

デジタル時計における時刻の部分的な視覚的強調が短期記憶に及ぼす影響：年齢群による効果差の検証

重松 龍之介^{1,a)} 中村 聡史¹

概要：ひとは日常生活の中で時間を意識しながら行動しており、移動や作業の区切りなど、さまざまな場面でデジタル時計を確認している。一方、直前に時計を見ていたにもかかわらずその時刻を覚えておらず、再び確認してしまうことや、予定した時刻に間に合わないといった経験は珍しくない。こうした行動の一因として、視認した時刻情報が十分に保持されていないことが挙げられる。我々はこれまで、デジタル時計表示の一部を視覚的に強調する手法が時刻情報の記憶に与える影響を調査し、探索的分析から、強調する時間単位や年齢群によって結果が異なる可能性が示唆されてきた。そこで本研究では、これまでの研究で違いが示唆された 50 歳未満群と 50 歳以上群を対象に、通常表示、時強調表示、分強調表示で 1 秒間提示された時刻を一定時間後に回答する課題を用い、部分的な視覚的強調が時刻情報の短期記憶に与える影響とその年齢群差を再検証した。その結果、時強調表示では両年齢群において時を正しく回答した割合が分より有意に高かったが、分強調表示では逆方向の差は認められなかった。また、これらの傾向が年齢群によって異なることを示す証拠は得られなかった。

1. はじめに

ひとは日常生活において、移動や作業の区切り、予定の開始時刻、締め切りなどを確認するために、さまざまな場面で時計を利用している。一方、時計を確認していたにもかかわらず予定した時刻を過ぎてしまったり、直前に確認した時刻を忘れてしまい再び確認したりすることがある。ひとの行動上の失敗には、実行時の操作の誤りだけでなく、必要な情報を保持または想起できない記憶に関わる失敗も含まれる [1]。予定した時刻に適切な行動をとるためには、時計を視認するだけでなく、表示された時刻情報を認識し、保持したうえでその情報をその後の行動判断に利用する必要がある。そのため、時計を確認した後に時刻情報が十分に保持されていないことは、時間に基づく行動が遅れる要因の一つになりうる。

我々はこれまでの研究 [2] で、利用状況に応じてデジタル時計の「時」「分」「秒」の一部を視覚的に強調する表示手法を提案し、時刻に基づく行動への影響を実験により検証することで、強調表示によって、指定時刻から行動開始までの遅れが短くなる傾向を確認した。ただし、この研究では強調された時間単位が視認後にどの程度保持されていたかは明らかにしていなかった。この点を深掘りするため、

デジタル時計を短時間提示した後の記憶実験を実施し、部分的な視覚的強調が時刻情報の記憶成績に与える影響を検証した [3]。その結果、強調表示による明確な記憶成績の向上は確認されなかったが、年齢群別分析では、部分的な視覚的強調の影響が年齢群によって異なる可能性が示唆された。しかし、この分析は探索的に行ったものであったため、年齢群による効果差があると結論づけることはできなかった。

そこで本研究では、これまでの研究で探索的に観察された年齢群別の傾向を再検証するため、対象を時刻情報に限定し、参加者数を増やした追加実験を実施する。具体的には、通常表示、時強調表示、分強調表示の 3 条件を設定し、50 歳未満群と 50 歳以上群における時および分の記憶成績を比較する。これにより、部分的な視覚的強調が時刻情報の短期記憶に与える影響と、その影響が年齢群によって異なるかを検証する。

2. 関連研究

2.1 短時間提示された視覚情報の認知と短期記憶

ひとは、短時間に提示された視覚情報のすべてを正確に処理し、保持できるわけではない。Brainerd ら [4] は、記憶には個々の詳細を保持した情報と、内容を意味的にまとめた情報の両方が形成され、判断や想起では後者が利用されやすいことを明らかにしている。また Oliva [5] は短時間

¹ 明治大学
Meiji University
^{a)} sryu131@icloud.com

の視認でもシーン全体のおおまかな意味は把握できるが、局所的な詳細は十分に処理されない場合があることを明らかにしている。さらに Sperling [6] は、短時間提示された視覚情報は一時的に保持されるものの、急速に失われ、保持できる量にも限界があることを明らかにした。

これらの研究から、短時間の視認では全体的な内容を把握できても、個々の要素を正確に保持することは難しいと考えられる。デジタル時計は日常的に見慣れた表示であるが、その後の行動に利用するためには、「時」と「分」をそれぞれ正確に保持する必要がある。本研究では、デジタル時計を1秒間提示した後の再生課題を用いて、時刻情報の短期記憶を検証する。

2.2 視覚的強調による注意誘導と記憶への影響

ひとは、視野内にあるすべての情報を均等に処理するのではなく、注意を向けた情報を中心に処理している。Treisman [7] は、注意が向けられた情報が優先的に処理される一方、それ以外の情報は十分に処理されない場合があることを明らかにしている。また、Yantis ら [8] は、刺激の突発的な出現が観察者の意図とは無関係に注意を引くことを明らかにした。Duncan [9] は、注意が個々の特徴だけでなく、意味的にまとまった情報単位に向けられることを明らかにしている。

情報提示の設計においても、Matthews [10] は短時間で情報を把握する周辺ディスプレイを対象とし、情報の強調や抽象化の方法が、内容の把握しやすさに影響することを明らかにしている。このことから、表示の一部を大きくすることで、利用者の注意を特定の情報へ向けられる可能性がある。

ただし、視覚的強調によって注意を向けられた情報が、短時間の視認後にどのように記憶されるかは十分に明らかになっていない。本研究では、デジタル時計の時または分を部分的に強調し、強調された時間単位と強調されていない時間単位の記憶成績を比較するものである。

2.3 加齢に伴う視覚的記憶の変化と注意手がかりの効果

加齢に伴い、視覚的注意や情報を短時間保持する能力が変化することが知られている。Madden [11] は、高齢者は若年者より視覚探索に時間を要し、正確性も低い場合がある一方、必要な情報へ意識的に注意を向ける能力は比較的保たれることを指摘している。

また、高齢者も何に注目すべきかを示す手がかりを利用できることが知られている。Souza [12] は、記憶すべき対象を示す手がかりによって、若年者と高齢者の両方で視覚的ワーキングメモリの成績が向上し、その改善の程度も両年齢群で同程度であったことを明らかにした。Allen ら [13] も、高齢者は全体的な記憶成績では若年者より低かったものの、価値の高い対象を優先して記憶する効果は

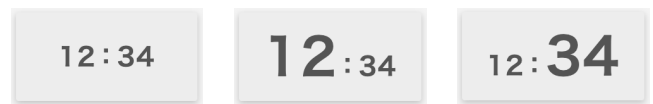


図 1: 本実験で用いた時刻情報の表示例。左から通常表示、時強調表示、分強調表示を示す。

両年齢群で同程度であったことを明らかにしている。さらに、Gilchrist ら [14] は、記憶すべき特徴を示す手がかりによって、両年齢群の記憶成績が向上することを明らかにした。これらの結果から、高齢者においても、重要な情報へ注意を向け、優先的に保持する能力は比較的保たれていると考えられる。

一方、加齢によって目立つ情報から受ける影響が変化する可能性もある。Tsvetanov ら [15] は、高齢者は若年者より、視覚的に目立つ妨害刺激を無視することが難しいことを明らかにした。ただし、手がかりの効果は一貫しておらず、Duarte ら [16] は、保持中に空間的な手がかりを提示しても、高齢者では記憶成績の向上が確認されなかったことを明らかにしている。このことから、手がかりの効果は、その種類や提示するタイミングによって異なる可能性がある。

以上より、高齢者は若年者より記憶成績が低い場合があるものの、重要な情報を示す手がかりを利用する能力は保たれている可能性がある。しかし、既存研究では、記憶すべき対象を明示する手がかりや、刺激提示後に与える手がかりが主に用いられており、表示の一部を大きくする本研究の手法とは異なる。本研究では、時または分を部分的に強調した場合の記憶成績と、その影響が年齢群によって異なるかを検証する。

3. これまでの研究と本研究の仮説

3.1 我々のこれまでの研究

我々のこれまでの研究では、デジタル時計における部分的な視覚的強調が短期記憶に与える影響を検証した [3]。実験では、「時」と「分」から構成される時刻情報と時間的な意味をもたない4桁の数字情報を用いて、情報種別および表示形式による記憶成績の比較を行った。表示形式としてすべての数字を同じ大きさで提示する通常表示、左側の2桁を強調する左強調表示、右側の2桁を強調する右強調表示の3条件を設定した。参加者には、いずれかの情報を1秒間提示し、約30秒間の操作課題を行った後、提示された4桁の内容を回答させた。最終的に873名を分析対象とした。

その結果、時刻情報と数字情報の完全正答率に有意な差は認められず、いずれの情報種別においても、強調表示による明確な記憶成績の向上は確認されなかった。また、時刻情報を対象として探索的に年齢群別の分析を行ったところ、50歳以上群では、強調された時間単位の正答率が通常

表示より高く、強調されていない時間単位の正答率が低くなる傾向が観察された。これに対し、50 歳未満群では同様の傾向は明確ではなかった。ただし、各年齢群と表示条件の組合せに含まれる参加者数は約 70 名と限られていたため、部分的な視覚的強調の影響が年齢群によって異なるかを十分に検証することはできなかった。

3.2 本研究の位置づけ

本研究では、我々のこれまでの研究で探索的に観察された傾向を踏まえ、部分的な視覚的強調が時刻情報の記憶成績に与える影響が年齢群によって異なるかを再検証する。また、対象を時刻情報に限定し、各年齢群と表示条件の組合せにおける参加者数を増やした追加実験を実施する。表示形式には通常表示、時強調表示、分強調表示の 3 条件を用い、参加者を 50 歳未満群と 50 歳以上群に分ける。この年齢区分は、50 歳を境として認知機能が明確に変化すると仮定したものではなく、我々のこれまでの研究と同一の基準で結果を比較するために採用した。なお、本実験では時刻提示前の事前課題数を変更しているため、手続きを完全に同一とした直接的な追試ではなく、手続きの一部を変更した再検証として位置づける。図 1 に、本研究で用いる表示条件の例を示す。

3.3 仮説

本研究は、我々のこれまでの研究で探索的に観察された年齢群別の傾向を再検証するものである。そこで、我々のこれまでの研究で得られた探索的結果を踏まえ、時刻情報の強調と正答率について、年齢を考慮しつつ以下の 3 つの仮説を検証する。

仮説 1： 時強調表示では時の正答率が分の正答率より高く、分強調表示では分の正答率が時の正答率より高い。

仮説 2： 通常表示における完全正答率は、50 歳以上群が 50 歳未満群より低い。

仮説 3： 強調表示における強調された時間単位と強調されていない時間単位の正答率差は、50 歳未満群より 50 歳以上群で大きい。

4. 実験

4.1 実験デザインと表示条件

本実験では、これまでの研究 [3] で用いた実験計画をもとに、提示する情報を時刻情報に限定した。年齢群を 50 歳未満群と 50 歳以上群の 2 群、表示形式を通常表示、時強調表示、分強調表示の 3 条件とする参加者間計画とした。参加者が実験 URL にアクセスすると、実験システムによって 3 種類の表示条件のうち 1 条件が無作為に割り当てられるようにした。各参加者には、割り当てられた表示条件に



図 2: 刺激提示後の保持間隔中に実施した操作タスクの画面例。参加者が画面をタップすると操作対象の円がジャンプし、右側から出現する障害物を回避する。画面上部には 30 秒間の保持間隔の経過が表示される。



(a) 刺激提示開始画面

(b) 回答入力画面

図 3: 刺激提示および回答入力に用いた画面例。刺激提示開始画面では、参加者がボタンを押すと時刻情報が 1 秒間提示される。回答入力画面では、提示された時刻を「時」と「分」に分けて入力する。

よる時刻提示と再生課題に 1 回取り組んでもらった。表示形式には、時と分を同じ大きさで表示する通常表示、時のフォントサイズを通常表示の 2 倍とする時強調表示、分のフォントサイズを通常表示の 2 倍とする分強調表示の 3 種類を用いた。

各表示条件の例を図 1 に示す。提示する時刻は、時を 00 から 23、分を 00 から 59 の範囲から、参加者ごとにランダムに生成した。

4.2 実験システム

本実験では、参加者自身のスマートフォンの Web ブラウザ上で動作する実験システムを用いた。システムの基本構成は、我々のこれまでの研究 [3] で用いたものと同様であり、年齢や性別などを回答する基本属性回答画面、時刻提

示前に簡単な操作を行う事前課題画面、時刻情報の提示を開始する刺激提示開始画面、時刻情報を表示する刺激提示画面、提示後の保持間隔中に操作を行うタスク画面、提示された時刻を回答する再生課題画面、および事後アンケート画面から構成される。基本属性回答画面では、年齢や性別などを質問するとともに、設問内容を注意深く読んでいることを確認するため、指定された選択肢を選択するように求めるアテンションチェック項目を設けた。刺激提示開始画面および再生課題画面の例を図3に、保持間隔中の操作タスク画面の例を図2に示す。

事前課題の終了後、参加者には刺激提示開始画面を表示した(図3a)。この画面では、ボタンを押すと情報が表示されることに加え、表示される情報を見るよう画面上で指示した。ただし、表示される情報を記憶することは明示的に求めなかった。参加者がボタンを押すと、図1に示した通常表示、時強調表示、分強調表示のいずれかの形式で、時刻情報を1秒間提示した。時刻情報の提示終了後、画面は保持間隔中の操作タスクへ自動的に遷移した。

保持間隔中の操作タスクでは、参加者が画面をタップすると操作対象の円がジャンプし、画面右側から出現する障害物を回避するようにした(図2)。参加者はこのタスクに約30秒間取り組み、終了後に再生課題画面へ遷移した。再生課題画面では、提示された時刻を「時」と「分」に分けて入力できるようにした(図3b)。回答後には事後アンケート画面を表示し、時刻情報の視認有無および記憶意図を質問した。

本実験では、システムの基本構成は変更せず、時刻提示前に行う事前課題の実施回数を変更した。我々のこれまでの研究では、全体的に正答率が高く、参加者が後に情報が提示されることを意識しながら操作していた可能性が考えられた。そこで本実験では、一連の操作を続ける中で時刻情報を確認する状況に近づけるため、事前課題の実施回数を3回から9回に増やした。事前課題は、画面上の指示に従って指定された方向へスワイプする課題、複数の対象から指定された対象をタップする課題、およびボタンを押して指定された内容を表示する課題の3種類で構成し、各課題を3回ずつ提示した。

4.3 実験手順

実験手順は以下のとおりである。

- (1) クラウドソーシングサービス上で実験内容を説明し、参加者から実験参加への同意を得る。
- (2) 参加者に年齢や性別などの基本属性を回答してもらうとともに、アテンションチェックにも取り組んでもらう。
- (3) 参加者に3種類の事前課題に各3回ずつ、計9回取り組んでもらう。

- (4) 事前課題の終了後、参加者がボタンを押すと、割り当てられた表示形式で時刻情報が1秒間提示される。
- (5) 参加者に時刻情報の提示後に簡単な操作タスクに約30秒間取り組んでもらう。
- (6) 参加者に提示された時刻を「時」と「分」に分けて回答してもらう。
- (7) 参加者に時刻情報の視認有無および記憶意図を回答してもらう。
- (8) 参加者に実験システム内に表示されたパスコードと参加者IDをクラウドソーシングサービス上で入力してもらい、実験を終了する。

4.4 実験参加者

実験参加者の募集には、研究目的のオンライン実験におけるデータ収集手法としての有用性が明らかにされているYahoo!クラウドソーシング^{*1}を利用した[17]。募集にあたっては、同サービスの年齢指定機能を用い、50歳未満群と50歳以上群を別々に募集した。参加者には、スマートフォンを用いて実験に参加するよう求めた。実験の想定所要時間は約1分であり、実験を完了した参加者には、時給換算で約1,250円に相当する20円分のPayPayポイントを報酬として付与した。我々のこれまでの研究では、各表示条件全体で約150名を分析対象とし、一部の条件において時と分の正答率差が確認された。しかし、年齢群別にみると各年齢群と表示条件の組合せに含まれる参加者数は約70名であった。そこで本実験では、年齢群別の傾向をより多くの参加者に基いて再検証するため、各年齢群と表示条件の組合せについて、分析対象者約200名を確保することを目標とした。さらに、ID不一致、アテンションチェック不通過、時刻情報の未視認などによる除外を見込み、各組合せに約250名が割り当てられるよう、50歳未満群と50歳以上群についてそれぞれ750名、合計1,500名を募集した。

5. 結果

5.1 分析対象者

募集の結果、クラウドソーシング上では、50歳未満群と50歳以上群のそれぞれ750名、合計1,500名から回答を得た。実験終了後、クラウドソーシング上で入力された参加者IDと、実験システムに記録されたIDを照合した。その結果、50歳未満群735名、50歳以上群707名の計1,442名についてIDの一致が確認された。そのため、IDが一致しなかった58名を除外した。内訳は、50歳未満群15名、50歳以上群43名であった。確認できた不一致記録には、ID生成・取得の失敗や文字化け、余分な文字列の付加、重複入力が含まれていたが、これらが生じた原因は特定でき

^{*1} <https://crowdsourcing.yahoo.co.jp>

表 1: 年齢群および表示形式ごとの記憶成績（正答数／参加者数と正答率）

年齢群	表示形式	時の成績	分の成績	完全正答
50 歳未満	通常表示	199/230 (86.5%)	188/230 (81.7%)	179/230 (77.8%)
	時強調表示	200/220 (90.9%)	178/220 (80.9%)	175/220 (79.5%)
	分強調表示	189/230 (82.2%)	183/230 (79.6%)	172/230 (74.8%)
50 歳以上	通常表示	185/229 (80.8%)	174/229 (76.0%)	165/229 (72.1%)
	時強調表示	166/215 (77.2%)	146/215 (67.9%)	138/215 (64.2%)
	分強調表示	145/188 (77.1%)	141/188 (75.0%)	133/188 (70.7%)

なかった。次に、実験システム内で実施したアテンションチェックにおいて、指定された選択肢を選択しなかった 21 名を除外した。内訳は、50 歳未満群 13 名、50 歳以上群 8 名であった。

さらに、事後アンケートにおいて時刻情報を「見ていない」と回答した 109 名について記憶成績を確認したところ、時の正答者は 5 名 (4.6%)、分の正答者は 3 名 (2.8%)、完全正答者は 3 名 (2.8%) にとどまり、全体として記憶成績が低かった。本実験では、提示された時刻情報を視認することが課題遂行および記憶成績の評価の前提であったため、これらの参加者はその前提を満たしていないと判断し、分析対象から除外した。内訳は、50 歳未満群 42 名、50 歳以上群 67 名であった。なお、アテンションチェック通過者 1,421 名を対象として視認有無と表示条件との関連を確認したところ、「見ていない」と回答した参加者は、通常表示で 36 名 (7.3%)、時強調表示で 43 名 (9.0%)、分強調表示で 30 名 (6.7%) であり、その割合に表示条件間で大きな差はみられなかった。

以上より、計 1,312 名を主分析の対象とした。内訳は、50 歳未満群 680 名、50 歳以上群 632 名であった。ここで、50 歳以上群の分強調表示は 188 名であり、同群の通常表示 229 名および時強調表示 215 名より少なかった。そこで、ID 照合および除外基準の適用前に実験システム上で確認された条件別人数について、3 条件の人数が均等であることを帰無仮説とするカイ二乗適合度検定を行った。その結果、条件別人数には有意な偏りが認められた ($\chi^2(2) = 8.21, p = .016$)。分強調表示では、割当後に実験を完了しなかった参加者が他の条件より多かった可能性があるが、条件別人数に偏りが生じた原因は特定できなかった。一方、記憶意図は時刻情報の視認とは異なり、課題遂行の前提ではなかった。また、記憶意図に関する回答は実験終了後に得られた事後的な自己申告であり、事前に定めた除外基準でもなかった。そのため、記憶成績と関連する可能性がある回答に基づいて参加者を事後的に除外することを避け、分析対象者の選定には用いなかった。

5.2 部分強調表示が時と分の正答率に及ぼす影響

年齢群および表示形式ごとの記憶成績を表 1 に示す。時および分の正答は、それぞれ回答した 2 桁が提示内容と完全に一致した場合とした。また、時と分の両方が正答であった場合を完全正答とした。以下の分析では有意水準を 5% とした。

仮説 1 では、時強調表示では時の正答率が分の正答率より高く、分強調表示では分の正答率が時の正答率より高くなると予測した。この仮説を検証するため、各年齢群について、時強調表示および分強調表示における時と分の正答率を比較した。また、強調を行わない場合の時と分の正答率差を確認するため、通常表示についても同様に比較した。時と分の正誤は同一参加者から得られた対応のある二値データであるため、McNemar 検定を用いた。各年齢群について 3 つの表示条件を検定したため、Holm 法による多重比較補正を行った。

50 歳未満群では、通常表示において時の正答率が分より 4.8 ポイント高かったが、有意な差は認められなかった (Holm 補正後 $p = .123$)。時強調表示では、時の正答率が分より 10.0 ポイント高く、その差は有意であった (Holm 補正後 $p < .001$)。分強調表示では、時の正答率が分より 2.6 ポイント高かったが、有意な差は認められなかった (Holm 補正後 $p = .345$)。一方、50 歳以上群では、通常表示において時の正答率が分より 4.8 ポイント高かったが、有意な差は認められなかった (Holm 補正後 $p = .123$)。時強調表示では、時の正答率が分より 9.3 ポイント高く、その差は有意であった (Holm 補正後 $p = .004$)。分強調表示では、時の正答率が分より 2.1 ポイント高かったが、有意な差は認められなかった (Holm 補正後 $p = .503$)。以上より、時強調表示では、両年齢群において時の正答率が分より有意に高かった。一方、分強調表示では、いずれの年齢群においても分の正答率が時の正答率を上回らなかった。

次に、強調対象の正答率そのものが通常表示より高いかについて検証した。時については通常表示と時強調表示、分については通常表示と分強調表示を比較した。時および分の正誤をそれぞれ目的変数とし、年齢群、表示形式、お

よび両者の交互作用を説明変数とする二項ロジスティック回帰分析を行った。各年齢群について、時は通常表示と時強調表示、分は通常表示と分強調表示を比較する計4つの比較を行い、Holm法による多重比較補正を適用した。50歳未満群では、時の正答率は時強調表示の方が通常表示より4.4ポイント高く、分の正答率は分強調表示の方が通常表示より2.2ポイント低かった。50歳以上群では、時の正答率は時強調表示の方が3.6ポイント低く、分の正答率は分強調表示の方が1.0ポイント低かった。しかし、4つの比較のいずれにも有意な差は認められなかった（Holm補正後はいずれも $p \geq .578$ ）。各比較のオッズ比（95%信頼区間）は、50歳未満群の時で1.56（0.86～2.83）、分で0.87（0.55～1.38）、50歳以上群の時で0.81（0.51～1.27）、分で0.95（0.61～1.49）であった。また、年齢群と表示形式の交互作用は、時の正答（尤度比検定： $\chi^2(2) = 4.81, p = .090$ ）および分の正答（ $\chi^2(2) = 2.04, p = .361$ ）のいずれにおいても有意ではなかった。以上より、強調対象の正答率が通常表示より高くなることや、その差が年齢群によって異なることを示す結果は得られなかった。

5.3 記憶成績の年齢群差

仮説2では、通常表示における完全正答率は、50歳以上群が50歳未満群より低くなると予測した。この仮説を検証するため、通常表示における完全正答率を年齢群間で比較した。完全正答率は、50歳未満群で77.8%（179/230）、50歳以上群で72.1%（165/229）であり、50歳以上群の方が5.7ポイント低かった。カイ二乗検定の結果、この差は統計的に有意ではなかった（ $\chi^2(1) = 2.04, p = .153$ ）。

仮説3では、強調表示における強調された時間単位と強調されていない時間単位の正答率差は、50歳未満群より50歳以上群で大きくなると予測した。この仮説を検証するため、時および分の正誤を目的変数とし、年齢群、表示形式、時間単位、およびそれらの交互作用を説明変数とする一般化推定方程式（GEE）による二項ロジスティック回帰分析を行った。参加者をクラスタとして指定し、同一参加者から得られた時と分の正誤の対応を考慮した。年齢群、表示形式、時間単位の3要因交互作用により、表示条件に伴う時と分の正答率差の変化が年齢群によって異なるかを検証した。その結果、3要因交互作用は統計的に有意ではなかった（Wald検定： $\chi^2(2) = 1.28, p = .527$ ）。そのため、表示条件における時と分の正答率差が年齢群によって異なることを示す結果は得られなかった。

6. 考察

6.1 部分強調表示の効果と年齢群差

仮説1では、時強調表示では時の正答率が分の正答率より高く、分強調表示では分の正答率が時の正答率より高くなると予測した。実験の結果、時強調表示では、50歳未満

群と50歳以上群のいずれにおいても、時の正答率が分より有意に高かった。一方、分強調表示では、いずれの年齢群においても分の正答率は時を上回らず、仮説1は部分的に支持されたといえる。ただし、通常表示との直接比較では、強調された時間単位の正答率が有意に高くなった条件はなかった。このことから、時強調表示で確認された時と分の正答率差は、時の記憶成績そのものが向上したことを示すものではなく、同一条件内で時が分より相対的に保持されやすかったことを示す結果と考えられる。

仮説2では、通常表示における完全正答率は、50歳以上群が50歳未満群より低くなると予測した。実験の結果、完全正答率は50歳以上群の方が5.7ポイント低かった。しかし、その差は有意ではなく、仮説2は支持されなかった。本実験で用いた時刻情報は、日常的に馴染みのある4桁の比較的単純な情報であったため、年齢群による違いが明確に現れるほど課題の負荷が高くなかった可能性がある。

仮説3では、強調された時間単位と強調されていない時間単位の正答率差が、50歳未満群より50歳以上群で大きくなると予測した。しかし、年齢群、表示形式、時間単位の3要因交互作用は有意ではなかった。また、時強調表示では両年齢群で時の正答率が分より高く、分強調表示では分の正答率が時を上回らないという共通した傾向がみられた。さらに、通常表示と強調表示の差が年齢群によって異なることを示す交互作用も認められなかった。以上より、部分的な視覚的強調の影響が年齢群によって異なることを示す結果は得られず、仮説3は支持されなかった。

6.2 これまでの研究との比較

表2に、我々のこれまでの研究と本実験における、強調された時間単位と強調されていない時間単位の正答率を示す。時強調表示では、我々のこれまでの研究において、時の正答率が分より50歳未満群で9.6ポイント、50歳以上群で22.2ポイント高く、50歳以上群でのみ有意な差が認められた。本実験でも、時の正答率は分より50歳未満群で10.0ポイント、50歳以上群で9.3ポイント高く、両年齢群で有意な差が認められた。そのため、時強調表示において時側への偏りが生じるという傾向は、本実験でも確認された。一方、これまでの研究でみられた50歳以上群で特に差が大きくなる傾向は再現されなかった。

分強調表示では、我々のこれまでの研究と本実験のいずれにおいても、分の正答率が時より有意に高くなる結果は得られなかった。そのため、時強調表示では時側への偏りがみられる一方、分強調表示では分側への明確な偏りが生じないという非対称な傾向は、両実験に共通していた。

我々のこれまでの研究では、部分的な視覚的強調の影響が50歳以上群で強く現れる可能性が探索的に示されていた。しかし、本実験では年齢群による効果差は確認されず、この傾向は再現されなかった。

表 2: 我々のこれまでの研究と本実験の強調表示における正答率差

実験	表示形式	年齢群	<i>n</i>	強調単位	非強調単位	差（強調－非強調）	補正後 <i>p</i> 値
これまでの研究	時強調表示	50 歳未満	73	87.7%	78.1%	9.6 pt	.196
	時強調表示	50 歳以上	72	87.5%	65.3%	22.2 pt	< .001
	分強調表示	50 歳未満	67	83.6%	88.1%	−4.5 pt	.578
	分強調表示	50 歳以上	73	84.9%	79.5%	5.4 pt	.578
本実験	時強調表示	50 歳未満	220	90.9%	80.9%	10.0 pt	< .001
	時強調表示	50 歳以上	215	77.2%	67.9%	9.3 pt	.004
	分強調表示	50 歳未満	230	79.6%	82.2%	−2.6 pt	.345
	分強調表示	50 歳以上	188	75.0%	77.1%	−2.1 pt	.503

6.3 時強調表示と分強調表示における効果の非対称性

時強調表示と分強調表示で異なる結果が得られた理由として、時刻情報の表示位置と処理順序が関係している可能性がある。本実験のデジタル時計では、時を左側、分を右側に配置しており、時から分の順に情報が処理されやすかったと考えられる。そのため、1 秒間という短い提示時間では、先に位置する時が優先的に処理された可能性がある。実際に、通常表示においても、両年齢群で時の正答率は分より 4.8 ポイント高かった。この差は有意ではなかったものの、強調を行わない場合にも時が分より保持されやすい傾向があったことを示している。時強調表示では、この時側への偏りに表示サイズの違いが重なり、時と分の正答率差が大きくなった可能性がある。

一方、分強調表示における時と分の正答率差は、50 歳未満群で 2.6 ポイント、50 歳以上群で 2.1 ポイントであり、通常表示より記述的には小さかった。このことから、分の強調によって時側への偏りが弱まった可能性はあるものの、分の正答率が時を上回るまでには至らなかったと考えられる。ただし、本実験では時と分の表示位置を固定していたため、視覚的強調による影響と、表示位置および処理順序による影響を分離することはできない。

以上より、本研究の表示条件下では、時と分の正答率差の現れ方が、強調する時間単位によって異なる可能性が示された。時刻表示を設計する際には、単に対象となる時間単位を大きく表示するだけでなく、時と分の表示位置や処理順序を考慮する必要がある。

6.4 デジタル時計の表示設計への示唆と本研究の限界

本実験では、デジタル時計における部分的な視覚的強調が、強調対象の記憶成績を一律に向上させるという結果は得られなかった。時強調表示では、時と分の記憶成績が時側に偏った一方、分強調表示では同様の分側への偏りは確認されなかった。また、この傾向が年齢群によって異なる

ことを示す統計的証拠は得られなかった。

このことから、デジタル時計の一部を強調する際には、単に対象となる時間単位を大きく表示するだけでなく、強調する単位ごとにその効果を検証する必要があると考えられる。また、日常生活において必要となる時間単位は、利用者の状況によって異なる。例えば、指定時刻が近づき、分単位で残り時間を判断する必要がある場面では、利用者にとって分の重要性が高まる。このように、利用者が特定の時間単位を必要とするコンテキストと強調表示を組み合わせることで、対象となる時間単位に注意を向けやすくなる可能性がある。

本研究にはいくつかの限界がある。まず、本実験では注意や視線を直接測定していないため、時強調表示における時側への偏りが、実際に注意配分の変化によって生じたかは明らかではない。また、各参加者の試行数が 1 回のみであり、各参加者において同様の傾向が繰り返し生じるかを確認できていない。さらに、提示された時刻を覚えようとした参加者が含まれていたため、日常的に時計を一瞥する場面を十分に再現できていない可能性がある。また、本実験は参加者自身のスマートフォン上で実施したため、画面サイズや閲覧距離、周囲の明るさなどの閲覧環境を統制できていない。これらの違いが、強調表示の見え方や記憶成績に影響した可能性がある。さらに、提示時刻は参加者ごとにランダムに生成され、実際の時刻とは一致していなかったため、日常的な時計確認場面を十分に再現できていない可能性がある。また、表示条件別の分析対象者数には偏りがあり、特に分強調表示が少なかった。分強調表示では、提示時刻を十分に記憶できなかった参加者が実験を完了しなかった可能性があるが、実験を完了しなかった参加者の記憶成績は取得していないため、その可能性を検証することはできなかった。今後は、より自然な時計確認場面において、コンテキストに応じた強調表示が、時刻情報の記憶や時計確認行動、指定時刻における行動に与える影響

を検証する必要がある。

7. おわりに

本研究では、デジタル時計における部分的な視覚的強調が時刻情報の短期記憶に与える影響と、その影響が年齢群によって異なるかについて、我々のこれまでの研究で探索的に観察された年齢群による効果差を再検証する実験を行った。実験では対象を時刻情報に限定し、50歳未満群と50歳以上群を対象として、通常表示、時強調表示、分強調表示の3条件を用いた追加実験を実施した。実験の結果、時強調表示では、両年齢群において時の正答率が分の正答率より有意に高かったが、分強調表示では、分の正答率が時の正答率を上回らなかった。また、通常表示における完全正答率は50歳以上群で数値上低かったものの、年齢群間に有意な差は認められなかった。さらに、表示条件における時と分の正答率差が年齢群によって異なることを示す統計的証拠は得られなかった。そのため、我々のこれまでの研究で探索的に観察された、50歳以上群において部分的な視覚的強調の影響が大きくなるという傾向は、本実験では再現されなかった。

今後は、何を強調するのが適切かについて十分な分析を行いつつ、部分的な強調表示を用いた時計のプロトタイプシステムを実装する。また、プロトタイプシステムを日常的な利用場面に適用し、時計の確認行動や時間に基づく行動にどのような変化をもたらすかを検証する予定である。さらに、ユーザの活動状況や指定時刻への接近度などの時間的コンテキストに基づいて、強調する時間単位や強調の程度を変化させることで、適切な時間管理を支援する表示手法の確立を目指す。

謝辞

本研究の一部はJSPS科研費JP26K02962の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Reason, J.: *Human Error*, Cambridge University Press (1990).
- [2] 重松龍之介, 中村聡史: コンテキストに応じたデジタル時計の部分強調表示による行動変容手法, 情報処理学会研究報告エンタテインメントコンピューティング (EC), Vol. 2025-EC-75, No. 24, pp. 1–8 (2025).
- [3] 重松龍之介, 萩原垂依, 中村聡史: 部分的な視覚的強調が短期記憶に及ぼす影響: デジタル時計の時刻情報と非時刻情報の比較, 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 2026-HCI-217, No. 39, pp. 1–8 (2026).
- [4] Brainerd, C. J. and Reyna, V. F.: Gist Is the Grist: Fuzzy-Trace Theory and the New Intuitionism, *Developmental Review*, Vol. 10, No. 1, pp. 3–47 (online), DOI: 10.1016/0273-2297(90)90003-M (1990).
- [5] Oliva, A.: Gist of the Scene, *Neurobiology of Attention*, Elsevier, pp. 251–256 (online), DOI: 10.1016/B978-012375731-9/50045-8 (2005).
- [6] Sperling, G.: A Model for Visual Memory Tasks, *Human Factors*, Vol. 5, No. 1, pp. 19–31 (online), DOI: 10.1177/001872086300500103 (1963).
- [7] Treisman, A. M.: Strategies and Models of Selective Attention, *Psychological Review*, Vol. 76, No. 3, pp. 282–299 (online), DOI: 10.1037/h0027242 (1969).
- [8] Yantis, S. and Jonides, J.: Abrupt Visual Onsets and Selective Attention: Evidence from Visual Search, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol. 10, No. 5, pp. 601–621 (online), DOI: 10.1037/0096-1523.10.5.601 (1984).
- [9] Duncan, J.: Selective Attention and the Organization of Visual Information, *Journal of Experimental Psychology: General*, Vol. 113, No. 4, pp. 501–517 (online), DOI: 10.1037/0096-3445.113.4.501 (1984).
- [10] Matthews, T.: Designing and Evaluating Glanceable Peripheral Displays, *Proceedings of the 6th Conference on Designing Interactive Systems*, ACM, pp. 343–345 (online), DOI: 10.1145/1142405.1142457 (2006).
- [11] Madden, D. J.: Aging and Visual Attention, *Current Directions in Psychological Science*, Vol. 16, No. 2, pp. 70–74 (online), DOI: 10.1111/j.1467-8721.2007.00478.x (2007).
- [12] Souza, A. S.: No Age Deficits in the Ability to Use Attention to Improve Visual Working Memory, *Psychology and Aging*, Vol. 31, No. 5, pp. 456–470 (online), DOI: 10.1037/pag0000107 (2016).
- [13] Allen, R. J., Atkinson, A. L. and Brown Nicholls, Louise A.: Strategic Prioritisation Enhances Young and Older Adults' Visual Feature Binding in Working Memory, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Vol. 74, No. 2, pp. 363–376 (online), DOI: 10.1177/1747021820960712 (2021).
- [14] Gilchrist, A. L., Duarte, A. and Verhaeghen, P.: Retrospective Cues Based on Object Features Improve Visual Working Memory Performance in Older Adults, *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, Vol. 23, No. 2, pp. 184–195 (online), DOI: 10.1080/13825585.2015.1069253 (2016).
- [15] Tsvetanov, K. A., Mevorach, C., Allen, H. and Humphreys, G. W.: Age-Related Differences in Selection by Visual Saliency, *Attention, Perception, & Psychophysics*, Vol. 75, No. 7, pp. 1382–1394 (online), DOI: 10.3758/s13414-013-0499-9 (2013).
- [16] Duarte, A., Hearons, P., Jiang, Y., Delvin, M. C., Newsome, R. N. and Verhaeghen, P.: Retrospective Attention Enhances Visual Working Memory in the Young but Not the Old: An ERP Study, *Psychophysiology*, Vol. 50, No. 5, pp. 465–476 (online), DOI: 10.1111/psyp.12034 (2013).
- [17] Seaborn, K. and Nakamura, S.: Quality and Representativeness of Research Online with Yahoo! Crowdsourcing, *Frontiers in Psychology*, Vol. 16 (online), DOI: 10.3389/fpsyg.2025.1588579 (2025).