

タスク管理におけるタイマーの時間の可視化方法の提案とその有効性の評価

指導教員 藤岡 伸子 教授

土川 舞

1. 研究の背景と目的

タスク管理を行うことは、仕事において重要である。しかし、タスクにかかる時間を正確に見積もることは難しく、タスクの締め切り間近になって現在のペースでは間に合わないことに気づき、焦ってペースを上げることは誰もがよく経験するであろう。このようにタスクを行うペースを誤ると、仕事の質が低下したり、次の予定に支障をきたすことがあるため、時間とタスクの進捗状況を把握し早期の段階からペース調整を行うことが重要である。

一般的にタスク管理をサポートするアイテムとして、タイマーが使われている。携帯情報端末が普及したことにより、タイマー機能をもったアプリが多く開発され、様々な形で時間が表現されている(図1)。数字や目盛りに加えて、図形の大きさや数などで視覚的に時間を表現(以下、時間の可視化)することは、残り時間を直感的に把握するのに効果的である。しかし、既存タイマーの可視化方法にはペース調整を支援する要素はない。そこで、本研究ではタスクのペース調整を支援する要素を加えた新たなタイマーの時間の可視化方法を提案した。提案した時間の可視化方法が、タスクを行う際のペース調整に有効であるかの評価を行う。

2. 提案する時間の可視化方法

提案する時間の可視化方法を図2に示す。これは、絶対時間をベースとしたタイマーに相対時間が把握できる要素を組み込んだ可視化方法である。現在の時間から終了までの時間(以下、「残り時間」とタイマーをスタートさせてから経過した時間(以下、「経過時間」)を可視化することにより、「残り時間」を相対的にとらえることができる。また、セットした時間を任意の数で等分割したときの境界となる時間(以下、「目安時間」)を白線で可視化することで、1つの作業を分割し目安をもってペース調整が行えるようにした。なお、今回の提案は既往研究¹⁾の結果をもとに行った。

3. 実験計画

3-1. 実験概要

被験者にタイマーを確認しながらタスクを行わせ、パフォーマンス評価と主観評価により調査を行った。実験で使用するプログラムの作成及び制御は、Processingを用いて行った。被験者は、名古屋工業大学の学生24名(男性15名、女性9名、



図1. タイマー機能をもつアプリの例

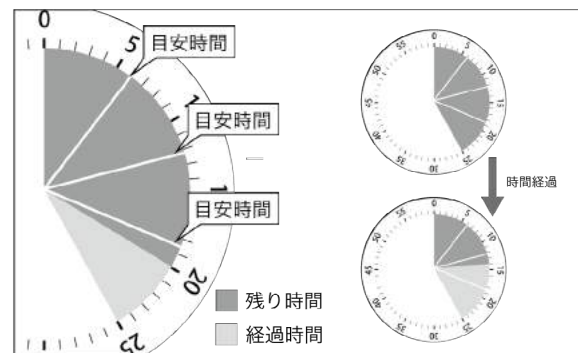


図2. 提案する時間の可視化方法

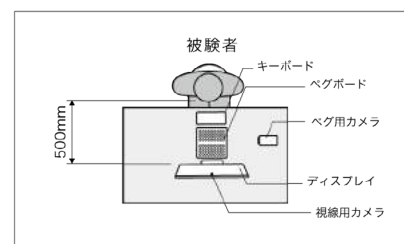


図3. 実験環境

表1. 評価対象

評価対象	可視化される時間の要素	表示方法
タイマーA	可視化なし	
タイマーB	「残り時間」	
タイマーC	「残り時間」 「経過時間」	
タイマーD	「残り時間」 「経過時間」 「目安時間」	

平均年齢 22.8 歳) とした。実験環境を図 3 に示す。

3-2. 評価対象

一般的なアナログ表示のタイマー A と、可視化される時間の要素を加えていった 3 つのタイマーの計 4 つ (表 1) を実験の評価対象とし、比較・検証を行った。時間の可視化がされたタイマーは、「残り時間」が可視化されたタイマー B、「残り時間」と「経過時間」が可視化されたタイマー C、提案する「残り時間」と「経過時間」と「目安時間」が可視化されたタイマー D である。

3-3. タスク設定

【ペグ挿入タスク】 日常的に行うタスクを簡素化したものとして、ペグ挿入タスクを設定した。ディスプレイに表示したタイマーとペグ挿入位置 (図 4) に従い、ペースを調整しながらペグボードの穴にペグを挿入するタスクである。被験者にペグ挿入位置の指示通りの色のペグを、片手で上の行から順に右方向へと挿入させた。出来るだけ一定のペースで挿入を行い、タイマーに表示された残り時間が 0 秒となった時にすべてのペグが挿入し終えるよう教示した。また、ペグを挿入し終える毎に、もう片方の手でキーボードのスペースキーを押させた。36 個のペグの挿入を 1 セットとし、1 タスクにつき 3 ~ 6 セット、制限時間は 5 分 ~ 10 分で組み合わせを変えて行った。タスクの流れを図 5 に示す。タスクはタイマー A ~ D を表示した条件下で、それぞれ 1 回ずつ行った。また、タイマー D の白線による分割数はペグ挿入のセット数と一致させた。

3-4. 評価方法

(1) 行動的指標 【ペース測定】 キーボードのスペースキーを押した時間を取得し、ペグを挿入するペースの測定を行った。

【視線測定】 被験者がタイマーを確認した時間と回数を測定した。

【誤挿入数のカウント】 指示されたペグ挿入位置と異なる色のペグを挿入した回数をカウントした。

(2) 主観的指標 【NASA-TLX】 タイマーの時間の可視化方法の違いによる負担度を比較するため、日本語版 NASA-TLX²⁾ を用いた。表 2 に示す評価項目について、タスク終了毎に評価を行わせた。総合値の算出には簡易手法である AWWL³⁾ を用いた。

【アンケート】 時間の可視化方法によるペース調整の仕方の違いを調査するため、ペース調整に関する 6 項目のアンケートを行った (表 3)。設問 1 ~ 4 はタスク終了毎に解答させ、設問 5 と設問 6 はすべてのタスクを終えた後に解答させた。

4. 実験結果

(1) 行動的指標 【ペース測定】 ペグ挿入毎に、「残り時間」とペグの個数から理想挿入時間を算出し、

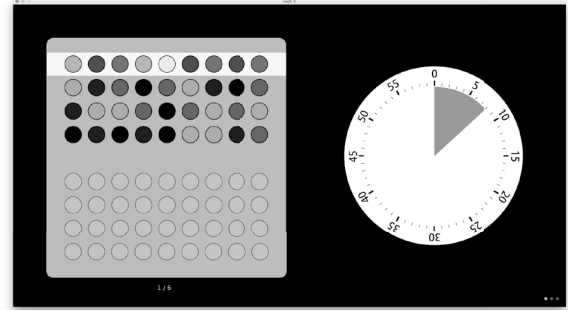


図 4. タスク表示画面

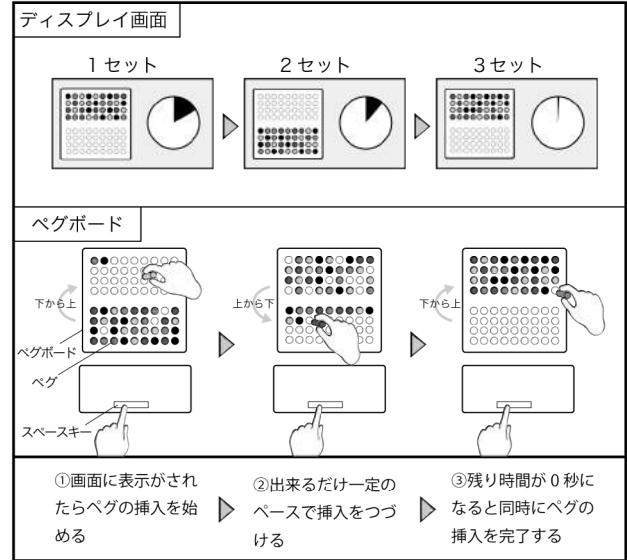


図 5. ペグ挿入タスクの流れ (3 セットの場合)

表 2. NASA-TLX の評価項目

評価項目 (端点)	項目の説明
精神的要求 (小/大)	どの程度の精神的かつ知的活動 (考える、決める、計算する、記憶する、見るなど) を必要とするか。
身体的要求 (小/大)	どの程度の身体的活動を必要とするか。
時間的圧迫感 (小/大)	仕事のペースや課題が発生する頻度のために感じる時間的圧迫感ほどの程度か。
作業成績 (良い/悪い)	実験者によって設定された作業の目標をどの程度達成したと思うか。目標達成に関して自分の作業成績にどの程度満足しているか。
努力 (少ない/多い)	作業達成レベルに到達・維持する為に、精神的・身体的にどの程度一生懸命に作業をしなければならぬか。
不満 (低い/高い)	作業中に、不安感、いらいら、落胆、ストレス、悩みをどの程度感じるか。

表 3. アンケートの設問

設問番号	設問内容
設問 1	タイマーはペース調整の役に立ったか。
設問 2	タイマーのどの要素でペース調整を行ったか。
設問 3	どれくらいの頻度でタイマーを見たか。
設問 4	ペースを調整するために何か工夫したことはあるか。
設問 5	他に気づいたことや感じたことはあるか。
設問 6	最も使いやすいと感じたタイマーはどれか。
設問 7	日常的に行うタスク管理に最も使えそうなタイマーはどれか。

$$\begin{aligned}
 & N \text{ 個あるうちの } n \text{ 個目のペグを挿入しているとき} \\
 & \text{挿入間隔 (n)} = \text{経過時間 (n)} - \text{経過時間 (n-1)} \\
 & \text{理想の挿入間隔 (n)} = \text{残り時間 (n)} / (N - n) \\
 & \text{差分 (n)} = \text{理想の挿入間隔 (n)} - \text{挿入間隔 (n)} \\
 & \text{ペース誤差} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \text{差分の移動平均 (n)}^2}
 \end{aligned}$$

図 6. ペース誤差の算出方法

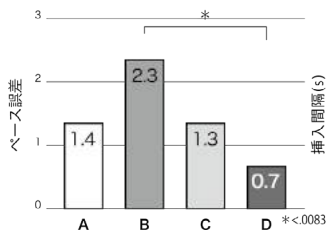


図 7. ペース誤差の比較

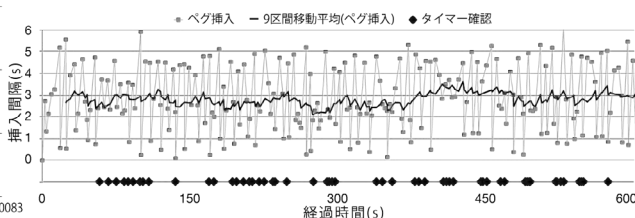


図 8. 視線測定とペース測定 (被験者 1)

表 4. 視線測定と誤挿入数

測定項目	A	B	C	D
タイマー確認 (回)	9.3	7.9	8.2	8.7
誤挿入 (本)	0.25	0.30	0.34	0.28

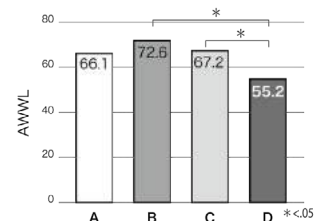


図 9. NASA-TLX : AWWL の比較

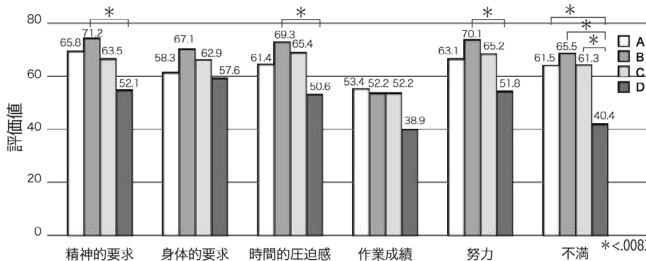


図 10. NASA-TLX : 6 項目の比較

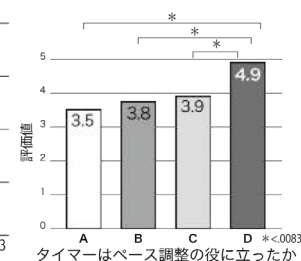


図 11. 設問1 評価値の比較

実際の挿入間隔との差分を求めた。ペース調整の傾向を見るため差分の 9 区間移動平均を求め、得られた数値から平均二乗誤差 (RMSE) をペース誤差として算出した (図 6)。ペース誤差の値が 0 に近いほど、ペース調整が行えていると言える。タイマー別のペース誤差の平均値を図 7 に示す。タイマー B の値が最も高く、タイマー D の値が最も低い結果となった。また、この 2 つのタイマー間には有意差が認められた。以上より、タイマー B よりもタイマー D の方がペース調整を行えることが示された。

【視線測定】 被験者の挿入間隔の 9 区間の移動平均により挿入間隔の傾向を求めた。そのグラフにタイマーを確認した時の時間をプロットしたところ (図 8)、挿入間隔を速めたり遅めたりする時にタイマーの確認が増えることが多く観察された。しかし、タイマー別の特徴的な傾向はみられなかった。また、1 セットにおけるタイマーの平均確認回数はタイマー B が最も少なく、タイマー A が最も多い結果となったが、有意差は認められなかった (表 4)。

【誤挿入数のカウント】 1 セットにおける誤挿入数は表 4 に示す結果となった。どのタイマー間にも有意差は認められなかった (表 4)。

(2) 主観的指標 【NASA-TLX】 NASA-TLX の AWWL のタイマー別平均値を図 9 に示す。タイマー間で比較したところ、タイマー D は他のタイマーよりも評価値が低い結果となり、タイマー D とタイマー B・C の間には有意差がみられた。このことから、タイマー D の可視化方法は、タイマー B・C の可視化方法より心的負担が小さいことが示された。また、評価項目ごとの比較を行ったところ、タイマー D とタイマー B の間に、精神的要求、時間的圧迫感、努力、不満の項目で有意差が認められた (図 10)。また、不満の項目に関してはタイマー D とタイマー A・B・C の間に有意差があった。この

ことから、タイマー D はストレスや不安感などの不満要素が少ないことが分かった。

【アンケート】 アンケートの結果を図 11 ~ 14、表 5 に示す。〈設問 1〉5 段階評価を行わせたところ、タイマー D とタイマー A・B・C 間に有意差がみられた。最もペース調整のサポートを感じられるのは、タイマー D であることが示された (図 11)。〈設問 2〉ペース調整をする際に利用した要素を 1 つ以上選択させた。要素ごとに選択した被験者の合計人数を表 5 に示す。また、対応分析を行った結果を図 12 に示す。布置図において、2 要素間または被験者と要素間で距離が近いことは関係性が強いことを示し、軸の中心に近い要素は多くの被験者が選ぶ傾向にあることを示す。タイマー A は、「針の先端」と「1 分毎の目盛り」が近距離かつ軸の中心付近にあり、被験者も軸の中心付近に多く布置していることから、この 2 要素のみに着目してペース調整が行われる傾向が強いことが分かった。同様な理由で、タイマー B は「1 分毎の目盛り」と「残り時間の先端」でペース調整が行われる傾向がみられた。タイマー A とタイマー B は「1 分毎の目盛り」と現在の時間を示す先端部分を照らし合わせてペース調整を行っている点で似た傾向となった。タイマー C は、被験者間でペース調整を行う要素にばらつきがみられたが、「1 分毎の目盛り」と「残り時間の先端」でペース調整する傾向がみられた。他にも、「経過時間の面積」付近に被験者が多く布置されていることから、「経過時間の面積」を利用してペース調整する傾向もあることがうかがえる。タイマー D は、「目安時間の先端」と「残り時間の面積」でペース調整がされる傾向が強くなりみられた。また、「残り時間の速度」「1 分毎の目盛り」「残り時間の先端」「残り時間の面積」は要素間の距離が近く、その周辺に被験者が多く布置していることから、これら 4 要素もペース

表 5. 設問 2 回答結果

要素	合計人数 (人)			
	A	B	C	D
針	角度 1	-	-	-
	先端 21	-	-	-
	速度 5	-	-	-
残り時間	角度 -	4	4	4
	先端 -	17	15	8
	速度 -	2	4	4
	面積 -	7	12	16
経過時間	角度 -	-	1	2
	先端 -	-	4	3
	速度 -	-	1	1
	面積 -	-	7	10
目安時間	角度 -	-	-	1
	先端 -	-	-	10
	面積 -	-	-	13
目盛り	1分毎 22	22	18	10
	5分毎 4	3	3	1
	数字 0	0	1	0

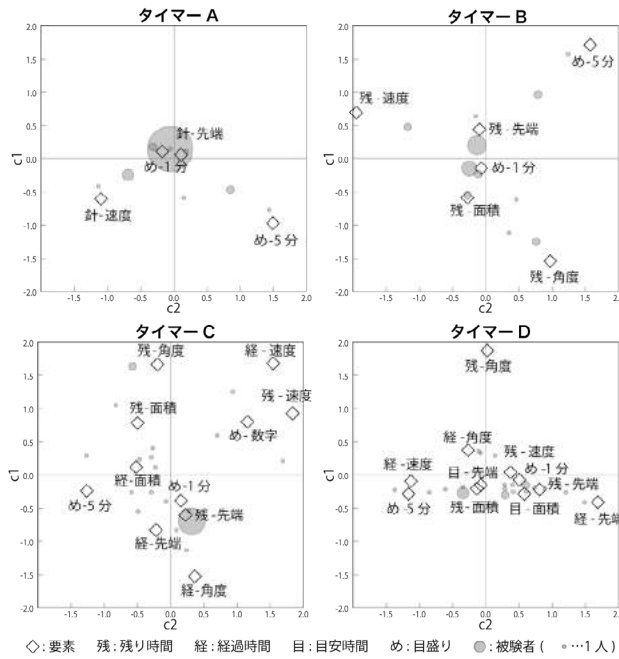
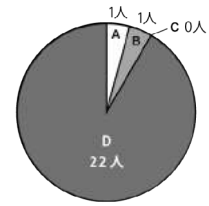
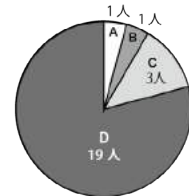


図 12. 対応分析の結果



使いやすいと感じたタイマー

図 13. 設問 5 回答結果



日常的なタスク管理に使いそうなタイマー

図 14. 設問 6 回答結果

調整の要素として利用されることが多いと考えられる。＜設問 3・4＞これらの設問では、被験者がどのように考えてペース調整を行っていたかを具体的に知ることができた。タイマー A、B は事前に 1 分毎のペグ挿入数または 1 セットにかかる時間を計算し、タスクに取り組む傾向があった。タイマー C は、同様に計算する被験者と、「残り時間」の面積と「経過時間」の面積を比較してペース調整する被験者に分かれた。タイマー D は、すべての被験者が計算を行わず面積の比較のみでペース調整を行っていた。また、「目安時間」の白線により分割された「残り時間」の面積を、更に等分割してペースを保っている傾向がみられた。＜設問 5・6＞図 13・14 に示すように、使いやすいと感じたタイマー、日常的なタスク管理に使いそうなタイマーとして最も多く選ばれたのはタイマー D であった。一方で、タイマー C は設問 5 では 0 人であったのに対し、設問 6 では 3 人から選ばれた。アンケートの記述より、「日常的なタスクにかかる時間はタイマー D のように等分ではないため」といった理由があった。

5. 考察

結果から、タイマー A とタイマー B は、被験者がペース調整する際に注目する部分が似ていた。またどちらのタイマーも、1 セットにかかる時間もしくは 1 分に挿入するペグ数を計算し、タスクに取り組む傾向があった。このことから、「残り時間」のみの可視化は、時間の可視化なしの場合と同様なペース調整方法であるため、ペース調整の効果はみられなかったといえる。タイマー C におけるペース調整は、タイマー A・B と同様に計算する方法と、「残り時間」と「経過時間」の面積の割合を見て調

整する方法の大きく 2 通りが存在した。タイマー D は、「残り時間」が「目安時間」の白線で分割されたことにより、タイマー C よりも時間を図形として認識しやすくなり、面積に注目できたと考えられる。時間を面積で捉えられるようになったことで、ペースを計算する必要がなくなり、ペース誤差が小さくなったと考えられる。また、1 セットを完了する目安の時間が明確となり、自分のペースが視覚的に把握できたことが安心につながり、NASA-TLX の評価でタイマー D の心的負担が小さいという結果につながったのではないかと考えられる。「目安時間」の白線上に「残り時間」と「経過時間」の境界線がある時、時間の経過が分からないといった意見があったため、「目安時間」の可視化方法は改善する余地があることが示された。

6. 結論

タスクを行う際のペース調整を行うためのタイマーとして、提案したタイマーの可視化方法は有効であることが示された。「残り時間」と「経過時間」に加えて「目安時間」を可視化することで、心的負担が少ない状態でペース調整を行うことができるため、日々の仕事の質を高く保つことが出来ると期待される。本実験では単純な繰り返し作業を想定したタスクを設定したため、今後は複合的なタスクで有効性を検証する。また、「目安時間」の白線に関して課題が発見されたため、今後はどのような表現によって「目安時間」を可視化するかを模索していく必要がある。

【註】

- 1) 土川舞：時間の見通し立てを支援するタイマーのインターフェイス, 2013.12
- 2) 三宅晋司, 神代雅晴：メンタルワークロードの主観的評価法－NASA-TLX と SWAT の紹介および簡便法の提案－, 人間工学, Vol.29.No.6, pp.399-408, 1993.12
- 3) Adaptive Weighted Workload: 評価値の小さい順に 1~6 の重み付けを行った平均値