケート集計の結果、回答数が11人であり、改良前が良かったと回答した方が2人、改良後が9人と改良後のほうが多い結果となった。

感想・意見として「マウスカーソルが見やすくなった」「取れる範囲がはっきり表示されて選択しやすい」といった改良点への評価が目立った。

一方で、「割るときの音が気持ちいい」「繰り返し遊びたい」といった感覚的な満足度や、「割る」

行為そのものへの意見も多く寄せられた。感覚的な快感や体験の深さがユーザー満足度の中核を占めていることが明らかとなった。

表1. 『チョコパキ!』改善前評価

チョコパキ!の満足度(改善前)					
年代	満足度				
	満足	やや満足	普通	やや不満	不満
10代	●●				
20代					
30代					
40代					
50代					
60代					
70代以上					

表2. 『チョコパキ!』改善後評価

チョコパキ!の満足度(改善後)					
年代	満足度				
	満足	やや満足	普通	やや不満	不満
10代	●●●●●	●			
20代	●				
30代	●				
40代	●				
50代	●				
60代					
70代以上					

## 4.2 学園祭の考察

学園祭の結果を通じて、「割るときの音が気持ちよい」「繰り返し遊びたい」といった声が寄せられた。このような意見は、デジタル体験にとどまらず現実世界の“触覚体験”へと発展させる必然性を強くするものであった。

こうした背景から、本研究では学園祭後に「おもちゃ化アンケート」を新たに設計し、ゲーム体験をもとに調査するに至った。

## 5. おもちゃ化アンケートの方法

おもちゃ化アンケートの設問は以下の2つである。

- ① 音・見た目・動き・割る行為そのもののうち、どれが最も割る気持ちよさに影響したと思いますか？
- ② もし実際に手で『チョコを割る』体験が出来たら、やってみたいですか？

いずれも選択式で、個別の体験要素と現実的な体験への期待度について回答を求めた。

## 6. おもちゃ化アンケートの結果

アンケート集計の結果、回答数は30人であり、項目別の結果は次の通りである。

表3. ①の結果

音	見た目	動き	割る行為	特にない
11	9	5	5	0

表4. ②の結果

はい	どちらともいえない	いいえ
----	-----------	-----

20	8	2
----	---	---

①音・見た目・動き・割る行為そのもののうち、どれが最も割る気持ちよさに影響したと思いますか?」の設問に対し、「音」が11人で最も多く、次いで「見た目」が9人、「動き」が5人、「割る行為そのもの」が5人という分布であり、「特にない」と答えた参加者はいなかった。

②もし実際に手で『チョコを割る』体験が出来たら、やってみたいですか?」の設問では、「はい」が20人、「どちらともいえない」が8人、「いいえ」が2人となった。この結果から、実際に“手で割る”体験への関心や期待が非常に高いことが明確になった。

## 7. 考察

本研究の一連の改良活動とアンケート調査を通じて、『チョコパキ!』におけるユーザー体験の質向上には、操作性や視認性の改善のみならず、「割る」動作時の音や感触といった感覚的な要素が重要であることが明らかとなった。特に音が割る気持ちよさに最も影響していると回答した参加者が多く、「もし手で割る体験があればやってみたい」と期待する声が大半であった。これは、ゲーム体験の満足度や没入感が、視覚情報だけでなく聴覚や触覚へのフィードバックによって大きく増幅されることを示唆している。

さらに、「割る」という単純な繰り返し行為は、遊びの中で自然に集中や気分転換、ストレス解消につながる可能性もあると考えられる。

これらの結果から、単なるデジタルゲームの枠組みに留まらず、現実世界に近い体験や五感への刺激を取り入れることで、より幅広い世代や多様なユーザーにとって価値あるコンテンツとなることが示唆された。

## 8. 今後の展望

今後は、本研究で明らかになった「割る音」や「触覚の手応え」の重要性を踏まえ、デジタルだけでなく実際に“手で割る”ことのできるおもちゃ化の実現に向けて制作活動を本格的に進めていく予定である。具体的には各種素材を活用し、チョコレートを割る動作を安全かつ繰り返し体験できるプロトタイプの開発・改良を行う。その際、「割る」際の音や感触、見た目のリアルさを追求しながら、幅広い年代のユーザーが直感的に楽しめるような設計を目指す。

また、完成したおもちゃのユーザーテストを複数回実施し、実際に手で割る体験がユーザーの満足感やリラクゼーション、ストレス軽減などにどのような効果をもたらすか、アンケートや観察記録を通じて多角的に評価する計画である。

今後も引き続き、ユーザーからのフィードバックを反映しながら改良と新規提案を重ねることで、デジタルとリアルが連携した新しい体験価値の創出と、おもちゃ化による社会的応用の可能性を広げていきたい。

## 謝辞

本研究の実施にあたり、学園祭やアンケート調査にご協力いただいた皆様に謝意を表する。

# ゲーミフィケーションによる 児童の情報モラル・リテラシー教育支援の提案

Proposal for Supporting Children's Information Ethics and Literacy Education with Gamification

下條 公寛\*<sup>1</sup> 村瀬 真琴\*<sup>1\*2</sup> 後藤田 中\*<sup>1</sup>  
Kimihiro Shimojo Makoto Murase Naka Gotoda  
香川大学\*<sup>1</sup> マッシュ&ルーム\*<sup>2</sup>  
Kagawa University Mash & Room  
Email: s22t020@kagawa-u.ac.jp

5

**要約：**GIGA スクール構想の推進により情報モラル・リテラシー教育の重要度が増している。情報モラル・リテラシー教育の指導に関する戸惑いや困難さの解決策としてゲーミフィケーションを活用した学習が注目されている。本稿では、ゲーミフィケーションを活用した学習アプリである「キノコラリー」を用いた学習が、教師及び児童の情報モラル・リテラシー教育に対する学習意欲の向上にどのように寄与するかを述べる。

**キーワード：**ゲーミフィケーション、アセスメント、情報モラル・リテラシー教育

## 1. はじめに

近年、GIGA スクール構想の推進により、全国の教育現場でタブレット端末が支給される環境が整えられた。この構想は、教育現場の ICT 環境を整備することで多様な児童を誰一人取り残すことなく、公正に個別最適化され、資質・能力を一層確実に育成できる教育環境の実現を目指すもの<sup>(1)</sup>で、児童がデジタルツールを活用して学ぶ機会を提供するものである。しかし、タブレット端末の普及に伴い、情報モラル・リテラシー教育の重要性が増している。特に、インターネットの利用に伴うリスクや情報の正確性を判断する力が求められるようになっており、児童及び教師はこれらの現状に対処する必要がある。

しかし、教育現場に身を置く教師からは情報モラル・リテラシー教育の指導方法やアセスメントに関する戸惑いや困難さといった意見が挙がっており<sup>(2)</sup>、これらの問題に対する解決策が求められている。このような現状から、教師は新たな教育形態を模索する必要があり、ゲーミフィケーション<sup>(3)</sup>が解決策として注目されている。ゲーミフィケーションとはゲームの考え方やデザインなどの要素をゲーム以外の

社会的な活動やサービスに利用することと定義されており、岸本ほか（2013）が行った研究からゲーミフィケーションの授業への導入により授業受講者の学習意欲の向上が促されることが示された<sup>(4)</sup>。

本研究では、情報モラル・リテラシー教育における効果測定を目指したゲーミフィケーションを活用したアプリとして「キノコラリー」を提案する。具体的には、キノコラリーを通じて児童及び教師がどのように情報モラル・リテラシー教育に取り組み、アセスメントがどのように行われるかを分析することで、支援の実現に繋げることを目的とする。

## 2. 初等教育課程における情報モラル・リテラシー教育の課題

初等教育課程における情報モラル・リテラシー教育には、主に4つの課題が存在している。

まず、教育内容の不均一性が問題視されており、情報モラル・リテラシー教育の内容は地域や学校、教師によって異なり、その結果、教育の質にばらつきが生じている。次に、教員の専門性不足も課題となっている。多くの教員が最新の情報モラルやリテ

ラシーに関する知識を十分に持っておらず、効果的な指導が難しい状況である。特に、GIGA スクール構想に伴う ICT 機器の活用法や情報教育のカリキュラムに対する研修が不足していることが指摘されている。さらに、実践的な学習機会が不足していることも懸念されている。理論的な知識は教えられているものの、実際のインターネット利用や情報発信に関する実践的な学習機会が不足しており、学習者の興味を引くことが難しい状況であると考えられる。また、評価基準の未整備も大きな問題である。情報モラル・リテラシー教育の成果を評価するための基準が明確でないため、教育の効果を測定することが難しく、学習者の成長を可視化するための指標や評価方法の開発が求められている。

これらの課題を解決するためには、教育内容の強化や児童の学習意欲向上のための仕組み、評価基準の整備が必要である。

### 3. 情報モラル・リテラシー教育における児童及び教師への支援の概要

本研究では、情報モラル・リテラシー教育を題材にした学習型デジタルスタンプラリー「キノコラリー」を用いた授業を提案する。ロールプレイングゲーム (RPG) 形式を取り入れたキノコラリーを活用することで、より効果的な学習に繋がると考えている。被検者として初等教育課程の児童及び教師を設定し、教師は従来通りの授業とキノコラリーを併用しながら授業を進める。本研究では、以下の要件を満たすキノコラリーの開発・提案を目指す。

1. 指導の強化の促進: 教師が児童の授業を円滑に進めていくことに寄与し、教師の指導力の向上を図る。
2. 興味・関心の維持: 学習中に児童が興味関心を持ち続けることに寄与し、主体的な学習を促進する。
3. ICT 機器の活用: 利用に際して教師及び児童の ICT 機器の活用の実践を促し、デジタルリテラシーの向上を図る。
4. 評価指標の可視化・定量化: 児童の学習の進捗や達成度が可視化・定量化されることで、評価指標 (アセスメント) の一つとなり、学習の成果を明確にする。

これらの要件を満たすことで、キノコラリーが学

習環境において有効な教材となり、情報モラル・リテラシー教育の質を向上させることに繋がると考えている。

### 4. キノコラリーについて

キノコラリーはスマホやタブレットで各スポットに貼られた QR コードを読み取ることでミッションにチャレンジできる。ミッションでは敵キャラとのバトルやクイズ回答をこなすことで経験値やアイテムを獲得していく。ミッションの内容などはカスタマイズ可能であり、活用シーンに合わせて変更・調整することができる。周遊して欲しい地点に QR コードを貼ることで、楽しみながら冒険が可能である。

キノコラリーはブラウザで動作する Web アプリケーションである。技術スタックは、フロントエンドに Nuxt.js (Vue.js ベース, JavaScript ベースのフレームワーク)、ホスティングに Netlify、データベースに Firebase Realtime Database を採用している。画像生成は、Open AI Image Generation を使用している (表 1)。

表 1 キノコラリーの技術スタック

構成要素	利用技術
フロントエンド	Nuxt.js
ホスティング	Netlify
データベース	Firebase Realtime Database
画像生成	Open AI Image Generation

#### 4.1 基本機能

以下に記すのは、キノコラリーのプレイ開始から終了までの大まかな流れである。全体を通じてスマホやタブレット端末の基本的な操作を使いながらプレイしていくため、児童及び教師が利用することによって ICT 機器の活用の実践を促しデジタルリテラシーの習熟に寄与すると考えている。また、ロールプレイングゲーム (RPG) 形式を題材としたシングルなゲームとなっているため、児童の興味関心を引きやすく学習意欲の向上・継続にも寄与すると考えている。

1. オープニング用 QR コードを読み込み児童として登録する (図 1)
2. ミッション用に用意された QR コードを読み込みミッションにチャレンジする (図 2)

3. 用意された全てのミッションを達成した場合や任意のタイミングでエンディング用 QRコードを読み込みゲーム終了する（図3）



図1 オープニング演出により  
児童の参加意欲を刺激



図2 児童の興味関心を引くゲーム性による  
学習意欲の継続への寄与



図3 達成感を高める  
豪華なエンディング

## 4.2 ゲーム要素

キノコラリーにおいて様々な要素が含まれる。表2はキノコラリーにおいて使用している要素についてまとめた表である。以降においてこの要素について解説する。

表2 ゲームの要素一覧

要素	説明
敵キャラ	ミッションでの討伐対象
ミッション	敵キャラとのバトルとクイズへの回答
アイテム	ミッションクリアの報酬
経験値とレベル	ミッションへのチャレンジで経験値獲得・レベルアップ
集計画面	全児童の行動がリアルタイムで表示

### 4.2.1 敵キャラ

用意するミッションのバトルパートに、討伐対象として敵キャラを配置する。児童が作成したキャラクターをとりこみ、敵キャラとして登場させることも可能である（図4）。児童が作成したキャラクターが登場することで、より主体的な参加に繋がると考えている。



図4 敵キャラ作成による  
主体的な参加への寄与

### 4.2.2 ミッション

各スポットに貼られた QR コードを読み取ると、敵キャラとのバトルが発生する（図5）。勝利するとクイズにチャレンジできる。クイズの形式などは以下のようなカスタマイズが可能である。学習してほしい内容や難易度、児童に合わせた形式にすることで、より効果的な理解に繋がると考えている（図6）。

#### 3択ミッション：

クイズに対する答えを3択表示し、児童に選ばせて回答させる。

### 文章回答ミッション：

クイズに対する答えを児童自身に文章で回答させる。

### 写真撮影ミッション：

クイズに対する答えを児童に写真撮影で回答させる。



図5 児童の参加意欲を刺激するバトルパート

キャラアイコン部分をタップすることで起動する。これらは児童の達成度の目安として機能すると考えている。また、コレクションの要素としても機能するため、児童たちの収集欲を刺激することで児童の参加意欲向上にも寄与すると考えている。



図7 達成度の指標としてのアイテム獲得・コレクション



図6 学習内容や児童に合わせてカスタマイズ可能なクイズパート

### 4.2.4 経験値とレベル・集計画面でのポートフォリオの表示

ミッションへのチャレンジやクリアすることによって経験値を獲得することができ、経験値を獲得していくことでプレイヤーキャラがレベルアップしていく(図8)。これは経験値やレベルといった定量的な数値が可視化されるため、児童の達成度の目安や達成目標の対象として機能すると考えている。また、児童の成長意欲の向上に寄与するとも考えている。

ホーム画面の下方に、全児童のレベルアップやミッションへのチャレンジ情報、アイテム獲得情報などがリアルタイムで表示・更新される集計画面がある(図9)。この機能によって児童同士の競争を促すことやコミュニケーションの強化が期待できると考えている。

### 4.2.3 報酬としてのアイテム獲得

ミッションをクリアした際やアイテム獲得スポットにて、報酬としてメダルやアイテムを獲得することができる。獲得したメダルはホーム画面、アイテムはアイテムコレクション画面より確認できる(図8)。アイテムコレクション画面はホーム画面の児童



図8 経験値とレベルの可視化



図9 ログのリアルタイム表示による児童の参加意欲への刺激



図11 全児童の進捗状況を確認できるステータス画面

### 4.3 教師専用の機能

教師専用の管理者画面を用意し、児童の各様子を確認することが可能である(図10)、授業終了後などに確認することで児童全体の進捗や達成度などを把握することができる。また、教師が児童と情報を共有することで振り返りができる。



図10 教師専用の管理者画面

#### 4.3.1 ステータス画面

参加している全児童のミッション終了状況を確認できる(図11)。学習進捗が一目で確認できるため、各児童に対する個別対応が容易になると考えている。これによって教師がそれぞれの児童に対して適切な指導行えるようになり、児童の学習の促進に寄与することができると考えている。

#### 4.3.2 ギャラリー画面

写真撮影ミッションなどで各児童が撮った写真などを全て確認することができる(図12)。ゲーム終了後に特徴的な回答などを全体で共有することによって、児童全体の学習意欲・効果の向上に繋がると考えている。



図12 プレイ終了後の振り返りにより児童の学習意欲を刺激

#### 4.3.3 統計画面

エンディング用のQRコードを読み込み、ゲームを終了した児童の最終的なレベルやアイテムの獲得数、クイズの点数などのデータを統計データとして確認できる(図13)。確認したい項目のみを選択することで、より詳細な評価・分析ができる。これによって評価指標を示すことが可能になり、児童の学習に対するアセスメントを行うことが可能になると

考えている。



図 13 プレイを終えた児童のデータの評価・分析による効果的なアセスメントへの寄与

#### 4.4 QRコードが使えない場合

利用環境などの制約でQRコードが使えない場合は、ミッションを選択可能なスポットとして用意し、それぞれに挑戦する際に必要となるキーワードを設定することで、QRコードを用いることなくミッションへのチャレンジを可能としている（図14）。

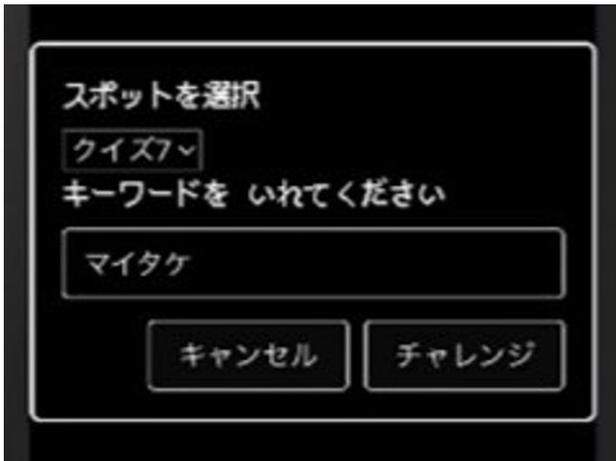


図 14 QRコードが利用できない場合への対処

#### 5. 本研究の今後について

キノコラリーの有している機能について紹介し、実際の教育現場での利用の際に期待できる効果について述べた。主の狙いである児童の意欲向上について、意欲の変化に関するアンケート調査などを今後の実験で実施し、現状のキノコラリーが実際に児童に与える影響を観測したいと考えている。また、教

師側の要件である指導の強化の促進や評価指標の可視化については、今後の実験や調査で教育現場に身を置く教師による実用後に、アンケートやヒアリング調査を実施することで、キノコラリーの改良や、教材として学習へ組み込む際の利用形態模索のためのアイデアを膨らませ、支援としての最適解の探索につなげていきたいと考えている。さらに、支援対象である教科や教師、児童がもつ学習観や指導観、児童観などについて検討する。

#### 6. おわりに

本稿では、キノコラリーについての紹介を踏まえながら、実際の教育現場での利用の際に期待できる効果について述べてきた。今後行う実験では、実際の教育現場でのキノコラリーの実用後にアンケートやヒアリング調査を実施し、支援機能が妥当か調査する予定である。

#### 参考文献

- (1) 文部科学省:"子供たち一人ひとりに個別最適化され、創造性を育む教育 ICT 環境の実現に向けて ~令和時代のスタンダードとしての 1 人 1 台 端 末 環 境 ~", [https://www.mext.go.jp/content/20191225-mxt\\_syoto01\\_000003278\\_03.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20191225-mxt_syoto01_000003278_03.pdf) (参照 2025-7-17)
- (2) 手塚和佳奈, 佐藤和紀, 三井一希, 堀田龍也:"1 人 1 台 端 末 環 境 で 実 践 し た 小 学 校 教 師 に よ る 情 報 モ ラ ル 指 導 に 対 す る 負 担 感 ・ 困 難 さ と 実 践 上 の 工 夫 の 検 討", 日本教育工学会論文誌, vol.45, pp. 133-136, (2021)
- (3) 藤本徹:"ゲーム要素を取り入れた授業デザイン枠組の開発と実践", 日本教育工学会論文誌, vol.38, pp.351-361, (2015)
- (4) 岸本好弘, 三上浩司:"ゲーミフィケーションを活用した大学教育の可能性について", 日本デジタルゲーム学会 2012 年年次大会予稿集, pp. 91-96, (2013)

# シルバー層向け e スポーツ体験会における利点と課題について

## Benefits and Challenges of Esports Experience Events for Silver Generations

宮崎 武\*  
Takeru Miyazaki  
t-miyazaki@kiis.ac.jp

中島 直樹\*  
Naoki Nakajima

秋吉 浩志\*  
Hiroschi Akiyoshi

\*:九州情報大学  
Kyushu Institute of Information Sciences

**要約** : e スポーツ世界的な拡大と様々な大会やイベントが開かれるようになった現在において、これまで(PC やスマホ、コンシューマ機を用いたゲームなどを含む広い意味においての)e スポーツは様々なプレイヤー層に広がりつつあり、中にはいわゆるシルバー層と呼ばれる高齢者を対象したものも含まれる。本稿は、九州情報大学 e スポーツ部の地域貢献活動の一環として取り組んでいるシルバー層向け e スポーツ体験会を行った経験を元に、このような活動における様々な利点と今後の課題について報告する。

**キーワード** : e スポーツ, 体験会, シルバー層

### 1.

#### 序論

e スポーツはエレクトロニックスポーツの略称であり、2000年頃に韓国の文化体育観光部長官が、KeSPA (Korea e-Sports Association) 設立の際に造語したものである[1]。現在においては、単なるコンピュータゲームという枠組みを飛び越して、通常のスポーツ競技と同様に一つの競技ジャンルとして認識されつつある。

このような e スポーツの拡がりに伴い、いろいろな世代・年代や属性のグループが広義の e スポーツ、つまり PC やスマホ、コンシューマゲーム機など様々な媒体を用いたエレクトロニックゲームに関わる機会が増えてきている。そしてその中にはこれまでこのような e スポーツに関係が薄いシルバー層も含まれている。

筆者らが所属する九州情報大学において、e スポーツは単なるゲーム競技としての存在に留まらず、ゲーム実況やイベント・大会の計画・運営などを通して様々な学生の活動や進路の可能性を広げる存在である。このような目的のため 2023 年度より発足した e スポーツ同好会は 2024 年度より正式に大学の部活動として認められた e スポーツ部となり様々な活動を行っている。この活動の一つとして、地域貢献がある。これは、大学の所在地である福岡県太宰府市や、大宰府高校のボランティア活動を行っている高校生と合同で e スポーツを通じた交流を目的とした e スポーツ体験会を行っている。これらの体験会においては、コンシューマゲーム機を主とした小学生に対するものやスマホや PC ゲームを主とした高校生や親子に対するものなど、普段からこれらの e スポーツに触れている世代を対象としたものもある。その一方で、地域の老人会と合同で普段このようなゲームに接点が少

ないシルバー層向けの方々に対しても e スポーツ体験会を行っている。

本稿は、このようなシルバー層向け e スポーツ体験会を企画・実行した経験を通して得られた知見より判明した様々な利点や課題について取りまとめる。また、このような活動が他の地域貢献活動にも繋がっていることを示す。

### 2. 本論

#### 2.1 シルバー層向け e スポーツ体験会

我々は、地域の老人会がそれぞれの公民館において活動している定例会などに参加する形で、e スポーツ体験会を実施している。

このようなシルバー層向けの e スポーツ体験会においては、多くの注意すべき点がある。

まず、使用するゲーム機材やゲームソフトの選定である。PC ゲームのような複雑な操作もそうだが、コンシューマ機のコントローラを操作するようなゲームにおいても極力操作が直感的でわかりやすいソフトを使用する必要がある。これは、マリオパーティのような画面を見ながら操作するようなものも難易度が高いものが多く、太鼓の達人のように太鼓を叩くといった慣れ親しんだ操作がベースのものが望ましい。

また、操作だけでも手一杯であるため、それ以外のゲームスタート操作やリトライなどの操作は参加者には難しく、横にいる補助者が代わりに操作する必要がある。このような補助者が、それぞれのゲームコントローラ 1 つに対して 1 人か 2 人いないとスムーズな運営が難しくなる。これに機材のメンテナンスや異常対応をする技術スタッフが別に必要になる。

## 2.2 利点と課題

シルバー層向けのeスポーツにおいては、他のグループに対するイベントとは異なる利点や課題が存在する。以下に簡単にまとめる。

### 利点：

- 普段スマホやコンシューマゲーム機なども含めてゲームに関わることが無かったシルバー層がゲームと一緒に遊ぶ楽しみを体感できる
- この体験を元に、家族(子供や孫といった世代)と一緒にゲームを遊んだり、地域の夏祭りといった多くの世代が交流するイベントにeスポーツを取り入れたりすることができる
- 無理のない範囲で体を動かすことができる。特に屋外のように熱中症や他の車・自転車などを気にすることがなく、屋内での身体的な動作を伴う運動に繋げることができる

### 課題：

- 多くのゲームはシルバー層向けには操作上の難易度が高く、サポートを行うボランティアが必要になる
- ゲームに熱中することによって肉体的な負担や過剰な負荷によって筋肉痛など後日に悪影響が出る場合がある
- ゲームの習熟度比較よりも、他の参加者とのスコア比較に熱中する傾向がある
- 体力的な問題で、長時間の体験会を計画しても途中で終了せざるえない状況になる

## 2.3 課題の解決に向けた取り組み

シルバー層向けのeスポーツ体験会においては、九州情報大学eスポーツ部の部員たちが機材の設置や技術的なサポートを行うことはできるが、実際の体験会においてそれぞれの参加者に合わせてきめ細かな対応を行うのはまだ十分な経験が得られていない。これについては、地域にある太宰府高校のボランティア活動を積極的に行っている生徒の皆さんにも協力を仰いで一人の参加者に複数の補助者が付いて対応することが必要である。

また、我々の活動においては体験会の前にストレッチなどを行って怪我に繋がらないような取り組みも行っている。

一方で、単純な勝ち負けが決まるようなゲームにおいては勝ち負けに非常に強い意味を感じる参加者も多く、また太鼓の達人のようなスコアが表示されるゲームでもスコアの高低に強い拘りがある参加者も多い。体験会としては、これらの表示を抑制することも考慮すべきであるものの、参加者のモチベーション維持のためにもそのまましておく方が良い

ことも考えられる。

また、体力的な問題は容易に解決できるものでもなく、他のイベントに併せて行うことや体験会を行う時間帯を工夫するなどの対応が必要になる。また適当な休息や給水時間の設定なども予め設定しておくべきだろう。

## 2.4 新しい取り組みへの応用

シルバー層向けのeスポーツ体験会は、我々九州情報大学eスポーツ部の地域貢献活動に様々な経験をもたらすものである。

これらの経験に関連した新しい取り組みについてここでは説明を行う。

太宰府市社会福祉協議会より地域の小学生高学年を対象とした障がい者福祉教育にeスポーツを用いた企画を行うような提案があった。これについて、シルバー層向けの体験会で得た知見も併せて、幾つかの取り組みを行う予定である。まず、障がい者がシルバー層と同様にコントローラの操作が難しい場合があり、専用のコントローラを用いたゲームやこれに合わせた新しいゲームの作成を行う。また、そのような機材を実際に操作することで、参加者の小学生にもこのような活動があることを知ってもらったり、他の人々にも広げていくことを進めてもらえるような伝え方を心掛けたい。

## 3. 結論

我々九州情報大学eスポーツ部は、地域貢献活動の一環としてシルバー層向けのeスポーツ体験会運営に取り組んでいる。このようなイベントでは参加者に無理のないゲームの選択が必須である。また、普段からこのようなゲームに慣れ親しんでいない参加者を考慮して、技術的なサポート以外にも多くの補助者を準備することや全体の時間や休憩時間など工夫する必要がある。今回は、これらの活動における利点や課題について報告した。また、このような活動における知見が、他の新しい対象への活動にも繋がっている事例を紹介した。

### 参考文献

[1] A. Ulea, "Everything you've ever wanted to know about esports (but were too afraid to ask)"

<https://www.euronews.com/culture/2023/06/22/everything-youve-ever-wanted-to-know-about-esports-but-were-too-afraid-to-ask>

(Last Visited at 2025/7/21)

# 新しいゲームコンテストの試行と評価

## Pilot Implementation and Assessment of a New Game Competition

永野 斗遠  
Towa Nagano  
z2221530@std.kiis.ac.jp

九州情報大学  
Kyushu Institute of Information Sciences

荒平 高章  
Takaaki Arahira  
arahira@kiis.ac.jp

九州情報大学  
Kyushu Institute of Information Sciences

要約：近年、学生によるゲーム制作やコンテスト参加が活発化しているが、素材準備の負担やデザイン面での格差が「素材の壁」となり、制作意欲や公正な評価の障害となることが多い。そこで本研究では、全員が同じ指定素材を活用することで素材面の壁を取り払い、誰もが公平に参加できる環境を整備する「十人十色コンテスト」を実践した。アンケートを通じて、指定素材の活用が制作体験や評価、参加者の意欲・学びに及ぼす効果と課題を明らかにし、さらに今後の発展として短期集中型ゲームジャムへの展開可能性について検討した。

キーワード：ゲーム、コンテスト、プログラミング、指定素材、ゲームジャム

### 1.

本コンテストの背景および研究目的

近年、デジタル社会の進展により、ゲーム制作はエンターテインメント領域のみならず、教育や創造的活動を支える新たな方法として注目されている。

特に GIGA スクール構想の推進やプログラミング教育の必修化によって、小学校から大学まで幅広い世代がプログラミングやゲーム制作に触れる機会が急速に増加している [1]。

このような教育改革の中で、ゲーム制作は従来の知識伝達型学習から、創造性・論理的思考力・協働的な問題解決能力といった「21 世紀型スキル」 [5] を育成する実践的な学習活動へと進化しつつある。

一方、ゲーム制作にはプログラミング力だけでなく、企画力・デザイン力・チームワーク・プレゼンテーション能力など多様な力が求められるため、近年ではゲームジャムや制作コンテストなどの体験型イベントが盛んに開催されている [3] [4] [5]。

こうしたイベントは参加者が楽しみながら自己表現や学びを深める教育枠組みとして高い効果を持ち、自己効力感やメンタルヘルス向上への寄与も報告されている。しかし、現実の教育現場では「素材の壁」に直面する学生が多い。

こうした状況では、初心者が途中で挫折したり、自己効力感を失うケースも少なくない。住田 [2] も、プログラミング初学者の多くが学習支援や段階的なサポートを必要としていることを指摘しており、実践型の創作コンテストや協働的な学びの場の設計が急務となっている。

また既存のコンテストや発表会では、作品の見た目や完成度が重視され、プログラムの工夫やアルゴリズム面が評価されにくい傾向があり、技術志向の学生が参加意欲を失う例も少なくない。

このような課題を受け、運営側があらかじめ指定

した共通素材のみを使う「指定素材型」イベントが国内外で注目されている。

同じ素材を用いることで「素材の壁」を取り払い、プログラムやアイデアの独自性で競う公平な環境を実現しやすくなる。

実際に先行研究では、素材準備負担の軽減や多様な作品の誕生、創造性や学習意欲の向上が報告されている [3] [4]。

本研究では、この指定素材型コンテストを大学内で実施し、その教育的効果と課題を心理的・健康科学的観点も含めて多角的に検証した。

### 2. コンテスト概要

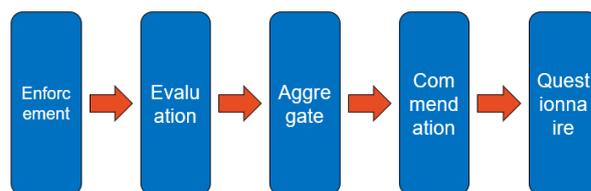


図 1 Schedule

本コンテストは図. 1 のスケジュールに沿って行った。

九州情報大学の学生 4 名を対象に、運営側があらかじめ用意した共通素材のみを用いてゲームを個人制作するという指定素材型のコンテストを実施した。

下記の表 1 は参加者の概要である。

表 1 Participant Overview

Participant No.	Gender	Grade	Game Development Experience	Programming Understanding
①	Male	Junior	Some	Some Understanding
②	Female	Junior	Some	No Understanding
③	Male	Freshman	Some	Some Understanding
④	Male	Freshman	None	No Understanding

配布素材はフリー素材のキャラクター画像やマップタイル、アイテム、UI パーツ、効果音などを Google Drive 上でまとめて配布した。

使用する開発環境や言語は自由とし、Scratch 等のビジュアルスクリプトの利用も可能とした。

生成系 AI の使用は禁止とした。

### 3. 結果

今回のコンテストでは下記のゲーム①②③④が制作された。①②④は Scratch, ③は Unity が使用された。



図 2 ゲーム①



図 3 ゲーム②

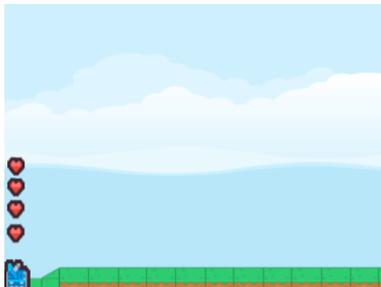


図 4 ゲーム③

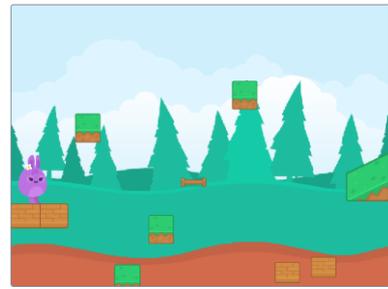


図 5 ゲーム④

制作期間終了時点で、4 名全員が作品を提出し、うち 3 名は最終的に「動作するゲーム」として完成、1 名はプログラムの途中で一部機能が未完成となった。同じ素材からでも参加者ごとに異なるアイデアや構成が生まれることが確認できた。

コンテスト終了後、参加者に対してアンケート調査を行った結果を下記の表 2 および表 3 に示す。

表 2 Survey Results

Question	Satisfaction	Somewhat satisfied	Ordinary	Somewhat dissatisfied	Dissatisfaction
How satisfied are you with the contest?	②	③	④		④
Have you improved your creative drive?	③	②	④	④	
Has your interest in the program increased?		②	① ③ ④		

表 3 Dissatisfaction

Question	Response
Were there any dissatisfaction with this contest?	③ There was not much material for the UI ④ I was frustrated with my lack of understanding of the program and my own inability to learn it well

表 2 から、創作意欲の変化については「向上した」「少し向上した」2 名、「変わらない」「少し低下した」2 名。プログラムへの関心の変化は「少し高くなった」1 名、「変わらない」3 名であった。

主な不満点・困難点として、「UI 素材が少なかった」「プログラム理解が不十分で作品完成に苦戦した」「他者との比較で自信をなくした」などが挙げられた。一方、「他の作品から刺激を受けた」「最後まで完成させた達成感があった」などのポジティブなコメントも複数みられた。

アンケートから、初心者は進捗遅れや他者比較で自信喪失・ストレスを感じやすい一方、経験者は成長実感・達成感を得やすい傾向が浮き彫りになった。また、「素材やジャンルが違うため他の参加者のプログラムを見ても比較・成長が難しい」「アイデア対アイデアの評価に偏りやすい」「問題解決力が測れない」など、評価・学び合いの課題も発生した。

指定素材を用いたことで、素材探し・作成の負担が減り、初学者でも制作に集中できる環境が作られた。

マップ・タイル、キャラ、アイテム・オブジェクト

ト、エフェクト素材が高頻度で活用され、3D や UI 素材は技術的に使用が難しく、必要性が低いなどの傾向も確認された。

#### 4. 考察

指定素材型の手法は、従来のゲーム制作における「素材の壁」を大きく取り払い、誰もが見た目のクオリティや著作権の心配にとらわれず、プログラムやアイデアの本質的な部分で創造力を発揮できる環境を実現することができた。

このような環境下では、作品のビジュアル的な格差が解消され、ゲームロジックや発想の独自性がより純粋に評価される傾向が見られた。

一方で、参加者の制作過程や作品の完成度には依然として個々人のプログラミングスキルや経験値が大きく影響し、「素材の壁」を解消することで今度は「技術の壁」や「表現の壁」へと新たな課題が浮上したことも明らかになった。

アンケート結果からも、経験者は自身の成長や達成感、他者作品との比較による学びを得てポジティブな心理的効果を得たことが示されたが、初心者は技術格差や作品未完成による萎縮、自信喪失、進捗の遅れや他者との比較による焦りなどネガティブな影響を受けやすかった。

制作途中で行き詰まった際のサポート不足や、質問や相談がしにくい雰囲気があると、挫折やストレスの要因になりやすいことも確認できた。

全体を通じて、参加者の多様なバックグラウンドやスキルレベルに応じた心理的安全性や成長支援の必要性が強く示唆された。

#### 5. 今後の展望

今後のコンテスト運営においては、初心者・経験者双方が安心して参加できるようなサポート体制やコミュニティ形成をより一層重視する必要がある。具体的には、ピアレビューやチーム制作、ハンズオンサポートの導入などを通じて、それぞれの参加者が自分の強みを発揮しながら成長できるような仕掛けづくりが求められる。特に、短期間かつ協働型で成果を目指す「ゲームジャム」方式の導入は、達成感や集中力を高め、制作過程を重視する評価軸と組み合わせることで初心者の参入障壁を下げ、モチベーション維持にも効果があると考えられる。

素材指定型の個人制作コンテストでは、参加者ごとのプログラム経験や進捗、自己効力感の違いによる格差や他者比較によるストレス、孤立・途中離脱などの課題が顕在化しやすいが、ゲームジャム形式に移行することで、短期集中で全員が同じゴールに向かい協働・相談しながら制作することで経験差を

互いに補い、相互フィードバックや発表による学び合い、達成感の共有、心理的安全性の向上といった効果が得られ、運営・評価も効率化される上、先行研究でも創造性や自己効力感の向上に寄与することが示されていることから[3][4][5]、より多様で公平な学びの場としてゲームジャム型への移行が合理的かつ有効であると結論づけられる。また、配布素材や作品テーマをより明確に設定したり、参加者同士が進捗や課題を共有できる場を設けることで、自己肯定感や学びの定着を促すことができる。

こうした取り組みは、学校現場に留まらず、地域や企業の人材育成やメンタルヘルス支援にも波及する可能性を持ち、STEAM 教育推進の基盤となる。

今後も多様な成長機会とサポート体制を組み合わせることで、参加者一人ひとりが創造性や自己効力感を高められる教育モデルの構築を目指していく。

#### 参考文献

- [1] 文部科学省、教育委員会等における小学校プログラミング教育に関する取り組み状況等、[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/1406307.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1406307.htm)
- [2] 住田智雄、初学者を対象としたプログラミング学習支援システムの基本的機能の実装と評価、情報教育、2024年、4巻1号、pp. 47-54。  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/rrie/4/1/4\\_47/\\_article/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/rrie/4/1/4_47/_article/-char/ja)
- [3] 財津康輔・藤本徹、小学校高学年向けのゲームジャム型ワークショップの実践と創造性への影響に関する研究、日本デジタルゲーム学会年次大会予稿集、2023年、13巻、pp. 87-90、  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/digr/ajproc/13/0/13\\_87/\\_article/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/digr/ajproc/13/0/13_87/_article/-char/ja)
- [4] 高木亜有子、湘北短期大学におけるゲームジャムの導入と学生への教育的効果、コンテンツ教育学会誌、2017年、1巻1号、pp. 12-22、  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/ccra/1/0/1\\_12/\\_article/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/ccra/1/0/1_12/_article/-char/ja)
- [5] 大谷卓史、過去からのメディア論 ゲームジャムと21世紀の教育、情報管理、2018年、60巻10号、pp. 739-743、  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/60/10/60\\_739/\\_article/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/60/10/60_739/_article/-char/ja)

# VR を用いた 3D モデリング教育の提案

## A Proposal for 3D Modeling Education Using VR

中嶋 文萌  
Ayame Nakajima  
z2251519@std.kiis.ac.jp

永野 斗遠  
Towa Nagano  
z2221530@std.kiis.ac.jp

田村 明日香  
Asuka Tamura  
z2221528@std.kiis.ac.jp

荒平 高章  
Takaaki Arahira  
arahira@kiis.ac.jp

九州情報大学  
Kyushu Institute of  
Information Sciences

**要約:** 近年, VR (仮想現実) 技術の発展は著しく, 教育の分野においてもその活用が大きな注目を集めている. 特に 3D モデリング教育は, 従来のタブレット等では得られない直感的な想像力や空間認識能力等の向上が期待されており, VR による教育効果に関心が高まっている. そこで, VR を用いた 3D モデリング教育の有用性を明らかにするとともに, 現在の普及状況や導入上の課題, 生徒の VR に対する考えをアンケート調査及び先行研究をもとに検討し, 今後の教育現場への普及に向けた提案を行う.

**キーワード:** ゲーム, アンケート, 触覚, 聴覚

### 1. 研究背景及び目的

近年の日本は情報教育の拡大と共に, 3D モデリングは美術やデザイン, エンジニアリング分野等で幅広く活用されている. しかし, 従来の教育方法では直感的な想像力や空間認識能力等を学習者が育むことが難しいという課題がある. 文部科学省による取り組むべき課題の一つに, 基本的な知識・技能に加え, これらを活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力の育成等がある. また, 現在学生の空間認識能力[1]の低下が問題視されている. 空間認識能力の低下は数学等の図形問題の解答や地図を読む能力, 自動車を運転する力に影響を及ぼす.

一方先行研究によれば, VR を用いた学習環境は, 学習者の直感的な想像力や空間把握能力, 問題可決能力の向上を図ることができると示されており, 特に 3D モデリングのような「立体的な構造を頭の中で組み立てる必要のある分野」において効果があるとされている. 本研究の目的は, VR を活用した 3D モデリング教育の有効性及び課題を明らかにし, 教育現場への導入とその普及に向けた実践的な提案を行うことである.

### 2. VR を活用した 3D モデリング教育の概要

本研究が提案する教育モデルでは, 主に中高生から大学生を対象とし, VR を用いた学習環境の構築や VR を用いた作品作りを想定している. 従来の PC モニターを用いた Blender 等によるモデリング学習ではマウスやキーボードによる間接的な操作となる

為, 三次元空間の把握や立体空間の認識能力が掴みにくいという課題があった. しかし, VR 環境下では, 自らの身体を使用して立体の周囲を歩き回り, 直感的にオブジェクトを掴んで操作することができるため, 空間認識能力や直感的な想像力の向上が期待できる.

教育の流れとしては, まず 3D 機器や 3D モデリングソフトの基本操作を学習し, その後自由製作またはテーマに基づいた課題製作を行う. 製作過程では, VR 空間でのコミュニケーションや相互評価を取り入れることで, 学習者同士に評価しあいながらスキル向上を図る. また, 最終的には完成した 3D モデルを発表・展示し, 自己評価や他者からの評価を通じて学びを深める. このような学習を繰り返すことで, 実践的なモデリング技術の習得だけでなく, プレゼンテーション能力や共同的な学びも促進されると考えられる.

### 3. アンケート調査の内容と結果

VR を用いた 3D モデリング教育の現状と課題の把握のため, 本研究では VR デバイスの使用の有無, VR を用いて行ったこと, 3D モデリング経験の有無, 3D モデル作成の有無, 利用したことのある 3D モデリングツールの種類, 3D モデリングの講義を受けたことがあるか, VR を用いた 3D モデリング授業への参加の有無 (参加したい理由と授業内容の希望の記入), 学習に VR を用いることに抵抗があるか, VR を使用する際の不安, VR で作品を作成したいかの有無, 今までイラストや作品を

作成したことがあるかの有無(どのようなアプリやソフトを使用しているか)、VR 体験中の酔いを感じるかの有無について主に本学の2年生と大学院生にアンケートを実施した。

その結果、VR デバイスの使用経験者が約 56%で、3D モデリング経験者は約 20%、3D モデルの作成の経験は 12%であった。VR を用いて行ったことに対する質問では、ゲーム、映画鑑賞が多かったが大半の回答者が VR で行ったことはないと回答していた。使用したことのある 3D モデリングツールでは Blender が半数以上を占めていた。

VR を活用した 3D モデリング授業への参加をしたいと考える生徒は約 76%で、学習に VR を用いることへの抵抗がある生徒は約 8%で、大半の生徒が VR を用いた授業に肯定的な意見を持っていた。VR で作品を作成したいと考える生徒は約 80%で、イラストや作品をこれまで作成したことのある生徒は約 28%であり、アイビスペイントやクリップスタジオで作成をしていた。VR 体験中の酔いに対する質問には多くの生徒が VR を使用したことがないと回答し、VR を利用したことのある生徒の約半数以上が酔いを感じたことがないと回答している。また、VR を用いて学ぶ際の懸念点として、機材が高いことと操作が難しそうであると回答した生徒が、約 80%であった。

先行研究として山口敏和氏の「3D を題材としたモデル化・シミュレーションの指導開発」を上げる[2]。この研究によると、三次元モデリングを題材としてモデル化とシミュレーションを用いた問題解決力を育成するための指導法を開発することを目的とし実際に生徒に 3D モデリングを行い 3D プリンタを使用した結果、第 14 回に渡る講義により個人で 3D モデリング、3D プリンタを使用できるようになっていた。講義の最初では 3D モデリング課題作業を行っていたが、第 13~14 回の講義では自身で 3D 作品を作成していることから想像力の発達を示唆している。

一方で、VR 酔いに関しては無視できない問題であり、本アンケートでも VR 酔いを心配する生徒は約 28%いた。

使用したことのある3Dモデリングツールを全て選んでください。Please select all the 3D modeling tools you have used.  
12 件の回答

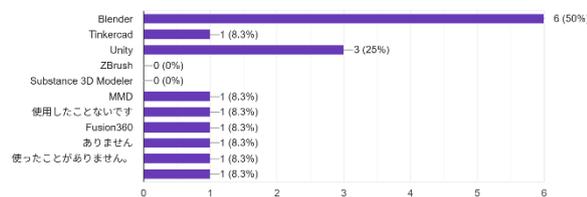


図1 使用したことのある 3D モデリングツールの内訳

#### 4. VR を用いた 3D モデリング教育の導入に向けた課題と展望

本研究で明らかになったアンケート結果及び先行研究より、VR を用いた 3D モデリング教育の導入においては、まず機材費用や使用難易度の高さが課題であるとされている。特に、公立学校や地方の教育現場では十分な数の VR デバイスや対応するソフトウェアを揃えるためのコストが大きな負担となると考えられる。さらに、VR 酔いに対する懸念点より、使用時間を制限する、こまめに休憩をとる、体調が安定しているときに使用すること等で管理する必要がある。また、教育現場で使用するためには教員自身が VR 技術やモデリングソフトの操作に習熟するだけでなく、体験共有などの指導方法の工夫も求められる。

今後の展望としては、VR 教育の導入の試作として VR を使用した短時間の体験会を行い、講義での演習、継続的な課題製作への展望を推進し、VR 酔いを最小で抑える方法の模索、さらに教員向けの研修会・教材開発などのサポート体制を確立することが重要である。そして、美術やデザイン、数学等での VR の活用を行うことで学生の空間認識能力や想像力に効果を見出したいと考えている。この他に、地域・学校間のネットワークを活かした共同プロジェクトなど、多様な教育モデル開発が期待される。

#### 5. 終わりに

本研究では、VR を用いた 3D モデリング教育の意義と可能性について、アンケート調査と先行研究をもとに論じてきた。VR 技術は従来のモデリング教育に新たな価値をもたらし、学習者の空間認識能力や想像力を育み問題解決能力の向上が期待される。一方で、普及拡大にはコストや VR 酔いの懸念、指導体制の課題が残っている。今後は、実際の教育現場での実践を通じてより具体的な学習成果の測定や効果的なカリキュラムの製作、持続可能な運用モデルの構築を目指していく必要がある。

#### 謝辞

本研究の実施にあたり、アンケート調査にご協力いただいた皆様に謝意を表する。

#### 参考文献

- 1) 空間認知能力とは？ <https://kosodate-aruco.main.jp/wordpress/2025/02/27/>
- 2) 先行研究：3D を題材としたモデル化・シミュレーションの指導法開発, IN2017-08.pdf

本報告は、ゲーム学会「ゲームと健康科学」研究部会第1回研究会当日配布用に用意した予稿集です。本報告に掲載されている予稿は、ゲーム学会合同研究会論文集に合本掲載される予定です。本報告に関してお問い合わせなどがありましたら、下記の研究部会幹事までご連絡ください。

「ゲームと健康科学」研究部会幹事 荒平高章(九州情報大学)

[arahira@kiis.ac.jp](mailto:arahira@kiis.ac.jp)