

# 内受容感覚と感情をつなぐ心理・神経メカニズム

寺澤 悠理・梅田 聡

慶應義塾大学/  
獨国立精神・神経医療  
研究センター

慶應義塾大学

Psychological and neural mechanisms of interoception and emotions

Yuri TERASAWA and Satoshi UMEDA

Keio University,                      Keio University  
National Center of  
Neurology and Psychiatry

The function of bodily sensation in the subjective feeling of emotion has been one of the intriguing topics in psychological and psychiatric research for some decades. Findings from recent cognitive neuroscience studies have supported the notion that the integration of interoception and environmental information is crucial for the experience of emotion. The cumulative evidence leads to new perspectives for understanding the mechanisms of emotion and suggests alternative approaches to treating affective disorders such as anxiety disorder. In this review, we introduce psychological and neuroimaging studies on the relationship between interoception and emotional experience and discuss the impact of interoception on emotional and cognitive processing.

**Key words:** interoception, emotion, body, anxiety, insular cortex, arousal level

キーワード：内受容感覚, 感情, 身体, 不安, 島皮質, 覚醒度

## 1. はじめに

嬉しい, 悲しい, 腹立たしい, といった感情は, 仕事をしているときでも, 友人や家族とコミュニケーションをしているときでも, あるいは一人で考え事をしている時でも, 経験することができる。目の前にある状況や, 将来の予測, あるいは過去の回想, ひいてはまったく現実感のない空想に対しても, 私たちは心を揺さぶられ, その感覚を感情として理解する。「心を揺さぶられる」という表現は, 比喩であり, 目に見ることさえもできない心が実際に揺れることなどありえない。それにもかかわらず, このような表現が古くから使われてきたのは, 様々な感情を感じる時に, 心臓の動きの変化や, 胃の締め付け, 顔から血の気が引くような感覚など, それまで存在を意識さえしなかった身体の様々な場所の急激な変化が生じ, 均衡が崩れた状態になることを我々が知っているか

らであろう。

このように, 感情の経験には, 同時に身体反応の変化が伴うことを疑う者は少ないだろう。多くの人が, 人前で発表するとき心臓の鼓動が速くなったり, 息苦しくなったりする経験をしたことがあり, 良い報せを聞いて体温が上がったように感じた経験があるからである。怒りや, 喜び, 嫉妬といった様々な感情に伴う身体の活動亢進あるいは抑制を感じる部位を, 身体図形に対する彩色によって表現してもらったところ, 多文化にまたがる非常に多くの実験参加者に共通して, 各感情に対応する彩色パターンが得られた (Nummenmaa et al., 2014)。このような日常的な気付きを裏付けるように, 感情と身体反応の関係性については, 長年にわたって活発な議論が繰り返されてきた。心理学や認知神経科学による知見の積み重ねは, 身体反応をいかに感じ取るか, ということと, 感情の感じ取り方の間には関連があることを示している。本稿では, 身体反応への感受性と感情の感

受性の関連性, この関連性を支える神経基盤, そして種々の心的機能に共通する処理としての側面についてレビューを行い, これまでの研究成果の概説と今後考える発展の方向性を提示したい。

## 2. 身体反応は感情に影響を及ぼしているのか?

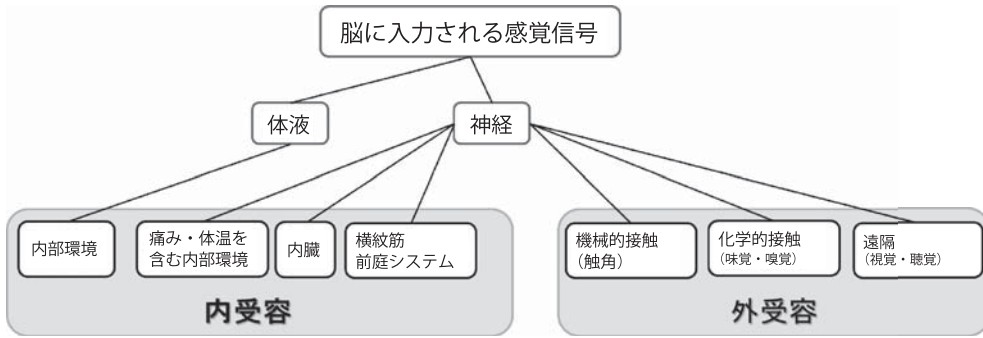
感情を感じる過程において自律神経系や内臓反応といった身体反応が何らかの一次的な役割を持つのか, あるいは随伴現象に過ぎないのか, というテーマは, James (1884) に端を発し, 人間が感情を感じるメカニズムを理解するための一つの視点として今日まで関連する研究が発展してきた。James (1884) は, 感情とは“身体的変化から興奮している事実を感じとること”であると定義し, “速い心拍, 深い呼吸, 唇のふるえ, 鳥肌, 内臓の動きといった身体的変化がなければ感情も存在しえない”, と述べた。彼の記述は経験に基づくものであるが, 生理学的に説明するならば, 環境からの刺激が大脳皮質の感覚野や運動野を經由して起こした身体変化(内臓変化・姿勢や表情)が, 再び大脳皮質にフィードバックされ, これを知覚することによって感情の主観的経験が生じる, という主張である。この主張において身体反応の知覚は感情経験に不可欠なものであり, 血管の収縮がもたらす血液循環の変化の重要性も強調した Lange (1885/1992) の研究と併せて情動の末梢起源説, あるいは James-Lange 説として知られるようになった。この仮説に照らせば, 内臓感覚が感情の種類や強さに影響を及ぼしている可能性が示唆されよう。仮説の妥当性に関しては長い間議論が繰り返されてきたが, 心的過程に伴う脳活動を継時的に捉えられる脳機能画像研究の発展を機に, この仮説の重要性は見直されることになった。いわば情動の末梢起源説の現代版とも言うべき Damasio らによるソマティック・マーカー仮説 (Damasio, 1994) もこのような背景のもと提唱されている。

## 3. 内受容感覚の定義

「身体反応のフィードバック」あるいは「身体反応の表象」という言葉で表現されてきたものを,

感覚の種類として捉える概念として, “内受容感覚”(interoception) という用語がある。この用語を始めに使った人物は, イギリスの生理学者でニューロンの機能に関する発見によりノーベル賞を受賞した Charles Sherrington であろう。彼は外受容感覚 (exteroception), 固有感覚 (proprioception), 内受容感覚 (interoception) という言葉を用いて, 感覚の機能的な区別を行った (Sherrington, 1906)。この分類において内受容感覚とは身体全体のホメオスタシスの状態を意識するためのものとしている。これらの用語は, 感覚を機能, あるいは感覚を生じさせる受容器の特性に応じて分類する際に, 現在でも一般的に使用されている。以下は関与する感覚器に応じて分類した3つの感覚の概要である (Dworkin, 2007)。外受容感覚とは, 目の視細胞, 蝸牛の有毛細胞, 皮膚の触覚受容器(機械的受容器)のように身体表面に近い外受容器によって生じる感覚(視覚, 聴覚, 触覚など)で, 身体外部の情報の知覚に関与するものである。つぎに, 固有感覚とは, 骨格筋の紡錘細胞, ゴルジ腱器官, 耳石器などから生じ, 空間における身体の動きの速度, 向き, 骨格筋の緊張, 平衡感覚などの総称で, 身体各部の運動, 静止, 位置, 平衡を感知して運動の調節, 体位の維持に寄与する感覚である。最後に, 内受容感覚とは, 心房, 頸動脈, 大動脈の伸張受容器, 頸動脈洞の化学受容器, 門脈循環における脂質受容器, 骨格筋の代謝受容器によって生じる感覚で, 内臓や血管の状態の知覚に関わっている。心拍や血圧, 呼吸などの変化の受容にはこの感覚が主に関わっており, 感情の生起に伴って観察される感情反応と呼ばれる身体反応の多くは, 内受容感覚器が検出できる変化をもたらすものである。

しかし, 先行研究において感情研究の文脈で使用される「内受容感覚」という用語は, 外受容感覚に對をなす概念を表すものとして捉えられる場合もある。すなわち, 身体外部・内部環境に関する感覚としての外受容感覚・内受容感覚と定義する立場である。この分類では固有感覚も内受容感覚の一部として捉える立場をとっているようだ。実際に, Vaitl (1996) は, 内受容感覚は固有感覚と身体内器官の感覚(内臓感覚)の双方からなる, と述べている。Damasio (2003) は, 外受容感覚として, 視覚, 聴覚, 嗅覚, 味覚, 触覚を挙



信号の伝達経路（体液（血液など）・神経）と信号のソース（内受容・外受容）による分類。

図1 脳に入力される感覚信号。(Damasio (2003) をもとに作図)

げ、内受容感覚は身体内部環境に関する感覚である、と述べている。具体的な情報源として痛みや体温を含む身体内環境 (internal milieu), 内臓, 横紋筋, 前庭システム, 体液の状態を挙げている (図1)。本稿では、身体外部・内部環境に関する感覚としての外受容感覚・内受容感覚という定義を採用し、以下で使用する。

上述のように、内受容感覚それ自体は、身体内部の変化に関する感覚であり、心臓の鼓動の存在や、胃や内臓の圧迫感そのものに関する感覚である。これは、視覚や聴覚と同様、知覚に伴う意識を生じさせるが、鼓動が速い、胃が締め付けられている、という感覚は、私たちが考えるような感情ではない。それでは、内受容感覚はどのような過程を経て、まとまりある感情として意識されるようになるのだろうか。

#### 4. 身体反応のパターンから感情は予測できるか？

James の情動の末梢起源説からは、感情経験に固有の身体反応の存在が予測される。研究者らは、怒りに対応する身体反応、悲しみに対応する身体反応、というように、固有の感情を形作る身体反応のパターンを捉えようとしてきた (Levenson, Ekman, & Friesen, 1990; Rainville et al., 2006)。その結果、各感情の進化的な起源に合致するような特有なパターンが見つかっていても一方 (Susskind et al., 2008), 自律神経反応のパターンの変化から、個人がどのような感情を感じているのかを高い精度をもって予測することは難しいこ

とが分かってきた。人間の多彩な感情の一つ一つに対応する固有の身体反応が存在し、そのパターンの違いが意識される感情の違いを生み出していると結論付けることは難しい。その結果、主観的感情は異なる身体反応の変化パターンの受容に支えられるのではなく、状況との統合的理解によってその種類が区別される、と主張する感情の二要因説が提示された (Schachter & Singer, 1962)。その一方で Schachter らの仮説を支持しない実験結果が数多く報告されてもいる (Marshall & Zimbardo, 1979; Plutchik & Ax, 1967)。今日では、全ての感情に共通する均一的な身体状態の変化があり、感情の種類はその解釈の仕方のみで規定される、という知見は否定的に捉えられている。しかし、身体反応の変化を複数の原因に帰属させることがある、という点に関しては支持されている。感情経験は自律神経反応の変化 (生理的覚醒) のみでは説明できず、環境との統合的な処理 (状況適合的認知) によって規定される、という考え方は現在でも支持される一つの考え方であり (Seth, 2013), この可能性への気づきを導き出した点に、この仮説の重要性があるという点については感情の二要因説を反証した研究でも認められている。

#### 5. 内受容感覚の神経基盤

上述のように、身体反応の生成およびその受容のみから人間の感情を説明することは困難であるように見えるが、それは即ち内受容感覚が感情に影響を及ぼしていない、ということの意味するわけではない。内受容感覚と感情の関係性を検証し、

心理と脳の側面から理解するには、それぞれの神経基盤を明らかにし、その活動の共通性や独立性に着目することが役立つだろう。そこでまず、内受容感覚の受容の神経基盤と考えられている部位の総括を行い、次にこれらの部位が感情経験時にどのような活動を行っているかを検討した研究を挙げる。

身体から脳へ情報を送る神経経路は求心系 (afferent system)、脳から身体へ情報を送り活動を制御する経路は遠心系 (efferent system) と呼ばれている。内受容感覚は、遠心系によって制御されている身体の情報を、求心系を介して脳に伝達することによって生じる。求心系の働きによって、皮膚、筋肉、関節、歯、そして内臓の動きや化学・温熱・代謝情報、ホルモンなどの生理状態が脳に伝えられる。身体反応を支配する末梢神経のうち、おもに副交感神経系と交感神経系からなる自律神経がこの感覚には大きく関わっている。内臓知覚に深く関連している副交感神経系 (迷走神経・舌咽神経) の求心経路は、延髄の孤束核に入る。一方、交感神経系は、身体中にはりめぐらされた細い一次求心性線維 (A $\sigma$  線維, C 線維) からの情報が、脊髄後角のラミナ I に入る。その後、副交感神経系・交感神経系双方の情報は脳幹の傍小脳脚核に投射され、ここで身体の生理状態の統合が行われる。すなわち、この部位は心臓血管反応、呼吸、代謝などのバランスをとるために非常に重要である。その後、視床の内側核および、腹内側基底核を介して、帯状回前部および島皮質に投射される。帯状回および島皮質は中脳水道周囲灰白質など脳幹のホメオスタシス関連領域の制御を行い、身体状態の調整に関与しているとも考えられている (Craig, 2003)。島皮質には体部位表現があるが (Craig, 2009)、それらの情報すべてを統合したもっとも高次な情報は島皮質前部 (特に右) に表現され、我々が主観的に感じることのできる身体内部の感覚はこの右島皮質前部に依存するところが大きいのではないかと考える仮説が提唱されている (Craig, 2003)。右島皮質から前部帯状回、前頭葉眼窩部への情報の伝達も認められている (Dennis et al., 2014)。

興味深いことに、内受容感覚に関わる帯状回前部、島皮質、視床の核などの中枢神経基盤は同時に痛みを感じる神経ネットワークとしても知られ

ている部位である (Craig, 2000, 2002; Dunkley et al., 2005; Wiech et al., 2006; Wiech, Ploner, & Tracey, 2008)。このネットワークは、身体に起きている恒常状態からの逸脱を中枢神経、そして意識に上らせる役目を担っていると考えられるだろう。

前述の内受容感覚の神経基盤は主に解剖学的な知見によって特定されたものであるが、脳機能画像技術の進歩に伴って、まさにその時に感じている感覚を生じさせることに関連している脳部位の特定が可能になってきた。通常、身体のホメオスタシスが保たれている場合は身体の状態を意識的にモニターすることはない。しかし、その間にも心臓をはじめとする臓器は絶え間なく動き続け、前述の脊髄や脳幹が中心となって求心系の情報をもとにホメオスタシスを保つ活動が続けられている。これは、限られた認知的資源を身体の外で起きている事象に対する絶え間なく効率的に処理に利用するためには、重要な側面であろう。

このような前提条件に対して、内受容感覚が生じているときの脳活動を捉えるためには、実験者の操作に応じて身体状態を意識するような状態を作り出す必要がある。これまでに、身体内部および外部に痛みを生じさせる (Craig, 2000; Dunkley et al., 2005; Wiech et al., 2006)、腸内に風船をいれて圧力をかける (Hamaguchi et al., 2004)、低血糖状態を作り出す (Teves et al., 2004)、息苦しい状態を作り出す (Evans et al., 2002; Liotti et al., 2001) といった方法で研究が行われてきた。いずれの研究でも、身体状態が恒常状態から離れると前部帯状回、両側島皮質、視床、脳幹といった内受容感覚に関わる部位 (Craig, 2003) の活動がみられている。

しかし人工的な条件によって、身体状態に意識を向けさせている研究では、これらの部位が、自発的に身体状態に意識を向けることに関わっているのか、あるいは恒常状態からの乖離の検出に関わっているのか、恒常状態から乖離したことによって生じる感情状態に関わっているのか、といった点が明らかではない。また、恒常状態からの逸脱に伴う全身の自律神経反応の制御に関わっている可能性もある。感情経験が生じる際に身体過程を参照する過程が含まれているのならば、たとえ身体状態に大きな変化が生じていなくても、

感情を意識するときにはこの過程が引き起こされ、その神経基盤を明らかにすることができるはずである。身体状態の急激な変化によって誘引されるのではなく、自発的に身体状態を感じるという過程を支える神経基盤は、前述の複数の部位と同一であるのか、あるいは異なるのだろうか。

身体状態を意識している際の中枢神経活動を捉えた事象として、Pollatos and Schandry (2004) は心拍誘導性電位 (HEP: Heartbeat-evoked potential) を報告している。この電位は心電図の R 波から 250~350 ms 遅れて観察される陽性波である。この振幅は、心拍を敏感に知覚できる個人では大きく、また心拍を知覚しようと努力することでその大きさが増大することから、内受容感覚の鋭さと関連するのではないかと考えられている (Weitkunat & Schandry, 1990)。この電位を利用した研究はその後も続けられており、詳細な発生源推定を行った研究では、島皮質に加えて、帯状回前部、前頭葉内側部、下頭頂皮質などが発生源と考えられている (Pollatos, Kirsch, & Schandry, 2005a)。内受容感覚の鋭さに対応すると仮定される指標であることに注目して、Fukushima, Terasawa, and Umeda (2011) は HEP の振幅と、他者への共感の度合いが相関することを示し、内受容感覚と感情処理を繋ぐデータを提示している。

同様に、Critchley et al. (2004) は心拍に注目している際の神経基盤を fMRI (functional Magnetic Resonance Imaging: 機能的磁気共鳴画像) で捉える実験を行った。この結果、右島皮質前部/弁蓋部、右島皮質後部、前部帯状回、視床、頭頂葉内側部 (楔部)、体性運動皮質、補足運動皮質が内受容感覚への気付き (内受容意識; interoceptive awareness) に重要な領域であることがわかった。

以上のように、解剖学的知見および脳機能画像研究による知見が共通して示すのは、島皮質、前部帯状回、視床などが内受容感覚の中心的な神経基盤であり、とくに島皮質は内受容意識との関わりが強いことである。そして、我々は身体状態に対して、ある程度正確な知覚を行う能力を持っており、これによって身体状態の変化を敏感に検出できるとともに、恒常状態の維持が可能になっている、ということであろう。

## 6. 内受容感覚と感情経験の神経基盤の共通性

興味深いことに、主観的に感情を経験している際に活動が報告されている複数の脳領域は、内受容感覚の神経基盤として特定された領域と大部分が重複している。主観的に感情を経験しているときの脳活動を調べるために、実験参加者自身が経験した悲しみや怒り、喜びなどが伴うエピソードを想起してもらったところ (Damasio et al., 2000; Rudrauf et al., 2009)、帯状回皮質、二次体性感覚皮質、島皮質、脳幹被蓋の核は、いずれの感情の想起時にも意味のある活性・不活性のパターンを示し、これらのパターンが感情の種類によって異なっていた。

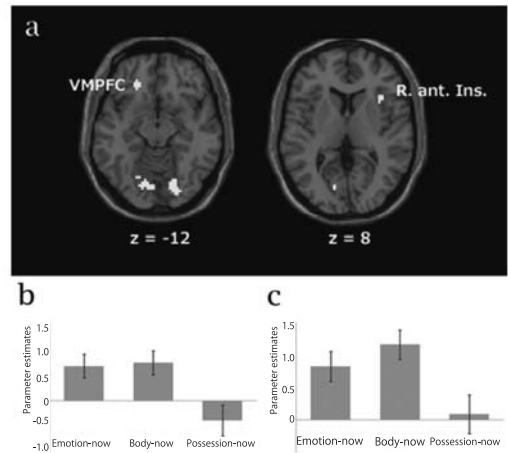
さらに、顕在的に感情の評価を行わせた課題に特化したレビューも行われている (Lee & Siegle, 2012)。この研究では、課題の性質によって、① 刺激や状況の評価、② 実験参加者自身の感情状態の評価、③ 他者の感情状態の評価と分類し、レビューを行い、それぞれの過程に主に関わる脳部位の特定をしている。② 実験参加者自身の感情状態の評価に主に関わる部位としては、両側の内側前頭皮質 (BA8/10)、左島皮質、右下前頭回 (BA45)、扁桃核、帯状回 (BA24/32)、視床などが挙げられている。特に、吻側の帯状回前部 (BA32) および下前頭回/島皮質領域は、他の 2 つの種類の課題よりも大きな関与が見られ、自身の感情経験の評価に特異的な部位である、と考えられた。彼らは、自身の感情経験の評価はおそらく身体経験の評価を含んでいるがために、これらの部位の特異的な賦活が得られたのであろう、と述べている。また、両側の島皮質の活動は、どれくらい個人が刺激から感情が喚起されやすいか (Emotional Susceptibility; Caprara et al., 1985)、という指標とも関係する、と報告されている (Iaria et al., 2008)。感情経験への関与が指摘される神経ネットワークは、前項で述べた内受容感覚の神経基盤と大部分が重複している。内受容意識の神経基盤に関する研究結果をあわせると、内受容感覚を意識するための神経基盤は、同時にこの感覚を主観的感情として感じるための基盤として機能していることを示唆するであろう。この事実は、

身体の状態を参照する、という過程が感情を経験するメカニズムの一部であることを支持していると考えられる。

このように、複数の関連する先行研究を概括してみると、内受容感覚と感情経験の神経基盤の重複性が見えてくるが、その相違性を明らかにするためには、実際に内受容感覚と感情経験の神経基盤を直接検討するfMRI研究が必要であった(Terasawa, Fukushima, & Umeda, 2013; Zaki, Davis, & Ochsner, 2012)。筆者らが行った研究では、感情を喚起する操作を特段用いずに、fMRI撮像中のその時、その瞬間の自分の感情や身体の状態を評価してもらった(Terasawa, Fukushima, et al., 2013)。その結果、オンラインの感情、身体状態双方のモニタリングに深く関与する領域として、右島皮質前部および腹内側前頭前野を特定した(図2)。驚きや恐れ、喜びといった顕著な感情状態の生起は想定されない実験状況であり、感情状態に伴う自律神経系の大きな変化が生じていないと仮定すると、これらの領域は自律神経系の変化を引き起こす機能ではなく、自身の今、この瞬間の身体の状態をモニターすることに関わっている、と言えるのではないだろうか。

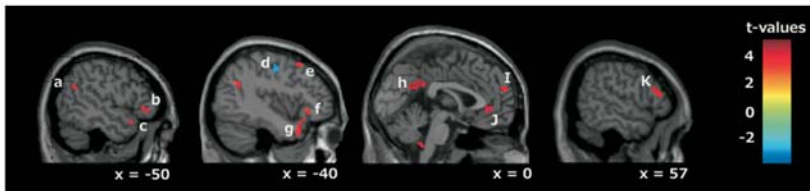
さらに感情状態の評価時には、左側頭極、両側後部帯状回、両側前部帯状回、右内側上前頭回、両側下前頭回、左縁上回、上前頭回の活動を観察した(図3)。これらのほとんどすべての領域は、自分自身あるいは他者の心的状態の理解に関与していると多くの先行研究で示されている(Vogt, 2005; Kable & Glimcher, 2007; Amodio & Frith, 2006; Lane et al., 1997; Olson, Plotzker, & Ezzyat, 2007)。また、楔前部の活動が島皮質・腹内側前

頭皮質の活動と相互作用関係にあり、内受容感覚と感情経験を結び付ける役割を担っていることが示唆された。先行研究の結果を併せると、内受容感覚と現在置かれている文脈や環境情報の統合が、主観的な感情経験の基盤となっており、感情を意識する過程には、潜在的に自己の身体内部状態を参照する過程が含まれている、という仮説の妥当性が支持されるだろう。さらに、主に内受容感覚処理に関わる過程と、その解釈に関わる過程およびその神経基盤を分ける試みは、今後、それぞれの過程に対する理解を深め、総体としての感情経験の理解に挑むための足掛かりとなるだろう。



(a) 腹内側前頭皮質 (VMPFC) と右島皮質前部 (R. ant. Ins.) が感情、身体の両条件に共通して活動した。(b) 腹内側前頭皮質の実験条件による活動量。Emotion-now: 感情意識時, Body-now: 身体状態意識時, Possession-now: コントロール条件。(c) 右島皮質前部の条件による活動量。いずれの領域も、コントロール条件では活動せず、感情および、身体状態を意識するときのみ、有意な活動が観察された。

図2 感情意識時と身体状態意識時に共通して活動する部位 (Terasawa, Fukushima, et al., 2013 から引用)



感情意識時と身体状態意識時を比較し、感情意識時に特に大きな活動を示した場所を赤で図示した。a 縁上回, b/f/k 下前頭回, c/g 側頭極, e 上前頭回, h 後部帯状回, i 背内側前頭回, j 前部帯状回などが特定された。これらの領域と、内受容感覚処理に関与すると考えられる島皮質前部・腹内側前頭皮質の共活動が感情を意識するために必要であると考えられる。

一方、d 補足運動野のみが身体状態意識時に特に大きな活動を示した。

図3 感情意識時に特異的に活動した部位 (赤) と身体状態意識時に特異的に活動した部位 (青)。(Terasawa, Fukushima, et al., 2013 から引用)

## 7. 内受容感覚の測定方法

感情経験を支える重要な要素として、内受容感覚への気づき（内受容意識）と、その解釈というステップがあるならば、それぞれの処理過程の個人における傾向と、感情経験の傾向に関係性が見出せることが期待できる。特に内受容意識に着目してみたときに、その他の感覚と同様に個人によって内受容感覚への気づきに関する鋭敏さに違いがあることが知られている。仮に、この個人傾向を内受容意識の鋭敏さ、と呼ぶとすると、その鋭敏さが感情経験に及ぼす影響を精査することによって、個人差という視点を通して、内受容感覚と感情の関係性の理解に発展させることができるだろう。

内受容感覚の鋭敏さの測定には、視力や聴力の測定とは少し異なる問題点が存在する。外受容感覚である視覚であれば、視覚刺激の大きさ、明るさ、色といった刺激量を客観的に操作することができる。内受容感覚は身体内部状態の変化が刺激となるために、身体内部状態を何らかの方法で操作し、恒常的状态からの変化を知覚するための鋭敏さを測定する必要があるのだ。このような状況を鑑みると、外受容感覚に関する知覚能力の測定よりも、刺激量の厳密な操作が困難であることがわかるだろう。しかし、研究者たちは、何とかして内受容感覚の鋭敏さを計測しようと試みてきており、いくつかの研究で共通して使用される測定方法が開発されてきた。

そのうちのいくつかはバイオフィードバック研究の発展に伴って生み出されたものである。個人が自分の身体内部で起きている変化をどれくらい敏感に知覚できるか。これはバイオフィードバック研究の文脈で重要な問いであった。バイオフィードバックでは、心拍数や血圧といった生物学的反応を測定し、実験参加者に提示し、その反応を随意的に調整することを求める。バイオフィードバック研究は1970年代の後半から80年代の前半にかけて盛んに行われ（Buck, 1988）、その訓練を通して、高血圧、低血圧、緊張、緊張性頭痛などを制御することを目的としたものであった。各症状に対してその効果が認められたが、当時の生理過程への理解や計測方法からでは、な

ぜ効果があるのかが明らかではなく、単にリラクゼーションの効果にすぎないのではないか、という批判にも晒されていた。しかし、感情研究の文脈に照らせば、バイオフィードバック研究の示唆するところは内受容感覚と感情経験の関係性を明らかにする上で重要である。

血管運動反応、心拍数、血圧、皮膚電気反応などの身体反応を制御するためには、その前提として自身の身体内部状態を知覚できなければならない。内受容感覚の鋭敏さがバイオフィードバックの効果を予測するかを検討するために、いくつかの指標が開発された。質問紙法はそのうちの一つであるが、心拍、吐き気、息切れ、温熱感などをどの程度感じるか、自己報告してもらうための質問紙が多数開発されている（例として Modified Somatic Perception Questionnaire (Main, 1983), Body Perception Questionnaire (Porges, 1993) など。レビューとして Mehling et al., 2009)。しかし、客観的な方法によって計測される身体反応の変化量と、質問紙に反映されるような身体反応に関する気づきの関係性は必ずしも一致せず、自己報告は内受容感覚の鋭敏さを評価するために十分な方法であるとは考えづらい（Pennebaker, 1982）。

自己報告と実際の生理反応の相関の高さを問うこと自体も容易ではない。なぜなら、質問紙が使用する言葉の捉え方が個人で異なる可能性も否めない上に、「心拍が早くなっている」という表現を客観的に定義するのは難しい。1分間あたりの心拍数の平均が60回の実験参加者が、ある条件下で65回になった主観的感覚と、80回の実験参加者が85回になった感覚とが同一である、という保証はない。そこで、実験参加者自身、あるいは一般的な身体的変化に関する知識が介在しにくい直接的な計測・報告方法が考案された。McFarland (1975) は心拍にあわせて実験参加者に実験装置のボタンを押すように求め、心拍との一致程度を心臓活動知覚スコア (Heart Activity Perception score) として算出し、このスコアと自身の心拍数の調整の間に正の相関関係があることを報告した。また、Brenner and Jones (1974) は心電図上のR波と同期したシグナル（音や触覚刺激）と同期していないシグナルを提示し、同期しているシグナルを検出できるかを指標とした。

内受容感覚の敏感さと感情経験の関係に着目し、体系的な研究をし始めた Schandry (1981) は、実験参加者に一定時間の間に何回自身の脈拍を感じられるかを数えるように求め、心電図で計測した実際の脈拍数とのずれの程度を内受容感覚の敏感さの指標とした。この課題は、心拍検出課題と呼ばれている。

質問紙法以外の方法で内受容感覚の個人差を見る方法は、心拍数を対象にしているものが多い。心拍数の受容には、前述の内受容感覚に加えて体性感覚も関わっていると考えられるが (Khalsa et al., 2009)、心臓がどの程度の間隔で脈を打つかという知識の自己報告への影響も避けられない。このため、心拍に関する自己報告が内受容感覚の敏感さを表す指標であるのか、という点については疑問が呈されている。しかし、健常者を対象として、定量的に内受容感覚の敏感さを評価するために取りうる方法は実に制限されており、比較的シンプルな機材で簡便に実施できる心拍検出課題は、いくつかの研究で使用されている (Dunn et al., 2010; Pollatos et al., 2007; Stevens et al., 2011; Terasawa et al., 2014)。

心拍の受容以外を対象とした課題では、実験参加者に胃の中で膨らむ風船を飲み込んでもらったり、胃を内部から刺激したりすることもあった (Cannon & Washburn, 1912)。近年では、過敏性腸症候群のメカニズムを検討するために、下行結腸内に風船を挿入し圧力を変化させる、という方法をとっている研究もある (Hamaguchi et al., 2004)。このほかにも、呼吸に負荷をかけて息苦しい状態を作り出す (Evans et al., 2002; Vanden Bogaerde, Derom, & De Raedt, 2011) といった方法も行われてきた。このような方法は心理学研究室での遂行は困難であるが、消化器を介した内受容感覚の課題として、満腹感を感じずに飲むことができる水の量を測る飲水負荷課題 (Water load test) も開発され、心拍検出課題との結果の一貫性が報告されている (Herbert et al., 2012)。この報告は、心拍検出課題や飲水負荷課題の結果が単独の臓器に対する過敏性を示すのではなく、全般的な身体内部状態に対する鋭敏さを表している可能性を示唆するものと考えられるだろう。

## 8. 内受容感覚の感受性と感情経験

内受容感覚が敏感であるということは、その個人が自身の身体内部に起きている事象を正確に知覚できる、ということである。James は、前述のように感情は身体的変化を感じることによって生じる、と仮定しており、“感じる”という仮定を重視していたと考えられる。しかし、生理学的指標が感情経験の強さそのものを表していると思えられることもあった。実際に、感情を喚起する画像の内容と交感神経系の指標と考えられている皮膚コンダクタンス反応 (SCR) の大きさに関連があることが指摘されている (Bernat et al., 2006)。その一方で、感情の強さと、生理反応の変化の大きさの間に明確な相関関係がない、という報告の方が優勢を占めている (Schandry, 1981)。このような双方の結果は、感情経験の強さは、身体反応の変化そのもののみによって規定されるわけではなく、その変化を感じとる過程に着目するべきであることを示唆しているだろう。Damasio (1994) は人間における感情の生起・制御メカニズムを考えるうえで、実際に対象者が経験している主観的感情体験に着目することの重要性を強調している。彼は、ある人の内に感情反応が生じ、それに応じた行動をとっているからといって、その人が必ずしも主観的に「その感情を感じている」という保証にはならない、と主張した。興味深いことに、脊髄損傷例を対象とした研究で (Hohmann 1962)、患者は怒るべき場面では大声をあげ、ののしるという行動を示したり、テストの前には不安だ、とつぶやいたりした。しかし、それは、ある状況ではどのように振る舞うべきか、という知識に基づくものであって、実際に生々しい感情は生じていなかったと報告している。この報告は、情動に伴って生じる身体的な変化を連続的にモニターしたり、それと同時に、身体的変化と統合されるべき文脈情報について思考したりすることこそが主観的感情体験である、とする Damasio の主張に非常によく合致しているといえるだろう。可能な限り、測定対象として主観を排除してきた心理学において、この提案は大きな発想の転換を要するものであるが、個人的な経験である感情体験を科学的に扱い、ヒトという種にある程度普遍的なそ



のメカニズムを見出すためには避けることができない問題である。

心拍検出課題を考案した Schandry (1981) は、自己の身体に対する知覚能力こそが感情経験に影響を与える強い因子であると主張し、内受容感覚と感情経験の関連について体系的な研究を始めた。これ以前にも、同じような概念のもと研究を行ってきたグループはあったが、これらの研究では自律神経活動に関する自己報告 (APQ: Autonomic Perception Questionnaire) を内受容感覚の敏感さの指標として扱っていた (Mandler, Mandler, & Uviller, 1958)。しかし、後年になって、APQ と McFaland (1975) らが考案した心拍検出課題の間には相関がないことが示され、内受容感覚と感情経験の関連の有無は議論がされていた。内受容感覚と感情経験の双方を質問紙による自己報告で検討すると、どのような質問に対しても肯定的な答えをしやすいといった個人の反応傾向の影響を強く受けてしまう、といった要因がこのような議論を呼んだと考えられる (Barrett et al., 2004)。Schandry (1981) はこのような背景をうけて、心拍数計測の敏感さを内受容感覚の敏感さの指標に、感情経験の強さの指標を状態不安および情緒不安定さ (Emotional Lability) として、二者の関係を検討した。この結果、内受容感覚の敏感さは個人によって大きく異なり、敏感なグループに属する実験参加者では敏感ではないグループの実験参加者よりも状態不安、および情緒不安定傾向が高いことがわかった。この研究は内受容感覚の敏感さと感情経験の強さの関係を検討する方法として、心拍知覚の敏感さを計測する課題を利用する有効性を示しているとして、後続する研究を導いた。心拍検出課題を用いても、その成績と感情経験の言語報告との間に関連は見出せない、とする研究も見られるが (Ferguson & Katkin, 1996)、内受容感覚の敏感さと感情経験の間には一定の関係がある、と考えるのは妥当であることを支持する知見が蓄積されている。

特に、対象を健常者ではなくパニック障害、うつ病、不安障害の患者にした研究の存在は、内受容感覚と感情経験の関連を検討する上で重要であろう。恐怖症を併発しているパニック障害の患者 (Ehlers & Breuer, 1996)、あるいは健常圏内であるがパニック発作の経験がある人 (Richards,

Cooper, & Winkelman, 2003) では健常者よりも心拍知覚の敏感さが高い。近年まとめられたレビュー論文でも、不安傾向が高い個人は、一貫して内受容感覚が鋭敏である、と指摘されている (Domschke et al., 2010)。一方、鬱傾向の高い人や (Dunn et al., 2007; Pollatos, Traut-Mattausch, & Schandry, 2009)、人格障害者は、健常者よりも心拍知覚の敏感さが低い (Mussgay, Klinkenberg, & Ruddel, 1999)。また、明白な身体疾患がないにもかかわらず様々な身体症状を訴える身体表現性障害患者でも、身体化障害の程度の重い患者では心拍知覚課題の成績低下が認められている (Schaefer, Egloff, & Witthoft, 2012)。

精神症状のみならず心臓血管反応や、迷走神経の反応、呼吸のパターンなどに関して健常者との差異が報告されている症状もあるため (Yeragani et al., 2000; Zagon, 2001)、慎重な議論を要するが、情緒に関連する障害と表現される症状と内受容感覚の敏感さの間に強い関わりがあることは非常に興味深い事実である。また、反対に心拍数など、自己の内部状態に注意を定位することによって、社会不安傾向が上昇するという報告もある (Wells & Papageorgiou, 2001)。これらの事実をまとめると、内受容感覚の鋭敏さは、自分自身の感情を意識する過程に一定の影響を及ぼしており、情緒に関する障害例ではその傾向がより強く観察されている可能性が見えてくる。それでは、具体的には、どのような影響を及ぼしているのだろうか。

## 9. 覚醒度と内受容感覚

内受容感覚の鋭敏さと個人の感情の感じ方の関係性を考察すると、感情を進化に根差した普遍的かつ離散的 (カテゴリーカル) なものである、と捉えるか、覚醒度や感情価といった複数の連続変量の次元によって表現されるものとして捉えるか、という問題との関連性が見えてくる (Matsumoto & Tatani, 2000; Russell & Lemay, 2000)。前者は、基本感情 (怒り、恐れ、悲しみ、嫌悪、喜び、驚きなど) の文化間普遍性を主張した Ekman (1972) に代表される考え方である。このような立場は“生存するために有用である筋肉活動のパターンが徐々に感情表出時の活動として生得化され、進

化の過程で残存してきたため、各感情状態には特有の表情、生理反応などが存在する”、という考えに基づいている。近年になって、恐怖顔と嫌悪顔を例として、表情表出に伴って、その表情が表示する感情の内容に合致した知覚情報の取り込み方をする、という証拠も提示された (Susskind et al., 2008)。例えば、人体に害を及ぼす可能性のある物質への拒絶に起源を持つと考えられる嫌悪の表出時には、鼻腔を狭めていることが確認されている。また、顔面表情の表出・非表出が感情に関わる脳部位の活動の大きさに影響を与えることが明らかにされた (Hennenlotter et al., 2009)。

これに対して、感情は複数の次元によって表現されるものである、と考える立場として、Wundt は人間の感情状態は快/不快・興奮/沈静 (覚醒度)・緊張/弛緩の3つの基本要素をどの程度含むのかによって表わされる、と提唱している (Barrett & Bliss-Moreau, 2009; Wundt, 1998)。人間の感情は、快/不快のみでは定義できず、覚醒という要素と切り離せない、という指摘は、感情価 (Valence) と覚醒度 (arousal) を感情経験のもっとも基本的な2つの軸と過程し、二軸が成す平面上に様々な種類の感情を布置する感情の円環理論 (Russell, 1980) の礎となったといえるであろう。この理論から派生した Core Affect 理論 (Russell, 2003; Barrett, 2006) もこの主張を継承するとともに、情動 (Affect) というものは人間の心の基本的な要素であり、様々な心理過程に影響を及ぼす中心的存在であると主張している。二つの軸の交わり方が直交であるのか、斜交であるのか、個人間に共通する構造であるのか、といった議論は続けられているが、この立場を基盤とした数多くの感情に関する研究が行われている (Kuppens et al., 2013)。

内受容感覚の鋭敏さと感情経験の関係性を議論している研究では、その鋭敏さによって特定の感情の認識ができるか否か、というものよりも、映像や画像からどの程度強く特定の感情を感じ取れるか、という視点の研究が多くみられる。たとえば、Wiens, Mezzacappa, and Katkin (2000) は心拍検出課題の成績と、感情を生じさせるビデオの鑑賞によって誘発される感情経験の強さの間に関連を見出している。日常的な感情経験の報告において自己の覚醒状態の活性/不活性に重きをおく

傾向との関連性を示した研究もある (Barrett et al., 2004)。Pollatos, Kirsch, and Schandry (2005b) では、内受容感覚の敏感さは、視覚刺激の感情価評定よりも覚醒度評定に関連しており、感情覚醒度の認知と深く関係する、という立場を支持する結果を得ている。同様の結果は、Dunn et al. (2010) によっても支持されている。これらのデータが総じて示すことは、身体内部で生じていることを正確に感じ取れることと、特定の刺激によって喚起された感情を、より覚醒度の高いものとして認識できることの間密接な関係性があることである。筆者らも、特定の表情と真顔を用いてモーフィング画像を作成し、表情の微細な変化に対する感受性と、心拍検出課題の成績の関連性を調査した (Terasawa et al., 2014)。もし、内受容感覚の精度が、覚醒度の認知と深い関連を持つのであれば、心拍検出課題の成績が高い人では、感情を引き起こす効果をごくわずかにしか含まない真顔に限りなく近い表情刺激を観察した時にも、刺激から感情の惹起がなされるはずである。実験の結果は、予想通り心拍検出課題の成績が良い人の方が、他者のごくわずかな喜びや悲しみの表情を認識できることを示した。さらに、安静時や、課題実施時の心拍数を計測したが、その変化の大きさと内受容感覚の鋭敏さも関連していなかった。

覚醒レベル自体は、自律神経系の変化と密接な関わりを持つものである。覚醒度の評価には、主に交感神経系の活動である皮膚電気活動などの末梢の自律神経反応の測定が有効であると考えられており (Boucein, 1992)、身体の状態の変化と不可分である。よって、内受容感覚の鋭敏さが覚醒度の認識を介して、感情経験に影響を及ぼしている、という一連のメカニズムは、理解しやすいように思える。しかし、先行研究を注意深く概括してみると、自律神経系の変化そのものが直接、個人が認識する覚醒度に影響を及ぼすのではなく、やはりその変化をいかに感じ取ることができるか、という要素が大きな役割を担っている可能性が見えてくる。

覚醒度の認識の神経基盤に焦点を当てた研究に目を向けてみよう。すると、上述の心理学的研究が示してきた内受容感覚と感情感受性の関連性を裏付けるように、その重要な神経基盤の一つとして島皮質が浮かび上がってくる。感情に関わる単

語を用いた fMRI 研究では、覚醒度と感情価の間には交絡がみられる一方で、覚醒度のみに対応する活動を示す領域として特定されたのは島皮質前部、腹側線条体、淡蒼球、扁桃体などであった (Lewis et al., 2007)。また、神経心理学的研究としては、Berntson et al. (2011) が、島皮質損傷群、扁桃体損傷群、損傷統制群に対して感情を喚起する画像を提示し、画像に対する感情価と覚醒度を評定させたところ、島皮質損傷群で感情価を問わず、覚醒度を低く見積もるパターンが観察された。一方、扁桃体損傷例では、ネガティブ感情においてのみ覚醒度の認識に問題を呈した。筆者らが行った検討でも、右島皮質損傷例では同様に覚醒度を低く評価する傾向が観察された一方で、その生理指標と考えられる皮膚電気反応には、健常者との間に有意な差は見られていない (寺澤ら, 2010)。前項で述べたように、覚醒度への関与が指摘された島皮質は、たとえ顕著な生理反応の変化がなくとも、身体内部状態を参照し感情状態や身体状態として意識する、すなわち内受容意識への関与が指摘されている部位である。この領域の活動や神経心理学的知見からも、感情を感じる状況において、いかに身体内部状態を正確に知覚できるかが覚醒度の認識に影響を及ぼしていることが示唆されるだろう。

## 10. 不安と内受容意識

不安やパニック障害といった病態と、内受容感覚の関連性については、多数の研究がこれまでも行われてきている。身体知覚能力を質問紙調査によって計測すると、不安感受性 (AS: Anxiety Sensitivity) の高い患者や、パニック障害の患者などでは日常的に過剰なまでに身体感覚に対して注意を向けていることがわかり (hypervigilance)、ノイズに過ぎないような微細な身体状態の変化も検知している可能性が示唆される (Paulus & Stein, 2010; Anderson & Hope, 2009; Ludewig et al., 2005; Olatunji, Cisler, & Tolin, 2007)。Domschke et al. (2010) によるレビューでは、このようなテーマのもと行われた 30 本程度の研究について、内受容感覚の鋭敏さの測定方法、病態との関連性、そして高不安群あるいはパニック障害群と健常者における心拍数の違いの有無をまとめている。そ

の結果、心拍検出課題の成績は、不安感受性やパニック障害と関連することが示されているが、一方で、実際の心拍数は疾患の有無によって変化がない場合が多いことも示されている。やはり、単に生理反応のパターンの変化のみが感情経験に影響を及ぼすのではなく、内受容感覚の鋭敏さという因子が存在することが伺える。

これらのデータは、我々の身体に強い注意を向けることによって、ネガティブな感情がより強く経験され、不安傾向の高まりが報告されるのではないかと、という仮説を導きだした。Paulus and Stein (2010) は内受容感覚の鋭敏さと、自己指向的な信念に基づく思考が不安障害を生み出している、という仮説を提唱した。具体的には、不安障害の患者は、後続する事象を思い浮かべた際の身体状態の変化や、定常状態であっても常に存在している自律神経系の活動の揺らぎを過敏に感じ取り、この変化に対して、極端にネガティブな意味があるという信念に基づく解釈を行いやすい、ということである。そして、やはり、島皮質の特に前部領域がこのようなメカニズムの神経基盤として注目されている。Killgore et al. (2011) は、fMRI 研究を用いて、ネガティブ表情観察時の島皮質の活動が、個人の不安感受性、とくに身体症状の側面と相関することを示し、Paulus らの仮説を実証している。筆者らもまた、自身の感情を意識している際の fMRI 研究を行い、内受容感覚の鋭敏さと対応を示した視床 (後部腹外側領域および背内側領域) の活動が、右島皮質前部を介して、個人の社会恐怖傾向を説明することを明らかにした (Terasawa et al., 2013)。視床の後部腹外側領域には脊髄や脳神経からの入力情報を、一次感覚野および一次体性感覚野に中継するために必要な核が集まっている (Blumenfeld, 2002)。視床の後部腹側領域にある核は、内臓性の求心情報を脳幹から島皮質へと伝達するための経路上に位置する (Cameron, 2002)。実際に、視床と島皮質・前頭葉内側部などを含む皮質間、特に島皮質や前頭葉内側部の機能的関連性の上昇が、社会不安障害において観察されている (Etkin & Wager, 2007; Giménez et al., 2012)。筆者らの研究結果も、一次的な身体状態の知覚そのものよりも、いかに内受容情報に注意を向けるか、という過程こそが主観的な不安感の実現には重要な意味を持ってい

ることを示唆しているといえるだろう。

不安障害において、内受容感覚の過敏性が報告され、その認知神経メカニズムが考案されてきたが、前述のように、鬱傾向ではその鈍麻が指摘されている。高不安傾向を有さない鬱傾向者については、内受容感覚の認識能力の低下が、ポジティブ感情に伴うべき覚醒度の低下をもたらすことで継続的な鬱状態が生じているのではないか、という仮説が提示されている (Avery et al., 2013; Furman et al., 2013; Terhaar et al., 2012)。ちょうど不安傾向の誘発と反対側の側面を捉えた仮説である。不安障害と鬱病はそれぞれに特異的な病態が報告されており、内受容感覚という観点のみから議論を展開するのは拙速である。しかし、内受容感覚の過敏性、あるいは鈍麻性という軸を持って、いずれの病態でも中核症状の一つと考えられる感情感受性の問題を考えてみると、人間の感情経験メカニズムの理解の発展につながるとともに、疾病の治療方法の開発につながることもあるだろう。具体的な方向性の一つとして、特定の不安障害の治療として注意の方向付けが有効である可能性が示唆されている。実際、治療に焦点を当てた臨床心理学研究では、不安を喚起する場面に遭遇した際に、心拍数の上昇や呼吸の浅さといった自己の身体反応に向きがちな注意の方向を、場面の状況や行う課題そのものといった外的な環境に向ける課題集中トレーニング (task concentration training) や注意訓練 (attention training) の効果が示されている (Bogels & Mansell, 2004)。臨床心理学による知見は、不安傾向が高い人が身体内部状態に注意が向きやすいのであれば、その注意を内的状態から外的環境に再定位しなおすことによって、不安が低減されるという予測を支持するであろう。また、内受容感覚への気づきを高めることによって、鬱病などの症状改善が見られるかもしれない。実際に、身体の内外の感覚に注意を集中させるトレーニングが、感情の制御に及ぼす効果やその認知神経基盤に関する検討が近年すすめられてきている (Farb, Segal, & Anderson, 2013; Kirk, Downar, & Montague, 2011)。この方法については、その効果や Paulus らのモデルとの親和性など今後の詳細な検討が待たれるところではあるが、臨床場面における一つの重要な応用例と考えられるだろう。

## 11. 内受容感覚の測定をめぐる問題

これまで、内受容感覚の鋭敏さと感情や判断との関連性に述べてきたが、その測定方法が多様であるが故に、個々の測定方法が測定しているものが同じであるのか否かは、注意を要するだろう。測定された「内受容感覚の感受性」が、身体内部で生じた変化に気づくための閾値の小ささ、いわば知覚的機能を表しているのか、あるいは、身体内部に向けている注意の程度を表しているのかは疑問が残るところである。先行研究においても、Garfinkel and Critchley (2013) や、Ceunen, Van Diest, and Vlaeyen (2013) がこの点を明確にするための議論を展開しているが、このような試みはまだ初期の段階にある。

心拍検出課題に代表されるような実験課題では、一定時間平静な状態で自分の身体内部 (たとえば、心臓の拍動) に注意を向けるように実験参加者に求める。一定時間の間、心臓の拍動に注意を向けるという単一の課題に従事することが求められるため、注意の配分や切り替え、という側面よりも、身体内部活動を知覚するための閾値が測定されている可能性が高いだろう。これに対して、質問紙では、日常生活において、自分の身体内部の変化にどの程度敏感に気付いているかを問う。通常、我々は仕事やコミュニケーションなど、何らかの活動に従事しており、身体内部状態にのみ注意を定位することはまれである。このため、何らかの活動をしながらも内受容感覚に注意を向けるための注意の分配や、その対象をシフトさせる注意の切替といった認知的処理の関与が予想される。質問紙では、知覚における厳密な閾値よりも、内受容感覚がどの程度意識に上りやすいかどうかの個人傾向や、この気づきの上に生成される自己の身体反応に関する知識や信念を測定している、と考えることができ、おもに注意の側面から内受容感覚の感受性を測定していると推測できる。Garfinkel and Critchley (2013) も、ほぼ同様の区別を想定しており、課題による測定結果を Interoceptive Sensitivity、質問紙による測定結果を Interoceptive Sensibility という用語を用いて表現し、それぞれが感情やその他の認知機能に及ぼす影響の理解が必要である、と提言している。

知覚的な鋭敏さとしての内受容感覚の敏感さと、注意の方向付けとしての内受容感覚の敏感さを独立のものとして扱うことは、これまでの研究でも行われておらず、その議論の前提として、注意の定位を厳密に操作した実験が必要となる。このような検証は筆者が知る限り、未だ行われていない。よって、内受容感覚への閾値の低さ、内受容感覚への注意の定位のしやすさが、内受容感覚の鋭敏さに対して、独立した要素であるのか、あるいは共変的な性質をもつものであるのかは、現在までの研究結果のみからは議論することができない。知覚としての感覚の鋭さが、内受容感覚への注意の定位を促進し、その総体として内受容意識が高まるといったメカニズムも想定できる。しかし一方で、その反対の働きかけが存在する可能性もあるだろう。このような仮説の妥当性については、検証の余地があることに留意が必要であるだろう。

## 12. 種々の認知機能と内受容感覚処理

本稿では、主観的感情と内受容感覚の関係性に焦点を当てた議論を行ってきた。しかし、人間のこころの働きの認知的側面と感情的側面を明確に切り分けることが困難であるように、多様な認知機能の実現に内受容感覚処理過程が関与している可能性も考慮するべきであろう。実際に、生理心理学研究の積み重ねが明らかにしてきたように、心拍数、血圧、表情筋の活動、皮膚電気活動といった自律神経反応の変化は、学習、問題解決、注意、時間知覚などの様々な認知機能と関連している。とくに、意思決定については、その適切性と内受容意識の関連性が議論されている (Dunn et al., 2010; Kirk et al., 2011)。日常生活は、常に判断や意思決定の連続であることを考えると、このような指摘は大変重要である。

古典的な生理心理学の手法を用いた研究では、健忘症患者 (Rapcsak et al., 1998) や相貌失認患者 (Tranel & Damasio, 1985)、幼児期健忘 (Newcombe & Fox, 1994; Stormark, 2004) を例として、顕在記憶による再認課題のパフォーマンスと、課題遂行中の自律神経反応の間には乖離が見られることを報告している。いずれの研究でも、学習したはずの刺激に対して、顕在的に「知っている」と報告することができないアイテムに対し

て、皮膚電気反応の増大や心拍の加速といった特異的な自律神経反応の変化が観察されている。親近性を構成するための潜在的な処理過程の存在を意味すると同時に、このような処理には身体反応の変化が関与することを示している。観察された自律神経反応の変化が、単に潜在処理過程に付随して出現するものなのか、あるいは、我々の認知過程に何らかの影響を与えるものであるのかは定かでない。しかし、生じた自律神経反応を知覚することによって、有限である認知資源の効率的な利用を可能にし、より深い処理を進めるべきものに焦点化する、いわば注意喚起としての機能も指摘されている (Oehman, 1979)。この過程の一つとして、覚醒度の高まりの知覚も包含されているであろう。後者の解釈は、定位反応に対する解釈から援用されたものであるが、脳機能画像研究や神経心理研究によって、さらなる検討が可能であろう。

例えば Feeling of Knowing (既知感; FoK) 判断は、内受容感覚処理と意思決定の関連を見出せる現象の一つである。この判断は、呈示されたアイテムについて、知っていると感じるか、否かを即座に判断することを求めるものであり、得られた反応と実際の既知・未知を照らし合わせて、メタ認知の正確さを評価できると考えられている。FoK 判断は、腹内側前頭前野の損傷例において、その正確性が著しく低下すると報告されている (Schnyer et al., 2004)。つまり、知っている、と感じたものが実際には未知であったり、知らない、と感じたものが、既知のものであったりする割合が上昇する。この領域は、その損傷によって健忘症が起きる部位とは異なっており、記憶の想起そのものよりも、自分の判断の確からしさを感じとることに深い関わりを持つと考えられる。腹内側前頭前野は、内受容感覚処理における重要な領域と考えられている部位の一つである。これまでに、Craig (2009) は島皮質が FoK 判断に対して支持的な働きをしていると推測しているが、FoK 判断における内受容処理の存在について明示的には述べていない。しかし、先行研究と結果を概括すると一つの仮説が導き出される。すなわち、何らかの心的過程に伴って生じる身体反応を正確に受容することが、自己に関するモニタリングの正確さの向上をもたらす、という仮説である。

再認や FoK 判断といった記憶に関わる判断において、内受容感覚処理が判断の正確性の向上、あるいはバイアスの生成に何らかの影響を持っているのかは、現在のところ明らかではない。しかし、このような領域への応用可能性を持っており、記憶のリハビリテーション場面での利用を含めた今後の展開が可能であろう。

本稿で感情と内受容感覚をつなぐ領域として注目してきた島皮質については、近年急速に研究が進められてきた。前頭葉・頭頂葉・側頭葉・辺縁系と神経連絡を持つことから、神経ネットワークにおけるハブとして機能し、感情のみならず知覚、運動、注意、記憶といった実に様々な心的機能のモジュレーターである可能性が提唱されている (Dennis et al., 2014; Kurth et al., 2010; Menon & Uddin, 2010)。島皮質の中でも、前部領域は前頭葉や側頭葉、また扁桃体に代表される辺縁系と解剖学的・機能的接続があり、後部領域は頭頂葉や側頭葉と接続があることも明らかになっている。これらの領域との相互ネットワークは、Salience ネットワークと名付けられ、身体の内外で生じた顕著な事象を検出し、注意を集中させることでその事象を処理するための制御機能を担うのではないかと、という提唱もされている (Barrett & Satpute, 2013)。

このような心理的また神経科学的データの積み重ねは、様々な心的機能の実現の背後に通底する処理として、身体内部に由来する情報処理が関与している可能性も示唆している。身体由来の情報と様々なモダリティを介した外受容感覚の連続的な集積は、身体の所有感を作り出し、ひいては意図や自己主体感といった自己を支える概念の基盤となると考えられている (Damasio, 1999; Fukushima et al., 2013; Seth, 2013)。心のはたらしのベースとなる自己の創発に身体由来情報の処理が影響を及ぼしているとするならば、内受容感覚と種々の認知機能の関連性の検討によって得られる研究結果の重要性が見えてくる。

人間の感情と内受容感覚との関連性を追求する一連の研究は、感情経験を支える認知神経メカニズムの理解に関する発展をもたらしてきた。このような試みに加えて、さらに、身体由来情報が人間の心に及ぼす影響を幅広く検討することによって、様々な心的処理の成立ちをその共通性や固有

性から理解する、という方向性が人間の心理システムの理解に有益になるのではないだろうか。

## 文 献

- Amodio, D.M., & Frith, C.D. (2006). Meeting of minds: the medial frontal cortex and social cognition. *Nat Rev Neurosci*, 7, 268-277.
- Anderson, E.R., & Hope, D.A. (2009). The relationship among social phobia, objective and perceived physiological reactivity, and anxiety sensitivity in an adolescent population. *Journal of anxiety disorders*, 23, 18-26.
- Avery, J. A., Drevets, W. C., Moseman, S. E., Bodurka, J., Barcalow, J. C., & Simmons, W. K. (2013). Major Depressive Disorder Is Associated with Abnormal Interoceptive Activity and Functional Connectivity in the Insula. *Biol Psychiatry*.
- Barrett, L. F. (2006). Emotions as natural kinds? *Perspectives on Psychological Science*, 1, 28-58.
- Barrett, L. F., & Bliss-Moreau, E. (2009). Affect as a Psychological Primitive. *41*, 167-218.
- Barrett, L. F., Quigley, K. S., Bliss-Moreau, E., & Aronson, K. R. (2004). Interoceptive sensitivity and self-reports of emotional experience. *J Pers Soc Psychol*, 87, 684-697.
- Barrett, L. F., & Satpute, A. B. (2013). Large-scale brain networks in affective and social neuroscience: towards an integrative functional architecture of the brain. *Curr Opin Neurobiol*, 23, 361-372.
- Bernat, E., Patrick, C. J., Benning, S. D., & Tellegen, A. (2006). Effects of picture content and intensity on affective physiological response. *Psychophysiology*, 43, 93-103.
- Berntson, G. G., Norman, G. J., Bechara, A., Bruss, J., Tranel, D., & Cacioppo, J. T. (2011). The insula and evaluative processes. *Psychol Sci*, 22, 80-86.
- Blumenfeld, H. (2002). *Neuroanatomy through Clinical Cases*. Sunderland, USA.
- Bogels, S. M., & Mansell, W. (2004). Attention processes in the maintenance and treatment of social phobia: hypervigilance, avoidance and self-focused attention. *Clinical psychology review*, 24, 827-856.
- Boucein, W. (1992). *Electrodermal Activity*. New York: Plenum Press.
- Brener, J., & Jones, J. M. (1974). Interoceptive discrimination in intact humans: detection of cardiac activity. *Physiol Behav*, 13, 763-767.
- Buck, R. (1988). *Human Motivation and Emotion*. New York: John Wiley & Sons.
- Cameron, O. G. (2002). *Visceral Sensory Neuroscience, Interoception*. New York: Oxford University Press.

- Cannon, W. B., & Washburn, A. L. (1912). An explanation of hunger. *American Journal of Physiology*, *29*, 441-455.
- Caprara, G. V., Cinanni, V., D'Imperio, G., Passerini, S., Renzi, P., & Travaglia, G. (1985). Indicators of impulsive aggression: Present status of research on irritability and emotional susceptibility scales. *Personality and Individual Differences*, *6*, 665-674.
- Ceunen, E., Van Diest, I., & Vlaeyen, J. (2013). Accuracy and awareness of perception: Related, yet distinct (Commentary on). *Biological Psychology*, *92*, 426-427.
- Craig, A. D. (2000). The functional anatomy of lamina I and its role in post-stroke central pain. *Prog Brain Res*, *129*, 137-151.
- Craig, A. D. (2002). How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body. *Nat Rev Neurosci*, *3*, 655-666.
- Craig, A. D. (2003). Interoception: the sense of the physiological condition of the body. *Curr Opin Neurobiol*, *13*, 500-505.
- Craig, A. D. (2009). How do you feel—now? The anterior insula and human awareness. *Nat Rev Neurosci*, *10*, 59-70.
- Critchley, H. D., Wiens, S., Rotshtein, P., Ohman, A., & Dolan, R. J. (2004). Neural systems supporting interoceptive awareness. *Nat Neurosci*, *7*, 189-195.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes's Error*. New York: Penguin Putnam.
- Damasio, A. R. (1999). *The Feeling of What Happens*. Orlando, Florida, USA: Harcourt.
- Damasio, A. R. (2003). Feelings of Emotions and the Self. *Ann N Y Acad Sci*, *1001*, 253-261.
- Damasio, A. R., Grabowski, T. J., Bechara, A., Damasio, H., Ponto, L. L., Parvizi, J., & Hichwa, R. D. (2000). Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions. *Nat Neurosci*, *3*, 1049-1056.
- Dennis, E. L., Jahanshad, N., McMahon, K. L., de Zubicaray, G. I., Martin, N. G., Hickie, I. B., Toga, A. W., Wright, M. J., & Thompson, P. M. (2014). Development of insula connectivity between ages 12 and 30 revealed by high angular resolution diffusion imaging. *Hum Brain Mapp*, *35*, 1790-1800.
- Domschke, K., Stevens, S., Pfleiderer, B., & Gerlach, A. L. (2010). Interoceptive sensitivity in anxiety and anxiety disorders: an overview and integration of neurobiological findings. *Clinical psychology review*, *30*, 1-11.
- Dunkley, P., Wise, R. G., Fairhurst, M., Hobden, P., Aziz, Q., Chang, L., & Tracey, I. (2005). A Comparison of Visceral and Somatic Pain Processing in the Human Brainstem Using Functional Magnetic Resonance Imaging. *The Journal of Neuroscience*, *25*, 7333-7341.
- Dunn, B. D., Dalgleish, T., Ogilvie, A. D., & Lawrence, A. D. (2007). Heartbeat perception in depression. *Behav Res Ther*, *45*, 1921-1930.
- Dunn, B. D., Galton, H. C., Morgan, R., Evans, D., Oliver, C., Meyer, M., Cusack, R., Lawrence, A. D., & Dalgleish, T. (2010). Listening to your heart: how interoception shapes emotion experience and intuitive decision making. *Psychol Sci*, *21*, 1835-1844.
- Dworkin, B. R. (2007). Interoception. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary & G. G. Berntson (Eds.), *Handbook of Psychophysiology* (3rd ed., pp. 482-506). New York: Cambridge University Press.
- Ehlers, A., & Breuer, P. (1996). How good are patients with panic disorder at perceiving their heartbeats? *Biol Psychol*, *42*, 165-182.
- Ekman, P. (1972). *Universal and cultural differences in facial expression of emotion*. Paper presented at the Nebraska symposium on motivation Nebraska.
- Etkin, A., & Wager, T. D. (2007). Functional neuroimaging of anxiety: a meta-analysis of emotional processing in PTSD, social anxiety disorder, and specific phobia. *The American journal of psychiatry*, *164*, 1476-1488.
- Evans, K. C., Banzett, R. B., Adams, L., McKay, L., Frackowiak, R. S. J., & Corfield, D. R. (2002). BOLD fMRI Identifies Limbic, Paralimbic, and Cerebellar Activation During Air Hunger. *Journal of Neurophysiology*, *88*, 1500-1511.
- Farb, N. A., Segal, Z. V., & Anderson, A. K. (2013). Mindfulness meditation training alters cortical representations of interoceptive attention. *Soc Cogn Affect Neurosci*, *8*, 15-26.
- Ferguson, M. L., & Katkin, E. S. (1996). Visceral perception, anhedonia, and emotion. *Biol Psychol*, *42*, 131-145.
- Fukushima, H., Goto, Y., Maeda, T., Kato, M., & Umeda, S. (2013). Neural substrates for judgment of self-agency in ambiguous situations. *PLoS One*, *8*, e72267. doi: 10.1371/journal.pone.0072267
- Fukushima, H., Terasawa, Y., & Umeda, S. (2011). Association between interoception and empathy: evidence from heartbeat-evoked brain potential. *Int J Psychophysiol*, *79*, 259-265.
- Furman, D. J., Waugh, C. E., Bhattacharjee, K., Thompson, R. J., & Gotlib, I. H. (2013). Interoceptive awareness, positive affect, and decision making in Major Depressive Disorder. *J Affect Disord*, *151*, 780-785.

- Garfinkel, S. N., & Critchley, H. D. (2013). Interoception, emotion and brain : new insights link internal physiology to social behaviour. Commentary on : "Anterior insular cortex mediates bodily sensibility and social anxiety" by Terasawa et al. (2012). *Soc Cogn Affect Neurosci*, 8, 231–234.
- Jiménez, M., Pujol, J., Ortiz, H., Soriano-Mas, C., López-Solà, M., Farré, M., Deus, J., Merlo-Pich, E., & Martín-Santos, R. (2012). Altered brain functional connectivity in relation to perception of scrutiny in social anxiety disorder. *Psychiatry Research*, 202, 214–223.
- Hamaguchi, T., Kano, M., Rikimaru, H., Kanazawa, M., Itoh, M., Yanai, K., & Fukudo, S. (2004). Brain activity during distention of the descending colon in humans. *Neurogastroenterol Motil*, 16, 299–309.
- Hennenlotter, A., Dresel, C., Castrop, F., Baumann, A. O., Wohlschläger, A. M., & Haslinger, B. (2009). The link between facial feedback and neural activity within central circuitries of emotion—new insights from botulinum toxin-induced denervation of frown muscles. *Cereb Cortex*, 19, 537–542.
- Herbert, B. M., Muth, E. R., Pollatos, O., & Herbert, C. (2012). Interoception across modalities : on the relationship between cardiac awareness and the sensitivity for gastric functions. *PLoS One*, 7, e36646. doi : 10.1371/journal.pone.0036646
- Hohmann, G. W. (1962). *The effect of dysfunctions of the autonomic nervous system on experienced feelings and emotions*. Paper presented at the Conference on Emotions and Feelings, New School of Social Research, New York.
- Iaria, G., Committeri, G., Pastorelli, C., Pizzamiglio, L., Watkins, K. E., & Carota, A. (2008). Neural activity of the anterior insula in emotional processing depends on the individuals' emotional susceptibility. *Hum Brain Mapp*, 29, 363–373.
- James, W. (1884). What is an emotion? *Mind*, 19, 188–205.
- Kable, J. W., & Glimcher, P. W. (2007). The neural correlates of subjective value during intertemporal choice. *Nat Neurosci*, 10, 1625–1633.
- Khalsa, S. S., Rudrauf, D., Feinstein, J. S., & Tranel, D. (2009). The pathways of interoceptive awareness. *Nat Neurosci*, 12, 1494–1496.
- Killgore, W. D., Britton, J. C., Price, L. M., Gold, A. L., Deckersbach, T., & Rauch, S. L. (2011). Neural correlates of anxiety sensitivity during masked presentation of affective faces. *Depression and anxiety*, 28, 243–249.
- Kirk, U., Downar, J., & Montague, P. R. (2011). Interoception drives increased rational decision-making in meditators playing the ultimatum game. *Front Neurosci*, 5, 49. doi : 10.3389/fnins.2011.00049
- Kuppens, P., Tuerlinckx, F., Russell, J. A., & Barrett, L. F. (2013). The relation between valence and arousal in subjective experience. *Psychol Bull*, 139, 917–940.
- Kurth, F., Zilles, K., Fox, P. T., Laird, A. R., & Eickhoff, S. B. (2010). A link between the systems : functional differentiation and integration within the human insula revealed by meta-analysis. *Brain Struct Funct*, 214, 519–534.
- Lange, C. G. (1885/1992). *The emotions : A psychophysiological study*. Baltimore : Williams and Wilkins.
- Lane, R. D., Ahern, G. L., Schwartz, G. E., & Kaszniak, A. W. (1997). Is alexithymia the emotional equivalent of blindsight? *Biol Psychiatry*, 42, 834–844.
- Lee, K. H., & Siegle, G. J. (2012). Common and distinct brain networks underlying explicit emotional evaluation : a meta-analytic study. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 7, 521–534.
- Levenson, R. W., Ekman, P., & Friesen, W. V. (1990). Voluntary Facial Action Generates Emotion-Specific Autonomic Nervous System Activity. *Psychophysiology*, 27, 363–384.
- Lewis, P. A., Critchley, H. D., Rotshtein, P., & Dolan, R. J. (2007). Neural correlates of processing valence and arousal in affective words. *Cereb Cortex*, 17, 742–748.
- Liotti, M., Brannan, S., Egan, G., Shade, R., Madden, L., Abplanalp, B., & Denton, D. (2001). Brain responses associated with consciousness of breathlessness (air hunger). *Proc Natl Acad Sci U S A*, 98, 2035–2040.
- Ludewig, S., Geyer, M. A., Ramseier, M., Vollenweider, F. X., Rechsteiner, E., & Cattapan-Ludewig, K. (2005). Information-processing deficits and cognitive dysfunction in panic disorder. *Journal of psychiatry & neuroscience : JPN*, 30, 37–43.
- Main, C. J. (1983). The Modified Somatic Perception Questionnaire (MSPQ). *Journal of Psychosomatic Research*, 27, 503–514.
- Mandler, G., Mandler, J. M., & Uviller, E. T. (1958). Autonomic feedback : The perception of autonomic activity. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 56, 367–374.
- Marshall, G. D., & Zimbardo, P. G. (1979). Affective consequences of inadequately explained physiological arousal. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 970–988.
- Matsumoto, D., & Tatani, H. (2000). Cultural influences on judgement of emotion. *Japanese Psychological Review*, 43, 147–160.



- McFarland, R. A. (1975). Heart rate perception and heart rate control. *Psychophysiology*, *12*, 402-405.
- Mehling, W. E., Gopisetty, V., Daubenmier, J., Price, C. J., Hecht, F. M., & Stewart, A. (2009). Body awareness: construct and self-report measures. *PLoS One*, *4*, e5614. doi: 10.1371/journal.pone.0005614
- Menon, V., & Uddin, L. Q. (2010). Saliency, switching, attention and control: a network model of insula function. *Brain Struct Funct*, *214*, 655-667.
- Mussgay, D. L., Klinkenberg, N., & Ruddel, H. (1999). Heart beat perception in patients with depressive, somatoform, and personality disorders. *Journal of Psychophysiology*, *13*, 27-36.
- Newcombe, N., & Fox, N. A. (1994). Infantile Amnesia: Through a Glass Darkly. *Child Development*, *65*, 31-40.
- Nummenmaa, L., Glerean, E., Hari, R., & Hietanen, J. K. (2014). Bodily maps of emotions. *Proc Natl Acad Sci U S A*, *111*, 646-651.
- Oehman, A. (1979). The orienting response, attention and learning: An information-processing perspective. In H. D. Kimmel, E. H. van Olst & J. F. Orlebeke (Eds.), *The orienting reflex in humans*. Hillsdale: Erlbaum.
- Olatunji, B. O., Cisler, J. M., & Tolin, D. F. (2007). Quality of life in the anxiety disorders: a meta-analytic review. *Clinical psychology review*, *27*, 572-581.
- Olson, I. R., Plotzker, A., & Ezzyat, Y. (2007). The Enigmatic temporal pole: a review of findings on social and emotional processing. *Brain*, *130*, 1718-1731.
- Paulus, M. P., & Stein, M. B. (2010). Interoception in anxiety and depression. *Brain structure & function*, *214*, 451-463.
- Pennebaker, J. W. (1982). *The psychology of physical symptoms*. New York: Springer-Verlag.
- Plutchik, R., & Ax, A. F. (1967). A critique of "Determinants of emotional state" (by Schachter & Singer, 1962). *Psychophysiology*, *4*, 79-82.
- Pollatos, O., Kirsch, W., & Schandry, R. (2005a). Brain structures involved in interoceptive awareness and cardioafferent signal processing: a dipole source localization study. *Hum. Brain Mapp*, *26*, 54-64.
- Pollatos, O., Kirsch, W., & Schandry, R. (2005b). On the relationship between interoceptive awareness, emotional experience, and brain processes. *Brain Res Cogn Brain Res*, *25*, 948-962.
- Pollatos, O., & Schandry, R. (2004). Accuracy of heartbeat perception is reflected in the amplitude of the heartbeat-evoked brain potential. *Psychophysiology*, *41*, 476-482.
- Pollatos, O., Traut-Mattausch, E., & Schandry, R. (2009). Differential effects of anxiety and depression on interoceptive accuracy. *Depression and anxiety*, *26*, 167-173.
- Pollatos, O., Traut-Mattausch, E., Schroeder, H., & Schandry, R. (2007). Interoceptive awareness mediates the relationship between anxiety and the intensity of unpleasant feelings. *Journal of anxiety disorders*, *21*, 931-943.
- Porges, S. (1993). *Body Perception Questionnaire*: Laboratory of Developmental Assessment, University of Maryland.
- Rainville, P., Bechara, A., Naqvi, N., & Damasio, A. R. (2006). Basic emotions are associated with distinct patterns of cardiorespiratory activity. *Int J Psychophysiol*, *61*, 5-18.
- Rapcsak, S. Z., Kaszniak, A. W., Reminger, S. L., Glisky, M. L., Glisky, E. L., & Comer, J. F. (1998). Dissociation between verbal and autonomic measures of memory following frontal lobe damage. *Neurology*, *50*, 1259-1265.
- Richards, J. C., Cooper, A. J., & Winkelman, J. H. (2003). Interoceptive Accuracy in Nonclinical Panic. *Cognitive Therapy and Research*, *27*, 447-461.
- Rudrauf, D., Lachaux, J. P., Damasio, A., Baillet, S., Hugueville, L., Martinerie, J., Damasio, H., & Renault, B. (2009). Enter feelings: somatosensory responses following early stages of visual induction of emotion. *Int J Psychophysiol*, *72*, 13-23.
- Russell, J. A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological Review*, *110*, 145-172.
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, *39*, 1161-1178.
- Russell, J. A., & Lemay, G. (2000). A dimensional-contextual perspective on facial expressions. *Japanese Psychological Review*, *43*, 161-176.
- Schachter, S., & Singer, J. E. (1962). Cognitive, social, and physiological determinants of emotional state. *Psychol Rev*, *69*, 379-399.
- Schaefer, M., Egloff, B., & Witthoft, M. (2012). Is interoceptive awareness really altered in somatoform disorders? Testing competing theories with two paradigms of heartbeat perception. *J Abnorm Psychol*, *121*, 719-724.
- Schandry, R. (1981). Heart beat perception and emotional experience. *Psychophysiology*, *18*, 483-488.
- Schnyer, D. M., Verfaellie, M., Alexander, M. P., LaFleche, G., Nicholls, L., & Kaszniak, A. W. (2004). A role for right medial prefrontal cortex in accurate feeling-of-knowing judgements: evidence from pa-

- tients with lesions to frontal cortex. *Neuropsychologia*, *42*, 957-966.
- Seth, A. K. (2013). Interoceptive inference, emotion, and the embodied self. *Trends Cogn Sci*, *17*, 565-573.
- Sherrington, C. S. (1906). *The integrative action of the nervous system*. New Haven: Yale University Press.
- Stevens, S., Gerlach, A. L., Cludius, B., Silkens, A., Craske, M. G., & Hermann, C. (2011). Heartbeat perception in social anxiety before and during speech anticipation. *Behaviour research and therapy*, *49*, 138-143.
- Stormark, J. K. (2004). Skin Conductance and Heart-Rate Responses as Indices of Covert Face Recognition in Preschool Children. *Infant and Child Development*, *13*, 423-433.
- Susskind, J. M., Lee, D. H., Cusi, A., Feiman, R., Grabski, W., & Anderson, A. K. (2008). Expressing fear enhances sensory acquisition. *Nat Neurosci*, *11*, 843-850.
- Terasawa, Y., Fukushima, H., & Umeda, S. (2013). How does interoceptive awareness interact with the subjective experience of emotion? An fMRI study. *Hum Brain Mapp*, *34*, 598-612.
- Terasawa, Y., Moriguchi, Y., Tochizawa, S., & Umeda, S. (2014). Interoceptive sensitivity predicts sensitivity to the emotions of others. *Cogn Emot*. doi: 10.1080/02699931.2014.888988
- Terasawa, Y., Shibata, M., Moriguchi, Y., & Umeda, S. (2013). Anterior insular cortex mediates bodily sensibility and social anxiety. *Soc Cogn Affect Neurosci*, *8*, 259-266.
- 寺澤悠理・梅田聡・斎藤文恵・加藤元一郎 (2010) 右島皮質損傷によってネガティブ表情の識別に混乱を示した一例. 高次脳機能研究, *30*, 349-358.
- Terhaar, J., Viola, F. C., Bar, K. J., & Debener, S. (2012). Heartbeat evoked potentials mirror altered body perception in depressed patients. *Clin Neurophysiol*, *123*, 1950-1957.
- Teves, D., Videen, T. O., Cryer, P. E., & Powers, W. J. (2004). Activation of human medial prefrontal cortex during autonomic responses to hypoglycemia. *Proc Natl Acad Sci U S A*, *101*, 6217-6221.
- Tranel, D., & Damasio, A. R. (1985). Knowledge without awareness: an autonomic index of facial recognition by prosopagnosics. *Science*, *288*, 145-1454.
- Vaitl, D. (1996). Interoception. *Biol Psychol*, *42*, 1-27.
- Vanden Bogaerde, A., Derom, E., & De Raedt, R. (2011). Increased interoceptive awareness in fear of flying: Sensitivity to suffocation signals. *Behaviour research and therapy*, *49*, 427-432.
- Vogt, B. A. (2005). Pain and emotion interactions in subregions of the cingulate gyrus. *Nat Rev Neurosci*, *6*, 533-544.
- Wells, A., & Papageorgiou, C. (2001). Social phobic interoception: effects of bodily information on anxiety, beliefs and self-processing. *Behaviour research and therapy*, *39*, 1-11.
- Wiech, K., Kalisch, R., Weiskopf, N., Pleger, B., Stephan, K. E., & Dolan, R. J. (2006). Anterolateral Prefrontal Cortex Mediates the Analgesic Effect of Expected and Perceived Control over Pain. *The Journal of Neuroscience*, *26*, 11501-11509.
- Wiech, K., Ploner, M., & Tracey, I. (2008). Neurocognitive aspects of pain perception. *Trends Cogn Sci*, *12*, 306-313.
- Wiens, S., Mezzacappa, E. S., & Katkin, E. S. (2000). Heartbeat detection and the experience of emotions. *Cognition and Emotion*, *14*, 417-427.
- Weitkunat, R., & Schandry, R. (1990). Motivation and heartbeat evoked potentials. *Journal of Psychophysiology*, *4*, 33-40.
- Wundt, W. (1998). *Outlines of psychology (Original work published 1897)* (C.H. Judd, Trans.). Bristol: Thoemmes Press.
- Yeragani, V. K., Pohl, R., Jampala, V. C., Balon, R., Ramesh, C., & Srinivasan, K. (2000). Increased QT variability in patients with panic disorder and depression. *Psychiatry Res*, *93*, 225-235.
- Zagon, A. (2001). Does the vagus nerve mediate the sixth sense? *Trends Neurosci*, *24*, 671-673.
- Zaki, J., Davis, J. I., & Ochsner, K. N. (2012). Overlapping activity in anterior insula during interoception and emotional experience. *NeuroImage*, *62*, 493-499.

— 2014. 4. 12 受理 —