

## 知能障害者の欠落刺激陰性電位の特性について

野口 幸弘\*

本研究は知能障害者の欠落刺激陰性電位 (Missing Stimulus Negativity, 以下 MSN) を求め、彼らの情報処理過程内で生じている生理学的現象を明らかにすることを目的としている。実験は Simson らの Missing Stimulus パラダイムに基づいて行った。対象は対照群として健常成人群, 正常児群, 実験群として知能障害者群各 8 名ずつ, 更に年長ダウン症候群 4 名とした。

得られた結果から, 以下のことが明らかになった。

- 1) 知能障害者群の MSN 潜時は, 健常成人群に比べ有意に早く, 精神年齢をマッチさせた健常児群より遅かった。
- 2) 知能障害者群の MSN 振幅は, 健常成人群に比べ有意に大きかったが, 健常児群の結果とは同じ大きさを示した。
- 3) 年長ダウン症候群の MSN 振幅は, 知能障害者群, 健常児群と同じ大きさ, また潜時に関しては健常成人群と知能障害者群の中間値を示した。

キーワード: 欠落刺激陰性電位 知覚過程 知能障害者 ダウン症候群

### 1. はじめに

最近の事象関連電位 (Event-related Potentials, 以下 ERP と略す) の研究の中で, 特に人の認知機構との関連で P3 や N2 成分の研究が盛んである。中でも視覚刺激によって人の認知過程の生理的機序を追求する試みはこの 10 年間で著しいものがある。

Begleiter, H. ら<sup>1)</sup>は, 刺激発生後 200msec 以降に生ずる成分が判断過程等のより心理学的な情報処理過程を反映していると述べている。また Simson, R らは, 予測される欠落刺激を用いた実験において, N2 成分を検出して, この成分が人の記憶過程や知覚情報処理段階に関するなんらかの指標を表しているのではないかと考察している。さらに Simson ら<sup>20)21)</sup>は, 欠落刺激によって生起する電位は, 予期される事象が起こらなかったために生じた覚醒効果の現れであり, この現象は注意メカニズムと知覚過程で起きている複雑な作用を反映していると報告している。その後の研究で

も, deviant 刺激に対する N2 潜時と反応時間との相関についての研究や弁別の難易度を関数とした N2 潜時の変化に関する研究において, N2 成分は刺激分析の弁別 (刺激分類) 段階を反映していることが指摘されている<sup>7)</sup>。

一方知能障害児・者 (Mentally Retarded, 以下 MR と略す) を対象にした後期成分の研究の中で, Squires, N.K. ら<sup>22)</sup>や Galbraith, G.C.<sup>8)</sup>らは誘発電位の後期成分の検討は MR や他の障害児・者の情報処理メカニズムを知る上で重要な手がかりとなることを示唆している。

わが国においても, 口ノ町<sup>23)</sup>は誘発電位の後期陽性成分が生体の高次な情報処理過程と密接な関係があることを指摘し, 認知障害の診断の一助として, この後期成分を利用できるとしている。丹羽<sup>14)</sup>は, 比較的高次の認知過程で生じる ERP の研究が自閉症やダウン症などの言語・認知障害について生理学的理解を高めると述べている。下河内<sup>19)</sup>らは, P3 成分が人の認知的情報処理の中核をなしている機能系の働きを反映していると考え, 脳内の認知メカニズムを知る上での中心的課題に

\* 心身障害学系

なるとしている。また小林ら<sup>11)</sup>も MR を対象にした場合、P3 の出現と注意障害との関連で考えていくことの方性を示唆している。

このように、欠落刺激による N2 成分や目標刺激による P3 成分のような ERP の後期成分は、脳の何等かの認知的情報処理機構を反映していると考えられる。本研究では、Simson らが用いた Missing stimulus 実験パラダイムに沿って、MR 群の欠落刺激陰性電位 (Missing stimulus Negativity, 以下 MSN と略す) のデータを得たので、MR 群の認知過程の特徴に関する観点から報告をする。

## 2. 目的

MSN は一定の間隔で刺激を与え続けた状況において刺激を欠落させたときに出現する事象関連電位である。この MSN は注意メカニズムと知覚過程の複雑な相互関係の特徴を表す生理的指標である。従来より知能障害児・者において注意や知覚の障害の存在が知られている。そこで本研究は MSN を用いてこの問題を検討することを目的とする。

## 3. 方法

### 1) 刺激

被験児・者は、前方約 1.5m にある脳波計内蔵の光刺激装置から発射される白色光をみるよう教示される。光刺激の duration は 50msec, 刺激間隔は 1,000msec とした。またタイムプログラマー (竹井機器製) を用いて、平均して 20 回に 1 回の割合で光刺激でない欠落刺激を作成した。従って、欠落刺激確率は、640 回の光刺激に対して 32 回で、率として 5% であった。

### 2) 被験児・者

対照群として、健常成人群 8 名 (男 5, 女 3), MR 群の平均精神年齢と同じくらいに相当する健常児群 8 名 (男 5, 女 3), 実験群として、知能障害者群 8 名 (男 5, 女 3), ダウン症候群 4 名 (男 4) を被験者とした。なおこれらの被験児・者はすべて脳波異常、けいれん発作がなく、いかなる薬物も服用していないものを対象にした。MR 群の知能指数 (IQ) は、鈴木ビネー知能検査により、ダウン症候群の IQ は、田中ビネー知能検査により求めた。被験者の構成を表 1 に示した。

### 3) 手続き

Table 1. 被験者の構成

	健常成人 群	健常児群	知能障害 者 群	ダウン症 候 群
数	8	8	8	4
年齢	20~26 (21.5)	8~11 (10)	19~33 (26)	15~16
IQ			24~55 (41)	41~58 (47)

( ) は平均

実験を開始する以前の教示としては、4 群とも統一して単に「肩の力を抜いて、目の前に映し出される光をできるだけよく見ていてください」とした。

実験は、一定の間隔で刺激が与えられているときに、被験者には予告なしに時々刺激を欠落する Simson らの Missing stimulus 実験パラダイムに準じた。具体的には、1 秒間隔で flash 刺激が発射されているシリーズ中に、刺激を欠落する試行 (本実験では平均して 20 回に 1 回の割合) をランダムに挿入した。

実験後、被験児・者が欠落した刺激に気付いていたか、予期していたかどうかを尋ねた。その結果、健常成人群では全員 (8 名) 欠落刺激の回数をカウントしていたという報告が得られた。健常児群は、欠落刺激に気づいてはいたが、カウントはしていなかった。MR 群とダウン症候群では、この点に関して確実な情報は得られなかった。なお、MR 群とダウン症候群に関しては、シールドルームの中に付添いの者がいっしょに入り、刺激をよく見るようはげました。

### 4) 脳波記録と分析の方法

被験児・者は、生体実験室内のシールドルーム内に開眼安静の状態状態で肩の力を抜いて椅子に座っている。このとき顔面固定器を用いて頭の動きを防いだ。また暗順応のために刺激を与える以前に 15~20 分間シールドルームに待機させた。脳波の記録部位は、国際法の 10-20 法による Oz (後頭部), Pz (頭頂部), Cz (中心部) から左耳だを不関電極にして、時定数 0.3 秒, HiCut 60 Hz, 電極抵抗 10 K $\Omega$  以下で単極導出し, FM 磁気テープに記録した。同時に眼球運動, まばたき, 頭の動きによるアーチファクトを見るために EOG を記録した。

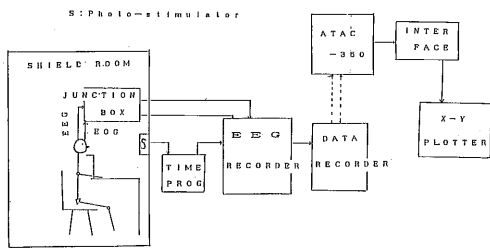


Fig. 1. EXPERIMENTAL-APPARATUS

分析するために、磁気テープに記録された3部位のデータと記録紙にかかれたデータを照合しながら、肉眼的に判定して眼球運動や筋電図の混入していない脳波を加算データとして選出した。選出されたデータの加算平均は、ATAAC350(日本光電製)を用い、Clock time: 2msec, Address: 512, Analysis Dray: 0, Vertical range:  $2^{12}$ の状態処理した。加算回数、Simsonらと同様32回とした。なお実験分析のパラダイムを図1に示した。

## 5. 結果

結果の検討に当たっては、欠落刺激によって誘発された電位(MSN)について、各群の波形、潜

時、振幅について検討した。

健常成人群、健常児群、MR群、ダウン症候群の各々のMSN電位代表波形を図2に示した。また健常成人群、健常児群、MR群の8名のMSNの重ね合わせ波形を図3に示した。これらのアナログ波形を数量化した上で検討を行った。

### 1) MSN 潜時

健常成人群X知能障害者群 ( $F=406.36$ ,  $DF=1, 47$ ;  $<.001$ ), 健常児群X知能障害者群 ( $F=42.59$ ,  $DF=1, 47$ ;  $<.05$ )について各々分散分析を行った結果、両者とも有意な差がみられた。さらに3部位について群間でt検定を行った。この結果を表2と3に示した。この結果から、後頭部、頭頂部、中心部の3部位とも、健常成人群のMSNはMR群よりも有意に遅い潜時を、また健常児群のMSNはMR群よりも有意に早い潜時を示した。またダウン症候群のMSN潜時は、 $342 \pm 55$ msecで健常成人群とMR群の中間の値を示した。

### 2) MSN 振幅

分散分析の結果から、健常成人群XMR群 ( $F=68.20$ ,  $DF=1, 47$ ;  $<.001$ )で有意な差がみられたが、健常児群XMR群 ( $F=9.04$ ,  $DF=1, 47$ )で差がみられなかった。ここでも3部位

Table 2. MSN潜時 (msec) の平均とt検定の結果

部 位	健常成人群	MR 群	df	t値	
後頭部 (Oz)	424 (26.45)	212 (32.36)	14	13.42	$<.001$
頭頂部 (Pz)	443.13 (53.94)	205 (27.43)	10.4	10.41	$<.001$
中心部 (Cz)	446.75 (47.51)	208.34 (22.327)	9.95	12.01	$<.001$

( ) はSD

Table 3. MSN潜時 (msec) の平均とt検定の結果

部 位	健常児群	MR 群	df	t値	
後頭部 (Oz)	117.25 (22.54)	212 (32.36)	14	6.367	$<.001$
頭頂部 (Pz)	166.88 (27.237)	205 (27.43)	14	2.61	$<.005$
中心部 (Cz)	182.25 (24.40)	208.34 (22.327)	14	2.09	$<.005$

( ) はSD

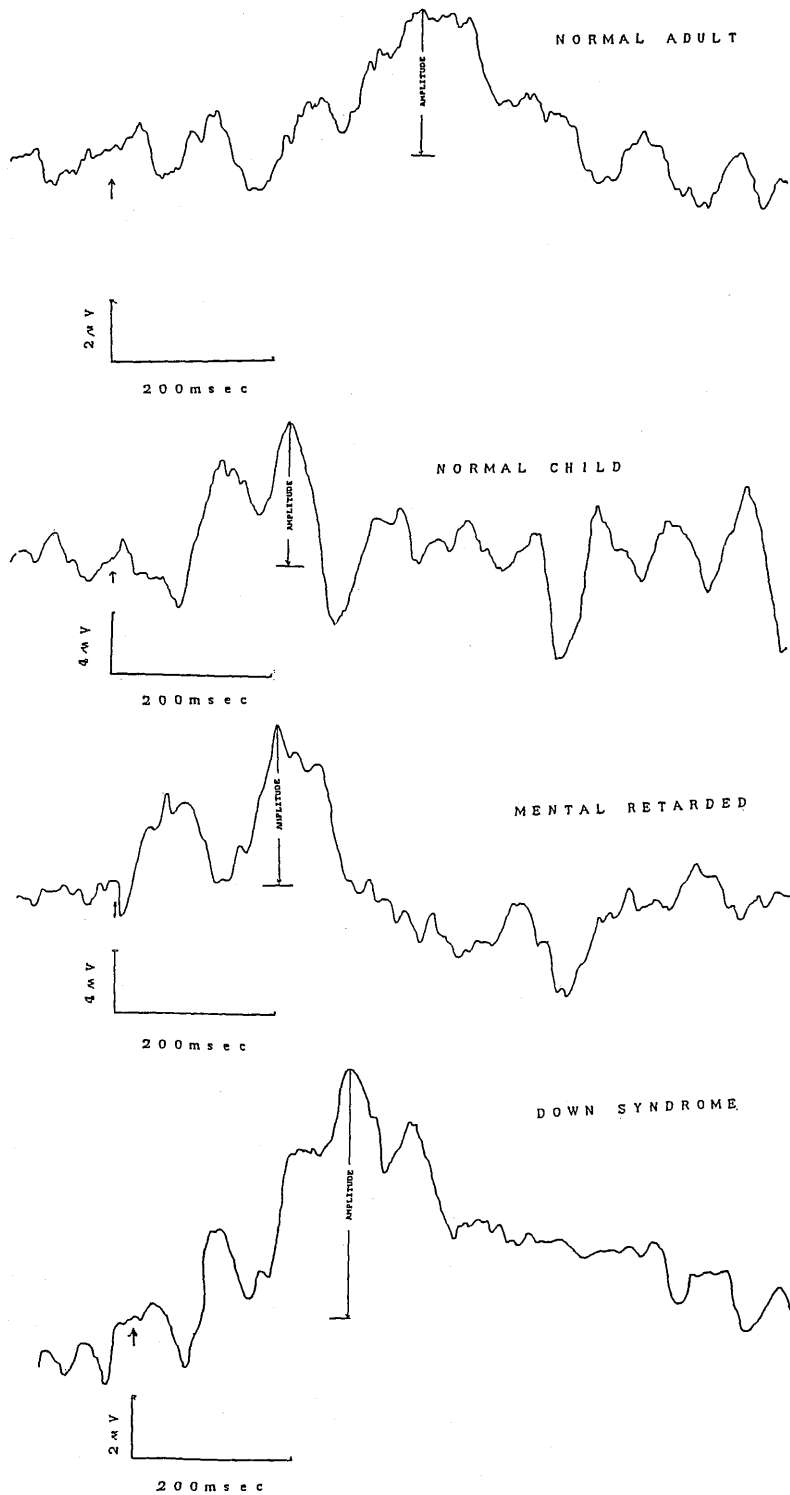


Fig. 2. 欠落刺激陰性電位 (MSN)

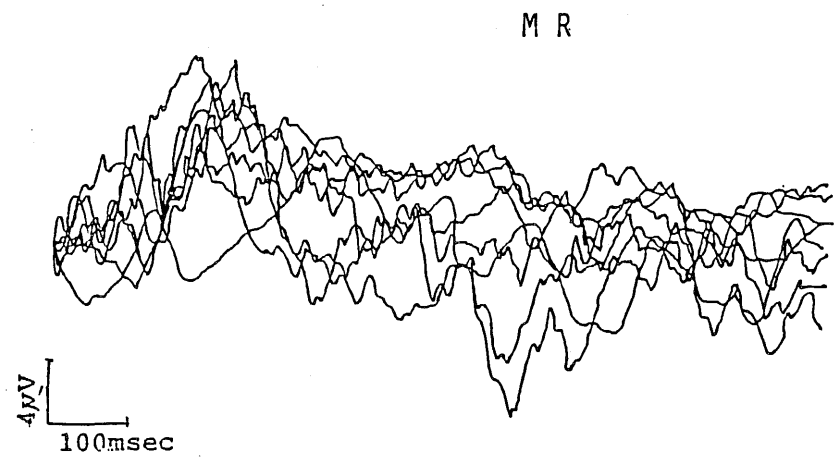
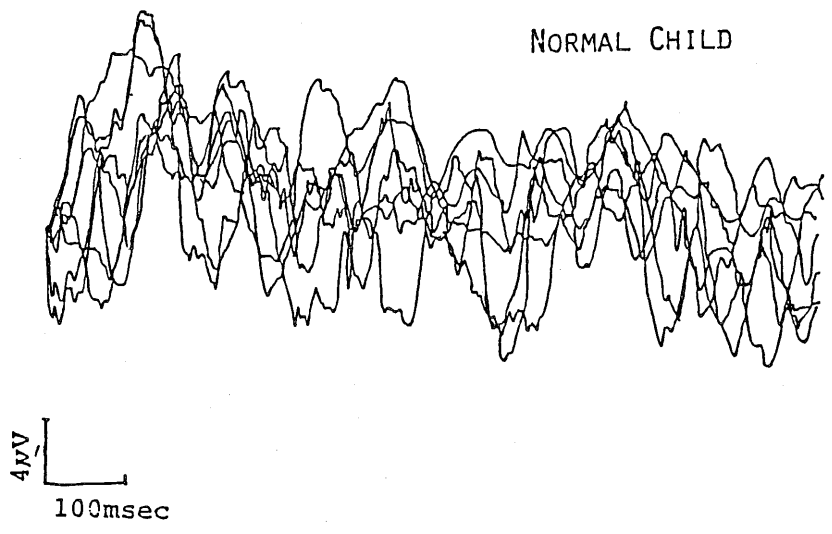
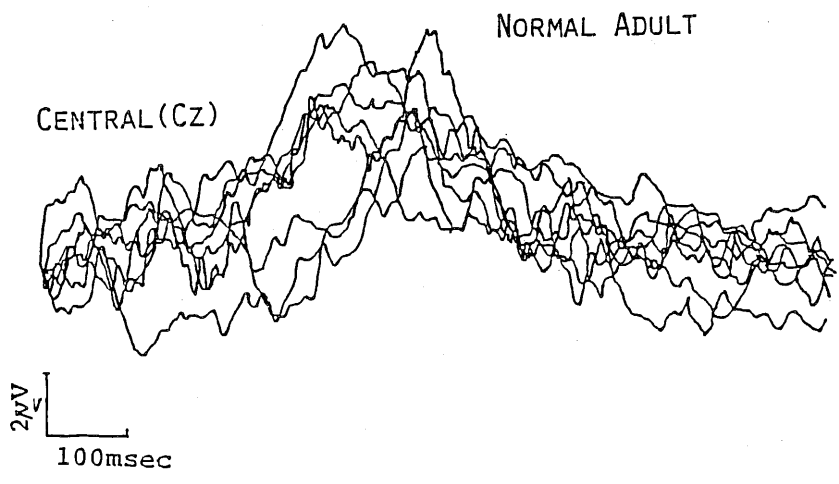


Fig. 3. SUPERIMPOSE OF MISSING-STIMULUS NEGATIVITY

Table 4. MSN振幅 ( $\mu\text{V}$ ) の平均とt検定の結果

部 位	健常成人群	MR 群	df	t値	
後頭部 (Oz)	2.89 (0.506)	6.5 (1.276)	9.1	6.959	<.005
頭頂部 (Pz)	4.86 (1.136)	7.79 (1.892)	14	3.507	<.001
中心部 (Cz)	5.73 (1.047)	10.45 (2.273)	9.8	4.994	<.005

( ) はSD

Table 5. MSN振幅 ( $\mu\text{V}$ ) の平均とt検定の結果

部 位	健常児群	MR 群	df	t値	
後頭部 (Oz)	6.68 (1.791)	6.5 (1.276)	14	0.210	
頭頂部 (Pz)	7.41 (0.544)	7.79 (1.892)	8.2	0.504	
中心部 (Cz)	6.33 (0.774)	10.45 (2.273)	8.6	4.544	<.005

( ) はSD

について群間でt検定を行った。この結果を表4と5に示した。この結果から、3部位とも健常成人群のMSN振幅は、MR群よりも有意に小さかった。それに比べて、健常児群のMSN振幅は、後頭部と頭頂部ではMR群と同じであったが、中心部のみで有意な差がみられた。またダウン症候群のMSNの振幅値は、 $7.9 \pm 1.2 \mu\text{V}$ でMR群とほぼ同様の値を示した。

以上から結果をまとめると、

1) MR群のMSN潜時は、健常成人群に比べ有意に早く、精神年齢をマッチさせた健常児群より遅かった。

2) MR群のMSN振幅の結果は、健常成人群に比べ有意に大きかったが、健常児群の結果とほぼ同じ大きさを示した。

3) 年長ダウン症候群のMSN振幅は、MR群、健常児群と同じくらい、また潜時に関しては、健常成人群とMR群の中間値を示した。

## 6. 考 察

本研究の健常成人にみられたMSNの結果は、Simsonらの結果とほぼ一致した波形を示した。このMSNの出現についての解釈として、Simsonらは目標となる刺激(欠落刺激)を被験者が予測

していることから生ずる生理現象としての電位が生起しているためであるとしている。さらに、このMSNが被験者の情報処理過程内で生起していることから、定期的に呈示される刺激(欠落刺激)によって誘発される電位と考えられるために記憶とも関係があると指摘している。

従って、本研究で得られた結果と先行研究の見解、さらに被験者が欠落刺激を予測し、自発的にカウントしていたという報告を確認できたことなど考え合わせると、健常成人群にみられたトリガー点からの漸次的な陰性変動の高まりは、頻度の低い目標(欠落)刺激を予測しているときに、被験者の情報処理過程の中で同じ様な電位が生じていると考えられる。これは、実際に光が出ていないときに起こっている波形であることからもいっそう強調できる。

また健常成人のMSNの波形が、KutasらのN400波形と類似している点は興味を持たれる。KutasらはこのN400について、意味的に不適切な単語によって文章処理を妨害されたときに生じた電位であり、そのために、人が意味のない文章から意味を引き出そうとするときの”second-look”に関係があるとしている。またこのN400成分についてHillyardは、刺激が言語刺激

であるかどうかに関係なく、自然な状態における意味のある状況時に生起するようだと想定している。この点で、本研究の予備実験において、健常成人群に欠落刺激の非カウント課題とカウント課題を行い、非カウント課題においても自発的にカウントしていたことが明らかになり、MSN データも同じ様なデータが得られた。従って、Hillyard らの見解と一致して課題に対して意味を見いだしていることが窺われる。本研究の結果と Kutas らのデータを直接結び付けることには問題があるかもしれないが、いっそうの検討を重ねることによって、後期陰性成分の意味するところが明らかになるだろう。

これに対して、MR を対象にした先行研究の中で、MSN を得たという結果の報告がなく解釈する上で困難がある。本研究で得られた MR 群の MSN は、健常成人群の結果と比べて、振幅で有意に大きく、潜時で有意に早いという結果を得た。これについて考えられる解釈の 1 つとして、MSN が被験者の情報処理過程内で、判断の前段階に生じている心理現象と関係があると述べている Renault の仮説が参考になる。この仮説から考えると、MR 群で得られた MSN の結果は、MR 群の情報過程の特異性を表していることになる。しかし、課題に対する姿勢が両群で異なっていることを考えると、そのストラテジーの違いがそのままこの MSN の結果に表れたとも考えられる。つまり、MR 群の MSN の早期成分は光刺激に対する Habituation としての現象が出現しているとも考えられる。従って、この結果だけからは結論を出せないだろう。

一方、MR 群の精神年齢を考慮し、それに合わせた健常児群のデータを得た。健常児群の MSN は、潜時で MR 群と同じ、健常成人群より早く、振幅でも大きな MSN を得た。この健常児群は、実験後の内省報告から欠落刺激には気付いていたが自らカウントすることはしていなかった。従って、健常児群の姿勢は、MR 群の方に近いと考えられ、それがこの MSN にも反映しているといえるだろう。これに比べ、ダウン症候群の MSN 潜時は、健常成人群に近かったのは、MR 群と違い、数についての教育をかなりうけており、カウントしていることが考えられる。

MR 群と健常児群の MSN の結果の類似性は、この MSN が脳の生理的発達の未熟性を反映して

いることも考えられる。この点で、N2 や P3 潜時の発達の研究の結果は、発達するにつれて潜時が早くなるということが明らかになっている。この点からすれば、本研究の結果は、少なくとも健常成人のデータに関しては別の意味あいがあると考えたほうがよいだろう。また Dustman らは、振幅の大きさが脳の発達と関連があるとしている。この点で、MR 群だけでなく、健常児群、ダウン症候群ともに振幅の増大が見られたことから、振幅に関するデータからは、脳の未熟性が示唆される。

今後、この MSN が MR 群の認知機構の生理学的指標として、脳の制御過程や課題にとりくむ体制（注意等）に何等かの関連があるという方向で一層の研究が望まれる。

## 文 献

- 1) Begleiter, H. (Ed): Evoked Brain Potentials and Behavior. Plenum Press. New York and London. 1979.
- 2) Callaway, E., Tueting, P. and Koslow, S.E. (Ed): Event-related brain potential in man. Academic Press New York. 1978.
- 3) Clausen, J.: Psychology of mental retardation. In Ellis, N.R. (Ed). International review of research in mental retardation. (Vol. 9) Academic Press. 1977.
- 4) Desmedt, J.E. (Ed): Visual evoked potentials in man; New development. Oxford Uni. Press. Oxford. 1977.
- 5) Donchin, E.: COGNITIVE PSYCHOPHYSIOLOGY: Event-related potentials and the study of cognition. LEA. 1984.
- 6) Dustman, R.E. & Callner, D.A.: Cortical evoked responses and response decrement in normal and Downs syndrome individuals. American Journal of mental deficiency. 83, 391-397, 1979.
- 7) Gaillard, A.W.K. and Ritter, W.: Tutorials in event-related potentials research; endogenous components. Advances in Psychology 10. North-Holland publishing Company. 1983.
- 8) Galbraith, G.C., Squires, N., Altair, D. and Gliddow, J.B.: Electrophysiological assessments in mentally retarded individuals; from brainstem to cortex. In Begleiter, H. (Ed). Plenum Press. 1978.

- 9) Karrer, R. (Ed.): Developmental psychophysiology of mental retardation. Springfield Illinois. U.S.A. 1976.
- 10) Karrer, R., Nelson, M.N. and Galbraith, G. C.: Psychophysiological Research With the mentally retarded. In Ellis, N.R. (Ed). Handbook of mental deficiency; psychological theory and research. (Second edition) Hillsdale. Newjersey. 1979.
- 11) 小林久男, 松野豊: 精神遅滞児の標的検出過程における心理生理学的特性——長潜時陽性電位 P3 によるその発達の検討——, 特殊教育学研究, Vol. 24, No4, 40—49, 1987.
- 12) Kutas, M. and Hillyard, S.A.: Reading senseless sentences; Brain potentials reflect semantic incongruity. Science, Vol. 27, 203—205, 1980.
- 13) Lehman, D. and Callaway, E.: Human evoked potentials; application and problems. Plenum Press. New York and London. 1979.
- 14) 丹羽真一, 太田昌孝: 自閉症と小児の神経心理学——とくに Event Related Potential について——脳と発達, 14, 311—315, 1982.
- 15) Novick, B., Krtsberg, D. and Vaughan, Jr. H.G.: An electrophysiologic indication of defective information stage in childhood autism. Psychiatry Research 1. 101—108, 1979.
- 16) Perry, N.W., McCoy, J.G., Cunningham, W. R., Falgout, J.C. and Street, W.J.: Multivariate visual evoked response correlate of intelligence. Psychophysiology. 13, 323—329, 1976.
- 17) Renault, B.: The visual emitted potentials; clues for information processing. In Gaillard, A.W.K. and Ritter, W. (Ed). 1983.
- 18) Rothenberger, A: Event related potentials in children; Basic and clinical application. Elsevier biomedical press. 1982.
- 19) 下河内稔, 投石保広, 志村剛: 事象関連電位 (P300) の刺激の順序と予測の効果, 臨床脳波, 24, 543—548, 1982.
- 20) Simson, R., Vaughan, Jr. H.G. and Ritter, W.: The scalp topography of potentials associated with missing visual or auditory stimuli. Electroenceph. clin. Neurophysio. 40, 33—42. 1976.
- 21) Simson, R., Vaughan, Jr. H.G. and Ritter, W.: The scalp topography of potentials in auditory and visual discrimination tasks. Electroenceph. clin. Neurophysio. 42, 528—535. 1977.
- 22) Squires, N.K., Galbraith, G.C., and Aine, C. J.: Event related potential assessment of sensory and cognitive deficits in the mentally retarded. In Lehmann, D. and Callaway, E. (Ed). 1979.
- 23) 口ノ町康夫: 視覚刺激の認知と大脳誘発電位, 臨床脳波, 22, 600—607, 1980.



## Summary

### Characteristics of missing stimulus negativity in the mentally retarded

Yukihiro Noguchi

There are even endogeneously generated evoked responses to stimuli missing from a rhythmical train occurring at the time the missing stimuli were expected event.

The purpose of this study is to clarify the characteristics of missing stimulus negativity (MSN) in the mentally retarded.

<SUBJECTS> ; 8 normal adults (mean, 22 years old), 8 normal children (mean, 10 years old), 8 retarded adults (mean, 26 years old: mean IQ, 41), and 4 Down's syndrome children (mean, 16 years old: mean IQ 47) were subjected.

<PROCEDURE> ; Subjects were exposed to a series of run which consisted of 640 flash stimuli presented at a rate of 1/sec. Randomly averaging once in twenty presentations, the stimulus was omitted. Approximately 32 missing stimuli occurred in each run.

<EEG RECORD AND ANALYSIS> ; The electrodes were placed on occipital (Oz), parietal (Pz), and Vertex (Cz). The common reference was the left ear lobe. EEG data were recorded on separate channels of sony FM tape prior to off-line analysis. Data analysis was performed by a ATAC-350.

<RESULTS> ;

- 1) Retarded adults had greater MSN amplitude and faster MSN latency than normal adults.
- 2) The MSN amplitude in retarded adults was almost equal to that of normal children, but the MSN latency was slower than normal children.
- 3) The MSN amplitude in Down's syndrome children were almost equal to that of retarded adults, but then MSNs latency was faster than normal adults and slower than the retarded adults.

<CONCLUSIONS>; The MSN amplitude and latency in retarded adults were quite different from normal adults, but were similar to those of normal children. In contrast, the MSN latency in Down's syndrome children seems to represent that they become aware of missing stimuli and count them. Because the MSN reflects the perceptual processes and attentional mechanisms, it seems to provide a clue to understand the psycho-physiological background of the mentally retarded.

**Key word:** Missing stimulus negativity, perceptual process, mentally retarded, Down's syndrome