

学位論文要約

内受容感覚が自己優先効果に及ぼす影響

広島大学大学院教育学研究科

教育学習科学専攻 心理学分野

D192445 本多 樹

## 目次

### 第1章 本研究の背景と目的

- 第1節 自己優先効果
- 第2節 自己優先効果の神経基盤研究に基づく内受容感覚の寄与の示唆
- 第3節 内受容感覚
- 第4節 内受容感覚と自己関連処理の関係
- 第5節 本研究の目的

### 第2章 内受容感覚の気づきと自己優先効果の関連 (研究 1)

- 第1節 不安感情に関連する内受容感覚の気づきを用いて (研究 1-1)
- 第2節 快, 不快, 中立的な内受容感覚の気づきを用いて (研究 1-2)

### 第3章 内受容感覚の鋭敏さと自己優先効果の関連及び

内受容信号が自己優先効果に及ぼす影響 (研究 2)

### 第4章 内受容信号が自己優先効果に及ぼす影響

—経皮的耳介迷走神経刺激を用いて— (研究 3)

### 第5章 総合考察

- 第1節 本研究の成果と意義
- 第2節 今後の課題

### 引用文献

## 第1章 本研究の背景と目的

### 第1節 自己優先効果

外的環境からもたらされる情報は、我々の行動選択に影響を及ぼす。しかし、人間の認知処理能力には限りがあるため、効率的に情報の取捨選択を行い、重要な情報を入手する必要がある。その基準のひとつとして機能するものが刺激と自己との関連性である。実際に、自身の名前や顔などには注意が向きやすく (Keyes & Brady, 2010; Moray, 1959)、自己に関連する刺激は記憶されやすい (自己参照効果: Rogers et al., 1977; Symons & Johnson, 1997) といった現象が知られている。これらのような、自己に関連する情報を自己とは関連しない情報よりも優先的に処理する現象を自己優先効果 (Self-prioritization effect, SPE; Hu et al., 2020; Lee et al., 2021; Sui et al., 2012) という。

しかし、従来の SPE における実験パラダイムでは、自己関連刺激の処理に刺激の親密性が影響を及ぼす可能性が指摘されている (Sui et al., 2012)。自己関連刺激として過去の経験を通して学習された自身の名前や、顔、性格特性などの親密性がある刺激が用いられてきたため、優先的な処理が刺激の自己関連性の影響により生じるのか、刺激の親密性の影響により生じるのか区別することができていない。また、これらの刺激は長期間に渡って自己に関連付けられているため、新規に自己に関連づいた刺激も優先的に処理されるのかは明らかではなかった。

このような問題を解決する実験パラダイムとして、Sui et al. (2012) により開発された図形-ラベルマッチング課題がある。この課題では、まず、参加者に幾何学的図形と自己や他者といった社会的ラベルの組み合わせを符号化することを求めた。次に、画面上にランダムに組み合わせられた図形とラベルが事前に符号化した内容と一致するか判断を求めた。そうすると、参加者は他者に関連付けた刺激よりも自己に関連付けた刺激を早く正確に処理したことが報告されている。このような自己とは無関連である刺激を新しく自己に関連付けるという手続きをとることで、刺激の親密性が及ぼす

影響を排除して自己優先効果について検討をすることが可能となるとともに、優先的処理が一時的に自己関連付けを行った刺激に対しても生起することが明らかとなった。Sui et al. (2012) の実験パラダイムは多数の研究で用いられており、優先的な処理が頑健に生じることや (Jiang et al., 2019; Woźniak et al., 2022), 幾何学的図形以外の刺激を用いた場合や (Payne et al., 2017; Sel et al., 2019), 聴覚や触覚刺激においても生起することが報告されている (Schäfer et al., 2016)。

## 第2節 自己優先効果の神経基盤研究に基づく内受容感覚の寄与の示唆

では、SPE はどのようなメカニズムによって生起しているのでしょうか。Sui et al. (2012) の実験パラダイムを用いて検討された神経科学研究によると、島皮質を含む大規模ネットワークが SPE の生起に寄与することが示されている (Zhang et al., 2023)。また、自己関連処理に関わる脳活動のメタ分析研究では、島皮質は様々な次元 (身体的な自己から概念的な自己まで) の自己関連処理に広く関与することが報告されている (Qin et al., 2020)。島皮質は内受容感覚 (身体内部環境に対する感覚; 第3節にて詳述) に深く関与する部位であることから (Critchley et al., 2004), 外的刺激を自己に関連する刺激として処理するために内受容感覚が必要である可能性が指摘されている (Qin et al., 2020)。しかし、島皮質は内受容感覚以外にも注意や感情などの多様な処理に関与しているため (Uddin et al., 2014), SPE の神経基盤だけから SPE に内受容感覚が関与していることを結論づけることはできない。また我々の知る限り、SPE と内受容感覚の関連を検討した研究は存在しない。

## 第3節 内受容感覚

内受容感覚 (interoception) とは、身体内部環境に対する感覚のことをいう (福島, 2018; 小林 他, 2021; 寺澤・梅田, 2014)。内受容感覚は Sherrington (1906) により interoception という言葉が用いられて以降、内臓感覚と称されることもあり、視覚、触覚などの外受容感覚、骨格筋の緊張や平衡感覚などの固有感覚と区別され用いられることもあった

(寺澤・梅田, 2014)。しかし、近年では外受容感覚と対をなすものとして捉え、内臓感覚のみならず、体内の水分量や体温、痛み、固有感覚などを含む身体内部から生ずる感覚全般に対する意識的及び無意識的な感覚として扱われることが多い (Connell et al., 2018; 福島, 2018; 小林 他., 2021; 寺澤・梅田, 2014)。このような身体内部に関する情報をもたらす内受容感覚は、ホメオスタシスやアロスタシス、摂食行動の動因になるなど、生体活動の維持に不可欠である (Tsakiris & Critchley, 2016)。

内受容感覚と外的な情報に対する処理の関連を検討する方法は 2 つに大別することができ、(1) 内受容感覚の個人差を用いて相関関係を検討する方法と、(2) 内受容感覚を操作し、因果関係を検討する方法がある。

内受容感覚の個人差を測定する場合には意識的な内受容感覚が扱われることが多く、(1-1) 日常生活における内受容感覚の変化への気づきやすさを質問紙尺度で測定する内受容感覚の気づき (以下、「気づき」) や、(1-2) 実験課題で測定される、内受容感覚を正確に知覚する能力である内受容感覚の鋭敏さ (以下、「鋭敏さ」) がある (Garfinkel et al., 2015)。「気づき」や「鋭敏さ」は測定する方法 (主観的, 客観的) や、場面 (日常, 実験)、対象とする内受容感覚 (身体内部の変化に伴い生じる比較的顕著性が高い内受容感覚, 安静状態における比較的顕著性が低い内受容感覚) などの違いがあり、両者の間に正の相関関係は認められていない。しかし、「気づき」や「鋭敏さ」が高い人は島皮質灰白質の体積が大きいという神経基盤の類似性があり (Critchley et al., 2004), 内受容感覚が意識に上りやすいという共通点もある。

他方の (2) 内受容感覚の操作については、内受容感覚が生じるために必要な身体内部からの求心性信号 (内受容信号) にアプローチされることが多い。たとえば、心臓活動には周期性があり、収縮期に心臓活動の強さやタイミングといった情報を載せた内受容信号が脳に伝わる一方で、拡張期には信号が伝わらないことが知られている。このような内受容信号が伝わる時間的な揺らぎを利用し、(2-1) 収縮期、または拡張期に合

わせて外的刺激を提示することで、心臓の内受容信号が刺激の処理に及ぼす影響が検討される。また、(2-2) 内受容信号を伝える経路である迷走神経に電気刺激を与える方法もある。迷走神経は各臓器活動から生ずる信号を脳に伝える役割を担っており、迷走神経に刺激を与えることで内受容信号が伝わりやすくなると考えられている。実際に、迷走神経を刺激することで「鋭敏さ」が高まることや、島皮質の活動が活性化することが示されている (Badran et al., 2018; Villani et al., 2019)。これらは前意識的な内受容感覚にアプローチする方法であり、意識的な内受容感覚を捉える「気づき」や「鋭敏さ」との違いに留意が必要であるが、内受容感覚が外的刺激の処理に及ぼす影響、つまり、因果関係を明らかにすることができる。

#### 第4節 内受容感覚と自己関連処理の関係

内受容感覚は自己を構成する要因であることが提案されており (Craig, 2009; Seth, 2013), SPE を扱った研究ではないが、実際に自己身体の認識や処理に関連することが明らかになっている (Ambrosini et al., 2019; Suzuki et al., 2013)。たとえば, Suzuki et al. (2013) は, 参加者の手を模した外的な刺激に視触覚の同期した刺激を提示すると, 「鋭敏さ」が高い人ほど外的な刺激が自分の手であるという錯覚体験が生じやすかったことを報告している。また, Ambrosini et al. (2019) は, 内受容信号が伝えられる心臓の収縮期に合わせて自己顔と他者顔のモーフィング画像を提示すると, 自己顔であると識別される場合に拡張期に提示された場合よりも判断が早まることを示した。「気づき」と自己に関連づいた刺激の処理の関連を扱った研究は我々の知る限り存在しないが, 「鋭敏さ」と神経基盤の類似性がある「気づき」も, 自己関連刺激の処理に関連する可能性が考えられる。

先述の知見は内受容感覚と身体的な自己関連処理の関連に限られるが, 島皮質の活動に深く関わる内受容感覚が自己関連処理に関与するという Qin et al. (2020) の指摘を支持するものである。図形—ラベルマッチング課題により測定される SPE は, 親密

性を排した自己関連刺激への処理を反映すると考えられ、自己身体の認識や処理についての現象とは異なる。しかし、身体的な自己関連処理と同様に、SPE も内受容感覚と島皮質という共通の神経基盤を有していることから、SPE についても内受容感覚により促進される可能性が類推される。

## 第5節 本研究の目的

本研究では SPE の生起メカニズムについて理解を進めるため、刺激の親密性の影響を排除できる図形ーラベルマッチング課題 (Sui et al., 2012) で測定された SPE と内受容感覚の関連を明らかにする。研究 1 では、内受容感覚の個人差のひとつである「気づき」と SPE の関連を検討する。内受容感覚が SPE の生起に関与するのであれば、「気づき」が高い人は SPE が生起しやすいことが予測される。

研究 2 では、内受容感覚のもうひとつの個人差である「鋭敏さ」と SPE の関連を検討する (研究 2 の検討 1)。また、因果関係を明らかにするため、SPE を測定する図形ーラベルマッチング課題では、参加者の心周期 (収縮期, 拡張期) に合わせて刺激を提示する (研究 2 の検討 2)。内受容感覚が SPE の生起に関与するのであれば、刺激を収縮期に合わせて提示した場合に、拡張期に合わせて提示した場合よりも SPE の生起が促進されることが予測される。さらに、「鋭敏さ」が高い人は内受容信号が伝わりやすく、内受容信号が刺激の処理に及ぼす影響を受けやすいと考えられることから (Ainley et al., 2016; von Mohr et al., 2021), 「鋭敏さ」と SPE の関連は収縮期に刺激を提示した場合に明確に観察されることも予測される (研究 2 の検討 3)。

研究 3 では、研究 2 の結果を踏まえ、内受容信号が SPE の生起に及ぼす影響について迷走神経を刺激することで再検討する。研究 2 では、刺激の提示タイミング (収縮期, 拡張期) の違いのみでは SPE の生起に差が認められなかったが (研究 2 の検討 2), 収縮期に刺激を提示した場合のみ「鋭敏さ」と SPE の間に有意な負の関連が認められたことから (研究 2 の検討 3), 内受容信号が相対的に伝わりやすい場合に内受容信号が SPE

の生起を抑制することが示唆された。しかし、「鋭敏さ」と SPE という従属変数間の相関は擬似相関である可能性が排除できないことと、「鋭敏さ」の測定に用いた課題には内受容感覚を正確に知覚する能力以外が反映されうるという指摘があり (Corneille et al., 2020; Zimprich et al., 2020), 研究 2 で示唆された関連には疑念が残る。そこで、内受容信号が SPE の生起を抑制するという研究 2 で得られた知見の妥当性を評価するため、研究 3 では収縮期に合わせた刺激提示に加え、迷走神経を刺激することで内受容信号を伝わりやすくするという操作を行う。これにより、内受容信号が SPE の生起を抑制するという因果関係を明らかにする。

## 第 2 章 内受容感覚の気づきと自己優先効果の関連 (研究 1)

### 第 1 節 不安感情に関連する内受容感覚の気づきを用いて (研究 1-1)

**目的** 内受容感覚の個人差のひとつである「気づき」と SPE の関連を検討する。

**方法 (1) 参加者** クラウドソーシングサービスで募集を行い 100 名が参加した。分析で詳述する一定の基準を満たさなかった参加者を除外し、最終的に 77 名 (女性 49 名, 男性 28 名, 平均年齢  $22.7 \pm 2.1$  歳) を分析対象とした。

**(2) 手続き** 実験課題と質問紙調査は全てオンライン上で実施した。

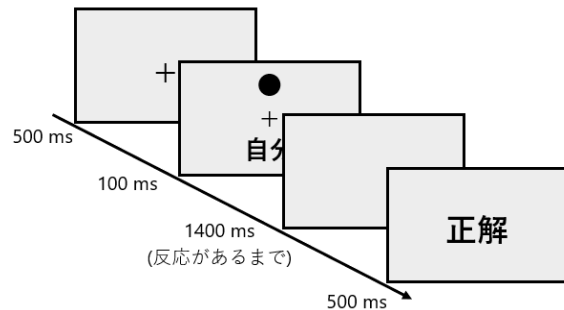
**(3) SPE の測定** SPE の測定には図形-ラベルマッチング課題 (Sui et al., 2012) を用いた。この課題は、学習フェイズと判断フェイズから構成される。学習フェイズでは、参加者に 3 つの幾何学的図形と社会的ラベルの組み合わせを 60 秒間で覚えることを求めた (例: 丸-自己, 三角-親友, 四角-他人)。その後の判断フェイズでは、画面中央に 500 ms 間の凝視点を提示した後、図形 (○, △, □ のいずれか) と社会的ラベル (自己,



親友, 他人のいずれか) のランダムな組み合わせを 100 ms 間提示した。提示された組み合わせに対し, 参加者には学習フェイズで符号化した組み合わせと一致するか不一致であるかをできるだけ早く正確に判断することを求めた。参加者の反応後, 「正解」または「不正解」という

**Figure 1**

判断フェイズの流れ



フィードバックを画面上に 500 ms 間提示した。また, 組み合わせを提示してから 1400 ms 間経過しても反応が得られなかった場合には, 「遅い」とフィードバックした (Figure 1)。この流れを 1 試行とし, 参加者は全 144 試行 (48 試行からなるブロックを 3 ブロック) 実施した。各ブロックには自己一致, 自己不一致, 親友一致, 親友不一致, 他人一致, 他人不一致試行が 8 試行ずつ含まれており, それらはランダムな順序で提示された。なお, 本研究の関心は自己条件及び他者条件であるが, 自己と他者条件のみの場合には課題の難易度が下がり, 天井効果が生ずる恐れがあったため, 先行研究同様に親友条件を加えた (Sui et al., 2012)。

**(4) 「気づき」の測定** 日本語版 Body Perception Questionnaire-Body Awareness (BPQ-BA)超短縮版 (小林 他, 2021; 以下, BPQ-BA) を用いた。値が高いほど「気づき」が高いことを意味する。

**分析** 図形-ラベルマッチング課題において, SPE の指標とする弁別力 (d-prime) と反応時間 (RT) を 3 つの条件 (自己, 親友, 他者条件) ごとに算出した。その際に, RT が 200 ms より早い, または「遅い」とフィードバックした試行は分析から除外した。また, RT の算出には一致試行時に正答反応が得られた場合のみを含めた。次に, 以下の計算式により SPE の個人差指標を算出した (SPE の程度)。

$$\text{SPEの程度 (d-prime)} : \frac{\text{自己条件} - \text{他者条件}}{\text{自己条件} + \text{他者条件}}$$

$$\text{SPEの程度 (RT)} : \frac{\text{他者条件} - \text{自己条件}}{\text{自己条件} + \text{他者条件}}$$

これらの指標は、高い値であるほど自己条件の刺激が他者条件の刺激よりも優先的に処理されたことを意味する。なお、判断フェイズにおける反応が 200 ms より短い試行数と 1400 ms より長い試行数の合計が全試行数の 20%を超えた参加者、または、3つの条件のいずれかの正答率が 50%未満だった 23名の参加者を分析から除外した。

**結果** SPE の生起を確認するために、図形ーラベルマッチング課題の自己条件と他者条件の d-prime と RT それぞれについて *t*-検定を行った。その結果、自己条件は他者条件よりも d-prime が高く ( $t(76) = 6.00, p < .01, d = 0.81$ ), RT が短かった ( $t(76) = -9.06, p < .01, d = -1.20$ )。これらの結果から、先行研究 (e.g., Sui et al., 2012) と同様に本研究でも SPE の生起が確認された。なお、以降のすべての研究でも SPE の生起が確認されているが、本資料においてはその報告を割愛する。

次に、「気づき」と SPE の関連を検討するために BPQ-BA と SPE の程度 (d-prime と RT それぞれ) についてピアソンの積率相関分析を行った。その結果、有意な相関は認められなかった (d-prime:  $r = -.03, p = .79$ ; RT:  $r = -.05, p = .68$ )。

## 第2節 快, 不快, 中立的な内受容感覚の気づきを用いて (研究 1-2)

**目的** 研究 1-1 同様に、「気づき」と SPE の関連を検討する。内受容感覚の「気づき」の測定は、用いる尺度によってどのような内受容感覚の変化への気づきやすさを捉えるか異なることが指摘されている (Desmedt et al., 2022)。そこで、研究 1-1 で用いた BPQ-BA は不安感情に伴う内受容感覚への気づきを捉える尺度であったことを踏まえ、研究 1-2 では不安感情に限定されない全般的 (快, 不快, 中立) な内受容感覚の変化を捉える Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness (MAIA) の気づき下位尺度 (以

下, MAIA-気づき; Mehling et al., 2012) を用いる。さらに, オンライン調査では, 参加者が十分な注意資源を配分せずに取り組むという努力の最小限化が生じやすいことが指摘されている (三浦・小林, 2015)。そのため, 努力の最小限化を検出する質問項目を加え, 該当する参加者を除外することによりデータの質が低下することを抑える。なお, 努力の最小限化が研究 1-1 でも生じていた可能性を踏まえ, あらためて BPQ-BA を測定し, SPE との関連を検討する。

**方法 (1) 参加者** クラウドソーシングサービスで募集を行い 128 名が参加した。研究 1-1 と同様の基準を満たさなかった参加者が 34 名, 努力の最小限化が生じたと判断された参加者が 32 名確認され, 両方の基準を満たさなかった参加者もいたことから, 最終的に合計 52 名を除外した 76 名 (女性 36 名, 男性 40 名, 平均年齢 32.3±4.8 歳) を分析対象とした。

**(2) 手続き** 「気づき」の測定に MAIA-気づきを用いたことと, 努力の最小限化を検出する項目を含めたこと以外は研究 1-1 と同様であった。

**(3) 「気づき」の測定** MAIA-気づき (Shoji et al., 2018) と BPQ-BA を用いた。値が高いほど「気づき」が高いことを意味する。

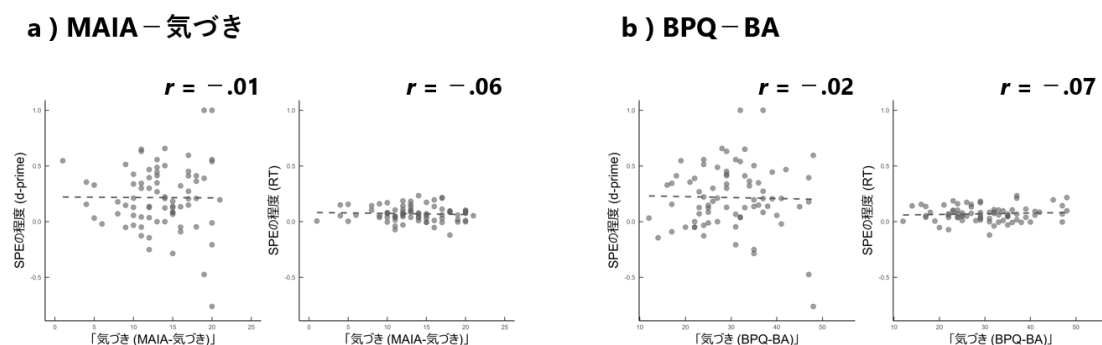
**(4) 努力の最小限化の検出** 三浦・小林 (2018) を参考に, 努力の最小限化を検出する 2 種の方法を用いた。1 つ目は, 教示文を精読する努力の最小限化を検出する方法 (instructional manipulation check) であり, 長尺な教示文に複数選択が可能な回答を提示し, 教示文の末尾に「その他」を選択したうえで自由記述欄に「読んだ」と入力することを求めた。2 つ目は, 質問項目を精読しない努力の最小限化を検出する方法 (directed questions scale) であり, 「この項目は 2 を選択してください」と, 回答する選択肢を指定する質問項目を含めた。いずれの検出方法においても, 指示通りに回答がされなかった場合に努力の最小限化が生じていたと判断した。

**結果** SPE の程度と「気づき」を測定した 2 つの尺度得点の関連を検討するためにピアソンの積率相関分析を行った。その結果、MAIA-気づき (d-prime:  $r = .01, p = .96$ ; RT:  $r = -.06, p = .62$ ; Figure 2a), と BPQ-BA (d-prime:  $r = -.02, p = .84$ ; RT:  $r = .07, p = .52$ ; Figure 2b) のいずれにおいても、SPE の程度との有意な相関は認められなかった。

**研究 1 の考察** 「気づき」が高い人は SPE の神経基盤である島皮質灰白質の体積が大きいことが報告されていることから (Critchley et al., 2004), SPE の生起に関わる島皮質活動に内受容感覚が反映されているのであれば、「気づき」が高い人ほど SPE も生起しやすいことを予測した。しかし、不安感情に関連する内受容感覚への「気づき」、全般的な内受容感覚への「気づき」のいずれも SPE と関連する証拠は得られなかった。このことから、少なくとも「気づき」に関わる内受容感覚は、SPE の生起に関わらないと考えられる。「気づき」は、「どれだけ心臓が強く鼓動していることに気づいているか」など、安静状態から逸脱した比較的顕著性の高い内受容感覚を捉える。図形—ラベルマッチング課題で用いた幾何学的図形は、感情喚起刺激のような顕著性の高い内受容感覚を引き起こす刺激ではなかったため、「気づき」との間に関連が認められなかったのかもしれない。

**Figure 2**

研究 1-2 における SPE の程度と「気づき」の散布図



### 第3章 内受容感覚の鋭敏さと自己優先効果の関連及び

#### 内受容信号が自己優先効果に及ぼす影響 (研究2)

**目的** もうひとつの内受容感覚の個人差である「鋭敏さ」と SPE の関連を検討する (検討 1) と同時に、参加者の心周期に合わせて刺激を提示し、内受容信号が SPE に及ぼす影響も検討する (検討 2)。また、「鋭敏さ」が高い人は内受容信号が伝わりやすく、内受容信号が SPE に及ぼす影響を受けやすいと考えられることから、「鋭敏さ」と SPE の関連は収縮期に合わせて刺激が提示された場合に明確に観察されることも予測される (検討 3)。

**方法 (1) 参加者** 大学生 38 名が参加した。測定機器の問題により、2 名を分析から除外した。その結果、最終的に 36 名 (女性 18 名, 男性 18 名, 平均年齢  $20.6 \pm 1.9$  歳) を分析対象とした。

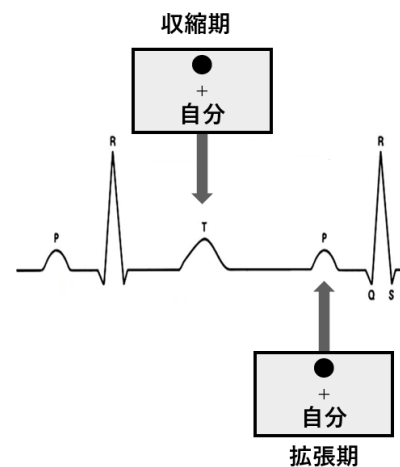
**(2) 手続き** 全ての実験はシールドルームで実施した。心電図測定機器の装着, SPE の測定, 「鋭敏さ」の測定の順で行った。

**(3) SPE の測定** 研究 1 同様の図形-ラベルマッチング課題 (Sui et al., 2012) を用いた。

なお、内受容信号が SPE に及ぼす影響を検討するため、判断フェイズでは刺激を参加者の心周期 (収縮期: T-wave peak; 拡張期: T-wave peak + 250 ms; Figure 3) に合わせて 100 ms 間提示した。課題は全 360 試行 (72 試行からなるブロックを 5 ブロック) から構成され、各ブロックには収縮期提示の自己一致、自己不一致、親友一致、親友不一致、他人一致、他人不一致試行 (拡張期提示も同様) が 6 試行ずつ含まれた。

**Figure 3**

参加者の心周期に合わせた刺激提示



(4) 「鋭敏さ」の測定 心拍カウント課題 (Schandry, 1981) を用いて測定した。参加者は測定期間中、外的な手がかりを用いずに自身の心拍を数えることを求められた。課題は測定期間の異なる 6 試行からなり (25, 30, 35, 40, 45, 50 s), ランダムな順序で実施された。課題の成績は以下の計算式により算出し、値が高いほど「鋭敏さ」が高いことを意味する。

$$\left( \frac{1}{\text{試行数}} \right) \times \Sigma \left[ 1 - \left( \frac{|\text{n試行における実際の心拍数} - \text{n試行における参加者の報告数}|}{\text{n試行における実際の心拍数}} \right) \right]$$

分析 図形-ラベルマッチング課題では、9 つの条件 (収縮期+拡張期自己, 収縮期自己, 拡張期自己...親友, 他者についても同様) ごとに d-prime と RT を算出した。それ以外は研究 1 と同様であった。

結果 (検討 1) 「鋭敏さ」と SPE の関連 収縮期+拡張期条件の SPE の程度と「鋭敏さ」についてスピアマンの順位相関分析を行った結果、d-prime における SPE の程度と「鋭敏さ」との間に有意な負の相関が認められた (d-prime:  $\rho = -.36, p = .03$ ; RT:  $\rho = -.04, p = .82$ )。

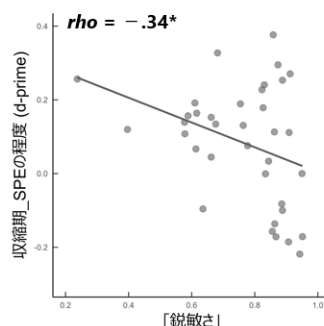
(検討 2) 内受容信号の影響 SPE の程度について、刺激提示のタイミング (収縮期, 拡張期) 間で差があるか対応のある t-検定を行った。その結果、d-prime, RT とともに有意差は認められなかった (d-prime:  $t(35) = 0.91, p = .37, d = 0.15$ ; RT:  $t(35) = 0.74, p = .47, d = 0.12$ )。

(検討 3) 「鋭敏さ」と収縮期及び拡張期条件の SPE との関連 収縮期及び拡張期条件のそれぞれにおける SPE の程度 (d-prime) と「鋭敏さ」の関連を検討するた

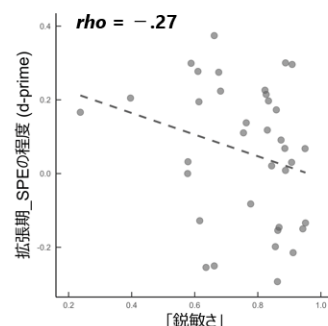
Figure 4

収縮期, 拡張期条件における SPE の程度 (d-prime) と「鋭敏さ」の散布図 (\* $p < .05$ )

a) 収縮期 - SPEの程度



b) 拡張期 - SPEの程度



め、スピアマンの順位相関分析を行ったところ、収縮期条件でのみ有意な負の相関が示された(収縮期:  $\rho = -.34, p = .04$ ; 拡張期:  $\rho = -.27, p = .11$ ; Figure 4a, b)。

**考察** 予測に反し、「鋭敏さ」が高い人ほど SPE が生起しにくいことが示された(検討 1)。また、収縮期、拡張期条件間で SPE の生起に有意差は認められず、内受容信号が SPE に影響を及ぼすという証拠は得られなかったが(検討 2)、「鋭敏さ」と SPE の関連は収縮期条件において観察され、拡張期では認められなかった(検討 3)。これらの結果は、「鋭敏さ」が高い人は、内受容信号が伝わりやすいため、内受容信号が外的な刺激の処理に及ぼす影響を受けやすいことを反映していると考えられる。また負の相関が認められたことから、内受容信号が伝わりやすい場合には SPE の生起が抑制される可能性が示唆された。これは、内受容信号と外的な自己関連刺激が同時に入力された場合に、処理の競合が生じるためと考えられる。内受容信号と外的な自己関連刺激の処理には島皮質が関与するが(Critchley et al., 2004; Zhang et al., 2023)、内受容信号が脳に伝達されやすい「鋭敏さ」が高い人ほど内受容信号を優先的に処理するため(Ainley et al., 2016)、外的な自己関連刺激に対する処理効率が低下し、SPE が生起しにくくなるのかもしれない。

なお、研究 2 では「鋭敏さ」と SPE との間に負の関連が認められたが、「鋭敏さ」の測定に用いた心拍カウント課題の成績には、心拍を知覚する能力以外の要因が反映されうることに注意が必要である(Corneille et al., 2020; Zimprich et al., 2020)。たとえば、参加者から報告される心拍数は機器で測定された実際の心拍数を下回る傾向にあるため、心臓活動以外から生ずる信号(生体的なノイズ)も心拍として数えた場合にも成績は高くなる。実際、研究 2 でも参加者の報告した心拍数が実際の心拍数を下回っていたことから( $t(35) = -7.48, p < .01$ )、このような生体ノイズのカウントによる成績の上昇が起こりうる事態であった。そのため、「鋭敏さ」には内受容感覚を正確に知覚する能力ではなく、生体的なノイズを内受容感覚(心拍)として数えやすい傾向が反映され

ており，本研究における心拍カウント課題の成績を「鋭敏さ」として解釈することが妥当ではない可能性がある。

## 第4章 内受容信号が自己優先効果に及ぼす影響

### —経皮的耳介迷走神経刺激を用いて— (研究3)

**目的** 研究2では収縮期，拡張期条件間でSPEの生起に違いがあることは認められなかったが(検討2)，収縮期条件でのみ「鋭敏さ」とSPEの間に負の関連が認められたことから(検討3)，内受容信号が伝わりやすい場合には内受容信号がSPEの生起を抑制することが示唆された。しかし，「鋭敏さ」とSPEという従属変数間の相関については擬似相関である可能性が排除できないことに加え，「鋭敏さ」の測定に用いた心拍カウント課題の成績には，内受容感覚を正確に知覚する能力ではなく，生体ノイズを心拍として数えやすい傾向が反映されていた可能性があり，「鋭敏さ」との関連には疑念が残る。

そこで研究3では，研究2で得られた示唆に基づき，経皮的耳介迷走神経刺激(taVNS)を用いて内受容信号を伝わりやすくする操作を加え，内受容信号がSPEの生起に及ぼす影響を明らかにする。もし内受容信号がSPEの生起を抑制するのであれば，迷走神経を刺激する条件(Active条件)において，迷走神経を刺激しない条件(Sham条件)よりもSPEの生起が抑制されることが予測される。また，生体ノイズを心拍として数えやすい傾向が心拍カウント課題の成績に反映される影響は，教示を厳格にすることで減らせることが期待される(Desmedt et al., 2018)。そこで，厳格な教示のもとで「鋭敏さ」を測定し，あらためてSPEとの関連を検討する。

**方法 (1) 参加者** 35名が参加し，31名(女性18名，男性13名，平均年齢20.6±1.9歳)を分析対象とした。



**(2) 手続き** 実験は実験室で実施した。心電図測定機器や taVNS 装置を装着後、まず、安静状態の心電図を記録し、次に taVNS による刺激を行いながら (Active または Sham 条件) 安静状態の心電図の記録、SPE の測定、「鋭敏さ」の測定を順に行った。なお、心電図の記録は課題中も行われた。参加者は 3-14 日間の日を空けて 2 度の実験に参加し、taVNS の Active または Sham 条件をそれぞれ実施した。

**(3) 迷走神経の刺激** 迷走神経が通う耳介 (Active 条件)、または、通わない耳垂 (Sham 条件) に電極を付け刺激を行った。刺激の強さは、閾値下になるよう参加者ごとに調整をした。

**(4) SPE の測定** 同様に図形-ラベルマッチング課題 (Sui et al., 2012) を用いた。ただし、研究 3 の参加者は 2 度の実験を行うことから、1 時点目に符合化した図形と社会的ラベルの組み合わせが 2 時点目の測定に影響を及ぼすことを避けるため、測定時点で異なる図形セットを用いた (1 セット目: 丸, 三角形, 四角形; 2 セット目: 五角形, 扇形, 星形)。また、判断フェイズにおける刺激の提示タイミングは、全てを参加者の心臓の収縮期 (R-wave peak + 240 ms) に合わせた。課題は全 252 試行 (84 試行からなるブロックを 3 ブロック) から構成され、各ブロックには自己一致, 自己不一致, 親友一致, 親友不一致, 他人一致, 他人不一致試行が 14 試行ずつ含まれた。

**(5) 「鋭敏さ」の測定** 研究 2 同様に心拍カウント課題 (Schandry, 1981) を用いた。課題は全 2 試行 (1 試行 120 s) で構成された。なお、課題の成績には心臓活動の知識など他の要因が影響するという指摘を踏まえ (Corneille et al., 2020; Zimprich et al., 2020), 知覚した心拍のみを数えるよう教示をより厳格にした (Desmedt et al., 2018)。

**分析** 迷走神経活動を反映する指標として、心拍変動の高周波成分 (HF) を用いた。SPE や「鋭敏さ」の測定課題については、研究 2 と同様であった。

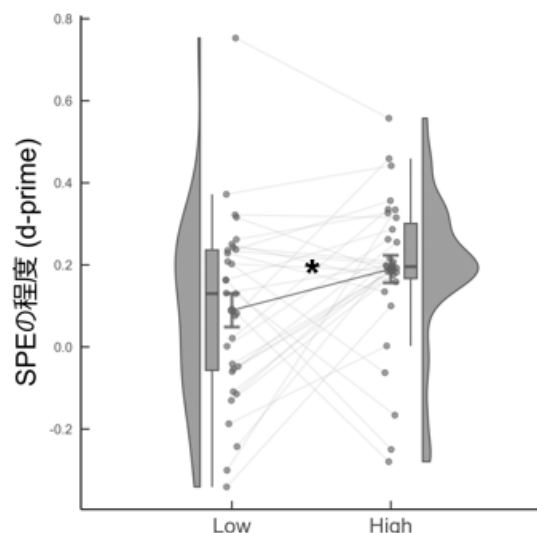
**結果 (1) taVNS を用いた操作の確認** まず、taVNS が迷走神経の活性化の操作として機能していたかを確認するため、HF を従属変数、taVNS 条件 (Active, Sham) と測定時

点 (taVNS 刺激なし安静時, taVNS 刺激あり安静時, taVNS 刺激あり SPE 課題時) を独立変数とする二要因分散分析を行った。その結果, 測定時点の主効果に有意差が認められたが ( $F(1, 60) = 5.40, p = .02, \eta_p^2 = 0.15$ ), taVNS 条件や交互作用には認められなかった (taVNS 条件:  $F(1, 30) = 1.07, p = .31, \eta_p^2 = 0.03$ ; 交互作用:  $F(1, 60) = 0.01, p = .99, \eta_p^2 < 0.01$ )。測定時点の各 HF について Holm 法による多重比較を行ったところ, taVNS 刺激あり安静時は他の 2 時点よりも有意に値が高いことが示された ( $t_s(30) > -2.63, p_s < .04, d_s > -0.16$ )。この結果は, taVNS を用いて電気刺激を与えることで迷走神経活動が活性化したものの, 刺激部位 (Active, Sham 条件) による違いは認められなかったことを示すものであり, 迷走神経活動の違い, つまり, 内受容信号の伝わりやすさの違いとして Active, Sham 条件間で SPE を比較しても目的の検討を達成できないことが明らかとなった。

**(2) 迷走神経活動による SPE への影響** そこで, Active, Sham 条件の代わりに, 各参加者から得られた 2 時点の SPE 課題時の HF について, HF が高かったほうを High 条件, 低かったほうを Low 条件とし, High と Low 条件間の SPE の程度に差があるかを検討した。対応のある  $t$ -検定の結果, 有意差が認められ ( $t(30) = 2.18, p = .04, d = 0.48$ ; Figure 5), 研究 2 の結果に基づく予測に反し, HF が高く内受容信号が伝わりやすいと SPE の生起が促進されることが示された。

**Figure 5**

各 HF 条件 (High, Low) における SPE の程度 (エラーバーは標準誤差; \* $p < .05$ )



**(3) 「鋭敏さ」と SPE の関連** 「鋭敏さ」の測定に用いた心拍カウント課題について, 研究 3 では課題時の教示をより厳格にするようにした。そこで, まず, 教示の厳格化

が心拍カウント課題における参加者の報告数に影響を及ぼしたかを確認するため、研究 2 と研究 3 (HF Low, High 条件) 間の報告数に違いがあるか検討した。なお、研究間や試行間で心拍カウント課題の測定

期間が異なるため、試行毎に参加者の報告数が実際の心拍数に占める割合を算出し、その平均値を検定に用いた。その結果、研究 3 の測定時は taVNS により内受容信号が伝わりやすい状況であったにもかかわらず、研究 2 と比べ成績の低下が観察された (研究 2 vs 研究 3 Low 条件:  $t = 9.46, p < .01$ ; 研究 2 vs 研究 3 High 条件:  $t = 5.66, p < .01$ )。

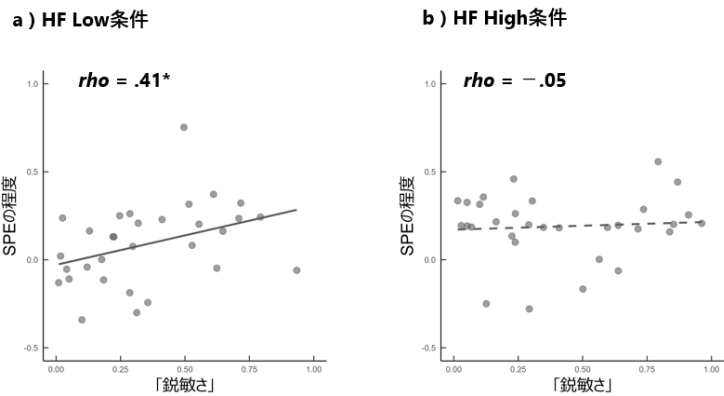
次に、HF の High, Low 条件それぞれの「鋭敏さ」と SPE の程度との関連を検討するためにスピアマンの順位相関分析を行った。その結果、Low 条件において両者の間に有意な正の関連が認められた (Low 条件:  $\rho = .41, p = .02$ ; High 条件:  $\rho = -.05, p = .80$ ; Figure 6a, b)。

**考察** SPE の程度は HF の Low 条件時よりも High 条件時のほうが有意に値が高かったことから、迷走神経活動が活性化しており内受容信号が伝わりやすくなると、SPE の生起が促進されることが示された。また、HF の Low 条件時に限定されるが、「鋭敏さ」が高いと SPE が生起しやすいことも示された。これらは研究 2 の結果とは異なり、内受容感覚は SPE の生起を促進するという当初の予測と整合的であった。

では、なぜ研究 2 と 3 では内受容感覚と SPE の間で異なる関連が示されたのであろうか。その理由として、研究 2 で測定された「鋭敏さ」には、内受容感覚を正確に知覚する能力というよりも、内受容感覚とは無関連な生体ノイズを内受容感覚として捉

**Figure 6**

HF High, Low 条件における SPE の程度 (d-prime) と「鋭敏さ」の散布図 ( $*p < .05$ )



える傾向が反映されていたためと考える。研究 3 では、「鋭敏さ」の測定に用いた心拍カウント課題の成績に心拍を知覚する能力以外の要因が反映されるという指摘を踏まえ、心拍のみを数えるよう厳格に教示した。その結果、研究 3 における心拍カウント課題の参加者の報告数が実際の測定数に占める割合は、taVNS により迷走神経活動が活性化して研究 2 よりも内受容信号が伝わりやすい状況であったにもかかわらず、研究 2 と比べて低下することが示された。課題の試行数や測定期間も異なることに留意は必要であるが、このことは、教示の厳格化により心拍とは無関連な生体ノイズが数えられることが減ったためと考えられる。逆を言えば、研究 2 では心拍以外の生体ノイズも参加者の報告数に含まれており、成績の高さにはノイズを内受容感覚として捉えやすい傾向が反映されていたことを示唆する結果といえるだろう。

以上のことと、SPE 生起の神経ネットワークモデル (e.g., Zhang et al., 2023; デフォルトモードネットワークの活動に反映される外的刺激の処理と、島皮質を含むサリエンスネットワークの活動に反映される処理の統合が SPE の生起に関わっているとするモデル) に基づくと、研究 2 と 3 における内受容感覚と SPE の関連の差異については、次のように考察できる。まず、研究 2 で示された「鋭敏さ」と SPE が負に関連することについて、研究 2 の「鋭敏さ」には、内受容感覚を正確に知覚する能力ではなく、心拍とは無関連な生体ノイズも心拍として数えやすい傾向が反映されていた可能性がある。そのため、研究 2 の「鋭敏さ」が高かった参加者においては、島皮質に伝達される信号にノイズが多く含まれており、外的な自己関連刺激の処理時に内受容信号が統合して処理されにくく、SPE が生起しにくかった可能性があると考えられる。一方、研究 3 の「鋭敏さ」には、taVNS により内受容信号が伝わりやすくなり、内受容信号と他の生体ノイズが区別されやすい状況にあったことに加え、教示を厳格にしたことで生体ノイズを意識的に数えることも減ったことから、内受容感覚を正確に知覚する能力が反映されやすくなっていたと考えられる。そのため、内受容感覚を正確に知覚できる

「鋭敏さ」の高い参加者は、外的な自己関連刺激の処理時に内受容信号が統合して処理されやすく、SPE が生起しやすかった可能性がある。HF の Low 条件時よりも High 条件時のほうが SPE が生起しやすかったという結果についても、迷走神経活動が活性化して内受容信号が伝わりやすい状況であり、外的な自己関連刺激の処理に内受容信号が統合して処理されやすくなったためと考えられる。なお、「鋭敏さ」と SPE の間における正の相関が HF の Low 条件でのみ認められた理由として、High 条件では内受容感覚の「鋭敏さ」に関わらず内受容信号が十分に伝わりやすい状況にあり、外的な自己関連刺激と統合して処理されやすくなっていたためであると考えられる。

## 第 5 章 総合考察

### 第 1 節 本研究の成果と意義

本研究では、SPE の生起メカニズムについて理解を進めるため、内受容感覚に着目して SPE との関連の検討を行った。内受容感覚の個人差である「気づき」と SPE の関連を検討した研究 1 では、ネガティブ感情に限定される、あるいは限定されないより全般的な「気づき」のいずれも SPE と関連するという証拠は得られなかった。

研究 2 では、外的な刺激の処理に内受容信号が伴う場合 (収縮期条件) に「鋭敏さ」と SPE の間に有意な負の関連が認められ、内受容信号が SPE の生起を抑制する可能性が示唆された。しかし、研究 3 で因果関係を明らかにするために、外的な刺激を収縮期に提示することに加え、taVNS を用いて迷走神経活動を操作したところ、研究 2 とは異なり、内受容信号が SPE の生起を促進することを示す結果が得られた。すなわち、迷走神経活動が相対的に活性化して内受容信号が伝わりやすい場合 (HF High 条件) に SPE が生起しやすくなった。また、「鋭敏さ」と SPE の関連は迷走神経活動により異なり、迷走神経活動が相対的に不活性である場合 (HF Low 条件) に「鋭敏さ」が高い人ほど SPE が生起しやすいことが示された。研究 2 と研究 3 で異なる結果が示された理由

として、研究 2 の「鋭敏さ」には内受容感覚とは無関連な生体ノイズまで内受容感覚として捉える傾向が反映されており、そのような生体ノイズが多いほど外的刺激の処理時に内受容信号が統合されにくく、SPE の生起が抑制されやすかったためと考察した。

SPE は我々が外的環境から効率的に情報を得ることを支える現象であり、SPE の変調は精神疾患と関連することが示されている (e.g., Feldborg et al., 2021; Woźniak et al., 2022)。神経科学研究では、SPE の生起には島皮質活動が関与することが示されていたが (Zhang et al., 2023)、内受容感覚が SPE の生起に関わっているのかは明らかではなかった。そこで本研究では内受容感覚に着目し、内受容信号が SPE の生起を促進することを実証し、SPE の生起メカニズムについての理解を進めたと言える。

## 第 2 節 今後の課題

今後の課題として、以下の 3 点があげられる。まず、本研究で扱った SPE は、Sui et al. (2012) が開発した図形—ラベルマッチング課題により測定された知覚的処理に限定されたものであることに留意が必要である。SPE とは自己に関連する情報が自己に関連しない情報よりも優先的に処理される現象を包括する概念であり、たとえば自己参照効果における自己に関連づいた刺激は記憶がされやすいなど (Rogers et al., 1977; Symons & Johnson, 1997)、他の認知処理も含まれる。そのため、内受容感覚が SPE の生起を促進するという関連が、他の認知処理における SPE にまで波及するかについては、今後検討する必要がある。

次に、研究 2 と 3 で示された内受容感覚と SPE の関連は、心臓の内受容感覚に限定されるということである。本研究では、他の臓器活動に比べると測定が容易であることから、「鋭敏さ」の測定課題や、生理活動に合わせた刺激提示では心臓活動を対象とした。しかし、内受容感覚には肺や胃など他の様々な臓器活動も含まれる。たとえば、本研究で「気づき」の測定に用いた尺度では、「呼吸が遅くなったり早くなったりする

などの変化に気づいている」などの項目があり、より広範な内受容感覚を対象としている。このことを踏まえると、内受容感覚の個人差と SPE の関連について、「鋭敏さ」との間に関連が認められた一方で、「気づき」との間に関連が認められなかったのは、「気づき」は広範な内受容感覚を対象としていたからかもしれない。SPE と関連する内受容感覚が心臓活動に限定されているのか、それ以外の内受容感覚も関連するのかについて明らかにするためには、さらなる検討が必要となる。

最後に、taVNS を用いた迷走神経活動の操作についてである。先行研究を参考に Active, Sham 条件で刺激する部位や刺激の強さなどを設定したが (e.g., Villani et al., 2019), 両条件間の HF に違いは認められなかった。taVNS による刺激の効果は用いる設定により異なるが、新しい技術であるため、適切な設定が確立されていないという問題がある。そのため、研究 3 で迷走神経活動の指標として用いた HF について、理論上は taVNS が HF を高めると想定されるものの、先行研究においては安定した効果が示されていない (Wolf et al., 2021)。今後、taVNS を運用するための適切な設定を確立したうえで、迷走神経への刺激が反映される指標を検討する必要がある。

これらの課題を解決したうえで、内受容感覚と今回用いた図形—ラベルマッチング課題における SPE や、他の認知処理における SPE との関連の検討を重ねることにより、人の情報処理プロセスの特徴を示す現象の一つである SPE についての理解をさらに進めることができるだろう。

## 引用文献

Ainley, V., Apps, M. A. J., Fotopoulou, A., & Tsakiris, M. (2016). 'Bodily precision': A predictive coding account of individual differences in interoceptive accuracy. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1708), 20160003. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0003>

- Ambrosini, E., Finotti, G., Azevedo, R. T., Tsakiris, M., & Ferri, F. (2019). Seeing myself through my heart: Cortical processing of a single heartbeat speeds up self-face recognition. *Biological Psychology*, *144*, 64–73. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2019.03.006>
- Connell, L., Lynott, D., & Banks, B. (2018). Interoception: The forgotten modality in perceptual grounding of abstract and concrete concepts. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *373*(1752). <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0143>
- Corneille, O., Desmedt, O., Zamariola, G., Luminet, O., & Maurage, P. (2020). A heartfelt response to Zimprich et al. (2020), and Ainley et al. (2020)'s commentaries: Acknowledging issues with the HCT would benefit interoception research. *Biological Psychology*, *152*, 107869. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2020.107869>
- Craig, A. D. (2009). How do you feel — now? The anterior insula and human awareness. *Nature Reviews Neuroscience*, *10*(1), 59–70. <https://doi.org/10.1038/nrn2555>
- Critchley, H. D., Wiens, S., Rotshtein, P., Öhman, A., & Dolan, R. J. (2004). Neural systems supporting interoceptive awareness. *Nature Neuroscience*, *7*(2), 189–195. <https://doi.org/10.1038/nn1176>
- Desmedt, O., Heeren, A., Corneille, O., & Luminet, O. (2022). What Do Measures of Self-Report Interoception Measure? Insights from A Systematic Review, Latent Factor Analysis, and Network Approach. *Biological Psychology*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/8mpz9>
- Desmedt, O., Luminet, O., & Corneille, O. (2018). The heartbeat counting task largely involves non-interoceptive processes: Evidence from both the original and an adapted counting task. *Biological Psychology*, *138*, 185–188. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2018.09.004>
- Feldborg, M., Lee, N. A., Hung, K., Peng, K., & Sui, J. (2021). Perceiving the Self and Emotions with an Anxious Mind: Evidence from an Implicit Perceptual Task. *International Journal*



*of Environmental Research and Public Health*, 18(22), 12096.

<https://doi.org/10.3390/ijerph182212096>

福島 宏器 (2018). 身体を通して感情を知る—内受容感覚からの感情・臨床心理学—. 心理学評論, 61(3), 301–321.

Garfinkel, S. N., Seth, A. K., Barrett, A. B., Suzuki, K., & Critchley, H. D. (2015). Knowing your own heart: Distinguishing interoceptive accuracy from interoceptive awareness. *Biological Psychology*, 104, 65–74. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2014.11.004>

Hu, C.P., Lan, Y., Macrae, C. N., & Sui, J. (2020). Good Me Bad Me: Prioritization of the Good-Self During Perceptual Decision-Making. *Collabra: Psychology*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.1525/collabra.301>

Jiang, M., Wong, S. K. M., Chung, H. K. S., Sun, Y., Hsiao, J. H., Sui, J., & Humphreys, G. W. (2019). Cultural Orientation of Self-Bias in Perceptual Matching. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01469>

Keyes, H., & Brady, N. (2010). Self-face recognition is characterized by “bilateral gain” and by faster, more accurate performance which persists when faces are inverted. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(5), 840–847. <https://doi.org/10.1080/17470211003611264>

小林 亮太・本多 樹・町澤 まろ・市川 奈穂・中尾 敬 (2021). 日本語版 Body Perception Questionnaire-Body Awareness (BPQ-BA) 超短縮版の作成 —因子構造, および信頼性, 妥当性の検討—. 感情心理学研究, 28(2), 38–48. [https://doi.org/10.4092/jsre.28.2\\_38](https://doi.org/10.4092/jsre.28.2_38)

Lee, N. A., Martin, D., & Sui, J. (2021). A pre-existing self-referential anchor is not necessary for self-prioritisation. *Acta Psychologica*, 219, 103362. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2021.103362>

- Mehling, W. E., Price, C., Daubenmier, J. J., Acree, M., Bartmess, E., & Stewart, A. (2012). The Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness (MAIA). *PLoS ONE*, 7(11), e48230. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048230>
- 三浦 麻子・小林 哲郎 (2015). オンライン調査モニタの Satisfice に関する実験的研究. *社会心理学研究*, 31(1), 1–12. [https://doi.org/10.14966/jssp.31.1\\_1](https://doi.org/10.14966/jssp.31.1_1)
- 三浦 麻子・小林 哲郎 (2018). オンライン調査における努力の最小限化が回答行動に及ぼす影響. *行動計量学*, 45(1), 1–11. <https://doi.org/10.2333/jbhmk.45.1>
- Moray, N. (1959). Attention in Dichotic Listening: Affective Cues and the Influence of Instructions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11(1), 56–60. <https://doi.org/10.1080/17470215908416289>
- Payne, S., Tsakiris, M., & Maister, L. (2017). Can the self become another? Investigating the effects of self-association with a new facial identity. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 70(6), 1085–1097. <https://doi.org/10.1080/17470218.2015.1137329>
- Qin, P., Wang, M., & Northoff, G. (2020). Linking bodily, environmental and mental states in the self—A three-level model based on a meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 115, 77–95. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.05.004>
- Rogers, T. B., Kuiper, N. A., & Kirker, W. S. (1977). Self-reference and the encoding of personal information. *Journal of Personality and Social Psychology*, 35(9), 677–688. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.35.9.677>
- Schäfer, S., Wesslein, A.-K., Spence, C., Wentura, D., & Frings, C. (2016). Self-prioritization in vision, audition, and touch. *Experimental Brain Research*, 234(8), 2141–2150. <https://doi.org/10.1007/s00221-016-4616-6>
- Schandry, R. (1981). Heart Beat Perception and Emotional Experience. *Psychophysiology*, 18(4), 483–488. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1981.tb02486.x>

- Sel, A., Sui, J., Shepherd, J., & Humphreys, G. (2019). Self-Association and Attentional Processing Regarding Perceptually Salient Items. *Review of Philosophy and Psychology*, 10(4), 735–746. <https://doi.org/10.1007/s13164-018-0430-3>
- Seth, A. K. (2013). Interoceptive inference, emotion, and the embodied self. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(11), 565–573. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.09.007>
- Sherrington, C. S. (1906). *The integrative action of the nervous system* (Vol. 35). Yale University Press.
- Shoji, M., Mehling, W. E., Hautzinger, M., & Herbert, B. M. (2018). Investigating Multidimensional Interoceptive Awareness in a Japanese Population: Validation of the Japanese MAIA-J. *Frontiers in Psychology*, 9, 1855. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01855>
- Sui, J., He, X., & Humphreys, G. W. (2012). Perceptual effects of social salience: Evidence from self-prioritization effects on perceptual matching. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38(5), 1105–1117. <https://doi.org/10.1037/a0029792>
- Suzuki, K., Garfinkel, S. N., Critchley, H. D., & Seth, A. K. (2013). Multisensory integration across exteroceptive and interoceptive domains modulates self-experience in the rubber-hand illusion. *Neuropsychologia*, 51(13), 2909–2917. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.08.014>
- Symons, C. S., & Johnson, B. T. (1997). The Self-Reference Effect in Memory: A Meta-Analysis. *Psychological Bulletin*, 121(3), 371–394.
- 寺澤 悠理・梅田 聡 (2014). 内受容感覚と感情をつなぐ心理・神経メカニズム. 心理学評論, 57(1), 49–66. [https://doi.org/10.24602/sjpr.57.1\\_49](https://doi.org/10.24602/sjpr.57.1_49)

- Tsakiris, M., & Critchley, H. (2016). Interoception beyond homeostasis: Affect, cognition and mental health. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1708), 20160002. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0002>
- Uddin, L. Q., Kinnison, J., Pessoa, L., & Anderson, M. L. (2014). Beyond the tripartite cognition-emotion-interoception model of the human insular cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 26(1), 16–27. [https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_00462](https://doi.org/10.1162/jocn_a_00462)
- Villani, V., Tsakiris, M., & Azevedo, R. T. (2019). Transcutaneous vagus nerve stimulation improves interoceptive accuracy. *Neuropsychologia*, 134, 107201. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.107201>
- von Mohr, M., Finotti, G., Villani, V., & Tsakiris, M. (2021). Taking the pulse of social cognition: Cardiac afferent activity and interoceptive accuracy modulate emotional egocentricity bias. *Cortex*, 145, 327–340. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2021.10.004>
- Wolf, V., Kühnel, A., Teckentrup, V., Koenig, J., & Kroemer, N. B. (2021). Does non-invasive vagus nerve stimulation affect heart rate variability? A living and interactive Bayesian meta-analysis. *Psychophysiology*, 58(11). <https://doi.org/10.1111/psyp.13933>
- Woźniak, M., McEllin, L., Hohwy, J., & Ciaunica, A. (2022). Depersonalization affects self-prioritization of bodily, but not abstract self-related information. <https://doi.org/10.31234/osf.io/gsfy3>
- Zhang, Y., Wang, F., & Sui, J. (2023). Decoding individual differences in self-prioritization from the resting-state functional connectome. *NeuroImage*, 120205. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2023.120205>
- Zimprich, D., Nusser, L., & Pollatos, O. (2020). Are interoceptive accuracy scores from the heartbeat counting task problematic? A comment on Zamariola et al. (2018). *Biological Psychology*, 152, 107868. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2020.107868>