

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：32660

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K03504

研究課題名（和文）歩行動作の個人差を説明する運動知覚と心理特性の個人差

研究課題名（英文）Gait characteristics correlating to individual differences in personality traits and visual motion perception

研究代表者

市川 寛子（Ichikawa, Hiroko）

東京理科大学・教養教育研究院野田キャンパス教養部・教授

研究者番号：60540367

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、他者とすれ違う際の歩行動作に見られる個人差が性格特性および性格特性と関連する運動知覚の個人差に起因しているかを明らかにすることを目的として行った。その結果、観察者に接近してくる歩行者を観察中に特有の事象関連脳電位が観察され、その潜時は自閉性症状が強い参加者ほど遅延することがわかった。これらの結果から、他者とのすれ違い時の歩行動作の個人差は、他者の接近運動の知覚の遅さに起因し、その知覚の個人差は性格特性である自閉症特性と関連していることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

歩行動作には、性格などの心理特性が反映される。たとえば自閉スペクトラム症者の歩行動作がぎこちないことが古くから繰り返し報告されているが、そのような心理特性がどのような生体内の過程を経て歩行動作に表れるかは十分に理解されていない。本研究によって、心理特性が視覚性の運動知覚と関連しており、運動知覚の遅れによって歩行動作の非定型が説明できる可能性が示された。これにより歩行などの日常的な身体動作から歩行者の心理特性を推定する技術につながる可能性がある。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to clarify whether the individual differences observed in gait when passing others were due to individual differences in personality trait-related motor perception. The results showed that event-related brain potentials were observed while observing a pedestrian approaching the observer, and that the latency of these potentials was delayed in participants with higher autistic traits. These results suggest that individual differences in gait when passing another person are due to the delayed perception of the approaching motion of the other person and that individual differences in perception are related to autistic traits.

研究分野：実験心理学

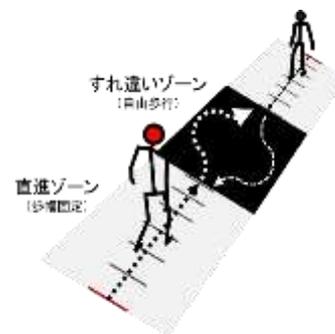
キーワード：歩行動作 自閉性特性 事象関連脳電位 運動知覚

1. 研究開始当初の背景

歩行動作に表れる個人の特徴として、歩行者の年齢や性別以外に、性格などの個人特性(以下、心理特性)がある。たとえば外向性が高く神経症傾向が低い人は歩行が速いこと (Stephan+ 2017, Soc Psychol Pers Sci)、自閉スペクトラム症者 (autism spectrum disorder, ASD) (Vilensky+ 1981, Arch Neurol) や注意欠如・多動症児 (Naruse 2016, PLOS ONE) の歩行がぎこちないことなどが知られている。しかしながら、こうした心理特性の定義には歩行動作との関連は含まれていない。心理特性がどのようなメカニズムで歩行動作に反映されるかの過程は明らかでない。

我々は以前、未診断でも自閉スペクトラム症に似た性格特性(自閉症的特性, AT; autistic trait)が高い者は、図1に示したような、他者とすれ違う際に歩行中の腰の動きが大きくなることを示した (Shigeta+ 2018, Adv Biomed Eng)。腰の大きな動きは衝突回避行動が遅れた場合にみられることから、自閉症的特性の高い者で他者の動きを知覚するのが遅れた可能性が考えられた。

動く対象の視知覚(運動知覚)は、他者の接近を知覚し、他者の移動方向を読んで衝突回避をする等、すれ違い歩行場面では必要不可欠な能力である。ところが自閉スペクトラム症者では、物体接近時に観察される、拡大する放射状 optic flow に対する事象関連脳電位 (ERPs) が遅延することが示されており (Yamasaki+ 2011, Res Autism Spectr Disord)、接近運動に対する視知覚が選択的に遅い可能性がある。



2. 研究の目的

そこで本研究では、「【心理特性】が歩行中の【運動知覚】に個人差を生じさせ (図2 矢印 A) 【運動知覚】の個人差が【歩行動作】の個人差を生じさせる」という作業仮説を、まず自閉症的特性をターゲットとして検討した。

3. 研究の方法

以下に示す3つの課題を行った。いずれの課題でも、歩行動作に関連する運動知覚として、正面から接近してくる歩行者を観察してくる映像を観察中の脳波を計測した。他者が止まった状態から接近を開始した時点刺激オンセットとする事象関連脳電位 (event-related potential; ERP) を同定した。さらに、研究参加者の性格特性や自閉性症状の強さを質問紙によって評価した。最後に、心理特性を運動知覚によって予測できるかを検討するため、目的変数を心理特性、説明変数を事象関連脳電位の潜時や振幅とした重回帰式を求めた。変数選択は全状態探索によって行った。

課題1: Point-light walker (PLW) をディスプレイで観察中の脳波計測 (Ichikawa et al., 2019 EMBC2019)

歩行者が前方から接近する動きを知覚する際の脳波を計測し、心理特性を反映する成分を同定することをめざして行った。歩行運動に対する反応を検討するため、歩行運動に関係しない歩行者の情報である顔や身体のテクスチャを含まない視覚刺激を使う必要があった。そのためヒ歩行者の身体関節に装着した光点の動きで歩行動作を表した PLW を視覚刺激として用いた。

方法: 大学生 19 名が参加した。実験刺激として、実際のヒトの身体関節にマーカーをつけて歩行させた画像をもとに、図3に示したような、歩行者が正面から接近する動きを表す point light walker (接近 PLW) を作成した。さらにこの大きさを調整し逆再生することで手前から奥に向かって歩くように見える PLW (後退 PLW) も作成した。これらの PLW をランダムな順で 120 回ずつ、24 インチモニタに提示した。実験参加者には、これを 8ch ワイヤレス脳波計 (Polymate Mini AP 180) を装着して観察させ、脳波を計測した。脳波計測後、実験参加者には、性格を TIPI-J (小塩ら, 2012) で、自閉性特性を SATQ 尺度 (Subthreshold Autism Trait Questionnaire; Nishiyama et al., 2014) で評定させた。

結果: 実験参加者を自閉性高群と低群で分けた際、接近 PLW に対する ERP において、後退 PLW に対する ERP よりも、群間差が大きく見られた。さらに、接近 PLW に対して左後側頭部で観察された初期の陰性電位の潜時が、自閉性特性が高い実験参加者ほど長いことが示された。



課題2: 実物大 Point-light walker (PLW) を観察中の脳波計測 (Inokuchi et al., 2022 EMBC2022)

課題1の結果を日常場面に近づけて検討するため、PLW をヒト実物大で提示し、かつ実験参加者に立位でこれを観察させた。視覚刺激の大きさや観察姿勢が異なっても、課題1と同様に運動知覚の遅れが自閉性特性の高さと関連するかを明らかにすることを目的として行った。

方法：大学生 22 名が参加した。手続きは、視覚刺激の提示方法以外は課題 1 と同様であった。視覚刺激として、課題 1 と同じ動画を、100 インチのスクリーンに提示した。接近 PLW は、身長 172 センチの歩行者が 1.42m 先から 0.64m まで近づいてくる際の人影と同じ大きさであった。

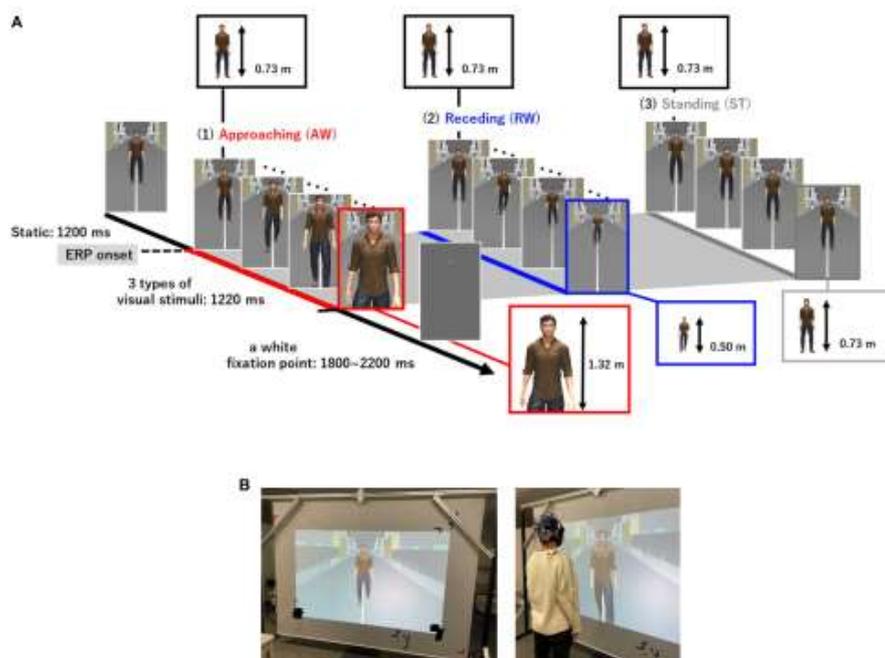
結果：課題 1 と同様に、実験参加者を自閉性高群と低群で分けた際、接近 PLW に対する ERP において、後退 PLW に対する ERP よりも、群間差が大きく見られた。さらに、接近 PLW に対して課題 1 と異なり右後側頭部で観察された初期の陰性電位の潜時が、自閉性特性が高い実験参加者ほど長いことが示された。

課題 3：実物大バーチャルキャラクタを観察中の脳波計測 (Inokuchi et al., 2023 Front Hum Neurosci)

課題 2 の結果をさらに日常場面に近づけて検討するため、PLW ではなくバーチャルキャラクタを用い、これが観察者に歩いて接近してくる様子を観察中の脳波を計測した。課題 2 と同様に、バーチャルキャラクタはヒト実物大で提示し、かつ実験参加者に立位でこれを観察させた。これまで排除してきた、歩行者の顔や身体・着衣のテクスチャが付加されても、接近運動に対する運動知覚の遅れが ERP の潜時の長さとして現れるかを確認し、それが自閉性特性の高さと関連するかを明らかにすることを目的として行った。

方法：大学生 30 名が参加した。手続きは、視覚刺激以外は課題 1 と同様であった。視覚刺激は、Unity 3D ゲームエンジンで作成した。

結果：課題 1、2 と異なり、実験参加者を自閉性高群と低群で分けた際の接近 PLW に対する ERP において群間差は見られなかった。一方で、接近 PLW に対してみられた ERP について、自閉性特性が高い実験参加者ほど、左右側頭部の P200 の振幅が小さく、また、右側頭部の P200 の潜時が長いことが示された。



4. 研究成果

本研究の目的は、他者とのすれ違い時の歩行動作に見られる個人差が性格特性および性格特性と関連する運動知覚の個人差に起因しているかを明らかにすることであった。3つの実験を通じて、正面から向かってくる他の歩行者の接近運動を研究参加者に観察させ、観察中の脳波を計測した。接近運動に対して生じる事象関連脳電位 (ERP) を同定し、その潜時と振幅を調べた。これらと、研究参加者に自記式質問紙で解答させた自閉性傾向の高さとの関連を重回帰分析によって検討した。その結果、自閉性特性が高い参加者ほど ERP の潜時が長くなることを示した。

本研究の結果は、歩行者が接近する事象に対して生じる視覚性の運動知覚の潜時が、自閉性特性の高さと関連することを示す。このことは、自閉性特性が高い人ほど他者とのすれ違い時に歩行動作がぎこちなくなったという我々の 2018 年の研究結果が、自閉性特性が高い人ほど他者の接近に対する知覚が遅れたことに起因することを示唆する。すなわち、他者の接近を知覚することが遅れた結果、衝突回避のための歩行動作の修正準備が遅れ、これが腰の角加速度のノルムの大きさに反映され、ぎこちなさにつながったと考えられる。

本研究では、PLW で得られた知見をもとに、等身大バーチャルキャラクタを使ってより実生活に近い環境でも検討することで、日常生活で見られる自閉性特性の視覚性運動知覚の特徴を捉えることができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1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 Inokuchi, R., Ichikawa, H., Yamamoto, M., & Takemura, H.	4. 巻 17:1113362
2. 論文標題 Neurotypicals with higher autistic traits have delayed visual processing of an approaching life-sized avatar's gait: an event-related potentials study.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Frontiers in Human Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fnhum.2023.1113362	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 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 井口諒・市川寛子・山本征孝・竹村裕
2. 発表標題 すれ違い歩行時における事象関連電位とASD特性に関する研究
3. 学会等名 東京理科大学パラレル脳センシング技術研究部門第1回公開シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井口諒, 成島雅人, 橋詰彩奈, 市川寛子, 山本征孝, 竹村 裕
2. 発表標題 他者接近に対する運動知覚と自閉症スペクトラム特性との関係 等身大バーチャルキャラクタの接近に対する事象関連電位の計測
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 井口 諒, 市川 寛子, 山本 征孝, 竹村 裕
2. 発表標題 自閉症スペクトラム特性を持つ人は他者接近に対する運動知覚が遅れるのか -事象関連電位を用いた脳波解析からわかること-
3. 学会等名 The 6th Workshop of Robotics Ongoing Breakthroughs (R00B2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryo Inokuchi, Taichi Ichikawa, Hiroko Ichikawa, Masataka Yamamoto and Hiroshi Takemura
2. 発表標題 Gait perception of life-size point-light walker is associated with autistic traits: evidence from event-related evoked potentials
3. 学会等名 2022 44st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 市川寛子
2. 発表標題 ヒト脳活動計測における高次元小サンプルデータへの全状態探索法の適用
3. 学会等名 【公開シンポジウム】データ駆動科学と情報計測の新展開
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

東京理科大学 教養教育研究院 野田キャンパス教養部 市川寛子研究室 https://www.rs.tus.ac.jp/ichi/
--

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
研究分担者	竹村 裕 (Takemura Hiroshi) (60408713)	東京理科大学・理工学部機械工学科・教授 (32660)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究分担者	荒木 修 (Araki Osamu) (20313710)	東京理科大学・理学部第一部応用物理学科・教授 (32660)	
研究分担者	浦川 智和 (Urakawa Tomokazu) (80586644)	東京理科大学・理学部第一部応用物理学科・講師 (32660)	

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