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.gameamusementsociety.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
International Professional University of Technology in Tokyo

森 善龍
Yoshitatsu Mori
y-mori@osakac.ac.jp
大阪電気通信大学
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、ある程度の人間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つつ、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ィア」「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				
	M	*s*	*M*	*s*	*t*	*df*	*p*
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				
	M	*s*	*M*	*s*	*t*	*df*	*p*
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t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 Coder 3正式版を用いた。

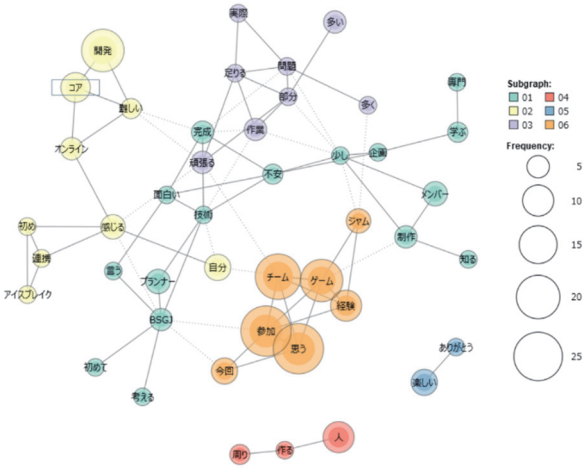


図1：ビットサミットゲームジャムの自由記述

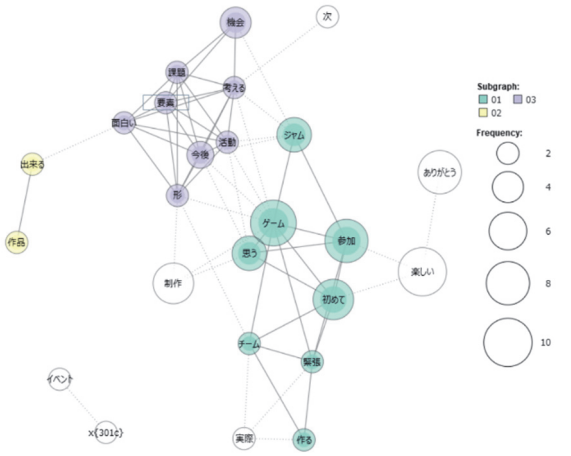


図2：夏の学内ゲームジャムの自由記述

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、ぞ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、これらの想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あげます。

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/<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.k-of.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[1)] ・HE lechen[1)] ・田畑 史菜[1)] ・
大森 典子[1)]・服部 元史[1)] ・坂内 祐一[2)]

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

Zekain LIU[1)], Lechen HE[1)], Noriko OMORI[1)], Fumina TABATA[1)], Motofumi HATTORI[1)], Yuichi BANNAI[2)]

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

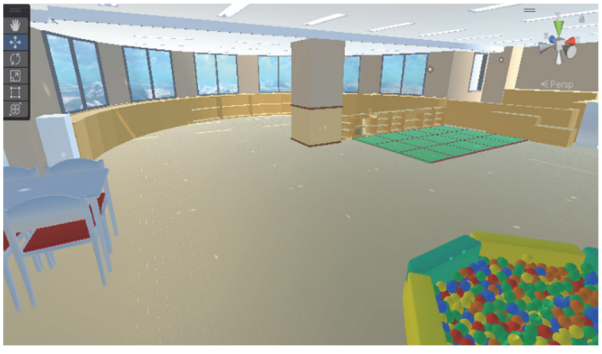


図２ 保育実習室を Unity 仮想空間に実現

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

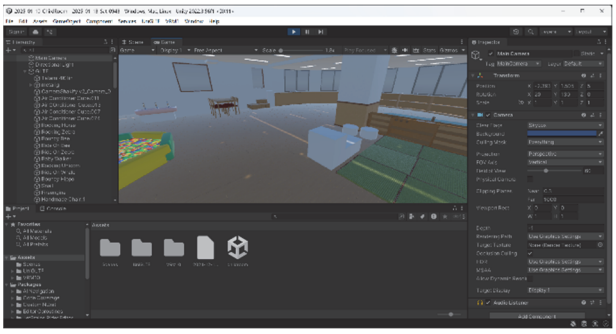


図５ 質感 Material を Texture 画像へ bake する

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の紹介や、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が問題となる。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効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に焦点を当てる。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[1]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、その設計にはバ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[2]。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て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.

論　文

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 temporally. 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[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るとはいえない.

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.

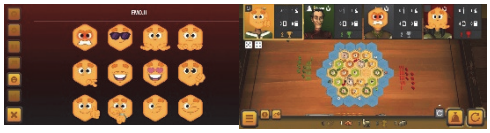


図 6 左;スマートフォン上でのアプリ版 EMOJI 選択一覧
右;自身及び他プレイヤーが EMOJI を使用した様子

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，手番プレイヤーが手番を強制終了されないが，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 回持ち掛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 の呈示

図 9 において BGA における定型文及び EMOJI の呈示の様子を示す．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 の呈示される．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明	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の呈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呈示を行う場合，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呈示することでほかのプレイヤーに情報を呈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)」を組み合わせて呈示することを想定する．

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呈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呈示を通じて，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呈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

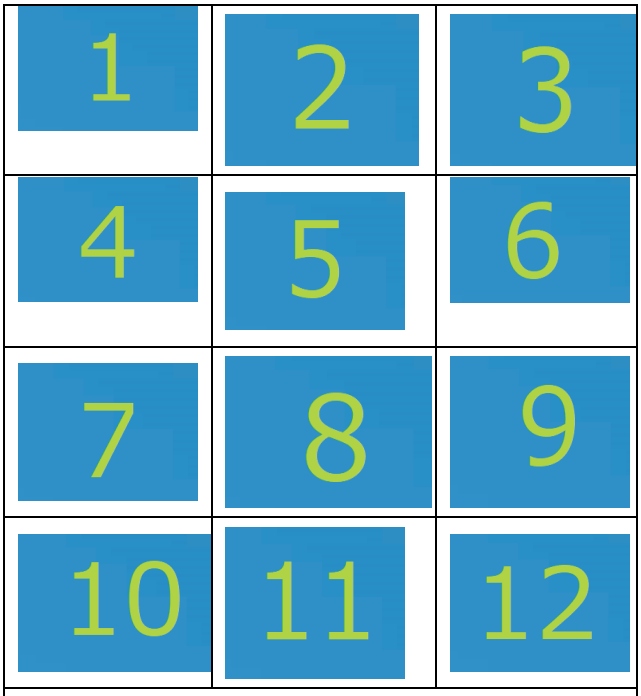
本章では，アプリ版における人対人のオンライン対戦を再現するための心理実験の方法を述べる．

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．

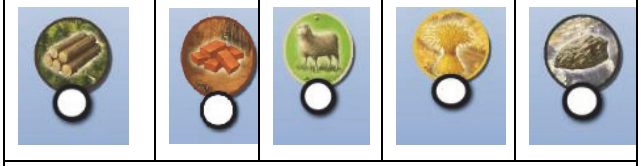
表4にて提案する交渉アイコンの一覧を示す．

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



0；1〜12 までの数字

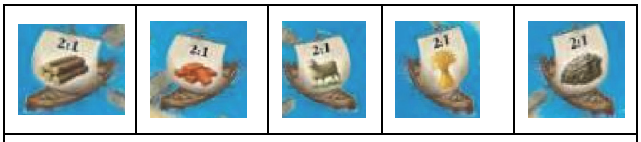


1 資源カード種類（木，土，羊，麦，鉄の内 1 つ）のアイコン

4 資源カード種類（木，土，羊，麦，鉄の内 1 つ）のアイコンに×を追加

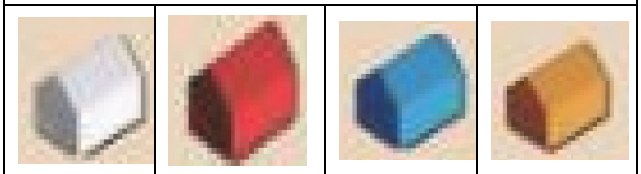
7 資源カード類（木，土，羊，麦，鉄全て）のアイコン

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の対戦を行ってもらい，交渉回数の多寡と，図 11 の様なやり取りと有無の相関を取ることで，アイコンや文字呈示の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考えられる．

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呈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
[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
[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

荒木開人

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

摩訶大将棋の駒数が 96 枚である理由
～古代日本と古代中国における 96 と 360～

Why Maka Large Shogi Has 96 Pieces: 96 and 360 in Ancient Japan and China

高見 友幸
Tomoyuki Takami
takami@osakac.ac.jp

大阪電気通信大学 総合情報学部
Osaka Electro-Communication University

要約：摩訶大将棋の片側の駒数である 96 という数は，古代日本と古代中国において，ある種の「マジックナンバー」とみなされていたのではないだろうか．本稿では，1）摩訶大将棋起源説，2）唐長安城正方形仮説，3）初期平安京正方形仮説，4）日本書紀紀年論における笠井倭人仮説の 4 仮説とともに，96 と 360 という数が，大型将棋の設計，唐長安城や平安京の都城設計，日本書紀の紀年設計の中の重要な数値として使われている事例を紹介する．

キーワード：摩訶大将棋，平安京正方形仮説，唐長安城正方形仮説，日本書紀，紀年復原

1．はじめに

96 および 360 という数値は，古代日本と古代中国において，ある種の「マジックナンバー」とみなされていたのではないだろうか．これが本稿の結論である．そのひとつの現れが，平安時代初期に成立したと思われる摩訶大将棋の片側の駒数 96 であると考える．大大将棋の片側の駒数 96，延年大将棋を構成する駒の種類 96 も同様である（図 1）．

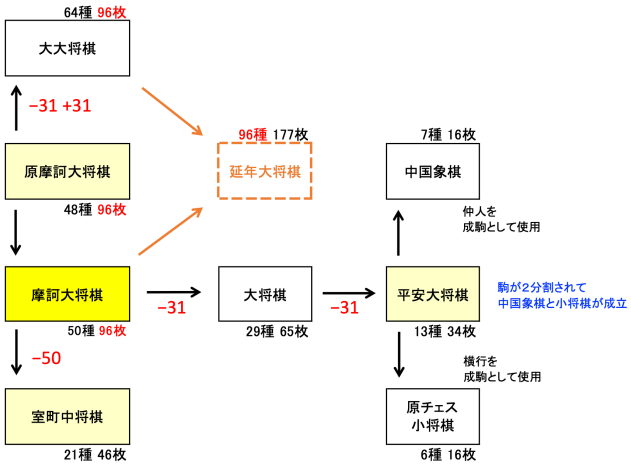


図 1．大型将棋の発展過程．

単にこうした事実だけで 96 が特殊な数であると推論するわけにはいかないが，摩訶大将棋は古代の天皇家が信奉した呪術の将棋であって，駒には陰陽五行思想，盤には天円地方の思想が組み込まれていることがわかっている．このことから，96 が呪術的な数とみなされていたとしても不思議ではなかろう．

大型将棋に見られる 96 と同様，古代においては，日本の天皇，中国の皇帝と深く関わる対象物に対して 96 と 360 が出現する．96 と 360 に対する徹底した信奉を感じ取ることができるのである．本稿ではそうした事例を紹介する．第 2 節で唐長安城と初期平安京，第 3 節で日本書紀の紀年構成について述べる．

ところで，本稿の推論には，次の 1）～4）に挙げる仮説が大きく関連している．96 と 360 の出現には，これらの仮説が前提となっていることをまず強調しておきたい．

1）摩訶大将棋起源説
2）唐長安城正方形仮説
3）初期平安京正方形仮説
4）日本書紀紀年論における笠井倭人仮説

なお，上記 4 仮説は，我々の研究グループがそれぞれの学術領域で個別に研究を進め，ひとまず一定の結論を導いている．しかしながら，どの仮説も通説とは大きく異なるために，どの仮説もいまだ全面的に認められた説とは言い難い．

さて，上記 4 仮説を，短編の予稿あるいは短時間での発表で納得していただくのはほぼ不可能に近い．とは言え，本研究会の発表を契機として是非研究者諸氏に 4 仮説の内容をお伝えできればと思う．仮説の全体像と詳細については近日中に公開する YouTube の動画にて代える．稿末の文献も参照されたい．仮説の全体像と詳細については YouTube や文献に譲ることとし，以下の節においては，96 と 360 の事例の概略に

ついてのみ取り上げる．

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．

○ 宮城の内部に一辺が 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辺が 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）として一辺が 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．

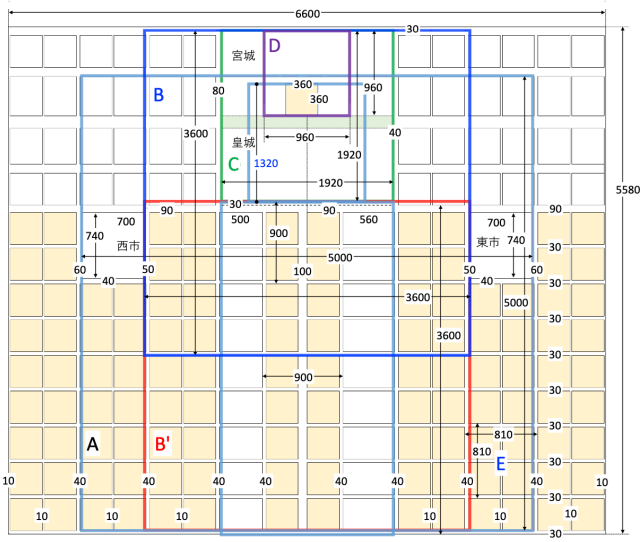


図２．唐長安城の設計数値．単位は歩．

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．

○ 大極殿院は一辺 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，やはり一辺 96 歩（40 丈）の正方形として設計されている．

○ 平安宮は一辺 960 歩（400 丈）の正方形（青枠の正方形）として設計されている．

○ 平安京全体は一辺 3600 歩（1500 丈）の正方形として設計されている．

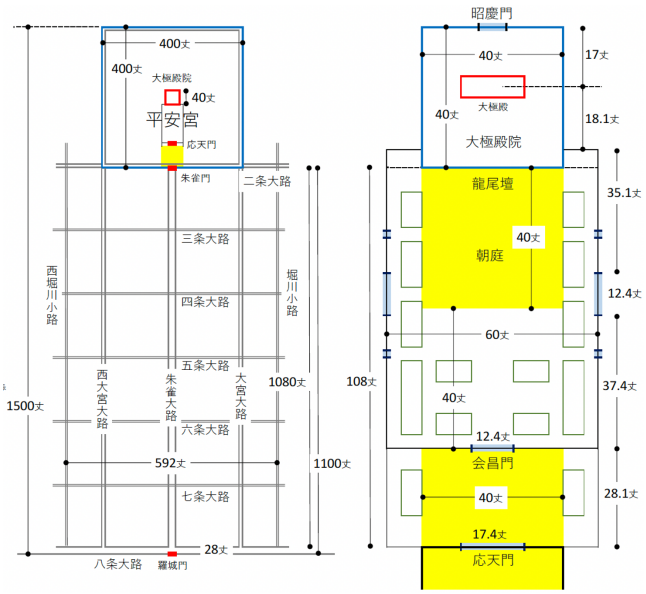


図３．初期平安京（左）と初期平安宮（右）の設計数値．単位は丈（40 丈＝360 歩）．

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．いずれも重要の紀年と言えよう．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えてしまう．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読～，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，（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