

同比率課題を用いた P300 による隠匿情報検査における 視覚・聴覚同時呈示法の検討

平 伸二¹ 山下勇樹² 皿谷陽子¹ 濱本有希³ 古満伊里⁴
(心理学科¹) (福山大学大学院人間科学研究科²)

(静岡県警察本部刑事部科学捜査研究所³) (広島修道大学人文学部⁴)

本研究は、target:probe:irrelevant が 1:1:1 を用いた、P300 による隠匿情報検査 (concealed information test: CIT) における視覚・聴覚同時呈示法の効果について検討した。すべての参加者は自己姓条件と模擬犯罪条件で検査を受けた。probe と irrelevant 刺激間の P300 振幅に有意差は認められなかった。これらの結果は、probe の有意味性よりも呈示比率が、視覚・聴覚同時呈示法を用いた CIT の probe に対する P300 増大の原因となることを示した。

【キーワード：P300, 隠匿情報検査, 視覚刺激, 聴覚刺激】

日本の虚偽検出は、隠匿情報検査 (concealed information test: CIT) で実施されており、犯人の記憶を判定対象としている。現行の CIT は、呼吸・皮膚電気活動・心拍などの末梢神経系活動を指標としているが、1980 年代後半から、中枢神経系の指標である事象関連電位による CIT が実験的に検討されてきた。特に、P300 と呼ばれる事象関連電位は、有意味な刺激に対する情報処理を反映するため、CIT の検出理論とも整合性があり、平均検出率も 88.3% であったことから、有効な指標であることが指摘されている (平, 2009)。この平均検出率は、末梢指標の平均検出率 83.9% (Ben-Shakhar & Furedy, 1990) を上回っていたことから、P300 による CIT の実務導入が期待されている。また、日本が犯罪捜査の中で、情報検出に基づく CIT を実務に導入している唯一の国であることから、世界的な注目度も高い (平, 2009)。

ところで、標準的な P300 による CIT は、6 つの target, 6 つの probe, 24 の irrelevant で構成する (Farwell & Donchin, 1991; Rosenfeld, Shue, & Singer, 2007)。この多重プローブ法は、target が 6 種類と多く、参加者への課題要求が複雑すぎるという問題がある (平・濱本・古満, 2014)。平他 (2014) は、target に対する反応時間 (reaction time: RT) が、Farwell & Donchin (1991) で 957 ms, Rosenfeld et al.(2007) で 869 ms と長く、多重プローブ法で target が複数存在する手続きは、参加者の課題負荷が高すぎるため実務応用には適用困難と指摘している。そして、被検査者への負担を少なくするため、target を複数から 1 つにした新たな多重プローブ法を推奨している。平 (2012), 平他 (2014) は、target を 1 つとした同比率課題 (target : probe : irrelevant が 1 : 6 : 6) の実験でその有効性も見出している。さらに、平他 (2014) では、加算平均回数を 5 回, 10 回, 20 回で処理した結果、加算平均 5 回と 10 回の方が 20 回以上の加算平均回数より CIT に適していることが示唆された。

通常、P300による研究では20回以上の加算平均回数が妥当であるとされているが (Cohen & Polich, 1997), 平他 (2014) のような模擬犯罪課題で記憶する刺激は、犯罪捜査場面のよう
に情動価の高い刺激ではない。したがって、刺激呈示開始直後には鮮明な記憶であった probe
が、呈示回数が増えるとともに慣れが生じて、P300 振幅が減衰する可能性も指摘されている
(平他, 2014)。加算平均回数が5回-10回で検出可能であれば、検査時間の短縮、被検査
者の負担軽減、質問の種類増加などの大きなメリットが生じる。このことは、P300による
虚偽検出の実務応用を加速化することに役立つ。

しかしながら、刺激呈示回数が少ないため、1回の刺激呈示に対する情報処理活動を質量
ともに向上させる必要がある。その一つの方法として、聴覚刺激を同時呈示する方法がある
(平・皿谷・三阪, 2012)。聴覚刺激はヘッドフォンで呈示すれば物理的な遮断は不可能であ
り、視覚呈示と併用することで刺激に対するより深い情報処理活動を促す可能性がある。そ
こで、本研究では、target を1つに固定した同比率の刺激構成を用い、視覚・聴覚同時呈示法
による P300 を指標とした CIT の有効性を検討する。なお、加算平均回数は平他 (2014) と
同様に5回、10回、20回で検討する。

方法

実験参加者 実験に同意した大学生9名である (平均年齢=19.3歳, $SD=0.94$)。

実験装置 脳波と RT の測定には、TEAC 製携帯型多用途生体アンプ (Polymate AP1524)
を用いた。また、視覚・聴覚刺激呈示はノートパソコンのディスプレイ、SONY 製ノイズキ
ャンセリングヘッドホンを使用した。

測定指標 脳波を測定するために、国際10-20法に従い正中線上の前頭部 (Fz)、中心部
(Cz)、頭頂部 (Pz) の頭皮上各部位に皿電極を電極糊で固定し、基準電極は両耳朶として
導出し、時定数3s、高域遮断フィルタ100Hzで増幅した。そして、サンプリング周波数500
HzでA/D変換したデータをハードディスクに保存した。上下方向の眼球電図 (EOG) は左
眼窩上下縁部から導出し、脳波に影響するアーチファクトを監視した。さらに、標的刺激に
対するボタン押し課題の RT についても記録した。事象関連電位は、刺激呈示前200msから
刺激呈示後800msの1,000ms間を加算平均して求めた。刺激呈示前200msの区間を基線と
して、基線から $\pm 100\mu V$ を超える電位を含む試行は自動的に分析から除外した。

刺激 視覚刺激はディスプレイに文字を呈示した。聴覚刺激は人工音声をヘッドフォンで
呈示した (音圧約74dB)。呈示比率は1:1:1であり、自己姓条件では、target が『サトウ』、
probe が『自己姓』、irrelevant が『姓名が3文字の場合「タナカ」、4文字の場合は「コバヤシ』

を使用した。一方、模擬犯罪条件では、target が『サクラ』、probe が『キンカ (金貨)』、irrelevant が『トケイ (時計)』であった。なお、呈示時間 300 ms、刺激間隔 1500 ms ($\pm 20\%$) で呈示した。

手続き 参加者にはtargetに対して利き手のボタン押し、それ以外の刺激に対しては非利き手のボタン押しをできるだけ速く正確にするよう求めた。実験は自己姓条件を先に、模擬犯罪条件を後日に実施した。両条件ともに加算回数を 5 回、10 回、20 回で処理をした。模擬犯罪条件で記憶させたシナリオは、『昨日の午前 2 時に、青葉台の住宅へ玄関から侵入し、黒色の布袋に入った金貨を盗み、マツダ車で逃走した』であった。実験参加者は、下線で示した probe に相当する部分を完全に記憶するように求められた。完全に記憶できたという申告後、下線部分を空白にした文章を埋めさせ、すべて正解したことを確かめて、電磁シールドルーム内で脳波測定用の電極装着を行った。実験参加者には標的刺激に対して利き手のボタン押し、それ以外の刺激に対しては非利き手のボタン押しをできるだけ速く正確にするよう求めた。また、自己姓条件では自己姓を、模擬犯罪シナリオ課題では記憶した事件内容を脳波測定で検出されないように努力することを教示した。なお、実験の実施に関しては、福山大学学術研究倫理審査委員会の審査を受け承認されている。

結果の処理 本実験では、加算平均回数を 1-5 回まで、1-10 回まで、1-20 回までの 3 種類求めた。さらに、個人毎の波形から 9 名の総加算平均波形を算出した。そして、各参加者の P300 最大振幅と P300 頂点潜時を算出した。また、それぞれの刺激に対する RT も算出した。本論文では、5 回、10 回、20 回の Pz における P300 最大振幅について、分析ソフト IBM SPSS Statistics 22 を使用し、条件 (自己姓・模擬犯罪) \times 加算回数 (5 回、10 回、20 回) \times 刺激 (target・probe・irrelevant) の繰り返し要因のある 3 要因の分散分析を行った。自由度は Huynh-Feldt の ϵ を用いて調整し、効果量 partial η^2 も求めた。なお、多重比較には Bonferroni 法を用いた。

結果

図 1 は自己姓条件と模擬犯罪条件における target, probe, irrelevant に対する P300 振幅を、個人毎に 5 回、10 回、20 回で処理をして平均したものである。図 1 から、自己姓条件の P300 振幅が模擬犯罪条件より大きくなっているが、probe と irrelevant に顕著な差は見られていない。わずかに自己姓条件の加算回数 5 回と 10 回、模擬窃盗条件の加算回数 5 回において、probe が irrelevant に比較して振幅が大きくなっていることがわかる。特に、模擬犯罪条件の加算回数 5 回では、probe の P300 振幅は、target よりも大きくなっていた。

繰り返し要因のある 3 要因分散分析の結果、条件の主効果 ($F(1,8)=2.885, p=.128, \epsilon=1.0,$

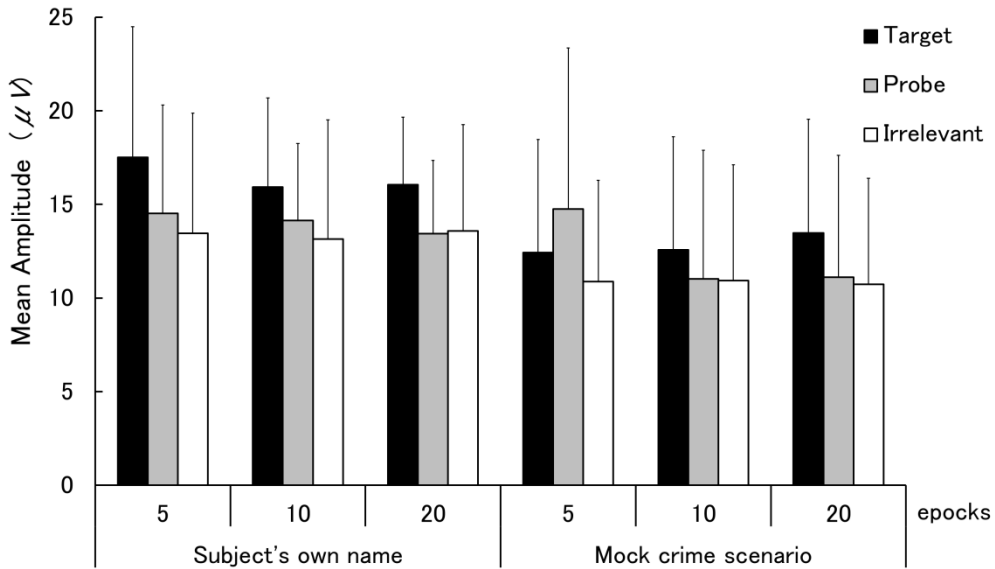


図1 自己姓条件と模擬犯罪条件における各刺激に対する加算回数別のP300振幅(Pz)

$\eta^2=.265$)と刺激の主効果($F(2,16)=2.518, p=.112, \epsilon=1.0, \eta^2=.239$)は認められなかった。しかし、加算回数的主効果($F(2,16)=3.193, p=.098, \epsilon=.63, \eta^2=.285$)には有意な傾向が認められた。また、条件と加算回数の効果量はいずれも.25を超えていて大きな効果量を示していた。交互作用に関しては、条件と加算回数($F(2,16)=0.108, p=.878, \epsilon=.889, \eta^2=.013$)、条件と刺激($F(2,16)=0.303, p=.676, \epsilon=.726, \eta^2=.036$)、加算回数と刺激($F(4,32)=0.891, p=.420, \epsilon=.439, \eta^2=.100$)、条件と加算回数と刺激($F(4,32)=1.155, p=.342, \epsilon=.554, \eta^2=.126$)ともに認められなかった。加算回数的主効果に関する多重比較の結果、5回加算のP300振幅が10回加算に比較して有意に大きく($p=.044$)、5回と20回及び10回と20回では有意差は認められなかった($ps>.05$)。

考察

本実験では、呈示比率を同比率として視覚・聴覚同時呈示法を用い、自己姓条件と模擬犯罪条件で加算回数を操作して検討した。その結果、加算回数的主効果に有意な傾向が認められ、多重比較の結果、5回加算のP300振幅が10回加算に比較して有意に大きくなった。また、加算回数の効果量も.25を超える大きな値(水本・竹内, 2008)を示した。但し、CITにとって最も大事な刺激の主効果、刺激に関わる交互作用は、すべて認められなかった。つま

り、probe が irrelevant と比較して有意に大きくならなかった。これは probe に対する有意味性による検出は成功せず、irrelevant も target, probe と同様に唯一の刺激として有意味性を持って認知処理された可能性がある。したがって、すべての刺激に対して、定位反応成分が同様に生じた可能性がある。これに対し、従来型は probe と irrelevant の比率が 1:4 であるため、irrelevant の呈示回数が多くなり、irrelevant の呈示に対して速く慣れが生じることから、probe と irrelevant の P300 振幅の差異が認められると考えられる。

久保・宮谷・入戸野 (2007)、久保・入戸野 (2007) は、CIT においては主観的確率のみでは P300 は生起せず、刺激の有意味性が重要な要因であると述べている。しかし、本実験と同様に、平・和田 (2013) では、刺激の呈示比率 (主観的確率) を同比率にして、自我関与刺激で刺激の有意味性を操作したが、probe と irrelevant の P300 振幅に有意差は認められなかった。一方、平 (2012) は、自我関与刺激を用い 1:6:24 で構成した多重プローブ法で probe と irrelevant の P300 振幅に有意差を認めている。すなわち、平 (2012) による 1:6:24、平・和田 (2013) による 1:6:6、本研究の 1:1:1 の比率による CIT を比較した結果、probe と irrelevant の P300 振幅に有意差が認められたのは 1:6:24 のみであり、同比率課題では有意差が認められなかった。したがって、probe の検出には有意味性のみではなく、刺激頻度が重要であることが明らかとなった。

ところで、P300 による CIT で音声刺激を呈示した研究は、Misaka, Hira, & Furumitsu (2009) と Labkovsky & Rosenfeld (2009) の研究が最初である。この 2 つの研究は、2009 年のベルリンでの国際精神生理学会で発表されたものである。Misaka et al. (2009) は、果物の画像と音声呈示して、有罪群で視覚刺激は聴覚刺激よりも P300 振幅が大きくなるが、個別判定では刺激モダリティの優位性はなく、両刺激ともに 78.6% (14 名中 11 名検出) の高い検出率であることを見出した。また、Labkovsky & Rosenfeld (2009) は、自己姓を probe、他者姓を irrelevant として有罪群と無罪群で実験した結果、有罪群の probe に有意な P300 振幅の増大を見出している。その後、平・皿谷・三阪 (2011) は、自己姓を隠匿する課題を用いて、P300 振幅を指標とした刺激モダリティの比較を行っている。その結果、P300 振幅は聴覚呈示よりも視覚呈示の方が振幅は有意に大きくなったが、probe と irrelevant の識別性や個別判定では両呈示法の差は認められず、刺激モダリティの優位性を結論づけることはできなかった。また、聴覚呈示では、すべての刺激に対する P300 振幅が減少していたが、irrelevant に対する振幅が極めて低く、個別判定の識別性に貢献していると報告している。最近、Rosenfeld, Ward, Frigo, Drapekin, & Labkovsky (2015) は、probe を参加者の出身都市名、irrelevant を出身地以外の都市名 (Atlanta, Buffalo, Orlando, Pittsburgh, Stockton, Wichita) として文字と音声で呈示した結果、視覚刺激が聴覚刺激に比較してより大きい P300 振幅と prove-irrelevant 間の差、個別判定の高い正確性ととともに、反応時間と P300 潜時の短縮が認められ、視覚刺激の優位性を報告した。その他、Rosenfeld, Ward, Thai, & Labkovsky (2015) が、指輪、コイン、鍵、USB、

ペン、iPodのいずれかを probe として、画像刺激と文字刺激で提示した結果、画像刺激で P300 振幅が増大することを報告した。このように、写真画像は、情報量が多く、刺激呈示後瞬時に全刺激が入力され、言語に比較して二次的変換の処理負担も少なく、P300 振幅を増大させる刺激としては優れていると考えられる。

加算回数に関して、本実験では 5 回、10 回、20 回で処理を行って比較した。probe と irrelevant の有意差は、いずれの加算回数でも認められなかったが、加算回数 5 回と 10 回の間には有意な傾向が認められ、加算回数 5 回で P300 振幅が増大することが見出された。標準的な P300 測定では、20 回以上の加算平均回数が妥当であるとされているが (Cohen & Polich, 1997)、この結果は、平他 (2014) が加算平均 20 回よりも 5 回と 10 回という少ない加算回数での優位性を示した報告と類似している。また、Matsuda, Nittono, & Ogawa (2011) は、聴覚呈示を用いて、従来の末梢系指標と ERP の同時計測実験を行っている。そして、刺激間間隔 22 s で刺激を聴覚呈示し、刺激呈示後 400 ms-1000 ms の差分波形の最大値を対象とした ERP の差分波形頂点振幅法により、ERP を使用した場合は、わずか 5 回の加算回数で有罪条件 60%、無罪条件 80% の検出率を報告している。加算回数は P300 成分の S/N 比の向上を目的に実施するが、少ない加算平均回数で検出可能であれば、検査時間の短縮、被検査者の負担軽減、質問の種類増加などに結び付き、P300 による CIT の実務応用に有効である。

ところで、本実験では視覚・聴覚同時呈示法を使用した。probe と irrelevant に有意差は認められなかった。これに対し、(平他, 2011) では、自己姓を probe として視覚・聴覚同時呈示法で実験した結果、probe と irrelevant の有意差が認められ、個別判定も 100% の検出率であった。この実験での probe と irrelevant の比率は、同比率ではなく標準的な 1 : 4 であった。したがって、この両研究からも probe の検出には有意性のみではなく、刺激頻度が重要であると考えられる。視覚・聴覚同時呈示法は、視覚刺激が P300 振幅を増大させる利点と、聴覚刺激が識別性に優れるという利点を取り入れた開発した (平他, 2011)。Matsuda et al. (2011) の研究では、末梢指標も同時計測して ISI を 22 s という時間を用いて有効性を確かめている。今後、末梢指標との同時計測、ISI の長さの操作を行って、視覚・聴覚同時呈示法を probe : irrelevant の 1 : 1 及び 1 : 4 の比率で有効性を検証していきたい。視覚呈示法は、閉眼や視線をそらすカウンタメジャー (countermeasure: CM) に弱いという欠点がある。聴覚刺激は刺激の物理的遮断が困難であることから、両刺激の利点を組み合わせた方法は、CM が頻繁に実施される実務で有効となるであろう。

引用文献

Ben-Shakhar, G., & Furedy, J.J. (1990). *Theories and applications in the detection of deception: A psychophysiological and international perspective*. New York: Springer-Verlag,

- Cohen, J., & Polich, J. (1997). On the number of trials needed for P300. *International Journal of Psychophysiology*, **25**, 249-255.
- Farwell, L.A., & Donchin, E. (1991). The truth will out: Interrogative polygraphy ("lie detection") with event-related brain potentials. *Psychophysiology*, **28**, 531-547.
- 平 伸二 (2009). 脳機能研究による concealed information test の動向 生理心理学と精神生理学, **27**, 57-70.
- 平 伸二 (2012). P300 を指標とした新たな多重プローブ型 CIT の検討——自我関与刺激を用いて—— 生理心理学と精神生理学, **30**, 163.
- 平 伸二・濱本有希・古満伊里 (2014). 新たな多重プローブ法を用いた P300 による隠匿情報検査における脳波加算回数の検討 福山大学人間文化学部紀要, **14**, 99-106.
- 平 伸二・皿谷陽子・三阪梨紗 (2011). P300 による秘匿情報検査における聴覚刺激と視覚刺激の比較 福山大学人間文化学部紀要, **11**, 97-109.
- 平 伸二・皿谷陽子・三阪梨紗 (2012). P300 を指標とした虚偽検出の刺激呈示法の検討——視覚刺激と聴覚刺激の同時呈示法—— 福山大学人間文化学部紀要, **12**, 59-67.
- 平 伸二・和田健揮 (2013). P300 による秘匿情報検査における新たな多重プローブ法の検討——自我関与刺激を用いて—— 福山大学人間文化学部紀要, **13**, 43-52.
- 久保賢太・入戸野宏 (2007). 事象関連電位の P300 を用いた虚偽検出 広島大学総合科学研究科紀要 1 人間科学研究, **2**, 101-114.
- 久保賢太・入戸野宏・宮谷真人 (2007). 有罪知識質問法における P300 振幅の規定因 生理心理学と精神生理学, **25**, 267-275.
- Labkovsky, E.B., & Rosenfeld, J.P. (2009). P300-based protocol with acoustic stimuli for detection of concealed information. *Psychophysiology*, **46** (Supplement), 131.
- Matsuda I., Nittono H., & Ogawa T. (2011). Event-related potentials increase the discrimination performance of the autonomic-based concealed information test. *Psychophysiology*, **48**, 1701-1710.
- Misaka, R., Hira, S., & Furumitsu, I. (2009). Comparison of auditory and visual stimulus presentation during the P300-based concealed information test. *Psychophysiology*, **46** (Supplement), 131.
- 水本 篤・竹内 理 (2008). 研究論文における効果量の報告のために——基礎的概念と注意点—— 英語教育研究, **31**, 57-66.
- Rosenfeld, J.P., Shue, E., Singer, E. (2007). Single versus multiple probe blocks of P300-based concealed information tests for self-referring versus incidentally obtained information. *Biological Psychology*, **74**, 396-404.
- Rosenfeld, J.P., Ward, A., Frigo, V., Drapekin, J., & Labkovsky, E.B. (2015). Evidence suggesting superiority of visual (verbal) vs. auditory test presentation modality in the P300-based, Complex

Trial Protocol for concealed autobiographical memory detection. *International Journal of Psychophysiology*, **96**,16-22.

Rosenfeld, J.P., Ward, A., Thai, M., & Labkovsky, E.B. (2015). Superiority of pictorial versus verbal presentation and initial exposure in the P300-based, Complex Trial Protocol for concealed memory detection. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, **40**, 61-73.

【謝辞】本研究の遂行に当たり，平成 27 年度科学研究費助成事業（研究代表者：平伸二，課題番号：26380973）の補助を受けた。

The examination of simultaneous visual and auditory stimulus presentation method during the P300-based concealed information test using a same ratio task

Shinji HIRA, Yuhki YAMASHITA, Yoko SARAGAI, Yuki HAMAMOTO
and
Isato FURUMITSU

This study examined the effect of combined visual and auditory stimulus presentation in the P300-based CIT using a 1:1:1 target: probe: irrelevant proportion. All participants received the family name and the mock crime scenario conditions. There was no significant difference in P300 amplitudes between probe and irrelevant stimuli. Results suggest that presentation ratio rather than meaningfulness of probes accounts for enhanced P300 to the probes in the CIT using simultaneous visual and auditory stimulus presentation method.

KEY WORDS: P300, concealed information test, visual stimulus, auditory stimulus