隠匿情報検査における生理変化の時間的推移¹

小川 時洋 科学警察研究所 松田 いづみ² 青山学院大学 常岡 充子 科学警察研究所

Transitions of physiological changes in the concealed information test

Tokihiro Ogawa (National Research Institute of Police Science), Izumi Matsuda (Aoyama Gakuin University),
and Michiko Tsuneoka (National Research Institute of Police Science)

The present study focused on temporal changes of physiological activities within trials during the concealed information test (CIT). Participants were assigned to two groups with an inter-stimulus interval (ISI) of 50 or 25 seconds in the CIT. A relevant item was a piece of jewelry that a participant stole in the preceding mock theft task. Measures were skin conductance level (SCL), skin conductance response (SCR), heart rate (HR), normalized pulse volume (NPV), and self-reported arousal and surprise. The results showed that physiological changes in response to irrelevant items tended to return to pre-stimulus levels within 25 seconds. Physiological recoveries were slower for SCL and HR but faster for NPV for the relevant item than for irrelevant items. Pre-stimulus physiological levels were maintained until the relevant item was presented and then declined, which was similar to the peak of tension effect. Results in the self-reported measures were in line with the physiological measures. Practical and theoretical implications were discussed.

Key words: concealed information test, inter-stimulus interval, within-series variation, tonic activity, phasic responses.

The Japanese Journal of Psychology

2020, Vol. 91, No. 5, pp. 303-311

J-STAGE Advanced published date: September 15, 2020, <https://doi.org/10.4992/jjpsy.91.19016>

現在、日本の犯罪捜査の現場では、対象者の事件に関する記憶・知識の有無を調べることを目的としたポリグラフ検査が用いられている（小林・吉本・藤原，2009；小川・松田・常岡，2013）。そのパラダイムは、隠匿情報検査（Concealed information test: 以下、CIT とする）または有罪知識検査（Guilty knowledge test; Lykken, 1974）と呼ばれる。CIT では、事件事実（例えば絞殺の凶器）に関して、4-7 項目程度の選択肢で尋ねる質問表と呼ばれる刺激セットを作成する。質問表を複数回繰り返ししながら、皮膚伝導度（Skin conductance: 以下、SC とする）、呼吸運動、心拍数（Heart rate: 以下、HR とする）、規準化脈波容積（Normalized pulse volume: 以下、NPV とする；廣田他，2003）などの生理指標が計測される。一般に事件事実を知ってい

る検査対象者は、正解として認識する項目（関連項目）提示に対して、それ以外の項目（非関連項目）と比べて、高い SC、小さい呼吸運動、低い HR と NPV（高い末梢血管緊張）を示す。一方、正解が分からない場合には、各質問項目への反応には系統的な傾向が見られない（Meijer, Klein Selle, Elber, & Ben-Shakhar, 2014）。このように CIT では、個々の質問に対する生理反応の違いに注目する。

一般に生理反応を計測する実験や検査では、前の刺激に対する反応の重畳を避けるため、生理状態が刺激前の水準に戻るよう適切な刺激提示間隔（Inter stimulus intervals: 以下、ISI とする）をもうける。CIT でも、心臓交感神経系活動の時定数（15s 以上；Berntson, Cacioppo, & Quigley, 1993）などを踏まえて、ISI は 20 から 30s 程度もうけることが一般的である（廣田・小川・松田・高澤，2009；小林他，2009；Ogawa, Matsuda, Hirota, & Takasawa, 2014；小川他，2013）。一方、CIT は質問に一定の返答を行うだけの単純な課題であり、ISI が長いと、退屈に由来する覚醒水準の低下などを招く懸念が指摘されている（Breska, Maoz, & Ben-Shakhar, 2011）。そのため、ISI の短縮（15s 以下）の可能性な

Correspondence concerning this article should be sent to: Tokihiro Ogawa, First Information Science Section, Fourth Department of Forensic Science, National research Institute of Police Science, Kashiwanoha, Kashiwa 277-0882, Japan. (E-mail: t-ogawa@nrips.go.jp)

¹ 本研究の一部は、第 35 回日本生理心理学会大会において発表した。

² 実験実施時の所属は、科学警察研究所であった。

ども検討されている (Breska et al., 2011)。しかし、このような検討を行う前提として、質問提示によって生じた生理反応が、質問前の水準に戻るまでにかかる時間を把握することも重要であろう。本研究では、この点を実験的に明らかにすることを第一の目的とする。

また近年は、ベースラインとなる質問前の生理活動水準自体が一定ではなく、系列内で変動することが報告されている (Ogawa et al., 2014; 小川・松田・常岡, 2019)。例えば SCL は、記憶の有無に関わらず系列初頭から終末にかけて減少傾向を示す。また、NPV に反映される末梢血管緊張は、検査対象者が記憶を有する場合、関連項目提示までは維持・増加傾向を、関連項目提示以降では、全体的低下を示す傾向がある。NPV のこの傾向は、緊張最高点 (Peak of tension, 以下 POT とする; Anshley, 1992; Ben-Shakhar & Elaad, 2003) として、実務場面で古くから知られてきたパターンと類似する。

この POT は、CIT の背景機序の研究にも重要な示唆を投げかけるものと考えられる。これまで CIT 時の生理反応には、定位反応 (Orienting response: 以下, OR とする) のメカニズムの関与が指摘されてきた (Klein Selle, Verschuere, & Ben-Shakhar, 2018; Lykken, 1974)。一般に OR 研究では、個々の刺激提示に対して生じる一過性の反応を扱ったものが多いが、OR について先駆的な研究を行った Sokolov は、刺激間の変化や持続性水準の変化も OR の成分に含めていた (Sokolov, 1963)。持続性水準として刺激前の SCL を分析した OR 研究では、刺激変化後の SCL 上昇を報告している (Steiner & Barry, 2014)。このような有意な刺激や環境変化に対する OR は、行為に備える動員 (mobilization) と関連づけられる (Nieuwenhuis, De Geus, & Aston-Jones, 2011)。一方、CIT 研究でも、理論やデータ分析などの面で、一過性の反応に注目したものが大半であると思われる。その意味で、複数の項目間にわたる変化に関わる POT 現象は、従来の CIT 研究で見過ごされてきた側面にかかわるものといえる。例えば関連項目提示という刺激変化に伴って生じる持続性水準の低下としての POT 現象は、動員とは反対方向の生理的变化に見える。CIT 研究における OR の位置づけを考えると、POT 現象のさらなる確認・検討は、CIT で見られる生理変化に関するより包括的な理解にとっても重要である。本研究では、この点を第二の目的とする。

一方で、系列内変動に関する先行知見には、POT と食い違う結果や、知見間の不一致が幾つかある。例えば、Ogawa et al. (2014) では、関連項目とその次の項目にかけて刺激前 SCL の増大が見られたが、これは POT とは一致しない。同様に、刺激前 HR は関連項目提示後に低くなったが、小川他 (2019) では再現されなかった。これらの不一致は、Ogawa et

al. (2014) の実験の ISI (25s) が、小川他 (2019) の元となった小川他 (2013) の実験 (最低 25s) よりも短く、関連項目に対する SCL や HR の変化が復帰する前に次の項目が提示されたためかもしれない。この点は、質問前の水準に戻るまでにかかる時間を調べることで検討できると考えられる。

そこで本研究では、質問に対する生理反応の戻りの過程を把握するため、CIT の刺激間隔を通常よりも長く 50s に設定し、質問項目提示によって生じた生理活動の変化を分析した。あわせて、関連項目提示前後の刺激前水準を含む生理変化にも焦点を当て、POT 現象のさらなる確認も試みる。

また、ISI を長くしたことによる影響を把握するため、比較として ISI が 25s の群も設けた。長い ISI は、退屈や覚醒水準の低下につながる可能性がある一方で (Breska, et al., 2011)、刺激反復に伴う反応の漸減である慣れが起こりにくいという報告もある (Gatchel & Lang, 1974)。ここでいう慣れは、系列内での現象であるが、CIT 研究では慣れは主に系列間・質問表間で起こる反応や項目間の差異の漸減傾向として扱われている (例えば Verschuere, Crombez, DeClercq, & Koster, 2005)。しかし、もし ISI の違いが系列内と同様の影響を系列間でも及ぼすのであれば、50s 群では 25s の場合に比べて系列間にわたる反応の減少の程度が小さくなり、結果として項目間の差異は変わらないか、むしろ大きくなるかもしれない。

さらに、本研究では生理活動の推移に関する考察を補うために、各質問提示時点の覚醒度と、質問に対して感じた驚きについて評定を求めた。小川・松田・常岡 (2014) は、関連項目に対しては非関連項目に比べて高い緊張や驚愕を報告することを示した。また、SCL は覚醒としばしば関連づけられる (Barry, Clarke, McCarthy, Selikowitz, & Rushby, 2005)。一般に、自己報告測度の得点は、個々の生理指標との相関は必ずしも高くない (Mauss & Robinson, 2009) が、両者が全く無関連であるとも考え難い。これらの測度でも、関連項目後の刺激に対して覚醒度や驚きの低下が見られるのであれば、POT 現象を示すさらなる証拠となるだろう。

方 法

実験参加者 実験協力に同意した成人 65 名 (男性 37 名, 女性 28 名, 20–40 歳, 平均 32.9 ± 5.7 歳) が参加した。実験参加に対する謝礼として、交通費を含めた 7,000 円相当のインターネットショッピングポイントが支払われた。

装置 デジタルポリグラフ装置 (PTH-347Mk3, ティアック) を用い、SC, HR, NPV を 1kHz のサンプリングレートでデジタル変換して測定・記録した。SC 測定のため、ディスプレイ電極 (PPS-EDA, ティアック) を、実験参加者の非利き手の第 2・3 指末節に装着し、

0.5V の定電圧回路を用いて導出した。5Hz のハイカット・フィルターに通した信号を、SCL 測定と SCR 振幅評価のために 2 系統に分け、後者には時定数 6s のフィルターを適用した。HR 測定のため、両足首と右手首にディスポ電極を装着し、右足首の電極を接地電極として、時定数 0.1s、30Hz のハイカット・フィルターを通して心電図を第Ⅱ誘導法で導出・記録した。心電図の R-R 間隔時間に基づいて、各拍動の HR をオンラインで算出した。NPV 測定のため、透過型指尖容積脈波のプロープを、非利き手第 4 指末節に装着した。NPV は、時定数 0.3s で増幅した波形から求めた各拍動の脈波振幅を、同一心周期の直流値の平均で除した値を拍動ごとに求めた。また、胸部と腹部の呼吸運動も測定したが、分析は行わなかった。

質問紙 各刺激提示時の覚醒と驚きについて、長さ 56 mm の視覚アナログ尺度 (Visual analog scale: 以下、VAS とする) 型の評定尺度上で回答を求めた。覚醒尺度は、「覚醒」(+28mm) から「眠気」(-28mm) までの双極尺度の形式とし、中央に基準となるラインを入れた。驚き尺度は、「驚き」(56mm) と「平静」(0mm) の単極尺度とした。回答用紙には、質問項目を提示順序通りに並べ、実験参加者は、各項目を質問される直前の覚醒状態と、質問提示に対して感じた驚きの程度を示すよう、該当箇所に印を記入した。

手続き 実験は個別に行った。実験参加者には、シールドルーム内に入室後、犯人役か無実役かを決定するためと称して、くじを引いてもらった。続いて、「犯人」と書かれたくじを引いた場合には、実験者の退室後に部屋にある引き出しから封筒を一通だけ窃取し、中身を確認した上で隠すように教示した。封筒は、「イヤリング」、「ネックレス」、「ブローチ」、「指輪」、「時計」がそれぞれ入った 5 通であった。一方、「無実」と書かれたくじを選んだ場合には、何もせずに部屋で待機するよう教示した。実際には、くじは全て「犯人」であった。模擬窃盗の終了後、実験参加者を肘掛け椅子に着席させて電極やトランスデューサを装着した。

続いてアクセサリーを質問項目とする CIT を実施した。教示では、実験参加者が犯人役であれば、アクセサリーを盗んだはずなので、そのアクセサリーが何かを質問すること、実験参加者の課題は、全ての質問に対して「いいえ」と返答すること、そして犯人役であれば盗んだ窃取品が何かを隠すつもりで検査を受けるようにと伝えた。また、質問として尋ねるアクセサリーの写真の一覧を示し、分からないものがないか等を確認した。質問提示には、実験参加者の前方に設置したスピーカーとディスプレイを用いた。質問提示には、予め録音した音声に加え、ひらがなもしくはカタカナで 5s 間ディスプレイ上に提示した。5 項目の提示を 1 セットとし、提示順序を変えて 5 セット実施した。各質問項目は、全体を通じて各系列位置に 1 回ず

つ提示された。質問間隔は、音声刺激のオフセットから次のオンセットまでを 50s もしくは 25s とし、個人間で操作した。

セット終了毎に VAS の用紙を渡し、セット中に感じた覚醒と驚きについて回答を求め、記入終了後はその内容が見えないよう指定された封筒に入れるよう教示した。記入終了後、次のセットを開始した。全セット終了後に、記憶確認のために実際に窃取したアクセサリーの報告を求めた。実験者は、模擬窃盗課題実行時、CIT の生理活動記録中、および VAS 記入中は、シールドルーム外にいた。全セット終了後に、小川他 (2014) と同様の質問提示時の感情を尋ねる質問紙を実施したが、紙数の都合から分析は割愛する。実験終了後、くじは全て「犯人」であったことを謝意と共に説明した。実験室の平均気温は、23.7℃ ($SD = 0.6^\circ\text{C}$) であった。

データ分析 SCR は、質問提示後 5s 以内に生じた $0.03\mu\text{S}$ 以上の変化の最大振幅として計測した。刺激に対する反応が特定困難な場合は、欠損値として処理した (有効データの 0.28%)。Ogawa et al. (2014) を参考に、SCL、HR、NPV は刺激前 2s から 50s 群では質問提示後 45s 間、25s 群では質問提示後 20s 間までを切り出し、個人間・個人内変動の除去のため、全データポイントを各セットの平均と標準偏差を用いて標準得点に変換した。SCR は、個人ごとの平均と標準偏差を用いて標準化した。刺激前 2s 間の平均を刺激前測度とした。刺激後については、5s ごとの平均値を算出したほか、SCR を分析した。自己報告測度のうち、覚醒評定は刺激前測度、驚き評定値を刺激後測度として分析した。盗んだアクセサリーを関連項目とし、非関連項目は、セット内で関連項目の前に提示された項目 (以下、Pre 関連項目とする)、後に提示された項目 (以下、Post 関連項目とする) 別に平均を求めた。

結果は、原則として 5% 水準で統計的に有意となった効果を考察対象とした。分散分析の自由度の調整が必要な場合には、Greenhouse-Geisser の ε を用いた。多重比較には Bonferroni の方法を用いた。効果量は、 η_p^2 および個人内の効果には差得点の効果量 (d_0 ; 大久保・岡田, 2012)、個人間の効果には Cohen's d として求めた。また、分析対象区間の水準数の違いから、刺激後の測度の検定は群別に行った。刺激提示前の生理活動水準と、刺激提示後の各区間の比較には、対応のある t 検定を用いた。

結 果

模擬窃盗課題の失敗 (1 名) や、居眠りや全体的に体動などのアーティファクトの混入が多かった者 (6 名) を除いた 58 名 (50s 群 28 名、25s 群 30 名) を、分析対象とした。また、 $0.03\mu\text{S}$ 以上の SCR が 10 個未満の参加者の SC や、個別の指標でノイズの混入等

Table 1
Statistics of pre-stimulus measures and momentary phasic measures

Measure	Group	<i>n</i>	Pre		Relevant		Post		Effect Size		
			<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Pre vs. R	R vs. Post	Pre vs. Post
SCR	25 s	28	0.16	0.25	0.56	0.49	-0.44	0.27	0.62	1.47	1.30
	50 s	20	0.12	0.31	0.39	0.52	-0.31	0.38	0.44	0.87	0.67
SCL	25 s	28	0.19	0.62	-0.09	0.60	-0.36	0.55	0.55	0.70	0.87
	50 s	20	0.36	0.37	0.04	0.34	-0.63	0.22	0.79	1.47	2.42
HR	25 s	30	0.00	0.34	-0.04	0.40	-0.24	0.35	0.09	0.46	0.53
	50 s	27	0.13	0.27	0.16	0.50	-0.20	0.26	0.05	0.58	0.92
NPV	25 s	29	0.28	0.69	0.16	0.56	0.57	0.31	0.18	0.90	0.47
	50 s	26	0.15	0.39	0.04	0.57	0.29	0.35	0.16	0.32	0.23
Arousal (mm)	25 s	30	6.06	8.47	6.00	10.28	-1.56	11.16	0.01	0.90	0.85
	50 s	28	3.46	8.57	3.51	9.78	-4.72	8.77	0.01	0.99	0.87
Surprise (mm)	25 s	30	18.45	9.70	28.25	11.03	15.05	8.48	1.08	1.22	0.39
	50 s	28	24.38	10.60	30.17	9.35	16.41	7.63	0.85	1.55	0.85

Note. Abbreviations: SCR, skin conductance response; SCL, skin conductance level; HR, heart rate; NPV, normalized pulse volume; Pre, pre-relevant item; Post, post-relevant item; R, relevant item. Pre-stimulus measures are mean levels of 2 s before stimulus onset.

が見られた場合も、分析から除外した。Table 1 に、SCR、刺激前水準、および自己報告の各測度の結果を、生理指標別の有効データ数と共に示す。また、Figure 1 には各群の刺激オンセット後の SCL、HR、NPV の推移を示す。図では各項目の刺激前水準を水平の直線で示すと共に、刺激前水準との差異が有意となった区間のマーカーを白色で示した。以下では測度別に、項目間の差異、刺激前水準との比較、刺激前水準の変動の分析の順で記載する。

質問刺激に対する生理変化 CIT 時の反応パターンの再現を確認するため、Pre 関連項目、関連項目、Post 関連項目提示に対する各生理測度を分析した。煩を避けるため、項目間の差異を中心に報告する。Table 2 に、項目間の差異の効果を掲出した。

SCR は両群とも、関連項目・Pre 関連項目・Post 関連項目の順で大きかった (Table 1)。項目を個人内要因とする分散分析では、項目の主効果が両群で有意であった (50s 群: $F(2, 38) = 10.35, \varepsilon = .37, p < .001, \eta_p^2 = .35$; 25s 群: $F(2, 54) = 38.92, p < .001, \eta_p^2 = .59$)。多重比較の結果、50s 群では Post 関連項目の SCR が他の項目よりも小さかった。25s 群では、全ての項目間の差が有意であった。

SCL について、群別に項目 (Pre 関連項目・関連項目・Post 関連項目) および区間 (50s 群: 1—9; 25s 群: 1—4) を個人内要因とする分散分析を行った。50s 群では、有意な項目の主効果 ($F(2, 38) = 48.48, p < .001, \eta_p^2 = .72$) と区間の主効果が見られ ($F(8, 152) = 86.03, \varepsilon = .17, p < .001, \eta_p^2 = .82$)、交互作用も有意であった ($F(16, 304) = 7.50, \varepsilon = .20, p < .001, \eta_p^2 = .28$)。項目の差異は、全ての区間で有意であり ($ps < .001$)、Post

関連項目が全ての区間で他の項目よりも有意に低く、Pre 関連項目と関連項目に有意な差異はなかった。25s 群では、項目の主効果 ($F(2, 54) = 33.14, p < .001, \eta_p^2 = .55$)、区間の主効果 ($F(3, 81) = 44.97, \varepsilon = .53, p < .001, \eta_p^2 = .63$)、交互作用 ($F(6, 162) = 13.12, \varepsilon = .45, p < .001, \eta_p^2 = .33$) が有意であった。全ての区間で項目間に有意な差が見られ ($ps < .001$)、Post 関連項目の SCL が、他の項目よりも低く、Pre 関連項目と関連項目の差異は有意ではなかった。

HR の分散分析では、50s 群において項目 ($F(2, 52) = 23.13, p < .001, \eta_p^2 = .47$) および区間の主効果 ($F(8, 208) = 10.56, \varepsilon = .49, p < .001, \eta_p^2 = .29$) と、交互作用 ($F(16, 416) = 3.73, \varepsilon = .38, p = .002, \eta_p^2 = .13$) が有意であった。全ての区間で項目間に有意な差が見られ ($ps \leq .008$)、関連項目の HR は、全ての区間で Pre 関連よりも有意に低く、区間 2—5 では Post 関連項目よりも有意に低かった。また、区間 1—3 および 6—8 では、Pre 関連項目に対する HR が Post 関連項目よりも有意に高かった。25s 群では、有意な項目の主効果 ($F(2, 58) = 17.23, p < .001, \eta_p^2 = .37$)、区間の主効果 ($F(3, 87) = 12.34, p < .001, \eta_p^2 = .30$)、交互作用 ($F(6, 174) = 2.62, \varepsilon = .72, p = .034, \eta_p^2 = .08$) が見られた。全ての区間で項目間に有意な差が見られ ($ps \leq .002$)、関連項目の HR は全区間で Pre 関連項目よりも有意に低く、Post 関連項目は区間 1—3 で Pre 関連項目よりも有意に低かった。関連項目と Post 関連項目に有意な差異はなかった。

50s 群の NPV では、項目の主効果は有意ではなかったが ($F(2, 50) = 12.34, p = .448, \eta_p^2 = .03$)、区間の主効果 ($F(8, 200) = 92.80, \varepsilon = .37, p < .001, \eta_p^2 = .79$)、交互

作用 ($F(16, 400) = 6.22$, $\varepsilon = .27$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .20$) は有意であった。項目間の差異は、区間 2, 7, 9 で有意であった ($ps \leq .044$) が、多重比較では区間 2 で関連項目が Post 関連項目よりも低いことを示したのみであった。25s 群では、項目の主効果 ($F(2, 56) = 13.73$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .33$)、区間の主効果 ($F(3, 84) = 69.37$, $\varepsilon = .71$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .71$)、交互作用 ($F(6, 168) = 6.04$, $\varepsilon = .53$, $p = .001$, $\eta_p^2 = .18$) が有意となった。全区間で有意な項目の効果がみられ ($ps \leq .002$)、Post 関連項目に対する NPV は、全ての区間で他の項目よりも有意に高かった。Pre 関連項目と関連項目の差異が有意となる区間はなかった。

Table 1 および 2 からは、SCR と NPV の項目間の差異の効果量は、25s の方が 50s 群よりも大きい傾向が見られる。一方、SCL と HR の効果量は、50s 群の方

が 25s 群よりも大きい傾向が見て取れる。

刺激前水準との比較 質問刺激提示による生理変化を検討するため、刺激提示前の生理活動水準と刺激提示後の各区間を対応のある t 検定で比較した。

50s 群の SCL は、各項目とも区間 1, 2 にかけて増加した後に減少に転じた。Pre 関連項目および Post 関連項目では区間 1 から 4 までは刺激前水準よりも有意に大きかったが ($ts(19) \geq 2.69$, $ps \leq .014$)、区間 5 以降は、刺激前水準との差異が有意でない ($ps \geq .098$)、有意に低くなった ($ps \leq .002$)。関連項目提示時の SCL は、区間 5 までは刺激前水準よりも有意に高く ($ps \leq .024$)、区間 6 以降は非有意 ($ps \geq .070$) もしくは有意に低くなった ($ps = .008$)。25s 群では、Pre 関連項目の SCL は、刺激提示前に比べて、区間 1 と 2 では有意に大きく ($ts(27) \geq 3.53$, $ps \leq .002$)、区

Figure 1. Averages of physiological measures.

Note. Abbreviations: SCL, skin conductance level; HR, heart rate; NPV, normalized pulse volume; Pre, irrelevant items presented before relevant item in a given CIT series; Post, irrelevant items presented after relevant item in a given CIT series. Horizontal straight lines indicate pre-stimulus levels of each item. White symbols (○) indicate epochs significantly different from the pre-stimulus level at $p < .05$.

Table 2
Effect size of differences (d_b) at each epoch of 5 s.

Measure	Contrast	Group	Epoch 1	Epoch 2	Epoch 3	Epoch 4	Epoch 5	Epoch 6	Epoch 7	Epoch 8	Epoch 9
SCL	Pre vs. Relevant	50 s	0.49	0.13	0.15	0.14	0.14	0.18	0.25	0.34	0.39
		25 s	0.25	0.03	0.00	0.01	—	—	—	—	—
	Relevant vs. Post	50 s	2.07*	2.02*	1.72*	1.64*	1.60*	1.38*	1.24*	1.05*	0.95*
		25 s	1.35*	1.49*	1.44*	1.35*	—	—	—	—	—
	Pre vs. Post	50 s	2.39*	2.39*	2.17*	1.93*	1.85*	1.68*	1.63*	1.75*	1.84*
		25 s	1.17*	1.65*	1.60*	1.37*	—	—	—	—	—
HR	Pre vs. Relevant	50 s	0.44	1.06*	1.30*	1.08*	0.82*	0.88*	0.82*	0.85*	0.55*
		25 s	0.54*	0.97*	0.95*	0.72*	—	—	—	—	—
	Relevant vs. Post	50 s	0.31	0.50*	0.68*	0.90*	0.53*	0.40	0.49	0.43	0.12
		25 s	0.20	0.39	0.25	0.26	—	—	—	—	—
	Pre vs. Post	50 s	1.02*	0.57*	0.62*	0.48	0.49	0.67*	0.53*	0.52*	0.66*
		25 s	0.65*	0.60*	0.71*	0.45	—	—	—	—	—
NPV	Pre vs. Relevant	50 s	0.15	0.39	0.15	0.03	0.22	0.40	0.45	0.40	0.46
		25 s	0.20	0.40	0.08	0.16	—	—	—	—	—
	Relevant vs. Post	50 s	0.43	0.65*	0.37	0.22	0.07	0.21	0.40	0.43	0.45
		25 s	1.20*	1.25*	0.93*	0.54*	—	—	—	—	—
	Pre vs. Post	50 s	0.35	0.29	0.28	0.26	0.30	0.18	0.06	0.04	0.04
		25 s	0.62*	0.70*	0.74*	0.72*	—	—	—	—	—

Note. Asterisks indicate statistical significance at $p < .05$.

間 3 で非有意 ($p = .563$), 区間 4 では有意に低かった ($p = .035$)。関連項目は区間 1—3 で刺激前水準よりも高く ($ps \leq .001$), 区間 4 では刺激前と有意に異ならなかった ($p = .128$)。また, Post 関連項目は区間 1—3 で刺激前との差異が有意ではなく ($ps \geq .098$), 区間 4 では有意に低下した ($p < .001$)。

50s 群の HR は, Pre 関連項目では区間 2 で最大となり, 刺激前との差異も有意となった ($t(26) = 5.50$, $p \leq .001$)。他は, 刺激前水準との差異は有意ではなかった ($ps \geq .066$)。Post 関連項目では区間 2 から区間 4 までは刺激前水準よりも高かったが ($ps \leq .005$), それ以外は刺激前水準と有意な差は見られなかった ($ps \geq .066$)。一方, 関連項目提示時の HR は, 区間 3 以降で刺激前よりも有意に低かった ($ps \leq .005$)。25s 群では, 非関連項目提示時の HR が, 区間 1 と 2 で刺激前水準よりも有意に高く ($ts(29) \geq 2.55$, $ps \leq .016$), 以降は刺激前との差異は有意ではなかった ($ps \geq .135$)。関連項目では, 区間 3 のみ刺激前に比べて有意に低かった ($p = .003$)。他は, 刺激前と有意に異ならなかった ($ps \geq .089$)。

50s 群の NPV は, 非関連項目のうち Post 関連項目の区間 1 で刺激前と有意な差異が見られなかったほかは ($t(25) = 1.76$, $p = .090$), 区間 1 から 4 までは刺激前よりも有意に低く ($ps \leq .002$), 区間 5 以降は刺激前水準との差が有意ではなかった ($ps \geq .083$)。一方,

関連項目では区間 1 から 3 までは刺激前よりも有意に低く ($ps \leq .018$), 区間 4 と 5 では有意な差異が見られず ($ps \geq .070$), 区間 6—9 では刺激前よりも有意に高くなった ($ps \leq .017$)。一方, 25s 群では, 区間 2 以降は刺激前水準よりも有意に低い傾向が見られたが ($ts(28) \geq 2.38$, $ps \leq .024$), 関連項目の区間 4 のみ刺激前水準との差異が有意ではなかった ($p = .541$)。

刺激前水準の分析 Table 1 に示した刺激前の各指標の水準について, 項目 (Pre 関連項目・関連項目・Post 関連項目) を個人内要因, ISI (50s・25s) を個人間要因とする 2 要因の分散分析を行った。

SCL では, 項目の主効果 ($F(2, 92) = 60.05$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .57$) および交互作用 ($F(2, 92) = 5.74$, $p = .004$, $\eta_p^2 = .11$) が有意であった。交互作用を受けた群別の分散分析でも項目の主効果は有意となり ($ps < .001$), SCL は Pre 関連項目・関連項目・Post 関連項目の順で高く, 項目間の差異は全て有意であった。また, Post 関連項目では, 50 s 群が有意に低かった (Cohen's $d = 0.62$)。群の主効果は, 有意ではなかった ($F < 1$)。HR では, 項目の主効果が有意であった ($F(2, 110) = 13.56$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .20$)。多重比較の結果, Post 関連項目では, 他の項目に比べて HR が低かった。群の主効果 ($F(1, 55) = 3.72$, $p = .059$, $\eta_p^2 = .06$), 交互作用 ($F < 1$) は有意ではなかった。NPV は, 項目の主効果が有意であった ($F(2, 106) = 7.54$, $p = .001$, $\eta_p^2 = .13$)。多重比

較から、Post 関連項目の NPV は、他の項目よりも大きかった。群の主効果 ($F(1, 53) = 3.79, p = .057, \eta_p^2 = .07$) および交互作用 ($F < 1$) は、有意ではなかった。

自己報告尺度 覚醒評定は、Pre 関連項目と関連項目が、Post 関連項目よりも高い傾向を示した。刺激前の生理活動水準と同じ 2 要因の分散分析は、有意な項目の主効果を示し ($F(2, 112) = 36.47, \varepsilon = .89, p < .001, \eta_p^2 = .39$)、Post 関連項目の覚醒評定は、他の項目よりも有意に低かった。群の主効果・交互作用は、有意ではなかった ($ps \geq .215$)。驚き評定は、両群とも関連項目・Pre 関連項目・Post 関連項目の順で値が大きかった。項目を要因とする群別の分散分析では、項目の主効果が有意となり (50s 群 : $F(2, 54) = 37.477, p < .001, \eta_p^2 = .58$; 25 s 群 : $F(2, 58) = 30.90, p < .001, \eta_p^2 = .52$)、50s 群では関連項目とそれ以外の項目の差異が有意、25s 群では全ての項目間の差が有意であった。なお、補足として驚き評定について、覚醒評定と同じ 2 要因の分散分析を行った。項目の主効果のみ有意であり ($F(2, 112) = 65.01, p < .001, \eta_p^2 = .54$)、多重比較では全ての項目間の差が有意であった。他の主効果や交互作用は、有意ではなかった ($ps \geq .115$)。

考 察

本研究では、CIT 時の質問に対して生じた生理的变化が質問前の水準に戻るまでにかかる時間を把握するため、ISI を通常の CIT 実験よりも長い 50s に設定した CIT 実験を実施した。50s 群の結果は、非関連項目の提示に伴う生理変化は、概ね 25 s 以内に刺激前水準に戻ることを示した。一方、関連項目提示時の SCL は、刺激前水準との差異が見られなくなるには 30s 程度かかったほか、HR は少なくとも 45s 以内には復帰しなかった。また、関連項目提示時の NPV は、非関連項目提示時よりも急激な復帰を示し、25s 以降は刺激前水準よりも高くなった。

また、POT 現象の確認とも関わる SC や NPV の Pre 関連項目、関連項目、Post 関連項目にかけての系列内の推移は、先行研究と概ね対応した。Ogawa et al. (2014) や小川他 (2019) と同じく、関連項目提示以降は SCL が低く、NPV は高くなった。SC や NPV では、Pre 関連項目と関連項目との差異は、関連項目と Post 関連項目の差異よりも小さく、しばしば有意とならないこともあるが、本研究でも同様の傾向が見られた。HR は、Ogawa et al. (2014) と同じく、刺激前水準を含めて Post 関連項目では Pre 関連項目よりも低かった。また、HR の水準値を使う我が国の CIT 研究で一般的な手法よりも、刺激前からの変化量の方が、項目間の差異をより明瞭にできることが示唆された (Figure 1)。

その一方で、HR の系列内変動や NPV の項目間の差異に関しては、先行研究と異なる点もある。例えば本研究の HR が Pre 関連項目と Post 関連項目で異なる

という結果は、これらの差異を見出していない小川他 (2019) とは異なった。非関連項目間の HR の違いは両 ISI 群で見られたため、少なくとも ISI の違いでは小川他 (2019) との不一致を説明できない。さらに、25s 群では小川他 (2019) と異なり、関連項目と Post 関連項目の HR の差異が有意ではなかった。しかし原因は不明ながら、この群の関連項目提示時の HR は、区間 3 のみが刺激前水準よりも有意に低く、従来の研究に比べて HR の低下がそれほど顕著ではなかった可能性がある。NPV は、50s 群では刺激後の項目間の差異、特に Post 関連項目と他の項目との差異が概して小さかった。Figure 1 から分かるように、関連項目提示時の NPV は区間 3 以降で急速に上昇したにも関わらず、Post 関連項目の NPV は全体的に高くなかった。これらの結果から、50s 群では 25s 群と異なり、関連項目提示後に増加した NPV が、その後減少に転じた可能性が推測される。NPV に反映される血管緊張は、血管運動と呼ばれる最大で 100s 程度の周期を持つ自発的・周期的変動を示す (廣田, 1998)。この周期性が、系列内レベルの NPV の挙動に影響を及ぼし、項目間の差異を小さくしたのかもしれない。

質問提示によって生じた生理的变化の時間的特性は、関連項目と非関連項目とで異なった。SCL と HR は、非関連項目よりも刺激前水準への戻りが遅い、もしくは戻らない傾向があった。SCL の結果は、関連項目での半回復時間の遅れ (Podlesny & Raskin, 1978) や、有意刺激に対する SC の戻りの遅れ (Janes, 1982) と対応し、項目間の時間的特性の違いが、有効な判定手がかりとなる可能性を示唆する。また、Ogawa et al. (2014) が報告した関連項目とその次の項目にかけての刺激前 SCL 上昇も、この復帰の遅さに起因すると考えられる。一方、計数によって有意性を付与した研究 (Steiner & Barry, 2014) では、本研究よりも SC が早く (15s 以内) 復帰することが示唆されている。SC の復帰に影響を及ぼす要因については、さらに検討する必要がある。また、関連項目提示によって生じた HR 低下は、従来の指摘 (Klein Selle et al., 2018) と同様、少なくとも 15s 程度続き、特に 50s 群では、HR の低下が 40s 以上持続した。しかし、25s 群では区間 4 で刺激前水準との差が有意ではなかった ($p = .089$)。一方 NPV は、関連項目提示後 10s 以降の速やかに上昇し、25s 以降は刺激前よりも高くなった。この NPV の上昇に関して、山本 (2010) は関連項目提示後 5s 以降にそれが見られた実務事例を報告していることから、上昇のタイミングにはばらつきもあると思われる。なお、山本 (2010) では、刺激前水準との比較をしていないため、厳密には彼の報告した事例が、本研究で見られた刺激前水準から一旦低下した NPV が、上昇に転じて刺激前水準を越えるオーバーシュート現象と同じかどうかは不明である。山本

(2010) が事例報告であることもあわせると、NPV のオーバーシュート現象は、本研究が初めて報告するものといえる。またこの結果は、ISI がある程度長い場合には、高い NPV が判定の手がかりとなる可能性を示唆するが、その利用可能性についてはさらに検証が必要である。

全体として心身の活動水準は、関連項目提示までは比較的維持され、その後に低下する POT と一致する傾向を示した。自己報告測度でも生理指標と同様に、覚醒評定、驚き評定共に、Post 関連項目では低くなり、POT 傾向を裏付けた。上述の先行研究が報告する関連項目以降の刺激前 SCL の一時的な上昇・維持傾向も、SCL が刺激前水準に戻る前に次の刺激が提示されたことによる見かけ上のものと推測され、POT と矛盾しないと思われる。この傾向は、OR 実験における刺激変化の効果とは異なる可能性がある。ただし、OR の先行研究では、本研究よりも ISI が短い (15s 以下)、血管緊張の指標が測定されていない等、比較困難な面もあるため、さらなる検討が必要である。

また、50s 群の関連項目提示時の HR と NPV の結果は、廣田他 (2009) の CIT 時の自律神経系反応の生起機序モデルと一致しない点があった。関連項目提示に対する低い HR を、低い NPV に反映される総末梢抵抗増大に伴う血圧上昇に対する調節作用の結果と考えるこのモデルでは、関連項目提示後 10s 以降の NPV 上昇と、低い HR の持続を説明できない。可能性としては、NPV を測定した指先以外の部位の血管の収縮や、血圧の目標値自体の変化 (Sterling, 2012)、血圧調節とは直接関連しない別のメカニズムの関与などが考えられるが、この点を明らかにするには、血圧測定を含めた分析などが必要だろう。

本研究の課題として、説明困難な予期しない群間の差が幾つか見られた。例えば 25s 群での生理反応の戻りは、50s 群よりも早い傾向にあった。また、50s 群における項目間の差異の効果量は、SCR と NPV では 25s 群よりも小さく、SCL と HR では大きかった。HR に関しては、25s 群における項目間の差異、特に関連項目と Post 関連項目の差異が、従来の CIT 研究よりも小さかった可能性もある。しかし、覚醒評定には群間差がなかったこともあわせると、長い ISI が退屈や覚醒の低下、ひいては項目間の差異を小さくするとは一概にいえないと思われる。これらの違いの背景機序については、さらなる研究が望まれる。また、CIT の測度としての SC の回復時間の有効性や、自己報告測度での POT 傾向などをさらに明確にするためには、本研究には含まれていない記憶なし条件との比較が必要である。

自己報告測度は、生理反応と対応するパターンを示した。さらに、覚醒評定の結果は刺激前水準の生理指標と、驚き評定の結果は SCR などの刺激に対する一過性測度と似通った傾向を示し、それぞれ刺激間の持

続性の変動と、刺激に対する一過性の反応をとらえることができたことを示唆する。著者らが知る限り、刺激提示ごとの評定を求めた研究は見当たらず、今回の結果は探索的な側面が強い。本研究では回顧的に評定を求めたが、その妥当性を検証するためには、例えばリアルタイム評定法 (Ruef & Levenson, 2007) を用いた検証が有効だろう。また、快-不快など覚醒や驚き以外の指標も用いれば、CIT 時の生理反応を考察する上で、さらなる情報を得られるかもしれない。

ま と め

本研究では、CIT 時の質問に対する自律系生理反応の時間的変化を把握するため、異なる ISI の下で CIT 実験を行った。その結果、質問提示に対して生じた生理反応は、概ね 25s 以内に刺激提示前の水準に戻ることが示された。しかし、この戻りは、関連項目と非関連項目、および指標によって異なり、関連項目では非関連項目に比べて SCL と HR の戻りが非関連項目よりも遅く、NPV では早かった。また、系列内で見ると、関連項目の後には全体的に生理的活動水準が低下することが示された。自己報告測度から示された覚醒や驚き、これらの生理的变化と概ね対応し、POT 現象とも一致した。

利 益 相 反

本論文に関して、開示すべき利益相反関連事項はない。

引 用 文 献

- Ansley, N. (1992). The history and accuracy of guilty knowledge and peak of tension tests. *Polygraph*, 21, 174-274.
- Barry, R. J., Clarke, A. R., McCarthy, R., Selikowitz, M., & Rushby, J. A. (2005). Arousal and activation in a continuous performance task. *Journal of Psychophysiology*, 19, 91-99. <https://doi.org/10.1027/0269-8803.19.2.91>
- Ben-Shakhar, G., & Elaad, E. (2003). The validity of psychophysiological detection of information with the Guilty Knowledge Test: A meta-analytic review. *Journal of Applied Psychology*, 88, 131-151. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.88.1.131>
- Berntson, G. G., Cacioppo, J. T., & Quigley, K. S. (1993). Cardiac psychophysiology and autonomic space in humans: Empirical perspectives and conceptual implications. *Psychological Bulletin*, 114, 296-322. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.114.2.296>
- Breska, A., Maoz, K., & Ben-Shakhar, G. (2011). Interstimulus intervals for skin conductance response measurement. *Psychophysiology*, 48, 437-440. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2010.01084.x>
- Gatchel, R. J., & Lang, P. J. (1974). Effects of interstimulus interval length and variability on habituation of autonomic components of the orienting response. *Journal*

- of *Experimental Psychology*, 103, 802–804. <https://doi.org/10.1037/h0037208>
- 廣田 昭久 (1998). 体温調節系 藤沢 清・柿木 昇治・山崎 勝男 (編集) 生理心理学の基礎 (pp. 222–236) 宮田 洋 (監修) 新生理心理学1巻 北大路書房
- 廣田 昭久・小川 時洋・松田 いづみ・高澤 則美 (2009). 隠匿情報検査時に生じる自律神経系反応の生起機序モデル 生理心理学と精神生理学, 27, 17–34. <https://doi.org/10.5674/jjppp.27.17>
- 廣田 昭久・澤田 幸展・田中 豪一・長野 祐一郎・松田 いづみ・高澤 則美 (2003). 新たな精神生理学的虚偽検出の指標——規準化脈波容積の適用可能性—— 生理心理学と精神生理学, 21, 217–230. <https://doi.org/10.5674/jjppp.21.217>
- Janes, C. L. (1982). Electrodermal recovery and stimulus significance. *Psychophysiology*, 19, 129–135. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1982.tb02534.x>
- klein Selle, N., Verschuere, B., & Ben-Shakhar, G. (2018). Concealed information test: Theoretical background. In P. J. Rosenfeld (Ed.), *Detecting concealed information and deception* (pp. 35–57). London, UK: Academic Press.
- 小林 孝寛・吉本 かおり・藤原 修治 (2009). 実務ポリグラフ検査の現状 生理心理学と精神生理学, 27, 5–15. <https://doi.org/10.5674/jjppp.27.5>
- Lykken, D. T. (1974). Psychology and the lie detector industry. *American Psychologist*, 29, 725–739. <https://doi.org/10.1037/h0037441>
- Mauss, I. B., & Robinson, M. D. (2009). Measures of emotion: A review. *Cognition and Emotion*, 23, 209–237. <https://doi.org/10.1080/02699930802204677>
- Meijer, E. H., klein Selle, N., Elber, L., & Ben-Shakhar, G. (2014). Memory detection with the concealed information test: A meta analysis of skin conductance, respiration, heart rate, and P300 data. *Psychophysiology*, 51, 879–904. <https://doi.org/10.1111/psyp.12239>
- Nieuwenhuis, S., De Geus, E. J. & Aston-Jones, G. (2011). The anatomical and functional relationship between the P3 and autonomic components of the orienting response. *Psychophysiology*, 48, 162–175. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2010.01057.x>
- Ogawa, T., Matsuda, I., Hirota, A., & Takasawa, N. (2014). Systematic changes in tonic physiological activities during the Concealed Information Test. *International Journal of Psychophysiology*, 94, 455–462. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2014.08.584>
- 小川 時洋・松田 いづみ・常岡 充子 (2013). 隠匿情報検査の妥当性——記憶検出技法としての正確性の実験的検証—— 日本法科学技術学会誌, 18, 35–44. <https://doi.org/10.3408/jafst.18.35>
- 小川 時洋・松田 いづみ・常岡 充子 (2014). 関連項目数が隠匿情報検査時の心理的・生理的反応に及ぼす影響 生理心理学と精神生理学, 32, 139–147. <https://doi.org/10.5674/jjppp.14150a>
- 小川 時洋・松田 いづみ・常岡 充子 (2019). 隠匿情報検査時の生理変化の系列内変動 心理学研究, 90, 426–432. <https://doi.org/10.4992/jpsy.90.18315>
- 大久保 街亜・岡田 謙介 (2012). 伝えるための心理統計——効果量・信頼区間・検定力—— 勁草書房
- Podlesny, J. A., & Raskin, D. C. (1978). Effectiveness of techniques and physiological measures in the detection of deception. *Psychophysiology*, 15, 344–359. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1978.tb01391.x>
- Ruef, A. M., & Levenson, R. W. (2007). Continuous measurement of emotion. In J. Coan & J. Allen (Eds.), *Handbook of emotion elicitation and assessment* (pp. 286–297). New York: Oxford University Press.
- Sokolov, E. N. (1963). *Perception and the conditioned reflex*. New York: Macmillan.
- Steiner, G. Z., & Barry, R. J. (2014). Mechanism of dishabituation. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 8, 14. <http://dx.doi.org/10.3389/fnint.2014.00014>
- Sterling, P. (2012). Allostasis: A model of predictive regulation. *Physiology & Behavior*, 106, 5–15. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.06.004>
- Verschuere, B., Crombez, G., DeClercq, A., & Koster, E. (2005). Psychopathic traits and autonomic responding to concealed information in a prison sample. *Psychophysiology*, 42, 239–245. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2005.00279.x>
- 山本 直宏 (2010). 実務隠匿情報検査における裁決質問に対する規準化脈波容積の増大事例 日本法科学技術学会誌, 15, 65–74. <https://doi.org/10.3408/jafst.15.65>

—— 2019. 8. 7 受稿, 2020. 5. 30 受理 ——