

令和 6 年 5 月 23 日現在

機関番号：17401

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K20867

研究課題名（和文）高齢者の身体表象への内受容感覚の影響

研究課題名（英文）Effects of interoception on older adult's body representation

研究代表者

寺本 渉（Teramoto, Wataru）

熊本大学・大学院人文社会科学部（文）・教授

研究者番号：30509089

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では高齢者の身体表象の形成・更新プロセスにおける内受容感覚の影響を明らかにすることを目的として心理物理実験とオンライン調査を行った。その結果、(1)加齢に伴い必ずしも内受容感覚が低下するわけではないこと、(2)年齢に関わらず身体表象の形成・更新過程に内受容感覚が関与していること、(3)内受容感覚には身体運動機能が関与している可能性があることが明らかになった。本研究は比較的高機能な高齢者を対象にしているため今後幅広い高齢者層を対象にして検討を行うことによって、高齢者の身体表象の改善に有用な、効率的かつ効果的なバーチャル・リアリティ介入プログラム開発へとつながると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢期の心的機能低下への対策は、認知症や危険運転など的高齢者に関連した社会問題を解決するために重要である。本研究では、この心的機能低下には、内受容感覚機能の低下と、それに伴う脳内の身体表象の歪みが関与していると考えて検討を行った。その結果、年齢に関わらず身体表象の形成・更新過程に内受容感覚が関与している一方で、内受容感覚機能低下だけでは高齢期の身体表象形成・更新過程の特徴はとらえきれないことが明らかになった。今後はこのデータをもとに幅広い高齢者層を対象にして検討を行うことによって高齢者の身体表象の改善に有用な訓練プログラム開発へとつながると考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study conducted psychophysical experiments on body position perception and an online survey on age-related changes in interoception in order to clarify the influence of interoception on the formation and update process of body representations in older adults. The results revealed that: (1) contrary to previous findings, interoception does not necessarily decline with age, (2) interoception is involved in the formation and update process of body representations regardless of age, and (3) somato-motor function may be involved in interoception, although this is a self-evaluation. Since this study was conducted with relatively high-functioning older adults, we believe that similar investigations with a wide range of older adults in the future will lead to the development of efficient and effective virtual reality intervention programs that are useful for improving the body representations of older adults.

研究分野：知覚心理学

キーワード：実験心理学 身体感覚 内受容感覚 加齢

1. 研究開始当初の背景

高齢期の認知機能低下への対策は、認知症とその予備群の増大、危険運転による事故多発などの社会問題を解決するためにも重要である。この認知機能低下には、感覚運動機能の低下と、それに伴う脳内の身体表象の歪みの関与が考えられる。この身体表象を理解し、介入することは転倒予防等の身体運動機能の改善のみならず、認知機能の維持・向上に役立つことが期待される。身体表象には、視覚や固有感覚などの外受容感覚・自己受容感覚に加えて、内臓系や自律神経系など身体内部から集まる各種生体情報に基づく感覚である内受容感覚が深く関与することが示唆されている。前者は身体表象の周囲環境への適応を促す基盤である一方、後者は身体表象の安定性を生み出す基盤と考えられる。しかし、高齢者の身体知覚への内受容感覚の影響を調べた研究はない。

2. 研究の目的

本研究では高齢者の身体表象の形成・更新プロセスにおける内受容感覚の影響を、ベイズ理論の枠組みを利用して明らかにする。また、得られた知見に基づき、高齢者の個々人の身体表象の改善に有用な、効率的かつ効果的なバーチャル・リアリティを使った介入方法を提案する。

3. 研究の方法

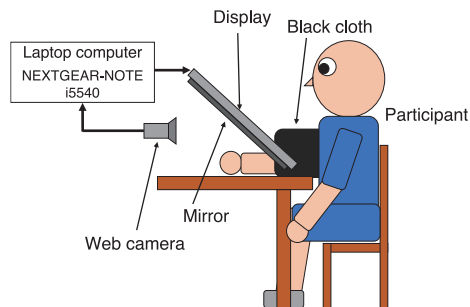
本研究では、(1)これまで若齢成人で安定的に報告されてきた身体モデルに関わる諸現象のうちミラーハンド・フット錯覚を使って、身体位置知覚における視覚自己受容感覚相互作用の内受容感覚との関係および年齢関連差を心理物理実験によって検討をおこなった。(2)内受容感覚の加齢変化および身体運動機能や運動習慣との関連性をオンライン調査によって検討した。

4. 研究成果

(1)身体位置知覚に関する心理物理実験：

従来、ラバーバンド錯覚を用いた研究では、内受容感覚に対する敏感さが低い場合、ラバーバンド錯覚が強く生じ、身体位置知覚がラバーバンド方向に偏位することが示されている (Tsakiris et al., 2011)。このことは内受容感覚が身体知覚の構築において外受容感覚を重視する度合いを決定していることを示唆する。ミラーハンド錯覚を用いた我々の研究では、高齢者は自分の身体位置を知覚するうえで自己受容情報よりも視覚情報に強く影響され、視覚情報を遮断しても重み付けの更新がなされず、すでに消失した視覚情報の影響を受け続けることを示した (Teramoto, 2022)。このことは、高齢者が内受容感覚に対する感度が低下していること (Khalsa et al., 2009) と関連している可能性がある。

図1.
心理物理実験の実験装置



そこで本研究では、投影ハンド錯覚 (原理的にはミラーハンド錯覚と同様で、視覚的身体位置と自己受容感覚的身体位置との間にミスマッチを引き起こし、あたかも映像の身体位置に自分の身体があるかのように感じさせる錯覚) における錯視量 (視覚情報の影響量) 及び視覚情報消失 30 秒後の錯覚の持続量 (重み付けの更新) と加齢に伴う内受容感覚感度や正確さの低下との関連性を調べた。実験には熊本市シルバー人材センターから派遣された 25 名の高齢者 (平均年齢 74.5 ± 3.8 歳) と 32 名の大学生・大学院生 (平均年齢 20.9 ± 1.8 歳) が参加した。投影ハンド錯覚惹起には図 1 の装置を用いた。実験参加者にはテーブルの前に座ってもらい、手のひらを下に向けて机上におくように求めた。その状態をカメラで撮影してリアルタイムで位置を数センチずらしてディスプレイに投影した。参加者には自分の手を直に見ることができない状態で、映像を見ながら数回タッピング動作を行うことで身体位置の錯覚を誘導した。その後ディスプレイの手映像を消失させ、代わりに視標を提示して到達運動をさせた。錯覚が生起していればその分だけ到達運動位置がずれることになる (位置ずれ量 = 視覚情報の影響量)。手映像消失後すぐに到達運動をさせる直後条件と手映像消失 30 秒後に到達運動をさせる遅延条件の位置ずれ量を比較し、その差分を重み付け更新の大きさと定義した。内受容感覚の敏感さは Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness 日本語版 (MAIA; Shoji et al., 2018) によって自己評価してもらった。これは、8 つの下位尺度 (気づき、気が散らない、心配しない、注意制御、感情への気づき、自己制御、身体を聴く、信頼する) から構成された。内受容感覚の正確さ (IAcc) は心拍検出課題を用いて計測し、主観的な心拍数と実際の心拍数との乖離度を指標にした。

その結果、0 秒条件では高齢者に若年者よりも強い錯覚が生じ、高齢者では身体位置知覚にお

いて視覚情報の重み付けが大きいことが示唆された。また、30秒後に若年者では錯覚が減少する一方で、高齢者では維持されていた(図2)。このことは高齢者では重み付け更新が柔軟に行われなことを示唆する。以上の結果はTeramoto(2022)と一致するものであった。次に、内受容感覚の各指標について年齢群間比較を行ったところ、いずれの指標にも差は見られなかった。内受容感覚の年齢群間差がなかったため、若年者と高齢者を合わせたうえで、重み付けの更新量と内受容感覚指標(MAIA, IAcc)との相関を調べた。その結果、MAIAにおいて重み付け更新量との間に正の相関があり、内受容感覚に敏感な人ほど、(0秒時に比べて)15秒後に錯覚量が大きく減少していた(図3)。このことは年齢を問わず内受容感覚に敏感な人ほど、視覚情報と自己受容感覚情報の重み付けを柔軟に変化させることができることを示唆する。また、0秒条件での錯覚量と内受容感覚との関係を調べたところ、若年者群ではMAIAの下位尺度「身体を聴く：自己洞察に関する、身体への積極的傾聴」及び「感情への気付き：身体感覚と感情状態との関連性への気付き」との間に有意な正の相関が見られ、高齢者群では、MAIAの下位尺度「気づき：不快さ、快適さおよびニュートラルな身体感覚に関する気付き」との間に有意な正の相関が見られた。以上から、内受容感覚は身体表象の安定性を生み出す基盤であるため、視覚情報の影響を効果的に抑える役割を担っていることが示唆された。また、内受容感覚のみでは十分に説明できないことから、今後は先行知識の影響など他の要因の影響を検討していく必要がある。

図2. 身体位置知覚実験でのリーチング誤差(視覚情報の影響)

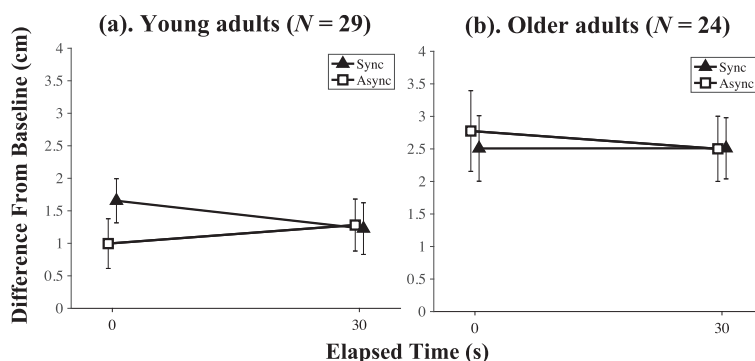
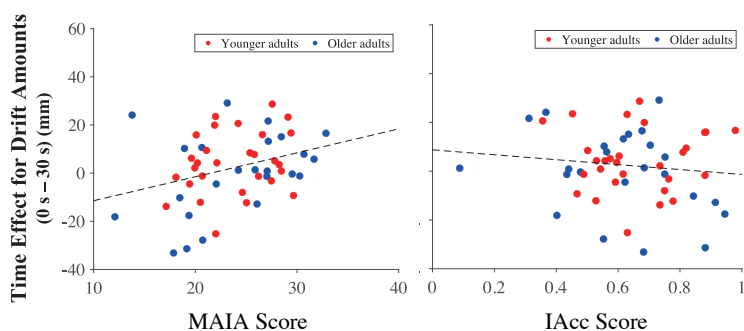


図3. 内受容感覚各指標とリーチング誤差の時間変化量との相関



(2)内受容感覚の加齢変化及び身体運動機能との関連性に関するオンライン調査：

加齢に伴い内受容感覚は低下するという報告(Khalsa et al., 2009)があり、内受容感覚に関する代表的な神経基盤である島皮質(Uddin et al., 2017)も加齢に伴い容量が減少することが報告されている(Long et al., 2012)。しかし、先述の我々の心理物理実験では内受容感覚に関する年齢関連差は認められなかった。高齢になると身体運動機能は低下するが、その低下を予防すべく運動習慣がある者の割合は30代~40代を下限にして増加に転じる(2019年国民健康・栄養調査, 厚生労働省)。個人の運動習慣が島皮質の灰白質の量と相関するという知見も報告されている(Killgore et al., 2013)ことから、加齢による内受容感覚の変化は身体運動機能と関連する可能性がある。

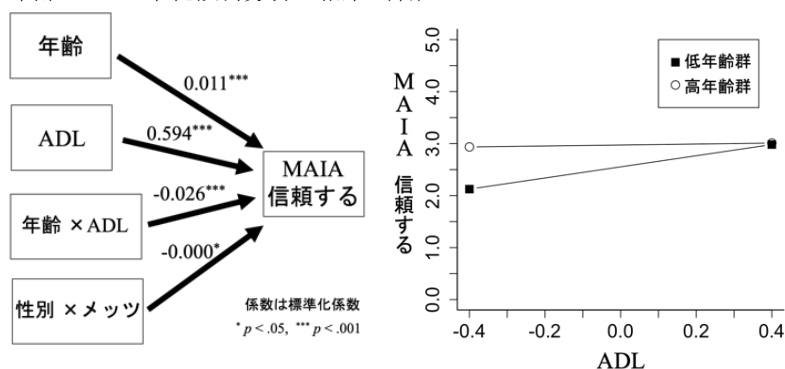
そこで本研究では20代~80代を対象にしたオンライン調査を行った。株式会社クロスマーケティングに登録する日本国内に在住する者について、年齢を層化して均等割付を行い、各年代100名(男女各50名)計700名から回答を得た(Satisficer検知項目に適切に回答した者のみ)。各年代の平均年齢は25.5±2.7歳, 34.9±2.8歳, 44.6±2.9歳, 54.9±2.9歳, 63.6±2.9歳, 74.0±2.6歳, 82.2±2.4歳であった。基本的属性として、年齢、性別、教育歴、体重を尋ねた。内受容感覚尺度には、内受容感覚に対する気づきを多次的に評価するMAIA日本語版を用いた。また、内受容感覚の正確さに関する信念を測定するため、Interoception Accuracy Scale (IAS)日本語版(Koike & Nomura, 2023)も用いた。身体運動機能尺度には、日常生活での基本的な身体運動機能を尋ねる日常生活活動テスト(ADL: Activity of Daily Living)を用いた。あわせて、日常的な運動習慣を評価するため、運動強度の異なる活動について、その週でどの程度の日数、時間を費やしたかを尋ねる日本語版国際標準化身体活動質問票短縮版(IPAQ: International Physical Activity Questionnaire Short Form)を用いた。

従来の調査通り、身体運動機能は加齢に伴い低下するものの、運動習慣(1週間あたりの身体活動日数)は加齢に伴い増加した。年齢、身体運動機能の自己評価と内受容感覚の自己評価との関連について階層的重回帰分析を行なった。分析の第1ステップでは年齢、性別、ADL、IPAQを独立変数とし、第2ステップではそれらの交互作用項も含めた。従属変数はMAIAの各下位尺度およびIASとした。その結果、MAIAの下位尺度である身体を聴く、自己制御、注意制御、信頼

する、感情への気づきの項目について年齢、ADLとその交互作用が有意であった(図4左にMAIA「信頼する」項目(自分の身体が安全で信頼に値するという体験)の結果を示す)。年齢および日常生活における基本的な身体運動機能の自己評価が高いほど内受容感覚の自己評価が高くなることが示唆された。しかし運動習慣(IPAQ)の効果はみられなかった。交互作用について単純傾斜分析を行い、

図4.

MAIA信頼する下位尺度の階層的重回帰分析の結果(左)と年齢×ADLの単純傾斜分析の結果(右)



年齢が平均±1標準偏差である場合のMAIAの得点にかかる偏回帰係数を求めた。その結果、交互作用が有意であった全ての下位尺度で、高年齢群はADLにかかわらずMAIAは高く、低年齢群はADLが高いほどMAIAの得点が有意に高くなる傾向が見られた。図4右はMAIA「信頼する」項目の単純傾斜分析の結果である。

本研究における重回帰分析の結果、内受容感覚に関するいくつかの項目と年齢との間、および日常生活における基本的な身体運動機能との間に正の関係性が見られた。加えて、年齢と身体運動機能の自己評価の交互作用が見られ、高年齢群では身体運動機能の自己評価に関わらず内受容感覚の自己評価が高く、低年齢群においては身体運動機能の自己評価が高いほど内受容感覚の自己評価が高いことが明らかになった。このことから、年齢と身体運動機能がそれぞれ内受容感覚に影響する可能性が示された。ただし、本研究はオンライン調査による質問紙法を用いた自己評価による結果であるため、今後生理学的な手法等を用いた更なる検討が必要である。

以上から、①従来の知見とは異なり、加齢に伴い必ずしも内受容感覚が低下するわけではないこと、②年齢に関わらず身体表象の形成・更新過程に内受容感覚が関与していること、③自己評価ではあるが、内受容感覚には身体運動機能が関与している可能性があることが明らかになった。本研究では比較的高機能の高齢者(シルバー人材センターに登録している高齢者、オンライン調査に対応できる高齢者)を対象としているため、今後は、デイケア施設に通う高齢者など幅広い高齢者層を対象に検討をすすめることにより、高齢者の個々人の身体表象の改善に有用な、効率的かつ効果的なバーチャル・リアリティを使った介入方法を提案することが可能になると考えられる。

<引用文献>

- Khalsa, S. S., Rudrauf, D., & Tranel, D. (2009). Interoceptive awareness declines with age. *Psychophysiology*, 46(6), 1130-1136. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2009.00859.x>
- Killgore, W. D., Olson, E. A., & Weber, M. (2013). Physical exercise habits correlate with gray matter volume of the hippocampus in healthy adult humans. *Scientific reports*, 3, 3457. <https://doi.org/10.1038/srep03457>
- Koike, H., & Nomura, M. (2023). Development and Validation of Japanese Versions of the Interoceptive Accuracy Scale and Interoceptive Attention Scale. *Sage Open*, 13(4). <https://doi.org/10.1177/21582440231214639>
- Long, X., Liao, W., Jiang, C., Liang, D., Qiu, B., & Zhang, L. (2012). Healthy aging: an automatic analysis of global and regional morphological alterations of human brain. *Academic radiology*, 19(7), 785-793. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2012.03.006>
- 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>
- Teramoto W. (2022). Age-related changes in visuo-proprioceptive processing in perceived body position. *Scientific reports*, 12(1), 8330. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-12022-w>
- Tsakiris, M., Tajadura-Jiménez, A., & Costantini, M. (2011). Just a heartbeat away from one's body: interoceptive sensitivity predicts malleability of body-representations. *Proceedings. Biological sciences*, 278(1717), 2470-2476.

<https://doi.org/10.1098/rspb.2010.2547>

Uddin, L. Q., Nomi, J. S., Hébert-Seropian, B., Ghaziri, J., & Boucher, O. (2017). Structure and Function of the Human Insula. *Journal of clinical neurophysiology*, 34(4), 300-306. <https://doi.org/10.1097/WNP.0000000000000377>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 TERAOKA Ryo, KURODA Naoki, TERAMOTO Wataru | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 INTEROCEPTIVE SENSIBILITY IS ASSOCIATED WITH THE TEMPORAL UPDATE OF BODY POSITION PERCEPTION | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 PSYCHOLOGIA | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2117/psysoc.2022-B028 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 竹尾香凜, 黒田尚輝, 寺本渉 | 4. 巻 122(386) |
| 2. 論文標題 手の身体近傍空間の時間特性 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 電子情報通信学会技術報告 | 6. 最初と最後の頁 68-71 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 児玉直樹, 寺岡諒, 黒田尚輝, 寺本渉 | 4. 巻 122(386) |
| 2. 論文標題 錯覚生起動作の能動性が身体位置知覚の時間特性に与える影響 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 電子情報通信学会技術報告 | 6. 最初と最後の頁 59-63 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

| |
|---------------------------------|
| 1. 発表者名 竹尾香凜, 黒田尚輝, 寺本渉 |
| 2. 発表標題 手の身体近傍空間の時間特性 |
| 3. 学会等名 電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 児玉直樹, 寺岡諒, 黒田尚輝, 寺本渉 |
| 2. 発表標題 錯覚生起動作の能動性が身体位置知覚の時間特性に与える影響 |
| 3. 学会等名 電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 寺岡諒, 黒田尚輝, 寺本渉 |
| 2. 発表標題 加齢が身体位置知覚の時間特性に及ぼす影響～内受容感覚精度の観点から～ |
| 3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会第41回VR心理学研究委員会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 寺岡諒, 黒田尚輝, 寺本渉 |
| 2. 発表標題 身体位置知覚における視覚-自己受容感覚の統合と内受容感覚精度との関連性 |
| 3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会第39回VR心理学研究委員会 |
| 4. 発表年 2021年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|---------------------------|-----------------------|----|
| | | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|