

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：44505

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K14057

研究課題名（和文）自閉スペクトラム症の聴覚における敏感性と鈍感性の神経基盤の解明

研究課題名（英文）Neural basis of auditory hyper/hypo sensitivity in autism spectrum disorder

研究代表者

渡辺 隼人（Watanabe, Hayato）

豊岡短期大学・その他部局等・講師

研究者番号：40815982

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：自閉スペクトラム症における「聞こえ方」の特性を明らかにするため、脳磁計（脳活動を計測する機械）を用いて音を聞いているときの脳活動を計測し、解析手法を確立した。dSPM法という解析手法を用いることで、従来の報告よりも良い精度で脳活動を観察できることが分かった。特に、知能が高く、自閉スペクトラム症を持つ成人の方では、脳の左半球におけるフィルタリング機構（入ってくる音を「重要性」に応じて振り分ける機構）の働きが低下している可能性を示唆する結果を観察するうえで、この手法は有効であることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

自閉スペクトラム症を持つ方は、聴覚の過敏性と鈍感さを同時に示すことがありますが、この原因の一つとして、左脳での音の振り分けシステムの異常があることを発見しました。特に、この異常を検出するのに望ましいデータ解析手法を検証・発見しました。

脳磁計を用いて、短時間音声を聴くだけで、聴覚過敏性などの問題を定量的に評価できるようになる可能性があります。今後、さらにデータ解析を進めます。

研究成果の概要（英文）：Claryfing the characteristics of auditory processing in autism spectrum disorder, I established an analysis method by measuring brain activity while listening to sounds using a magnetoencephalography (a device that measures brain activity). By using an analysis method called the dSPM method, it was found that brain activity could be observed with better accuracy than previously reported. In particular, this method proved to be effective in observing results suggesting that the filtering mechanism (a mechanism to sort incoming sounds according to their "importance") in the left hemisphere of the brain may be reduced in high-IQ adults with autism spectrum disorder.

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

研究分野：特別支援教育

キーワード：自閉スペクトラム症 聴覚情報処理過程 聴覚過敏 聴覚鈍麻 脳磁図

1. 研究開始当初の背景

自閉スペクトラム症には聴覚偏奇、具体的には聴覚における敏感性(聴覚過敏)と鈍感性が同時に生じる症状が見られる。この症状の原因となる神経メカニズムについて、聴覚刺激の神経レベルでのフィルタリング/ウェイティングがなされないことによるというモデルを考案した。

この神経基盤モデルを実証するために、まずは定型発達を通した脳活動計測を行い、効果的に自閉スペクトラム症の聴覚情報処理過程を明らかにできる手法を確立する。続いて、実際に自閉スペクトラム症での計測を行って、モデルの実証を行う。最後に、個々の自閉スペクトラム症の神経活動と行動の相関について調査し、神経活動から行動(症状)を予測する方法の確立を目指す。この方法が確立すれば、聴覚偏奇を持つ自閉スペクトラム症に対し、効果的な支援を行うことが期待できる。

2. 研究の目的

定型発達において、複数の等確率・等刺激強度の音がどのように脳内で処理されているかはいまだ明らかになっていない。しかし、例えばカクテルパーティ効果(Cherry, 1953)のように、とりわけ注意を向けた状態でなくとも、自分の名前のような聴覚刺激は増強して処理し、他の聴覚刺激は抑制的に処理する神経機構が存在することは仮定できる。先の検討で 1000 Hz が増強されたのは、おそらく言語音などの重要な刺激において意味を持つ周波数であったからと考えられる。このような周波数帯はおおむね 1000-3000 Hz に存在すると考えられており、実際にヒトの聴覚組織はこの周波数帯の音を増幅するように形成されている(ISO 226, 1987)。そこで、この周波数とその近傍の周波数の音を一列の中で等確率に提示すれば、刺激強度が等しくとも、定型発達に特有のフィルタリング/ウェイティングを経た脳活動が得られるはずである。この脳活動を観察するのに最適な周波数の発見を目的とする。

その後、自閉スペクトラム症ではそのようなフィルタリング/ウェイティング処理がなされない脳活動が得られることが明らかになれば、聴覚の敏感性と鈍感性の神経基盤を明らかにすることができる。したがって、定型発達の検討を通して発見した周波数音を用いて自閉スペクトラム症の聴覚情報処理神経基盤を解明することが次の目的である。

最後に、個別に最適な聴環境を設定可能なような、個人の主観的な聴覚処理の問題を脳活動から明らかにするモデルの確立を目指す。

3. 研究の方法

定型発達 15 名程度を対象に、200 Hz から 5000 Hz までの聴覚刺激を等確率かつ等強度で提示した際の M100 を計測することで、聴覚の半自動フィルタリング/ウェイティング機構を明らかにする。そののち、同数の実験参加者を対象に、より効率よくフィルタリング/ウェイティング機構を見出せる周波数帯域を決定する。

1 年目に見出した周波数帯域に基づき、自閉スペクトラム症を持つ参加者と定型発達の参加者(各 15 名、計 30 名)の M100 応答の違いを求める。この際、聴覚過敏性等の質問紙や、知能指数等も測定することで、実験参加者間の個人差を高精度で制御し、神経基盤のモデリングを完成する。

最終的に、自閉スペクトラム症の個人差(個別のフィルタリング/ウェイティング情報)を

計測し、脳活動と個人の主観的な応答との相関を調査することで、行動的な聴覚の敏感性と鈍感性を神経応答から予測する。

4．研究成果

新型コロナウイルス禍の影響もあり、自閉スペクトラム症を持つ参加者の募集は困難であったため、までは到達しなかった。

しかし、については一定の成果を得て、200, 300, 500, 1000 Hz という音列の組み合わせがフィルタリング機構の確認にかなり適していることがわかった。また、dSPM 法という脳活動解析手法を用いることで、従来報告されていたが、信号源推定法では観測しにくかった音響処理の右脳優位性と、信号源推定法で発見された周波数に対する脳の応答性(強度)の違いを同時に観察できることが明らかになった。これらの成果は The 22nd International Conferences on Biomagnetism (2022 年) に報告したほか、dSPM 法を応用した成果は第 62 回日本生体医工学会大会 (2023 年) にも発表した。

についても、新型コロナウイルスワクチンの普及や、感染症予防体制の確立により、最終年度末にデータ取得までは完了した。今後、dSPM 法を用いたデータ解析を進め、研究成果の報告を目指す。

までは到達しなかったが、個人差の基盤となる各種質問紙データは揃っているため、これらとの相関についての検証を行い、個人に適合したフィルタリング機構のモデル化を進める予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Hayato Watanabe
2. 発表標題 Modulation of M100 amplitude for tones of different frequencies at equal sound pressure level
3. 学会等名 The 22nd International Conference on Biomagnetism (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Risa Anada, Hayato Watanabe, Hideki Shiraishi, Koichi Yokosawa
2. 発表標題 Desynchronization in Alpha Band Rhythm during Exchanging Semantic Words MEG Hyperscanning Study.
3. 学会等名 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡辺隼人, 下條暁司, 白石秀明, 横澤宏一
2. 発表標題 級内相関係数による 帯域脳活動の信号源位置の比較 - MEGハイパースキャンニングの実装のために
3. 学会等名 第62回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2023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
---------	---------