

高齢者の継続的な健康診断に向けた 能力検査のゲーミフィケーションの検討

A study of gamification of the examination for ability toward the continuous checkup for the elderly people

村上裕亮*1
Yusuke Murakami

杉原太郎*2
Taro Sugihara

五福明夫*2
Akio Gofuku

*1 岡山大学工学部
Faculty of Engineering, Okayama University

*2 岡山大学大学院自然科学研究科
Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

Japan is the most advanced country from the standpoint of high average of life expectancy at birth, aged population and progress of aging. Along with aging, the elderly gradually lose their fundamental abilities, such as the sense of vision and cognitive functions. They face with risks of accidents and troubles in their daily life caused by the decline of the abilities. Car accidents are the typical examples. Although it is effective for them to have a checkup for reducing the risks, they do not visit to hospitals or clinics by habits. Continuous checkup become costly habits for the elderly owing to the fact that they are released from responsibility as an employee, or it is merely burdensome. Video games are probably fruitful enablers to embed habits of checkup into their daily life. This study discusses a potential of the gamification toward video game development for the checkup. As a first step toward the development, requirements are determined from a workshop about playing tag. A prototype targeting a cognitive test and a color perception test is developed.

1. はじめに

今日の日本は、平均寿命・高齢者数・高齢化のスピードの 3 点において世界一の高齢化社会である。高齢者は加齢に伴い認知機能や視覚機能などの基礎的能力が青年期・壮年期と比較して衰えることにより、日常生活の様々な場面で危険やトラブルが発生している。自動車に関するトラブルを例に挙げると、75 歳以上の運転者による死亡事故は増加傾向にあり、その 3 割以上に認知機能の低下がみられた[警察庁 15]。このような死亡事故を避けるために、道路交通法では 75 歳以上の免許更新者に認知機能検査を義務付けており、認知症であると診断された人に過去 1 年以内から次の更新までに一定の違反があった場合、医師の診断が必要であるとされている。しかし、71 歳以上の方が免許の更新のために行う検査は 3 年に 1 度であり、いつ認知機能が低下するかわからない高齢者にとって、検査回数が少ないと問題視されている。また、健康な状態から継続的にデータを取得しておくことで、変化が生じた時を明らかにできるため、検査は継続的に行われることが好ましいと考えられる。しかし、現在日本で行われている認知機能検査は医師による問診などのアンケート形式が主体で、楽しいものではなく、また本人にとって認知症と診断される可能性があることは精神的に負担があるため、高齢者自らが積極的に検査に臨むかについては疑問がある。

自動車関連トラブルの中には、視覚能力の低下に起因する問題もあると考えられる。その一つに色覚異常がある。信号機の色や標識の色などが判別できない場合、運転に支障をきたすと考えられる。しかし、この異常は日常生活に大きな障害をもたらすものではないため検診の必要性を感じない人も多いと考えられる。

これらの問題解決に対して、近年急速に発展している情報技術の寄与が期待できる。スマートフォンの普及によるゲームアプリの利用が良い例である。余暇にさまざまな情報機器を用い充実した日々を過ごす人も多くなっていることが、この期待を後押しする。また、面倒なものを楽しく行う方法として、ゲームデザインの技術やメカニズムを利用するゲーミフィケーションという手法が存在し[Deterding 11]、健康診断への適用ができると考えられる。しかし、健康診断のゲーミフィケーションの研究はまだ十分にされていない。

そこで本研究では、高齢者を含む、幅広い人が健診を行えることを目的として認知機能検査と色覚検査の 2 つに焦点をあて、継続的な健康診断が可能となるよう検査へのゲーミフィケーションの適用可能性について検討した。多くの人に使用されているスマートフォン対応のゲームを開発することを目指し、ゲームの特色と検査方法を融合させる手法について考察するとともに、プロトタイプの開発を行った。

2. 関連研究

2.1 認知症およびその検査方法

認知症とは、「獲得した知的機能が後天的な脳の器質性障害によって持続的に低下し、日常生活や社会生活が営めなくなっている状態で、それが意識障害のないときにみられる」[小澤 05]というものであり、後天的原因で生じる知能の障害である。近年では、認知症高齢者と健常高齢者の中間の段階である、軽度認知障害(Mild Cognitive Impairment:MCI)の段階が設定されて、注目されている。その理由は、進行性の病気である認知症の早期診断が悪化を緩和するために重要とする認識が広まったためである。そのため、早期発見が出来るような検査も重要視されている。認知症は、前述した特徴を有する病態の一般名称であり、その原因となる疾患は数多く存在し、検査方法も数多く存在する。本研究では、検査が行動ベースであるため、ゲームへの導入ができる可能性があると考えられる CANTAB PAL

を認知症の検査方法として採用した[Blackwell 03]. CANTAB PAL は視覚の記憶を評価して、認知症、軽度認知障害、アルツハイマー病など評価するためのものである。検査方法は、スクリーン上に 6 角形の頂点に 6 つの箱が表示されて、ランダム化された順序で開けられ、一定時間後に閉じられる。その開けられた一部の箱の中に図形がある。その後、スクリーンの中央に 1 つの図形が表示され、その図形が表示された箱の場所を答えるというものである。参加者が間違えば、正解の場所を再び提示する。最初は 1 つの図形の場所を答えるものだが、複数個の場所を問うなど難易度が上がっていく。8 角形で 8 つの箱のテストもある。

2.2 色覚異常およびその検査方法

色覚異常とは、色に対する感覚が正常とは異なることである。その程度によって色の識別がまったくできない色盲から、わずかな違いが識別できない色弱まである。正常者の色覚は R(赤), G(緑), B(青)の 3 種類の錐体色素全部が存在し、正常 3 色覚と呼ばれる。色覚異常は 3 種類全て持っていない杆体 1 色覚, 2 種類持っていない錐体 1 色覚, 1 種類持っていない 2 色覚に分類される。また, 1 種類が存在するが正常でないものを異常 3 色覚という[深見 87]。本研究では、認知症の検査と同様に検査が行動ベースであるため、ゲームへの導入ができる可能性があると考えられる検査表を色覚異常の検査方法として採用した。検査表の中でも今回は東京医科大学式色覚検査表を用いた[東京医科大学眼科教室 57]。これは検査表に書いてある数字を答えるテストであり、色覚の異常診断を短時間に簡便に分けるのに用いられるものである。

2.3 ゲームフィケーション

ゲームフィケーション(Gamification)とは、ゲームの要素や考え方を、ゲーム以外の分野に応用するもので、ゲームの発想・仕組みによりユーザを引きつけて、行動を活性化させたり、持続させたりするための手法である[Deterding 11]。現在は企業・教育・ヘルスケアなどの多くの分野で用いられ、報奨、達成感、競争などの行動を生起・変容させる引き金として上手く活用されている。ゲームを利用する特性からか、研究よりも実用分野での適

用が目引く。特に、長期間継続しないと効果が現れないものや必要があるのに自ら積極的にやりたくないものなどが挙げられる。ヘルスケア分野では、リハビリテーションや健康維持に用いられている。例を挙げると、樹立の森リハビリウムというゲームが存在する[松隈 12]。これは起立-着席訓練を支援するゲームである。高齢者は健康のために下肢部筋力が必要とされているが、それは加齢に伴い低下していく。そのため起立-着席訓練が提案されているが、この訓練は単調動作の繰り返しで動機の維持が難しい。そこでこのゲームは、立ち座りの動きで木を伸ばしていくシンプルなゲームデザインを用い、高齢者にもわかりやすく訓練を楽しませ、リハビリに対する積極性、持続性を向上させることを目的としている。

3. ゲームの詳細決定

本研究は、対象者は高齢者であり、継続的な健康診断に向けた能力検査のゲーミフィケーションである。3.1 でゲームの核となるルールを検討し、3.2 で検査の導入方法を検討した。認知機能と色覚機能の検査方法は 2.1, 2.2 で述べた、「CANTAB PAL」, 「東京医科大学式色覚検査表」を用いる。

3.1 鬼ごっこからの楽しさの要素の抽出

ゲームが持つ種々の要素・手法を他分野に適用することがゲーミフィケーションであることは前節で述べた。ゲームの手法を適用するに当たって最も重要なことは、ゲーム、あるいはゲーム的な要素が楽しいことである。いかに他の要素が適切に取り入れられていたとしても、ゲームが楽しいと感じるものでなければ目標を達成することができない。本研究は高齢者を対象に含むので、対象者がゲームの遊び方を理解できない場合は、検査を楽しみながら行えない可能性が高い。そのため、開発するゲームのルールは、多くの人々が以前経験したことがあるもの、もしくは簡単にわかるものが望ましい。そこでゲームの核となるルールを、誰もが子供のころに遊んだことがあると思われる鬼ごっこを参考に設定した。

鬼ごっこの楽しさを、成人男性 5 名と進行役 1 名の計 6 名で整理した。分析および整理のための手法には、あるテーマをめぐって、既成概念にとらわれず、自由奔放にアイデアを出し合うブレインストーミング法と、蓄積された情報から必要なものを取り出し、関連するものをつなぎあわせて整理し統合する KJ 法を用いた[川喜多 70]。

この議論によって鬼ごっこは、怖いものに追われる、追いつかれそうでギリギリ逃げることができる、いつ襲ってくるかわからないなどの「追われる側のスリル」を味わうことが重要な楽しさ要素であると挙げられた。他にも普段と違う場所や状況で行うという楽しむ工夫が重要な楽しさの要素であることが挙げられたが、これは「追われる側のスリル」を拡張するものであると考えられる。そこで、その「追われる側のスリル」を実現できるようにゲームの詳細を検討していく。

3.2 ゲームのルールと検査の導入

今後の目標の健康診断には複数の検査の導入を検討していくため、複数のゲームシーンが必要になると考えられる。今回は、そのプロトタイプ案を考えた。そのイメージ図を示したものが図 1 である。これは通路パートと図 2 に示した部屋パートからなる。

ゲームは、後方から恐怖心を煽る追手に追われる場面を想定し、前方にしか進めないようにした。追手に捕まることなく逃げ切ることをゲームのゴールとする。追手との距離は通路パートでは縮まり、部屋パートでは広げられるように設計した。通路パー

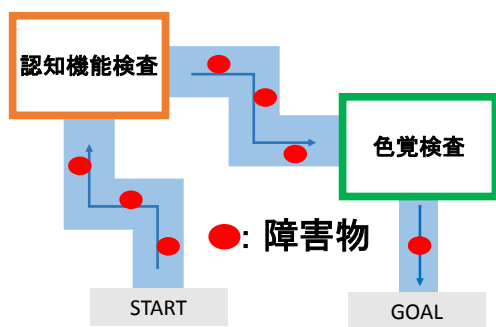


図 1 全体マップ

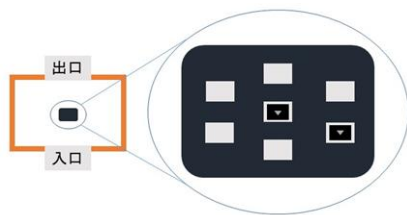


図 2 部屋パートにおけるゲーム的検査

トは、鬼ごっこを模したゲームである。狭隘な空間に障害物を設置し、逃避行がスムーズに行えなくすることで追手との差が詰まりやすくする。部屋パートは、詰められた距離を再度開くためのゲーム部であり、そのゲームが検査となる。部屋の中心にディスプレイを設置し、それに提示された課題をクリアしていくことで自然に検査が実施できる仕組みにする。検査が終了しなければ、出口に通じた扉は開かないようにする。その検査結果によって部屋パート後に再開される鬼ごっこにおける追手との距離を変更する。

4. ソフトウェアとハードウェアの構成

1 に記述したようにスマートフォンのゲームアプリの開発に取り組むことを考えた。ゲームの詳細決定で記述した、追われるスリルを高めるため、没入感の高い 1 人称視点のゲームを実装することを考え、iPhone 5s, ハコスコ DX(ハコスコ), Unity4.5(Unity Technologies), iMpulse(Black Powder Media), のソフトウェアとハードウェアを用いた。

ハコスコ DX はパノラマ動画による仮想現実(virtual reality: VR)を手軽に体験できるプラットフォームである。従来のヘッドマウントディスプレイと同じくらい没入感の高い VR 体験を可能にできるもので、ゲームのコンセプトである「追われるスリル」をより強めることができると考えた。

iMpulse は、Bluetooth 通信を用いるワイヤレスコントローラで、直接 iPhone に装着する必要がなくハコスコとの併用が可能であると考える。また、非常に小さいコントローラであるため、片手で持つことが可能で、両手はハコスコから離れた状態での操作が可能となり、よりゲームの核となる鬼ごっこに近い身体的感覚を得られるのではないかと考えた。

5. 実装方法

5.1 オブジェクトの作成

3.2 で述べたゲームのルールに沿った実装を行うために、以下のオブジェクトを作成した。キャラクターモデル、サウンド、マテリアル、テクスチャなどは、Unity 開発環境の1つである Asset Store の素材を活用した。

- ・キャラクター(プレイヤー、ゾンビ)
- ・フィールドマップ(図 1 を参考)
- ・ディスプレイ
- ・各検査画面

プレイヤーは 4 で述べたハコスコを用いる際の没入感を増強させるため、ゲーム画面を両眼視差を利用した立体視として表示し、1 人称視点でのプレイを実現した。

今回は追われるスリルを高める要素として、怖い存在をゾンビとし、追手および障害物として配置した。プレイヤーとゾンビの当たり判定は、直径 0.5m 高さ 1.7m の円筒状の範囲に設定した。また、障害物ゾンビの前方 5m, 幅 2m に追う動作のスタートに遷移するためのセンサーを作成した。

フィールドマップの設計は図 1 に示した形状を反映させ、テクスチャは怖さの演出をするため、レンガのテクスチャとした。また、キャラクターの設置位置は、プレイヤーをスタート地点とし、追手を進行方向の反対側の 10m 先とした。障害物は通路パートの直線部に 1 体とし、曲がり角から 5m の距離に設置した。

部屋パートに設置したディスプレイは、検査シーンへの遷移をわかりやすくするため作成した。ディスプレイは各部屋の中央部に設置し、台座に当たり判定を作成した。

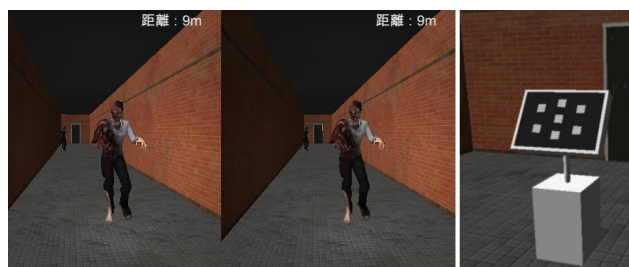


図 3 ゲーム画面

ゲーム画面例を図 3 に示した。左段が通路パート、右段が部屋パートである。

5.2 各オブジェクトの動作説明

プレイヤーはコントローラの十字キーにより移動を行い、現実での首振り動作でスマートフォンのジャイロセンサーの値を取得し、Quaternion の関数を用いることでプレイヤーの姿勢を変更し、ゲーム内の視点移動を実現させた。

シーンの遷移は検査オブジェクトに接触すると検査シーンを読み込み、プレイヤーが追手ゾンビあるいは障害物ゾンビに接触するとゲームオーバーシーンを読み込み、ゴールに接触するとゲームクリアシーンを読み込む。

ゾンビは追手ゾンビ、障害物ゾンビからなり、ともにプレイヤーを追うだけのシンプルな動作アルゴリズムとなっている。追手ゾンビは生成すること、障害物ゾンビはプレイヤーが前方 5m 幅 2m の範囲に侵入することで、追う動作に遷移する。追手ゾンビはゲームスタート同時、または出口に接触することで生成する。また、難易度調整のため、追手ゾンビとの距離を出口に接触した後の生成までの時間でコントロールした。その時間は前の検査の正解数によって変動する。また、プレイヤーが検査オブジェクトに接触することで追手ゾンビは一時的に削除される。

認知機能検査は CANTAB PAL と同等の機能の実装を試みた。6 つの白い箱の中に順に画像を表示させ、画像を記憶させた。一通り画像群が提示された後に、中央部の箱に表示させた画像と同一のものが入っていた箱を選択させるように検査を設定した。箱の後ろに青色のカーソルを生成し、コントローラの十字キーの「左」「右」の入力で移動し、「上」で決定する。出題数は全 6 問で、正答率をもとにスコアを算出した。本来の CANTAB PAL では、三角や四角を少し複雑にしたような画像を用い、色も手掛かりにさせているが、今回は色覚検査も同時に行うため、日本で多くの人が知っている図形である家紋を採用し、白黒で表示した。

色覚検査も認知機能検査の検査手順アルゴリズムと同一にした。認知機能検査とほぼ同じ作りで、中央部に表示させた画像の中の数字を 6 つの選択肢から選ぶものにした。出題数は全 3 問である。本来は、誤答した色味のカードから異常状態を推定することが必要であるが、今回はプロトタイプ開発であるため、正答数のみをスコアに反映した。画像は東京医科大学式色覚検査表 [東京医科大学眼科教室 57] を採用した。

ゲームオーバーシーンとゲームクリアシーンともに、認知機能検査の正解数、色覚検査の正解数、トータルスコアを表示させるようにした。トータルスコアは、各検査の正解数とスタートから認知検査の部屋(通路 1)、認知検査の部屋から色覚検査の部屋(通路 2)、色覚検査の部屋からゴール(通路 3)の 3 つの通路のそれぞれの追手との距離を加算して 100 を乗じたものになっている。

表 1 実機テスト結果

参加者	回数	検査		追手との距離 [m]			トータルスコア
		認知(全6問)	色覚(全3問)	通路1	通路2	通路3	
A	1	6	NA	11	NA	NA	1700
	2	6	NA	15	NA	NA	2100
	3	6	2	20	7	NA	3500
	4	6	3	21	11	5	4600
B	1	4	NA	8	NA	NA	1200
	2	6	2	10	5	5	2800
C	1	3	NA	15	NA	NA	1800
	2	5	NA	29	NA	NA	3400
	3	6	3	28	7	7	4800
D	1	5	3	26	13	11	5800
E	1	5	NA	15	6	NA	2600
	2	5	3	20	8	5	4200

より没入感を増すようにするため、ゾンビにうめき声のサウンド、プレイヤーに足音のサウンドを設定しフィールドマップに BGM のサウンドを設置した。検査シーンではカーソル移動や選択、正誤判定がわかりやすくなるようサウンドエフェクトを設定した。

1 人称視点のため、通常は追手との距離を把握するすべがない。そこで、画面右上に追手との距離を表示させた。

6. 実機テスト

6.1 テスト結果

開発したゲームが実際に動作するか、プレイヤーがゲームルールを理解できるか、難易度は適切であるかの確認のために実機テストを行った。

ゲームの難易度は、追手ゾンビの速さ、生成時間、障害物ゾンビの数、などで調整ができ、ゲームに慣れていないであろう高齢者にも難しすぎないと考えられる条件に設定した。追手ゾンビとの相対速度は通路 1 および通路 2 ではプレイヤーのほうを速くした。追手ゾンビは、常にフィールドに存在するのではなく、プレイヤーがある領域に接近した場合に生成させた。追手ゾンビの生成時間で、プレイヤーとの距離を調整した。生成時間は検査の正解数に秒数を乗じて生成時間を変動させた。障害物ゾンビは通路の各直線に 1 体ずつ配置した。

認知能力は認知機能検査で 6 問出題したなかの正解数で、色覚は色覚検査で 3 問出題したなかの正解数で評価した。追手ゾンビとの距離は検査オブジェクトにプレイヤーが接触したときの追手ゾンビとの距離 (m) である。また、トータルスコアは 5.2 で述べたように、それぞれの正解数と各通路における追手との距離を足して 100 乗じた数値とした。

実機テストは 20 代前半男性 5 人を対象に行った。参加者はみな認知機能と色覚能力に異常はない人である。テスト結果を表 1 に示した。テストはそれぞれゲームクリアをするまで行った。“NA”となっている項目は、途中でゲームオーバーになってしまい、結果が得られなかったものである。

6.2 考察

開発したゲームはテストの結果、誤作動なく実行された。数回行うと全員がクリアできた。1 回でクリアする参加者も見られ、ゲームに慣れていない高齢者であってもプレイを重ねれば十分クリア可能と考えられる。認知機能検査前の通路 1 ではゲームオーバーになる参加者はいなかったが、色覚検査前の通路 2 でゲームオーバーになる人が多く、色覚検査を行わずゲームが終了することもあった。このままでは色覚検査が行えなくなるので、検査の部屋の順番を入れ替えるなど、完全にゲームクリアできなくても検査が行えるように改善が必要であると考えられる。

今回の実装では検査の正答数により、追手ゾンビとの距離を変えることで、追われるスリルを増強できたと考えられる。しかし、変化のさせ方は単調であったため、数度のプレイで楽しさとスコアが頭打ちになってしまう。この解決には、ゲーム難度を変更したり、トータルスコアの算出方法をより正答率に応じて変動させたりするなど、さらにゲーム性を高める必要がある。検査結果により通路の形状や障害物ゾンビの配置や数を変動させることが 1 つの解決案である。

さらに、表 1 を見ると検査でのスコアと逃走成功時の距離スコアを比較すると、相対的に検査スコアの重みが小さい。このままでは、検査に真剣に取り組まなくなる可能性が生じてしまう。今後は、トータルスコアにおける検査スコアの重みを高める工夫が必要となる。

7. おわりに

本稿では、認知機能検査と色覚検査の 2 つに焦点をあて、継続的な健康診断が可能となるよう検査へのゲーミフィケーションの適用可能性について検討した。多くの人に使用されているスマートフォン対応のゲームを開発することを目指し、ゲームの特色と検査方法を融合させる手法について考察するとともに、プロトタイプの開発を行った。実機テストによりゲームは誤作動なく実行されることが確認され、ゲームの中に検査を取り入れることができた。

今後は、身体性の拡張やスリル感の増強を行うなどして、ゲーム性を高めるよう実装していく。また、今回は認知機能検査と色覚検査について考えたが、加齢に伴い衰える聴覚など他の機能の検査も高齢者には必要であると思われるので、今後はこれらの検査のゲーミフィケーションについても検討していく必要があると考えられる。今回は、開発したゲームを 20 代前半の男性 5 人を対象者に実機テストを行ったが、本研究の対象者は高齢者であるため、今後、改めて実験評価をしなければならないと考えられる。

参考文献

- [Blackwell 03] A. D. Blackwell, B. J. Sahakian, R. Vesey, J. M. Semple, T. W. Robbins, J. R. Hodges: Detecting dementia: novel neuropsychological markers of preclinical Alzheimer's disease, *Dementia and geriatric cognitive disorders* 17. 1-2 : 42-48, 2003.
- [Deterding 11] S. Deterding, M. Sicart, L. Nacke, K. O'Hara, D. Dixon: Gamification: Using Game Design Elements in Non-Gaming Contexts, *CHI'11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 2011.
- [深見 87] 深見 嘉一郎: 色盲に対する誤解をなくすために, 金原出版, 1987.
- [川喜多 70] 川喜田二郎: 続・発想法 KJ 法の展開と応用, 中公新書, 1970.
- [警察庁 15] 警察庁交通局: 【修正版】平成 26 年中の交通事故の死亡事故の特徴及び道路交通法違反取締り状況について, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001129473>
- [松隈 12] 松隈浩之, 藤岡定, 中村直人, 原田浩子, 百武永里子, 内之浦真士, 服部文忠: 起立-着席訓練のためのリハビリテーション用シリアスゲームの介護老人保健施設への導入, *電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎* 112.25 : 13-17, 2012.
- [小澤 05] 小澤 勲: 認知症とは何か, 岩波書店, 2005.
- [東京医科大学眼科教室 57] 東京医科大学眼科教室: 東京医科大学式 色覚検査表, 村上色彩技術研究所, 1957.