

高齢者の身体活動の促進を目的とした 複合現実型ゲームを用いた社会的交流要素の効果検証

Luciano H O Santos^{1,a)} 岡本 和也^{1,2} 大槻 涼¹ 平木 秀輔^{1,2} 山本 豪志朗² 杉山 治³
青山 朋樹⁴ 黒田 知宏^{1,2}

概要: 複合現実型ゲームは、現実の世界の要素をゲームの世界に取り入れることで、ユーザに対して身体活動を促すことができる。本稿では、複合現実型ゲームのデザイン要素の1つである社会的交流要素による高齢者の身体活動促進への影響を評価する。評価のため、社会的交流要素があるゲームを介入群に利用してもらい、社会的交流要素のないゲームを対照群に利用してもらった。結果として、介入群の身体活動がより促進されたことが観察され、社会的交流要素による身体活動促進への有効性が示唆された。

キーワード: 高齢者、身体活動、複合現実型ゲーム、社会的交流

Evaluating the Effect of Social Interaction in a Pervasive Game to Promote Physical Activity of Older Adults

LUCIANO H O SANTOS^{1,a)} KAZUYA OKAMOTO^{1,2} RYO OTSUKI¹ SHUSUKE HIRAGI^{1,2}
GOSHIRO YAMAMOTO² OSAMU SUGIYAMA³ TOMOKI AOYAMA⁴ TOMOHIRO KURODA^{1,2}

Abstract: Pervasive games incorporate elements from the real world into their gameplay, creating more engaging experiences that can be used to stimulate positive behaviour. In this paper, we describe the evaluation of a pervasive game that used social interaction as a design element to promote physical activity among older adults. We used two variations of the game, one with social interaction (intervention) and another without it (control). We observed a larger positive effect on levels of physical activity at the intervention group, suggesting a positive influence of social interaction to stimulate physical activity.

Keywords: Aged, Physical Activity, Pervasive Games, Social Interaction

1. はじめに

世界的な高齢化の進展に伴い [1]、高齢者の生活の質の向上が世界的に重要な課題となっている。近年、この課題に対する対応策として、ゲームやゲーミフィケーションが注目されている [2]。

高齢者の生活の質を向上させるためには、高齢者の身体活動を促進し、社会的な交流を生み出すことが重要であ

る [3, 4]。高齢者の身体活動促進、社会的交流の創出という目的に対して複合現実型ゲームは各種のゲームの中でも特に効果的だと考えられる。

複合現実型ゲームは、現実の世界の要素をゲームの世界に取り入れているという特徴を持ち [5]、要素の取り入れ方は図 1 に示すように、様々な方法がある。有名な複合現実型ゲームの例として、ポケモン GO [6] があり、ポケモン GO ではプレイヤーの位置と環境の特性を使用して、出現するキャラクターに変化を加えている。

現実の世界の位置情報という要素をゲームに取り入れることで、高齢者の身体活動を促進することが可能になり、他のプレイヤーという要素をゲームに取り入れることで、

¹ 京都大学大学院情報学研究科

² 京都大学医学部附属病院 医療情報企画部

³ 京都大学医学部附属病院 先制医療・生活習慣病研究センター

⁴ 京都大学大学院医学研究科

a) lhsantos@kuhp.kyoto-u.ac.jp



図 1: 複合現実型ゲーム

社会的な交流を生み出すことが可能になる。

また、一般的に複合現実型ゲームは多くの人が利用しやすいように作成されており、この特徴も高齢者に適している [7]。ゲームに馴染みのない高齢者は多いが、ゲームに馴染みのない高齢者にとっても複合現実型ゲームを始めることは容易である [8]。

以上のように、複合現実型ゲームは高齢者の生活の質の向上に有用であると考えられているが、複合現実型ゲームのどの要素が重要であるのか十分な分析はなされていない。

そこで、本研究では、複合現実型ゲームのゲームデザイン要素の1つである社会的交流要素に着目し、高齢者の身体活動の促進に対してどのような影響を与えるかを調査する。

調査手法として2種類の位置情報を用いた複合現実型ゲームを用意し、対照群のプレイヤーには社会的交流機能がないゲーム (NSI 群とする) を、介入群のプレイヤーには社会的交流機能があるゲーム (SI 群とする) を遊んでもらい、ランダム化比較実験を行う。

2. ゲーム

本研究では「神歩」と名付けた Android 用の複合現実型ゲームを開発した。ゲームのプレイヤーは京都市内の神社や寺院を歩いて巡り、カードを収集することができる (図 2)。各カードには動物が描かれており、カードのレベルによってカードが色分けされている。ゲームの目的は、全種類の動物の最大レベルのカードを集めることである。

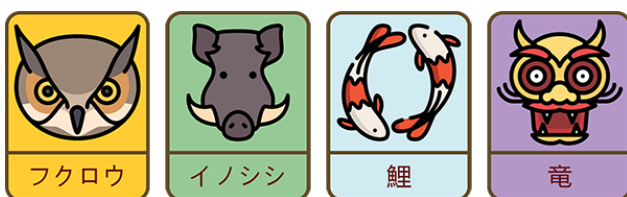


図 2: ゲーム内におけるカードのデザイン

プレイヤーは地図 (図 3a) を使って近くの寺社を探すこ

とができ、寺社から 50 メートル以内に近づくと寺社に「チェックイン」してカードを受け取ることができる。プレイヤーが同じ寺社を訪れたとしても同日の午前と午後それぞれ1回以上「チェックイン」することはできず、カードを複数枚もらうことはできない。この制約によって、プレイヤーが京都市内にある様々な寺社を訪れることを促した。

また、「神歩」は Google Sensor API を用いて常にプレイヤーの歩数を計測しており、プレイヤーは 1000 歩歩くごとにカードを1枚手に入れることができる。Google Sensor API から取得できる歩数の正確性は Fitbit のような専用アプリケーションと比較して同等以上であると評価されている [9]。

プレイヤーが獲得できるカードはレベル1のカードのみであり、より高いレベルのカードを取得するためには、同じレベルのカード5枚を1つ上のレベルのカード1枚へと交換しなければならない (図 3b)。レベルは1から4まであり、最大レベルのカードを取得するには長い時間がかかる。このルールによって、プレイヤーが目標を達成するために「神歩」を長く遊ぶことを促した。

さらに、介入群が使用した社会的交流機能がある「神歩」では、上記に示したカードの取得方法に加えて、以下に挙げる2つの方法を追加した。

- プレイヤーは訪れる寺社それぞれにおいて、所持しているカードのコピーを1日1回残すことができる (図 3b)。コピーが残された寺社は強調表示され、他のプレイヤーがその寺社に「チェックイン」すると、カードのコピーを取得でき、コピーを残したプレイヤーもランダムなカードを受け取ることができる。
- プレイヤーは毎日、ランダムなチャレンジグループに割り当てられ、同じグループのプレイヤーが寺社に「チェックイン」するとグループ内の全メンバーもカードを受け取ることができる (図 3d)。プレイヤーは同じグループ内のメンバーとメンバーが獲得したカードを確認でき、グループへの貢献を実感できる。

3. 実験

社会的交流要素がプレイヤーの身体活動に与える影響を評価するために、NSI 群と SI 群を比較するランダム化比較実験を行った。

なお、本実験は京都大学の医の倫理委員会によって承認を受けて実施した。

3.1 参加者

広告を用いて、京都市在住の高齢者を実験の参加者として募集した (付録 A)。この研究は予防的ヘルスケアを目的としているため、年齢制限を 50 歳以上とした。その他の基準としては、自立歩行が可能であること、ゲームの指示



(a) プレイヤーは地図を使い、近くの寺社を探ることができる。
 (b) プレイヤーは同じレベルのカード5枚を1つ上のレベルのカードに交換できる。



(c) プレイヤーは訪れた寺社にカードのコピーを残せる、また、他のプレイヤーはカードのコピーがある寺社がわかる。
 (d) プレイヤーはチャレンジグループに割り当てられ、グループメンバーの進捗状況が通知される。

図 3: ゲームの画面

を理解して歩行運動をする上で問題となる認知的または身体的障害がないこととした。参加者全員が説明文書に基づいて説明を受け、同意書に署名して実験に参加した。

3.2 実験の実施

実験期間は4週間とした。実験初日に、参加者に実験の目的について説明を行い、同意書に署名してもらい、ゲームの経験と技術に関するアンケートに回答してもらった。そして、自身の Android 端末で実験に参加したい参加者に対しては「神歩」のインストールおよび初期設定について説明を行った。その他の参加者には「神歩」をインストー

ルした Android 端末を貸し出した。

最初の1週間は「神歩」を使用できないようにし、参加者には Android 端末を携帯してもらった。この1週間で基準となる参加者の歩数を計測した。

その後、参加者の基準の歩数、年齢、性別を基に、参加者を無作為に NSI 群または SI 群のいずれかに割り当てた。なお、グループの割り当てに関しては参加者に知らせなかった。

残り3週間は「神歩」を使用できるようにし、参加者に自由に「神歩」を使用してもらった。

実験の最後に、参加者に「ゲームの体験に関するアンケート [10]」(その「社会的存在感に関するアンケート」を含む) および「システムユーザビリティ評価 [11]」からの項目を含む最終アンケートに回答してもらった。

3.3 データの解析

データの解析にあたって、参加者の第1週の総歩数を b とし、週ごとの歩数を $\Delta_i = w_i - b$ で評価する。ここで w_i は週ごとの総歩数であり、 $i = 2, 3, 4$ である。また、 Δ_i を b で割ることで週ごとの割合の変化を評価する。

本研究では、計測結果を毎週の繰り返し計測とみなし、ANOVA を群または週のどちらかを要因としたときに統計的に有意な差があるかを評価する。また、一般化された η^2 を効果の大きさを測るために用いる。

4. 結果

各群の参加者は9人ずつであり、どちらも女性は7人であった。平均年齢は、NSI 群で64.6歳 ($SD = 8.9$)、SI 群で62.2歳 ($SD = 8.4$) であった。表1に、参加者のコンピュータに対する慣れと電子的なゲームに関する経験を示す。参加者のスマートフォンの使用経験は限られており、電子的なゲームの使用経験がある参加者はごくわずかであったが、ほとんどすべての参加者がパーソナルコンピュータを使用したことがあった。

表2に参加者の歩数を示す。基準歩数の列に基準の歩数の平均と標準偏差を示し、残りの列に各週の変化の平均値と標準誤差を示す。

絶対的な変化を見ると、群の因子に対する効果は統計的に有意な値 $p = .04 (\eta^2 = .31)$ となった。週の因子に対しては、有意差は見られなかった ($p = .19$)。割合変化の場合、因子として群をとると $p = .02 (\eta^2 = .30)$ と有意な結果となり、週に関しても $p = .17$ と有意差が見られた。

表3にゲームに関する体験とシステムユーザビリティの平均スコアを示す。すべてのスコアは $[0, 4]$ の尺度で取得され、2以上の値はその項目に対する強い影響を示す。

5. 考察

NSI 群と比較した場合、SI 群において身体活動のより

表 1: 参加者のコンピュータに対する慣れと電子的なゲームに関する経験

	NSI (%)	SI (%)
パーソナルコンピュータの経験		
使用頻度		
毎日	4 (45)	2 (22)
1週間に2回以上	1 (11)	2 (22)
1週間に1回程度	1 (11)	3 (34)
使用しない	3 (33)	2 (22)
使用用途		
メールを使用する	6 (67)	4 (44)
ウェブブラウザを使用する	4 (44)	5 (56)
ウェブ検索をする	4 (44)	5 (56)
ニュースを読む	4 (44)	4 (44)
SNSを使用する	3 (33)	2 (22)
写真を管理する	4 (44)	4 (44)
文書の作成や編集をする	5 (56)	5 (56)
スマートフォンの経験		
使用しない	1 (11)	0 (0)
使用用途		
電話をかける	8 (89)	9 (100)
メールを使用する	8 (89)	9 (100)
ウェブブラウザを使用する	6 (67)	8 (89)
SNSを使用する	6 (67)	9 (100)
アプリをインストールする	6 (67)	9 (100)
電子的なゲームの経験		
使用頻度		
毎日	3 (22)	2 (22)
1週間に2回以上	0 (0)	2 (22)
1週間に1回程度	0 (67)	0 (0)
めったにしない	5 (56)	2 (22)
しない	1 (11)	3 (34)
使用機器 ^{a-c}		
パーソナルコンピュータ	3 (38)	1 (17)
携帯型ゲーム機 ^e	1 (13)	1 (17)
ゲーム機 ^d	0 (0)	0 (0)
スマートフォン	5 (63)	5 (83)
相手 ^{a-c}		
一人	8 (100)	6 (100)
家族 (子供)	1 (13)	0 (0)
家族 (大人)	0 (0)	0 (0)
友達	1 (13)	0 (0)
他人	0 (0)	0 (0)

^a 複数選択可。

^b 経験があると選択した上で使用機器や相手に関して選択されなかった人もいた。

^c 経験があると選択した人に対する割合。

^d PlayStation、Xbox、Nintendo Switch など。

^e Nintendo 3DS、Sony PSP など。

大きな正の変化が観察され、その差は統計的に有意であった。この結果は絶対的变化と割合変化の両方について観察され、 η^2 はどちらの場合でも中程度の効果の大きさを示し

表 2: 基準歩数と各週の変化の平均

		基準歩数 (SE)	Δ_2 (SE)	Δ_3 (SE)	Δ_4 (SE)
NSI	絶対値	46897.2 (7905.4)	1583.3 (3108.3)	591.5 (2414.5)	-1041.8 (1992.7)
	割合	-	4.6% (7.2%)	2.4% (4.7%)	0.6% (4.4%)
SI	絶対値	45967.3 (8260.7)	11520.0 (3941.5)	9576.3 (2631.5)	7648.7 (3900.9)
	割合	-	28.0% (8.7%)	23.0% (5.1%)	13.9% (8.0%)

表 3: ゲームに関する体験とシステムユーザビリティの平均スコア

	NSI (SE)	SI (SE)
ゲームに関する体験		
有能性	1.6 (0.1)	2.1 (0.2)
没入感	1.7 (0.2)	2.3 (0.1)
夢中	1.4 (0.2)	1.6 (0.1)
緊張	0.5 (0.1)	1.1 (0.2)
挑戦	1.3 (0.2)	1.5 (0.1)
悪い影響	0.7 (0.2)	1.0 (0.1)
良い影響	2.6 (0.2)	3.0 (0.1)
社会的存在感		
心理的関与 - 共感	0.8 (0.1)	2.0 (0.2)
心理的関与 - 悪感情	0.5 (0.1)	1.0 (0.2)
行動的関与	0.5 (0.1)	1.5 (0.2)
システムユーザビリティ	2.6 (0.1)	2.8 (0.1)

たので、社会的交流要素は身体活動を促進するための関連効果を有すると結論付けることができる。

この結果は、「神歩」 [12] の改訂版を使ったブラジルでの以前の実験を裏付けるものであり、観察された身体活動の変化も他の既存研究と同様であった [13]。

ゲームに関する体験とユーザビリティのアンケートの結果は様々であった。SI 群が使用したゲームにおいては、ゲームにおける悪い影響を含めて、全ての項目で高いスコアとなった。これは SI 群の参加者が全体的により強い経験をしたことを示唆する。SI 群において良い評価を得ている「技能」や「没入」といった項目においては、NSI 群と SI 群の評価に明確な違いがあった。SI 群が使用したゲームには社会的交流機能があったため、「共感」の項目において高い評価を得ているが、他の 2 つの項目に関しては低いスコアとなった。ゲームの「使いやすさ」に関しては、どちらのゲームも高い評価を得ることができた。

この研究にはいくつかの制限があった。特定の種類の社会的交流、例えば、他者との競争、チームにおけるコラボレーションと競争の組み合わせが評価されたが、他者との交流の要素には顔を合わせて行うコミュニケーションと仮

想空間上でのコミュニケーションや、知り合い同士、他人同士などもある。さらに、ゲームとしては物語、美学、ゲームで使用される現実世界の要素の種類など、その他のデザイン要素も考慮する必要がある。

最後に、これまでの研究では高齢者の身体活動と生活の質の間の相関関係が観察されている。本研究においても同様の相関が成り立つかを確かめるために適切な機器を使って直接測定することも今後検討を進める。

6. まとめ

複合現実型ゲームのデザイン要素が高齢者の身体活動にどのような影響を与えるかを理解することは、高齢者の身体活動に対するモチベーションを高め、健康的なライフスタイルを促進するための効果的な戦略作りに役立つ。本研究では、ゲームデザインの観点から複合現実型ゲームを調査し、ゲームのデザイン要素の1つである社会的交流要素が、高齢者の身体活動を促進するかを評価することで、統計的に有意なゲームがもたらす良い効果を見出した。

将来的には、本論文で用いた位置情報や物語の要素以外の現実世界の要素を、複合現実型ゲームのデザインに取り入れ、異なる社会的交流要素を用いたゲームを開発し、「神歩」との比較を行う。また、開発したゲームとポケモンGOなどの他の複合現実型ゲームとの比較や、身体活動を促進する他の手法などとの比較を行う。

参考文献

- [1] United Nations: World Population Ageing, Technical report, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017).
- [2] Bleakley, C. M., Charles, D., Porter-Armstrong, A., McNeill, M. D. J., McDonough, S. M. and McCormack, B.: Gaming for health: a systematic review of the physical and cognitive effects of interactive computer games in older adults, *Journal of Applied Gerontology*, Vol. 34, No. 3, pp. NP166–NP189 (online), DOI: 10.1177/0733464812470747 (2015).
- [3] Vagetti, G. C., Barbosa Filho, V. C., Moreira, N. B., de Oliveira, V., Mazzardo, O. and de Campos, W.: Association between physical activity and quality of life in the elderly: a systematic review, 2000–2012, *Revista Brasileira de Psiquiatria*, Vol. 36, No. 1, pp. 76–88 (online), DOI: 10.1590/1516-4446-2012-0895 (2014).
- [4] Tomaka, J., Thompson, S. and Palacios, R.: The Relation of Social Isolation, Loneliness, and Social Support to Disease Outcomes Among the Elderly, *Journal of Aging and Health*, Vol. 18, No. 3, pp. 359–384 (online), DOI: 10.1177/0898264305280993 (2006).
- [5] Montola, M.: Exploring the edge of the magic circle: Defining pervasive games, *Proceedings of DAC*, Vol. 1966, pp. 16–19 (online), DOI: 10.1.1.125.8421 (2005).
- [6] Kamboj, A. K. and Krishna, S. G.: Pokémon GO: An innovative smartphone gaming application with health benefits, *Primary Care Diabetes*, Vol. 11, No. 4, pp. 397–399 (online), DOI: 10.1016/j.pcd.2017.03.008 (2017).
- [7] Chesham, A., Wyss, P., Müri, R. M., Mosimann, U. P. and Nef, T.: What Older People Like to Play: Genre Preferences and Acceptance of Casual Games, *JMIR Serious Games*, Vol. 5, No. 2, p. e8 (online), DOI: 10.2196/games.7025 (2017).
- [8] McGonigal, J.: Reality is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World, PhD Thesis (2011).
- [9] Case, M. A., Burwick, H. A., Volpp, K. G. and Patel, M. S.: Accuracy of Smartphone Applications and Wearable Devices for Tracking Physical Activity Data, *JAMA*, Vol. 313, No. 6, p. 625 (online), DOI: 10.1001/jama.2014.17841 (2015).
- [10] Poels, K., de Kort, Y. A. W. and Ijsselstein, W. A.: D3.3 : Game Experience Questionnaire, Technical report, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven (2007).
- [11] Brooke, J.: SUS - A quick and dirty usability scale, *Usability Evaluation in Industry*, Vol. 189, No. 194, pp. 4–7 (1996).
- [12] Santos, L. H. D. O., Okamoto, K., Funghetto, S. S., Cavalli, A. S., Hiragi, S., Yamamoto, G., Sugiyama, O., Castanho, C. D., Aoyama, T. and Kuroda, T.: Effects of Social Interaction Mechanics in Pervasive Games on the Physical Activity Levels of Older Adults: Quasi-Experimental Study, *JMIR Serious Games*, Vol. 7, No. 3, p. e13962 (online), DOI: 10.2196/13962 (2019).
- [13] Ogilvie, D., Foster, C. E., Rothnie, H., Cavill, N., Hamilton, V., Fitzsimons, C. F. and Mutrie, N.: Interventions to promote walking: systematic review, *BMJ*, Vol. 334, No. 7605, pp. 1204–1204 (online), DOI: 10.1136/bmj.39198.722720.BE (2007).