

## 聞こえの困難さを訴える 成人症例2例の聴覚情報処理の特徴

八田徳高\*<sup>1</sup> 福永真哉\*<sup>1</sup> 太田富雄\*<sup>2</sup>

### 要約

標準純音聴力検査の結果は正常であるが、日常生活、特に職場での聞こえの困難さを訴える成人2例に対して、聴覚情報処理に関する検査を実施し、聞こえの困難さについて分析を行った。また、聞こえの問題と同時に注意や記憶など他の背景要因の関連についても検討するために神経心理学的検査を実施した。その結果、2名とも聴覚情報処理に関する問題をもっていることが明らかになった。1名は、神経心理学的検査の結果では成績の低下はなく、聴覚情報処理障害の可能性が考えられた。もう一方の症例は、記憶及び注意に関する検査においても成績の低下がみられたことから、他の要因からくる聞こえの困難さが疑われる結果となった。このことから聴覚情報処理機能の評価では、神経心理学的検査を実施し、その背景にある要因について検証することの重要性を確認することができた。

### 1. 緒言

聴覚情報処理障害（APD：Auditory Processing Disorder）は、聴覚刺激の知覚処理及びその処理のもととなる神経生物学的活動の障害とされている。高次の言語機能や認知面の問題ではないが、言語処理、学習、コミュニケーション機能の困難さを引き起こす可能性がある<sup>1)</sup>。標準純音聴力検査では正常聴力であるが、語音認知力の低下や騒音下での聞き取りが困難になるなど、軽度・中等度難聴と類似した様相を呈する場合がある。

APDに関する研究は、欧米では1950年代から脳損傷患者に対する聴覚機能の検査が行われるようになり、聴覚情報処理に関する諸機能を測定する聴覚情報処理機能検査（APT：Auditory Processing Test）が開発されてきた。聴覚情報処理の特徴としては、①音源定位や側性化、②聴覚的識別、③聴覚的パターン認知、④時間的特徴（分解、マスクング、融合、順序）、⑤競合する音響信号、⑥歪んだ音響信号といった処理過程に何らかの問題があるとされた<sup>2)</sup>。

本邦においては、ここ数年 APT や質問紙等の開

発、症例検討等が行われるようになり、APD 研究への関心が高まってきている。一方欧米においては、APT の検査結果や症状といった状態像のみで APD と診断してしまうケースも少なくない<sup>3)</sup>。しかし APD の診断のためには、注意や記憶といった聞こえの困難さの背景要因についても検討する必要がある<sup>4,5)</sup>。APD と類似した症例としては、学習障害児や中耳炎の既往歴のあるケースなどで APD の特徴が認められたという報告<sup>6,8)</sup> や機能性難聴の症状を呈する症例については、知的問題はなく聴覚的短期記憶、注意記憶の弱さを生じたという報告がある<sup>9)</sup>。言語面での遅れを呈するケースにおいては、視覚及び聴覚の両側面について注意、記憶の検査が必要であるとする報告もある<sup>10)</sup>。このように聴覚情報処理機能の困難さに特化している純粋な APD と他の要因から生じる APD 症状との鑑別の問題が残っている。また、聞こえにくさに対する支援方法については、認知特性を明らかにし、エビデンスに基づいた支援の在り方について、オーディオロジー分野から提案していくことが求められている。

そこで本研究では、聞こえに困難さを有し、聴覚

\*1 川崎医療福祉大学 医療技術学部 感覚矯正学科

\*2 福岡教育大学

(連絡先) 八田徳高 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学

E-mail: chicchi01@mw.kawasaki-m.ac.jp

情報処理障害が疑われた成人症例について聴覚情報処理の特徴、聞き取りの困難さに関わる要因について検討を行った。聴覚モダリティに限定されると考えられる APD 症例と注意、記憶など神経心理学的所見について問題を生じている症例との鑑別方法並びにそれぞれの症例に対する介入方法について検討した。

## 2. 方法

### 2.1 対象

聞こえの困難さを主訴として来談された20代女性2名である。2名とも近隣の耳鼻科を受診し、聴力の異常は認めないとの診断を受けている。利き手はともに右手である。2名とも症状は学齢段階から始まり、就職後の職場環境での聞こえの困難さを特に強く感じている。

(症例1) 耳鼻科では、器質的な問題は認められず、聴力にも全く問題ないと診断された。耳鼻科的既往歴は、幼少期中耳炎による通院を記憶していた。小さい頃から聞き取りが苦手だと感じており、特に英語学習のヒアリングは全く理解できなかったという。就職後、会議の内容が理解できない、電話での対応が困難、同僚との会話がスムーズにいかないなど、社内で聞こえにくい状況が理解されず仕事に支障を来しているとのことだった。

(症例2) 職場では、音声での指示が多く、一度では聞き取れず何度も聞き返し確認する必要があるとのことだった。耳鼻科では聴覚的には問題ないと診断されている。現在の職場に来て間もないこと、仕事に慣れていないことからくるストレスの影響だろうという説明を受けていた。聞こえの症状としては、小学生の頃からあったとのことだった。高校や大学でも先生の言っている内容が一度聞いただけでは理解できないことがよくあり、聞き間違いや聞き返しが多いことを友人からも指摘されていたとのことだった。

### 2.2 評価

聴覚検査は、標準純音聴力検査、語音聴力検査、不快閾値検査、Fisher の聴覚情報処理チェックリスト、聴覚心理学的検査（聴覚情報処理機能検査 APT）で構成した。また、神経心理学的検査として、視覚的注意、記憶等について検査を実施した。

#### 2.2.1 標準純音聴力検査

125~8000Hz 各周波数の最小可聴閾値を測定し、聴力の低下及び左右差の有無を確認した。

#### 2.2.2 語音聴力検査

67-S 語表を用い、20個の単音節語音の聴取能を評価した。片耳ずつ呈示音圧30dBSL より開始し、

最良語音明瞭度を求めた。

#### 2.2.3 不快閾値検査

500, 1000, 2000, 4000Hz について片耳ごとに実施した。呈示音は純音を使用し、5dB ステップで強くしていき、不快に感じたところで合図をするように教示した。

#### 2.2.4 Fisher's Auditory Problems Checklist<sup>11)</sup>

弁別、識別、理解、注意、記憶、音源定位、動機付け、過敏などの13項目の聴覚情報処理機能について、全25問の質問により日常生活における聞こえの困難さを評価した。

#### 2.2.5 聴覚情報処理機能検査

APT については、聴覚情報処理機能検査セット<sup>12)</sup>及び中枢聴覚機能検査試案<sup>13)</sup>を実施した。

##### (1) 聴覚情報処理機能検査セット SCAN-C 日本語版

以下の4つの下位検査から構成されている。① Low Pass Filtered Words Subtest (以下 FW) は、1000Hz から1オクターブあたり32dB 減衰する low-pass フィルターをかけた単音節語音を使用した聴覚補完課題である。検査手順は、左右耳別々に20語音を呈示し、それを復唱又は書記する。② Auditory Figure-Ground Subtest (以下 AFG) は、SN 比 +8 dB でマルチトーカーノイズを付加した単音節語音を使用した雑音下聴取課題である。検査手順は FW と同様である。③ Competing Words Subtest (以下 CW) は、左右耳に異なる単音節語音を呈示する両耳分離聴課題である。1セット目は呈示された語音を右耳から左耳の順に答え、2セット目はその逆の左耳から右耳の順で答える。各セット15回、計30回実施した。④ Competing Sentences Subtest (以下 CS) は、2文節あるいは3文節の異なる文章を左右耳に同時に呈示する両耳分離聴課題である。左右耳に同時に刺激を呈示し、1セット目は右耳に呈示された文章のみを、2セット目は左耳の文章のみを答える。各セット10回ずつ、計20回実施した。

##### (2) 聴覚情報処理機能検査セット Speech In Noise Test (以下 SNT)

単音節語音を用いた、自由音場条件での雑音下語音聴取課題である。単音節語音の音圧は一定とし、マルチトーカーノイズの音圧を5dB ずつ変化させた。検査時の SN 比は、-10, -5, ±0, +5, +10, +15dB とした。検査の手続きとしては、正面のスピーカーより単音節語音を、後方のスピーカーからノイズを呈示した。各条件下で20語音の聞き取りを実施した。

##### (3) 聴覚情報処理機能検査セット Gap Detection Test (以下 GDT)

ホワイトノイズの中間位置に挿入された Gap (無

音区間)を聞き取る検査であり、Gapを認識できた閾値を弁別閾値とする時間処理機能課題である。

#### (4) 中枢聴覚機能検査試案 圧縮音声検査

時間長を短くした単語聴取課題で、聴覚補完能力 (auditory closure) を測定する。圧縮率0%から80%まで10%ずつ圧縮した音声を使用する。圧縮率1段階につき3試行、2/3以上正答であった最大の圧縮率を閾値とした。

#### (5) 中枢聴覚機能検査試案 両耳交互聴検査

1文を200msごとに区切った文章を左右のチャンネルに配置し、左右耳交互に呈示された刺激文を1文としてまとめて聞き取る検査である。両耳の情報統合能力について測定する。

### 2.2.6 検査実施方法

APPLE社製MacBookProを使用し、Flash Player上で再生した。SCAN-C、GDT、圧縮音声検査、両耳融合聴検査は、オーディオメータ経由のレシーバーを使用した(図1)。SNTは、スピーカーを使用した(図2)。

### 2.2.7 神経心理学的検査

聴覚的記憶力課題にはウェクスラー式記憶検査(WMS-R: Wechsler Memory Scale-Revised)の論理的記憶I、IIを、視覚的記憶力課題にはReyの複雑図形検査(ROCF: Rey-Osterrieth Complex Figure)を実施した。注意課題ではVisual Cancellation Test(ひらがな末梢課題・数

字末梢課題)を実施した。ROCFの評価は、本邦成人の基準データ<sup>15)</sup>を使用した。広汎性発達障害の評定では広汎性発達障害日本自閉症協会評定尺度(PARS: Pervasive Developmental Disorders Autism Society Japan Rating Scale)を行った。レーブン色彩マトリックス検査(RCPM: Raven's Colored Progressive Matrices)についても知的能力を判定するために実施した。

### 3. 結果

全検査結果は、表1、表2のとおりである。Fisherのチェックリストでは、2名とも標準値-1SD以下となり、日常生活での聞こえの困難さを示す結果だった。標準純音聴力検査は、全周波数で聴力レベル15dB HL以内と難聴は認められなかった。不快閾値検査は、両症例とも100dBHL前後と聴覚の過敏さは認めなかった。語音聴力検査では、2名とも正答率90%以上で語音聴取能の低下はなかった。APTについては、両症例とも成績の低下を認めた。SCAN-Cでは、症例1はCWで右耳60%、左耳53%と正答率の低下を認めた。症例2はLWで右耳60%、左耳70%と正答率の低下を認めた。また、CWでは2例とも右耳の優位性を示したが、CSでは症例1は左右耳の差はないが、症例2は逆に左耳が優位となった。GDTは、症例1が10ms、症例2が7msとともに閾値の上昇(平均値+2SD以上)を認めた。SNTでは、症例1は正答率の低下はなかったが、症例2は、SN比-5dB、-10dBにて有意に低下した。圧縮音声聴取検査では、症例1が圧縮率60%と成績が低下したが、症例2は80%まで聴取可能だった。両耳交互聴検査では、2名とも100%聴取可能であった。

神経心理学的検査のうちWMS-Rでは、症例1は、即時再生が粗点8、遅延再生が粗点7とともに年齢標準値-2SD、症例2は、即時再生の粗点13、遅延再生粗点10とともに-1SDとなり、両症例ともに成績の低下を認めた。ROCFは、2症例とも模写、遅延再生とともに年齢群平均値1SD以内であった。Cancellation Testでは、症例1は、文字抹消課題で誤答数3・数字抹消課題で誤答数16となり、数字課題では課題終了までに時間の延長が必要であった。症例2については、文字抹消課題は100%可能であったが、数字抹消課題においては誤答数が2となった。PARSでは、2例とも幼児期ピーク得点6、思春期・成人期得点9で、広汎性発達障害(PDD: Pervasive Developmental Disorders)の可能性は低い結果となった。

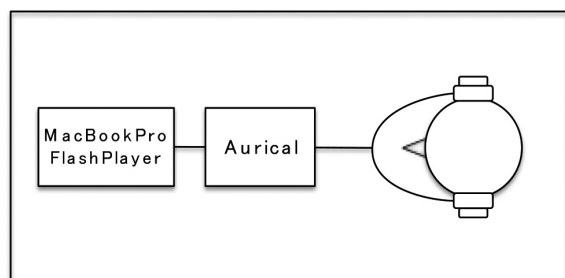


図1 検査場面1における機器配置

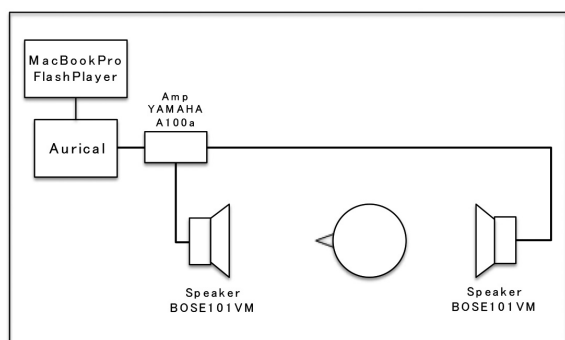


図2 検査場面2における機器配置

表1 聴覚機能検査の結果

	症例1	症例2
Fisher's Auditory Problem Checklist	60%	64%
標準純音聴力検査	右耳 12.5dBHL 左耳 10dBHL	右耳 10dBHL 左耳 7dBHL
不快閾値	左右耳 95dB~100dB	左右耳 90dB~100dB
語音聴力検査	右耳 95% 左耳 100%	右耳 95% 左耳 90%
APT		
GDT	弁別閾値 10ms **	弁別閾値 7ms **
SCAN-C		
LW	右耳 85% 左耳 85%	右耳 60% 左耳 70% *
AFG	右耳 85% 左耳 90%	右耳 95% 左耳 90%
CW	右耳 60% 左耳 53% *	右耳 80% 左耳 73%
CS	右耳 95% 左耳 95% (時間延長 3 間)	右耳 80% 左耳 90%
SNT	S/N+15 (100%) S/N+10 (100%) S/N+5 (85%) S/N±0 (75%) S/N-5 (50%) S/N-10 (35%)	S/N+15 (100%) S/N+10 (100%) S/N+5 (90%) S/N±0 (65%) S/N-5 (35%)* S/N-10 (15%)*
圧縮語音聴取	圧縮率 60% *	圧縮率 80%
両耳交互聴検査	100%	100%

\*\* -2SD \* -1SD

表2 神経心理学的検査の結果

	症例1	症例2
WMS-R		
論理的記憶 I	粗点 8 **	粗点 13 **
論理的記憶 II	粗点 7 **	粗点 10 *
ROCF	模写 36 3 分後再生 30	模写 35 3 分後再生 24
Visual Cancellation Test		
ひらがな抹消課題	3 問間違い	100%
数字抹消課題	16 問間違い (90S 以上) **	2 問間違い
PARS	PDD の可能性低い	PDD の可能性低い
RCPM	35/36 (所要時間 4 分 37 秒)	35/36 (所要時間 4 分 08 秒)

\*\* -2SD \* -1SD

#### 4. 考察

日常生活におけるコミュニケーションや騒音下での聞き取りの困難さが顕著であることを主訴とする成人2症例は、標準純音聴力検査、語音聴力検査の成績の低下はないが、APTの成績低下が認められた。RCPMの結果及び大学までの高等教育終了後に就職していることから、知的側面については問題ないと考えられる。精神的ストレスなどからAPD症状を呈したという報告もあるが<sup>5)</sup>、両症例とも学齢期から聞き取りにくさを自覚しており、現在生じている状態像はAPDからくる可能性が高いといえる。

##### 4.1 聴覚情報処理機能の特徴

症例1は、視覚的記憶の成績の低下は認められなかったが、注意課題や聴覚的記憶では成績の低下が顕著であった。CW, GDT, 圧縮語音聴取の成績低下などから聴覚的注意や記憶の弱さを生じている可能性がある。CWとCSの正答率の差が右耳35ポイント、左耳38ポイントと大きく開いており、文

章の再生を行うCS課題においては言語情報が聴覚処理を活性化させていると考えられる<sup>16)</sup>。しかし、神経心理学的検査の結果から症例1の場合は聴覚モダリティに限定された聞こえの困難さとは言いきれない。RCPM, ROCFの結果から視覚認知に問題がないにもかかわらず、ひらがな抹消課題、数字末梢課題の結果のとおり視覚的注意を含めた全般的注意が影響しているといえる。医療機関での診断は受けていないが注意障害(ADD: Attention Deficit Disorder)の可能性も考えられる。ADDの場合、視覚情報に比べ、聴覚情報に影響を受けやすいとされるが<sup>5)</sup>、本症例においても、全般的な注意の弱さが聴覚情報処理に影響し、日常生活での困難さとして問題となっていると考える。

症例2は、FW, GDT, SNTの成績が低下しており、聴覚情報処理の弱さが明らかである。神経心理学的検査では、視覚的記憶の低下はなく、注意課題(数字)の誤答数が2となっているが正常範囲である。WMS-Rで即時再生粗点13(年齢標準値-2SD)、遅

延再生粗点10 (年齢標準値 -1SD) とともに低下しているが、APD 症例において聴覚的な注意力や記銘力の低下が報告されていることから、聴覚的認知が関係している可能性が高い<sup>17-19)</sup>と考えられる。また、GDT、圧縮語音聴取検査、SNT の3検査を実施する際に特徴的な反応を示した。GDT、圧縮語音聴取検査は、レシーバーで両側同時に同一刺激を呈示するが、「左耳しか聞こえない、右耳は何も聞こえない」と何度も訴えていた。音場で行ったSNTでも、「左耳は聞こえる。右耳は雑音しか聞こえない」と訴えてきた。呈示された音は異なるが、両側同時に聴取する条件では、左耳のみ聴取可能で、右耳は全く認識できない様子だった。言語音の聴取では、右耳の優位性が言われるが、両耳分離聴課題であるCWにおいては右耳優位を示したが、CSでは左耳優位となるなど、本症例はその優位性が不安定であり、脳の側性化の弱さが影響している可能性がある。また、片耳への注意の偏りが生じることで、特徴的な状態像を示した可能性も考えられる。症例2は、APT実施後に脳波及び脳画像診断を受け、器質的な問題ないと診断されていることから聴覚モダリティの弱さに限定されている可能性が高いと考えられる。

今回の2症例は、発症時期や聞こえの状態像は類似していたが、聴覚心理学的検査及び神経心理学的検査によって異なる認知特性が明らかになった。聴覚モダリティに限らず視覚モダリティにおいても注意の問題が明らかな場合は、APD症状を呈したとしても他の要因から生じている可能性を検討すべきことが確認できた。聴覚情報に対する問題が意識さ

れがちであるが、現時点で生じている状態像の原因を精査する必要がある。

#### 4.2 困り感に対する支援方法

聞こえの困難さは理解されにくく、職場でのトラブルが生じるケースが散見される。特に静かな場所や1対1など少人数場面では問題が生じにくい場合、音環境や音質の変化による聞き取りへの影響が理解されにくい。症例2については、音環境の改善といった環境調整、FMシステムなどの聴覚補償等が効果的であるといえる。症例1は、音環境の改善と同時に、注意障害への支援も必要である。会議では、資料等の文字情報の提供やボイスレコーダを使用して会議後に確認するなどの支援が有効である<sup>20)</sup>。話しかけ方など周囲からの配慮によって聞こえ方が改善するケースもある。聞こえの困難さをもつ発達障害児者の中には聴覚過敏のある症状も多い。今回は該当しなかったが、PDD傾向を伴い聴覚的な過敏さによる聞き取り困難な症例に対しても、周囲の音環境の調整やイヤマフなどによる不快音への対応が必要なケースがあることも留意すべきである。

最後に、今回は十分検討できなかったが、APD評価では脳機能についても評価していく必要がある。注意機能の指標として、Krishnamurti<sup>21)</sup>は成人APD症例、根來と飯田<sup>22)</sup>は小児発達障害児について、P300による振幅の低下と潜時の延長を報告している。川崎ら<sup>23)</sup>は、SPECT画像における脳血流量の低下について報告している。今後は、APDに関する客観的な評価方法として、脳機能評価についても実施していき、多角的に研究を進めていく必要がある。

#### 文 献

- 1) American Speech-Language-Hearing Association : (Central) auditory processing disorders [Technical Report]. <http://www.asha.org/policy/TR2005-00043/>, [2005]. (2017.8.31確認)
- 2) ASHA, Task Force on Central Auditory Processing Consensus Development : Central auditory processing: Current status of research and implications for clinical practice. *American Journal of Audiology*, 5(2), 41-54, 1996.
- 3) 原島恒夫, 小淵千絵, 芦谷道子: 聴覚情報処理障害 (auditory processing disorders; APD) へのアプローチ11 —ドイツ・バイエルン州でのAPD児支援に関する取り組みを参考に—. 日本特殊教育学会第54回発表論文集, 89, 2016.
- 4) 小川征利, 加藤登美子, 小淵千絵, 原島恒夫, 堅田明義: 聴覚処理障害 (Auditory Processing Disorders; APD) の実態に関する調査. 日本特殊教育学会第45回発表論文集, 794, 2007.
- 5) 小淵千絵, 原島恒夫, 大賀健太郎: 聞き取り困難を主訴とする成人例の背景要因別の聴覚情報処理特性の検討. 言語聴覚研究, 9(3), 131-139, 2012.
- 6) 八田徳高: APD (聴覚情報処理障害) への教育オーディオロジーからのアプローチ. 聴覚障害, 61(8), 29-35, 2006.
- 7) 小淵千絵, 原島恒夫: 聞き取りと学習に困難を有する軽度発達障害児への中枢聴覚処理検査の適用. 特殊教育学研究, 44, 115-125, 2006.
- 8) 福島邦博, 川崎聡大: 聴覚情報処理障害 (APD) について. 音声言語医学, 49(1), 1-6, 2008.

- 9) 芦谷道子, 土田直, 友田幸一: 不注意の問題を伴う小児機能性難聴の知的側面の解析. 音声言語医学, 54(4), 245-250, 2013.
- 10) Murphy CF, Zach EC, Roque DT, Ventura DS and Schochat E: Influence of memory, attention, IQ and age on auditory temporal processing tests: Preliminary study. *CoDAS 2014*, 26(2), 105-111, 2014.
- 11) Fisher LI: Learning disabilities and auditory processing. In Van Hattum RJ eds, *Administration of speech-language services in schools: A manual*, Taylor & Francis, London, 231-292, 1985.
- 12) 八田徳高: 学習障害児における語音聴取課題での中枢性聴覚情報処理. 福岡教育大学大学院教育学研究科, 修士論文, 2005.
- 13) 吉川千絵: 学習障害の中枢聴覚情報処理. 生理心理, 21(2), 77-78, 2003.
- 14) 米本清, 立石恒雄, 木場興次, 倉内紀子: 補聴器適合評価用 CD (TY-89) 及び57-S 語表の単音節明瞭度と音圧. *Audiology Japan*, 32(5), 429-430, 1989.
- 15) 山下光: 本邦成人における Rey - Osterrieth 複雑図形の基準データー特に年齢の影響について一. 精神医学, 49(2), 155-159, 2007.
- 16) 南憲治: 聴覚および触覚機能からみた大脳両半球の機能差に関する実験的研究. 三学出版, 大津, 2007.
- 17) Miller CA and Wagstaff DA: Behavioral profiles associated with auditory processing disorder and specific language impairment. *Journal of Communication Disorders*, 44(6), 745-763, 2011.
- 18) 小淵千絵: 聴覚情報処理障害 (Auditory processing disorder; APD) の現状と課題. 聴覚言語障害, 36(1), 9-18, 2007.
- 19) 芦谷道子, 土井直, 友田幸一: 不注意の問題を伴う小児機能性難聴の知的側面の解析. 音声言語医学, 54, 245-250, 2013.
- 20) Colorado Department of Education: (Central) Auditory Processing Deficits: A team approach to screening, assessment & intervention practices revised 2008.  
<https://www.cde.state.co.us/sites/default/files/documents/cdesped/download/pdf/apdguidelines.pdf>, [2008]. (2017.8.31確認)
- 21) Krishnamurti S: P300 auditory event-related potentials in binaural and competing noise conditions in adults with central auditory processing disorders. *Contemporary Issues in Communication Science and Disorders*, 28, 40-47, 2001.
- 22) 根来秀樹, 飯田順三: 注意欠陥/多動性障害 (AD/HD) の事象関連電位. *Journal of Nara Medical Association*, 58(4), 103-114, 2007.
- 23) 川崎聡大, 田口智子, 小淵千絵, 福島邦博, 長安史江, 西崎和則: 右側頭一頭頂葉に局所脳血流量の低下を示した聴覚情報処理障害小児例. 言語聴覚研究, 5(1), 3-9, 2008.

(平成29年12月5日受理)

## Auditory Processing in Adults with Hearing Difficulties

Noritaka HATTA, Sinya HUKUNAGA and Tomio OTA

(Accepted Dec. 5, 2017)

**Key words** : auditory processing disorder, auditory processing test, background factors, cognitive characteristic

### Abstract

We conducted examinations on auditory processing tasks for two adults. Despite the fact that their results of standard pure-tone audiometry were normal, they complained about auditory difficulties in daily life. Neuropsychological examinations were also conducted to investigate the influence of other background factors including attention and memory in addition to auditory deficiencies. As a result, it was made clear that both of them had problems concerning auditory processing. One of the two patients was considered to have an auditory processing disorder (APD) because there were no particular problems in the neuropsychological examination. The other patient, with a low scores at the tests on memory and attention, was considered to have auditory difficulties resulting from other factors. Therefore, we confirmed the importance of assessment on the basis of neuropsychological examinations as well as examinations on auditory processing function.

Correspondence to : Noritaka HATTA

Department of Sensory Science

Faculty of Health Science and Technology

Kawasaki University of Medical Welfare

Kurashiki, 701-0193, Japan

E-mail : [chicchi01@mw.kawasaki-m.ac.jp](mailto:chicchi01@mw.kawasaki-m.ac.jp)

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.27, No.2, 2018 449 – 455)

