

驚愕プローブパラダイムによる感情研究

山田 富美雄*

RESEARCH ON EMOTION WITH STARTLE PROBE PARADIGM

Fumio YAMADA

Abstract

Blinking is the rapid opening and closing movement of the eyelid to protect the eye, which is the visual organ. Blinking prevents the contamination of foreign substances by its movement. This is a corneal reflex in response to contact with the cornea or blowing air, and it can be confirmed until brain death due to a decrease in the level of consciousness (Tata, Yamada, Fukuda, 1993; Sakata, Yamada, 2017).

The “startle eyeblink reflex” is evoked by sudden, loud auditory stimuli. Since the startle reflex is stimulated by unpleasant emotions and moods and inhibited by pleasant emotions, the “startle probe paradigm” is used as a multifaceted method for evaluating human emotional states.

In this article, we review the history of research on quantitative evaluation of emotions and moods using the startle probe paradigm. We also describe our original study using olfactory stimuli as emotion-evoking stimuli. In addition, we review studies on drugs, genotypes, and gender differences that modulate baseline affect.

キーワード: 驚愕反射, 感情, 気分, 快—不快

Key words: *startle reflex, emotion, mood, pleasantness-unpleasantness*

1 はじめに

まばたきとは、視覚器官である目を保護するための眼瞼 (eyelid) の急速な開閉運動である。まばたきは異物の混入をその運動によって未然に防ぐ。これは角膜への接触や、空気の吹き付けに対する角膜反射であり、意識水準が低下して脳死に至るまで確認できる(田多・山田・福田、1993; 坂田・山田 2017)。

驚愕性瞬目反射 (startle eyeblink reflex) は、急峻で大音量の聴覚刺激によって誘発される。驚愕反射が、不快感情・気分によって促進し、快感情によって抑制されることから、ヒトの感情状態を多角的に評価する手法として「驚愕プローブパラダイム (startle probe paradigm)」が重用されている。

本論文では、驚愕プローブパラダイムを用いて感情 (emotion) や気分 (mood) を定量的に評価するための研究史を概観し、筆者らの嗅覚刺激を感情惹起刺激

とした研究を解説する。さらにベースライン感情を調整する薬物や、遺伝子型、性差に関する研究を概観する。

1.1 驚愕性瞬目反射

驚愕性瞬目反射 (startle eyeblink reflex) は、まばたき反射の中でも、突然提示される大音量の音刺激によって誘発される反射性瞬目である。びっくり反射とも呼ばれ、雷や爆発のような突然の大きな空気の振動を誘発源とする。刺激開始から僅か数十 ms で瞬目の作動筋 (眼輪筋) が活動をはじめ、顔面表情変化 (表情筋の収縮)、頸部～四肢屈曲へと一連の反応が続く (Landis & Hunt, 1939)。

驚愕性瞬目反射は、脊椎動物全ての種で見られる驚愕反応 (startle reaction) の構成成分で、環境の急変に対する適応的逃避反応 (defensive response) に属する。生命の危機を至急に察知し回避行動 (avoidance behavior) の先駆けを果たす。驚愕誘発刺激の反復による慣れは少ない。

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

1.2 システマティックな驚愕反射研究

反射誘発刺激の直前 100 ms に微弱な刺激を付加すると反射が抑制を受ける。これは PPI (Prepulse Inhibition) と名づけられて厳密な実験評価がなされてきた (山田, 2022)。PPI の研究文脈から本論のテーマとなる PPF (prepulse facilitation) が生まれ、P. Lang がこれを「驚愕プローブ・パラダイム (startle probe paradigm)」と名付けて精神医学領域に広め、不安 (anxiety) や鬱 (depression) などの精神症状を客観的・多角的に定量評価するツールとして活用された。心理学の分野では、驚愕プローブパラダイムの利用で、不快感や快適性といった感情が他覚的に測定されることがおおいに期待された (山田, 2001; 2002)。不安や鬱の自覚症状の査定に使う質問紙に、「神経過敏ですか?」や「小さな物音にビクッとしますか?」などの問いが含まれるが、これらは驚愕反射を自覚的に表現したものであり、感情や気分の障害が驚愕の増強のサインであることを意味しているからである。

1.3 驚愕プローブパラダイム

図 1 に、文献データベース PubMed から、「startle probe」をキーワードとして検索した結果を図示する。2023 年 6 月 30 日現在、545 件がヒットした。そのうち、RCT 実験計画法に準ずる研究は 48 件 (実験室実験に従った臨床事例も含む) であった。図 1 の論文数の変動は、Graham (1975) のヒトを用いた驚愕性瞬目反射に関するレビュー論文を第 1 期の開始とし、それを引用する Lang, Bradle, & Cuthbert (1990) の驚愕プ

ローブパラダイム研究旗揚げ論文に続く第 2 期、そして 2000 年台以降の感情を調節する薬物研究の第 3 期と連なる様子がみられる。論文総数は 2000 年をピークとして次第に減少傾向を示している。

本論においては感情を「快—不快」であらわされる 1 次元として捉える。快 (pleasantness) とは「笑い」、「幸福感」、「楽しみ」、「リラックス」、「快樂」などのポジティブ感情 (positive emotion) を指す。一方の不快 (unpleasantness) とは、「怒り」、「悲しみ」、「不安」、「恐怖」、「恨み」などのネガティブ感情 (negative emotion) を指す。図 2 に示す模式図は、これらの感情を、環境操作によって惹起し、目指す感情状態の下で驚愕誘発刺激を提示し、反射量を測定するというのが標準的な驚愕プローブパラダイムの実験設定を示す。

1.4 驚愕反射の測定法

驚愕プローブパラダイムで測定されるヒトの驚愕反射は、瞬目の主動筋である眼輪筋 EMG 活動を積分処理することによって定量化できる。これらは PPI 測定 of 標準 (山田, 1983; Blumenthal et al., 2005) と同一である。

標準的な驚愕誘発刺激は、強度 95 dB 以上の急峻な突発音で、持続時間は 50 ms、rise/fall (立ち上がり・立ち下がり) 時間は 3 ms 以下で、ヘッドフォンを介して被験者の両耳に提示される。音源が全可聴域を均等に含む白色雑音 (white noise) が用いられる。

実験では、誘発刺激が単独で提示されるコントロール試行と、3 種の感情を惹起する刺激提示中に反射誘

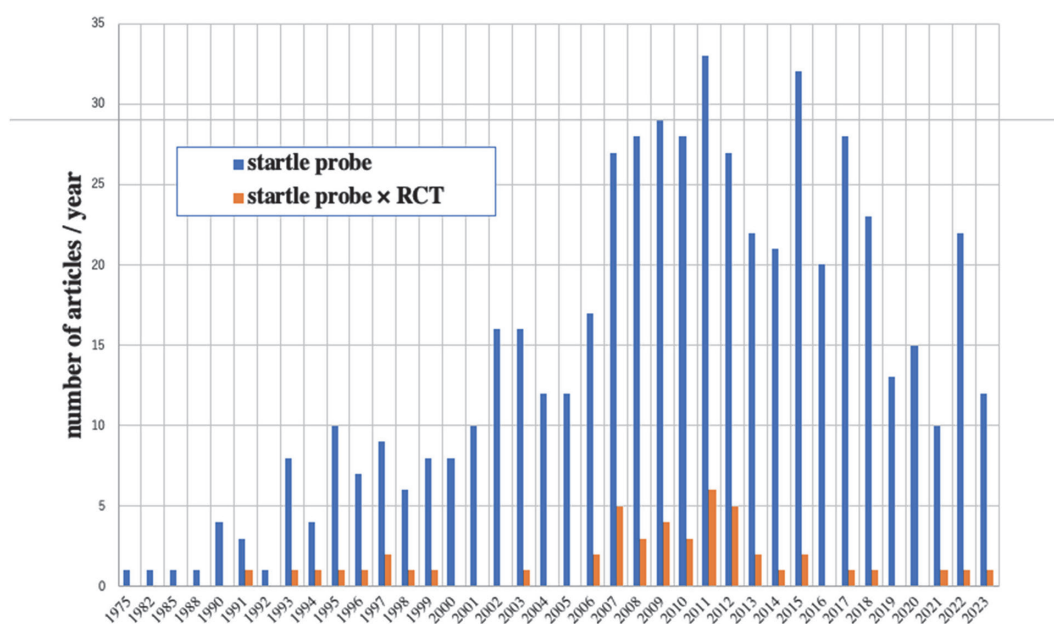


図 1. 驚愕プローブパラダイムの研究論文数の推移

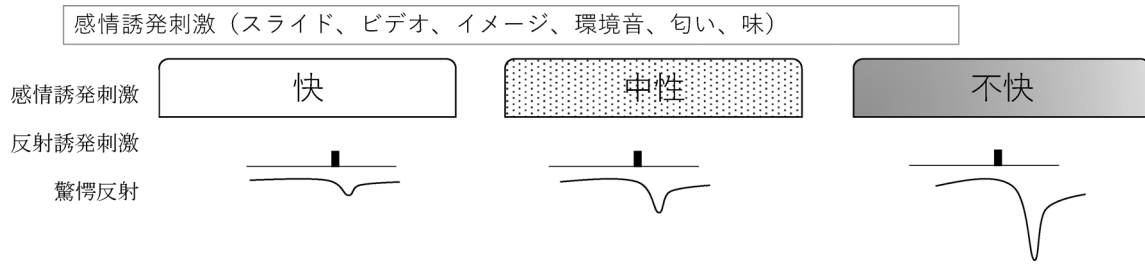


図 2. 驚愕プローブパラダイムの模式図

発刺激を挿入提示される実験試行が組み合わされる。各刺激条件の出現頻度はカウンターバランスされて複数回繰り返し提示される。

実験条件においては刺激提示時間が 10s であれば、刺激開始の 2s、4s、6s 後、8s 後にランダムな間隔で誘発刺激が提示される。データ処理は、被験者内で各条件の眼輪筋 EMG 積分値の平均値を求めた後、被験者間でグループ平均値を求め、分散分析によって統計的に刺激条件の差などが評価される。

2 驚愕プローブパラダイムによる感情の評価

驚愕プローブパラダイムの実験では、被験者の感情を操作するための、快感情と不快感情を作り出す必要がある。感情を惹起する感覚属性 (sensory modality) は、視覚刺激を用いるのが常套手段である。

2.1 視覚刺激が惹起する感情

Lang らは 600 数十枚からなる感情誘発のための標準化スライド刺激データベースを作成し (Lang, Ohman, & Vitel, 1988; Greenwald, Cook, & Lang, 1988)、これらスライド刺激データベースから選ばれた快・中性・不快誘発刺激セットを選び、3 種のスライド提示中に驚愕性瞬目反射を計測した。快スライドには美しい景色や性的な映像を、不快スライドには犯罪を暗示する映像や恐ろしい顔表情を含んでいた。中性スライドは草原の風景や静物が含まれていた。快、中性、不快の 3 群に分類された合計 36 枚のスライド刺激を用い、スライド刺激提示中の驚愕性瞬目反射は、快スライド提示中は反射抑制が、不快スライド提示中は促進が認められた (Vrana, Spence, & Lang, 1988; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1990)。

2.2 イメージが惹起する感情

刺激を提示するのではなく、感情を惹起する心像 (image) によっても、快イメージで反射抑制が、不快イメージでは反射促進が認められた (Vrana & Lang, 1990)。例えば催眠導入による恐怖イメージに

よって反射は促進され (Aitken, Siddle, & Lipp, 1999; Hamm et al., 1991; 1993; 1997)、性的な興奮を惹起する快感情は反射を抑制した (Koukounas & Over, 2000)。薬物投与による快・不快気分下でも反射促進・抑制効果が得られた (Patrick, Berthot & Moore, 1996)。

こうした驚愕プローブ効果に関する初期の知見は、他の感覚刺激モダリティを用いても確認されている。

2.3 聴覚刺激が惹起する感情

筆者らは、環境音を感情惹起刺激として、同様の効果を確認した。デジタルサンプリングした環境音を、持続時間を 8s に編集し、大学生を対象として感情評価を行い、快音、中性音、不快音のグループに分類させた刺激セット (Shimai, Fukuda, & Terasaki, 1993) を用いた。

図 3 に大学生被験者 15 名を対象とした実験から得られた「平均主観的不快度評定値」を、評価値の低い快感情から、評価値の高い不快感情までを並べたものである。快音 8 種と不快音 8 種は見事に弁別されたが、中性音 8 種は快判断 6 種と不快判断が 2 種に分かれた。これら 24 種類の音源をランダムな順序で提示中に 110 dB の白色雑音に対する驚愕眼輪筋 EMG を計測した。

図 4 は、このようにして測定された驚愕誘発刺激後 20-120 ms 以内の眼輪筋 EMG の平均積分値を、感情条件別に集計したものである。快音、中性音、不快音の順に反射量は増加し、驚愕誘発刺激単独提示によるコントロール条件と比べて快条件では小さく、不快条件では大きかった Yamada Nakamura, Nagai, Nakagawa, & Miyata 1995)。

図 5 は、18 種類の環境音刺激の被験者間平均不快度評定値 (横軸) と被験者間平均 EMG 積分値 (縦軸) の散布図である。回帰直線は

$$y(\text{反射量}) = 8254.5 + 1058.7x(\text{不快度})$$

で表すことができ、相関係数は $r=0.53$ であった。

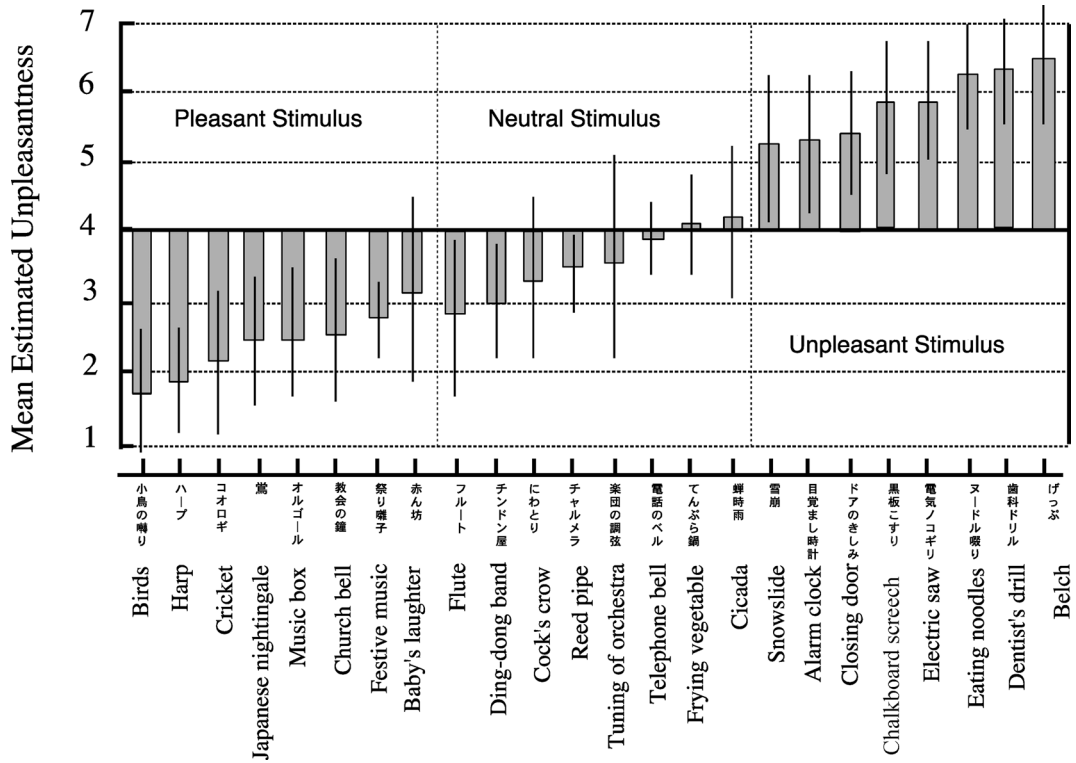


図 3. 環境音 24 種類の不快度 (平均± S.D.)

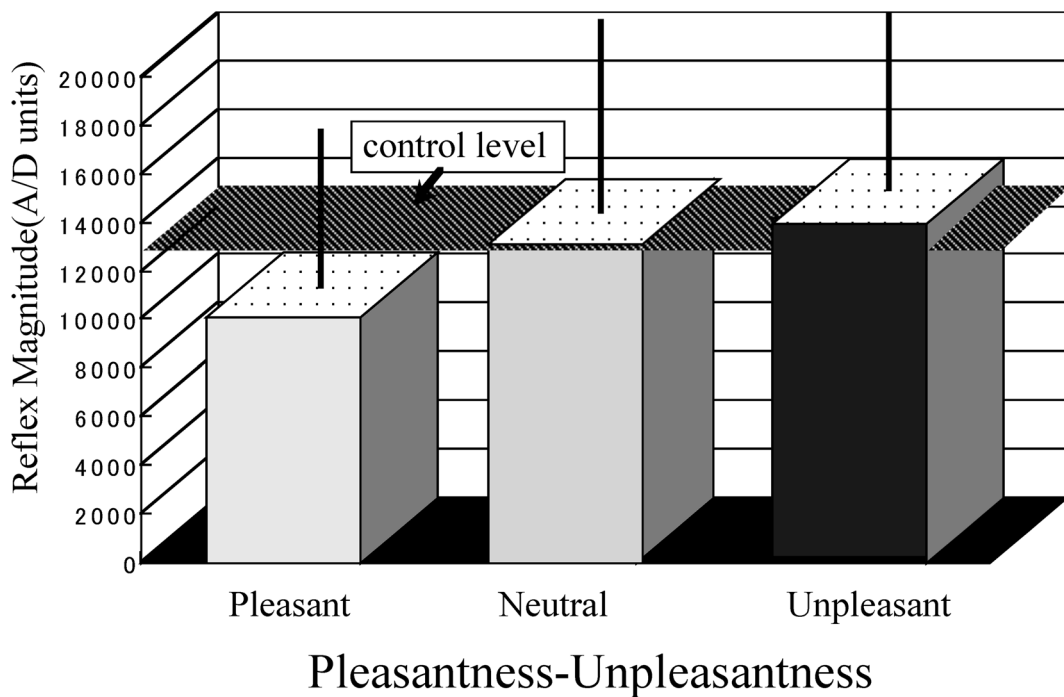


図 4. 環境音の不快度と驚愕性瞬目反射量

2.4 嗅覚刺激が惹起する感情

嗅覚刺激の惹起する快感情は、驚愕性瞬目反射を抑制し、逆に不快感情は促進することが示されている (Ehrlichman, Brown, Zhu, & Warrenburg, 1995;

Ehrlichman, Kuhl, Zhu, & Warrenburg, 1997; Miltner, Matjak, Braun, Diekmann, & Brody, 1994; 中村・永井・中川・山田, 1995; 永井・山田, 2002)。

筆者らは食品に添加される香料を刺激として、6s

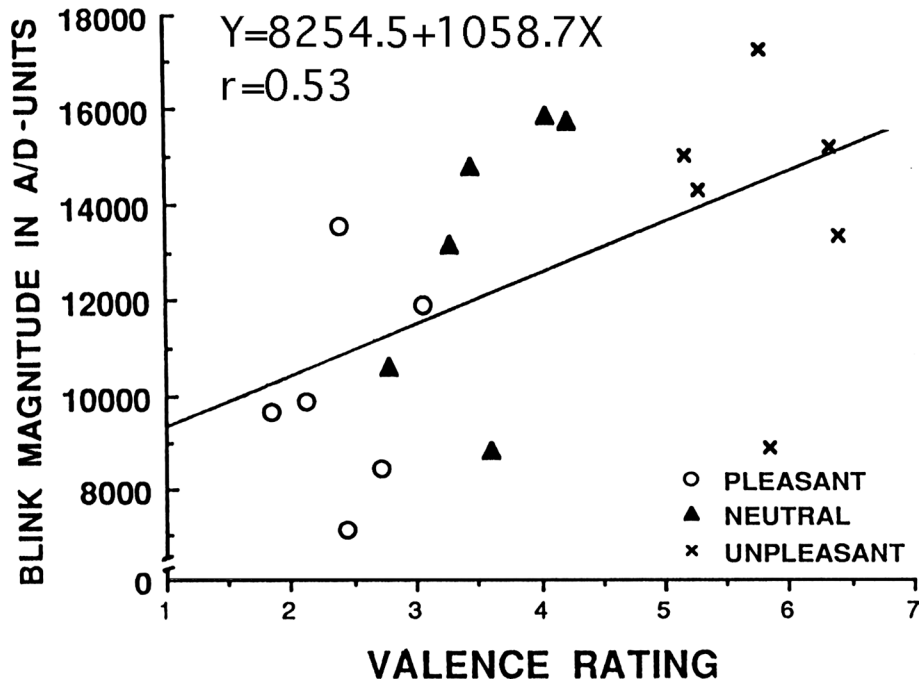


図5. 環境音の不快感（横軸）と驚愕反射量（縦軸）の散布図

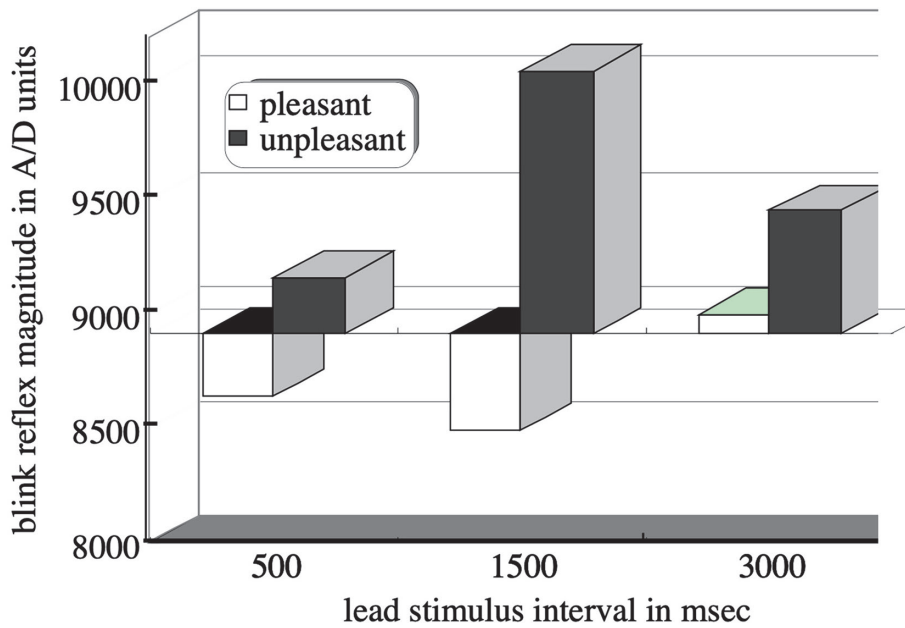


図6. 嗅覚刺激と驚愕誘発刺激の最適先行時間

間被験者の鼻部に噴霧する装置を用い、嗅覚刺激提示後 110 dB の白色雑音が提示されるまでの先行時間を 0.5s、1.5s、3s の 3 条件設け、快臭（バニラ、バナナ）、不快臭（ポークアシッド、メントイコ）ならびに無臭エア条件間で驚愕性瞬目反射量を比較したところ、快刺激が不快刺激よりも反射量は小さいが、その差が最も際立つ先行時間は 1.5s であることがわかった (Yamada & Nagai, 1997)。

さらに我々は、6 種の嗅覚刺激から 1 つを選んで自動的に被験者の鼻腔粘膜に噴射されるように、呼吸活動モニターしつつ、吸気の開始を検出し、これに連動して噴射が行える装置を開発し一連の研究を行なった (図 7: 百々・畑・増本・山口・永井・山田・外池, 2002; 山田・百々・外池・増本・永井・山口 2003; Yamada, Dodo, Masumoto, Nagai & Tonoike, 2004)。用いられた匂いは、快臭としてチョコレート臭とバナ

ナ臭、不快臭としてポークアシッド臭とメンタイコ臭、コントロール臭は無臭エアとし、評価したい実験臭を含む6種であった。ここでは快-不快が未確認の国産のモルトウイスキーからアルコール分を除いた抽出臭を実験臭とした。

6条件がそれぞれ6試行、1minの試行間隔で順序をカウンターバランスして提示された。匂い刺激はパルス状となってチューブを伝ってマスクに到達し、鼻孔部に提示された。匂い刺激の提示は、被験者の呼気による弁の動きを光センサーで検知し、吸気に同期させた。匂い刺激6条件の提示順序は無作為とした。匂い刺激は吸気開始時点から2000ms間提示され、1500ms後に驚愕刺激が提示された(図8)。主観的の

快感評価は刺激終了400ms後に、匂い刺激に対する快-不快感情を「極めて快」を1、「極めて不快」を7とする7段階の視覚スケールを指で指し示すことによって回答させた。

図9に、匂い刺激条件ごとの不快度評定値と平均瞬目反射量とを図示する。

不快度：快臭であるバナナ臭(アミル)とチョコ臭は、無臭エア条件より不快度は低く、逆に不快臭であるポークアシッドとメンタイコ臭条件では大きかった。ウイスキー臭の不快度は無臭条件より高く不快臭に分類された。

驚愕反射：一方驚愕反射量では、快と評価されたアミルおよびチョコ臭は無臭エア条件より小さく(抑

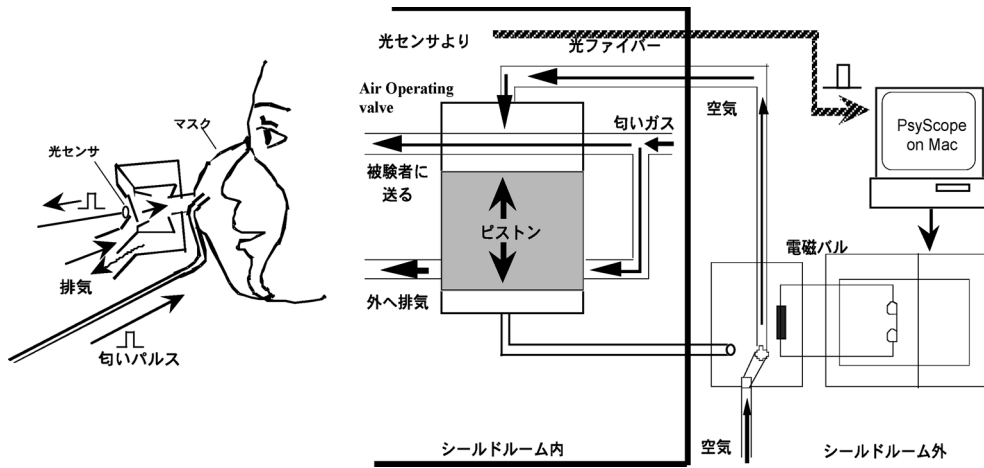


図7. 吸気に連動して匂い刺激を提示するための装置

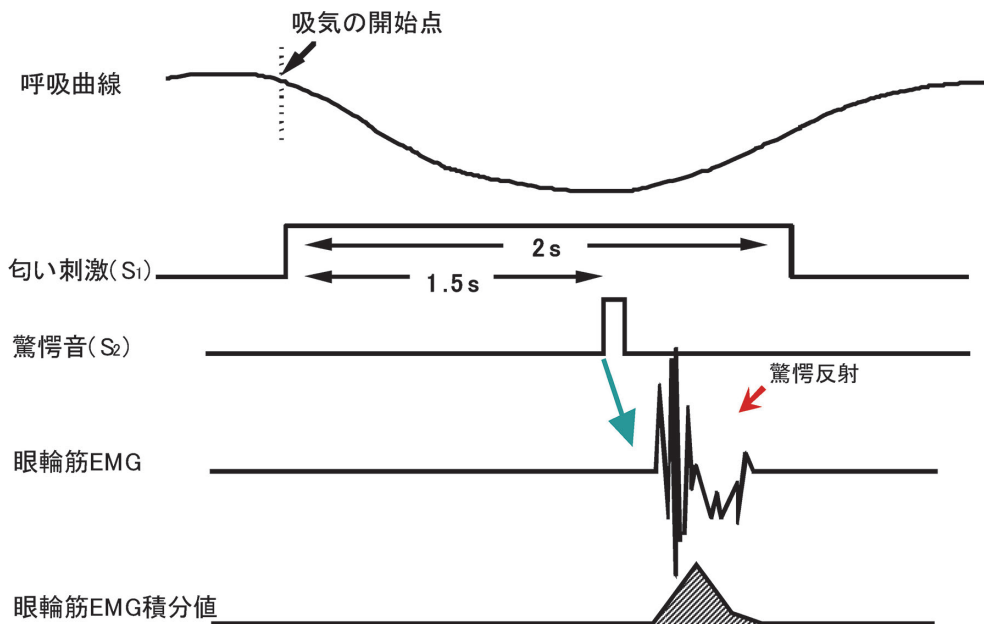


図8. 匂い刺激を用いた驚愕プローブパラダイムの実験の模式図

呼吸に同期して匂い刺激が提示される。驚愕音に対する眼輪筋EMGが測定される。

制)、逆に不快臭と評価されたポーク臭はとメンタイコ臭では無臭エア条件より大きく(促進)、明太子臭も若干無臭エア条件より大きかった。ウイスキー臭条件での驚愕反射量は、快臭と同様に無臭エア条件より小さく抑制された。

以上の結果は、驚愕プローブパラダイムによって嗅覚刺激によって惹起されるヒトの感情を他覚的に評価できることを示す。ウイスキー臭に対する応答において驚愕性瞬目反射と主観的評価とで逆の結果を示したことは、ウイスキーに固有の興味深い結果となった。

以上、視覚、聴覚、嗅覚と感覚モダリティは異なっても、惹起される感情が快のとき驚愕反射抑制が、不快のとき驚愕反射の促進が観察されることが示される。

3 背景感情操作と驚愕プローブ

快・不快感情の調整に関わる薬物や向精神薬を、RCTの手続きに従って措置された驚愕プローブパラダイムの実験を紹介する。図2に示した驚愕プローブ実験では、短期的な感情惹起の下で驚愕反射を評価したが、比較的長時間持続する背景感情を薬物などで惹起し、驚愕プローブ効果を評価しようとする。図10に、こうした研究手続きの模式図を示す。

多くの実験では、ヒトの顔面表情などのスライド刺激が多く使用され、これらによって短期間惹起される快、中性、不快感情の下で驚愕反射が測定される。薬物などの要因は長期にわたる背景感情を操作する目的で実験配置される。

3.1 薬物投与

ベンゾジアゼピナルプラゾラム Riba, Rodríguez-

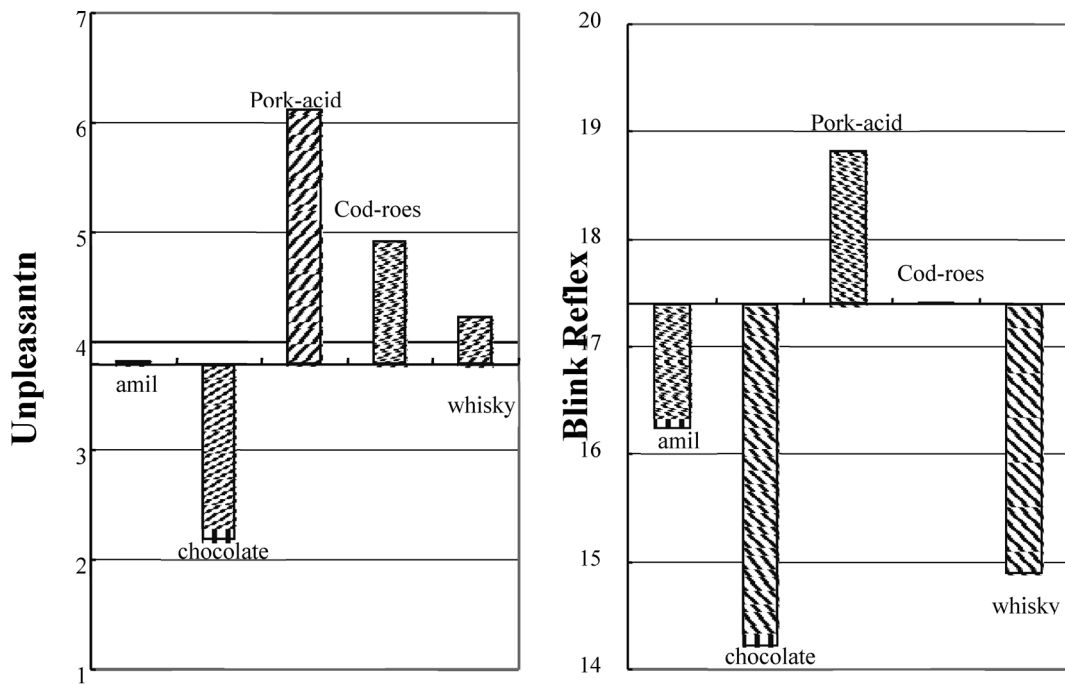
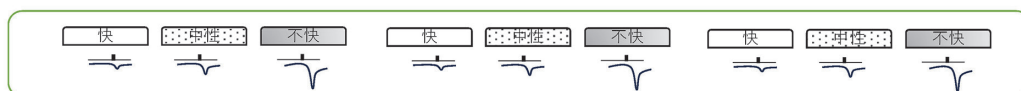


図9. 匂い刺激条件別不快度評価(左)と驚愕性瞬目反射(右)

実験処置(投薬、属性X)



コントロール(プラセボ、属性A)

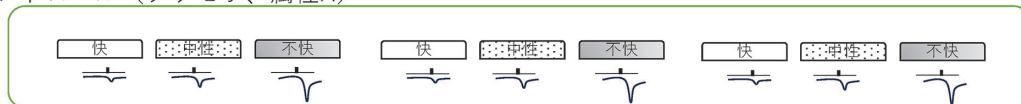


図10. 背景感情操作による驚愕プローブ効果の評価研究(RCT)

Fornells, Urbano, Morte, Antonijoan, & Barbanjo (2001) は、12名のボランティアにベンゾジアゼピンアロプラザラムおよびプレセボを0.25、0.5、1.0mg投与し、2時間後に視覚刺激による感情惹起下で驚愕プローブテストをおこなった。その結果、驚愕反射量は単独提示でも、ネガティブ感情惹起下でも、用量依存的に驚愕反射量は抑制した。また薬物の用量に依存した驚愕反射抑制効果は、ベースライン時にも現れた。

抗不安剤候補のアプレピタント Pringle, McTavish, Williams, Smith, Cowen, & Harmer (2011) は、健康なボランティアを対象に、NK1受容体拮抗作用をもつ抗不安剤候補のアプレピタント125mgを1週間投与し、顔面表情の異なるスライド提示中に驚愕反射を測定した。その結果、ネガティブな表情条件とポジティブな表情条件で驚愕反射量に差は認められず、ネガティブ表情による反射の増強効果はアプレピタントによってかき消されたと報告した。

抗うつ薬フルオキセチン Capitão, Murphy, Browning, Cowen, & Harmer (2015) は、選択的セロトニン再取り込み阻害薬 (SSRI) として知られる抗うつ薬フルオキセチンの効果を評価した。18歳から21歳までの男女ボランティア35名は、無作為にフルオキセチンとプレセボの20mg投与群に割り当てられ、投与から6時間後に驚愕プローブパラダイム検査が行われた。その結果、プレセボ群と比べフルオキセチン投与群では、怒りと悲しみ感情による驚愕反射増強効果は見られなかった。薬物によって怒り・悲しみという不快感情は抑えられた。しかしながら、主観的な気分評価に対するフルオキセチンの効果は認められなかった。

選択的セロトニン再取り込み阻害剤 (SSRI: シタロプラム) Browning, Reid, Cowen, Goodwin, Harmer (2007) は、シタロプラムを単回投与することで、健康な被験者の恐怖顔認識が増強されることを驚愕プローブパラダイムを用いて確認した。彼らは32人の健康ボランティアを、シタロプラム20mgの経口投与群かプレセボ投与群に二重盲検処置により無作為に割り当てた。被験者は、注意(視覚的プローブタスク)、知覚(顔の感情の分類)、記憶(感情記憶タスク)とともに、表情スライドによって惹起された感情のもとで驚愕反射が測定された。

その結果、シタロプラム投与群ではプレセボと比較して、恐怖顔の認識が改善され、ベースラインの驚愕反応が増加した。シタロプラム群はポジティブな言葉に対する注意バイアスも示した。以上から、急性経口

シタロプラムが健康ボランティアの不安関連刺激の情報処理をより活発に増加させたことを示唆する。その背景メカニズムは、SSRIが治療初期の鬱病患者が不安を強める傾向があることを示す知見と一致する。またSSRI治療によって生じる感情処理におけるポジティブなバイアスの一部が治療開始時に検出できる可能性があることも示唆していると彼らは結論づけている。

アゴメラチン Harmer, de Bodinat, Dawson, Dourish, Waldenmaier, Adams, Cowen, & Goodwin (2011) は、アゴメラチンが、健康なボランティアにおいて、ポジティブ感情とネガティブ感情処理の両方を促進することを驚愕プローブパラダイムを用いて実証した。彼らは48人のボランティアを対象として、7日間にわたってアゴメラチンとプレセボを25mgないし50mg投与し、8日目の朝、驚愕プローブ効果を評価した。その結果、アゴメラチンは主観的な悲しみ感情を低下させ、他者の悲しみ表情の認識を減少させ、ポジティブな感情記憶を改善し、表情刺激によって惹起される感情によって増強される驚愕反射を抑制した。

抗不安薬 Acheson, Stein, Paulus, Ravindran, Simmons, Lohr, & Risbrough (2012) は、不安感情を惹起する画像視聴の予期時に、驚愕反応が増強する効果を抗不安薬が沈静化することを驚愕プローブパラダイムを用いて検証した。ネガティブ、中性、ポジティブの3条件間で、驚愕反射量と主観的評価に差が認められた。ネガティブ感情惹起条件では、抗不安薬の効果が顕著にみられた。またすべての条件で驚愕反射量は投薬によって大幅に減じたが、嫌悪感情惹起条件での驚愕反射増強時に投薬の効果が出ることはなかった。

NK₁拮抗作用とセロトニン再取り込み阻害剤 Harmer, Dawson, Dourish, Favaron, Parsons, Fiore, Zucchetto, Bifone, Poggesi, Fernandes, AlexanderC, & Goodwin (2013) は、NK₁拮抗作用とセロトニン再取り込み阻害の組み合わせでヒトの感情処理が影響されることを、驚愕プローブパラダイムを用いて確認した。

ニコチン Robinson, Cinciripini, Tiffany, Carter, Lam, & Wetter (2006) は、喫煙成人のニコチン離脱症状を、驚愕プローブパラダイムを用いて評価した。12時間の禁煙(ニコチン離脱)後、ニコチン点鼻スプレーによる急性ニコチン摂取によって、感情惹起スライド提

示中の驚愕反射量は減少した。また女性喫煙者群では、ニコチンスプレーによって驚愕反射が増加したが、男性被験者群ではそのような効果は認められなかった。ニコチンは快感情を惹起し、ニコチン摂取の制限は感情状態を高めて驚愕反射を亢進させるが、ニコチン噴霧による快感情によって驚愕反射を抑えると彼らは考えた。

リモナバン Horder, Cowen, Di Simplicio, Browning, & Harmer (2009) は、カンナビノイド CBI アンタゴニストであるリモナバンを急性投与すると、健康ボランティアのポジティブな感情記憶が損なわれることを、驚愕プローブパラダイムを用いて明らかにした。

3.2 遺伝子型

感情に係る遺伝子型の違いによる驚愕プローブパラダイムの研究も複雑なされている。

脆弱 X 症候群 Ballinger, Cordeiro, Chavez, Hagerman, & Hessel (2014) は、FMR1 遺伝子の変異・欠損による脆弱 X 症候群における感情障害・知的障害群を対象として、顔面表情の異なるスライド刺激提示中の驚愕反射量を、3種の顔面表情間（笑顔、無表情、怒り顔）で比較した。その結果、正常者では笑顔条件より怒り顔条件で驚愕反射量が増したが、脆弱 X 症候群ではその差は小さかった。また、知的障害群よりも、顔面表情に惹起される感情は強く反応した。さらに、FXS 患者の間では、社会的回避の程度が、恐怖顔条件下の驚愕反射増強と有意な正の相関が認められた ($p < 0.05$)。彼らはこれを、人の顔面表情といった社会的刺激に対する扁桃体の反応性の違いによると考察している。

セロトントランスポーター遺伝子とニコチン欠乏 Minnix, Robinson, Lam, Carter, Foreman, Vandenberg, Tomlinson, Wetter, & Cinciripini (2011) は、5-ヒドロキシトリプタミン(セロトニン)トランスポーター関連多型領域 (5-HTTLPR) の遺伝子多型と、ニコチン欠乏時の驚愕反応の関係を、驚愕プローブパラダイムを用いて検討した。すなわち、遺伝子多型群では、ニコチン摂取が制限されている間に、急性ニコチンを鼻腔部に噴霧し、3種の感情惹起スライドを用いた驚愕プローブパラダイム実験を行った。その結果、L/L 型遺伝子をもつ喫煙者は、S/S ないし S/L 型遺伝子をもつ喫煙者よりも、ニコチンによる感情抑制効果が大きかった。恐怖に強い遺伝子型と考えられている L/L 型は、ニコチン(喫煙)によって恐怖事態に発動する防御システムの活性が大幅に低下することが示唆された。

3.3 性差

感情調節の性差は主にホルモンの動静によるが、驚愕プローブパラダイムをもちいた研究が報告されている。

月経前不快気分障害 Bannbers, Kask, Wikström, Risbrough, & Poromaa (2011) は、月経前不快気分障害の患者は、対照被験者と比較し、黄体期後期の期待時驚愕調節が増加することを、驚愕プローブパラダイムを用いて確認した。

セロトニン前駆体 L-トリプトファン (TRP) Murphy, Longhitano, Ayres, Cowen, & Harmer (2006) は、セロトニン前駆体 L-トリプトファン (TRP) 1g を、38 人の健康女性ボランティアに 1 日 3 回、14 日間服用させ、プラセボ投与と比較した。感情はスライド中の顔表情により操作され、感情惹起下で驚愕反射が測定された。その結果、TRP の投与は、女性ボランティアの幸福表情の認識を増加させ、女性顔の嫌悪表情の認識を減少させた。TRP はまた、女性の否定的な言葉に対する注意力を低下させ、ベースラインの驚愕反射量を減じた。

テストステロン Hermans, Putman, Baas, Gecks, Kenemans, & van Honk (2007) は、健康女性 20 名を対象として、0.5mg の外因性テストステロンを経口投与し、スライド注視中の驚愕性瞬目反射を測定した。その結果、不安を惹起するスライド条件で皮膚電動反応 (SCR) の低下、驚愕反射量の低下を二重盲検法で確認した。この結果は、男性ホルモンが健康若年女性において、中枢性ストレス反応の減弱に効果的であることを示すと述べられている。

4 まとめ

以上の製薬投与実験や遺伝子多型との関係をみる実験を要約すると、驚愕プローブパラダイムが、不安や鬱などの感情障害の神経科学的査定に有用であることを示すといえよう。

不快感情あるいはネガティブ感情は、驚愕反射を促進し、快感情あるいはポジティブ感情は、反射を抑制することは確固たる事実だと結論づけられる。とはいえ、刺激材料の惹起する感情を、瞬目反射量だけから推定するには困難がある。

ポジティブ感情を惹起する刺激は、被験者の興味をひきつけ、魅力的だと評価されるものが多い。一方不快感情を惹起する刺激は、被験者が回避的に対峙する脅迫的な印象を与える。使用するスライドの快-不快だけを操作し、興味や関心、脅迫性や回避性を変えな

いものにする工夫が必要となる。

また、ネガティブ感情の惹起による反射促進ほど、ポジティブ感情惹起による反射抑制は強固ではない。驚愕反射そのものが、不快でネガティブな感情を生み出すので、実験状況そのものが背景感情として不快となり、短期的なポジティブ感情を惹起することに困難がある。

解決すべき問題を整理し、どのようなサンプル刺激であっても、惹起する感情が快—不快、ポジティブ—ネガティブという点で数量的に評価できる実験基準をつくる努力が必要となる。

最近10年間の驚愕プローブパラダイムの研究数は減少している。ただし、その実態は、基礎的実験室的研究から、現代社会が求める健康科学の一貫としての詳細な実験研究へと深化していることを示すといえよう。研究規模が大きくなり、多くの専門家集団が結集し研究報告が多い。

生理心理学領域から発した驚愕プローブパラダイムの実験法は、今後ますます適用先を広げ、新たな健康科学上のテーマを解明するために発展していくことが期待される。

《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へ感謝いたします。

《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》

Acheson, D. T., Stein, M. B., Paulus, M. P., Ravindran, L., Simmons, A. N., Lohr, J. B., & Risbrough, V. B. Effects of anxiolytic treatment on potentiated startle during aversive image anticipation. *Human Psychopharmacology*, 2012, 27(4), 419-427

Aitken, C. J., Siddle, D. A., & Lipp, O. V. The effects of threat and nonthreat word lead stimuli on blink modification. *Psychophysiology*, 1999, 36, 699-705

Ballinger, E. C., Cordeiro, L., Chavez, A. D., Hagerman, R. J., & Hessler, D. Emotion potentiated startle in fragile X syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2014, 44(10), 2536-2546

Bannbers, E., Kask, K., Wikström, J., Risbrough, V., & Poromaa, I. S. Patients with premenstrual dysphoric disorder have increased startle modulation during anticipation in the late luteal phase period in comparison to control subjects. *Psychoneuroendocrinology*, 2011, 36(8), 1184-1192

Blumenthal, T. D., Cuthbert, 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

Browning, M., Reid, C., Cowen, P. J., Goodwin, G. M., & Harmer, C. J. A single dose of citalopram increases fear recognition in healthy subjects. *Journal of Psychopharmacology*, 2007, 21(7), 684-690

Capitão, L. P., Murphy, S. E., Browning, M., Cowen, P. J., & Harmer, C. J. Acute fluoxetine modulates emotional processing in young adult volunteers. *Psychological Medicine*, 2015, 45(11), 2295-2308

百々尚美・畑美絵・増本康平・山口雅彦・永井元・山田富美雄・外池光雄 驚愕プローブパラダイムを用いた食品の香り評価. *日本味と匂学会誌*, 2002, 9(3), 631-634

Ehrlichman, H., Brown S., Zhu, J. & Warrenburg, S. Startle reflex modulation during exposure to pleasant and unpleasant odors. *Psychophysiology*, 1995, 32, 150-154

Ehrlichman, H., Kuhl, S. B., Zhu, J. & Warrenburg, S. Startle reflex modulation by pleasant and unpleasant odors in a between-subjects design. *Psychophysiology*, 1997, 34, 726-729

Graham, F. K., The more or less startling effects of weak prestimulation. *Psychophysiology*, 1975, 12, 238-248

Greenwald, M. K., Cook, E. V., & Lang, P. J. Affective judgement and psychophysiological response: Dimensional covariation in the evaluation of pictorial stimuli. *Journal of Psychophysiology*, 1989, 3, 51-64

Hamm, A. O., Greenwald, M. K., Bradley, M. M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. The fear potentiated startle effect. Blink reflex modulation as a result of classical aversive conditioning. *Integrated Physiological and Behavioral Science*, 1991, 26, 119-126

Hamm, A. O., Greenwald, M. K., Bradley, M. M., & Lang, P. J. Emotional learning, hedonic change,

- and the startle probe. *Journal of Abnormal Psychology*, 1993, 102, 453-465
- Hamm, A. O., Cuthbert, B. N., Globisch, J., & Vaitl, D. Fear and the startle reflex: Blink modulation and autonomic response patterns in animal and mutilation fearful subjects. *Psychophysiology*, 1997, 34, 97-107
- Harmer, C. J., de Bodinat, C., Dawson, G. R., Dourish, C. T., Waldenmaier, L., Adams, S., Cowen, P. J., & Goodwin, G. M. Agomelatine facilitates positive versus negative affective processing in healthy volunteer models. *Journal of Psychopharmacology*, 2011, 25(9), 1159-1167
- Harmer, C. J., Dawson, G. R., Dourish, C. T., Favaron, E., Parsons, E., Fiore, M., Zucchetto, M., Bifone, A., Poggesi, I., Fernandes, S., Alexander, R. C., & Goodwin, G. M. Combined NK₁ antagonism and serotonin reuptake inhibition: effects on emotional processing in humans. *Journal of Psychopharmacology*, 2013, 27(5), 435-443
- Hermans, E. J., Putman, P., Baas, J. M., Gecks, N. M., Kenemans, J. L., & van Honk, J. Exogenous testosterone attenuates the integrated central stress response in healthy young women. *Psychoneuroendocrinology*, 2007, 32(8-10), 1052-1061
- Holder, J., Cowen, P. J., Di Simplicio, M., Browning, M., & Harmer, C. J. Acute administration of the cannabinoid CB1 antagonist rimonabant impairs positive affective memory in healthy volunteers. *Psychopharmacology (Berl)*. 2009, 205(1): 85-91
- Koukounas, E., & Over, R. Changes in the magnitude of the eyeblink startle response during habituation of sexual arousal. *Behavioral Research and Therapy*, 2000, 38, 573-584
- Landis, C., & Hunt, W. A. The startle pattern. New York: Farrar Rinehart. 1939
- Lang, P. J., Bradley, M. M. & Cuthbert, B. N. Emotion, attention, and the startle reflex. *Psychological Review*, 1990, 97, 377-395
- Lang, P. J., Ohman, A., & Vitel, D. The international affective picture system (Photographic slides). Gainesville, FL: University of Florida, Center for Research in Psychophysiology. 1988
- Minnix, J. A., Robinson, J. D., Lam, C. Y., Carter, B. L., Foreman, J. E., Vandenbergh, D. J., Tomlinson, G. E., Wetter, D. W., & Cinciripini, P. M. The serotonin transporter gene and startle response during nicotine deprivation. *Biological Psychology*, 2011, 86(1), 1-8
- Miltner, W., Matjak M., Braun, C., Diekmann, H., & Brody, S. Emotional qualities of odors and their influence on the startle reflex in humans. *Psychophysiology*, 1994, 31, 107-110
- Murphy, S. E., Longhitano, C., Ayres, R. E., Cowen, P. J., & Harmer C. J. Tryptophan supplementation induces a positive bias in the processing of emotional material in healthy female volunteers. *Psychopharmacology (Berl)*. 2006, 187(1), 121-130
- 永井元・山田富美雄 驚愕性瞬目反射パラダイムによる食品の香りの快不快評価. *Aroma Research*, 2002, 11, 240-243
- 中村美幸・永井元・中川正・山田富美雄 驚愕性瞬目反射による食品の匂いの嗜好評価. *日本味と匂い学会誌*, 1995, 2 (3), 259-262
- Patrick, C. J., Berthot, B. D., & Moore, J. D. Diazepam blocks fear-potentiated startle in humans. *Journal of Abnormal Psychology*, 1996, 105, 89-96
- Pringle A., McTavish, S. F., Williams, C., Smith, R., Cowen, P. J., & Harmer C.J. Short-term NK1 receptor antagonism and emotional processing in healthy volunteers *Psychopharmacology (Berl)*. 2011, 215(2), 239-246
- Riba, J., Rodríguez-Fornells, A., Urbano, G., Morte, A., Antoni Joan, R., & Barbanj, M. J. Differential effects of alprazolam on the baseline and fear-potentiated startle reflex in humans: a dose-response study. *Psychopharmacology (Berl)*, 2001, 157(4), 358-367
- Robinson, J. D., Cinciripini, P. M., Tiffany, S. T., Carter, B. L., Lam, C. Y., & Wetter, D. W. Gender differences in affective response to acute nicotine administration and deprivation. *Addictive Behaviors*. 2007, 32(3), 543-561
- 坂田省吾・山田富美雄（編集）堀忠雄，尾崎久記（監修）生理心理学と精神生理学 第I巻 基礎. 北大路書房，2017
- Shimai, S., Fukuda, K., & Terasaki, M. Pleasantness-unpleasantness of environmental sounds and gender difference in evaluation. *Perceptual and Motor Skills*, 1993, 76 (2), 635-640
- 田多英興・山田富美雄・福田恭介 まばたきの心理学：瞬目行動の研究を総括する. 北大路書房，1991
- Vrana, S. R., & Lang, P. J. Fear imagery and the startle-probe reflex. *Journal of Abnormal Psychology*, 1990, 99, 189-197
- Vrana, S. R., Spence, E. L., & Lang, P. J. The startle

- probe response: a new measure of emotion? *Journal of Abnormal Psychology*, 1988, 97, 487-491
- 山田富美雄 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*, 1983, 1(1), 11-18
- 山田富美雄 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, 1993
- 山田富美雄 感情評価のパラダイム: 驚愕プローブパラダイム. *生理心理学と精神生理学*, 2001, 19(2), 37-44
- 山田富美雄 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*, 2002, 45(1), 20-32
- 山田富美雄 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. *日本生理人類学会誌*, 2022, 27(4), 103-112
- 山田富美雄・百々尚美・外池光雄・増本康平・永井元・山口雅彦 驚愕プローブパラダイムを用いた香りのリラクゼーション効果の検討 *日本機械学会第15回バイオエンジニアリング講演論文集*, 2003, 115-116
- Yamada, F., Dodo, N., Masumoto, K., Nagai, H., & Tonoike, M. The startle blink reflex reflects the pleasantness of odor. *International Journal of Psychophysiology*, 2004, 54 (1-2), 53. (The 12th World Congress of Psychophysiology, Symposium on "Ocular Phenomena and Psychological Functions", Chair J. J. Tecce, J. J., & Andreassi, J. L. September 18-24, 2004, Polt Karas, Greece)
- Yamada, F., & Nagai, H. Objective estimation of odour preference using startle eyeblink reflex: Optimum lead interval is 1.5s. The 2nd International Conference on Eyeblinking, May 25, 1997, Kyoto
- Yamada, F., Nakamura, M., Nagai, H., Nakagawa, M., & Miyata, Y. Pleasant natural sound inhibits startle eyeblink reflex. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1995, 97(4), S92. (The 10th International Congress of EMG and Clinical Neurophysiology, October 16, 1995. Kyoto)
- Yamada, F., Yamasaki, K., & Miyata, Y. Lead-stimulation effects on human startle eyeblink recorded by an electrode hookup. *Japanese Psychological Research*, 1979, 21(4), 174-180

《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

(2023年7月9日受付, 2023年7月19日採用決定, 討論受付期限2024年8月末日)