

精神作業が心理的負担感とストレス反応に及ぼす影響 —ピーク・エンドの法則を応用した課題構成の効果—¹⁾

伊藤 晃 碧*・古屋 健**

Effects of Psycho-Diagnostic Arithmetic Tasks on Psychological Burden and Stress Reactions: Effects of Task Organization by Applying the Peak-End Rule

Koki ITO* and Takeshi FURUYA**

The purpose of this study was to examine the effect of the organization of mental arithmetic tasks on the sense of psychological burden and the relationship to cognitive biases caused by the peak-end rule. Based on the peak-end rule, we created three groups to execute arithmetic tasks with varying levels of difficulty in a different order: descending - hard to easy, ascending - easy to hard and alternating - no discernable order. Twenty-three university students as the experiment participants performed one task per day for three consecutive days. Their psychological burden before and after the intervention was measured with the mental workload scale, stress reactions with the emotional scale, and salivary amylase levels. The result showed the participants preferred the tasks in the descending order the most. Furthermore, it showed they felt the least psychological burden and had the lowest physical and psychological stress reactions. These findings suggested that difference in task structure can influence cognition, according to the peak-end rule, and modulate psychological burden and stress reactions.

key words: peak-end rule, psychological burden, stress responses, mental arithmetic tasks

問 題

職業ストレスとメンタルワークロード

現在、労働者のメンタルヘルス不調の予防を目的に、従業員 50 人以上の企業では年 1 回以上のストレスチェックが義務化され、職場環境の改善が図られている (厚生労働省, 2014)。厚生労働省 (2019) が

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) の職業性ストレスモデルをもとに開発した「厚生労働省版ストレスチェック実施プログラム」では、主要なストレス要因として心理的な仕事の負担と自覚的な身体的負担度が取り上げられている。先行研究においても仕事によって生じる負担がストレスとなることが示されており (Gonzalez et

¹⁾ 本研究の一部は、第 88 回日本応用心理学会大会で発表された。

* 立正大学大学院心理学研究科

Graduate School of Psychology, Rissho University, 4-2-16 Osaki, Shinagawa Ward, Tokyo 141-8602, Japan.
(k.ito.rissho@gmail.com)

** 立正大学心理学部

Faculty of Psychology, Rissho University, 4-2-16 Osaki, Shinagawa Ward, Tokyo 141-8602, Japan.

al., 2021; Niedhammer et al., 2021), このことから長時間勤務や過労による過剰な仕事の負担が心身の不調を招く原因となることは明らかである。

しかし、仕事の負担とストレスとの関係は単純ではない。多くの職業ストレス研究で示されているように、客観的に同等の仕事負担であっても、それによって経験されるストレスには大きな個人差がある。Lazarus & Folkman (1984) の心理的ストレス理論では、ストレッサーとなり得る出来事が心身のストレス反応を引き起こすまでの過程には、一次・二次の認知的評価とコーピング(対処)の段階があるとされ、同じ出来事でも認知的評価によってその影響には大きな違いが生じる。つまり、仕事の負担によって経験されるストレスは、個人がどのように仕事の負担を認知し、評価したかによって規定される可能性がある。そのため、職業ストレスに関する代表的なモデルでは、仕事の負担や業務要請を主要な職業ストレス要因として位置付けながら、同時に個人要因(能力・スキルなど)、労働条件(コントロール=労働裁量権など)、報酬量(給料、昇任など)などの要因の影響も重視されている。そこで本研究では、仕事の負担に対する認知的評価を実験的に操作することで、ストレス反応を低減することができるかどうかを検討した。

産業心理学の分野では、仕事負担の強さの影響について、主にメンタルワークロードをキーワードとして多くの研究が行われてきた。メンタルワークロードとは精神作業課題の遂行に伴う負荷を指す概念である。精神作業課題は作業従事者の認知資源を消耗させ、過剰負荷の状態になると、注意力の低下や精神的な疲労を引き起こし、事故やバーンアウトの原因となることが知られている(Hancock, 2017)。また、メンタルワークロードの負荷-負担モデルによれば、メンタルワークロードは心身のストレス反応を引き起こす原因となる(藤垣・飯田, 1992; Nachreiner, 1999)。このモデルによれば、精神的作業負荷(mental stress)は精神的作業負担(mental strain)を引き起こし、その負担が心身のストレス反応を引き起こすとされる。たとえば、事務作業に携わる従業員では、残業時間が長い人ほどメンタルワークロードを重く評価し、抑うつ傾向や身体的不調といったストレス反応を強く示す(Kawaharada et al., 2006)。これは、残業という過剰な精神的作業負荷が

精神的作業負担を高め、ストレス過程が発動した結果として心身のストレス反応が引き起こされたものと考えられる。

なお、現在のメンタルワークロードのモデルでは個人に影響を及ぼす外的要因である精神作業負荷のことを外部負荷、外部負荷によって影響を受ける内的要因である精神的負担のことを内部負荷と表現している(芳賀, 2011)。また、内部負荷の強さは課題の組み合わせ(小林他, 2017)や先行作業経験(三宅・神代, 1993a, 1993b)等の要因によっても影響を受けることが報告されている。

仕事負担の強さの測定については、主観的、生理的、行動的、他覚的等、さまざまなアプローチが試みられてきた。代表的な主観的評価法のひとつがNASA-TLX(NASA Task Load Index)である(Hart & Staveland, 1988)。その日本語版は原版の6項目に全体的な負荷の1項目を加えた7項目(知的・知覚的要求、身体的欲求、タイムプレッシャー、作業成績、努力、フラストレーション、全体的な負荷)から構成されている(芳賀・水上, 1996)。この尺度については、課題の種類によって異なる項目が敏感に反応することが報告されており、視覚探索課題では知的・知覚的要求とタイムプレッシャー、暗算課題では知的・知覚的要求や作業成績、努力がより多く求められていると評価される傾向が示されている。また、芳賀・水上(1996)によれば、原版に追加された全体的な負荷の項目は、他の項目からある程度独立していることが報告されている。そこで本研究では、先述の背景を踏まえ、仕事負担に対する心理的な負担感の指標として日本語版NASA-TLXを利用した。

ピーク・エンドの法則

心身のストレス反応を誘発する心理的負担感には仕事の負荷(困難度)に対する認知的評価が影響を与えることが予想される。たとえば、三宅・神代(1993b)はフライトシミュレーション課題を用いて、同じ難易度の第1試行と第3試行での負担感が、第2試行の課題の難易度の違いによって影響を受けることを明らかにした。つまり、第2試行が第1試行より難しいと第3試行の負担感は軽く評価され、第2試行が第1試行より易しいと第3試行の負担感は重く評価されたのである。これは課題難易度の相対的評価が負担感に影響を及ぼすことを示唆している。

このような、同等の負荷を持つ課題に対する評価に違いをもたらす要因のひとつに、Kahneman et al. (1993)のピーク・エンドの法則がある。この法則によれば、一連の経験に対する記憶に基づく印象評価は、その出来事のピーク時と終了(エンド)時のポジティブまたはネガティブな経験の強度でほとんど決まってしまう、出来事の持続時間や経験の総量は印象の評価にほとんど影響を及ぼさないとされている(Kahneman, 2011)。この法則はこれまで身体的な苦痛を対象として研究が行われてきたが、精神的な苦痛や不快感にも当てはまることが明らかになっている。たとえば、血液や傷創の画像を使用した Williams (2016)の実験では、これらの嫌悪刺激を提示した最後に、嫌悪度の低い軽い傷創の画像を付け加えることで、加えなかった場合よりも精神的な苦痛が小さくなった。

また、苦痛や嫌悪感だけでなく、心身に負荷がかかる課題について、課題の難易度や負荷の認知的評価が少なく見積もられることが示唆されている。たとえば、Finn (2010)は、外国語学習における単語の暗記課題において、通常の試行の最後にやや難易度を落とした単語を提示することで、課題の難易度や課題遂行時の不快感の程度が軽く評価されることを明らかにした。これは、課題遂行後の課題の難易度評価や負担感にもピーク・エンドの法則が当てはまることを示唆している。このことから、ピーク・エンドの法則を応用すると、難易度の異なる問題群から構成された課題について、終了時の問題の難易度を操作することによって主観的な負担感の大きさを変えられることができると予想される。つまり、もし終了時の問題が相対的に難易度の低い問題であれば、課題全体の負担感は軽減され、負担感から生じるストレス過程に対する抑制効果も期待できる。

ただし、ピーク・エンドの法則は記憶に基づく認知的評価に見られるバイアスを意味しており、その影響は認知的評価の範囲に限定されている可能性も考えられる。つまり、主観的な負担感は認知的バイアスのために軽減されても、課題全体の負荷による身体的・生理的な反応はその影響を受けないという可能性がある。しかし、そのことを検討した先行研究は無い。そのため、認知評価が変わることでストレス反応にも違いが生じることを示すためには、心理的ストレス反応だけでなく、生理的なレベルでのスト

レス反応も調べる必要がある。

そこで、本研究では心理的ストレス反応に加えて、身体的・生理的ストレス反応の指標として唾液に含まれる消化酵素であるアミラーゼを測定した。唾液アミラーゼは不快な刺激で値が上昇し、快適な刺激では逆に低下することが報告されており、これまでも多くの研究で生理的なストレス反応の指標として使用されてきた(山口他, 2001; Takai et al., 2004)。特に、唾液アミラーゼの検査は非侵襲性のためサンプル採取が簡単で、被検査者にとってもストレスになりにくく、その場で結果がわかるというメリットがある(中野・山口, 2011)。

本研究の仮説

本実験では、ピーク・エンドの法則を応用し、難易度の異なる問題群について遂行順序を操作した3種の課題を作成し、課題遂行後のメンタルワークロードと心理的・生理的ストレス反応の違いを検討した。

実験条件として、次第に問題の難易度が上がっていく上昇条件、次第に難易度が下がっていく下降条件、易しい問題と難しい問題を交互に行う交互条件の3条件を設けた。上昇条件はピーク(最難度問題)が最後にあり、エンド(最終問題)が最も難しい問題となる。下降条件はピークが最初にあり、エンドが最も易しい問題となる。交互条件はピークが中間にあり、エンドは難易度が中程度の問題となる。どの条件も同一の問題群であるため最も難しい問題は同一だが、最終問題の難易度が異なっている。

従属変数として、負担感の指標である日本語版 NASA-TLX、心理的ストレス反応の指標である感情状態評定と、生理的ストレス反応の指標である唾液アミラーゼ値を採用し、以下の仮説を検討する。

仮説1：各条件におけるメンタルワークロードは、値が高い順に上昇条件、交互条件、下降条件となるであろう。

仮説2：各条件における心理的なストレス反応は、値が高い順に上昇条件、交互条件、下降条件となるであろう。

仮説3：各条件における生理的なストレス反応は、値が高い順に上昇条件、交互条件、下降条件となるであろう。

Table 1 本実験で使用した暗算課題

条件/ 引く回数	課題内容 (①~⑤は提示順序を表す)				
	10回	10回	9回	8回	7回
上昇条件	① 1005-4	② 1005-7	③ 1005-13	④ 1005-28	⑤ 1005-57
下降条件	⑤ 1009-4	④ 1009-7	③ 1009-13	② 1009-28	① 1009-57
交互条件	① 1002-4	③ 1002-7	⑤ 1002-13	④ 1002-28	② 1002-57

方 法

実験計画 実験計画は、難易度の異なる問題群の遂行順序の違いを独立変数とする1要因3水準の実験参加者内計画である。参加者に対して、日を変えて難易度が上がる上昇条件、難易度が下がる下降条件、難易度が上下する交互条件の3つの条件で課題を遂行するよう求めた。各条件の実施順序はカウンターバランスをとった。

実験参加者 大学生23名(男性8名, 女性15名)を対象とした。参加者の平均年齢は19.74歳 ($SD = 1.42$)であった。

参加者には、募集の段階でストレスの研究であることや、唾液採取により唾液アミラーゼを測定する旨を口頭及び文書で伝え、すべてに同意した者を参加者とした。

また、募集段階で交感神経に影響を与えるカフェイン、及びアルコールの摂取を参加日前夜から控えるよう要請し、実験日前日の夕方にもメールで依頼した。加えて、唾液採取のための口腔内洗浄を目的として、実験開始前にコップ3分の1ほどの水を飲むことや、食事は実験30分前までに済ませ、その後は水以外口にしないしてほしい旨も、事前に要請した。いずれも、当日に再度確認を行った。

実験課題 本実験では、大学生を対象とした研究でストレスフルな精神負荷作業であることが示されている連続暗算課題を実験課題とした(野村他, 2009)。具体的には、事前に設定された4桁の数字から、決められた1~2桁の数字を制限時間内に指示された回数だけ引き続ける暗算課題である。1つの課題群(=1試行)は難易度の異なる5問(4の引き算, 7の引き算, 13の引き算, 28の引き算, 57の引き算)から成る(Table 1)。本試行に入る前の問題の例示や、課題遂行の事前練習として1000-5を使用した。

各問題の引く回数は、本試行が始まる直前またはインターバル中に実験者が口頭で教示した。この回

数は、予備実験で制限時間に遂行可能な計算回数を計測した結果を踏まえて決定し、難易度の高い問題ほど少なくなっている。

暗算問題の提示には、PsychoPyを用いて、パソコンの画面に問題と制限時間のカウントダウンを映した。制限時間は1問あたり120秒で、1試行あたり600秒(10分)であった。1試行あたりの時間を統一するため、どの問題も必ず120秒経過してから次の問題に移行した。早く解き終わった場合、残りの時間は休憩とした。問題が切り替わる際は5秒間のインターバルを設け、画面中央にカウントダウンを表示した。回答は口頭で行い、実験者が記録した。

従属変数 本実験では、課題遂行前後に心理的・生理的ストレス反応を測定し、課題遂行後にメンタルワークロードを測定した。また、3条件での試行がすべて終了した後に、Kahneman et al.(1993)と同様な質問により3条件に対する選好について回答を求めた(Figure 1)。

ストレス反応 心理的ストレス反応の指標として、佐藤・安田(2001)の日本語版PANAS、田中(2008)の簡易気分調査票日本語版(BMC-J)、寺崎他(1992)の多面的感情尺度、小川他(2000)の一般感情尺度を参考に、Russel et al.(1989)の感情グリッドに準拠してポジティブ対ネガティブの感情価(肯定対否定)と覚醒水準(抑制対覚醒)の2軸の組み合わせから覚醒的肯定感情(ウキウキ, ワクワク, イキイキ), 抑制的肯定感情(ゆったり, のんびり, のほほん), 覚醒的否定感情(イライラ, むかつく, 恥ずかしい), 抑制的否定感情(びくびく, おどおど, どんより)の4分類各3項目全12項目の尺度を作成した。回答は10cmの横線に垂線を引くことで回答する視覚的アナログ・スケールによる。

生理的ストレス反応の指標としては、人体への侵襲性がないニプロ社の唾液アミラーゼモニターを使用して唾液アミラーゼ値を測定した。唾液アミラーゼはストレスを感じてからアミラーゼ分泌量が増加

Figure 1 本実験の流れ

1回目	事前説明	心理的ストレス反応の測定 生理的ストレス反応の測定	課題群の遂行 120秒×5題	クールダウン(10分)	生理的ストレス反応の測定		
				メンタルワークロードの測定 心理的ストレス反応の測定			
2回目		心理的ストレス反応の測定 生理的ストレス反応の測定	課題群の遂行 120秒×5題	クールダウン(10分)	生理的ストレス反応の測定		
				メンタルワークロードの測定 心理的ストレス反応の測定			
3回目		心理的ストレス反応の測定 生理的ストレス反応の測定	課題群の遂行 120秒×5題	クールダウン(10分)	生理的ストレス反応の測定	条件の選好	事後説明
				メンタルワークロードの測定 心理的ストレス反応の測定			

するまでにタイムラグがあることが報告されており、山口他(2001)はストレスを加え始めてから10分以内に唾液アミラーゼが最大値となることを示している。本研究では唾液アミラーゼ活性の個人差を想定し、先述の心理的指標は課題遂行の直後に回答を求め、唾液アミラーゼ値は課題遂行から10分間のクールダウンの後に測定を行った。その際、参加者にはクールダウンの時間を伝えず、座位を取らせて開眼状態のまま待つこと、自律神経に影響を与えるためスマホ等の電子機器を使用しないこと、寝てしまわないようにすることを要請した。また、唾液アミラーゼは日内変動が報告されており、朝は低く、午後には高まり、就寝中に再度低下することも示されている(Jenzano et al., 1987; Parkkila et al., 1995)。そのため、実験の実施時間を10:30~15:30の間に限定し、個人内比較をするため、同一の参加者に対して同じ時間で計3回の測定が行えるようスケジュールを調整した。

メンタルワークロード 課題の遂行後の負担感の指標として、芳賀・水上(1996)で使用されている日本語版NASA-TLXの7項目を使用してメンタルワークロードを測定した。

条件選好 3条件の全試行及び測定が終了した後、3条件に対する参加者の選好を調べるために、Kahneman et al.(1993)と同様に、口頭で「もう1度課題を行うが、今まで実施したどのパターンの問題を行いたいか」という旨の質問をして3つの条件の中から一つを選択するよう求めた。

謝礼 参加者に対し、毎回実験終了後に500円分のQUOカードを1枚ずつ手渡した。本実験は全3回であるため、1人あたり最大で3枚(1500円分)を手渡した。

分析 HAD(清水, 2016)を使用した。

倫理的配慮 本研究は、立正大学大学院の倫理審査委員会の承認を得て実施された(承認番号: G2019006)。

結 果

得点化 負担感の指標である日本語版NASA-TLXと、心理的なストレス反応の指標である感情状態、生理的なストレス反応の指標である唾液アミラーゼ値の得点化を行った。

まず、日本語版NASA-TLXの7項目について、作業成績とフラストレーションのみ逆転項目であるため、得点を逆転し、その値を分析に用いた。各項目、最低0点、最高20点である。

続いて、感情状態については覚醒的肯定感情、抑制的肯定感情、覚醒的否定感情、抑制的否定感情の4分類各3項目の平均値を算出した。この測定では、視覚的アナログ・スケールを使用しているため、各項目の得点は最低0点、最高100点である。 α 係数は、覚醒的肯定感情で0.86、抑制的肯定感情で0.75、覚醒的否定感情で0.85、抑制的否定感情で0.86であった。

また、唾液アミラーゼは、本実験における事前測定における最大値が93、最低値が3であり、個人差が非常に大きいため、測定値の開平変換を行った。

本研究において、感情状態と唾液アミラーゼ値は事前測定を3回行っている。感情状態と唾液アミラーゼ値は、事前測定であっても緊張などにより個人内の測定値が変動することが想定されたため、全ての事前測定の平均値を算出し、平常時の状態を示すベースラインとして使用した。各指標の平均値と標準偏差をTable 2に示す。

Table 2 各指標の平均値・標準偏差

		平均値	標準偏差			平均値	標準偏差				
メンタル ワーク ロード	知的・知覚的 要求	上昇	14.52	4.03	感情状態	事前	35.37	16.26	**		
		下降	12.61	4.12		覚醒的 肯定	上昇	23.46		15.16	*
		交互	14.39	2.89		下降	30.48	13.33		*	
	身体的要求	上昇	7.57	5.83		交互	23.86	12.83	*		
		下降	5.96	4.54		抑制的 肯定	事前	48.02	15.24	**	
		交互	6.74	5.11			上昇	31.42	16.62		**
	タイムプレッ シャー	上昇	12.61	7.21			下降	44.54	21.02		**
		下降	8.39	6.31		交互	35.46	18.59	*		
		交互	10.17	6.34		覚醒的 否定	事前	15.42	11.39	**	
	作業成績	上昇	11.17	5.12			上昇	27.81	18.65		**
		下降	11.04	4.78			下降	27.16	19.90		**
		交互	11.22	5.06		交互	26.49	18.45	**		
努力	上昇	17.04	1.85	抑制的 否定	事前	24.56	13.91	**			
	下降	14.39	4.61		上昇	33.52	18.42				
	交互	15.57	3.95		下降	26.54	17.89				
フラストレ ション(主効果 のみ $p < .10$)	上昇	13.57	3.22	交互	29.64	21.58					
	下降	11.35	3.92	唾液アミラーゼ値	事前	4.12	1.33	**			
	交互	12.74	4.44		上昇	5.21	1.34		**		
全体的な負荷	上昇	14.22	2.94		下降	3.95	1.13		**		
	下降	10.35	4.81	交互	4.70	1.06	**				
	交互	13.22	3.86								

* $p < .05$ ** $p < .01$

操作チェック まず、本実験で実施した各暗算課題の難易度の違いを確認するため、実施した課題群の5種類の問題(4の引き算, 7の引き算, 13の引き算, 28の引き算, 57の引き算)別の正答率に対して、条件別に Cochran の Q 検定を行った。その結果、上昇、下降、交互のすべての条件で有意な差がみられた(上昇: $Q(4) = 17.47, p < .01$, 下降: $Q(4) = 14.32, p < .01$, 交互: $Q(4) = 19.56, p < .01$)。このことから、いずれの条件においても、想定通りに条件内で課題の難易度が異なっていたことが示された。

続いて、各条件での課題達成割合に違いが見られないことを確認するため、未達成の参加者が存在する13の引き算, 28の引き算, 57の引き算の各3問に対して、それぞれ χ^2 検定(独立性の検定)を行った。その結果、いずれの問題も達成割合に有意差はみられなかった(13の引き算: $\chi^2(2) = 0.43, n.s.$; 28の引き算: $\chi^2(2) = 0.19, n.s.$; 57の引き算: $\chi^2(2) = 0.15, n.s.$)。このことから、各条件で使用された問題の難易度に違いは見られなかった。

課題選好の検討 実験参加者の課題選好について、各条件を選好した人数比について χ^2 検定を行っ

た。その結果、条件別の選択人数は上昇条件で2人(8.70%), 下降条件で17人(73.91%), 交互条件で4人(17.39%)であり、条件間の差は有意であった($\chi^2(2) = 17.30, p < .01$)。また、多重比較(Ryan法)より、下降条件を選好した者が上昇条件および交互条件を選好した者より有意に多く、Kahneman et al.(1993)の結果が再現された。

負担感の検討 負担感の指標である日本語版 NASA-TLX の7項目それぞれについて、1要因分散分析を行った。その結果、全体的な負荷($F(2, 44) = 13.04, p < .01$)、タイムプレッシャー($F(2, 44) = 4.18, p < .05$)および努力($F(2, 44) = 4.37, p < .05$)の3項目で条件の主効果が有意であった。

多重比較(Bonferroni法)の結果、全体的な負荷では下降条件は上昇条件と交互条件よりも有意に全体的な負荷が低かったと評定していた(上昇条件: $t(22) = 4.79, p < .01, d = .95$; 交互条件: $t(22) = 3.50, p < .01, d = -.65$)。一方、上昇条件と交互条件との間に有意な差は見られなかった($t(22) = 1.37, n.s.$)。また、タイムプレッシャーについての多重比較によれば、上昇条件は下降条件よりも有意に高かつ

た($t(22) = 2.65, p < .05, d = .61$)が、交互条件と上昇条件、下降条件との間に有意な差は見られなかった(上昇条件： $t(22) = 1.57, n.s.$ ；下降条件： $t(22) = 1.46, n.s.$)。同様に、努力に関する多重比較でも上昇条件は下降条件よりも有意により多くの努力が必要だったと評定していた($t(22) = 2.67, p < .05, d = .74$)が、交互条件と上昇条件、下降条件との間に有意な差は見られなかった(上昇条件： $t(22) = 1.83, n.s.$ ；下降条件： $t(22) = 1.32, n.s.$)。

また、フラストレーションでは条件の主効果は有意傾向であったが($F(2, 44) = 2.50, p < .10$)、多重比較では上昇条件と下降条件、交互条件との間に有意な差は見られず(下降条件： $t(22) = 2.26, n.s.$ ；交互条件： $t(22) = 0.83, n.s.$)、下降条件と交互条件との間にも有意差は見られなかった($t(22) = 1.35, n.s.$)。

上記以外の項目である知的・知覚的要求($F(2, 44) = 2.00, n.s.$)、身体的要求($F(2, 44) = 0.98, n.s.$)、作業成績($F(2, 44) = 0.01, n.s.$)には有意な条件の主効果は認められなかった。

以上のことから、日本語版 NASA-TLX において、下降条件は上昇条件よりもタイムプレッシャーや努力の必要性を低く評価し、全体的な負荷においても上昇条件と交互条件より低く評定することが示された。一方、上昇条件と交互条件では差が見られなかった。

心理的・生理的ストレス反応の検討 心理的なストレス反応の条件差を明らかにするため、感情状態の4因子それぞれについて1要因分散分析を行った。なお、肯定感情は他のストレス反応の指標とは逆の結果を表し、値が低いほど強いストレスを感じていることを示す。

まず、覚醒的肯定感情の分析の結果、条件の主効果が有意であった($F(3, 44) = 14.32, p < .01, \text{偏}\eta^2 = .40$)。多重比較(Bonferroni法)の結果、上昇条件と交互条件では事前と比較して有意に低下し(上昇条件： $t(22) = 4.73, p < .01, d = .74$ ；交互条件： $t(22) = 5.24, p < .01, d = .77$)、下降条件では有意な差は見られなかった($t(22) = 2.69, n.s.$)。また、下降条件は上昇条件と交互条件よりも有意に覚醒的肯定感情が高かった(上昇条件： $t(22) = 3.19, p < .01, d = -.48$ ；交互条件： $t(22) = 3.30, p < .01, d = .50$)。一方、上昇条件と交互条件との間に有意な差は見られなかった($t(22) = 0.20, n.s.$)。

抑制的肯定感情で条件の主効果が有意であった($F(3, 44) = 10.51, p < .01, \text{偏}\eta^2 = .33$)。多重比較(Bonferroni法)の結果、上昇条件と交互条件では事前と比較して有意に低下し(上昇条件： $t(22) = 4.96, p < .01, d = 1.02$ ；交互条件： $t(22) = 3.53, p < .01, d = .73$)、下降条件では有意な差は見られなかった($t(22) = 1.03, n.s.$)。また、条件間の差については、下降条件は上昇条件よりも有意に高かった($t(22) = 4.11, p < .01, d = -.68$)が、交互条件と上昇条件、下降条件との間に有意な差は見られなかった(上昇条件： $t(22) = 1.28, n.s.$ ；下降条件： $t(22) = 2.55, n.s.$)。このことから、覚醒的肯定感情は下降条件が上昇条件と交互条件よりも高く、抑制的肯定感情は下降条件が上昇条件よりも高いことが示唆された。

続いて、覚醒的否定感情の分析を行った結果、主効果が有意であった($F(3, 66) = 4.83, p < .01, \text{偏}\eta^2 = .18$)。多重比較の結果(Bonferroni法)、すべての条件において事前よりも各条件遂行後に有意に高まっていることが示された(上昇条件： $t(22) = 3.71, p < .01, d = -.79$ ；下降条件： $t(22) = 3.24, p < .05, d = -.71$ ；交互条件： $t(22) = 3.93, p < .01, d = -.71$)。しかし、条件間には有意な差は認められなかった(上昇-下降 $t(22) = 0.14, n.s.$ ；上昇-交互 $t(22) = 0.30, n.s.$ ；交互-下降 $t(22) = 0.18, n.s.$)。一方、抑制的否定感情では主効果が見られなかった($F(3, 66) = 2.30, n.s.$)。このことから、遂行した課題群の条件に関係なく、課題遂行そのものがイライラ等の覚醒的否定感情を高めていたことが示された。

参加者の生理的なストレス反応である唾液アミラーゼ値が各条件で異なるかを明らかにするため、1要因分散分析を行った。その結果、条件の主効果が有意であった($F(2, 42) = 10.12, p < .01, \text{偏}\eta^2 = .33$)。多重比較(Bonferroni法)の結果、事前より高くなっていたのは上昇条件で($t(22) = 4.65, p < .01, d = .85$)、交互条件と下降条件では事前と有意な差は認められなかった(交互条件： $t(22) = 2.44, n.s.$ ；下降条件： $t(22) = 0.45, n.s.$)。条件間の差については、下降条件は上昇条件と交互条件よりも有意に唾液アミラーゼ値が低かった(上昇条件： $t(21) = 3.94, p < .01, d = 1.09$ ；交互条件： $t(21) = 3.64, p < .01, d = -.62$)。一方、上昇条件と交互条件との間に有意な差は見られなかった($t(21) = 1.82, n.s.$)。このことから、唾液アミラーゼ値は下降条件において上昇条件

と交互条件よりも生理的なストレス反応が低いことが示唆された。

これらのことから、仮説1で予想した通り下降条件と他2条件において全体的な負荷、タイムプレッシャー、努力に差が見られ、また仮説2と仮説3で予想した通り肯定感情と唾液アミラーゼ値で同様の条件間で差が見られた。しかし、いずれも上昇条件と交互条件の間には期待された差が見られず、仮説の一部は支持されなかったと言える。

考 察

本研究では、難易度の異なる複数の問題の遂行順序構成を操作し、課題終了時の問題の難易度を変えることで、メンタルワークロード(負担感)および、その結果としての心身のストレス反応に違いが見られるかどうかを検討した。

まず、各条件の中で課題終了時の問題の難易度が最も低い下降条件が実験参加者に最も選好されることが示され、Kahneman et al.(1993)の知見が再現された。本研究では難易度の異なる問題群で遂行順序の構成を変えた3つの課題を作成し、ピークとなる最も難しい課題は同一でも、エンドとなる最終問題が最も難易度の低い課題が選ばれたことになる。このことから、ピーク・エンドの法則は、難易度の異なる問題群から成る精神作業課題に対する選好にも当てはまることが確認された。

次に、負担感の指標であるメンタルワークロードでは、全体的な負荷では下降条件のほうが上昇条件や交互条件よりも負担が軽かったと評価した。個別指標についても、タイムプレッシャーと努力において、上昇条件では下降条件よりも重い負担を感じていたことが示された。この結果は、ピーク・エンドの法則から予想された通り、課題全体の作業負荷の点では同一でも、順序構成を操作し終了時の問題の難易度を変えることで課題全体の負担感を変えることができることを示している。また、参加者の示した課題選好の条件差は、このような負担感の違いを反映していると推測できる。

さらに、ストレス反応の指標では、心理的指標である感情状態においては、下降条件は上昇条件よりも肯定感情評定で有意にポジティブであり、特に覚醒的な肯定感情では交互条件よりもポジティブであることが示された。しかし、各否定感情では条件間で有

意な差は見られなかった。つまり、順序構成の異なる3つの課題の中で、上昇条件や交互条件では肯定感情状態が低下したが、否定感情状態を高めるまでの影響は認められなかった。ただし、事前の評定と比較すると、特に覚醒的な否定感情ではどの条件も値を上げており、多重比較でも有意であったことから、問題を解くこと自体がもともと否定感情を引き起こしやすい作業内容であったことが示唆された。

他方、生理的ストレス反応の指標である唾液アミラーゼ値では有意な条件差がみられ、下降条件はその他の条件と比べて唾液アミラーゼ値が低いことが示された。この結果は、負担感の指標や、肯定感情に示された心理的ストレス反応の指標の結果と同じ傾向を示しており、ピーク・エンドの法則が認知的評価にとどまらず、生理的な反応にも当てはまることを示している。

以上のことから、本実験ではピーク・エンドの法則の効果が負担感と心理的・生理的ストレス反応で確認され、メンタルワークロードの負荷-負担モデルが示唆するように、課題の負荷によって引き起こされる心理的負担感がストレス過程を発動し、心理的・生理的ストレス反応を引き起こすことが示唆された。ただし、仮説はおおむね支持されたとはいえ、いずれの指標においても有意な差は上昇条件と下降条件の間で見られただけで、交互条件と上昇条件との間には何ら有意な差はみられなかった。その理由としては、実験操作の不徹底が考えられる。本研究ではピークの難易度は同一としてエンドに当たる終了時の問題の難易度だけを操作したが、終了前の最後の2間を見ると、上昇条件が難易度2位と1位、下降条件では4位と5位であったのに対して、交互条件では難易度2位と3位となっており、上昇条件との難易度の差はわずかである。つまり、エンドに当たる終了時の記憶が最後の1間だけでなく、最後の2間の影響を受けるとすれば、本実験における交互条件の順序構成は上昇条件に似ていたため、期待された効果を示さなかった可能性がある。

本研究の意義として、難易度の異なる問題群を遂行する場合、問題の遂行順序を変えるというコストのかからない工夫によって、メンタルワークロードを低く抑え、作業量を減らさずに心身のストレス反応を抑制できることを示したことが挙げられる。今回の知見により、外的負荷に該当する仕事量を減ら

すことなく内的負荷となる負担感を軽減できる可能性が示唆され、職場のストレス対策として組織的・個人的に適切な職務管理をすることの重要性が明らかにされたと言える。

また、本実験の結果はピーク・エンドの法則の頑強性を示すものであるとも言える。この法則が提唱された Kahneman et al.(1993) のオリジナルの実験では、冷水に手をつけるというきわめて受動的で単純な出来事への評価が問題であったのに対して、本研究で注目したのは大きな認知負荷がかかる精神作業課題を、強いタイムプレッシャーがかかる中で遂行するというストレス状態での反応であり、これほど異なる事態においても法則が予想する通りのバイアスが現れることが明らかにされた。また、本実験ではピーク・エンドの法則が認知的評価にとどまらず生理的反応にも当てはめられる可能性も示唆されており、今後、メンタルワークロードによる疲労や注意力低下などを指標とした研究への応用も広がるものと期待される。

限界と展望

本研究の限界として、実験の実施から日を空けての事後測定を行っていないことや、実験参加者本人が自分の裁量で遂行順序を変化させた場合の検討が行われていないこと、実際の産業場面からデータを収集していないことが挙げられる。先に挙げた本研究の意義を検討するためには実験実施後に数週間から数ヶ月後の心身の健康状態を縦断的に調査する必要があるであろう。時間がかかるために、実施するためのハードルは高いが、諸症状への予防という臨床的な視点でこの研究を進展させる場合は、このような長期間の研究が必要になると考えられる。

また、本研究では実験者によって課題群内における難易度の推移が設定され、実験実施時にはどのような推移をするのかに加え、難易度が推移すること自体を参加者には伝えていなかった。実際にはほとんどの参加者が課題群の遂行中に難易度の変化について気付いていたものの、参加者が自分にとって楽になるよう課題群の構成を行ったわけではない。本研究の知見を普段の生活に生かす場合、ピーク・エンドの法則が当てはまるよう職務や課題の遂行順序を自分で変化させる必要があるが、その順序は必ずしも客観的な負荷に基づくとは限らないであろう。自分にとって負荷の軽い課題として、客観的には多

少苦勞を伴う内容であろうとも、自分のやりたい課題や、得意な課題を最後に遂行するように課題群を設定することも十分に考えられる。そのため、課題群の構成を参加者自身に前もって決めさせておき、その順序に従って遂行する群と、その順序に従わない群とを設けて比較を行うことが、本来は望ましいと考えられる。

さらに、本研究の知見は大学生や大学院生を対象として得られたデータに基づいており、実際の労働場面でのデータに基づいているわけではない。実際の労働場面で経験される仕事の負担感は仕事の負荷量だけで決まるものでない。労働者個人の職務適性、仕事へのモチベーションや組織コミットメントなどの心理的要因や、不公平な作業分担、過酷な競争や監視の有無などの職場要因も負担感に影響を及ぼす可能性がある。本研究結果はピーク・エンドの法則の頑強性を示したが、実際の労働場面への応用可能性を判断するには、これらの要因の影響が予想される状況においてもその効果が認められることを、実験的に検討する必要があるだろう。

引用文献

- Finn, B. (2010). Ending on a high note: Adding a better end to effortful study. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36, 1548-1553. <https://doi.org/10.1037/a0020605>
- 藤垣 裕子・飯田 裕康 (1992). メンタルワークロード概念の諸相 労働科学, 68, 549-559.
- Gonzalez-Mule, E., Kim, M., & Ryu, J. W. (2021). A meta-analytic test of multiplicative and additive models of job demands, resources, and stress. *Journal of Applied Psychology*, 106, 1391-1411. <https://doi.org/10.1037/apl0000840>
- 芳賀 繁 (2011). 注意・安全とメンタルワークロード 原田 悦子・篠原 一光 (編) 現代の認知心理学 4 注意と安全 (pp. 166-185) 北大路書房
- 芳賀 繁・水上 直樹 (1996). 日本語版 NASA-TLX によるメンタルワークロード測定——各種室内実験課題の困難度に対するワークロード得点の感度——人間工学, 32, 71-79. <https://doi.org/10.5100/jje.32.71>
- Hancock, P. A. (2017). *Whither workload? Mapping a path for its future development*. In L. Longo & M. C. Leva (Eds.), *Human Mental Workload: Models and Applications* (pp. 3-17). Cham, Switzerland: Springer
- Hart, S. G. & Staveland, L. E. (1988). Development of

- NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In Hancock, P. A. & Meshkati, N. (eds.), *Human Mental Workload*, North-Holland, 139-183. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62386-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62386-9)
- Hsu, C. F., Propp, L., Panetta, L., Martin, S., Dentakos, S., Toplak, M. E., & Eastwood, J. D. (2018). Mental effort and discomfort: Testing the peak-end effect during a cognitively demanding task. *PLoS ONE*, 13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191479>
- Jenzano, J. W., Brown, C. K., & Mauriello, S. M. (1987). Temporal variations of glandular kallikrein protein and amylase in mixed human saliva. *Archives of Oral Biology*, 32, 757-759. [https://doi.org/10.1016/0003-9969\(87\)90123-3](https://doi.org/10.1016/0003-9969(87)90123-3)
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. New York : Penguin books.
- Kahneman, D., Fredrickson, B.L., Fredrickson, C.A., & Redelmeier, D.A. (1993). When more pain is preferred to less: Adding a better end. *Psychological Science*, 4, 401-405.
- Kawaharada, M., Shima, A., Ueda, I. (2006). Association of workload perception with acute stress reactions and job stressors. *Journal of Comprehensive Nursing Research*, 9, 45-51. <https://doi.org/10.14943/34133>
- 小林 隆史・藤井 達史・紀ノ定 保礼・篠原 一光・蜂須賀 知理・柿崎 勝(2017). 同乗者との会話によるドライバの覚醒維持とメンタルワークロードへの影響の検討 自動車技術会論文集, 48, 457-462. <https://doi.org/10.11351/jsaeronbun.48.457>
- 厚生労働省労働基準局安全衛生部(2014). 労働安全衛生法に基づくストレスチェック制度に関する検討会報告書. <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000068712.html>.(参照日:2021年6月26日)
- 厚生労働省(2019). 平成30年「労働安全衛生調査(実態調査)」の概況. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/h30-46-50b.html>. (参照日:2021年6月26日)
- Lazarus, R.S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. New York: Springer.
- 三宅 晋司・神代 雅晴(1993a). 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, 29, 399-408. <https://doi.org/10.5100/jje.29.399>
- 三宅 晋司・神代 雅晴(1993b). 先行作業の難易度が主観的メンタルワークロードの評価に及ぼす影響 人間工学, 29, 388-389. https://doi.org/10.5100/jje.29.Supplement_388
- Nachreiner, F. (1999). International Standards on Mental Work-Load: The ISO 10075 Series. *Industrial Health*, 37, 125-133. <https://doi.org/10.2486/indhealth.37.125>
- 中野 敦行・山口 昌樹(2011). 唾液アミラーゼによるストレスの評価 バイオフィードバック研究, 38, 3-9. https://doi.org/10.20595/jjbf.38.1_3
- Niedhammer, I., Bertrais, S., & Witt, K. (2021). Psychosocial work exposures and health outcomes: A meta-review of 72 literature reviews with meta-analysis. *Scandinavia Journal of Work Environment and Health*, 47, 489-508. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3968>
- 野村 収作・水野 統太・野澤 昭雄・浅野 裕俊・井出 英人(2009). 唾液中のコルチゾールによる軽度な精神作業負荷の生理評価 バイオフィードバック研究, 36, 23-32. https://doi.org/10.20595/jjbf.36.1_23
- 小川 時洋・門地 里絵・菊谷 麻美・鈴木 直人(2000). 一般感情尺度の作成 心理学研究, 71, 241-246. <https://doi.org/10.4992/jjpsy.71.241>
- Parkkila, S., Parkkila, A. K., & Rajaniemi, H. (1995). Circadian periodicity in salivary carbonic anhydrase VI concentration. *Acta Physiologica Scandinavica*, 154, 205-211. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1995.tb09902.x>
- Russell, J. A., Weiss, A., & Mendelsohn, G. A. (1989). Affect Grid: A single-item scale of pleasure and arousal. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57, 493-502. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-3514.57.3.493>
- 佐藤 徳・安田 朝子(2001). 日本語版 PANAS の作成 性格心理学研究, 9, 138-139. https://doi.org/10.2132/jjpspp.9.2_138
- 清水 裕士(2016). フリーの統計分析ソフト HAD ——機能の紹介と統計学習・教育, 研究実践における利用方法の提案——メディア・情報・コミュニケーション研究, 1, 59-73.
- Takai, N., Yamaguchi, M., Aragaki, T., Eto, K., Uchihashi, K., & Nishikawa, Y. (2004). Effect of psychological stress on the salivary cortisol and amylase levels in healthy young adults. *Archives of Oral Biology*, 49, 963-968. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2004.06.007>
- 田中 健吾(2008). 簡易気分調査票日本語版(BMC-J)の信頼性および妥当性の検討 大阪経済大学論文集, 58, 271-275.
- 寺崎 正治・岸本 陽一・古賀 愛人(1992). 多面的感情状態尺度の作成 心理学研究, 62, 350-356. <https://doi.org/10.4992/jjpsy.62.350>
- Williams, A. J. (2016). *A "Better End" to Exposure? Assessing the Effects of the Peak-End Rule on Viewing Blood-Injection-Injury Stimuli*. (Unpublished doctoral dissertation). University of Kansas
- 山口 昌樹・金森 貴裕・金丸 正史・水野 康文・吉田 博(2001). 唾液アミラーゼ活性はストレス推定の指標

になり得るか 医用電子と生体工学, 39, 234-239. h
<https://doi.org/10.11239/jsmbe1963.39.234>

(受稿: 2023.4.4; 受理: 2023.8.21)
