

**タブレットによる機器メンテナンス操作の説明：
年齢間比較を用いたエージェントによる理解促進効果の検討**
**Explanation how to do maintenance works of a copy machine:
Through a mobile-terminal, by video with agents, comparing between
older and younger adults**

長谷川莉子¹, 赤津裕子², 原田悦子³
Riko Hasegawa, Hiroko Akatsu, Etsuko. T Harada

¹筑波大学, ²沖電気工業株式会社, ³筑波大学
University of Tsukuba, Oki Electric Industry Company, University of Tsukuba
ricoh.segawa@gmail.com

Abstract

Although various forms of users' instruction manuals of tools, systems, or artifacts are spreading and being used widely recently, there are still few knowledge about how to make a good multi-media manuals, e.g., video manuals, based on cognitive studies. We executed two psychological experiments to compare manuals with different content forms (video movies vs. text-and-still image), or three styles of video manual equipped with anthropomorphous agents, which may facilitate users' performances and understanding. Fifty Older and fifty younger adults participated experiments to execute two maintenance tasks of copy machine, exchanging internal consumables parts, with five kinds of manuals displayed with a mobile terminal (a tablet). Results showed that participants' evaluations were higher with video manuals than text-and-still image type manuals. In addition, a video manual which contains a series of short video clips especially improved participants' performance of exchanging tasks, with shorter execution time. As for effects of anthropomorphous agents, embodied expression with agents enabled users easier to understand directions in manuals, especially expressed at the confirming stages of operations. Those results showed direct suggestion how to make a good design of manuals, and also implied what kinds of cognitive activities are occurring when people using manuals to do some tasks.

Keywords — multimedia manuals, video manuals, anthropomorphous agents, aging

1. 問題と目的

機器のマニュアル、いわゆるマニュアルの情報提示にも様々な表現形態、方法がある。従来、最も一般的な形では、紙に文字やイラストを印刷したものが用いられてきたが、近年は情報メディアコンテンツ制作が簡易になったことで、多様なメディアでのマニュアル作成がなされている。またタブレットなどモバイル端末の普及、ならびに情報管理やコスト削減の高まりも影響して、ネットワークを介して動画やアニメーションを配信する「取り扱い説明書」も増えてきた。

こうした情報型のマニュアルにおいて、しばしば問題となるのが、動画と静止画のいずれがマニュアルとして「よい」という問題である。これまでに手続き的な操作の学習効果を動画と静止画を直接的に比較し、検討してきた先行研究が報告されているが、どちらがより優れているかといった一貫した結果はでていない (Spangenberg, 1973; Castro-alon.s.o, Ayres, & Pass, 2015; Meyer, & Land, 2005; Nrayanan & Hegarty, 2002, et al 他)。たとえば、中西・安間・中村・勝木 (2013) では、メディア (紙 vs タブレット) とコンテンツ (静止画 vs 動画) の違いによるマニュアル理解の影響を課題達成成績、主観評価、生理指標から、機器の組み立て課題を通して検討している。紙を用いた静止画マニュアルとタブレットを用いた静止画マニュアルを比較してメディアの効果の検討を行い、さらに、タブレットを用いた静止画マニュアルとタブレットを用いた動画マニュアルを比較してコンテンツ (形式) の効果の検討を行っている。メディアの違いは学習直後の作業パフォーマンスに大きな影響を及ぼさないが、一定期間後のパフォーマンスではタブレットを用いた

時より紙のマニュアルの成績が良かったという。また、コンテンツ形式の違いでは学習直後の作業パフォーマンスに影響を及ぼしたという。これは、動画コンテンツの場合、前頭葉の賦活がみられたことから、高い集中力を生み出していると考えられ、その結果として、短時間の学習でも直後の作業の成績が良くなることが示唆された。

しかし、中西ら (2013) の研究では、一旦マニュアルを視聴した後に課題作業を行っているため、ここでのマニュアルの効果は、記憶の測定になっている。すなわち、「わからないから説明書を見ながら作業する」といった、実際の参照しつつ作業を行うといったマニュアル利用の状況からは乖離している。そこで、本研究では、実際にマニュアルを参照しながら作業を行う状況で、コンテンツ形式 (静止画と動画) の違いがどのような影響をもたらすのか検討することを目的とした。

またマニュアルとしての効果を考えるとき、当然ながら「どういうモノに関する、どういった内容のマニュアルなのか」という内容との相互作用を考慮することは必須である。概念的な説明のためのマニュアルと、組み立ての手順を説明するマニュアル、あるいは「問題状況と照らし合わせて解決方法を検討するための」マニュアルとでは、最適な表現形式やメディアが常に同一であるとは考えにくい。

そこで、本研究がとりあげるマニュアルは、オフィス機器のメンテナンス操作のための手順マニュアルを対象とした。各種機器が小型化・普及化して家庭や一般職場に持ち込まれるようになってきた結果、たとえばトナーの変更など「ちょっとしたメンテナンス作業」を一般ユーザの手に委ねることが増えてきている。こういったメンテナンス操作において、手順を記憶する必要性は薄く、また多様な達成方法を準備する必要もない。最適の操作手順を、誰にも間違いなく、また負荷なく容易に「マニュアルに沿って」実現できることが最重要課題となる。

特に機器メンテナンスを考えると、機器内の「どこ」に「どのような動きで」操作をするかという、空間的なダイナミズムを持つ対象指示コミュニケーションの特性を強く持つ。また一方で、一つ一つの操作を確実に達成していくことの重要性が大きいことも特徴であろう。

このように考えるとき、メンテナンス操作のためのマニュアルにおいて、動画表現は「どのように」「どの順に」を表現・理解するうえでのメリットが大きい

と考えられる。しかし、動画のメディアとしての特性を考えると、情報の揮発性が高く、また「一方的に情報が流れて」しまうために、主体的に理解・確認をしながら操作をする際に、それらがネガティブな特性となる問題もありうる。一方、特に3次元的な空間を2次元的なビデオ情報でうまく表現しきれるか否かという問題についても注意が必要であろう。

そこで、現在、よく利用されているのが擬人化エージェントの利用である。動画に擬人化エージェントを付与することにより、2種類のメリットが考えられる。一つは、淡々と情報が流れるのではなく、行うべき操作やそのレベルについての構造的な役割を果たすこと、および、特に空間的な要素の強い対象指示コミュニケーションにおいて、直感的に理解しやすい表現方法をもたらすという点である。

前者について、擬人化エージェントはユーザと社会的なインタラクションを行うことを可能とし、ナビゲーションなどに応用されてきた。すなわち、エージェントがユーザに向かって説明を行うことで、より強くユーザの意識に働きかけ、より構造的で複雑なコミュニケーションができる可能性が考えられる。一方、後者の対象指示コミュニケーション支援としては、大澤・今井 (2008) は機器そのものを直接擬人化することで、エージェントの身体イメージと説明対象である人工物の身体イメージを結びつけて行う説明の有効性を報告している。

以上から、本研究では、メンテナンス操作のためのマニュアルにおいて、1) 動画の有効性を、同じタブレット端末上に表示される静止画マニュアルとの比較で、また 2) 特に動画の有効性を高めるための擬人化エージェントの有効性を検討するために、人工物自体を擬人化させたエージェントキャラクターを画面上に提示し、さらにそのエージェントが「課題構造を伝えるための支援をする」ことで、より容易な操作マニュアルとなるか否かを検討した。

加えて、本研究では、参加者の年齢群を要因として加え、高齢者と若年者の比較を行った。これは、人—人工物間相互作用において、年齢群間の共通性と相違点の両者から、高次の認知機能を必要とする人—人工物間相互作用の背後にある認知的機能・特性について、多くの示唆を得られる (原田, 2009) ことを目的として、年齢間比較を行ったものである。加えて、擬人化エージェントについては、未だ認知的加齢研究は少ないものの、高齢者のエージェント理解が若年成人のそ

れとは異なるという知見 (Hasegawa, Harada, et al. 2015) もあることから、高齢者にとっての動画、エージェントの効果を検討していくことを目的の一つとしたものである。

以上から、本研究では、機器のメンテナンス作業のための操作説明書を対象として、マニュアルを見ながらの作業を観察・分析することを目的とした実験を行い、従来の文字とイラストで示した静止画マニュアルと動画マニュアル、動画にエージェントを付与した動画の条件をとりあげ、2つの年齢群参加者での比較を行いながら、タブレットを用いたマニュアルにおける動画と静止画のコンテンツ形式の効果、ならびに動画マニュアルにおけるエージェントデザインの検討を行った。

2. 方法

本研究では、動画と静止画のコンテンツ形式の効果を検討するとともに、どのようなエージェントのデザインがマニュアル理解に有効なのかを明らかにするために、エージェントに「達成すべき課題の下位目標を説明する」役割を持たせた情報デザインを行った。これは、エージェントが下位目標の説明を行うことにより、参加者(マニュアルの受け手)に作業課題の枠組みを持たせることが可能になるものと考えて仮説的に構成された。また、エージェントを使ったもう一つの情報デザインとして「説明の後に確認を促す」役割を持たせた。これは、ユーザがエラーを起こした場合に目標を正しく達成するには事後的な確認が必要となるため、エージェントが確認を促すことによって作業に関して気づきが得られるという仮説から設定された。

2-1. 研究計画と参加者

年齢(2) × 条件(5)の参加者間計画で行い、各条件に男・女5名ずつ合計10名をランダムに割りあてた。

参加者は、筑波大学みんなの使いやすさラボ(略称みんなラボ)に登録した高齢会員50名(男・女各25名; 平均年齢71.36±4.36歳)、および筑波大学学生50名(男・女性各25名; 平均年齢20.81±1.18歳)であった。高齢者は郵送で、若年者は授業等で参加希望者をリクルートし、実験参加者には規定の謝金が支払われた。

2-2. 実験課題

複合機の消耗品交換課題2種を実施するよう、参加者に求めた。いずれも古い消耗品を取り外して新しい消耗品と交換する課題であり、ベルトユニットの交換

と定着器ユニットの交換の2課題とした。いずれもタブレットの説明を見ながら操作を行うよう求めた。この課題を用いた理由は3点ある。まず、参加者が作業をどの程度理解し、どのような場面で間違えやすいのかを調べるために、作業工程がいくつかに分かれ、かつ適度な難易度の課題であることである。次に、説明書の中の写真や図と、本物の機器を見比べ位置の把握を行う課題が、マニュアルの有効性を検証するために適切であったこと、さらに、高齢者や学生のいずれの群にとっても、これらの消耗品の交換は接する機会が稀であり、使用頻度が統制しやすいと考えられたためであった。

2-3. 実験機器

参加者が操作する機器として、A社のSOHOユーザ向け複合機を用いた。課題で使用する機器パーツには同社のベルトユニットと定着器ユニットを用いた。また、説明を見るためのタブレット端末にはLenovo ThinkPad 8 8.3インチを用いた。操作方法として、タッチパネルを用いて手のみで行うよう指示した。動画による説明はAdobe Flash Playerで表示し、テキストによる説明はAdobe Acrobat Reader DCを用いた。

2-4. 実験条件

コンテンツ形式の影響とエージェントの効果を検討するために、5つの条件を比較した。

AV条件(図1)では、表示のスタートボタンを押した後にまず、エージェントの紹介が流れ、その後、ステップ1、ステップ2、ステップ3と各ステップボタンが表示されたステップ選択画面が表示された。エージェントはステップ毎に3つに大別された操作手順を簡単に説明している。これは、参加者が最初に操作の枠組みを理解することを目的としていた。参加者がステップを選択すると、そのステップに対応した動画が流れた。1ステップ毎に1から4つの動画があり、連続して次の動画が流れる。また、動画を選択して視聴することも可能である。つまり、ステップ1-1の動画から視聴すると、ステップ1-1、1-2、1-3、1-4と自動で再生され、ステップ1-3を選択するとステップ1-3、1-4と自動で再生されるようになっていた。さらに、動画下部に「一時停止/再生ボタン」を設置し、動画を途中で止めることができるようにした。ここで流れる動画はA社HPで公開している交換手順ムービーを使用した。

V条件(図2)は、AV条件とほぼ同様の説明画面のデザインだった。AV条件から変更したところは、エ

エージェントの紹介画面とステップ説明画面を無くした2点である。

T条件(図3)では、文字とイラストで表現された既存のマニュアルから本実験の課題となる作業の部分のみを抜粋し、PDFデータ化したものを用いた。画面上で左右に指を滑らすと次のページへ進むようになっていた。

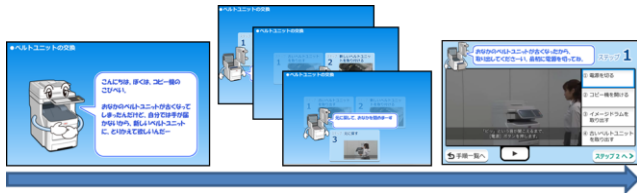


図1 AV条件のマニュアル



図2 V条件のマニュアル

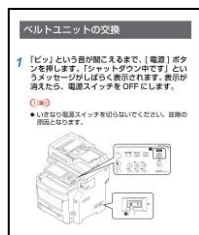


図3 T条件のマニュアル

また、AV条件、V条件、T条件実施後に、新たに2つの条件を追加して実施した。

1つ目は、確認画面付きのエージェント+動画のマニュアル条件(AVC条件: Agent-Video confirming条件)である。AV条件とほぼ同様のデザインであるが、変更点が2点ある。1点目は、動画の間に確認画面を設けたことである。ステップ内の動画が1つずつ停止し、操作上重要となるポイントをエージェントが画面上で提示するようなデザインにした。2点目は、エージェントによる各ステップの説明を無くしたことである。これらの変更は、マニュアルデザインにおいてAV条件とは異なるエージェントの役割を目的としてデザインした場合に、エージェントがどのような影響を及ぼすのか検討するために実施した。そこで、AV条件では、事前に下位目標を設定する役割であったのに対して、AVC条件では、動画での説明の後に確認をユーザに促すデザインにした。

条件群の二つ目は、確認画面付きの動画条件(VC条

件: Video confirming条件)である。AVC条件のエージェントの効果を比較検討するために設置し、マニュアルのデザインはAVC条件からエージェントのイラストを取り除いたものであった。

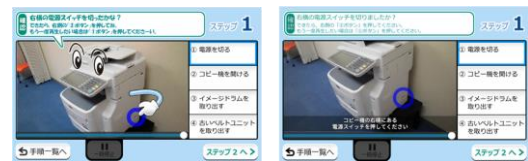


図4 AVC条件とVC条件の確認画面

2-5. 質問紙

課題時の負担感を調べるために、Visual Analog Scale(VAS)を用いて課題作業に対して「不安を感じている」「緊張している」「自信がある」「安心している」の4項目を尋ねた。線分を0~100と見立てて、自分が今どの程度項目の感情を抱いているのか、あてはまる場所に線を引くよう指示した。さらに、マニュアルに対して「このような“取扱説明書”を今後も使いたいか(使用欲求)」「“取扱説明書”のおかげで作業が楽になったと思うか(容易度)」についてもVASを用いて尋ねた。

加えて、複合機とマニュアルに対する印象評価について、SD法6件法を用いて行ったが、本論文では報告を割愛する。

2-6. 手続き

実験は個別に行った。実施時間は1時間半程度であった。

まず実験全体について説明を行い、同意書に記入を求めた。複合機に対する使用経験・使用頻度と、複合機作業に関する負担感他を尋ねた後、発話思考法の説明と練習を行い、課題作業中に考えていることを声に出すよう指示した。その後、マニュアルの操作とベルトユニット交換課題について説明を行い、ベルトユニット交換課題を実施した。なお、交換作業中に自由にタブレットを操作してよいことを参加者に伝えた。ベルトユニット交換課題が終了した段階で、その時点での作業に対する負担感を質問紙で参加者に尋ねた。続いて、定着器ユニットの交換課題の説明を行い、実施した。定着器ユニット交換課題が終了した段階で、再度作業に対する負担感を尋ねた。その後、二つの課題をマニュアルを見ないで、もう一度行うように求め、各終了時に作業負担感を尋ねた。加えて、最後にマニュアルに対して「今後も使いたいか」「作業が楽になったか」を尋ねた。その後インタビューを実施し、実験

を終了した。

AVC条件、VC条件では、他の3条件と同じ手続きを行った。変更箇所は、「説明書を見ずに行う」2回目の交換課題を実施しなかった点である。事前の3条件で実施した際、どの条件もエラーが少なかったため、手続きから除いた。AVC条件、VC条件では定着器ユニットの交換課題の後、使用後のコピー機に対する印象評価、タブレットに対する印象評価、タブレットに対する使用欲求と容易度を尋ねた。その後インタビューを行い、実験を終了した。

3. 結果

3-1. 作業に対する負担感

複合機を操作して作業することにどの程度、負担を感じているか推移を検討した。年齢（高齢者・若年者）×条件（AV・V・T・AVC・VC）×時点（使用前・ベルトユニット後・定着器ユニット後）の3要因混合計画分散分析を実施した。

「不安」に関しては、年齢の主効果が有意であり（ $F(1, 79) = 8.70, p < .01$ ）、高齢者の方が若年者よりも不安が高いことが示された。時点の主効果が有意であり（ $F(2, 143) = 13.14, p < .00$ ）、ベルトユニット交換後が一番不安が高く、続いて定着器ユニット交換後、使用前の順で不安感が高いことが分かった。特に、年齢と時点の交互作用が有意であり（ $F(2, 143) = 7.96, p < .00$ ）、高齢者ではベルトユニット交換後に一番不安感が高く、続いて定着器ユニット交換後、使用前の順で不安感が高いことが分かった。また、条件の主効果も有意であり（ $F(4, 79) = 4.81, p < .05$ ）、T条件がV条件に比べて不安が高いことが分かった。

「緊張」では、条件の主効果は有意ではなかった（ $F(4, 79) = 0.12, n.s.$ ）。年齢の主効果が有意であり（ $F(1, 79) = 8.564, p < .004$ ）、高齢者の方が若年者よりも緊張が高いことが分かった。時点の主効果が有意であり、ベルトユニット交換後が、使用前と定着器ユニット交換後よりも緊張が高いことが分かった。また、年齢と時点の交互作用が有意であり（ $F(2, 126) = 5.57, p < 0.01$ ）、高齢者でベルトユニット交換後に一番緊張が高く、続いて定着器ユニット交換後、使用前の順で緊張が高いことが分かった。若年者は、ベルトユニット交換後が定着器ユニット交換後よりも緊張が高いことが分かった。

「自信」の結果では、年齢の主効果は有意ではなかった（ $F(1, 79) = 0.37, n.s.$ ）。条件の主効果は有意で

あり（ $F(4, 79) = 3.85, p < .01$ ）、AVC条件とVC条件がT条件に比べて自信が高かったと分かった。また、時点の主効果もあり（ $F(2, 158) = 19.36, p < .00$ ）、ベルトユニット後と定着器ユニット後が使用前に比べて自信が高くなったことが分かった。

「安心」では、「自信」とほぼ同様の結果が得られた。年齢群に有意な差は見られなかった（ $F(1, 79) = 0.29, n.s.$ ）。条件の主効果が有意であり（ $F(4, 79) = 5.56, p < .05$ ）、AVC条件とVC条件がT条件に比べて安心感が高かったと分かった。また、時点の主効果もあり（ $F(2, 158) = 19.36, p < .00$ ）、ベルトユニット後と定着器ユニット後が使用前に比べて安心感が高くなったことが分かった。

以上の結果から、高齢者はタブレットを用いて交換作業を行っている間、不安や緊張が高いことが示唆された。また、「不安」や「緊張」の項目ではT条件の不安がV条件に比べて高くなり、エージェント効果は得られなかったが、「安心」と「自信」の項目では、AVC条件、VC条件の方がポジティブな感情を高めることができた。さらに、不安と緊張のネガティブな評価は、自信や安心のポジティブな評価と相反しないことが明らかになった。ネガティブな面はベルトユニット交換課題後が一番高かったが、一方でポジティブな面もベルトユニット交換課題後に高まることが明らかになった。

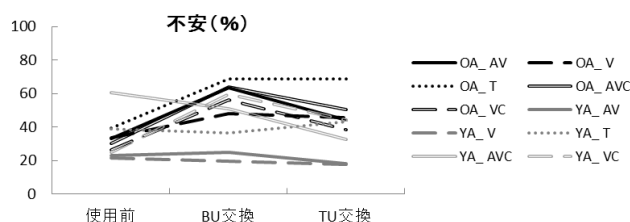


図5 主観評価「不安」の推移

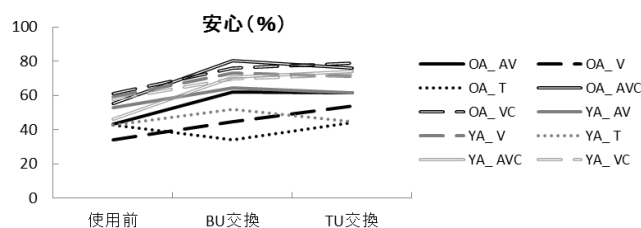


図6 主観評価「安心」の推移

3-2. マニュアルに対する主観評価

定着器ユニット交換後に、「このような“マニュアル”を今後も使いたいか(使用欲求)」「“マニュアル”のおかげで作業が楽になったと思うか(容易度)」をVASを

用いて尋ねた。その結果を年齢（高齢者・若年者）×条件（AV・V・T・AVC・VC）の二要因参加者間計画で分散分析を行った。

「このような“マニュアル”を今後も使いたい」といった使用欲求に関して分析の結果、条件の主効果が有意であり（ $F(4, 79) = 3.66, p < .01$ ）、AVC条件とVC条件、T条件がT条件よりも使用欲求が高いことが示された。一方で年齢の主効果はあらわれなかった（ $F(1, 79) = 0.43, n.s.$ ）。また、「“マニュアル”のおかげで作業が楽になったと思うか」という容易度に関しては、年齢の主効果、条件の主効果ともに有意ではなかった（ $F(1, 79) = 0.74, n.s.$ ； $F(4, 79) = 0.94, n.s.$ ）。

「使いたい」という使用欲求に関してはAVC条件VC条件V条件とT条件の間で差がみられた。動画を使った説明の方が従来のような文字やイラストを使った説明書よりも使ってみてみたいと評価されたが、エージェントによって使用欲求が高まることはなかった。「容易度」に関しては全条件で評価が高く、文字やイラストだけの説明であっても評価が低くなることはなかった。

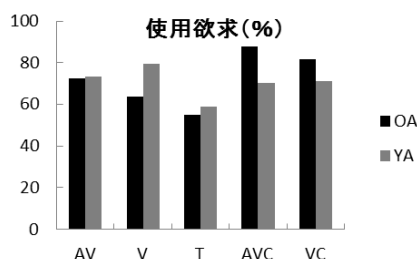


図7 主観評価「使用欲求」の得点

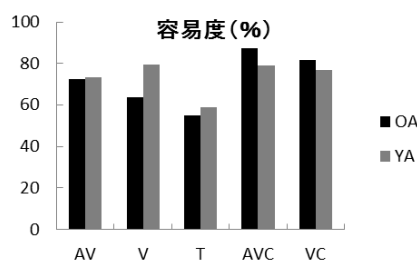


図8 主観評価「容易度」の得点

3-3. エラー

ベルトユニット交換課題を7つの工程とタブレット操作のエラーに分けてそれぞれの工程でエラーを起こした人数を数えた。各条件の高齢者と若年者を足し合わせ、エラーを起こした人数とエラーを起こさなかつ

た人数に対して χ^2 分析を行った。その結果、「シャットダウン」の時はAV条件のエラーが減り（ $\chi^2(4) = 11.76, p < .05$ ）、「ベルトユニットを取り出す」の時はT条件のエラーが多くなった（ $\chi^2(4) = 11.14, p < .05$ ）。その他の工程では有意な差は得られなかった（「複合機を開ける」 $\chi^2(4) = 3.53, n.s.$ ；「イメージドラムを取り出す」 $\chi^2(4) = 6.26, n.s.$ ；「ストッパーリリースを取り外す」 $\chi^2(2) = 2.93, n.s.$ ；「ベルトユニットを取り付ける」 $\chi^2(4) = 7.60, n.s.$ ；「イメージドラムを戻す」 $\chi^2(4) = 4.44, n.s.$ ；「複合機を閉める」 $\chi^2(4) = 6.25, n.s.$ ）。しかし、「タブレット操作」では、AV条件でエラーの多さが有意であったのに加え（ $\chi^2(4) = 16.53, p < .01$ ）、VC条件でエラーの少なさが有意であった。

定着器ユニットの交換では、「定着器ユニットの取り付け」に有意傾向が現れT条件でエラーが多くなっていることが示唆された（ $\chi^2(4) = 8.71, p < .10$ ）、他の工程では有意差は現れなかった（「シャットダウン」 $\chi^2(4) = 0.24, n.s.$ ；「複合機を開ける」 $\chi^2(4) = 5.37, n.s.$ ；「定着器ユニットを取り出す」 $\chi^2(4) = 6.25, n.s.$ ；「ストッパーリリースを取り外す」 $\chi^2(4) = 6.93, n.s.$ ；「複合機を閉める」エラーなし）。「タブレット操作」のエラーに関してはAV条件でエラーの多さが有意であった（ $\chi^2(4) = 16.67, p < .01$ ）。

AVC条件とVC条件にエラーの減少は見られなかった。AV条件ではベルトユニットの交換課題の「シャットダウン」の作業時にエラーが減少したが、タブレット操作に関しては、ベルトユニット交換作業、定着器ユニット交換作業とともにAV条件が一番多かった。これは、AV条件の情報量が一番多いことが原因の一つに考えられる。動画が次々に流れていく中で、エージェントの音声も加わるため、情報負荷がかかってしまい、タブレットの操作にエラーが生じた可能性がある。ベルトユニット交換課題の「シャットダウン」では、まだ序盤だったため、情報量の多さにより、繰り返し動画を見る、集中して見るなどの行動をとり、エラーが減った可能性がある。一方で、初めてタブレットを操作してマニュアルを使う際、VC条件でエラーを起こす人が少ないことが分かった。さらに、AV条件ではタブレット操作のエラーの多さが有意であったものの、AVC条件でエラーの多さが検出されなかった。動画を1つずつ停止させることで、AV条件のエラーの多さを改善することができたと考えられる。

表1 「BU_シャットダウン」のエラー人数

条件 (N=20)	error	no_error
AV	6	14
V	13	7
T	13	7
AVC	15	5
VC	15	5

表2 「BU_タブレット操作」のエラー人数

条件 (N=20)	error	no_error
AV	11	9
V	6	14
T	2	18
AVC	5	15
VC	1	19

表3 「TU_タブレット操作」のエラー人数

条件 (N=20)	error	no_error
AV	3	17
V	4	16
T	8	12
AVC	3	17
VC	1	19

表4 「TU_タブレット操作」のエラー人数

条件 (N=20)	error	no_error
AV	5	15
V	0	20
T	1	19
AVC	0	20
VC	0	20

3-4. 課題遂行時間

消耗品交換課題のエラーと同様に、作業工程をベルトユニット交換課題では7つ、定着器ユニット交換課題では6つに分けて、作業を開始してから次の作業に移るまでの時間を計測した。作業時間の分散が大きかったため、Kruskal-Wallisの検定でノンパラメトリック分析を行い、各条件群の課題遂行時間の差を検討した。

ベルトユニット交換課題合計遂行時間の分析の結果は有意であり ($\chi^2(4) = 40.13, p < .00$)、AV条件V条件T条件よりもAVC条件の方は遂行時間が短く、AV条件V条件よりもVC条件の遂行時間が短いことが明らかになった。また、定着器ユニット交換課題の合計遂行時間の分析の結果条件群の差が有意であり ($\chi^2(4) = 39.58, p < .00$)、AV条件V条件T条件よりもAVC条件の方は遂行時間が短く、AV条件V条件T条件よりもVC条件の遂行時間が短いことが明らかになった。

また、各作業工程の遂行時間を検討した結果、ほとんどの工程で有意差がみられ、AVC条件、もしくはVC条件の遂行時間が短いことが明らかになった。「BU_シャットダウン」 $\chi^2(4) = 32.05, p < .00$ ；「BU_複合機を開ける」 $\chi^2(4) = 30.37, p < .00$ ；「BU_IDを取り出す」 $\chi^2(4) = 6.41, n.s.$ ；「BU_BUを取り出す」 $\chi^2(4) = 13.49, p < .01$ ；「BU_BUを取りつける」 $\chi^2(4) = 12.10, p < .05$ ；「BU_IDを戻す」 $\chi^2(4) = 21.75, p < .00$ ；「BU_複合機を閉める」 $\chi^2(4) = 8.69, p < .10$ 、有意傾向；「TU_シャットダウン」 $\chi^2(4) = 31.03, p < .00$ ；「TU_複合機を開ける」 $\chi^2(4) = 28.04, p < .00$ ；「TU_TUを取り出す」 $\chi^2(4) = 9.69, p < .05$ ；「TU_SRを取り出す」 $\chi^2(4) = 18.53, p < .00$ ；「TU_TUを取りつける」 $\chi^2(4) = 10.85, p < .05$ ；「BU_複合機を閉める」 $\chi^2(4) = 7.59, n.s.$ 。

表5 ベルトユニット交換課題遂行時間 (秒)

条件 (N=20)	シャットダウン	内部を開ける	IDを取り出す	BUを取り出す	BUを取り付ける	IDを戻す	内部を閉める	合計遂行時間
AV	139.0	285.0	122.0	90.0	178.0	112.5	27.5	1083.0
V	149.5	200.5	110.0	89.0	156.5	74.0	29.5	928.0
T	147.0	153.5	141.5	115.0	156.0	67.5	27.5	981.0
AVC	89.0	56.5	101.5	52.0	131.0	58.5	21.0	533.0
VC	78.5	80.0	91.5	71.5	186.0	108.0	38.0	639.5

合計遂行時間の結果、AVC条件、VC条件で遂行時間が短いことが分かった。また、各工程においてもAVC条件、VC条件で好きお香時間が短いことが分かった。この中で、特徴的な傾向を表していた「BU_複合機を開ける」について言及する。AV条件V条件T条件よりもAVC条件の遂行時間が短いことが明らかになったが、一方でVC条件はAV条件との間でのみ有意差がみられた。ほかの作業工程では、ほぼ同様の結果を示していたが、AVC条件の遂行時間の短さが顕著になった。

4. 考察

主観評価において不安緊張などの作業時のネガティブな面はベルトユニット交換後に最も高くなったが、自信や安心もベルトユニット交換作業後に高まることになり、相反する関係ではないことが分かった。また、自信や安心といったポジティブな側面はAVC条件とVC条件で高くなった。さらに、説明書による操作の容易度の主観評価は条件によって変化しなかったものの、マニュアルの使用欲求に関しては、従来のイラストや文字で表示されたT条件よりもAVC条件VC条件の方が高くなることが分かった。これらのことから、動画が連続して再生されるマニュアルよりも、各動画が止まり、重要なポイントを提示するマニュアルの方が主観的な評価が高いことが示唆された。

操作過程のエラーに関しては、条件間に大きな差は見られなかったが、タブレット操作のエラーに関しては、最初に行ったベルトユニットの交換作業ではAV条件でエラーをする人数が多くなったのに対し、VC条件でエラーを犯した人数が少なかった。AV条件はマニュアル上で与えられる情報が多いことでエラーが誘発されてしまうと考えられる一方で、VC条件でエラーが少ないのは確認画面が置かれることで情報が整理されやすくなり、タブレット操作を行う余裕が生まれるからと考えられる。

作業時間に関してもAVC条件VC条件と他の条件との差がみられた。これも、エラー同様、動画が流れてしまうことで、情報の整理がつかなくなっているところを、確認画面を置くことで今日の前にある作業に集中できるという点が有効に働いているからだと考えられる。また、AVC条件のマニュアルの効果が特に現れていたのが、ベルトユニット交換課題時の「複合機を開ける」という工程である。この時、AVC条件の確認画面では、目や腕が付いた複合機型のエージェントが

自身の体を持ち上げて内部を開けるようなイラストを提示した。そのため、参加者にとって説明書内の複合機の方向が分かりやすくなり、エラーからの復帰が早かったのではないかと考えられる。以上の結果から、動画による説明における、確認画面の有効性と、エージェントを用いたデザインの検討に示唆を与えることができた。

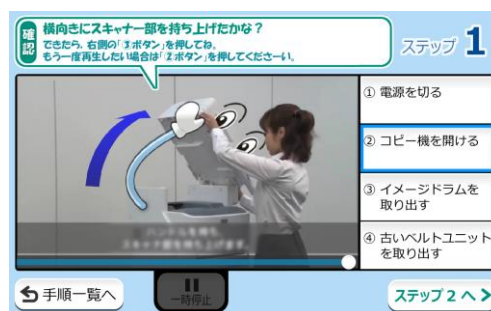


図9 複合機を開ける確認画面 (AVC条件)

本研究では、オフィス機器のメンテナンス作業を対象としたマニュアルについて、コンテンツ形式ならびに擬人化エージェント付加の効果を検討した。

マニュアルのコンテンツ比較として動画と静止画のコンテンツを比較するとともに、動画での取扱説明にエージェントを加えエージェントのマニュアル理解促進の効果を検討した。その結果、AV条件には動画の効果は現れたものの、エージェントの効果は表れなかった。下位目標の枠組みを参加者に持たせるためにエージェントに導入の説明を行わせたことで、参加者はそれを単なる説明と思い、動画上の説明と役割が混同してしまったことが原因である可能性が考えられる。AVC条件では、エージェントは動画間で重要なポイントを確認する役割を持たせた。その際、機器全体の方向を把握しなければいけない場面などのエージェントの身体表現を活かすことができる操作場面であれば、タブレット画面上の機器の向きと、実際の機器との関係の理解が素早く行うことができる可能性が示唆された。

しかし、本研究の問題点としては、エージェントの身体表現による理解促進の効果がみられた場面が一部だけであり、AVC条件VC条件間の差はあまりなかったことが挙げられる。今後は、どのような状況であればエージェントの身体性をうまく生かすことができるのか、場面を想定しながら、より深く検討していく必要がある。また、AV条件のタブレット操作のエラーが増えるといったように、エージェントを入れることに

よって情報量が増えてしまい、逆に操作を難しくしてしまう可能性がある。どのようにエージェントを提示していくことが適切なのか、合わせて検討していく必要があるだろう。

本研究では、エージェントに対する加齢の影響も調べていたが、エージェントに対する評価に条件による大きな差は見られなかった。インタビューを行った際、AVC条件の高齢者若年者共に「エージェントがいることによって分かりやすくなっている」と発話していたことから、年齢に関係なくエージェントからの情報を好意的にとらえていた可能性がある。このことから、ユニバーサルデザインに画面上でのエージェントが有効であると示唆することができた。

本調査では、動画による説明の効果とエージェントによるデザインの効果について探索的に検討した。動画での説明であっても、連続して流すと情報が過ぎ去ってしまい、作業にエラーが起きやすくなることが示唆された。そのため、動画を細かく区切り、確認を促すことでエラーの増加を抑え、作業時間の短縮につながる事が分かった。また、エージェントの身体性を確認画面で生かすことで、方向性の手がかりとなる可能性が示唆された。

今後は本調査で見られた点を、より厳密に検討していく。

文献

- [1] Castro-Alon.s.o, J. C., Ayres, P., & Paas, F. (2015). Animation.s. showing Lego manipulative tasks: Three potential moderators of effectiveness. *Computers & Education*, *85*, 1-13.
- [2] Hasegawa, R., Harada, E. T., Kayano, W., & Osawa, H. (2015, August). Animacy perception of agents: Their effects on users behavior and variability between age groups. In *Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), 2015 24th IEEE International Symposium on* (pp. 106-111). IEEE.
- [3] Meyer, J. H., & Land, R. (2005). Threshold concepts and troublesome knowledge (2): Epistemological con.s.ideration.s. and a conceptual framework for teaching and learning. *Higher education*, *49*(3), 373-388.
- [4] 中西美和, 安間裕起, 中村洋平, & 勝木辰明. (2013). マニュアルのメディア形態が作業手順の学習に及ぼす影響: 媒体の違い及びコンテンツの違いに焦点を当てて. *人間工学*, *49*(3), 132-143.
- [5] 中西美和, 安間裕起, 中村洋平, & 勝木辰明. (2013). マニュアルのメディア形態が作業手順の

学習に及ぼす影響: 媒体の違い及びコンテンツの違いに焦点を当てて. *人間工学*, *49*(3), 132-143.

- [6] 大澤博隆, & 今井倫太. (2008). 擬人化した家電機器からの機能説明手法の評価. *情報処理学会研究報告知能と複雑系 (ICS)*, *2008*(5), 17-22.
- [7] Spangenberg, R. W. (1973). The motion variable in procedural learning. *AV Communication Review*, *21*(4), 419-436.
- [8] 鈴木聡, & 山田誠二. (2005). 擬人化エージェントによるオーバーヘッドコミュニケーションのユーザの態度への影響. *情報処理学会論文誌*, *46*(4), 1093-1100.