

感覚過敏の神経生理過程が明かす自閉スペクトラム症者の感覚経験

Sensory experiences of individuals with autism spectrum disorders revealed by the neurophysiological processing of sensory hypersensitivity

井手正和

Masakazu Ide

† 国立障害者リハビリテーションセンター研究所

Research Institute of National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities

ide-masakazu@rehab.go.jp

Abstract

自閉スペクトラム症 (ASD) 者の多くは、外界の多種多様な刺激に過剰に反応する感覚過敏をもつ。著者らは、ASD 者が高い課題成績を示す感覚情報処理に着目し、感覚過敏の神経生理機序を検討してきた。他者からの共感が得にくい感覚の特性について、定量的データを用いて説明することで、理解が深まる様を目の当たりにしてきた。本稿では、当事者との対話から明らかになってきた、感覚特性と共存するその内的世界を論じる。

Keywords — 自閉スペクトラム症, 感覚処理障害, 感覚過敏, 時間分解能, ステイグマ

1. ASD の感覚処理障害の理解の困難

自閉スペクトラム症 (Autism spectrum disorder: ASD) の診断基準の中で、感覚過敏と感覚鈍麻 (以後、これらをまとめて表現する場合、感覚処理障害と呼ぶ) がその重要な位置を占めるようになったのは、2013年5月の精神障害/疾患の診断・統計マニュアルの改訂 (DSM-5) の影響が大きく、本稿が執筆された2018年6月まで、5年以上が経過した。このおよそ5年間で、感覚処理障害、とりわけ感覚過敏に関して、社会における認知度は上がっていると感じられる。しかし、当事者を取り巻く周囲の人たちが、この問題について深く理解し、その理解に基づいた共生を図るための道のりはまだまだ長い。

感覚処理障害に関して、周囲の人たちの理解を難しくさせている理由は、当事者が経験している感覚を他者が共感することが難しく、時に本人でさえも、自分の感覚によって生じる生活上の負担や困難が、他者とは異なる感覚に依るものだと自覚していないことであろう。それゆえに、感覚の問題が原因でとった行動が、周囲からは“わがまま”や“忍耐不足”だと捉えられる。基礎科学者は、この障害に関連して、当事者の知覚認知的処理の特徴と、それに関連する脳の解剖学的・機能的な特徴について、データに基づいて、当事者の感覚を客観的に記述することが期待される。加えて、そこから読み取ることのできる当事者の感覚経

験を、非当事者に伝えることも、これからの基礎科学者には望まれている。当事者の感覚を事実即して共有できれば、具体的にどのような配慮が必要とされているのかについて、周囲の者たちが考えるきっかけとなる。

2. 感覚の“可視化”：質問紙のスコア

ASD 者の感覚処理障害を何らかの方法で評価することは、それを“可視化”することであり、当事者を取り巻く周囲が、感覚を共有するための手段となり得る。こうした評価の中でも、代表的なものが、臨床で用いられてきた感覚プロファイル (Sensory profile: SP) である (Dunn & Westman, 1997; Dunn, 1999)。感覚プロファイルは、聴覚、視覚、触覚、口腔感覚などに関する質問項目から構成され、4つの象限 (低登録、感覚探求、感覚過敏、感覚回避) に分類される。「低登録」は、刺激に対して反応が低下 (感覚鈍麻) した状態を指し、「感覚回避」は、低登録と表裏一体となって刺激を積極的に求める状態を指す。

「感覚過敏」は、刺激が与えられた時の知覚的・情動的に過剰な反応を指し、「感覚回避」は、過敏さによって刺激を避ける特徴を指す。SPは、3歳~82歳までを対象とし、125項目からなる (短縮版感覚プロファイル [Short sensory profile: SSP] は38項目)。乳幼児感覚プロファイル (Infant/Toddler sensory profile: ITSP) は、0ヶ月~36ヶ月までを対象とし、36項目からなる。SP, SSP, ITSPは保護者記入式であるのに対し、青年・成人感覚プロファイル

(Adolescent/Adult sensory profile: AASP) は自己記入式で、11歳~82歳を対象とする。SSPを用いた228名のASD児を対象としたオーストラリアにおける調査では、感覚の特性に基づいて、“刺激への適応 (Sensory adaptive)”, “味覚・嗅覚への過敏 (Taste smell sensitive)”, “姿勢への不注意 (Postural inattentive)”, “一般化された感覚の変容

(Generalized sensory difference)”という4つの下位グループに当事者を分類できると報告している (Lane et al., 2014). このことは, ASD の感覚処理障害は, 一続きの軸の片側の端を感覚過敏と捉え, その反対を感覚鈍麻と捉える形で, 連続した軸上のどこかに一個人が位置すると考えるのではなく, いくつかの感覚の状態が組み合わさって, 当事者の実像ができていくことを示唆している.

3. 感覚の“可視化”: 知覚認知実験

ASD 者の感覚処理障害に背景にある知覚認知特性を, 実験的に可視化しようとする試みも行われてきた. ここでは, 感覚過敏に結びつく可能性のある ASD 者の精度の高い知覚認知処理を示唆している先行研究を主に取り挙げる.

Cascio et al. (2008)らは, 指先に振動を提示した際, どの程度の振動の強さ(変位量)で検出できるか(検出閾)を調べたところ, ASD 児では定型発達児に比べて, 小さな振動でも検出が可能であったことを報告した. この低い触覚の閾値に関しては, いくつかの研究グループからも同様の報告がなされた (Blakemore et al., 2006; Puts et al., 2014)ものの, 定型発達者と変わらないという報告もある (Guclu et al., 2007).

Bonnel et al. (2003)では, 純音を提示し, その周波数とカテゴリーの弁別の課題を行った. その結果, ASD 児は, 周波数弁別とカテゴリー弁別の両課題ともに, 定型発達児に比べ, 高い弁別感度をもつことが示された. Lin et al. (2015)らの研究では, ランダムに変化する複数の周波帯域の音の中から, ターゲットの音を検出する課題において, ASD 者ではより小さな音圧でもターゲットの検出が可能であることを報告している.

触覚, 聴覚に限らず, 様々な感覚で ASD 者が高い感覚情報処理の精度を示す例は, これまで多く報告されてきた. しかし, こうした知覚認知特性が, 当事者の日常における感覚過敏と関連しているかを検討した例は, 極めて少ないのが現状である.

4. 感覚過敏に関わる神経生理学的特徴

感覚過敏に関わる神経生理学的特徴についての研究を見ていきたい. これらの研究は, 感覚過敏の原因を, 副交感神経系の機能的な特徴によって理解しようとする立場と, 刺激によって駆動される感覚処理経路

上の生理的反応の特徴によって理解しようとする立場に大別できる.

副交感神経系の特徴に着目した研究には, 眼に光を当てた際, 瞳孔径が収縮するまでの速度の遅延や収縮量の減少が, 副交感神経の機能的な変容に関係することに着目したものがある. Daluwatte et al. (2013)は, 光を提示した際の瞳孔径を計測し, ASD 児では, 収縮が生じるまでの潜時の遅延, 収縮量の減少, 収縮時間の短縮を報告している. また, 瞳孔径の収縮量が減少しているほど, SP で評価した感覚過敏の訴えが強いことも明らかにした (Daluwatte et al., 2015).

一方で, 感覚処理経路自体の特徴に着目した研究では, 刺激を提示した際の脳活動を種々の脳機能計測を用いて検討している. 例えば, ASD 児の手首の正中神経に微弱な電気刺激を提示した際の誘発電位の計測では, 体性感覚刺激に由来する脳活動が生起するまでの潜時の遅延が見られた (Cascio et al., 2015). Matsuzaki et al. (2014)は, 脳磁図 (Magnetoencephalography: MEG) を用いて, 1000 Hz (80dB) の純音を提示した際の脳活動を計測した. その結果, 聴覚過敏をもつ ASD 児では, 聴覚過敏をもたない ASD 児, 定型発達児に比べ, 音に対する反応に関連した M50 成分の活動が増加し, その活動の持続時間が長いほど, SP の聴覚過敏に関する評定値が高かった.

以上のように, 副交感神経系と中枢神経系の機能的な特徴のそれぞれによって感覚過敏を説明しようとする立場がある. 著者は, これらの特徴は1個人内で共存し, 当事者の感覚処理障害の全体像を形成していると考えている. 副交感神経系の特徴は, 主に刺激に対する覚醒や情動的に強い反応に関連し, 刺激を忌避することにつながった先行する記憶の影響も受けているだろう. 中枢神経系の特徴は, そうしたトップダウンの処理を介さない, 比較的, 純粋に刺激によって駆動される生理的な反応によって規定されるだろう.

5. 感覚過敏と時間情報処理で共有する神経基盤

以上のように, ASD 児・者の感覚過敏に関連する知覚認知特性と, その神経生理機序に関する報告が, 近年なされたきた. しかし, その知覚認知特性と, 刺激への生理的反応特性は, 別々に検討されており, どのような知覚認知特性とその背景にある神経生理機序

が、感覚過敏を引き起こす共通した原因になっているのかについて明らかにした研究は見られていない。著者らは、ASD 者で見られる過剰な刺激の時間分解能の基になる脳内の神経活動の抑制の低下が、感覚過敏の一因となるという仮説の下、研究を行ってきた。

Ide et al. (in press) では、左右の指先に、わずかな時間差で振動を提示し、どちらが後であったかの解答を求め (Temporal order judgment: TOJ), ASD 者と定型発達者のそれぞれが、どの程度の時間差があれば正確に刺激の順序を判断できるか (時間分解能) を求めた。その結果、ASD 者と定型発達者の時間分解能の間に平均した時間分解能の差は見られなかったものの、ASD 者では時間分解能が高いほど、AASP で評価した感覚過敏の程度が強いことが明らかになった。

また、この実験を通して、1名のASDの症例が、極めて高い時間分解能をもつことが分かった。この症例は、実験当時は19歳(男性)の大学生だった。触覚に関して過敏の訴えがあり、AASPのスコアも、定型発達者、およびその他のASD者の平均と比べても高かった。また、時間の感覚に関して、興味深い内観報告を得ている。普段、自宅で複数の時計の秒針の動きを比較し、それが同期しているのを観察するのが好きという。また、外出時に時計販売店に立ち寄り、複数の時計の動きを観察していると語った。触覚のTOJを行ったところ、本症例は、わずか6.5msの時間差があれば、正確に左右の振動の順序を解答できることが分かった。聴覚の時間分解能も7.4msであった。定型発達者の平均が触覚で64.6ms (SD = 28.1ms), 聴覚で48.5ms (SD = 19.3ms) であることを考えると、本症例の時間分解能が極めて高いものであることが分かる。この高い時間分解能の基になる生理過程を調べるため、fMRIを用いて、触覚TOJの最中

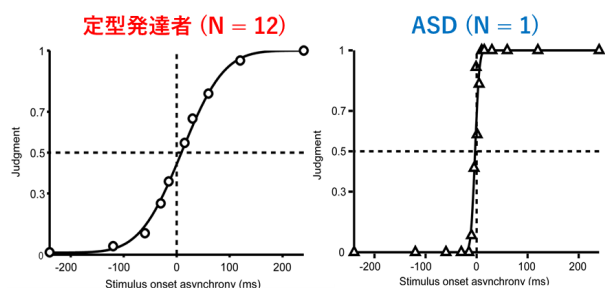


図1. 定型発達者(左)とASDの症例の触覚TOJにおける時間分解能(右)

横軸が左右の振動の提示の時間差を表し、右側ほど右が時間的に遅れて振動したことを表す。縦軸は、右の振動が後だと解答した割合を表す。

の脳活動を計測した。すると、腹側運動前野

(Ventral remotor cortex: PMv) など、いくつかの脳部位の神経活動が、定型発達者に比べて極めて高いことが分かった(図2)。PMvの神経活動の強さが、感覚過敏の程度と関係する手掛かりも掴んでいる。

6. 知覚認知特性と当事者の日常体験

我々の研究の結果から、感覚過敏の一端には、刺激の過剰な時間分解能が関係し、その背景には脳内の時間情報処理と感覚過敏に共通する領域における強い神経の興奮が関わる可能性が示唆されている。ASD当事者は、蛍光灯を見た時、それがチカチカして鬱陶しく感じるとしばしば語り、それが常同行動を誘発する一因になっているという(Colman et al., 1976)。蛍光灯は毎秒100~120回、すなわち、およそ10ミリ秒おきに点滅している。私たちが、これを点滅ではなく、連続した点灯と感じるの、蛍光灯が視覚の時間分解能を超えた速さで点滅しているためである。感覚刺激の過剰な時間分解能が感覚過敏に結びつくという我々の研究知見は、こうした当事者の感覚経験の一端を解釈する材料を提供している(井手他, 2017)。

以上で見てきたように、ASD者の感覚刺激に対する知覚認知処理様式と、神経生理に関する研究データを、当事者が語る自身の感覚経験と照らし合わせることで、それをある程度高い妥当性で可視化することは可能であるように思われる。ASD者の内的世界を可視化する作業は、それを共有できない周囲の人々の理解を促し、自分と異なる感覚経験の中で生きる当事者との共生を思慮することにつながる。

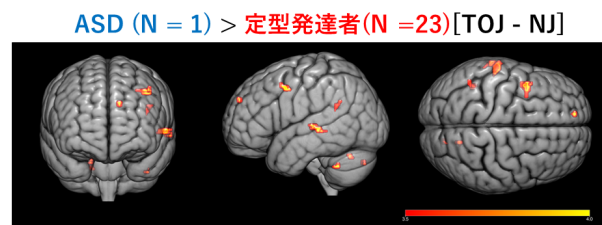


図2. 触覚TOJ課題中にASDの症例で強い活動が見られた脳部位

分析では、TOJの課題中の脳活動に、触覚刺激の数を答える課題(Numerosity judgement: NJ)中の脳活動を引き、定型発達者の脳活動の平均との差を求めた。

(Crawford's modified Ttest, $p < 0.001$, uncorrected, extended threshold = 10 voxel)

7. 当事者の感覚を共有することの困難と新たなスティグマ

これまで、ASD の感覚過敏について、学校や支援の現場では広く知られてきた問題であるのにも関わらず、共生に向けた具体的な対策を講じるための大きな動きに結びつかなかったのはなぜだろうか。その一因には、ASD 児・者の感覚を定型発達者が理解しようと努めても、その感覚は、自分たちの感覚から“引き算”によって導き出されるものではなく、自分には経験されない感覚を“足し算”して導き出されるものだということがあるように思われる。我々は、障害によって何らかの身体機能や感覚経験が損なわれている状態に関しては、自分の感覚を基準にし、そこからいくつかの制約が生じた状態を想起することで、一定の理解ができる。しかし、自分の感覚を基準にし、それに感覚経験が更に付与された状態を想像することは、極めて困難ではないだろうか。

このように、ASD 者の感覚を想起するために、自己の感覚に“足し算”することを求められるという問題の難しさが、その理解に基づいた共生を妨げる一因になっているように思われる。この問題は、これまで ASD 者の表面上の行動を奇異に感じることで作り上げられたスティグマに、その感覚を知ったがゆえに作り上げられる更なるスティグマを付与することにもつながりかねないものである。

8. 結び

冒頭でも論じたように、ASD 児・者の感覚を扱う研究者は、科学的見地から、客観的事実に基づいて、淡々と当事者の感覚について、非当事者に語ることが求められる。当事者と親密に関わる周囲の人たちや支援者も、その立場ゆえの当事者に対するスティグマをもつと考えられる。ASD 児・者の感覚処理障害の理解に基づく共生の新たな展開には、その問題を淡々と事実に基づいて語ることができる基礎研究者の役割は大きいと考える。ただし、基礎研究者が当事者と一定の距離を置くべきということを述べているわけではない。むしろ、実験で明らかにされたデータが、当事者のどのような日常行動や感覚体験に関連するのかを知るために、積極的に当事者本人、家族、支援者などと語る機会を持ち、当事者を取り巻く複数の観点から、情報を集めることを怠るべきではない。それによって、科学的に明らかにされた事実に対する理解を深め、客観的・合理的な解釈の下で、その事実を発信し

ていく必要がある。そのために、ASD の感覚を扱う研究者たちの、強い自律心に裏打ちされた、現象に対する洞察力と、高い倫理観が求められている。

参考文献

- [1] Blakemore, S.J., Tavassoli, T., Calo, S., Thomas, R. M., Catmur, C., Frith, U., & Haggard, P. (2006) "Tactile sensitivity in Asperger syndrome." *Brain Cogn*, Vol. 61, 5-13.
- [2] Bonnel, A., Mottron, L., Peretz, I., Trudel, M., Gallun, E., & Bonnel, A.M. (2003) "Enhanced pitch sensitivity in individuals with autism: a signal detection analysis." *J Cogn Neurosci*, Vol. 15, 226-235.
- [3] Cascio, C., Mcglone, F., Folger, S., Tannan, V., Baranek, G., Pelphrey, K.A., & Essick, G. (2008) "Tactile perception in adults with autism: a multidimensional psychophysical study." *J Autism Dev Disord*, Vol. 38, 127-137.
- [4] Cascio, C.J., Gu, C., Schauder, K.B., Key, A.P., & Yoder, P. (2015) "Somatosensory Event-Related Potentials and Association with Tactile Behavioral Responsiveness Patterns in Children with ASD." *Brain Topogr*, Vol. 28, 895-903.
- [5] Colman, R.S., Frankel, F., Ritvo, E., & Freeman, B.J. (1976) "The effects of fluorescent and incandescent illumination upon repetitive behaviors in autistic children." *J Autism Child Schizophr*, Vol. 6, 157-162.
- [6] Daluwatte, C., Miles, J.H., Christ, S.E., Beversdorf, D.Q., Takahashi, T.N., & Yao, G. (2013) "Atypical pupillary light reflex and heart rate variability in children with autism spectrum disorder." *J Autism Dev Disord*, Vol. 43, 1910-1925.
- [7] Daluwatte, C., Miles, J.H., Sun, J., & Yao, G. (2015) "Association between pupillary light reflex and sensory behaviors in children with autism spectrum disorders." *Res Dev Disabil*, Vol. 37, 209-215.
- [8] Dunn, W. (1999) "Sensory profile user's manual." San Antonio, TX: Harcourt Assessment.
- [9] Dunn, W., & Westman, K. (1997) "The sensory profile: the performance of a national sample of children without disabilities." *Am J Occup Ther*. Vol. 51, 25-34.
- [10] Guclu, B., Tanidir, C., Mukaddes, N.M., & Unal, F. (2007) "Tactile sensitivity of normal and autistic

- children." *Somatosens Mot Res*, Vol. 24, 21-33.
- [11] Ide, M., Yaguchi, A., Sano, M., Fukatsu, R., & Wada, M. (in press). Higher tactile temporal resolution as a basis of hypersensitivity in individuals with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*.
- [12] Lane, A.E., Molloy, C.A., & Bishop, S.L. (2014) "Classification of children with autism spectrum disorder by sensory subtype: a case for sensory-based phenotypes." *Autism Res*, Vol. 7, 322-333.
- [13] Lin, I.F., Yamada, T., Komine, Y., Kato, N., & Kashino, M. (2015) "Enhanced segregation of concurrent sounds with similar spectral uncertainties in individuals with autism spectrum disorder." *Sci Rep*, Vol. 5, 10524.
- [14] Matsuzaki, J., Kagitani-Shimono, K., Sugata, H., Hirata, M., Hanaie, R., Nagatani, F., Tachibana, M., Tominaga, K., Mohri, I., & Taniike, M. (2014) "Progressively increased M50 responses to repeated sounds in autism spectrum disorder with auditory hypersensitivity: a magnetoencephalographic study." *PLoS One*, Vol. 9, e102599.
- [15] Puts, N.A., Wodka, E.L., Tommerdahl, M., Mostofsky, S.H., & Edden, R.A. (2014) "Impaired tactile processing in children with autism spectrum disorder." *J Neurophysiol*, Vol. 111, 1803-1811.
- [16] 井手正和, 矢口彩子, 渥美剛史, 安啓一, 和田真 (2017) "時間的に過剰な処理という視点からみた自閉スペクトラム症の感覚過敏." 東京: 医学書院.