

令和 2 年 7 月 8 日現在

機関番号：33929

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K13967

研究課題名（和文）急性ストレス反応が報酬に基づく意思決定に及ぼす影響とその時間的推移

研究課題名（英文）Temporal effects of acute stress response on decision-making

研究代表者

山川 香織（YAMAKAWA, KAORI）

東海学園大学・心理学部・助教

研究者番号：00742131

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、急性ストレスによる内分泌反応の経時的作用が価値評価に与える影響を検証することであった。これを検証するため、選択とフィードバックを繰り返し価値の高い選択肢を学習する随伴性学習に焦点を当て、ストレス負荷直後と90分後で比較を行った。その結果、急性ストレス負荷90分後に「損失」が強調された状況下において、より最適な選択を選びやすいことが明らかとなった。また、この長期作用にストレス負荷によって生じたコルチゾール反応が関与することが明らかとなった。このことから、ストレスの長期作用によって、損失場面に対する評価的処理が促進した可能性が示唆される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

急性ストレス負荷による認知・行動への影響については、負荷直後を対象にした報告が多く、その後の経時的変化については不明瞭であった。本研究では、ストレス負荷90分後に損失場面においてより最適な選択を獲得しやすいことが明らかとなり、ストレス負荷によるコルチゾール反応が関与する可能性が示唆された。この急性ストレスの長期作用は負荷によって低下した認知機能の回復を反映していると考えられる。危機的状況下における身体から脳への相互的な機能連関を通して、常に変化し続ける動的なシステムとしての脳・身体・行動の体系的理解を深める一助となる。

研究成果の概要（英文）：This study investigates late-phase effects of acute stress on decision-making. The results indicate an increased response bias in the prolonged stress condition as compared to the control condition (i.e., only negative frame). Additionally, the response bias was observed to be correlated with the cortisol levels induced by acute stress. Thus, acutely elevated cortisol elicited by acute stress may induce late-phase effects on the evaluative process of decision making.

研究分野：実験心理学，生理心理学，感情心理学

キーワード：急性ストレス コルチゾール 意思決定 随伴性学習

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

急性ストレス負荷によってさまざまな身体システムが活性化する。これらのシステムにおける一部の生理活性物質は脳を含めた全身に作用し、認知・行動に影響を与える。その中でも内分泌系賦活によるコルチゾール反応はストレス後の行動量低下や抑うつ感を促すことが知られており、ストレス時の認知・行動の調整を担う重要な物質のひとつとされている (Starcke & Brand, 2012)。

急性ストレス負荷によって生じたコルチゾール反応が認知・行動へもたらす影響に関しては、これまで負荷直後～30 分後に見られる短期作用に着目した研究が多く行われてきた (Buckert et al., 2014)。その一方で、このコルチゾール反応にはストレス負荷直後だけでなく、90 分～3 時間後においても注意や記憶といった認知機能に影響を与える長期作用があることが報告されている (de Kloet et al., 2005)。興味深いことに、この長期作用は短期作用ともさらに平常時とも異なる特徴を示すことが報告されている。例えば、実行機能を司る背外側前頭前野の活動は、短期作用によって低下するが、長期作用では活性を示すことが明らかとなっている (Henckens et al., 2012)。この一連の時間的推移はストレス反応からの回復に関わる適応的な意義をもつと考えられている。しかしながら、多くは注意や記憶に着目しており、より高次の認知機能を要する意思決定に及ぼす影響は不明瞭である。

これまでの先行研究では、リスクを含む意思決定について検討が行われている。ストレス負荷直後には、損失が強調された損失場面においてリスクの高い選択を避け確実な選択を多く選ぶことが報告されている (Pabst et al., 2013)。一方、研究代表者らの研究では、ストレス負荷 2 時間後には、利得が強調された利得場面においてのみ、確実な選択が多くなるという結果が示された (Yamakawa et al., 2016)。この結果は負荷直後の研究結果、つまり損失でのみ確実な選択が増加するという知見と異なるものであった。しかしながら、急性ストレスによる短期作用および長期作用が、適切な意思決定の要素である価値評価にどのような影響を与えるかは明らかとなっていない。また、リスクを含む意思決定で観察された利得場面 / 損失場面による影響も不明瞭である。

2. 研究の目的

研究開始当初の背景から、本研究の目的は急性ストレス負荷による経時的作用が利得場面と損失場面における価値評価に与える影響を検討することであった。報酬に基づく意思決定課題を用い、急性ストレス負荷直後と 90 分後における価値評価への影響を検証するため、以下の実証的検討を行った。

(1) 実験系の確立

本研究では、利得場面と損失場面で価値評価が異なるという知見から (Kahneman & Tversky, 1979)、利得場面と損失場面における随伴性学習に焦点を当てた。そこで、まず確率学習課題の確立を目指した。確率学習課題において、参加者は報酬随伴確率の異なる 2 つの刺激間での選択を行い、報酬を最大化することが求められる。その結果、価値を高く評価した場合には、報酬随伴性の高い刺激への選択傾向が高くなる。一方価値を低く評価した場合には、報酬随伴性の高い刺激に収束することなく、ランダムな選択となる。この課題を用いて、利得 / 損失場面が随伴性学習に与える影響を明らかにする。

(2) 利得 / 損失を含む意思決定における長期作用の検討

作成した利得・損失を含む確率学習課題を用いて、急性ストレス反応の短期作用と長期作用が報酬に基づく意思決定にどのような影響を与えるかを検証する。また、ストレス反応直後のコルチゾール量と報酬随伴性の選択率の関連性についても併せて検討を行う。さらに、ストレス負荷を確認するため、主観的ストレス感、心拍数も同時に計測し、急性ストレスが認知・行動に及ぼす生物学的メカニズムを解明する。

3. 研究の方法

(1) 実験系の確立

報酬に基づく意思決定に与える影響を検証するため、確率学習課題を用いた (Figure 1)。参加者は報酬随伴確率の異なる 2 つの刺激間での選択を行い、選択に従って結果がフィードバックされる。随伴性学習が促進される場合、価値更新が頻繁に生じるため、報酬を伴う刺激への選択率 (反応バイアス) が増加すると考えられる。さらに、利得 / 損失条件を設け、強調される側面についても検証を行った。

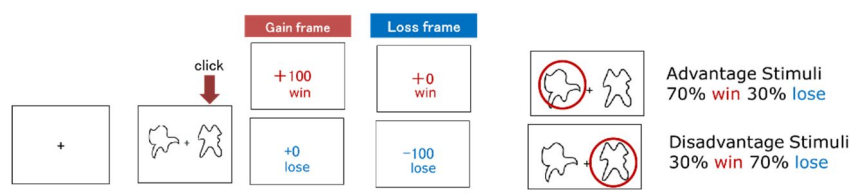


Figure 1 確率学習課題

(2) 利得 / 損失を含む意思決定における長期作用の検討

実験参加者は健康な大学生 14 名であり、ストレス条件と統制条件の 2 日間実験に参加した。ストレス条件では、急性ストレスを喚起する標準的な課題であり、面接と暗算課題で構成されるトリア社会的ストレス課題 (the Trier Social Stress Task: TSST) を行った。統制条件では負荷の少ない認知課題を行った。ストレス / 統制課題実施直後、確率学習課題を行い (1st DM)、その後一度退室し 90 分後に来室し再度確率学習課題 (2nd DM) を実施した。ストレス課題前、ストレス課題直後、確率学習課題 1st 後、90 分後、2nd DM 後に唾液採取を行った (Figure 2)。また、意思決定課題における報酬随伴刺激の選択率 (反応バイアス) を算出し、比較検討を行った。

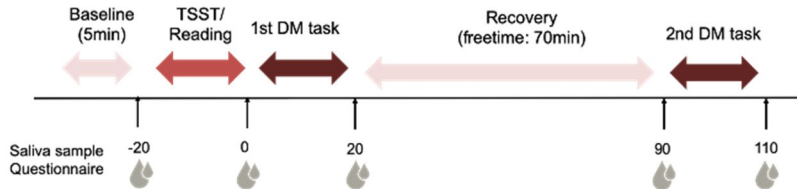


Figure 2 . 実験プロトコル

4 . 研究成果

本研究では、上記研究目的と研究方法に基づき、下記 3 つの研究成果を得た。

(1) 利得 / 損失が随伴性学習に与える影響

反応バイアスについて、条件 (利得・損失) による違いは認められなかった。そこで、結果に対する選択方略の指標として、Win-stay / Lose-shift の割合を算出し比較を行った。選択方略と条件の交互作用が認められ、Lose-shift の側面でのみ、利得と損失に差が確認された。以上から、利得、損失によって、フレーミングは随伴性学習の成立には大きな影響を与えないことが確認された。しかしながら、損失条件では利得条件に比べ Lose-shift 方略が多く選ばれていた。これはプロスペクト理論における損失回避性と一致する結果であり、損失場面では「負けたら修正する」という特徴が顕著であったことが確認された。

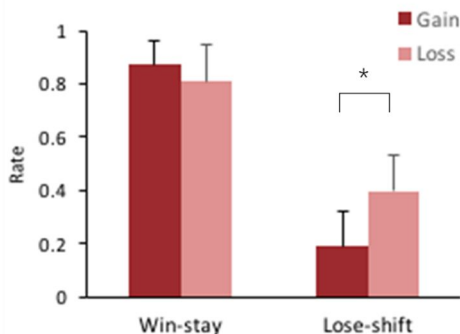


Figure 3 各条件の選択方略

(2) 長期作用が利得 / 損失場面における随伴性学習に与える影響

まず、ストレス条件において、ストレス課題直後により高い主観的ストレス感および心拍数、そしてコルチゾールの増大が認められ、強いストレス負荷が与えられたことが確認された。次に、

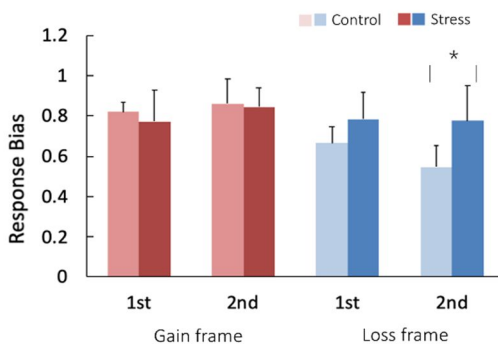


Figure 4 反応バイアス

* = $p < .05$

報酬随伴性の高い刺激に対する選択率を比較したところ、ストレス負荷 90 分後において、統制条件に比べストレス条件で有意に高い値を示した。興味深いことにこの傾向は損失場面でのみ観察され、利得場面では認められなかった。このことから、強いストレス負荷後 90 分後、特に損失場面において随伴性学習が促進する可能性が示唆された。しかしながら、ストレス負荷直後には反応バイアスへの影響は認められなかった。

(3) 長期作用における心理生物学メカニズムの解明

ストレスの長期作用が認められた損失場面 (2nd) における反応バイアスとストレス課題後の最大コルチゾール値の関連を検証した結果、反応バイアスとコルチゾール値に正相関が認められた (Figure 5)。このことから、ストレス課題 90 分後に認められた随伴性学習の促進はストレス負荷によるコルチゾール反応との関連性が高いことが示された。

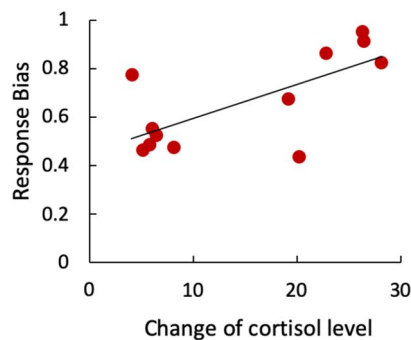


Figure 5 コルチゾールと損失場面 (2nd) における反応バイアスとの関連

(4) まとめ

以上の結果から、随伴性学習において、急性ストレス負荷による長期的な影響を受けることが明らかとなった。特に、「損失」が強調された状況下において、より随伴性学習が促進されることが確認された。また、この長期作用にストレス負荷によって生じたコルチゾール反応が関与することが明らかとなった。このことから、ストレスの長期作用によって、損失場面に対する評価的処理が促進し、学習効率が高まった可能性が示唆される。その一方で、ストレス負荷直後の短期作用は確認されなかった。随伴性学習への短期作用を検証した研究として、木村ら (2018) はストレス負荷によるコルチゾールの分泌量と負荷後の選択行動のランダム性との関連に負相関があることを報告している。今後、ストレスの短期作用と長期作用の意思決定過程の差異を明らかにするために、強化学習モデルなどを用いて行動価値を詳細に検証していく必要がある。

<引用文献>

- Buckert, M., Schwieren, C., Kudielka, B. M., & Fiebach, C. J. (2014). Acute stress affects risk taking but not ambiguity aversion. *Frontiers in neuroscience, 8*, 82.
- De Kloet, E. R., Joëls, M., & Holsboer, F. (2005). Stress and the brain: from adaptation to disease. *Nature reviews neuroscience, 6*, 463-475.
- Henckens, M. J., van Wingen, G. A., Joëls, M., & Fernández, G. (2012). Time-dependent effects of cortisol on selective attention and emotional interference: a functional MRI study. *Frontiers in integrative neuroscience, 6*, 66.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). On the interpretation of intuitive probability: A reply to Jonathan Cohen.
- 木村健太, 井澤修平, & 城月健太郎. (2017). 唾液中コルチゾール値は逆転学習における意思決定と関連する. *感情心理学研究, 25*(Supplement), os06.
- Pabst, S., Brand, M., & Wolf, O. T. (2013). Stress effects on framed decisions: there are differences for gains and losses. *Frontiers in behavioral neuroscience, 7*, 142.
- Starcke, K., & Brand, M. (2012). Decision making under stress: a selective review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 36*(4), 1228-1248.
- Yamakawa, K., Ohira, H., Matsunaga, M., & Isowa, T. (2016). Prolonged effects of acute stress on decision-making under risk: A human psychophysiological study. *Frontiers in human neuroscience, 10*, 444.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 山川香織・大平英樹	4. 巻 36
2. 論文標題 ストレス下における不合理な意思決定 認知機能の側面から	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 生理心理学と精神生理学	6. 最初と最後の頁 40-52
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.5674/jjppp.1805si	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件/うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Kaori Yamakawa
2. 発表標題 Late-phase effects of acute stress on emotional decision-making.
3. 学会等名 the 49th Annual Conference of the International Society of Psychoneuroendocrinology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山川 香織
2. 発表標題 危機的状況下におけるコルチゾールの長期作用 – ストレスは私たちになにをもたらすか –
3. 学会等名 日本心理学会第83回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山川 香織
2. 発表標題 利得と損失のフレーミングは随伴性学習を促すか
3. 学会等名 日本生理心理学会第38回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kaori Yamakawa
2. 発表標題 Late-phase effects of acute stress on sensitivity of reward system
3. 学会等名 the 48th Annual Conference of the International Society of Psychoneuroendocrinology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kaori Yamakawa, Hideki Ohira
2. 発表標題 The time-dependent effect on decision-making under risk
3. 学会等名 5th Annual Scientific Conference of the European Association of Psychosomatic Medicine (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山川 香織
2. 発表標題 「時間が経てばもとどおり」ではないーストレス後の時間経過が意思決定に与える影響ー
3. 学会等名 日本心理学会第81回大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----