

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 9 日現在

機関番号：82611

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500689

研究課題名(和文)ヒトの適応的歩行に関わる神経基盤の解明

研究課題名(英文)Neural basis related with human adaptive locomotion

研究代表者

崎原 ことえ (Sakihara, Kotoe)

独立行政法人国立精神・神経医療研究センター・精神保健研究所 知的障害研究部・研究生

研究者番号：40423115

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、環境中の視覚情報の変化に歩行が柔軟に対応する「適応的歩行」について自閉症スペクトラム障害(ASD)児における神経メカニズムを明らかにすることを目的とした。方向弁別課題を用いて、健常成人とASD児を対象として行動実験(ボタン押し反応時間、棒反応距離)および脳波実験を行った。すべての被験者で頭頂部に事象関連電位のN200成分が再現性をもって出現し、行動データとN200成分の潜時・振幅との間に健常成人とASD児でともに相関関係がみられた。N200成分は空間統合の視覚背側路の機能を反映するため、本研究課題はASD児の視覚背側経路の評価法として有用であると期待できる。

研究成果の概要(英文)：We aimed to clarify the neural basis of children with Autistic Spectrum Disorder (ASD) about an adaptive locomotion. The adaptive locomotion is the one that the locomotion flexibly changes to visual stimuli in the environment. We used the direction distinguish task, and healthy adults and ASD children participated in the present study. The subjects performed behavioral and electroencephalogram (EEG) experiment. In the behavior experiment, we recorded a button response time and a bar catching distance. In the EEG experiment, an event related potential was analyzed. All subjects reproducibly showed N200 component of event related potential in the parietal cortex, and behavioral data and the latency or amplitude of N200 component revealed correlation. As a N200 component reflects the visual dorsal pathway function which plays an important role in spatial integration, we believe the visual task used in the present study is useful to evaluate the visual dorsal pathway of ASD children.

研究分野：神経生理学

キーワード：適応的歩行 自閉症スペクトラム障害児

1. 研究開始当初の背景

ヒトは適応的歩行によって、環境中の感覚情報および視覚情報などの知覚情報の変化に柔軟に対応しながら行動している。屈筋と伸筋の交互の活動による足の周期的な動きは、大脳皮質下(脊髄 CPG)で自律的に生成され歩行比(歩幅/歩行周期)は常に一定である。しかしながら感覚情報の変化による自己動揺感覚(自分の身体の揺れを認知)や視覚情報の変化による自己運動感覚(自分の身体の動きの方向性を認知)が生じると、歩行比はこれらの知覚情報の認知に反比例して減少し、歩行が環境に対応する。歩行比が知覚情報の認知に対応して切り替わる神経基盤は不明である。自己動揺感覚や自己運動感覚などの知覚情報の認知に関与する神経基盤が歩行比を切り替える「歩行スイッチ」の役割を担っていると考えられる。

また、知覚情報の認知に脆弱性をみとめ、適応的歩行の障害を有する疾患として自閉症スペクトラム障害(ASD)がある¹。彼らは認知の脆弱性のため歩行スイッチに異常があると考えられるが、機序は不明である。

2. 研究の目的

本研究では ASD 児を対象に歩行スイッチに関与する神経基盤を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

まず初年度は、適応的歩行に関わる視覚情報の認知、とくに視覚情報の時間的・空間的統合について小児を対象に実施できる視覚課題の構築を行うために、以下第1～3実験を実施した。第1実験では、コヒーレントモーションの方向弁別課題を作成し(図1)、行動実験を行った。健常成人を対象に複数のコヒーレント比率条件のなかで最適な条件を探索した。コヒーレントモーション課題で

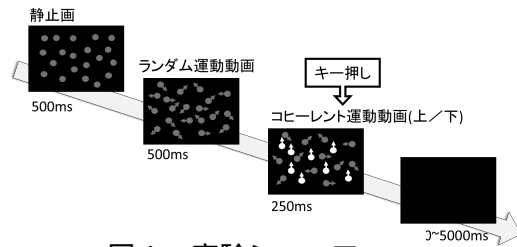


図1 実験シエーマ

は、被験者は複数の点がまとまって動く方向を弁別して利き手でボタン押しをした。点は上または下方向に動き、難易度を5段階に設定した。ディスプレイ上に静止画が500ms、ランダム運動動画が500ms、コヒーレント運動動画が250ms提示され、被験者はコヒーレント運動動画のときにボタン押しをした。ISIは3～5sとした。第2実験では、小児への負担を軽減するため、健常成人のシミュレーションデータを用いて安定的な正答率を導くための必要最小数の施行数を検討した。第3実験では第2研究の結果を元に、定型発達児を対象に行動実験を行い、疲労の効果を行動指標の違いとして検討した。

次年度は、前年度で作成した成人課題について、施行数および実施時間を短縮し、さらに小児に適応可能な課題に修正し、行動実験及び脳波実験を行った。健常成人32人を対象にした。脳波実験では頭皮上32カ所から脳波を記録し、事象関連電位を解析した。事象関連電位の解析にはランダム運動動画の提示時間をベースラインとしてコヒーレント運動動画からの差分を算出した。さらに心理計測実験として棒反応距離を計測した。棒反応距離計測では、被験者はランダムに垂直に落下する棒を利き手でキャッチし、落下距離を記録した。

最終年度は、ASD児を対象にコヒーレントモーション課題を実施し、行動実験、脳波実験、棒反応距離計測、心理認知検査(WISC-IW, M-ABC, DCD-Q, SRS, Conners)を行った。

4. 研究成果

(1) 初年度の第1実験では、コヒーレント比率が増えて課題が容易になると方向弁別の正答率が高くなり、反応時間は差が見られなかった。正答率にはコヒーレントモーションの方向検出に関わる視覚情報処理が反映されると示唆された。また、すべて同じ方向に動く最も容易な条件(A条件)においても、正答率に個人間差が認められたため、A条件のみでコヒーレントモーションの検出に関わる視覚情報処理の個人間差を評価できるものと考えられた。第2実験では、各被験者内の正答率の安定性、および個人間差の評価の安定性を評価するための施行数はほぼ同程度であった。この条件および試行数を用いることで小児に最も課題負担が少ない状況で視覚情報の統合を検討しうると考えられた。第3研究では課題の前半と後半で正答率に疲労や学習の効果の影響は見られず、定型発達児においても比較的信頼性の高い指標であると考えられた。

(2) 次年度では、行動実験では方向弁別の難易度を5段階で80%以上高い正答率を示した。方向弁別の反応時間は、弁別が難しい課題と比べて容易な課題では有意に短縮した($p < 0.05$)。また事象関連電位N200成分が右頭頂部(P4, P8)に出現した。N200成分の潜時は弁別が難しい課題と比べて容易な条件では有意に短縮した($p < 0.05$)。N200成分の振幅は弁別の難易度の影響は認められなかった。本研究で作成した視覚課題は5条件すべて安定して正答率が高く、N200成分が再現性をもって出現していた。N200成分の振幅に条件間差が見られなかったのは、小児も実施できるようにできるだけ容易な条件に設定したためと考えられる。反応時間とN200成分の潜時はいずれも方向弁別が容易な条件で有意に潜時が短縮し、これは先行研究の知見と一致していた²⁻⁴。本研究の視覚

課題は小児の視覚背側経路の認知機能を評価する簡便で正確な検査法として有用であることが期待できる。

(3) 前年度と同様の方向弁別課題を用いて、ASD児を対象として行動実験(ボタン押し反応時間、棒反応距離)および脳波実験を行った。すべての被験者で頭頂部に事象関連電位のN200成分が再現性をもって出現し、行動データとN200成分の潜時・振幅との間にASD児で相関関係がみられ、これは健康成人と同様であった。N200成分は空間統合の視覚背側経路の機能を反映するため、本研究課題はASD児の視覚背側経路の評価法として有用であると期待できる。

<引用文献>

- 小児の精神と神経, 48:225-234, 2008.
Greimal et al.,
BehaviorBrainRes, 251:168-175, 2013.
Aspell et al.,
EhrJNeurosci, 22:2937-2945, 2005.
Patzwahl et al.,
EurJNeurosci, 12:273-282, 2000.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計1件)

鈴木浩太, 北洋輔, 崎原ことえ, 平田正吾, 佐久間隆介, 奥住秀之, 国分 充, 稲垣真澄: 自閉症スペクトラム障害児におけるエラー関連陰性電位の特徴. 生理心理学と精神心理学. 2014年 Vol32, No2, P73 (査読無し). https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjppp/32/2/32_1412ci/_pdf

[学会発表](計1件)

鈴木浩太, 北洋輔, 崎原ことえ, 平田正吾, 佐久間隆介, 奥住秀之, 国分 充, 稲垣真澄: 自閉症スペクトラム障害児におけるエラー関連陰性電位の特徴. 第32回日本生理心理

学会大会，茨城，2014.05.17.

6 . 研究組織

(1)研究代表者

崎原 ことえ (SAKIHARA , Kotoe)

国立精神・神経医療研究センター 精神保健研究所・知的障害研究部・研究生

研究者番号：40423115

(2)研究分担者

鈴木 秀次 (SUZUKI , Syuji)

早稲田大学・人間科学学術院・教授

研究者番号：3268973820

(3) 研究分担者

奥住 秀之 (OKUZUMI , Hideyuki)

東京学芸大学・教育学部・准教授

研究者番号：1260410127

(4) 研究協力者

北 洋輔 (KITA , Yosuke)

国立精神・神経医療研究センター 精神保健研究所・知的障害研究部・室長

研究者番号：90627978

(5) 研究協力者

鈴木 浩太 (SUZUKI ,Kota)

国立精神・神経医療研究センター 精神保健研究所・知的障害研究部・流動研究員

研究者番号：20637673