

## 個人適応型の動画を活用した在宅高齢者のための ストレス解消サービスの実証実験

堀江 寛<sup>†</sup> 陳 思楠<sup>†</sup> 中村 匡秀<sup>†,††</sup> 安田 清<sup>†††</sup>

<sup>†</sup> 神戸大学 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

<sup>††</sup> 理化学研究所・革新知能統合研究センター 〒103-0027 東京都中央区日本橋 1-4-1

<sup>†††</sup> 大阪工業大学 〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1

E-mail: †horie@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ††chensinan@gold.kobe-u.ac.jp, †††masa-n@cmds.kobe-u.ac.jp

**あらまし** 我々の研究グループでは、在宅高齢者を支援するためのシステムの研究開発に取り組んでいる。先行研究として、個人の趣味嗜好に合わせた動画を推薦し、動画の視聴を通してストレス解消やリラクセスに繋げることを目的としたらくらく動画サービスの開発を行った。しかし、本サービスが高齢者に対してストレス解消の効果をもたらすかは未検証である。本稿の目的は、らくらく動画サービスが高齢者に与える効果を実験により検証し、サービスの評価を行うことである。実験を実施するにあたり、先行研究であるバーチャルエージェントとの音声対話を通じて高齢者の日常生活を見守り・支援することを目的とした PC-Mei と連携を行い、PC-Mei から本サービスを利用可能にする。実験は 70 代～80 代の高齢者 3 名を対象として行い、視聴した動画に対する評価と本サービスに関するアンケートを取得する。実験の結果より、本サービスが高齢者のストレスを解消することを明らかにする。また、結果について考察を行い改善点を解明することで、本サービスの効果向上に向けた改善が期待出来る。

**キーワード** 在宅高齢者, 動画視聴, ストレス解消, 個人適応型, 音声対話エージェント

## Experimental Evaluation of Stress Relief Service for Elderly People at Home Using Personalized Videos

Hiro HORIE<sup>†</sup>, Sinan CHEN<sup>†</sup>, Masahide NAKAMURA<sup>†,††</sup>, and Kiyoshi YASUDA<sup>†††</sup>

<sup>†</sup> Kobe University Rokkodai-cho 1-1, Nada-ku, Kobe, Hyogo 657-8501 Japan

<sup>††</sup> Riken AIP 1-4-1 Nihon-bashi, Chuo-ku, Tokyo 103-0027 Japan

<sup>†††</sup> Osaka Institute of Technology Omiya16, Asahi-ku, Osaka, 535-8585 Japan

E-mail: †horie@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ††chensinan@gold.kobe-u.ac.jp, †††masa-n@cmds.kobe-u.ac.jp

**Abstract** Our research group is engaged in the research and development of a system to support the elderly at home. In a previous study, we developed the "RakuRaku Video Service," which recommends videos that match the interests and preferences of individuals and helps them to relax and relieve stress through watching videos. However, it has not yet been verified whether this service is effective in relieving stress for the elderly. The purpose of this paper is to verify the effect of the RakuRaku Video Service on the elderly through experiments and to evaluate the service. In order to conduct the experiment, we will collaborate with a previous study, PC-Mei, which aims to monitor and support the daily lives of the elderly through voice interaction with a virtual agent, and make the service available from PC-Mei. The experiment will be conducted with three elderly people in their 70s and 80s, and we will obtain their evaluations of the videos they watched and a questionnaire about the service. From the results of the experiment, we will clarify that the service relieves the stress of the elderly. In addition, by discussing the results and clarifying points to be improved, we can expect to improve the effectiveness of this service.

**Key words** Elderly at home, Watching videos, Stress relief, Individual adaptive type, Spoken dialogue agent

## 1. はじめに

近年、日本は高齢化が進んでおり、超高齢社会に直面している [1]。それにより要介護者の数が増加しているが、介護職員が不足していることが問題視されている。この問題に対して政府は、高齢者が要介護状態となっても、住み慣れた地域で生活を続けられることを目的とした地域包括ケアシステム [2] の構築に取り組んでいる。取り組みの1つとして、在宅介護や在宅医療の体制を整えている。これにより今後在宅高齢者が増加すると考えられる。

我々の研究グループでは、在宅高齢者を見守り支援するシステムの研究開発を行っている [3] [4] [5]。先行研究では、高齢者のストレス解消を目的としたらくらく動画サービスの開発に取り組んできた。らくらく動画サービスは、趣味嗜好に関するアンケートの回答をもとに個人に適応した YouTube の動画の推薦を行うサービスである [6]。また、デジタルデバイスの操作が苦手な高齢者であっても簡単に操作出来るような画面設計を行っている。利用者が個人の好みに合った動画を視聴することでストレス解消やリラクスの効果をもたらすことを目的としている。このサービスは、我々の研究グループに所属する教員や学生を対象にした予備実験により、個人に適応した動画を推薦可能であることを確認したが、高齢者に与える影響については未検証である。

本稿では、らくらく動画サービスについて高齢者を対象とした実証実験を実施し、サービスの評価を行う。実験で検証を行うにあたり、以下のリサーチクエストを設定する。

- RQ1: 高齢者の趣味嗜好に合わせた動画を推薦できるか。
- RQ2: 高齢者にとって操作は簡単であるか。
- RQ3: 推薦された動画の視聴によって高齢者はストレスを解消できるか。

実験は 70 代～80 代の高齢者 3 名を対象とし、期間は 2 週間である。実験を実施するにあたり、先行研究の PC-Mei [7] との連携を行う。PC-Mei とは音声対話エージェントを用いて日常生活の見守り支援を行うシステムである。被験者には、PC-Mei を音声操作することでらくらく動画サービスを呼び出し、利用してもらう。サービスの評価は、推薦された動画に対する評価と実験後のアンケートにより行う。結果より、高齢者の趣味嗜好に合わせた動画を推薦可能であること、高齢者にとって操作は簡単であること、推薦された動画を視聴することはストレス解消の効果をもたらすことが分かった。一方で、動画推薦アルゴリズムや操作方法に改善の余地があることも判明した。今後の課題は、システムの改善と被験者数を増やした実験の実施である。

## 2. 準備

### 2.1 高齢者とストレス

現在、世界の高齢化率が上昇している。2020 年時点で高齢化率は 9.3% であるが、2060 年には 17.8% まで上昇すると見込まれている。国別に見ると、日本は現在最も高齢化率が高い国である。2021 年の日本の高齢化率は 28.9% であり、超高齢社

会に突入している [1]。

高齢化の進行と共に要介護者の数も上昇する一方で介護職員が不足するという問題が発生している。これに対し政府は、高齢者が要介護状態となっても住み慣れた地域で自分らしい暮らしを人生の最後まで続けることを目的とした地域包括ケアシステム [2] の構築に取り組んでいる。取り組みの1つとして、在宅介護や在宅医療の体制を整えている。よって、今後在宅高齢者の数が増加することが考えられる。在宅時間が長い生活では、孤独感や生活・健康に対する悩みからストレスを生じる可能性がある。在宅高齢者は在宅しながらも家族や介護者に負担をかけることなく自分自身のストレスを解消するセルフケアを行うことが必要である。

### 2.2 先行研究：らくらく動画サービス

我々の研究グループでは、在宅高齢者を見守り支援するシステムの研究開発を行っている。その中で、在宅高齢者のストレス解消を目的としたらくらく動画サービス (図 1, 図 2) [6] の開発に取り組んでいる。本サービスは、アンケートによって取得した利用者の趣味嗜好情報を基に個人に合わせた YouTube の動画を推薦し、視聴してもらうことでストレス解消やリラクスの効果をもたらすことを目指したサービスである。また、デジタルデバイスの操作が苦手な方でも簡単に操作可能な画面設計を行っている。本サービスは以下の 3 つの機能を持つ。

#### 2.2.1 動画再生機能

YouTube の動画のリストを与えるとそれらの動画を逐次的に自動再生する機能の説明を行う。本サービスに動画のリストと利用者を登録すると、利用者別の動画再生用 URL が生成される。利用者はその URL にアクセスすることで、動画の視聴を始めることが出来る。

#### 2.2.2 動画リスト作成機能

利用者の趣味嗜好に合わせた動画リストを作成するための機能の説明を行う。まず、紙媒体や Google フォームを用いて利用者の趣味嗜好に関する情報を取得する。アンケートの内容は、「好きな場所や行ってみたい場所」、「好きな音楽 (歌手や曲)」、「好きなスポーツやスポーツ選手」、「好きな芸能人」、「趣味」、「好きなテレビやラジオ」、「昔好きだったものやその他興味のあること」である。それぞれの回答を YouTube の動画の検索ワードとしてサービスに入力し、検索プログラムを動かすことで自動的に個人の好みに合わせた動画を検索する。検索される動画は、以下の条件を満たす。

- 検索ワードに関連する動画の内、再生回数順及び関連度順で上位の 5 つ以内であること
- YouTube における再生回数が 1 万回以上であること
- 動画の長さが 20 分以内であること

再生回数については、研究グループの教員や学生を対象とした予備実験を行った結果より、再生回数が少ない動画は利用者からの評価が低くなる傾向があることが判明したため、再生回数による制限を設けている。動画の長さについては、長時間の動画は高齢者の集中力が続かないと考えたことから制限を設けている。検索された動画を自動的に本サービスに登録する。また、登録された動画をランダムに 5 本選択し、リストとして登録を



図 1 らくらく動画サービス (動画再生画面)

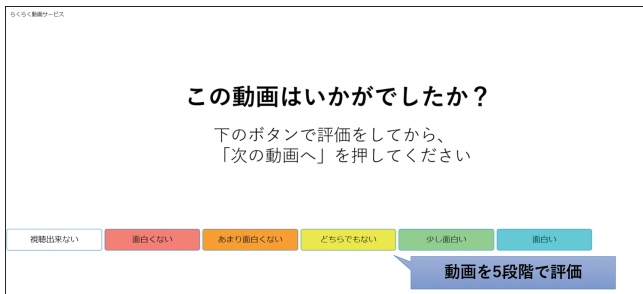


図 2 らくらく動画サービス (動画評価画面)

行う。利用者が1つのリストを視聴し終わると、自動的に新たな動画リストを登録する。

### 2.2.3 効果測定機能

動画の視聴による高齢者への影響を測定する機能の説明を行う。本サービスはストレスの解消を目的としているが、実際にストレスの解消度合いを測定する事は困難であるため、本サービスでは、動画に対する主観的な評価を取得する。動画の視聴直後に、評価ボタンを押すことで動画に対して「面白い」、「少し面白い」、「どちらでもない」、「あまり面白くない」、「面白くない」の5段階評価をしてもらう。また、動画視聴時の顔表情認識を行うことで、動画に対する客観的な評価の判断材料とする。顔表情認識では口幅や目の動きなどを捉えることで表情の変化を取得する。しかし本稿の実験では、被験者のプライバシーを考慮し顔表情認識は行わない。

### 2.3 先行研究：PC-Mei

我々の研究グループでは、音声対話エージェントを用いて日常生活の見守り支援を行うシステムである PC-Mei (図 3) [7] の開発に取り組んでいる。PC-Mei は高齢者と音声を用いた会話をを行い、発話内容を記録することで高齢者の心の内を取得するシステムである。先行研究では本システムの拡張として、PC-Mei から Web 上の様々なサービスを実行することが出来るようにサービス音声実行機能の開発を行った [8]。高齢者が特定のキーワードを発言することで、システムはサービスを実行する。例としては、キーワードで Web 検索を行う検索サービスや天気予報を教えてくれる天気予報サービスが挙げられる。この機能によって、高齢者はデバイスの複雑な操作をせずに音声により簡単に Web サービスを利用することが出来る。

### 2.4 らくらく動画サービスと PC-Mei の連携

2.2 章と 2.3 章で述べた先行研究の連携を行う。PC-Mei のサービス音声実行機能にらくらく動画サービスを登録する。こ

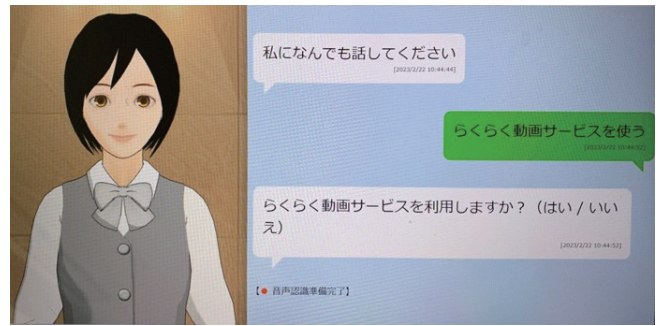


図 3 PC-Mei

Copyright 2009-2018 Nagoya Institute of Technology (MMDA Agent Model “Mei”)

れにより、利用者は PC-Mei のエージェントに「らくらく動画サービス」と話すことで、サービスの開始画面に簡単にアクセス出来るようになる。連携後の全体アーキテクチャを図 4 に示す。

### 2.5 着目する課題

らくらく動画サービスについて我々は研究グループに所属する教員や学生を対象とした予備実験を行い、個人の趣味嗜好に合わせた動画を推薦可能であることを検証した。しかしながら、高齢者に対して好みの動画を推薦し、その動画の視聴によってストレス解消やリラクスの効果をもたらすかは未検証である。本稿では、本サービスが高齢者に与える影響を調べることを課題とし、調査方法として高齢者を対象とした実証実験を行う。

## 3. 実験

### 3.1 実験の目的

本実験の目的は高齢者を対象とした実験を通してらくらく動画サービスの評価を行うことである。評価を行うために以下のリサーチクエスチョンを設定する。

- RQ1: 高齢者の趣味嗜好に合わせた動画を推薦できるか。
- RQ2: 高齢者にとって操作は簡単であるか。
- RQ3: 推薦された動画の視聴によって高齢者はストレスを解消できるか。

### 3.2 実験の方法

本実験は 70 代～80 代の高齢者 3 名 (表 1) を対象とし、それぞれの自宅にらくらく動画サービスと連携を行った PC-Mei システムを設置することで実施する。期間は 2 週間であり、被験者は任意の時間帯に PC-Mei に「らくらく動画サービス」と発話することでサービスの利用を行う。

表 1 被験者情報

被験者	性別	年齢	世帯
被験者 A	女性	80 代	独居
被験者 B	女性	80 代	独居
被験者 C	男性	70 代	高齢者のみ

実験の手順は以下の通りである。

**Step 1:** 被験者の基本情報 (名前など) をらくらく動画サービスと PC-Mei に登録する。

## らくらく動画サービス

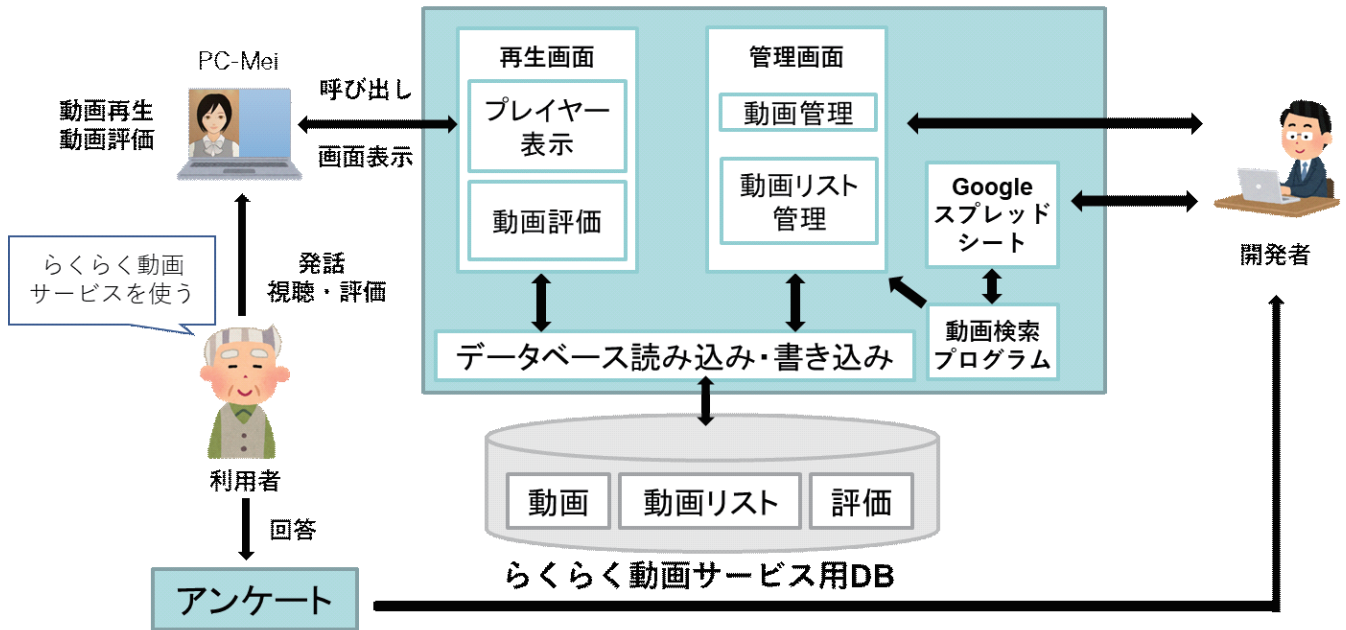


図 4 全体アーキテクチャ

**Step 2:** 被験者の自宅に PC-Mei (ノートパソコン) を設置する。

**Step 3:** 被験者の趣味嗜好に関するアンケートを行う。

**Step 4:** らくらく動画サービスにアンケートの回答を入力し、動画検索プログラムを動かす。

**Step 5:** 被験者は任意の時間帯に PC-Mei のエージェントに「らくらく動画サービス」と発話する。

**Step 6:** 被験者は 1 回につき 5 本の動画を視聴し、それぞれの動画に対して 5 段階評価を行う。

**Step 7:** 動画の視聴が終わるとサービスは動画リストを更新する。

**Step 8:** Step5~Step7 を 2 週間行う。

**Step 9:** システムの回収と実験後アンケートを行う。

実験後のアンケートでは以下の内容を問う。問 6 以外の回答は、1~4 (1: 当てはまらない, 2: あまり当てはまらない, 3: 少し当てはまる, 4: 当てはまる) から選択することで行う。また、それぞれの回答の理由があれば記入してもらう。

### 実験後アンケート

- 問 1: このサービスを利用して楽しい気分になった。  
 問 2: このサービスを利用して懐かしさを感じた。  
 問 3: このサービスを利用してストレス解消やリラクスの効果を感じた。  
 問 4: このサービスの操作方法は簡単であった。  
 問 5: 機会があれば再度利用したい。  
 問 6: 改善点や感想があればお書きください。

## 4. 結果

各被験者による、らくらく動画サービスの利用回数、視聴動

画種類数を表 2 に示す。3 名で合計 21 回の利用、47 種類の動画を視聴してもらった。1 回の利用につき 5 本の動画が再生されるが、結果として 47 種類の動画しか視聴されなかった原因は、動画の選択は検索された動画の中からランダムに行われるため、同じ動画を複数回視聴してもらうこととなったからである。

表 2 実験結果：利用回数

被験者	利用回数	視聴動画種類数
被験者 A	1	5
被験者 B	14	25
被験者 C	6	17
合計	21	47

被験者による動画に対する評価の結果 (各評価を行った本数) を表 3 に示す。複数回同じ動画を視聴・評価した場合は、初めて視聴した際の評価を結果として示している。3 名で合わせて、面白いが 22 本、少し面白いが 8 本、どちらでもないが 10 本、あまり面白くないが 3 本、面白くないが 4 本という結果となった。

表 3 実験結果：動画に対する評価 (単位：本)

被験者	面白い	少し 面白い	どちら でもない	あまり 面白くない	面白く ない
被験者 B	10	6	4	1	4
被験者 C	8	2	6	1	0
合計	22	8	10	3	4

実験後のアンケート結果を表 4 に示す。

表 4 実験後アンケート結果（1～4 の選択尺度は実験方法の Step 9 を参照）

問	被験者 A	被験者 B	被験者 C
問 1	3	4	4
理由	宣伝が流れて残念だった。	好きな歌手が出て良かった。	昔の曲が聞けて良かった。
問 2	無回答	1	4
理由	無回答	無回答	昔の曲で懐かしい気持ちになった。
問 3	2	4	4
理由	無回答	時間がある時に使った。	昔の曲やゴルフの動画が見れてよかった。
問 4	3	2	4
理由	無回答	違う所を押して不安になった。 ボタンは分かりやすかった。	戻るときに少し戸惑ったが、 全体的に良かった。
問 5	無回答	4	4
理由	無回答	ぜひ利用したい。	声をかけてくれたら利用したい。
問 6	カラオケや演歌をかけてくれたら良かった。	歌を聞くのが好きだった。	もう少し長く（1時間くらい）動画が見たい。

## 5. 考 察

### 5.1 RQ1 に対する考察

高齢者の趣味嗜好に合わせた動画を推薦できたかどうかについて考察を行うために、動画に対して与えられた評価に点数を付ける。「面白くない」を-2点、「あまり面白くない」を-1点、「どちらでもない」を0点、「少し面白い」を1点、「面白い」を2点とする。表3より、視聴・評価された動画47本の平均点を計算すると、0.87点となり、0点よりも「面白い」に寄った結果となった。従ってRQ1について、らくらく動画サービスは高齢者の趣味嗜好に合わせた動画を推薦可能であることを確認した。

### 5.2 RQ2 に対する考察

高齢者にとって操作は簡単であるかについては、実験後アンケートの問4の結果から考察を行う。操作方法は簡単であったかという問に対して、1名があまり当てはまらないと回答した。その被験者は、違う所（関係のない場所）を押して不安になったが、ボタンは分かりやすかったと述べているため、操作に必要なボタンをより強調することで、関係のない場所を押すことを防ぐ画面設計を行う必要があると考える。残りの2名は少し当てはまると当てはまると回答しているため、RQ2について、改善の余地はあるが現状の画面設計や操作方法であっても高齢者にとって操作は簡単であることを確認した。

### 5.3 RQ3 に対する考察

推薦された動画の視聴によって高齢者はストレスを解消できるかについては、実験後アンケートの問1、問2、問3の結果から考察を行う。問1（このサービスを利用して楽しい気分になった。）について、全ての被験者が当てはまるもしくは少し当てはまると回答した。また、問3（このサービスを利用してストレス解消やリラクスの効果を感じた。）について、3名中2名が当てはまると回答した。以上より、らくらく動画サービスを使うことにより、楽しい気分になったり、ストレス解消やリラクスの効果を感じることを確認した。しかし、宣伝が流れて残念だったという意見もあるため、動画検索プログラムに改善が必要であることも分かった。問2（このサービスを利用して懐かしさを感じた。）は、趣旨嗜好のアンケートの回答の中に

昔の物事があれば懐かしさを感じられる動画が推薦されると考えたため実験後アンケートの質問に設定した。認知症に対するケアの1つとして、昔を思い出すことで心理的安定を図る「回想法」という手法があるため、それを参考に懐かしさによるリラクスの効果を期待したが、被験者Cにのみその効果があったと言える。今後は昔の出来事などをアンケート時に詳しく聞くことで、この効果を向上させられると考える。

### 5.4 動画の評価についての考察

動画の評価について、どのようなジャンルの動画が良い評価を得やすいのかを調査した。ここで、表5のように趣味嗜好に関するアンケート項目を7個のジャンルと捉える。

表 5 ジャンル分け

アンケート項目	ジャンル
好きな場所や行ってみたい場所	場所
好きな音楽（歌手や曲）	音楽
好きなスポーツやスポーツ選手	スポーツ
好きな芸能人	芸能人
趣味	趣味
好きなテレビやラジオ	番組
昔好きだったものやその他興味のあること	興味

次にジャンル別に評価の割合を計算した結果（小数点第三位を四捨五入）を表6に示す。（例：ジャンル「場所」は合計で3本視聴され、面白いと評価されたのは2本であった。よって割合は  $2 \div 3 \approx 0.67$ ）

表 6 ジャンル別の評価割合

ジャンル	面白	少し面白	どちらでもない	あまり面白くない	面白くない	合計 (本)
場所	0.67	0	0.33	0	0	3
音楽	0.75	0.19	0.06	0	0	16
スポーツ	0	0.13	0.38	0.25	0.25	8
芸能人	0.67	0.33	0	0	0	3
趣味	0.38	0.13	0.13	0.13	0.25	8
番組	0.60	0.40	0	0	0	5
興味	0	0	1.00	0	0	4

表6より、音楽や芸能人、番組は面白い、少し面白いと評価される割合が高いことが分かる。この原因は、趣味嗜好を調べるアンケートの回答が具体的な名称や固有名詞となるため、個人の好みに合った動画が推薦されやすいからであると考えられる。一方で、スポーツはどちらでもない、あまり面白くない、面白くないと評価される割合が高いことが分かる。この原因は1つのスポーツで動画を検索した場合であっても、動画の種類が非常に多いため個人に合った動画が推薦される可能性が低いからであると考えられる。評価のばらつきが大きい趣味に関しても同様のことが言える。その他のジャンルについては、視聴された動画数が少ないため、被験者を増やした実験を実施する必要がある。

### 5.5 今後の課題

今後の課題は、上記の考察でも述べたようにデジタルデバイスの操作に慣れていない方であっても操作方法が明確に分かるように画面設計の改善を行うこと、被験者の数を増やして実験を実施することである。また、本実験では複数回同じ動画を視聴するケースがあったので、異なる動画を推薦するために動画推薦のアルゴリズムを変更する必要がある。

## 6. ま と め

本稿では、高齢者のストレス解消の支援を目的としたらくらく動画サービスの評価を行うために高齢者を対象とした実証実験を行った。実験結果より、本サービスが高齢者にとって個人の趣味嗜好に合わせた動画を推薦可能であること、操作が簡単であること、高齢者のストレス解消を手助け可能であることを確認した。また、動画のジャンルによって評価に偏りが現れることも確認した。

実験の実施により見つかった課題は、より操作方法が分かりやすい画面の設計を行うこと、動画推薦アルゴリズムの改善を行うこと、被験者の数を増やした実験を実施することである。今後、本実験の結果を活用したサービスの改善が期待出来る。

**謝辞** 本研究の一部は JSPS 科研費 JP19H01138, JP20H05706, JP20H04014, JP20K11059, JP22H03699, JP19K02973, 特別研究員奨励費 22J13217, および、立石科学技術振興財団の研究助成を受けて行われている。

## 文 献

- [1] 内閣府, “令和4年版高齢社会白書(全体版),” <https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2022/html/zenbun/index.html>. accessed February 23, 2023.
- [2] 厚生労働省, “地域包括ケアシステム,” [https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi\\_kaigo/kaigo\\_koureisha/chiiki-houkatsu/](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/kaigo_koureisha/chiiki-houkatsu/). accessed February 23, 2023.
- [3] M. Chisaki, S. Chen, S. Saiki, M. Nakamura, and K. Yasuda, “Assisting personalized healthcare of elderly people: Developing a rule-based virtual caregiver system using mobile chatbot,” *Sensors*, vol.22, no.10: 3829, May 2022. <https://doi.org/10.3390/s22103829>.
- [4] 明石拓弥, 中村匡秀, 佐伯幸郎, 安田清, 陳 思楠, “在宅高齢者の生活ログに基づいた alps 支援ルール推薦手法の検討,” 電子情報通信学会技術研究報告, 第122巻一般社団法人電子情報通信学会, pp.25–30 Nov. 2022. 長野 野沢温泉.
- [5] 雲丹亀和希, 中村匡秀, 佐伯幸郎, 陳思楠, 安田清, “在宅高齢者の自助支援に向けたエージェント対話 ログ分析サービスの

検討,” 電子情報通信学会技術研究報告, 第122巻, pp.19–24, Nov. 2022. 長野, 桐屋旅館.

- [6] 堀江 寛, 陳 思楠, 中村匡秀, 安田 清, “動画を活用した在宅高齢者のためのストレス解消 サービスの研究,” 電子情報通信学会技術研究報告, 第121巻, pp.1–6, Feb. 2022. オンライン.
- [7] H. Ozono, S. Chen, and M. Nakamura, “Encouraging elderly self-care by integrating speech dialogue agent and wearable device,” 8th International Conference, ITAP 2022, Held as Part of the 24th HCI International Conference, HCII 2022, vol.LNCS 13331, pp.52–70, May 2022.
- [8] 大藪隼人, 陳思楠, 中村匡秀, “音声対話エージェントを活用した在宅高齢者の支援と見守りを行うシステムの実証実験,” 電子情報通信学会技術研究報告, 第122巻, pp.71–76, Jan. 2023.