

時計がタスクパフォーマンスに与える影響

The Clock Effect on the Task Performance

山根承子^{*1}
Shoko Yamane

松村真宏^{*2}
Naohiro Matsumura

^{*1} 大阪大学経済学研究科、日本学術振興会
Graduate School of Economics, Osaka University
Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science

^{*2} 大阪大学経済学研究科
Graduate School of Economics, Osaka University

We examine influence of the clock ticking on task performance. We made a trick clock which can control the speed of the ticking. Using this clock, we can obtain the performance with various clock speeds by the laboratory experiment. We found the subject's performances are influenced by the speed of clock ticking, and people perform slower with slow clock. We revealed the common environmental stimulus in our life such as ticking of clock has large impact to human behavior.

1. 序論

人はさまざまな刺激にさらされながら生きており、外的な刺激はしばしば我々の行動に影響を与える。心理学では、タスクパフォーマンスに影響を与える要因について多くの研究が行われており、目標(Locke, 1968)や自己効力感(Locke, Fredrick, Lee and Bobko, 1984)、自尊心、成功経験、自我意識(Brockner, 1979)、フィードバックの有無(Vancouver, 2004)などが影響することがわかっている。しかし、被験者を取り巻く環境がタスクパフォーマンスに及ぼす影響について研究したものはほとんどないようである。心理学におけるタスクパフォーマンスの研究は、労働者の生産性の向上を目的とする労働経済学でも注目されているが、やはり外的な環境の力に焦点をあてた論文はほとんどない。しかし、環境要因がどのようにパフォーマンスに影響するかは、最適な労働環境のデザインにつながるため、非常に重要である。

本稿では環境、特に、普段注意を払わないようなありふれた刺激がどのようにパフォーマンスに影響するかを明らかにする。ここではこれらの条件を満たす刺激として、時計の秒針が刻む音を選択した。我々は実験室実験をデザインし実施したが、時計の存在や、「できるだけ早く解いて下さい」というような、時間に関する教示は全く行わなかった。したがって本稿が捉えたのは、意識していない刺激がタスクパフォーマンスに与える影響である。

聴覚刺激がパフォーマンスを変化させることを示した論文には Davidson and Powell(1986)がある。彼らは小学生を対象とした観察実験を行い、BGMを流しながら授業を行った方が、小テストの成績が向上することを示した。この研究では BGM の存在に焦点を当てており、BGM の速度の変化は扱っていない。また、秒針の音のように、リズムの速度がタスクパフォーマンスに影響することを示した論文には古谷野(1985)がある。この論文は、脈拍速度とミスの多さが相関することを示しており、リズムの速度がパフォーマンスの質に影響し得ることを明らかにした。ただし、古谷野(1985)が扱ったのは脈拍という生理的かつ内的なリズム

Email: evidence8money@gmail.com、〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町 1-7-504

宮井康宏氏、西智哉氏には実験材料の作成に、金宏志郎氏には実験プログラムの作成にご尽力頂きました。また、実験実施にあたっては、岡駿一郎氏、中内勇希氏のご協力を頂きました。心より感謝申し上げます。

であり、本稿で扱うような外的に与えられるリズムではない。

本論文では 2 章で実験条件や実施方法を述べ、3 章で結果を示す。4 章では得られた結果をもとに考察を行う。

2. 方法

2.1. 実施

(1) 被験者

36 名(男性 22 名、女性 14 名)。平均年齢は 20.51 歳(SD=1.82)であった。うち 10 名に点つなぎの経験がなかった。

(2) 実施日時

2011 年 2 月 9 日～16 日

(3) 実施場所

大阪大学経済学研究科

2.2. 条件

実験室に設置してある時計の速度が(1) fast, (2) normal, (3) slow の被験者内 3 要因の実験計画を用いた。fast 条件ではプラス 20%の速度(1 分 = 49.98 秒)、slow 条件ではマイナス 20%の速度(1 分 = 72.00 秒)で時計が進む。normal 条件は通常通り、1 分間 = 60 秒であった。使用する問題と、条件速度の提示順序は被験者間でカウンターバランスをとった。

2.3. 材料

被験者に行わせる課題として点つなぎを用いた。点つなぎとは、点を数字通りに結んでいき 1 枚の絵を完成させるものである。計算課題や暗記課題と比べると学習効果が少ないこと、個人間の能力にばらつきが少ないことから点つなぎを選択した。今回利用した 3 枚の点つなぎの点の数はそれぞれ 202 個、213 個、221 個であった。最後の点の番号は上部に示されていた。

細工時計には Arduino マイコンボードを埋め込み、ノートパソコンと接続することで速度の操作を行った。次の条件速度を指定すると、0.01 秒ごとに変化し、1~2 分かけて設定される。ごく普通の時計に見えるよう、外装も作成した。

2.4. 手続き

実験には人通りの少ない、静かな教室を利用した。実験中は空調の電源を切り、閑静な環境を保持した。被験者が席に着い

たとき、右後ろにビデオカメラが設置されていた。右手側に実験者が座り、教示を行った。

被験者はまず、実験の説明を受けた。教示では時計の存在に言及せず、「できるだけ早く解いて下さい」というような、時間に関する教示も一切行わなかった。点つなぎのやり方などを説明した後、「問題を解く時の姿勢の測定を行うため、課題を行う様子をビデオカメラで撮影する」と説明し、身体の片側にだけ負荷を与えるようなもの(腕時計やブレスレッド、ポケットの財布など)を身につけている場合は外させた。これは実際には腕時計を自然に外させるためのカバーストーリーであり、このときに撮影したビデオから、実験終了後に実験者がクリアタイムを計測した。

被験者は教示を受けた後、練習試行を行った。練習試行には点の数が 41 個の、1~2 分で終了する簡単な課題を用いた。練習試行終了後、時計の速度が第一セッションの速度に変化し、調整完了後に第一セッションが開始された。課題は裏返しにして渡され、被験者は自由なタイミングで課題を表向きにし、試行を開始した。課題を行っている間、実験者は被験者から遠い位置に移動した。最後の番号まで終了すると、被験者は実験者に声をかけて知らせた。なお、被験者は初めに「番号通りに繋がらなかった場合や、番号が飛んでいる場合は 1 箇所につき 100 円マイナスする」と説明されており、正しく完成させるインセンティブは与えられていた。

第一セッションが終了すると 2 分程度の休憩がとられ、この間に時計の速度が第二セッションの速度に調整された。第二、第三セッションも第一セッションと同様に行われたのち、被験者はアンケートに回答した。アンケートでは点つなぎの経験、時計の速度が変化していたことに気付いたかどうかなどが聞かれていた。また、各セッションについて、作業中に感じていたこと(カメラが気になったので緊張した、疲れたので早く終わらせようと思った など)、早くできたと思う順番、難しかったと思う順番、作業中に時計の音が気になったかどうかを尋ねた。最後に真の実験目的を説明し、実験参加費 1500 円を支払い、実験終了とした¹。

3. 結果

3.1. 計測

実験中に撮影していたビデオを用いて、各被験者のクリアタイムを実験者が計測した。被験者が裏返しの状態で渡された課題を表に向けた瞬間から、最後の点をつないだ瞬間までをクリアに要した時間とした。表にした瞬間から開始したのは、課題を目にした瞬間から最初の点のサーチが始まるためである。実験者に終了の合図をする前に確認作業などを行っている被験者も存在したが、その時間は含めていない。

3.2. 変数の定義

実験で得られたデータから、変数を表 1 のように定義・作成した。以下ではこの変数を用いて、結果を分析していく。

3.3. 記述統計

初めに条件速度、問題番号、セッション番号ごとに平均クリアタイムを求め、図 1 に示した。一要因分散分析の結果、平均クリアタイムに対して速度の主効果はみられず ($F(2, 104) = 0.57, n.s.$)、問題効果 ($F(2, 104) = 0.75, n.s.$) と学習効果 ($F(2, 104) = 2.30,$

$n.s.$) もみられなかった。

表 1 変数の定義

変数名	説明	範囲
speed	速度。1=fast、2=normal、3=slow	1-3
d_speed1	fast 条件ダミー。	0-1
d_speed2	normal 条件ダミー。	0-1
d_speed3	slow 条件ダミー。	0-1
session	セッション番号。タイムトレンド。	1-3
d_problem202	問題番号 1 ダミー(点の数=202)	0-1
d_problem213	問題番号 2 ダミー(点の数=213)	0-1
d_problem221	問題番号 3 ダミー(点の数=221)	0-1
sub_clock	時計意識度。時計の音がどの程度気になったか。1=全く気にならなかった、4=とても気になった	1-4
sub_difficult	主観的難易度。一番簡単だったと思うものに 1、一番難しかったと思うものに 3	1-3
sub_time	主観的速度。一番早くできたと思うものに 1、一番遅くなったと思うものに 3	1-3

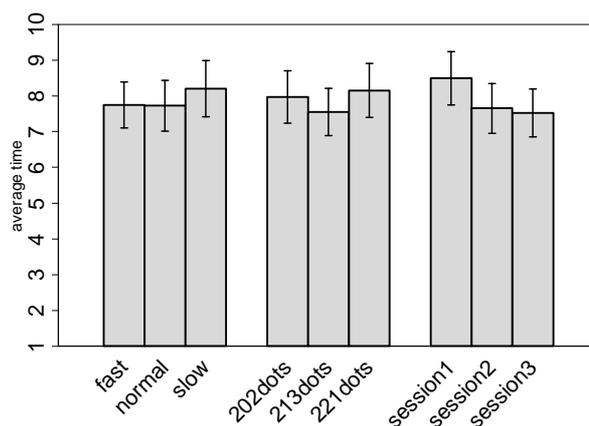


図 1 条件速度、問題番号、セッション番号ごとの平均クリアタイム。縦軸はクリアタイム(単位は分)。

また、属性やアンケートで得られた主観指標別のクリアタイムを図 2 に示した。男性の平均クリアタイムは 7.49 分、女性の平均は 8.52 分であり、女性の方が有意に遅かった ($t(105) = 2.53, p < .05$)。経験者の平均クリアタイムは 7.68 分、未経験者は 8.44 分で、経験者の方が速かったが有意ではなかった ($t(105) = 1.70, n.s.$)。時計の速度が変化していることに気付いた人のクリアタイムは 8.17 分、気付かなかった人は 7.83 分で、有意な差はなかった ($t(105) = -0.651, n.s.$)。また、事後アンケートで尋ねた、一番速くできたと答えたセッションの平均クリアタイムは 7.67 分、2 番目に速くできたと答えたセッションは平均 7.74 分、一番遅くなったと思うセッションのクリアタイムは平均 8.26 分であった。一要因分散分析の結果は有意ではなかった ($F(2, 104) =$)。一番難しかったと思うセッションの平均クリアタイムは 8.20 分、2 番目に難しかったセッションの平均は 7.96 分、3 番目に難しかったセッションは 7.51 分であり、一要因分散分析の結果は有意ではなかった ($F(2, 104) = 0.98, n.s.$)。また、時計の音が「とても気になった」と答えたセッション(観測数 $N=25$)の平均クリアタイム

¹ 実験に使用した説明書、アンケート、実験材料などは <http://evidence8money.web.fc2.com/dtdp/> にアップロードした。

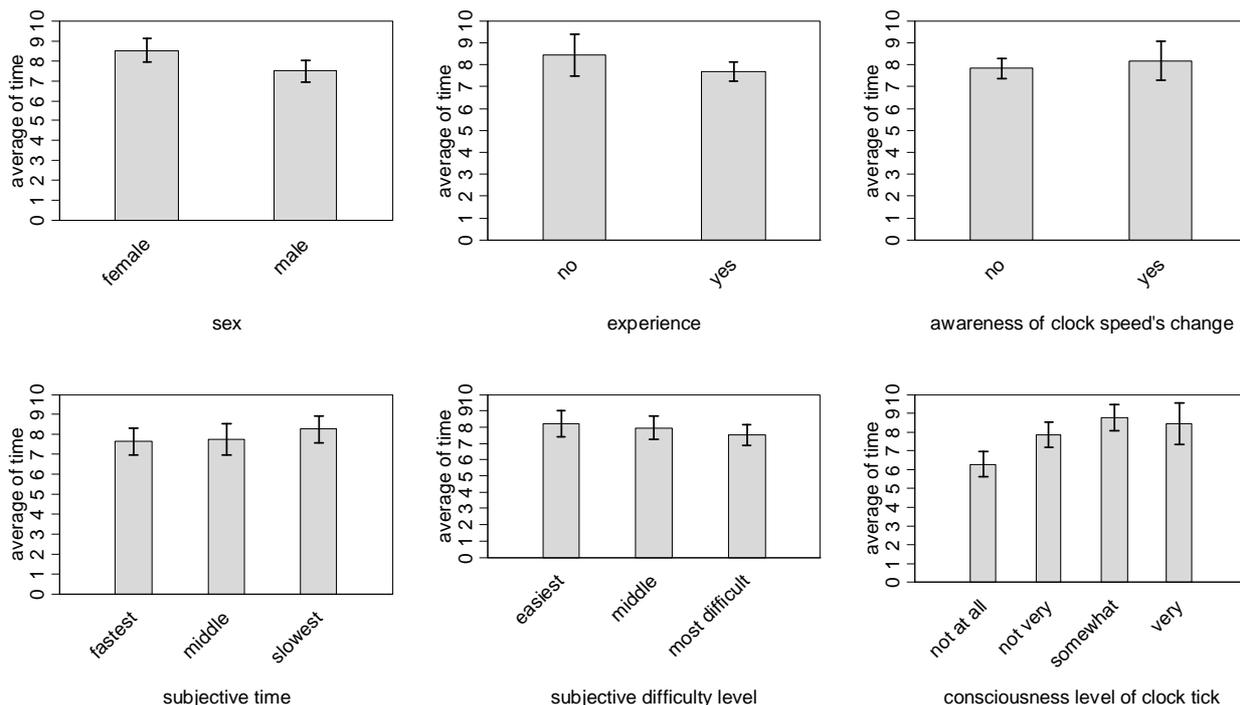


図 2 属性変数・主観指標別のクリアタイム。縦軸はクリアタイム(単位は分)。

は 8.44 分、「やや気になった」セッション (N = 30) は平均 8.77 分、「あまり気にならなかった」セッション (N = 39) は平均 7.87 分、「全く気にならなかったセッション (N=13) は平均 6.28 分であった。一要因分散分析の結果、時計の音が気になるほどクリアタイムが有意に遅くなること明らかになった ($F(3, 103) = 9.12, p < .000$)。

また、クリアタイムと条件速度、セッション番号、主観的速度、主観的難易度、時計意識度の相関係数を表 2 にまとめた。クリアタイムと時計意識度にやや高い正の相関がみられるものの、目立って高い相関を示すものはない。

表 2 相関係数

	time	session no	speed no	sub_difficulty	sub_time	sub_clock
time	1					
session	-0.19	1				
speed	0.09	0	1			
sub_difficulty	-0.13	0.14	-0.04	1		
sub_time	0.12	-0.39	-0.14	-0.04	1	
sub_clock	0.41	-0.14	-0.08	0.06	0.18	1

3.4. 回帰分析

全ての要因を考慮しながら分析するために、回帰分析を行った。分析にはパネル固定効果モデルを使用した。推定結果は表 3 に示した。表 3 のパネル A では、速度を数値で表したものを説明変数に用いており、1 列目に単回帰の結果、2 列目に主観指標を加えた結果を示した。どちらのパターンでも条件速度

は正に有意であり、速度が遅くなるほどクリアタイムが遅くなること明らかになった。パネル B では速度をダミー変数で表しており、fast 条件ダミー、slow 条件ダミーが説明変数として使用されている。両パターンで、slow ダミーが有意に正となっている。ベンチマークの normal 条件と比較すると、slow 条件で有意にクリアタイムが遅くなっていた。fast 条件は有意ではなかった。その他の変数も、いくつかクリアタイムに有意な影響を与えている。まず、セッションが進むほどクリアタイムが速くなる学習効果が表れている。また、213 点を持つ問題のクリアタイムが有意に速いが、この問題は他の 2 つとは異なり、序盤に完成したのと同じパーツが後半に出現する。そのため後半で次の点を探すのが容易であり、有意に速く完成したと考えられる。さらに、主観的に難しかったと答えた問題ほど、クリアタイムが有意に遅かった。

4. 考察

本稿では、秒針速度を変化させることのできる時計を用いて、速い時計や遅い時計の下でクリアタイムがどのように変化するかをみた。実験の結果、時計が速くなるほど被験者のクリアタイムは速くなっており、時計の秒針音という外的な刺激がパフォーマンスに影響することがわかった。特に通常の時計と比較すると、遅い時計のもとで遅くなる効果が示された。

本稿で得られたような結果が観察された理由としてはいくつか考えられる。まず、慣れ親しんだ刺激が変化したため、パフォーマンスが低下した可能性である。これは年少者を対象に同様の実験を行うことで確認できるだろう。また、刺激のリズムが体内時計に影響を与え、そこからパフォーマンスが変化した可能性もある。体内時計は心理学、生物学、脳科学など様々な分野で数多くの研究があるが、体内時計の変化が行動に影響を与えることを示した研究はほとんどないようであり、今後の研究が望まれる。

従来注意を払われてこなかったありふれた刺激に操作を加えることで人間のパフォーマンスが変化する可能性を示した点が、本稿の貢献である。本稿で得られた知見は労働現場に適用可能であろう。本実験の秒針を遅くした条件において、タスクをこなす速度は落ちたものの、正確さは上昇している可能性がある。さらなる研究が必要であるが、質的または量的な生産性を高めるために、タスクの特性を考慮して環境要因を整える必要があるだろう。

表 3 クリアタイムについての回帰結果。
被説明変数はクリアタイム。
個人について固定効果モデルを採用した。

Panel A				
	speed only		including subjective variables	
	Coef.	p value	Coef.	p value
Constant	7.418	[0.000]***	8.159	[0.000]***
speed	0.237	[0.070]*	0.284	[0.009]***
session			-0.398	[0.001]***
d_213dots			-0.453	[0.034]**
d_221dots			0.148	[0.472]
sub_diff			-0.306	[0.005]***
sub_time			0.127	[0.284]
sub_clock			0.172	[0.357]

Panel B				
	speed only		including subjective variables	
	Coef.	p value	Coef.	p value
Constant	7.727	[0.000]***	8.671	[0.000]***
d_fast	0.007	[0.980]	-0.109	[0.618]
d_slow	0.474	[0.061]*	0.453	[0.037]**
session			-0.400	[0.001]***
d_213dots			-0.447	[0.036]**
d_221dots			0.151	[0.464]
sub_diff			-0.293	[0.008]***
sub_time			0.146	[0.227]
sub_clock			0.121	[0.535]

参考文献

- [Brockner 79] Brockner, J: The effects of self-esteem, success-failure, and self-consciousness on task performance. *Journal of Personality and Social Psychology* 37(10) pp. 1732-1741.
- [Davidson 86] Davidson, C. W., Powell, L. A.: 1986 The effects of easy-listening background music on the on-task-performance of fifth-grade children. *The Journal of Educational Research*. 80. pp. 29-33.
- [Locke 68] Locke, E. A.: 1968 Toward a Theory of Task Motivation and Incentives. *Organizational Behavior and Human Performance* 3, pp. 157-189.
- [Locke 84] Locke, E. A., Frederick, E., Lee, C. and Bobko, P: 1984 Effect of self-efficacy, goals, and task strategies on task performance. *Journal of Applied Psychology*. 69(2) pp. 241-251.

[Vancouver 04] Vancouver, J. B., 2004 The Effect of Feedback Sign on Task Performance Depends on Self-Concept Discrepancies. *Journal of Applied Psychology*, 89(6) pp. 1092-1098.

[古谷野 85] 古谷野英一: 1985, 事務ミス曲線と脈拍速度曲線との周期の大きさについて 生理的指標による事務作業特性の研究(第4報). *日本経営工学会誌*. vol.36(4) pp. 287-291.