

スマートグラス上の動画の再生速度が 視聴者の作業速度に与える影響

長谷川 瑛一¹ 磯山 直也¹ 酒田 信親¹ 清川 清¹

概要：スマートグラス上に特定の情報を提示することでユーザの心理・行動を制御するシステムが提案されてきている。しかし、従来のシステムでは、ユーザがシステムの対象とする行動中に視覚情報を閲覧することで受ける影響について考えられており、閲覧後のユーザの行動への影響については考慮されていない場合が多い。スマートグラス上に提示する視覚情報が、閲覧後のユーザの行動に与える影響を明らかにし応用することで、普段利用する SNS やニュース、動画などのコンテンツをユーザがただ閲覧するだけで、後の行動が気付かないうちに活性化されるといった効果が期待できる。そこで本研究では、スマートグラス上で視聴する動画の再生速度が、後のデスクワークなどにおけるタスクパフォーマンスに影響を与えられるかについて検証を行う。再生速度の速い動画が、後の視聴者の作業速度を向上させるという仮説を立て実験を行った。結果、統計的検定により、提示する動画の再生速度を速くするほど、視聴者の後の作業速度が速くなる傾向を確認した。

1. はじめに

人が目にするものから受ける行動や心理への影響はこれまでに多く研究がなされてきた。特に、スマートグラスを用いることで、ユーザは図 1 のように視覚情報を常時閲覧できる。このため、スマートグラスの使用により可能となる移動時や運動時などの様々な環境下での視覚情報の常時閲覧は、デスクワークやスマートフォンなどで必要時のみ行う情報閲覧よりも、より強い影響を与えられるなどの違った効果をもたらす可能性がある。

スマートグラス上に特定の情報を提示することでユーザの心理・行動を制御するシステムはこれまでにいくつか提案されてきた。例えば、中村らは、心理学におけるプラセボ効果を利用し、心拍情報の提示の際、虚偽の値を提示することでユーザの心拍数を制御するシステムを提案した [1]。Shimizu らは、スマートグラス上に周辺視野を移動する視覚刺激を提示し、その速度によってユーザの主観時間を制御するシステムを提案した [2]。筆者らはこれまでに、スマートグラス上に表示されたアイコン画像がユーザの写真撮影行動に影響を与えることを確認している [3]。また、自転車走行時にスマートグラス上へポジティブ・ネガティブ情報を提示した際の心身への影響を調査している [4]。これらのシステムは、ユーザがプレゼンテーションやデスクワークなどの最中に、閲覧している視覚情報から受ける影



図 1 スマートグラスによる移動時の動画視聴

響を利用したものである。一方で、閲覧中だけでなく、スマートグラス上で閲覧していた視覚情報がユーザの後の行動にも影響を与えることが考えられるが、そのような影響は調査されておらず、その影響を積極的に利用したシステムも知られていない。そのような影響を明らかにし、普段利用する SNS やニュース、動画などのコンテンツを応用させることで、ユーザがただ何気なく情報を閲覧しているだけで、後の行動が気付かないうちに活性化されるなどといった効果が期待できる。

固定モニタを用いた研究では、日常生活での動画などの視覚情報の速度がユーザの主観時間や作業速度に影響を与えることが明らかにされている。スマートグラス上で動画を視聴する場合も同様の、あるいはより強い影響を示すこ

¹ 奈良先端科学技術大学院大学

とが考えられる。さらには、スマートグラスを使用することで常時閲覧可能なため、閲覧後すぐに次の作業に移ることも考えられる。そのため、通勤・通学時などにスマートグラス上で視聴している動画によって、後の作業速度などが変化する可能性がある。想定される影響として、再生速度の速い動画を視聴しておくことで、動画の速度につられて普段よりも効率よく作業を進めることができ、反対に遅い動画を視聴することで、作業速度まで遅くなることなどが考えられる。

そこで本研究では、スマートグラス上で視聴する動画の再生速度が、後のデスクワークなどにおけるタスクパフォーマンスに影響を与えられるかについて検証する。この影響を明らかにすることで、より効率的に作業を進められる情報提示システムの提案を目指す。

本稿では、スマートグラス上に提示する動画の再生速度によって、後の作業速度に影響を与えられるかを検証するための実験を行う。実験では、被験者に再生速度の異なる3種類の動画を提示し、その後、固定モニタ上で簡単な計算タスクをさせる。そして、各条件における回答数・正解率について評価を行う。

以下、2章で関連研究を紹介し、3章で動画の再生速度が視聴者の後の作業速度に与える影響に関する実験について述べ考察する。そして4章で、再生速度による影響と性格の関係について述べ、最後に5章で本研究をまとめる。

2. 関連研究

動画などの視覚刺激が、人間の心理や行動に影響を与えるということに関して、これまでにさまざまな研究が行われている。例えば、再生速度の速い動画を視聴しているときの主観時間は通常に比べて長く感じ、遅い動画を視聴している時の主観時間は短く感じる [5]。また、再生速度の速い動画を視聴していたほうが、後の主観時間が長くなることが明らかになっている [6]。これらは中心視野内で起きる視覚刺激の変化による効果であるが、周辺視野に提示される視覚刺激の効果は異なっており、松井らは、周辺視野に提示する視覚刺激を加速させるほど主観時間が短く感じ、減速させるほど長く感じることを実験により示している [7]。視覚情報が時間評価に変化をもたらすことで、ユーザの作業速度にも影響を与えることが明らかになっている。伴らは、ディスプレイ上に通常よりも速く進むアナログ時計を提示し、ユーザに虚偽の時間感覚を与えることで、作業速度が向上することを実験により示した [8]。これは、提示された時計の時間に基づいてユーザが行動速度を無意識的に変化させたからだと考えられる。このように、さまざまな研究から、変調された視覚情報によってユーザの主観時間は操作されることが明らかになっている。

これらの研究の多くは視覚情報の提示中にユーザが受ける影響について述べたものである。従来の VDT 作業環境

では作業時しかモニタを閲覧しないのに対して、スマートグラスは視覚情報を常時閲覧できる。このため、何らかの視覚情報をしばらく閲覧した後に、作業を開始する状況が考えられる。例えば、スマートグラス上で通勤・通学時に動画を視聴し、目的地に着いたことで視聴を終了し、その後作業を始めるといった状況が想定される。この状況のように、視覚情報を提示した後のユーザの行動がどのように変化するかについて調べたものは少ない。そこで本研究では、変調された視覚情報が、視聴後であってもユーザの行動に影響を与えられるかに関して調査を行う。

3. 動画の再生速度が与える影響に関する実験

3.1 実験方法

3.1.1 仮説

スマートグラス上に提示する動画の再生速度によって、後の作業速度に影響を与えられるかを検証するための実験を行う。関連研究から、変調された動画が、視聴後の主観的な時間の速さに影響を与えることが明らかになっている。また、ユーザに虚偽の時間感覚を視覚的に与えることで、作業速度が変化することが示されている。動画視聴後の作業速度も、操作された時間感覚に影響されると考えられるため、以下のような仮説を立てる。

H1 再生速度の速い動画が、視聴後の主観的な時間の速さを加速させ、作業速度が無意識的に向上する。

H2 再生速度の遅い動画が、視聴後の主観的な時間の速さを減速させ、作業速度が無意識的に低下する。

以降、これらの仮説を検証するために行った実験について述べていく。

3.1.2 実験条件

実験のために、異なる内容・再生速度の音声付きの動画を3つ用意した。再生速度は、0.5 倍速 (Slow 条件)、1.0 倍速 (Normal 条件)、1.5 倍速 (Fast 条件) の3つである。それぞれの動画の長さは3分で、再生速度の違いが認識できるように、歩行する人の多い商店街や観光地を撮影者が静止状態で撮影した動画と撮影者が歩行しながら撮影した動画のみを使用した。音声に関しては、ノーマライズすることで音量の差をなくし、動画の再生速度によらず音程を維持した。

動画視聴後の作業速度の違いについて評価を行うため、被験者には固定モニタ上に表示される計算式の答をキーボードのテンキーを用いて入力するタスクを行わせる。計算タスクは暗算で答えられる10から50の2数の加法・減法で構成される。

3.1.3 実験手順

被験者には実験前に、動画の内容を覚える必要はなく、計算に関しては、できるだけ多くの問題を解くように指示

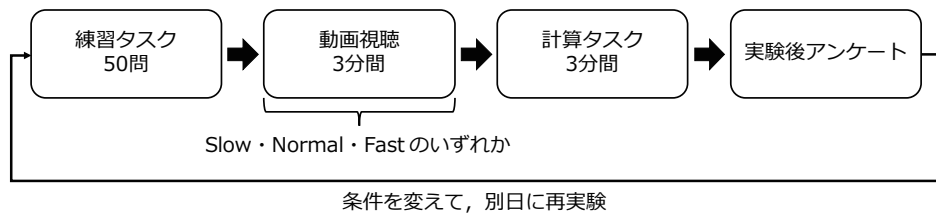


図 2 実験の流れ

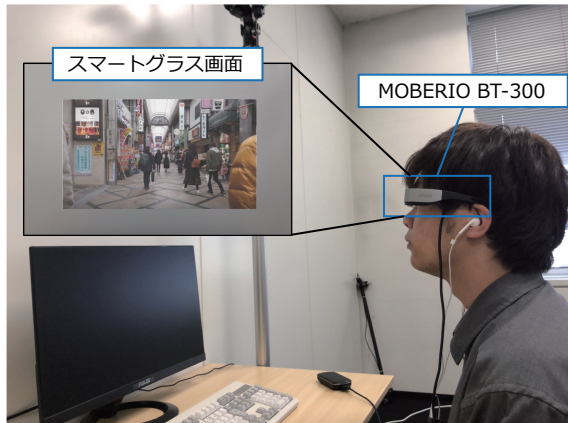


図 3 実験中の様子 (動画の視聴)

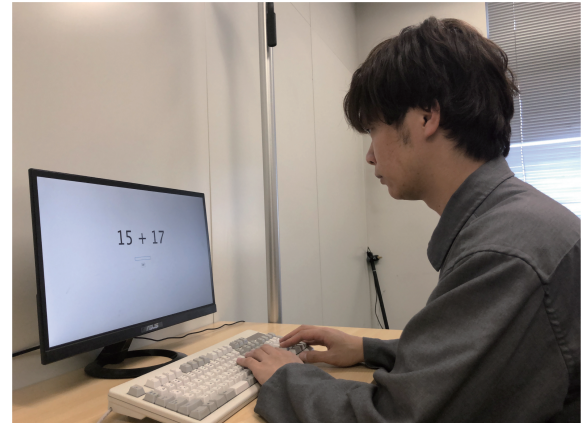


図 4 実験中の様子 (計算タスク)

表 1 実験日程

日程	被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	条件	Normal	Normal	Fast	Fast	Slow	Slow	Normal	Normal	Fast	Fast	Slow	Slow
2		Fast	Slow	Slow	Normal	Normal	Fast	Fast	Slow	Slow	Normal	Normal	Fast
3		Slow	Fast	Normal	Slow	Fast	Normal	Slow	Fast	Normal	Slow	Fast	Normal

をした。実験の流れを図 2 に示す。まず、計算タスクへの慣れを考慮し、被験者には、各回の動画視聴前に実験で用いる計算タスクと同様のものを 50 問回答させる。その後、図 3 のように被験者には着席した状態でスマートグラス (MOVERIO BT-300) とイヤホンを装着させ、3 つの動画のうち 1 つを視聴 (被験者によってランダム) させる。視聴後、図 4 に示すように、固定モニタ上で 3 分間の計算タスクを行わせ、その回答数・正解率により評価を行う。それに加え、各計算タスク後にアンケートを行い、計算タスクで被験者が感じた 5 つの主観評価 (多く回答できた、多く正解した、集中して回答できた、落ち着いていた/焦っていた、タスク時間が長く感じた) を 7 段階で取得し、比較を行う。各被験者 3 回の実験を行うが、連続しての実験による飽きや疲労が結果に影響を及ぼすのを防ぐため、1 日に 1 条件しか実験を実施しないものとした。また、ラテン方格法に従って被験者毎に条件の順序を変更した。各被験者の実験順序を表 1 に示す。

3.2 実験結果

被験者は 20 代の男性 12 人である。各被験者の回答数を表 2 に示す。右 3 列の結果は、被験者ごとの回答数を z-score normalization を用いて正規化した数値である。ま

た、各再生速度での全被験者の平均回答数を図 5, 6 に示す (エラーバーは 95%信頼区間, 以降も同様)。12 人の被験者のうち、過半数の 7 人が再生速度が速いほど回答数が多くなるという結果となり、平均値を比較しても同様のことが確認できる。回答数が再生速度によって差が出るのかを調べるために、正規化された値について Tukey-Kramer 法で多重比較を行った結果を表 3 に示す。表に示す通り、Slow-Normal 条件間、Normal-Fast 条件間においては統計的に有意な差を確認できなかったものの、Slow-Fast 条件間で有意傾向が見られた ($p < .10$)。

正解率について、表 4 に各被験者の正解率、図 7, 8 に全被験者の正解率の平均値を示す。正解率に関して、再生速度によって差があるのかを調べるために多重比較を行った結果を表 5 に示す。正解率に関しては各条件において有意な差が確認できなかった。

図 9 は、各条件の実験後に調査した、計算タスクで被験者が感じた主観評価の結果を示したものである。便宜上、主観評価値を間隔尺度とみなしている。どの調査項目においても、各条件の平均値に有意な差は見られなかった。ここで、「タスクの時間が長く感じた」という項目に関して、再生速度が速い条件で回答数が多くなった被験者 (X 群: Fast 条件での回答数が Slow 条件の 1.1 倍以上) 5 人と、回

表 2 各被験者ごとの回答数						
被験者	回答数			正規化		
	Slow	Normal	Fast	Slow	Normal	Fast
A	71	71	72	-0.707	-0.707	1.41
B	49	51	47	0.00	1.22	-1.22
C	58	63	63	-1.41	0.71	0.71
D	88	84	81	1.28	-0.13	-1.16
E	51	52	64	-0.79	-0.62	1.41
F	58	67	68	-1.41	0.59	0.82
G	81	72	73	1.41	-0.83	-0.58
H	44	47	49	-1.30	0.16	1.14
I	45	53	46	-0.84	1.40	-0.56
J	29	34	42	-1.12	-0.19	1.31
K	46	61	62	-1.41	0.64	0.77
L	66	56	66	0.71	-1.41	0.71
平均	57.17	59.25	61.08	-0.47	0.071	0.40

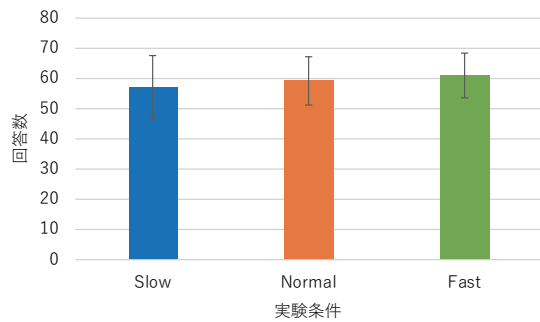


図 5 平均回答数

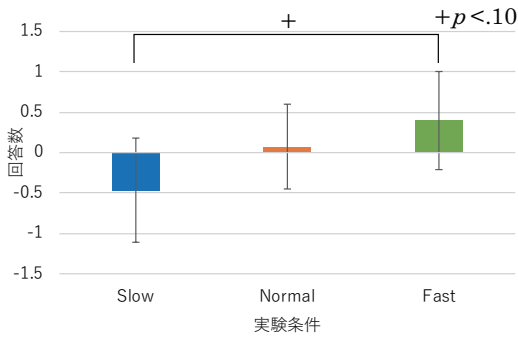


図 6 平均回答数 (正規化)

表 3 多重比較 (回答数)	
比較	<i>p</i>
Slow - Normal	0.3783
Slow - Fast	0.09282
Normal - Fast	0.6979

答数に変化がなかった被験者 (Y 群: Fast 条件での回答数が Slow 条件の 1.0–1.1 倍) 4 人と、回答数が少なくなった被験者 (Z 群: Fast 条件での回答数が Slow 条件の 1.0 倍未満) 3 人の 3 群に分けた平均値を図 10 に示す。図 10 より、X 群の被験者は、再生速度が速いほどタスク時間を長く感

表 4 各被験者ごとの正解率						
被験者	正解率 [%]			正規化		
	Slow	Normal	Fast	Slow	Normal	Fast
A	92.96	92.96	94.44	-0.71	-0.71	1.41
B	95.92	88.23	91.49	1.28	-1.16	-0.12
C	96.55	100	95.24	-0.36	1.36	-1.00
D	89.77	88.10	90.12	-0.50	-1.40	0.90
E	96.08	88.68	100	0.25	-1.33	1.08
F	91.38	91.04	88.24	0.82	0.58	-1.41
G	92.59	95.83	97.26	-1.35	0.31	1.04
H	93.18	100	95.92	-1.13	1.30	-0.16
I	97.83	94.34	93.48	1.39	-0.47	-0.92
J	96.55	100	97.62	-1.04	1.35	-0.30
K	91.3	96.72	95.16	-1.36	1.02	0.34
L	100	96.43	100	0.71	-1.41	0.71
平均	94.51	94.36	94.91	-0.084	-0.046	0.13

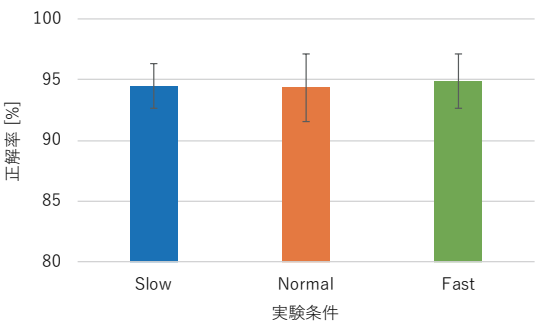


図 7 平均正解率

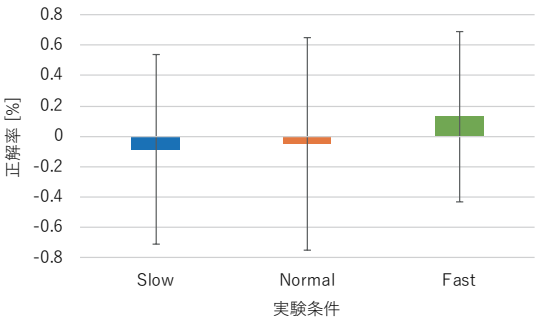


図 8 平均正解率 (正規化)

表 5 多重比較 (正解率)	
比較	<i>p</i>
Slow - Normal	0.9957
Slow - Fast	0.8710
Normal - Fast	0.9106

じ、Z 群の被験者からは逆の傾向が確認できる。また、Y 群の被験者は Fast 条件と Slow 条件とでタスクの時間に違いを感じていないことが確認できる。

3.3 考察

本稿では、スマートグラス上の動画の再生速度が視聴者

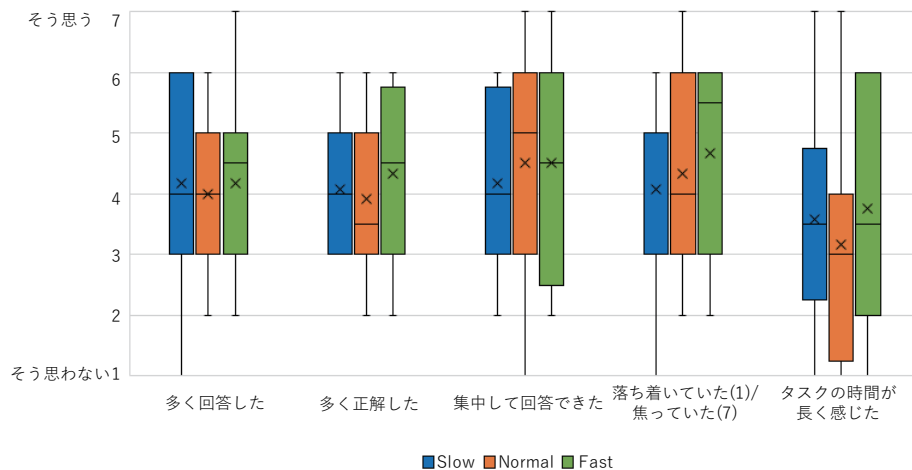


図 9 主観評価

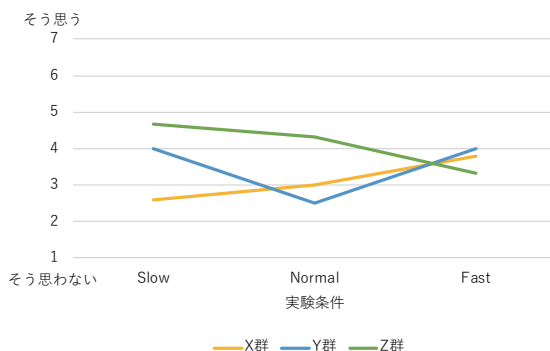


図 10 主観評価 [タスクの時間が長く感じた]

の作業速度に影響を与えるのかを調べるため、再生速度の異なる動画を提示し、それにより計算速度が変化するかについての実験を行った。実験から、提示する動画の再生速度が速いほど回答数が多くなり、Slow-Fast 条件間では有意傾向を確認できた。すなわち、提示する動画の再生速度を速くするほど、視聴者の後の作業速度が速くなる傾向が見られた。一方、Slow-Normal 間、Normal-Fast 間では有意差を確認できなかった。従って、**H1**、**H2** は明確ではないものの部分的に支持されたと言える。このような結果になった原因として 2 点考えられる。1 点目は、仮説の通り速い動画が主観的な時間の速度を加速させたことである。実験後に行った主観的な評価に関するアンケートで再生速度が速いほど回答数が多くなった被験者は、それに伴いタスクの時間を長く感じている。これは、X 群の被験者は再生速度が速いほど、視聴後の主観的な時間の流れが実時間に比べ速くなっているということである。このことから、筆者らは主観的な時間の速さによって作業速度が速くなったのだと考える。2 点目として、動画の人の動きの速さに引き込まれたということが挙げられる。本研究では、再生速度の違いを認識しやすくする目的で、人の歩行速度の違いを確認できる動画のみを実験に用いたが、Watanabe は、

素早い他者の運動を見るとユーザの反応速度が速くなることを実験により示している [9]。このことより、動画内で確認できる人の動きの速さに合わせて、無意識に作業速度が変化した可能性がある。これらを確かめるため、今後は、速さの認識が難しい動画や、人以外の動画を用いて実験を行う。

計算タスクの正解率に関して、どの条件間においても有意差を確認できなかったが、今回実験に用いたタスクは簡単であったため差が出難かったのだと考えられる。そのため、差が出やすいタスクとして、写経や点つなぎなどの、正誤ではなく精度を測れるものを用いて実験を今後行う必要がある。

これらに加え、今後調査を進めていく必要のあるものとして、スマートグラス上での「ながら視聴」における効果が挙げられる。今回の実験では、被験者には静止した状態で動画だけを見るように指示したが、実際の利用を想定すると、通勤・通学時や作業中の「ながら視聴」が考えられる。歩行や料理をしながらの視聴や、実環境を注視しながらの視聴においては、動画の視聴のみを行った本研究での実験とは違った効果を示す可能性がある。そのため、そのような環境での「ながら視聴」が与える影響の解明も、今後の課題として挙げられる。

4. 再生速度による影響と性格の関係の調査

スマートグラス上に提示する動画の再生速度が、視聴後の作業速度に影響を与える傾向を確認した。しかし、すべての被験者から同じ傾向を確認できたわけではなく、逆の効果を示したり、変化が見られなかった被験者がいた。このことから、本稿での実験結果を用いて作業速度の制御システムを提案した場合、効果に個人差が出て、提案システムが一部のユーザに悪影響を与える可能性がある。このような心理的影響を用いたシステムを用いた際に生じる個人差に対し、被験者への効果を事前に判断する方法が提案

されている。双見らは、パブプロフの犬効果の枠組みを情報提示システムに適用することで、メンタル機能補強を情報提示のみで行うためのシステムを構築している [10]。そして、提案システムについて影響の個人ごとの傾向を、複数の国際的な性格測定とオリジナルの測定をもとに予測を行っている。また、同じ提案システムに対し、個人ごとの傾向が脳の特定部位のボリュームと相関があることを MRI により発見し、MRI の撮影画像が、システムによる影響の事前判断に活用できる可能性が示唆されている [11]。本研究においても、これらの手法を用いることで、実験結果に生じた個人差の原因について明らかにできると考えている。そこで本章では、ビッグ・ファイブ理論に基づいた性格検査を用いて、実験結果に生じた個人差についての調査を行う。

4.1 性格検査

本実験の被験者 12 人を対象に、ビッグ・ファイブ理論に基づいた性格検査である日本版 NEO-FFI (NEO FIVE Factor Inventory) [12] を実施した。ビッグ・ファイブ理論は、国際的に最も有名な総合性格測定の 1 つである。本検査は、ビッグ・ファイブ理論に基づいた「神経症傾向・外向性・開放性・調和性・誠実性」の 5 因子性格検査法である日本版 NEO-PI-R (Revised NEO Personality Inventory) [13] の短縮版で、性格を大づかみに捉えられる 60 の質問で構成された検査である。

4.2 結果・考察

被験者ごとの性格の測定値を表 6 に示し、3 章で実験結果を元に分類した被験者群ごとの平均測定値を図 11 に示す。測定値の幅は 0-60 で、測定値が高いほどそれぞれの因子への傾向が高いことを意味する。測定値の大小や各因子の値に関して、有意な差は見られず、被験者群ごとの特徴は確認できなかった。その原因としては、被験者群ごとのデータ数の少なさ (X 群: 5 人, Y 群: 4 人, Z 群: 3 人) が考えられる。被験者群ごとの特徴を捉えるには、被験者数を増やして調査を進める必要がある。また、性格検査として NEO-FFI のみを用いたが、この検査から得られる結果と、スマートグラス上での動画の再生速度が作業速度に与える影響は相関がない可能性がある。そのため、被験者の傾向を見出すために、双見ら [10] のように、複数の性格検査や、実験に基づいたオリジナルの検査を用いる必要がある。再生速度によって期待されるユーザごとの影響について予測を行うため、今後も調査を続けていく。

5. まとめ

本稿では、スマートグラス上に提示する動画の再生速度によって、視聴後の作業速度に影響が与えられるかについて調査した。その結果、統計的検定により、提示する動画

表 6 各被験者ごとの回答数

被験者	群	測定値				
		神経症傾向	外向性	開放性	調和性	誠実性
A	Y	19	28	29	31	40
B	Z	29	19	30	33	24
C	Y	16	23	39	31	31
D	Z	25	14	31	21	20
E	X	29	35	30	34	25
F	X	29	30	34	30	23
G	Z	29	38	34	29	32
H	X	31	20	26	22	21
I	Y	39	23	30	24	22
J	X	17	11	33	27	25
K	X	29	36	37	37	27
L	Y	28	34	25	37	22

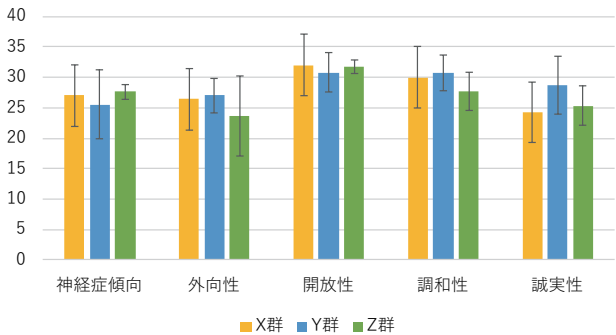


図 11 被験者群ごとの平均測定値

の再生速度を速くするほど、視聴者の後の作業速度が速くなる傾向を確認した。また、提示情報による影響の個人差について、性格検査を用いた調査を試みたが、個人差の要因の判明には至らなかった。

今後は、影響の個人差についての調査を引き続き行うとともに、スマートグラスの利用状況として想定される、通勤・通学時や作業中の「ながら視聴」においても同様の効果を示すのかについて検証を進めていく。それらを明らかにし、状況に応じてスマートグラス上に適切な情報提示を行うことでユーザの作業パフォーマンスを向上するシステムについて検討していく。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 19K20323 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 中村 憲史, 片山 拓也, 寺田 努, 塚本 昌彦: 虚偽情報フィードバックを用いた生体情報の制御システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 4, pp. 1433-1441 (2013).
- [2] Tomoyuki Shimizu, Kyosuke Futami, Tsutomu Terada, and Masahiko Tsukamoto: In-clock Manipulator: Information-presentation Method for Manipulating Subjective Time Using Wearable Devices, *Proc. of the 16th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia (MUM '17)*, pp. 223-230 (2017).

- [3] Naoya Isoyama, Tsutomu Terada and Masahiko Tsukamoto: Comparative Evaluation of Priming Effects on HMDs and Smartphones with Photo Taking Behaviors, *Proc. of the 2nd International Conference on Cognitive Computing (ICCC 2018)*, pp. 71–85 (2018).
- [4] 長谷川 瑛一, 磯山 直也, 酒田 信親, 清川 清: ポジティブ情報の常時閲覧が自転車走行に与える影響, *ユビキタス・ウェアラブルワークショップ 2019 論文集*, pp. 19 (2019).
- [5] David M. Eagleman: Time Perception Is Distorted During Slow Motion Sequences in Movies, *Journal of Vision*, Vol. 4, No. 491 (2004).
- [6] Jeremy Grivel, Fosco Bernasconi, Aurelie L Manuel, Micah M Murray, and Lucas Spierer: Dynamic Calibration of Our Sense of Time, *Neuropsychologia*, Vol. 49, No. 1, pp. 147–150 (2017).
- [7] 松井 啓司, 中村 聡史: 周辺視野への視覚刺激提示が時間評価に及ぼす影響, *情報処理学会論文誌*, Vol. 59, No. 3, pp. 970–978 (2018).
- [8] 伴 祐樹, 櫻井 翔, 鳴海 拓志, 谷川 智洋, 廣瀬 通孝: 時計の表示時間速度制御による単純作業の処理速度向上手法 (<特集>VR 心理学 6), *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol. 21, No. 1, pp. 109–120 (2016).
- [9] Kenichi Watanabe: Behavioral Speed Contagion: Automatic Modulation of Movement Timing by Observation of Body Movements, *Cognition*, Vol. 106, No. 3, pp. 1514–1524 (2008).
- [10] 双見 京介, 寺田 努, 塚本 昌彦: 条件づけ刺激を用いたメンタル機能制御支援システム, *情報処理学会論文誌*, Vol. 58, No. 5, pp. 1025–1036 (2017).
- [11] 寺田 努, 細田 千尋, 双見 京介: 認知バイアスデバイドを解消するための MRI を用いた受容性スクリーニング法, *情報処理学会インタラクション 2020*, pp. 87–95 (2020).
- [12] 下仲 順子, 中里 克治, 権藤 恭之, 高山 緑: 日本版 NEO-PI-R, NEO-FFI 使用マニュアル 改訂増補版, 日本心理株式会社 (2011).
- [13] 下仲 順子, 中里 克治, 権藤 恭之, 高山 緑: 日本版 NEO-PI-R の作成と因子の妥当性の検討, *性格心理学研究*, Vol. 6, No. 2, pp. 138–147 (1998).