

ヒトにおける驚愕性瞬目反射の PPI に関する生理心理学的研究

山田 富美雄*

PSYCHOPHYSIOLOGICAL STUDIES ON PPI OF THE STARTLE
EYEBLINK REFLEX IN HUMANS

Fumio YAMADA

Abstract

The startle blink reflex is evoked by a sudden, sharp and loud sound stimulus. When a weak stimulus is added just before the provocative stimulus, the reflex is inhibited. This phenomenon, termed prepulse inhibition (PPI), is a robust phenomenon identified in rats and humans. However, PPI disappears or attenuates in patients with schizophrenia. It is hypothesized that preattentive processes in the central nervous system are involved in the expression of PPIs, and many experimental and clinical studies have been reported.

In this paper, after reviewing the research related to PPI, we introduced the research on PPI of the startle eyeblink reflex in humans that the authors have been involved in, and mentioned the necessary research in the future.

キーワード: 驚愕, 瞬目反射, 先行刺激抑制 (プレパルス抑制)

Key words: *startle, Blink reflex, prepulse inhibition (PPI)*

緒 言

驚愕性瞬目反射は突然提示される急峻で大きな音刺激によって誘発される。誘発刺激の直前に微弱な刺激を付加すると反射は抑制を受ける。この現象は、先行刺激抑制 (PPI) と呼ばれ、ラットおよびヒトで確認される強固な現象である。ところが、統合失調症患者では PPI は消失ないし減衰する。PPI の発現には中枢神経内の注意前処理過程が関与すると仮定され、多くの実験研究、臨床研究が報告されてきた。

本論文では、PPI に関する研究を概観したうえで、筆者らが関わってきたヒトの驚愕性瞬目反射の PPI に関する研究を紹介し、今後必要な研究に言及した。

はじめに

実験心理学の分野で、ヒトのまばたきを実験材料と

して扱った論文は、Journal of Experimental Psychology 誌に掲載された Cason (1922) による眼瞼反射の古典的条件づけである。今年で、まばたき研究 100 年となる。そこで、これまでのまばたきに関する研究を総括レビューすることにする。本稿はその第一弾で、驚愕性瞬目反射の先行刺激抑制効果 (プレパルス抑制: Prepulse Inhibition (PPI)) 研究を展望する。

驚愕反射の PPI に関する研究論文総数は、PubMed で 2022 年 10 月 29 日に「prepulse inhibition」をキーワードとした検索で、計 4637 編であった。ただし PubMed に登録されている論文の制約から、1974 年からの 48 年間における検索に過ぎない。

図 1 をみると、研究論文数は 2010 年頃より減少傾向を示している。その中でも RCT (randomized control trial: 無作為化比較試験) を用いた臨床研究数は 2007-10 年をピークに減少してきた。これら臨床研究の包括的レビューは統合失調症のみならず、ADHD (注意欠如・多動症: attention-deficit/hyperactivity disorder) や双極性障害などへの適用研究にも及んでいる。

*1 関西福祉科学大学
Kansai University of Welfare Sciences

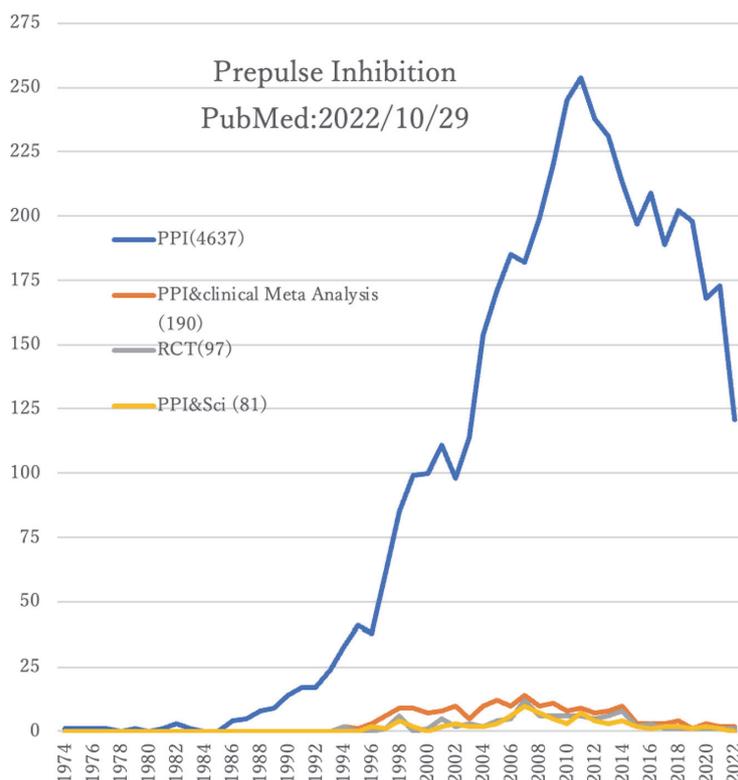


図 1. 驚愕反射の先行刺激抑制効果 (PPI) 研究論文数の年次変化
PubMed: 2022/10/29 より

本論では、筆者の評論（山田、2001、2002）から 20 年を経た今日に至る PPI 研究の動向を筆者らの研究文脈を中心に紹介する。

初期の動物を用いた基礎実験研究（Hoffman & Fleshler, 1963；Ison & Hammond, 1971）から、被験体をヒトに変えた基礎研究を経て、1978 年に精神病患者に適用され（Braff, et al., 1978）、統合失調症患者では PPI が減弱ないし消失すると報告されたのを機に、同疾患の神経機序解明に役立てようと多くの研究者の参入を得た。その結果、1994 年から 2000 年初頭にかけてヒトを対象とした統合失調症治療薬の臨床評価研究で賑わった。PPI は統合失調症の初期症状に効果が認められる薬物の開発とあいまって他の疾患への評価研究にも適用が試みられた。この間、ヒトを被験者とした「注意」や「興味」といった認知過程を評価する基礎心理学的研究、「快・不快感情」を評価する応用研究へと研究領域が拡大し、今日に至っている。

1 驚愕反射の諸相

不意に出現する刺激に対して、私たち哺乳類は素早く全身ですくみ込む行動を示す。これは驚愕反応 (startle reaction) と呼ばれ、局所反応としての驚愕性瞬目反射 (startle eyeblink reflex) が生理心理学の

分野では測定・評価されてきた。

反射潜時 (reflex latency) は刺激開始後 20-40 ms であり、脊椎動物全てに観察される。地球環境内で生起する火山の爆発、津波、雷鳴、雪崩などに対して、現在進行中の行動を中止して、迅速に対応し、安全を確保するための「防御行動」、あるいは次なる災害から身を守る「回避反応」とみなされる。

心理学分野で驚愕反射は「びっくり反射」とも呼ばれるように（山田、2013）、主観的なびっくり体験を伴う。ヒトにおいてははしたがって、音を含む種々の不意打ち刺激に対して行動的、認知的に対応する意味を含有する反射である。

2 驚愕反射の測定法

ヒトの驚愕反応は、Landis & Hunt (1933) が、1 秒間に 1000 コマの撮影が可能な 16mm 高速度カメラを用いて、ピストルの射撃音に対するヒトの驚愕反応のパターンを撮影したことによって驚愕反応パターンの詳細が知られた。図 2 は、彼らの著書に掲載された驚愕反応の顔面表情と四肢の屈曲反応の様子である。彼らは両眼の眼烈間隔の変化を 1 コマごとに測定し、強音提示後 30 ms で瞬目動作が生じた後、顔面表情筋、頸筋、上肢屈筋、下肢屈筋の順に筋収縮が生じると記

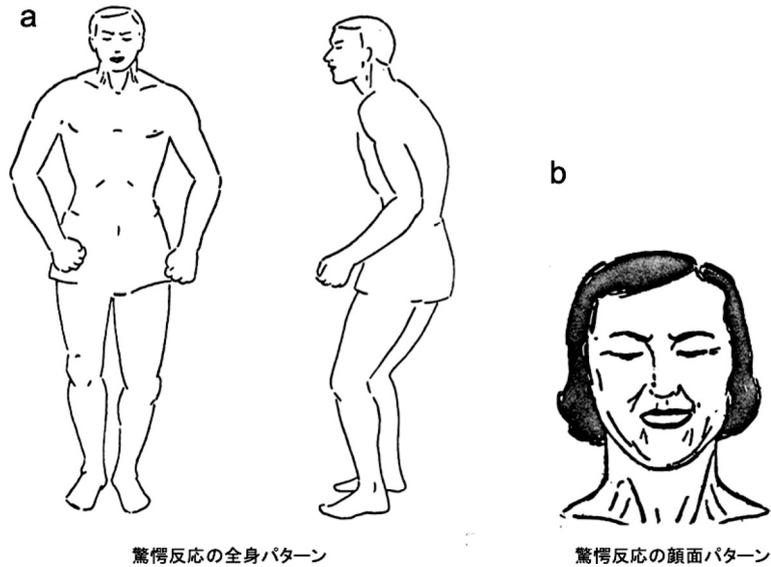


図 2. 驚愕反応の表出

a: 全身の屈曲、b: 瞬目 (Landis と Hunt, 1939) より

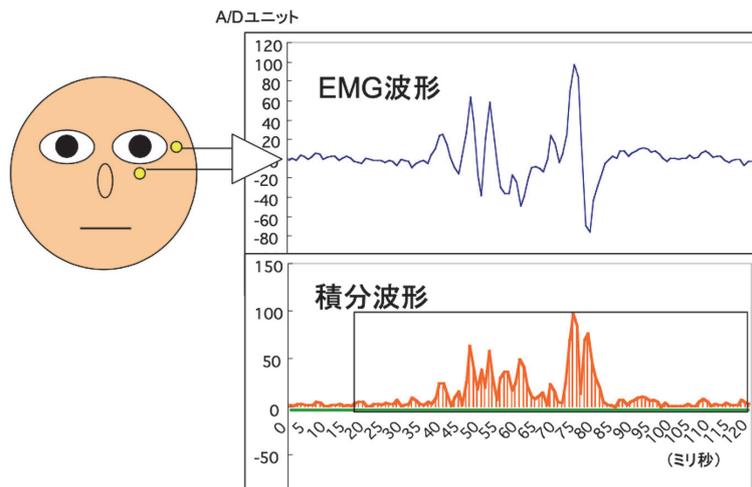


図 3. 眼輪筋反射計測システム

載した。

驚愕反射の定量測定には、心理学の分野で伝統的に使用されてきた古典的眼瞼条件づけ実験での手法である眼瞼反射測定法がまず使用された。Graham, et al., 1975 は、上眼瞼の動きをポテンシオメータ法によって記録し反射量を測定評価した。

筆者は角膜に照射した光の反射光を CdS で感知し、瞬目による反射光量の減光 (山田・宮田, 1979)、垂直眼電図 (EOG) 記録に混入する瞬目に伴う電位変化量 (眼電図法, Yamada, etl. al., 1979: Yamada et. al., 1980)、さらに下眼瞼部に装着した電極から眼輪筋 EMG を記録し、刺激後 20 ms から 120 ms 間の積分値を眼輪筋反射量として測定評価するに至り (山田, 1983)、今や Society for Psychophysiological Research

推奨の驚愕性瞬目の標準測定法となっている (Blumenthal et al., 2005)。

図 3 は、筆者らが開発した眼輪筋反射計測システムである。下眼瞼上と外眼角外側部に装着した電極から眼輪筋 EMG を 1000 Hz のサンプリング速度で A/D 変換し、整流処理の後、20 ms から 120 ms 間の積分値を反射量として自動計測することができる。製品としても日本サンテックより販売され、ヒト PPI 測定の標準的測定システムとなっている (田中・山田, 2005)。

ラットの驚愕反応を用いた PPI 計測でも、実験ケージの中で強音を提示し、すくみ込み反応の動きを床に装着した振動センサーにより感知し、驚愕反応量を分析するシステムが用いられ、薬物効果の定量評価のた

めの標準装置が市販されている。

3 驚愕反射の神経基礎

驚愕反射の神経基盤は1984年に出版された *Neural Mechanisms of Startle Behavior* にまとめられている (Eaton, 1984)。同書では、原始生物からゴキブリなどの昆虫、金魚などの魚類、両生類、爬虫類、鳥類、そして哺乳類に至るあらゆる動物に「驚愕行動」が認められ、環境変化に対する基本的な「逃避行動」の原型とみなしている。脊椎動物に限れば、感覚受容器からの信号を中枢神経系に伝える経路上に驚愕反射の中枢が存在し、素早く外界の変化に対応して全身を使って刺激源から逃避するための巨大な神経網が構築されているとされる。

ヒトの驚愕反射もラットなどの哺乳類と同様の脳内反射回路が推定されている。聴覚刺激に対する驚愕反射の回路を図4に示す。反射中枢は尾側橋網様核 (nRPC: *nucleus Reticularis Pontis Caudalis*) にあり、ヒトでは顔面神経、動眼神経を通じて眼輪筋に収縮信号を送り、瞬目が生じると推定される。

4 驚愕反射の誘発条件

ヒトの驚愕反射を、瞬目の主動筋である眼輪筋

EMG を用いて測定した基礎実験から、驚愕を誘発するための聴覚刺激の物理特性の詳細が確定している (山田、1983、中野ら、2007)。

- ① 刺激強度 (intensity) : 白色雑音なら 95 dB 以上、1000 Hz 純音なら 85 dB 以上で反射は誘発され、強度の関数として反射量は増す。
- ② 持続時間 (duration) : 持続時間が 50 ms から 100 ms まで延長するにつれて、反射量は増すが、それ以上延長しても反射量は増えず、反射の持続時間が増す。
- ③ 立ち上がり時間 (rise/fall time) : 刺激音の立ち上がり時間は 1 ms 以内と短いほど反射量は大きくなる。3 ms 以上に延長すると反射の出現頻度が低下する。

以上の刺激特性から研究者らは、驚愕誘発刺激は、強度 95 dB 以上の急峻な突発音とし、持続時間は 50 ms、rise/fall (立ち上がり・立ち下がり) 時間は 3 ms 以下を標準としてヘッドフォンを介して被験者の両耳に提示する。刺激特性と反射量との関係を図5に示す。

標準的な驚愕誘発音は 110 dB を超えると痛みを惹起し、130 db を超えると鼓膜や耳小骨に危害を与えるので、持続時間を短くし、白色雑音を用いることが不可欠である。

驚愕誘発音の主観的な評価にあたっては、標準刺激

驚愕反射の神経回路

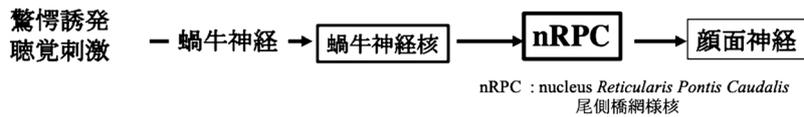


図4. 想定される驚愕反射の神経回路

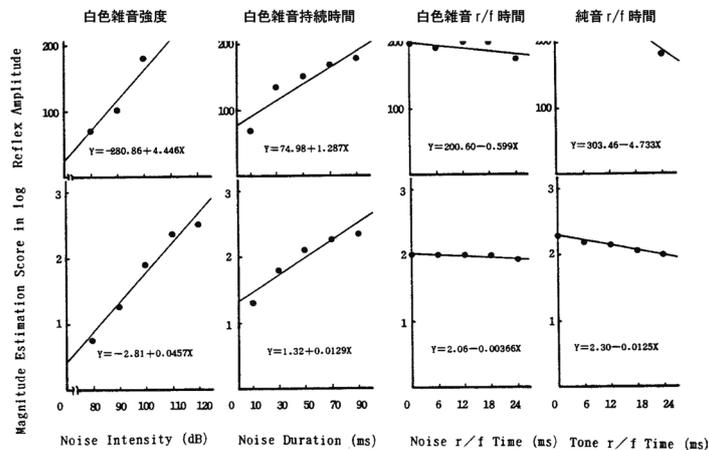


図5. 反射誘発刺激の刺激特性と反射量との関係

山田 (1983)

を100としたマグニチュード推定法によってラウドネスを評定する。

5 慣れと二重刺激効果

驚愕性瞬目反射は、誘発刺激を反復提示すると、他の驚愕反応成分が完全に消失した後でも誘発され続け、なかなか消失しないので、脊椎動物固有の最も原始的な防御反射の一つとみなされている。

とはいえ反射量は誘発刺激の繰り返し提示によって減弱し、慣れ (habituation) の効果が現れる。実験上繰り返し驚愕誘発刺激を提示する必要がある場合は、試行間隔 (ITI: inter trial interval) を30s以上とし、刺激提示が予測できないようにISIを変動させるなどの工夫が必要となる。これは、2つの反射誘発刺激を数秒の間隔をあけて提示すると第二刺激に対する反射量が減じる「二重刺激効果」が、回復するのに必要な時間である。二重刺激効果では、刺激間の間隔が長くなるにつれて第二刺激に対する反射量が指数関数的に回復する (山田, 1993)。

6 条件づけ

心理学の分野では、角膜への空気の吹き付け刺激による防御性瞬目反射を無条件刺激とした古典的条件づけ研究が伝統的に用いられている。驚愕性瞬目反射は、角膜を直接刺激しないので、古典的条件づけの研究文脈では異質なものとみなされてきた。それでも、驚愕

誘発刺激に先行させて微弱な刺激を繰り返し対提示する実験操作を続けると、驚愕反射の古典的条件づけは形成される。

7 驚愕PPI：プレパルス抑制

驚愕反射誘発刺激に、それ自体では反射を誘発しない微弱な刺激を先行付加すると、二つの刺激の時間間隔 (SOA: stimulus onset asynchrony) が数十msから200msだと反射量が減少する。これをPPI (prepulse inhibition) と呼ぶ。逆にSOAが1sに延長すると反射抑制は消え逆に促進する現象PPF (prepulse facilitation) が現れる (山田, 2007)。図6にPPIとPPFの刺激関係を図示する。本論では、PPIに焦点を当てて論じる。

7-1 驚愕PPIと注意前処理過程

PPIは中枢神経系の注意前処理過程 (preattentive processing) が関与するとされる (Graham, 1975; Graham, et. al., 1975; 山田・宮田, 1979)。注意前処理過程とは、感覚刺激の自動調節過程であり、積極的な注意の関与を必要とせず、大量の情報の中から必要な情報だけを選択する自動処理であると仮定される。中枢神経系への過剰な情報入力を制限し、運動出力の混乱を防ぐ安全弁の役割を果たす制御装置と考えられ、感覚—運動ゲーティング仮説 (Sensory-Motor Gating hypothesis) と呼ばれている。図7に想定されるPPIの神経機序を図示するように、PPIの中枢は被蓋とさ

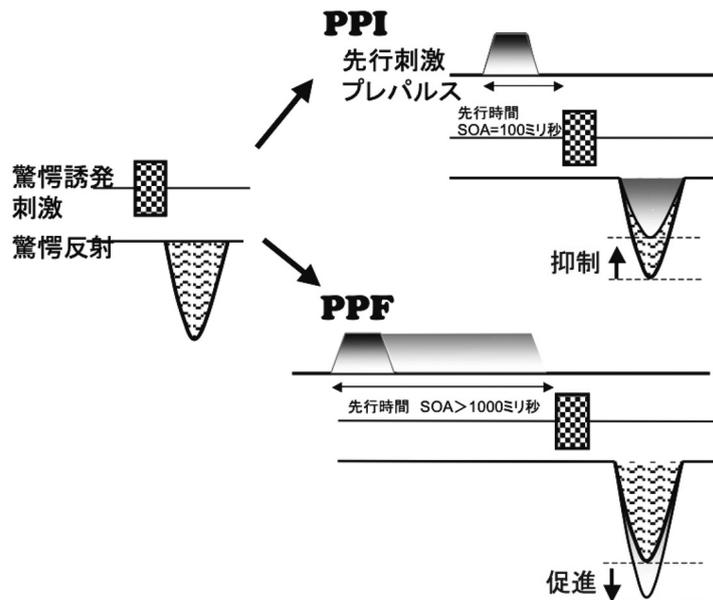


図6. PPIとPPFの刺激関係

PPIでは先行刺激プレパルスと反射誘発刺激の時間間隔は100ms前後。
PPFでは先行刺激と反射誘発刺激の時間間隔は1000ms以上

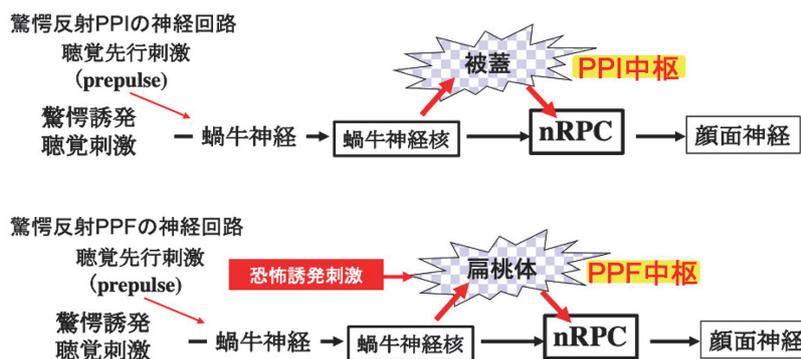


図 7. 想定される PPI 効果および PPF の神経回路

統合失調症者の驚愕反射PPI失調の想定される神経回路

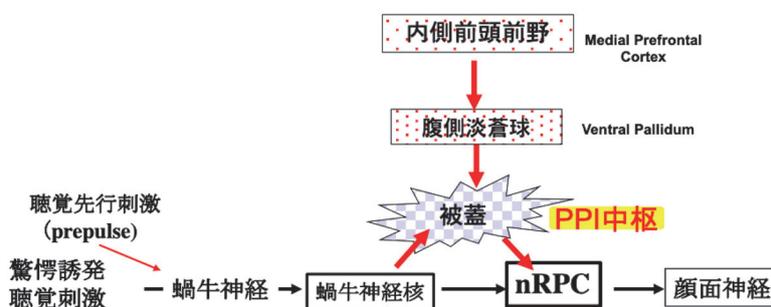


図 8. 想定される統合失調症患者にみられる PPI 欠損の神経回路

れている。

7-2 統合失調症の PPI 欠損

Braff, et. al (1978) は、統合失調症 (schizophrenia) の患者グループの PPI 測定をおこない、統合失調症以外の疾患患者や正常統制群に比べて PPI 効果が減弱ないし消失する事例のあることを報告した。臨床像から統合失調症はまさに注意前処理過程の障害か想定されることから、PPI の欠損が統合失調症のバイオマーカーかと期待されている。

注意前処理過程に欠損があると推定される他の精神疾患患者を対象とした PPI の比較研究もなされ、また統合失調症の症状改善効果が期待される薬物の投与による PPI 比較研究がなされることとなった。

不治の病とされてきた統合失調症も、症状緩和に効果的な薬が開発され、投薬によるコントロールが可能となってきたので、統合失調症患者の PPI 欠損が、新薬によって改善すれば治療薬として期待できる。

行動薬理学の分野ではラットの驚愕反応を指標として PPI 欠損が生じる条件が探索された。ヒトの統合失調症の動物モデルとして、新薬の効果を試すことができるからである。動物モデルで効果を見出し、ヒト

に適用して効果ならびに安全性を確保する新薬開発研究が続けられた。

最新のレビューによると、PPI 欠損は統合失調症のバイオマーカーとして確立したとはまだ言い切れないという。肯定する研究成果もあれば、否定する結果もあり、未だ問題は解決してはいないからである。

我が国においても、Kunugi, et. al. (2007) は統合失調症患者と正常者の PPI を比較し、同様の結果を報告している。

図 8 に PPI と統合失調症患者にみられる PPI 欠損の想定される神経回路を図式的に示しておく。

7-3 ニコチン依存の PPI

Postma, et. al. (2006) はニコチンの PPI への影響を、正常者および統合失調症患者で検討した。Woznica, et. al. 2009 は、統合失調症患者の PPI 欠損が、喫煙 (ニコチン投与) によって変容を受けると報告した。

筆者らのニコチンによる PPI への影響を言及できる資料について述べてみよう。

喫煙学生の禁煙実験

筆者らは大学での禁煙支援の一助として、大学生集団を対象として禁煙指導を系統的に実施してきた。そ

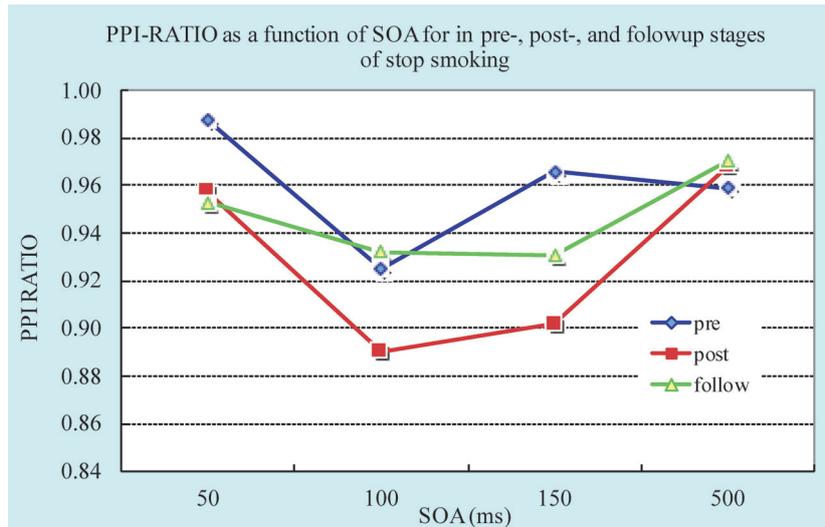


図 9. 1 週間の禁煙直前・1 週間経過後・フォローアップ 1 週間後の PPI 率
浅野ら (2010)

の中で、浅野ら (2010) は、喫煙習慣のある大学生 9 名を対象として、1 週間の禁煙を指示し、禁煙開始直前、禁煙継続 1 週間後、禁煙終了 1 週間後の 3 度、PPI 測定を行った。PPI の測定では、ヘッドフォンを介して強度 56 dB の白色雑音を提示しつづけた。プレパルスは強度 70 dB、持続時間 50 ms、r/f 時間 3 ms とし、反射誘発刺激は強度 100 dB、持続時間 50 ms、r/f 時間 1 ms 以下の白色雑音であった。刺激間隔 (SOA) は 50 ms、100 ms、150 ms、および 500 ms の 4 種とし、プレパルスのない統制条件を加えた計 5 条件を 1 ブロックとし、5 ブロックを 5×5 のラテン方格に従って計 25 試行、擬似ランダム順に提示した。試行間隔は 30 ± 10 s の平均 30 s とした。測定はニホンサンテック社製可搬型 PPI システム (Map1155SYS) を用い、刺激制御と反応計測を行った。眼輪筋 EMG は被験者の左目下眼瞼下方 1 cm、および左目外眼角外側 1 cm に装着した使い捨て電極 (Ampu 社製ブルーセンサー N-00-M) より導出され増幅記録された。反射誘発刺激の開始後 20-120 ms 以内の EMG 積分値を反射量とした。

被験者は毎測定前に呼気中 CO 検査と身体依存尺度 FTND を受け、シールドルーム入室後 1 min の休憩を経て課題に臨んだ。

被験者はリクライニングシートに座し、前方約 1.5 m に設置された床上の固視点を常に注視し、反射誘発刺激の提示の都度、基準音を 100 とした主観的驚愕度のマグニチュード推定値を口頭で報告するよう求められた。基準音は実験開始直後に 3 回、10 s 間隔で提示された。

図 9 は、プレパルスが提示されない統制条件の反射

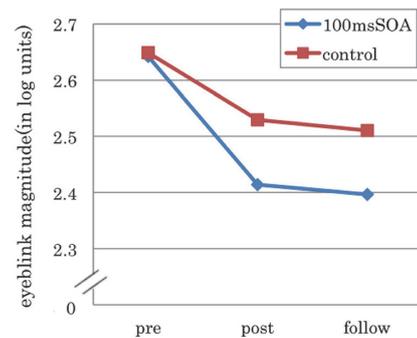


図 10. 統合失調症患者における禁煙導入後の PPI 復活
田中ら (2012)

量を 1 とした比を PPI 率として被験者間の平均値を禁煙前・中・後別に図示したものである。PPI 率が 1 より小さいと抑制効果強いことを示す。禁煙後は 100 ms-150 ms の SOA 条件で PPI 率 0.89-0.9 と抑制効果が認められるが、禁煙前の喫煙中および禁煙期間終了後の PPI 率は禁煙後よりも高く、抑制効果が少ない。ニコチンの摂取によって PPI 欠損が生じていることがわかる。

統合失調症患者の禁煙と PPI

われわれはまた、喫煙中の統合失調症患者 4 名の同意を得て、禁煙指導による禁煙をはじめる前、禁煙当日、および禁煙 8 日後の 4 回、100 ms の SOA 条件とプレパルスのない統制条件を 4 試行ずつ提示し、両条件の反射量を測定して PPI 効果の変化を検討する機会を得た (田中ら、2012)。

図 10 はプレパルス条件と統制条件の平均反射量を禁煙前・後・8 日後別に図示した。喫煙中の反射量で

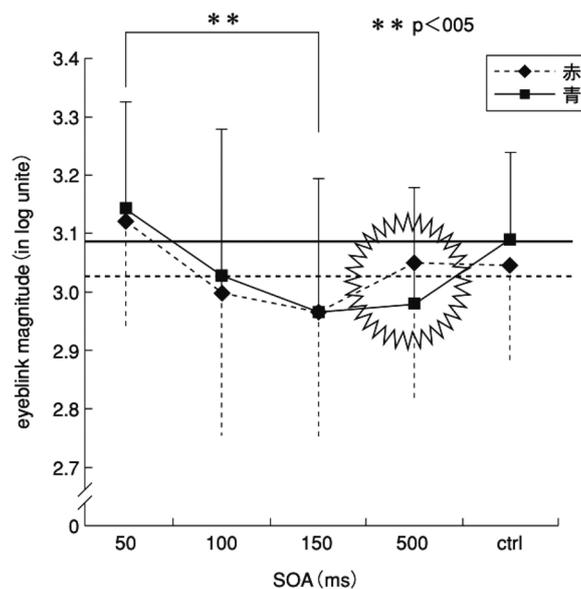


図 11. 視覚プレパルスによる PPI 効果：青色光の優位
山田ら (2011)

はプレパルス条件と統制条件で差はないが、禁煙後、および 8 日後にかけて抑制効果が認められた。喫煙量や向精神薬の処方量が反射量そのものに影響している可能性はあるが、ニコチンによる PPI 阻害効果は投薬中の統合失調症患者でも認められた。

他の症例の PPI

注意過程に障害のある ADHD や薬物依存の症例を対象として PPI が測定されている。

ADHD の PPI：ADHD の臨床像は統合失調症の特徴と類似しているので、PPI 欠損は認められるが、強い音刺激を小児に適用するには工夫が必要である。とはいえ、小児 ADHD 患者では PPI 欠損は認められるという点では一致している。しかし成人 ADHD 患者では PPI の消長に差はないという報告があり一貫した結果は得られていないようである (Feifel, Minasian & Perry, 2009)

Blumenthal & Creps (1994) は統合失調症患者ではないが精神病質の正常成人を被験者として、fMRI を用いて PPI 効果を比較検討した。その結果、両群間で PPI 効果に差を認めなかった。

8 注意と PPI

筆者らは視覚プレパルスを用いて PPI を観察し、青色が PPI に及ぼす効果を検討した (山田ら、2010)。プレパルスへの課題負荷によって PPI 効果は増強すること (Yamada & Miyata, 1985)、食品の映像をプレパルスにすると空腹時の PPI 効果が食後よりも強いこと (Luthy, et al., 2003) などから、プレパルスの注

意喚起効果が PPI 効果を強めると考えられる。そこで青色 LED と赤色 LED をプレパルスとして用い、PPI 効果を比較し、どちらの色がより注意を喚起するかを検討した。実験協力者は、21 ~ 22 歳 (平均 21.3 ± 0.49 歳) のボランティアの大学生 12 名 (男 6 名、女 6 名) であった。視覚プレパルスとして、赤色と青色の発光ダイオード (LED: light emitted diode) を用いた。これら刺激は被験者の前方 1m の白色スクリーン上に設置された。実験室内の照明をおとし、暗黒下で実験はおこなわれた。

反射誘発刺激は 110 dB の白色雑音で、r/f 時間は 0 ms、持続時間は 50 ms に設定した。聴覚刺激はヘッドフォンを介して実験協力者の両耳に提示された。実験中ヘッドフォンからは、55 dB の白色雑音が流されていた。

プレパルスと反射誘発刺激の時間制御は、ニホンサンテック社製可搬型 PPI システム (Map1158) を用い、LED の提示にはプレパルス外部トリガー信号を自作 LED 点灯装置に入力し、持続時間 50 ms で LED を点灯させた。

視覚プレパルスと驚愕反射誘発刺激の時間間隔 SOA は、50 ms、100 ms、150 ms、500 ms の 4 種とし、プレパルスが付加されない統制条件を合わせた計 5 条件が 1 ブロック内ですべて与えられ、かつ順序を入れ替えて 5 ブロック提示した。提示順序は、5×5 のラテン方格に従った。試行間間隔は平均 30 s で 25 s ~ 35 s に無作為に変化させた。

図 11 に、プレパルスの色 (青・赤) 条件別に、驚愕性瞬目反射量の平均値と標準偏差値を SOA 条件の

関数として示した。両色条件のコントロール条件を実線と波線で示した。

青色は100ms-500msのSOA条件では抑制効果が認められるが、赤色では500msのSOA条件では抑制効果は認められていない。青色は赤色より強い注意喚起効果を示すことが、PPIの増強効果として観察されたといえよう。

9 今後の課題

fMRIを用いてPPIの神経機構を探る研究が行われている(Kumari, Antonova & Geyer, 2020)。彼らは精神病質の正常成人を被験者として、PPIを比較した。驚愕反射の誘発に強音の使用を控える必要上、空気の吹き付け刺激を代替刺激として使うなど、測定前の問題が拭えていない。

PPIは、感覚入力が中枢に過剰に転送されるのを防ぐ安全弁の役割であり、小動物からヒトに至る多くの種で共通の神経基盤が想定される。

臨床研究のみならず、PPIの解明に関わる生理心理学的基礎研究が今後も必要である。

《謝 辞》

本論文に引用した筆者関係の著書・論文・学会発表に関わった全ての共同研究者の皆様に感謝いたします。

《利益相反》

本論文に関して、開示すべき利益相反はない。

《引用文献》

- 浅野陽子・中野真一・山田富美雄 2010 喫煙者におけるニコチン離断症状とPPI. 関西心理学会第122回大会、2010年11月7日、神戸(兵庫医療大学)
- Blumenthal, T., D. & Creps, C.L. Normal startle responding in psychosis-prone college students *Personality and Individual Differences*, 1994, 17(3), 345-355
- Blumenthal, T.D., Cuthber, B.N., Filion, D.L., Hackley, S., Lipp, O.V., & Boxtel, A.V. Committee report: Guidelines for human startle eyeblink electromyographic studies. *Psychophysiology*, 2005, 42, 1-15
- Braff, D., Stone, C., Callaway, N., Geyer, M., Glick, I,

- & Bali, L. 1978 Prestimulus effects on human startle reflex in normals and schizophrenics. *Psychophysiology*, 15, 339-343
- Cason, H. 1922 The conditioned eyelid response. *Journal of Experimental Psychology*, 5, 153-196
- Eaton, R.C. *Neural Mechanisms of Startle Behavior*, 1994, Springer
- Feifel, D., Minassian, A., & Perry, W. 2009 Prepulse inhibition of startle in adults with ADHD. *Journal of Psychiatric Research*, 43(4), 484-489
- Graham, F.K., 1975 The more or less startling effects of weak prestimulation. *Psychophysiology*, 12, 238-248
- Graham, F.K., Putnam, L.E., Leavitt, L.A., 1975 Lead-stimulation effects on human cardiac orienting and blink reflexes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 104, 161-169
- Hoffman, H., Fleshler, M. 1963 Startle reaction: Modification by background acoustic stimulation. *Science*, 141, 928-930
- Ison, J.R., & Hammond, G.R. 1971 Modification of the startle reflex in the rat by changes in the auditory and visual environments. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 75, 435-452
- Kumari, V., Antonova, E. & Geyer, M.A. 2020 Prepulse inhibition and "psychosis-proneness" in healthy individuals: An fMRI study. Published online by Cambridge University Press: 2020, 16 April
- Kunugi, H., Tanaka, M., Hori, H., Hashimoto, R., Saitoh, O., & Hironaka, N. 2007 Prepulse inhibition of acoustic startle in Japanese patients with chronic schizophrenia. *Neuroscience Research*, 59(1), 23-8
- Landis, C., & Hunt, W.A. 1939 *The startle pattern*. New York: Farrar Rinehart
- Luthy, M., Blumenthal, T., Langewitz, W., Kiss, A., Keller, U., & Schachinger, H. 2003 Prepulse inhibition of the human startle eye blink response by visual food cues. *Appetite*, 41(2): 191-195
- 中野真一・田中邦彦・山田富美雄 2007 驚愕性瞬目反射と主観的驚愕度に及ぼす刺激特性の効果再考」第15回まばたき研究会、2007年3月24日、東京(東京大学)
- Postma, P., Gray, J.A., Sharma, T., Geyer, M., Mehrotra, R., Das, M., Zachariah, E., Hines, M.,

- Williams, S.C.R., & Kumari, V. 2006 A behavioural and functional neuroimaging investigation into the effects of nicotine on sensorimotor gating in healthy subjects and persons with schizophrenia. *Psychopharmacology*, 184, 589-599
- 田中邦彦・山田富美雄 2005 マルチトリガーシステムと Signal Basic Light を用いた驚愕性瞬目反射の実験システム 生理心理学と精神生理学, 2005, 23(2), 117 (第23回日本生理心理学大会抄録)
- 田中邦彦・浅野陽子・山田富美雄 2012 統合失調症患者の喫煙時と禁煙時のPPIの変化 第30回日本生理心理学会, 2012年5月3日、北海道(北海道大学)
- Woznica, A.A., Sacco, K.A., & George, T.P. 2009 Prepulse inhibition deficits in schizophrenia are modified by smoking status. *Schizophr. Res.*, 112(1-3): 86-90
- 山田富美雄 1983 聴覚誘発眼輪筋反射と主観的驚愕度におよぼす誘発刺激の刺激特性の効果. 生理心理学と精神生理学, 1(1), 11-18
- 山田富美雄 1993 瞬目反射の先行刺激効果: その心理学的意義と応用, 多賀出版
- 山田富美雄 2002 瞬目による感性の評価: 驚愕性瞬目反射と自発性瞬目による感情評価. 心理学評論, 45(1), 20-32
- 山田富美雄 2009 プレパルス抑制. 分子精神医学, 2009, 9(4), 359-363
- 山田富美雄・宮田 洋 1979 ヒトの驚愕性瞬目反射におよぼす先行刺激効果. 心理学研究, 1979, 49(6), 349-356
- Yamada, F., & Miyata, Y. 1985 Enhancement of the lead-stimulus inhibition induced by key-pressing to SI. *Annual Report of Kansai College of Acupuncture Medicine*, 1, 9-13
- 山田富美雄・中野真一・田中邦彦・箱井英寿 驚愕性瞬目反射の視覚プレパルス抑制における青色光の優位性 大阪人間科学大学紀要, 2010, 10, 93-99
- 山田富美雄・中山 誠・宮田 洋 1983 反射喚起と先行刺激抑制効果の独立性: ヒトの驚愕性瞬目反射を指標として. 心理学研究, 53(6), 383-386
- Yamada, F., Yamasaki, K., & Miyata, Y. 1979 Lead-stimulation effects on human startle eyeblink recorded by an electrode hookup. *Japanese Psychological Research*, 21(4), 174-180
- Yamada, F., Yamasaki, K., Nakayama, M., & Miyata, Y. 1980 Distribution of eyeblink amplitude recorded by an electrode hookup: Re-examination. *Perceptual and Motor Skills*, 51(1), 1283-1287

《連絡先》

山田富美雄
〒582-0026 大阪府柏原市旭ヶ丘3丁目11-1
関西福祉科学大学 名誉教授
E-mail: yamada@tamateyama.ac.jp
(2022年11月1日受付, 2022年11月7日採用決定, 討論受付期限2023年10月末日)