

原著

## 聴覚情報処理に困難さが疑われる若年者の高次脳機能と 事象関連電位 N200 の関係

### Relationship between Higher Brain Functions and Event- Related Potentials N200 of Youths with Suspected Auditory Processing Difficulty.

石川 健二<sup>1)</sup> 高橋 泰子<sup>2)</sup>

**Abstract:** Latest researches define Auditory Processing Disorders (APD) as "suspected difficulty in auditory processing with no apparent hearing impairment." American Speech-Language-Hearing Association (ASHA, 1996) in the United States says diagnosis of APD should be made when one or more problems out of seven central auditory processing categories are found. To grasp such current situations to prepare actions and methods of support is an urgent issue, and evaluation for precise and evidenced identification is needed. We believe the evaluation should employ fully objective indices based particularly on approaches built upon everyday phenomena as well as neuropsychological aspects. So we studied the relationship between attention and auditory processing ability by executing D-CAT and event-related potential evaluations on youths with suspected auditory processing impairment with healthy youths as the control group. As a result, some failed to show N200 for target stimulus that should be captured as deviant stimulus. Also, interestingly, those that non-appeared N200 waveform summits showed low FAPC results and had noticeable omission target auditory stimulus pitch discrimination. Additional point that must be noted is that it became possible to identify N200 of some subjects over time by giving intermittent auditory stimuli. This study suggests that for response of inhibition against external stimulus to work properly on APD, there is possibility of smooth information processing by elevating attention accuracy and also by providing the stimulus not briefly but rather for some period of time. We have also speculated that compensatory information storage through various perceptual receptions may enhance inhibition control.

**Key Words:** Auditory Processing Disorders : APD, event-related potential, N200

**要 約:** 最近の研究から聴覚情報処理障害 (Auditory Processing Disorders : 以下 APD) とは、“聴力の低下はみられないにも関わらず、聴覚情報処理の困難さが疑われる者”とされている。米国における American Speech-Language-Hearing Association (ASHA,1996) では、中枢での7つの聴覚処理 (Central auditory processing) のうち2つ以上問題が見出された場合は APD と診断している。これらの現状を把握してその対策や支援方法を備えておくことは喫緊の課題である。そのためには、的確な根拠のある鑑別のための評価が求められる。その評価として特に日常場面での現象に基づいた捉えかたと神経心理学的な側面から他覚的・客観的指標を用いて捉えていくことが有効であると考えられる。

---

Kenji Ishikawa

大阪河崎リハビリテーション大学  
リハビリテーション学部 作業療法学専攻  
E-mail : ishikawak@kawasakigakuen.ac.jp

1) リハビリテーション学部 作業療法学専攻

2) リハビリテーション学部 言語聴覚学専攻

そこで、聴覚情報処理障害の疑いがある若年者及び若年健常者を対照群として、Digit Cancellation Test (以下 D-CAT) 及び事象関連電位検査を実施し、注意機能と聴覚情報処理能力の関連について検討した。その結果、逸脱刺激として捉えるはずの標的刺激に対して N200 がみあたらないものがあった。また興味深いところでは、N200 波形に頂点がなかったものは、Fisher's Auditory Problems Checklist (以下 FAPC) の結果が低値であったことや、標的刺激音の高低弁別の省略が目立っていた。加えて特筆すべきこととして、聴性刺激を断続的に聴かせることにより、N200 が時間経過と共に同定可能となるものもいた。本実験から、APD において外的刺激に対する反応抑制機構が適切に働くためには、注意の確度を高めるとともに、一時的な刺激に留まらず暫時聴かせることにより、情報処理が円滑に行われる可能性が示唆された。また代償的に様々な知覚受容による情報を貯蔵することで抑制コントロールが高まるのではないかと推察された。

キーワード：聴覚情報処理障害、事象関連電位、N200

## 1. はじめに

近年、大学生を対象とした私語に関する研究やその他、授業中の注意・集中の欠如といった教育現場における問題を示唆した研究が盛んに行われてきている<sup>1) 2)</sup>。例えば、授業中に集中が持続できず話の内容の理解ができなかったり、環境に対して適応するのに時間が掛かるなどの問題である。このような場合は、学習障害(以下 LD) や注意欠陥/多動性障害(以下 AD/HD) 等と疑われることが少なくない。ここで、認知過程における視覚-運動回路は維持されているため聴力低下はみられないが聴覚-音声回路の欠陥を原因とした、聴覚からの情報入力及びそれを認知処理することを苦手とする聴覚情報処理障害(Auditory Processing Disorders、以下 APD) の状態像が重なってくる<sup>3) 4)</sup>。

これまでの APD 研究をみると、シンボル言語の障害はないにも関わらず聴知覚に障害を持つ子どもが一定数いることを Myklebust が報告して以降、APD の研究が取り組まれているものの Heine らは、混沌とした状態であることを指摘している<sup>5) 6)</sup>。しかし実際のところ、聴覚伝音系には聴取困難の原因はみられないが、聴覚伝導系路に起因される音声をことばとして認知することに困難さを呈する者が多くなってきて

いるのが現状である。

そこで米国における American Speech-Language-Hearing Association (ASHA,1996) では、中枢での7つの聴覚処理(Central auditory processing)のうち2つ以上問題が見出された場合は APD と診断している。すなわち、①音源定位、②側性化、③聴覚識別、④聴覚パタンの認知、⑤聴覚の時間的側面の認知、⑥刺激競合下での聴知覚、⑦歪語音の聴知覚である<sup>4)</sup>。

これらの現状を把握してその対策や支援方法を備えておくことは喫緊の課題である。まず的確な根拠のある鑑別のための評価が求められる。その評価として特に日常場面での現象に基づいた捉えかたと神経心理学的な側面から他覚的・客観的指標を用いて捉えていくことが有効であると考えられる。

そこで、聴覚情報処理障害の疑いがある若年者及び若年健常者を対照群として、他覚的・客観的とされる神経心理学的手法を用いた評価指標である数字抹消課題(D-CAT)及び事象関連電位検査を実施し、注意機能と聴覚情報処理能力の関連について検討することを目的とした。事象関連電位とは、ヒトに与えられた特定の刺激や課題に反応して瞬時に発生する脳の微小な電位変動をいう。事象関連電位はいくつかの成分から構成されており、潜時、振幅は刺激や実

験方法により異なる<sup>7)</sup>。その成分を詳細に分析することにより事象に対する脳の働きを知ることが出来ると考えた。本研究では先述の目的を達成するための手掛かりとして、若年者における P300 潜時と N200 頂点波形を同定するとともに、何らかの有意とされる所見をみいだそうとするものである。

## 2. 方法

### (1) 対象

対象者は脳神経外科 Y クリニックにおいて聴覚情報処理障害が疑われる外来患者（以下 APD 群）10 名（男性 5 女性 5 年齢 13～28 歳、教育歴 7～16 年）であった。あらかじめオーディオメーターによる聴力検査において左右共平均聴力レベルの正常範囲の聴力であることが確認されている。それらの主訴や既往歴、症状といった特性は様々であるので、表 1 のプロフィールを参照されたい (Table1)。対照群は、本学学生 10 名（男性 6 女性 4 年齢 20～23 歳 教育歴 15～16 年）とした。これら全ての対象者には、倫理的配慮として口頭と文書にて検査や情報保護に関する説明を行い、書面にて同意が得られている。なお倫理規定は本学研究倫理審査にて承認されたものである。

### (2) 検査測定項目

- i) Fisher's Auditory Problems Checklist (FAPC)<sup>8)</sup>
  - ii) Mini-mental state examination (MMSE)<sup>9)</sup>
  - iii) D-CAT<sup>10) 11)</sup>
  - iv) Auditory Event related potentials (AERP's N200, P300)
- i) フィッシャーの聴覚情報処理に関するチェックリスト (FAPC)  
APD (聴覚情報処理障害) の鑑別はフィッシャーの聴覚情報処理に関するチェックリス

トによってなされた。このチェックリストは、APD に関する質問紙の中でも最近では、頻繁に用いられている。特に聴覚的な注意機能や記憶力など様々な高次脳機能に関する項目が含まれるため、この結果が低い値を示したとしても、必ずしも APD と断定できないが“日常生活において聴覚的に何らかの困難を抱えているか否か”は把握できるものである。このチェックリストでは以下のように判定されている。・72 点以上が問題なし。・平均より 1SD の 68.6 点以下では聴覚情報処理に関する精査が必要。・2SD の 50.4 点以下ではかなりの問題がある。今回の研究では APD と鑑別する指標として、25 項目中 10 項目以上にチェックがあった 60 点未満の者を対象とした。

#### ii) Mini-mental state examination(MMSE)

主に認知機能のスクリーニングテストであり全て正当なら 30 点である。本検査の詳しい説明については他の文献に譲る。

#### iii) 数字末梢課題 (D-CAT)

D-CAT は、脳内の器質的な損傷からくる障害が疑われる者に対して、注意機能を簡便に評価することを目的とした検査器具である。内容として、1 行 50 字の数列からなる検査用紙を用いて、1 分間に指定された数字を抹消し、数字の探索個数から作業量：Total Performance 及び作業偏差値：TP-SD を導くものである。その際に見落としがあったかどうか問題になるため見落とし偏差値：Omission Ratio-SD も留意しておく必要がある。

#### iv) 聴性事象関連電位検査 (AERP's)

事象関連電位検査として聴覚誘発によるオッドボール課題検査を実施した。これは電気生理学的検査としては、神経心理的な検査と同様な意義のあるものと考えられ、脳における情報処

理速度を推定することができる検査と理解してよいであろう。事象関連電位検査では、頭部のFz、Cz、Pzの三点に電極を貼り付け、同時に1000Hzの純音を標準刺激として連続的に聞かせながら、ランダムに2000Hzの純音を標的刺激として聴かせるものである。この間の脳波を録って、標的刺激を加算し、得られたN200及びP300の頂点波形から潜時を測定した。これにより、脳内での情報処理速度が分かるものである<sup>12)</sup>。また標的刺激におけるボタン押し操作の正確性も記録した。なおP300の振幅も測定したが、フィルタリングによる不均等さや個人差も多いかと考えられたので、詳しい分析をしていない。

事象関連電位は認知機能の客観的な評価を目的として、最近では小児発達の領域においてもその有用性が後述する文献からも報告されてきている。なかでもP300は認知行動モデルの上からの刺激の比較評価、判断、認知の文脈更新に関与している電位といわれている。このような注意機能の確度を測定できるオッドボール課題を用いることによって徴候を捉えることとした。Donchin EらによるとP300は被検者が標的刺激に注意を集中すると出現し、注意をそらせると出現しなくなる。特に刺激評価時間における指標であり、認知文脈の更新:context updatingといった情報処理の評価時間に含まれているとしている<sup>13)</sup>。一方N200はP300より早期に認められる陰性電位であり、刺激の種類

あるいは方法によりN2a(MMN)とN2bに区別される。前者は意志を持たない刺激判別(比較)を行い、後者は本研究で同定しようとする山型波形で150~250msecに出現する意識的な変異刺激の検出に関係しているといわれている。しかしN200についての系統的な研究は小児から若年者ではほとんどなされていないようである。なおN2a(MMN)は、標的刺激波形から標準刺激波形を差し引いた振幅によって求められるが、今回フィルタリングの不均等さも考慮して分析を避けた。

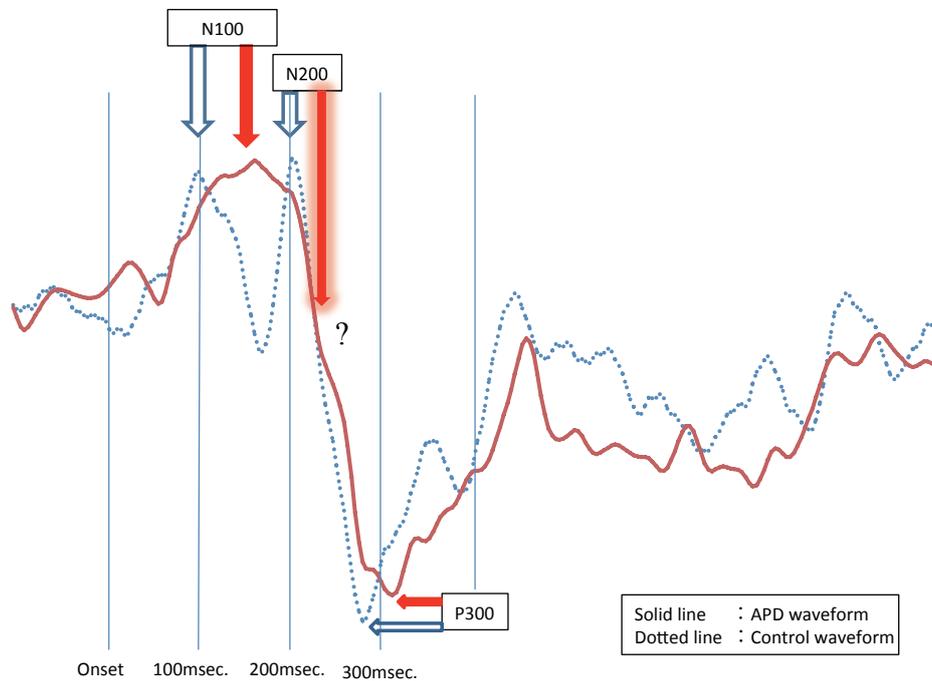
### 3. 結果

聴性事象関連電位検査では全ての被検者においてN100とP300頂点波形の同定は可能であった。N200頂点波形についてはAPD群10名のうち4名は同定可能であったが、6名についてはみあたらなかった。その6名の波形をさらに単一刺激ごとに分析すると、全刺激期間のうち後半の期間においてN200同定可能となった者が1名あった。このことは単一刺激分析の有用性を示すこととなった<sup>14)</sup>。また事象関連電位Cz成分を2群間で比較したがP300潜時では統計的に差はみられなかった。次にボタン操作においてAPD群のうち7名に音弁別に誤りがみられた。そのうち標的刺激の省略が7回以上あったものは4名で、いずれもN200頂点波形はみあたらなかった(Table1)。さらにN200の頂

Table 1: Demographic and psychological characteristics of outpatients(MMSE, FAPC, ERP and profile)

case	age	gender	education	MMSE	Fisher's checklist	Event-related potentials		case's profile
					values	N200 peak appearance*	Omission errors**	
A	24	F	9	23	36	appear	1	cognitive decline, Gray Matter Atrophy
B	21	M	16	30	28	non	27	Cerebellar hemorrhage
C	17	F	11	30	32	non	20	TBI(traffic accident)
D	16	F	10	30	52	appear	4	Encephalitis
E	28	M	9	30	28	appear	0	TBI(traffic accident tumble)WAIISR: TIQ69,VIQ81,PIQ61
F	21	F	12	30	52	appear	5	TBI(tumble) amnesia ,aphasia
G	21	F	15	30	44	non	7	Migraine
H	22	M	15	30	28	non	0	Amnesia, Executive dysfunction
I	23	M	12	29	32	non	14	TBI(traffic accident, tumble)
J	13	M	7	30	52	non → appear	0	Auditory hyper-sensitivity by 45dB upper level

\*As shown in Figure 1 \*\*As referenced to Table 2



Schema : N100 and P300 could be identified on the APD waveform but N200 could.

Figure1: Presence / absence of N200 component in ERPs waveform

点波形のみられないものは、比較的 FAPC が低値の傾向を示していた。

Figure1 で示すとおり、シェーマの実線波形は APD 群で N200 頂点がみあたらない波形の典型波である。正常波形では点線で示しており N100、N200、P300 の頂点波形が明らかに同定できる (Figure1)。

一方 D-CAT の結果から APD 群と対照群を比較すると総作業量 TP 及び作業量偏差 TP-SD のいずれにおいても有意差はなかった。しかし、見落とし偏差 OR-SD においては APD 群が有意

に低かった ( $P < 0.05$ ; Table2)。

#### 4. 考察

米国における American Speech-Language-Hearing Association (1996) (以下 ASHA) では、前述した中枢での 7 つの聴覚処理 (CAP) のうち 2 つ以上問題が見出された場合は、聴覚情報処理障害 (APD) と定義された。すなわち、①音源定位、②側性化、③聴覚識別、④聴覚パターンの認知、⑤聴覚の時間的側面の認知、⑥刺激

Table 2: Neuropsychologic performance results, Outpatients vs Control subjects

Groups	D-CAT			ERP:Cz
	Total Perform	Total Perform SD	Omission Ratio SD	P300 latency
Control subjects	307.7 ± 33.6	42.4 ± 3.6	54.9 ± 0.3	351.0 ± 57.0
Outpatients(APD)	318.0 ± 80.1	44.1 ± 8.9	43.8 ± 9.8	327.0 ± 25.1
	ns	ns	*	ns

Figures show means ± standard deviations. T-tests showed significant differences between outpatients(APD) and control groups. \*:  $p < 0.01$ , ns: not significant. D-CAT: Digit cancellation test, ERP Cz: Event-related potentials Cz components.

競合下での聴知覚、⑦歪語音の聴知覚である。その機序として、気導上の聴覚閾値に關しての低下、明白な難聴は認められないが、中枢性聴覚情報処理において困難さを訴える状態であるとしている<sup>4)</sup>。ところでAPDはLD,AD/HDなどと合併する場合があります、その鑑別に困難さが伴う。

高橋らは、WISC-IIIでの下位検査においてAD/HDの3つのサブタイプを比較したところ、言語性IQに有意差が認められ、混合型が明らかに低いIQであった<sup>15)</sup>。混合型は、多動性・衝動性の症状だけでなく、不注意性の「学業、仕事、またはその他の活動においてしばしば綿密に注意することができない、または不注意な間違いをする」、「直接話しかけられたときにしばしば聞いていないように見える」などの症状も加えて呈する。このような症状を呈しているも、DSM-IV-TRやICD-10の診断基準において、9つの基準項目のうち6つ、もしくは18の基準のうち12の項目を満たしていなければ診断できないため、当事者にとっては深刻な状況であっても、診察の間診だけで門前払いとならざるを得ない。自閉症についても同様にAPDと類似した聴覚症状を呈しても興味のない音に

対して反応しないという特有の症状が存在するので、単に発達障害という枠組みだけで評価してしまう危険性があることを臨床において留意しておく必要があるであろう<sup>16)</sup>。

ここで、聴性事象関連電位検査における小児やAD/HD等とN200に關する先行文献レビューを一覧にした(Table3)。N200とAPDに關連した文献はみあたらなかった。N200の研究で最も盛んに行われていることとして、M Schmajukらが報告している反応抑制機構を促す刺激に対する反応を捉えようとする実験であった。特にB Albrecht,MLiottiらのStop signal tasksやV ProxらのGo-NoGo taskといった抑制試行ではN200が誘発されやすいとしている。しかし何らかの障害があると振幅の減少(MF Ozdag)や奇異的な波形、頂点波形の同定が困難であったりすることも報告されている(V Papaliagkas)。また5歳前後の小児では標的刺激だけでなく標準刺激においてもN200反応が現れたり(M Miyao)、潜時の延長(H Enoki,Y Anjana)といった結果も報告されている。さらにS Potgieterらが提唱している運動抑制機構の中核的欠損から標的刺激のOmission:省略が増えることも多くの研究者によって報告され

Table 3:Reference literature about N200 in recent years 近年のN200に關する参考文献(年号順)

author	country /region /year	Contents
M Miyao	Tochigi Japan 1992	N200のN2b成分は刺激後150~250msecに現れ、意識的な変異刺激の検出に關連している。小児では標的刺激だけでなく標準刺激においてもN200が認められ、その振幅は12歳までは大きくその後徐々に低下する。
H Enoki S Sanada	Okayama Uni. Japan 1993	一般成人164名のうちN200成分が検出できたのは127名であった。N200が5歳まではみあたらず、6~16歳では潜時は短縮する。そのうち20%が標準刺激時にもN200が現れていた。これは注意の焦点化が広汎と考えられる。
S Potgieter J Vervisch	Belgium 2003	生後100月前後のADHD幼児ではN200振幅が非頻出刺激よりも頻出刺激時のほうが高く、オMISSIONが多いことを支持している。これは運動抑制機構の中核的欠損からであるとしている。
MF Ozdag O Yorlbik	Ankara Turkey 2004	健常な小児に比べてADHD患者は有意にN200の振幅が小さかった(P<0.05)。対照群と比べて潜時の有意差はみられなかった。
Salil H Patel PN Azzam	Houston USA 2005	N200は刺激後180~325msの現れる陰性電位で逸脱刺激に反応するよう指示されたとき、刺激の同定と判別に寄与する認知過程にリンクしていると考えられる。
B Albrecht T Banaschewski	Germany 2005	ADHDではstop signal taskのstop-N200成分が対照群より右側頭葉において振幅が減少し抑制処理過程の速さと相關していた。これは運動反応抑制機構と關連しており抑制障害の神経性マーカーとして有用であると推測された。
M Schmajuk M Liotti	USA 2006	N200は正常での抑制制御処理過程の活性化との關連を支持している。
F Reza K Ikoma	Hokkaido Japan 2007	TBI患者において鬱傾向のあるものはN200潜時が遅延し、P300振幅は減少するとともに潜時は延長した。
V Prox MD Ohlmeier	Germany 2007	Go-NoGotaskでのN2成分は高い陰性振幅に伴い抑制反応処理過程と關連している。これは健常より注意を集中させて障害を補おうとした結果であるとしている。
M Liotti SR Pliszka	Canada 2009	stop signal taskではADHDのN200が奇異な波形を示し、抑制試行では右側頭葉N200の波形の振幅が減少した。ADHDはN200の波形により早期の反応抑制機構が欠損していると推測された。
Y Anjana Fkhalq	India 2010	健常な小児に比べてADHD患者は、有意にN200の潜時が延長し、振幅は減少していた。その他のP300 N100の潜時についてもADHDは延長していた。
V Papaliagkas V Kimiskidis	Greece 2011	EGG波形の頂点を延長法により同定できるとされる。また頂点波形が同定できないERPがあることを示唆した。
JM Olichney M Kutus	California Davis USA 2011	アルツハイマー病患者では、N200振幅が減少あるいは、消失: Nearly absent N200するとしている。

ている。

本実験では聴性事象関連電位検査オッドボール課題による標的刺激波形を捉えるものであったが、本来、逸脱刺激として捉えるはず (Salih, Patel) の高周波単音刺激に対して N200 がみあたらないものがいた。今回 APD 群の特性が様々であったため不確定さは否めないが、興味深いところでは、N200 頂点波形がみあたらなかったものは、FAPC の結果が低値であったことや、ERP 音の高低弁別間違いが目立っていた (Table1)。加えて特筆すべきこととして、N200 がみあたらなかった者のうち単一刺激ごとの波形を分析すると、後半の期間において N200 同定可能となった者がいた。このことから、聴性刺激を一時的ではなく断続的に聴かせることにより、時間経過と共に徐々に情報処理が円滑に行われるようになる者もいることが示唆された (Figure2)。

本実験から、APD とされるものは恐らく様々な外的刺激に対する反応抑制機構に何らかの問題が生じており、瞬時に感情や運動抑制のコントロールが上手く調整できない状態に陥っているのではないかと推察される。

このような外的刺激に対する反応抑制といった機構が適切に働くためには、注意の確度が重要な要素とされている<sup>30)</sup>。そこで、視覚性の注意機能の確度を測定できる D-CAT を用いることによってそれらの徴候を捉えることとした。

その結果、D-CAT での作業量 TP においては 2 群に有意差はみられなかったが、見落とし偏差 TP-SD において有意差がみられた。このことから、単純な作業量 TP は実行可能であるが視覚性の注意機能の維持・選択において APD 群は劣化していた。Shallice らが言及していることとして、視覚性の注意機能とは、視線を向けていることで得られた情報は一時活性化記憶としており、視覚性の一時的記憶として貯蔵される。さらに 2 次的記憶として保持するには繰り返し記憶活性化を続ける必要があるとしている<sup>31)</sup>。D-CAT 結果から APD 群は繰り返し記憶活性化を必要とする注意の持続が低下しており、一時的な視覚情報にも制限があると考えられる。

次に P300 潜時に両群間に有意差がなかったことに関して、いくつかの原因が考えられる。まず、P300 は注意または情報の処理資源を意識的、統御的に処理する過程で誘発されるため、それらの要素を制御する認知機能が保持されているかどうか問題となる。また他に考えられる原因として、P300 は感覚刺激から得られた様々な情報を処理する過程で、認知文脈の更新: context updating といった情報処理についての刺激評価時間に関わる潜時ともいわれている。これらいずれの要因においては、APD 群の認知機能がほぼ正常範囲内であったことから、両群の差に影響を及ぼさなかったのではないかと考える。

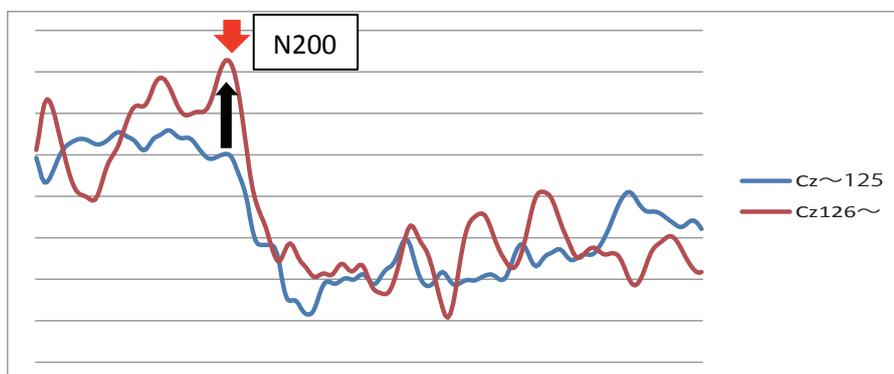


Figure2:Cz component of ERP waveform showed no N200 before 125 but showed N200 after 125.

最後に APD の状態に応じた支援策について、吉岡らは聴性情報処理障害が疑われる者は、おおよそ視覚性で代償をはかっていると述べている<sup>32)</sup>。即ち視覚性の刺激入力によって情報量を貯蔵するとともに、加えて、聴力に問題はないことから聴覚刺激の頻度を増やすことが、情報量の蓄積となり反応を抑制させる解決策であると考えられる。また聴覚刺激としての音声言語による指示により理解を得ようとする場合、瞬時の刺激に留まらず暫時的な指示を繰り返すことで、その内容が理解されることにつながるのではないかと考えに至った。

## 5. おわりに

本研究では聴覚情報処理障害があると予測される若年者に対して検査を行い、脳内で起こっている聴覚情報処理過程を脳波から分析することにした。それにより、上手く注意が向けられない、及び指示されたことの理解ができない原因であると予測される聴覚情報処理能力と注意機能との関連を見出すことを目的として研究をすすめた。その結果、APD とされるものは恐らく様々な外的刺激に対する反応抑制機構に何らかの問題が生じており、瞬時に感情や運動抑制のコントロールが上手く調整できない状態に陥っているのではないかと推察された。そのため注意機能なかでも聴覚性・視覚性共に、注意の維持や選択といった基本的な機能に低下がみられていた。このような外的刺激に対する反応抑制機構が適切に働くためには、注意の確度を高めるとともに、聴性刺激を断続的に入力させることにより、時間経過と共に情報処理が円滑に行われる可能性が示唆された。また代償的に様々な知覚受容による情報を貯蔵させることで抑制コントロールが高まるのではないかと推察された。

## 謝辞

本研究に際して多大なご指導をいただいた山口三千夫氏及び國末和也氏に敬意を表するとともに、実験に協力していただいた本学の学生へ深謝致します。

## [文献]

- 1) 新堀通也 “私語研究序説—現代教育への警鐘” 玉川大学出版部, 東京; 1992.
- 2) 大石和男 大学生における私語問題を考える 立教大学コミュニティ福祉学部紀要 第15号 77-90 2013.
- 3) 太田富雄, 八田徳高, 聴覚情報処理障害の用語と定義に関する論争. 特別支援教育センター研究紀要 2,17-26,2010.
- 4) American Speech-Language-Hearing Association. (Central) auditory processing disorders [Technical Report]. <http://www.asha.org/policy>. 2005.
- 5) Myklebust, H. Auditory disorders in children: A manual for differential diagnosis. New York: Grune and Stratton. 1954.
- 6) Heine, C., Joffe, B. and Greaves, E. The dilemma of APD: Clinical decision-making. In C. Williams and Leitao, S.(Eds.), Nature Nurture Knowledge: Proceedings of the 2003 Speech Pathology Australia national conference, 105-108. Melbourne: Speech Pathology Australia. 2003.
- 7) 山口三千夫, 内藤泰男, 石川健二 事象関連電位測定による外傷性脳障害判定の試み. 西宮市医師会誌 12: 50-53, 2007.
- 8) V Hattuin, Rolland J. Administration of Speech-Language Services in the schools. College Hill Press, 231-292, 1985
- 9) Folstein M, Folstein S. “Mini-Mental State” A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. J Psychiat. Res 12: 189-198, 1975.

- 10) THatta,KYoshizaki. Development of the screening test for attention by digit cancellation method. Contemporary issues of brain, communication and education in psychology, Union Press,2009.
- 11) 八田武志他 D-CAT(注意機能スクリーニング検査)使用手引き 発行元株式会社ファブリック,2001
- 12) Naito Y. Assessment of Traumatic Brain Injury patients by WAIS-R P300 and performance on Oddball task. Kobe J. medicine science. 51: 95-105, 2005.
- 13) Donchin E, Heffley E, Hillyard S, et al. Cognition and Event-related potentials “ II The orienting reflex and P300” . Annals New York academy of sciences: 39-57, 1981.
- 14) 船田真里子,二宮理恵 単一刺激測定による事象関連電位の経時の変化 人間工学 33 (1) 47-56,1997.
- 15) 高橋泰子, 木村秀生, 稲葉敏樹, 河崎建人 ADHD サブタイプにおける WISC- III の特性. 第1回日本精神科医学会学術大会抄録集 298pp, 2012.
- 16) 國末和也 聴覚情報処理に関する困難さの種類 大阪河崎リハビリテーション大学紀要 5,71-84,2011.
- 17) 宮尾 益知 小児における N200 の検討 臨床脳波 Vol.34,12,777-780,1992.
- 18) Enoki S Sanada. The effects of age on the N200 component of the auditory event-related potentials .Cognitive Brain Research 1, 161-167, 1993.
- 19) S Potgieter J Vervisch. Event-related potentials attention tasks in VLBW children with and without attention deficit disorder, Clinical Neuropsychology, 114, 1841-1849, 2003.
- 20) MF Ozdag,O Yorbik. Effect of methylphenidate on auditory event-related potentials in boys with attention deficit hyperactivity disorder. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, 68:1267-1272, 2004.
- 21) Salil H Patel PN Azzam. Characteristic of N200 and P300 :selected study of the Event-related potential. International Journal of Medical sciences 2(4):147-154, 2005.
- 22) B Albrecht T Banaschewski. Germany Response inhibition deficits in externalizing child psychiatric disorders:An ERP-study with the stop-task. Behavioral and Brain functions 1:22, 1-14, 2005.
- 23) M Schmajuk M Liotti. Electrophysiological activity underlying inhibitory control processes in normal adults. Neuropsychologia 44 384-395, 2006.
- 24) F Reza K Ikoma. N200 latency and P300 amplitude in depressed mood Post-TBI patients N200 latency-longer P300 amplitude-reduce endogenous exogenous 2007.
- 25) V Prox MD Ohlmeier. Attention processing in adults with ADHD as reflected by event-related potentials. Neuroscience Letters 419 236-241, 2007.
- 26) M Liotti,SR Pliszka. Canada Evidence for specificity of ERP abnormalities during response inhibition in ADHD children :A comparison with reading disorder children without ADHD. Brain and Cognition 72, 228-237, 2010.
- 27) Y Anjana, Fkhaliq. Event-related potentials study in attention deficit hyperactivity disorder Functional Neurology :25(2)87-92, 2010
- 28) V Papaliagkas V Kimiskidis. Cognitive ERP : Longitudinal changes in mild. 2011.
- 29) JM Olichney M Kutus. Cognitive ERP Biomarkers of Synaptic dysfunction across the

Table3 : Reference literature in recent years

- stages of AD.2011.
- 30) Parasuramen R. The attention brain. The MIT Press Canbridge,pp.71-94, 2000.
- 31) Shallice T. From neuropsychology to mental structure. Cambrige,1988.
- 32) 吉岡 豊, 渡辺 徹 発達性語聾における聴覚的理解の形成. 特殊教育研究 26(1),13-37,1988.