

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：82505

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K03195

研究課題名（和文）瞳孔径を用いた犯罪捜査のための心理検査法に関する研究

研究課題名（英文）Psychological assessment based on pupillometry for criminal investigations

研究代表者

小川 時洋（Ogawa, Tokihiro）

科学警察研究所・法科学第四部・室長

研究者番号：60392263

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、隠匿情報検査(Concealed Information Test, CIT)および潜在連合テスト(Implicit Association Test, IAT)における瞳孔径指標の有用性を検討した。視覚刺激を用いたCITでは、刺激の色が一定であれば瞳孔径は有用な指標となり得ることが示唆され、刺激の視覚的特徴を統制する重要性が示された。

また、瞳孔径が従来のIATの主要な指標である反応時間を補足する指標となるかどうかを検討するため、選んだトランプのカードを調べるIATで瞳孔径を計測した。その結果、瞳孔径はIATの指標となり得ることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

CITは実際の犯罪捜査の中で使われている手法であり、有効な新指標の探求は常に求められている。本研究からは、瞳孔径がCITの指標となりうることを改めて確認できた。その一方で、刺激の色などの視覚的特徴の違いが結果に影響を及ぼす可能性も示された。この結果は、CITで瞳孔径を計測する際の注意点を示す。

また、本研究から瞳孔径がIATの指標としても利用できることが示された。瞳孔径は自律神経系によって調整されており、随意的な制御を受けにくい。この結果は、回答の歪みの影響を受けにくいとされる潜在的測定法としてのIATの応用可能性をさらに高めるものである。

研究成果の概要（英文）：This study focused on availability of pupil diameter as a measure of the Concealed Information Test(CIT) and the Implicit Association test(IAT). We examined effects of color variations in stimuli on accuracy of the CIT. Results suggested decreased accuracy of the CIT when stimulus colors were heterogeneous. This confirmed importance of controlling visual properties within a stimulus set.

Next, we examined utility of pupil diameter as an additional measure of IAT. Pupil diameter was larger in the incompatible block where participants had to respond to associated categories with different response keys, than the compatible block where participants used the same response keys to associated categories. This finding indicated that pupillometry can be used as a measure of IAT.

研究分野：生理心理学

キーワード：瞳孔径 隠匿情報検査 自伝的潜在連合テスト

1. 研究開始当初の背景

我が国の犯罪捜査では、心理学を応用した科学捜査・鑑定技術として、記憶・情報検出を目的とした隠匿情報検査(**Concealed Information Test, CIT, Lykken, 1959, J. Appl. Psychol., 43, 385-388** など)と呼ばれる手続きを用いるポリグラフ検査が実施されている。**CIT** では、事件内容に関連する項目(関連項目)と、それと類似するが事件内容とは関連しない複数の項目(非関連項目)を組み合わせた質問表と呼ばれる刺激セットを用いる。質問項目には、検査を受ける者(検査対象者)が質問されている事件事実を知っていれば、どれが関連項目かが分かるが、そうでなければ関連項目と非関連項目が区別できないものが選ばれる。各項目を質問した際の生理活動を質問項目間で比較することで、検査対象者の事件事実に関する記憶(認識)の有無を調べる。生理活動の指標としては、皮膚伝導度反応(**Skin conductance response, SCR**)、呼吸運動、心拍数(**Heart rate, HR**)、脈波容積など、主として自律神経系活動を反映するものが計測されている。検査対象者が質問表中に含まれる関連項目を特定できる場合、関連項目提示時には非関連項目に比べて、一般に大きな **SCR** と、低い **HR**、呼吸運動、規準化脈波容積(高い血管緊張を反映する)が見られる。一方、関連項目を特定できない検査対象者では、生理活動に項目間で系統的な差異が見られない。**CIT** 研究の主要な課題の一つは、正確性の一層の向上である。質問表単位で見た **CIT** の正確性は、**90%**程度と報告されている(小川他,**2013, 法科学技術学会誌, 18, 35-44**)。新たに有効な指標を導入し、身体反応をより多角的に捉えることができれば、正確性の一層の向上が期待される。

一方、社会心理学の領域で開発された、概念間の連合強度から態度を間接的に評価する手法とされる潜在連合テスト(**Implicit Association Test, IAT, Greenwald et al., 1998, J. Pers. Soc. Psychol., 74, 1464-1480**)を、事件に関わる命題文の真偽認知を調べる目的で応用しようとしたものとして、**Sartori et al.(2008, Psychol. Sci., 19, 772-780)**が提唱した自伝的潜在連合テスト(**autobiographical IAT, aIAT**)がある。**aIAT** では、例えば「私は実験室にいる」という真の文や、「私は図書館にいる」という偽の文に対して、その真偽に応じたボタン押し課題を求める。加えて「私は車を盗んだ」という事件に関わったことを示す言明(犯行言明)と、「私は映画館にいた」など事件と無関係であることを主張する言明(無実言明)に対しても、カテゴリーに応じて異なるボタン押しを求める。このとき、真の文と犯行言明に同じボタンで回答するブロックと、真の文と無実言明に同じボタンで回答するブロックをもうける。検査対象者にとって犯行言明が真であれば前者で、無実言明が真であれば後者で、それぞれ反応は速くなる。**aIAT** は比較的近年に開発された手法で、広い応用可能性が期待されている(フェルシュクレー他,**2014/2017, 虚偽検出, 252-273**)が、研究数はまだ比較的少ない。**aIAT** でも、生理指標を導入して検査対象者の反応を多角的に捉えることによる正確性向上が期待される。

本研究では、**CIT** や **aIAT** の指標としての瞳孔径変化に利用可能性に焦点をあてる。瞳孔径は眼の虹彩中心部にある瞳孔の直径であり、その大きさは自律神経系によって調節される(**Beatty & Lucero-Wagoner, 2000, Handbook of Psychophysiology, 142-162** など)。瞳孔括約筋は副交感神経系、瞳孔散大筋は交感神経系によってそれぞれ制御される。刺激提示に対して **0.2sec** 以内に生じる瞳孔径の微細な変化(アンドレアッシ,**2012, 心理生理学, 358-381**)は、心的負荷などを反映すると考えられている(**Beatty & Lucero-Wagoner, 2000**)。

CIT の指標としての瞳孔径の有効性は、幾つかの研究で報告されている(**Lubow & Fein, 1996, J. Exp. Psychol. Appl., 2, 164-177**; 小川, **2017, 日本心理学会第 81 回大会プログラム, p405**; **Seymour et al., 2013, Front. in Psychol., 3, 614**)。これらの研究では、検査対象者が関連項目を特定できる場合、関連項目提示時に非関連項目提示時よりも大きな瞳孔径が観察された。有効性が報告される一方で、瞳孔径は様々な要因によって変動するため、適切に利用するためにはそれらの要因の統制や、影響を把握する必要がある。例えば、瞳孔径は刺激の色や明るさなどの視覚的属性の影響を受ける(**Tryon, 1975, Psychophysiol., 12, 90-93**)。視覚刺激を用いた **CIT** では、これらの要因についても統制する必要があると考えられるが、提示された刺激の色の違いなどが、実際に **CIT** の正確性にどんな影響をどの程度及ぼすかについては明らかではない。例えば刺激の色が瞳孔径に影響を及ぼすとしても、その効果が画面から刺激が消えた後も続くのか、あるいは、画面から消失した後であれば、関連・非関連項目間の差異が見られるようになるのかどうかなどは不明である。

また、**aIAT** については反応時間を指標としたものが多く、瞳孔径を含めた生理指標を用いた研究はそれほど多くない。しかし、生理指標の中でも心的負荷を反映するとされる瞳孔径は、**aIAT** を含む **IAT** の指標となり得ると予測される。

2. 研究の目的

本研究では、**CIT** と **aIAT** の実験を実施した。**CIT** 実験では、質問項目の色が瞳孔径を指標とした **CIT** の正確性に及ぼす影響を検討した。**aIAT** については、先行研究の確認を兼ねた予備的検討や、瞳孔径を指標とした実験を行った。

3. 研究の方法

実験 1: CIT 成人 57 名 (男 26 名, 女 31 名, 32.5 ± 5.0 歳) を, 色一定群 ($n = 32$) と色変動群 ($n = 25$) に振り分けた。瞳孔径は, アイマークレコーダ (EMR-ACTUS, ナックイメージテクノロジー) を用いて 60Hz で計測し, 刺激提示前 2s から提示後 10s 間の瞳孔径を分析対象とした。実験では, 参加者は実験室にある引き出しからアクセサリもしくは玩具の紙幣が入った封筒を 1 通盗む模擬窃盗課題を行った後に CIT を受けた。CIT の質問表はアクセサリもしくは紙幣の金額を尋ねる各 5 項目の 2 種類で, 一方を記憶あり条件, 他方を記憶なし条件とした。質問項目は音声と共に文字で 5s 提示し, 参加者には口頭で“いいえ”と返答するよう求めた。提示のオフセットから次の提示までの間隔は 20s であった。質問系列は, 提示順序を変えながら 5 回繰り返した。質問項目の文字色は色一定群では全て白, 色変動群では白, 黒, 赤, 青, 緑の 5 色で, いずれも灰色の背景画面で提示された。

実験 2: aIAT 実験 1 成人男女各 9 名 (30.8 ± 6.0 歳) が, 2 名 1 組で実験に参加した。2 名のうち 1 名を実行者役, もう 1 名を目撃者役に振り分けた。aIAT の刺激は, 自身が模擬窃盗を行ったことを示す短文(自己文), 他者が模擬窃盗を行ったことを示す短文(他者文), 実験状況に当てはまる短文(真実文)と当てはまらない短文(虚偽文)を各 5 種類, 計 20 種類作成した。実験参加者らはシールドルームに入室し, 実行者役は引き出しから模擬紙幣が入った封筒を窃取した。目撃者の参加者は, 模擬窃盗に立ち会うだけであった。模擬窃盗課題終了後に 1 人ずつ実施した aIAT では, 参加者は画面に提示された自己文と他者文, 真実文と虚偽文に対して指定されたキーを押して回答するよう求められた。自己文と真実文に同じキーが割り当てられたブロック(自己+真実ブロック)と, 他者文と虚偽文に同じキーで応答するブロック(他者+真実ブロック)を, 練習を含めて各 60 試行実施し, 各試行の反応時間を 1ms 単位で計測した。

実験 3: aIAT 実験 2 成人 43 名(男性 23 名, 女性 20 名, 32.93 ± 4.89 歳) が参加した。実験参加者は, トランプのカード(ダイヤの 4 もしくはクラブの 7)を 1 枚選択した後に aIAT を受けた。aIAT の手続きは, 自己文と他者文をダイヤの 4 あるいはクラブの 7 を選んだ文に置き換えたほか, aIAT 中の瞳孔径を測定した点を除けば実験 2 と同じであった。

4. 研究成果

(1) **実験 1** 刺激提示後 10s のうち, 計測エラーが 50%以上を占めた試行が半数以上となった参加者を分析から除外した。図 1 に条件別の瞳孔径の変化を示す。1s ごとの分析で項目間の差異が有意となった刺激提示後 3-5s(39 名)と 7-10s(31 名)の各区間の平均瞳孔径について, 条件(色一定・色変動) × 記憶(あり・なし) × 項目(関連・非関連)の分散分析を個別に行った。その結果何れも有意な 2 次の交互作用が得られた。関連項目提示時の瞳孔径は, 色一定条件の記憶あり条件でのみ, 非関連項目提示時よりも有意に大きかった(3-5s: Cohen's $d = 1.05$; 7-10s: Cohen's $d = 1.06$)。項目間の差分値を ROC 曲線下面積(AUC)で評価した記憶の有無の識別性は, 色一定条件でのみ有意(3-5s: .783; 7-10s: .780)であった。色変動群の識別性は, 刺激が画面から消えた後も含めて有意とならなかった(3-5s: .543; 7-10s: .562)。以上の刺激の色を一定に統制した場合にのみ識別性が有意であったという結果は, 瞳孔径を用いる場合の刺激統制の重要性が改めて示すものである。

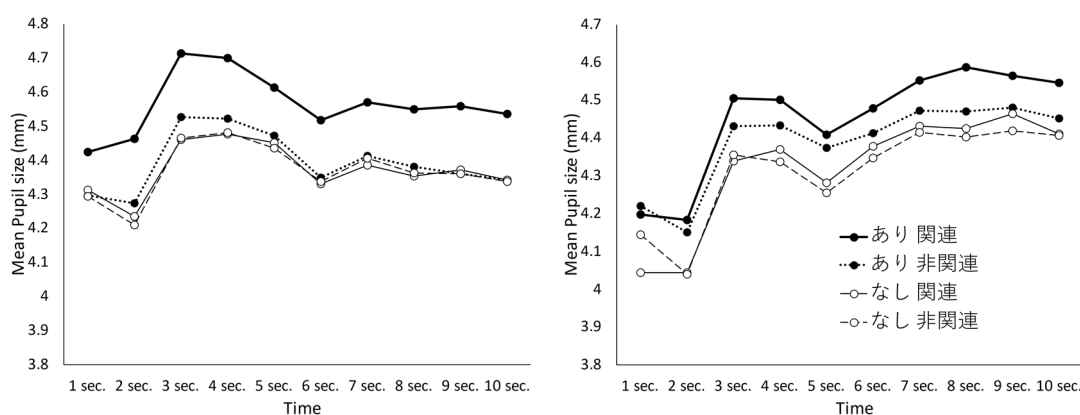


図 1 色一定条件(左)と色変動条件(右)の質問提示後 10s 間の瞳孔径

(2) **実験 2** IAT の反応時間データから Greenwald et al.(2003, *J. Pers. & Soci. Psychol.*, 85, 197-216) の手順に従って, 参加者ごとの D 得点を求めた。この値が正の場合, 自己+真実ブロックの反応時間が, 他者+真実ブロックよりも相対的に短いことを意味する。D 得点の平均は, 実行者群で正 ($M = 0.36$), 目撃者群では負の値 ($M = -0.37$) となり, 実行者群では自己+真実ブロック, 目撃者群では他者+真実ブロックの方が, 相対的により反応時間が短かった。また, 群間の D 得点の差異は統計的に有意となり, 効果量も大きかった (Cohen's $d = 2.25$)。この結果は, aIAT による実行者と目撃者の識別可能性を示す。

(3) **実験 3** 瞳孔径の計測エラーの多かった参加者(4名)、機器操作のミスにより反応時間データを取得できなかった参加者(2名)およびエラー試行が多かった参加者(2名)を分析から除外した。D得点を、カード4と“真”の連合が強いほど正の値を示す形で求めた。得られたD得点を、カード4群の得点($M = 0.32$)は、カード7($M = -0.29$)よりも有意に高かった(Cohen's $d = 1.68$)。各ブロックの右目の瞳孔径の平均値を分析対象とした。自身の選んだカードと真実文に対して同じキーで回答するブロック($M = 4.14\text{mm}$)に比べて、選んだカードと虚偽文に同じキーで回答するブロック($M = 4.21\text{mm}$)の方が瞳孔径は大きかった(Cohen's $d = 0.57$)。AUCを指標とした選んだカードの識別性は、D得点では.948、瞳孔径は.859となり、ともに有意かつ良好な識別性を持つことが示された。また、D得点と瞳孔径のブロック間差分値の相関係数を求めたところ、有意な正の相関($r = .691$)が見られた。以上の結果は、IATの指標としての瞳孔径の利用可能性を示すものといえる。その一方で、aIATの指標に瞳孔径を追加する増分妥当性は見られなかった。元々D得点による識別性が高く、瞳孔径による識別性がそれに及ばなかったことや、D得点と瞳孔径の有意かつ中程度の相関などから、少なくとも本研究の結果の範囲では、aIATの指標に瞳孔径を追加することによる積極的意義は乏しかったといえる。

(4) **まとめ** 本研究の結果は、以下のようにまとめることができる。まず、実験1の色一定条件では先行研究と同様に、記憶あり条件でのみ瞳孔径の弁別的反応が見られ、関連項目提示の瞳孔径は、非関連項目提示時に比べて大きくなった。一方、色変動条件では、記憶あり条件に特異的な瞳孔径の弁別的反応はみられなかった。以上の結果は、CITの指標として瞳孔径を用いる際には、色の違いなど刺激の視覚的特徴を考慮する必要があることを示す。

実験2と実験3では、aIATを対象とした。実験2からは、反応時間を用いたaIATによる実行者役と目撃者役の識別可能性が示された。CIT研究では、情報群(Informed innocent)と実行群という何れも事件情報を知っている条件の区別を試みた研究が幾つかあるが(Bradley et al., 1996, *J. Appl. Psychol.*, 81, 153–160; Gamer et al., 2008, *Int. J. Psychophysiol.*, 69, 61–68 など)、結果は混在している。aIATの先行研究ではこのような視点からの議論はあまり見られないが、実験2の結果はCITを補完する手法としてのaIATという、この手法の用途に関する新たな切り口を示したものといえる。さらに実験3では、反応時間の識別成績には及ばなかったものの、瞳孔径もaIATの指標となりうることを示した。aIATに瞳孔径を追加することによる積極的意義までは示せなかったが、IATの指標となり得る末梢系生理指標を明らかにできた点は新しい知見といえよう。

(5) **今後の課題** 実験1では、計測エラー等の理由から、少なからぬ数の参加者が分析から除外された。原因としては、CIT実験の手続きの性質が考えられる。実験では質問刺激を20秒間隔で提示したが、参加者にとっては、時折提示される刺激に備えて画面に注目し続けることが困難であったかもしれない。この刺激間隔の長さが、目を閉じたり、画面から視線をそらしたりする行動を誘発した可能性がある。刺激間隔が短い(200ms以下)aIATでは、瞳孔径の計測エラーが相対的に少なかったことから、CITで瞳孔径を用いる場合も刺激間隔を短くする方が良いかもしれない。ただしその場合には、SCRやHRなど、よりゆっくりと変化する従来のCITの指標を用いることが難しくなる。瞳孔径そのものはCITの指標として有望であるものの、実際にCITの枠組みの中でどのように用いることができるかについては、手続きの工夫を含めてさらなる検討が必要である。

aIATについて、実験2では参加者数が比較的少なかったため、より信頼性の高い結果を得るにはさらなるデータの追加が望まれる。また、反応時間を指標としたaIATでは、反応を意図的に操作するごまかしに対する脆弱性が、その利用可能性に関わる重要な課題として指摘されている(フェルシュクレー他, 2014/2017)。このようなごまかしが、瞳孔径に及ぼす影響についても検討することが望ましい。もし、aIATを含むIATにおける瞳孔径計測が、このようなごまかしに対する対策となりうるのであれば、IATにおける瞳孔径計測は意義を持つと考えられる。

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 Ogawa Tokihiro, Todoriki Natsu, Tsuneoka Michiko	4. 巻 12
2. 論文標題 The Use of Pupillometry in Autobiographical Implicit Association Test	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fpsyg.2021.729897	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3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小川時洋
2. 発表標題 刺激の色が隠匿情報検査時の瞳孔径反応に及ぼす影響
3. 学会等名 日本法科学技術学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小川時洋
2. 発表標題 自伝的潜在連合テスト時の生理活動に関する予備的検討
3. 学会等名 日本感情心理学会第27回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小川時洋
2. 発表標題 潜在連合テストによる実行群と目撃群の識別性の予備的検討
3. 学会等名 日本法科学技術学会第25回学術集会
4. 発表年 2019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
研究 分担者	常岡 充子 (Tsuneoka Michiko) (80623199)	科学警察研究所・法科学第四部・主任研究官 (82505)	
研究 分担者	松田 いづみ (Matsuda Izumi) (80356162)	青山学院大学・教育人間科学部・准教授 (32601)	研究組織から脱退(2020年2月26日)

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------