

未熟児における出生直後の行動状態 と3歳時の知能検査結果

白 岩 義 夫

Behavioral States just after Birth and IQ at 3-Year Old in Preterm Infants

Yoshio SHIROIWA

The purpose of the present study was to determine the relationship between behavioral states just after birth and IQ (DQ) at 3-year old in preterm infants. Eighteen preterm infants were divided into two groups, 12 for Normal and 6 for Retarded, according to the IQ (DQ) at the age of three, and analyses of behavioral states of each infant of the two groups were made for two hours sampled from 24-hour records which had been observed by video camera at about full term in the corrective gestational age.

Infants of the Normal and Retarded groups showed the same amount of sleep in the sampled two hours. There were more cryings, less quiet sleep and awake states in Retarded group than Normal group. The results were interpreted in connection with neurological developments.

1. はじめに

最近の周産期, 新生児期医療や治療技術の進歩は, 満期産乳児の死亡率を低下させたばかりでなく, 未熟児等その将来の発達に高いリスクを有すると予想される児の生存率も著るしく高めた。例えば未熟児の場合, 10年前に出版された医学辞典¹⁾によれば, 出生体重1000g~1499gの極小未熟児の新生児期生存率は50%, 999g以下の超未熟児の生存可能性は10%であった。しかしながら, 最新の厚生省統計(1985年度)²⁾では, 極小未熟児の新生児期生存率は88%, 超未熟児で57%である。更に, 厚生省統計のここ10年間の資料を集計した石塚³⁾は, 出生体重が1000g以上の未熟児の出生率がほぼ横ばいであるのに対して, ようやく生存率が50%を超えた出生体重999g以下の超未熟児の出生率が増加の傾向にあることを明らかにしている。

所で, このような未熟児における生存率の増加の数字はこれらの児の将来の心身発達が必ずしも全て順調であることを保証しているわけではない。出生体重が低ければ低いほど, 注意深い治療やケアが施こされない限り, 未熟児は将来の心身両面の発達

に大きなリスクを背負うことになるかと予想される。従って, これまで行われてきた未熟児の追跡研究に関する関心の多くも主として出生体重, 出生時や出生直後の病的状態とその後の年齢段階での心身発達の結果との相関に向けられていたといえる⁴⁻⁶⁾。

未熟児を含むハイリスク児の研究のもう一つの興味は, 出生後出来るだけ早い時期に将来の発達に重大な障害をもたらすであろう問題点を見つけ, その問題の原因を究明することにある。我々はこれまで, 照明や騒音水準が終日ほぼ一定水準に保たれている, いいかえれば, 一日を通して感覚刺激の変化が比較的小さな環境と見られる新生児特別養護施設(以下NICUと省略)に入院している未熟児の睡眠や行動状態について調べて来た。そして, NICU内の照明の程度が未熟児の睡眠を含む行動状態に何らかの影響を及ぼしていることを示唆した結果⁷⁾や, 修正在胎週数で等しい未熟児と健常満期産新生児を比較した場合に睡眠状態に違いのあることを見出し^{8,9)}。Prechtl¹⁰⁾は乳児における睡眠の体制化が中枢神経系の統合と成熟を反映することを明らかにしている。

そこで本研究では、これらの研究における未熟児や満期産児の睡眠や行動状態の結果に注目し、出生直後（修正在胎週数ではほぼ満期産週数の頃）に観察されていた未熟児の行動状態と、これらの児が3才になった時点で測定された知能（発達）指数との関係を遡及的に調べることにより、行動状態の将来の心身発達に関する予測性が検討された。

2. 方 法

2・1 対象児

表1に示されているように、本研究の対象児は、男児6名、女児12名の計18名の超未熟児と極小未熟児であって、全員静岡県浜松市の総合病院聖隷浜松病院小児科NICUに入院していた。これらの児は歴年齢で3才の時点で施行された田中・ビネー知能検査の結果と、医師による発達診断から、心身の発達正常群（以下、正常群）と発達遅滞群（以下、遅滞群）に分けられた。各群は表1の通り、正常群、遅滞群それぞれ12名と6名から成っていた。両群の出生体重、出生迄の在胎週数、並びに24時間の連続観察が行われた時の週令と修正在胎週令の、各変数の平均値間には、有為な差はなかった（出生体重： $t = .752$ ；在胎週数： $t = 1.299$ ；観察時週令： $t = 2.010$ ；修正在胎週令： $t = 1.098$ ；全て $df = 16$, $p > .05$ ）。正常群の児のIQは92—122に分布していた。遅滞群のIQの分布は12—94であって、6名のうち2名は正常な知能を有していたが、身体的に発達遅滞を示していた。残りの4名のうち1名の児については、身体麻痺のため田中・ビネー知能検査が実施出来ず、津守・稲毛発達検査結果が採用された。

なお、これらの対象児が入院時に収容されていたNICU内環境は、終日約500Luxの照明が施され、室温は常時 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度は $50 \pm 5\%$ に保たれていた。騒音水準はICU（集中治療室）とITM（NICU内で退院間近の児の収容部）で幾分異なるけれども、一日の中ではほぼ50—60dBの騒音が存在した。

2・2 観察方法

本研究では対象児の行動状態を直接観察・分析を行うのではなく、24時間連続してビデオレコーダーで観察録画されたテープの必要部分を再生して分析するという方法が採用された。

観察のための録画装置と方法については他の論

Table. 1 Characteristics of groups (Mean and SD).

Group	Normal	Retarded
No. of Infants(Sex)	12(m:5,f:7)	6(m:1,f:5)
Birth Weight(g)	1134.3(227.6)	1030.8(313.5)
Gestational Age at Birth(week)	29.7(2.7)	27.8(2.5)
Postnatal Age at Observation(week)	8.3(2.2)	11.0(3.0)
Postconceptional Age at Observation(week)	38.0(1.7)	38.8(.9)
IQ(DQ) at 3 Years of Age	106.7(7.1)	55.0(32.1)

文¹⁾で詳しく述べられているので、ここでは簡単に記すことにする。NICU内の保育器あるいはコットのななめ上にテレビカメラを設置し、これを通して対象児の行動（全身）が、観察日記（1/100秒まで）を挿入しながらビデオテープに記録された。同種の2台のビデオレコーダーの停止・録画機構を一部電氣的に改修、直結させ、2本のテープの合計録画可能時間毎に録画済みテープと新しいテープを交換するだけで、長時間の録画が可能となった。即ち、一方のレコーダーの録画が終了すると、その停止信号がもう一方のレコーダーの録画機構を作動させ、録画が自動的に開始された。両レコーダーの自動切り換えによって生じる録画空白時間は5秒以下であった。

録画テープには、対象児の全身の様子や行動、観察日時の他に、保育器内やコット内に設置された小型マイクを通して得られた児の発声や泣き声、新生児監視装置（Model HRI74-2J, RI61-2J；米国 Air Shields 社製）の出力端子を利用し、ADコンバーターを介して得られた瞬時心拍率と呼吸率が数字で同時記録されていた。また、録画中の行動はモニターテレビで常時監視することが出来た。なお、NICU内の看護婦達には、観察対象児が常に仰臥位かあるいは側臥位で寝かされている状態にとどめるよう指示される以外は、観察目的等について一切知らされていなかった。

2・3 分析方法

各対象児の24時間録画テープは、先ず5分毎に医師による診察、治療や検査、看護婦による授乳やおしめの交換、検温、体重測定、身体の清拭といったような児の世話の有無、面会のためにNICUを訪れた親達による対象児への接触行為等があるかどうか、チェックリストを用いて調べられた。そしてこのリストに基づき、行動状態の分析のための2時

間の記録が昼(06:00—17:00)夜(18:00—05:00)間の時間帯からそれぞれ1時間ずつ抽出された。抽出のための基準は、①抽出された時間帯には医師、看護婦あるいはその他の人々による対象児への身体的接触のないこと、②直前の授乳後15分から30分間経過後の1時間の記録であること、の2点であった。

このようにして抽出された昼夜間の各1時間ずつの記録について、PrechtlとBeintema¹²⁾の基準に従って、次のような5つの行動状態が1分毎に判定された。即ち、行動状態I:静睡眠、II:活睡眠、III:静かな覚醒、IV:活発な覚醒、V:啼泣、であった。その際には、10秒毎に再生画面から読み取られた呼吸率の値だけでなく、CamposとBlackbill¹³⁾の研究結果に基づき、心拍とその変動性も行動状態の判定に利用された。

3. 結果

昼夜間における行動状態の生起頻度について、正常群、遅滞群別にt検定を行った結果、両群共に、各行動状態の昼夜間の生起頻度にいかなる統計的な有意差も見い出せなかった(正常群:行動状態I: $t = .002$, II: $t = .005$, III: $t = .735$, IV: $t = .013$, V: $t = 1.960$, 全て $df = 11$, $P > .05$; 遅滞群: I: $t = .001$, II: $t = .001$, III: $t = .021$, IV: $t = .001$, V: $t = .054$, 全て $df = 5$, $P > .05$)。

そこで以下本研究の正常群と遅滞群の結果の比較は、昼夜間の1時間分を一緒にして、2時間分の分析結果を用いて行われた。

3・1 睡眠と覚醒の割合

図1は正常群と遅滞群における睡眠と覚醒の割合を示した結果である。睡眠の割合は抽出時間帯の行動状態IとIIの、覚醒は行動状態III、IVとVの生起率をそれぞれ合計して算出された。この図に見られるように、両群の睡眠と覚醒の割合はほぼ完全に一致していることが明らかである。統計的にも両群間に有意差がなかった(睡眠率: $t = .365$, $df = 16$, $P > .05$)。

3・2 各行動状態の生起率

図2は正常群と遅滞群の各行動状態の生起率の結果である。正常群の行動状態IとIIIの生起率が遅滞群を上廻るのに対して、行動状態II、IVとVの生起率は逆に遅滞群が正常群を上廻った。両群間に有意差が認められたのは、行動状態Vだけであった($t =$

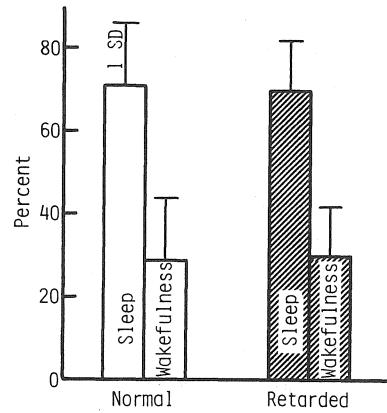


Fig. 1 Mean percent of sleep and wakefulness in Group Normal and Retarded.

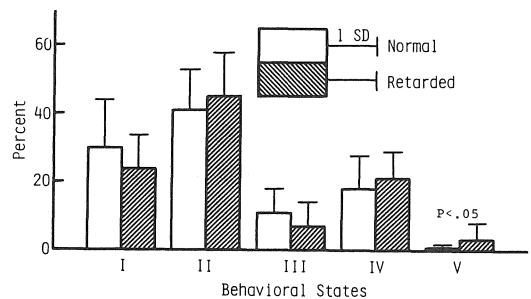


Fig. 2 Mean percent of behavioral states in Group Normal and Retarded.

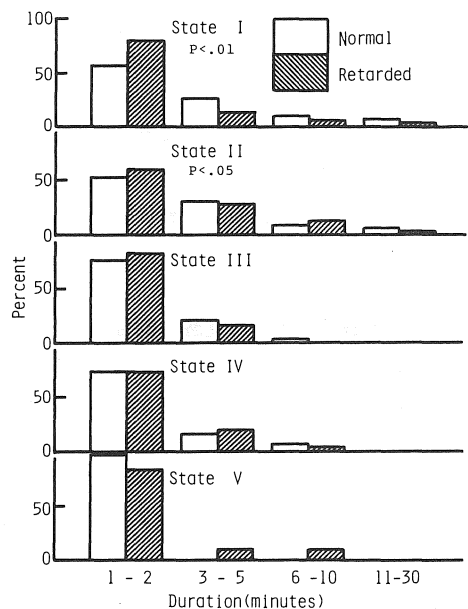


Fig. 3 Distributions of duration (minutes) of behavioral states in Group Normal and Retarded.

2.138, $df=16$, $P < .05$).

3・3 行動状態の持続性

図3は正常群と遅滞群において、一つの行動状態がどの程度の時間持続するかを行動状態別に分析した結果である。この図で明らかのように、遅滞群の行動状態Iは短い時間に集中しているのに対して、正常群では行動状態Iが長く持続する。行動状態IIに関しても、持続時間6-10分の結果を除けば、両群の傾向は行動状態Iの結果と類似している。一方、覚醒状態である行動状態III, IV, Vを見れば、行動状態Vにおいて遅滞群に長期の状態が存在することを除けば、正常群と遅滞群にはあまり差がない。行動状態別に X^2 検定によって両群の差を検定した所、行動状態I ($X^2=13.827$, $df=3$, $P < .01$)とII ($X^2=8.623$, $df=3$, $P < .05$)に有意差があった。行動状態III, IV, Vには、いずれにも有意差は見い出せなかった。

有意差の認められた行動状態IとIIについて更に下位検定を行った結果、行動状態Iにおける3-5分 ($X^2=9.256$, $df=1$, $P < .01$), 6-10分 ($X^2=4.000$, $df=1$, $P < .05$), 11-30分 ($X^2=4.000$, $df=1$, $P < .05$), 行動状態IIの11-30分 ($X^2=10.286$, $df=1$, $P < .01$)の各持続時間ブロックに有意差があり、全ての時間ブロックで正常群が遅滞群の生起率を上廻った。

また、図4は各行動状態の平均持続時間(各行動状態の合計時間/各行動状態の生起頻度)を正常群と遅滞群で比較した結果である。行動状態IからIIIまでは正常群の平均持続時間が遅滞群よりも長いのに対して、行動状態IVとVでは両群の関係が逆になる。両群間の差を検定した結果、行動状態IとIIにのみ有意差があった(I: $t=2.343$, II: $t=2.184$, 共に $df=16$, $P < .05$)。

3・4 静睡眠と静かな覚醒の割合

図5は睡眠中に占める静睡眠、覚醒中の静かな覚醒の割合について正常群と遅滞群を較べた結果である。両結果共、正常群の割合が遅滞群よりも高かったけれども、有意差があったのは静かな覚醒の結果に関してのみであった($t=2.148$, $df=16$, $P < .05$)。

4. 考 察

本研究では、未熟児として生まれ満3才の時点で心身発達が正常であると判定された児と、遅滞と診

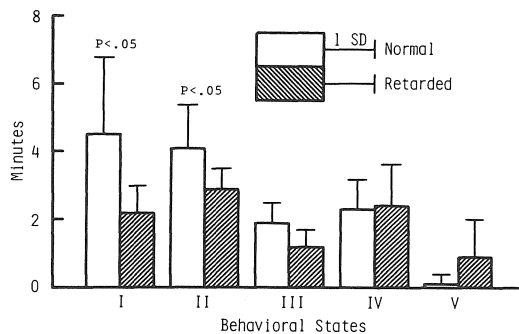


Fig. 4 Mean duration (minutes) of behavioral states in Group Normal and Retarded.

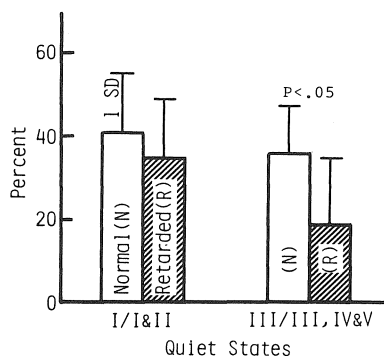


Fig. 5 Mean percent of quiet states (State I and III) in Group Normal and Retarded.

断された児について、NICU入院中に観察録画されていた各児の行動状態の体制化の発達を正常群、遅滞群として比較された。その結果は次のように要約される。(1)心身の発達正常群と遅滞群共に、抽出された昼夜の1時間の睡眠と覚醒の様子には、殆んど差がなかった。(2)抽出された2時間のうち、両群共、その約70%が睡眠に費やされていた。(3)遅滞群の児の方が正常群児に比べて泣くことが有意に多かった。(4)一回の睡眠(行動状態IとII)の持続時間は正常群の方が有意に長かった。(5)静かな覚醒状態の全覚醒中に占める割合は正常群が遅滞群を有意に上廻った。

Parmeleeら¹⁴⁾、母親自身に各自の満期産新生児と乳児を観察させた睡眠発達に関する研究では、新生児期の睡眠時間は一日の約70%であり、しかも新生児期では昼夜間の睡眠量はほとんど同量である。その後の4カ月ほどは昼間の覚醒量と夜間の睡眠量が徐々に増加しつつ、一日約65%が睡眠にあて

られると報告されている。このような満期産児の一日の総睡眠量に関する研究結果を、未熟児を対象とし、昼夜間からそれぞれ抽出された2時間を分析した本研究は支持したといえる。このことは修正在胎週数ではほぼ満期に達した本研究の対象児達が正常な満期産新生児と睡眠発達面で一致していることを示唆している。

一方他の Parmelee ら¹⁵⁾の、未熟児と満期産児における3時間分の睡眠を、静睡眠、活睡眠、静、活、いずれとも判定出来ない移行睡眠別に細分化し、分析した研究では、我々の研究の対象児の38~39週と同じ修正在胎週数の未熟児の平均静睡眠量が20~25%、活睡眠が約60%、移行睡眠が16~20%であるのに対し、満期産児は静睡眠34%、活睡眠約50%、移行睡眠16%と報告され、未熟児の静睡眠の量が少ないことが明らかにされている。本研究の未熟児の結果は、この Parmelee らの満期産児の結果と一致し、未熟児の結果と異っている。未熟児の結果についての本研究と Parmelee らとの相違の原因として、彼等の研究が1967年に行われたものであり、今日の未熟児医療やケアの進歩を考慮するならば、Parmelee らの対象児より我々の観察した未熟児達がより良く発達していたのではないかと考えることが出来るかもしれない。あるいはまた、Parmelee らの研究で観察された対象児の数が、本研究よりも少なく、未熟児、満期産児とも4~7名であり、むしろ Parmelee らの結果を一般化することが無理であったのかもしれない。

Anders¹⁶⁾は乳児の睡眠と覚醒の状態が乳児の生理的機能の「窓」と考えることが出来ることを示唆している。即ち、乳児の内的条件に重大な損傷がある場合には、行動状態に障害がもたらされることになる。これまでのいくつかの研究で、中枢神経系を含む神経学的発達に幾分の遅れが予想される未熟児と正常な満期産新生児を用いて睡眠状態¹⁷⁾や行動状態¹⁸⁾の比較が行われてきた。特に後者の研究では、児が一人か、母親と一緒にといった社会的条件も加えられた事態で、同じ出生後週令において2~5週で観察された未熟児と満期産児の行動状態には著しい違いがあり、一人でいる時の未熟児は満期産児に比べてよくむづかり、泣き、まどろみの睡眠が多いことが明らかにされた。この Davis と Thoman の研究における未熟児の行動状態の特徴と、我々の研究での遅滞群の児の行動状態とがよく似ていること

に気づく。即ち、前述のように、本研究の、3才時で心身の発達遅滞と判定された遅滞群の児が、修正在胎週数令で同じ正常群の児よりも泣くことが多く、まどろみと区別が困難な行動状態IIである活睡眠の睡眠中に占める割合が高く、しかもむづかりを含む活発な覚醒が多かった。このような遅滞群の結果を、中枢神経系の発達の遅滞を反映したものであると解釈することが出来るであろう。そして、出生時に存在した中枢神経系の発達の未熟性が3才時まで持続されていたと推察することが出来る。

最後に、我々の今回の研究は出生直後の未熟児の行動状態が将来の心身発達の一つの予測的能力をもつ可能性を示唆した。Ross ら¹⁹⁾も指摘しているように、特に未熟児として生れた児の将来の発達を正確に予測することが大切である。何故なら、早期の問題の発見がそれに対処する介入治療や刺激作用を、児達が小さな年令段階から始めることが可能となるからである。しかしながら、本研究の遅滞群の構成が幾分不十分で、心身両方の発達遅滞児から成っている所から、ここでは厳密な結論を下すことは出来ない。それでも、本研究では、「寝る子は育つ」という格言の中の「寝る」という言葉が静睡眠を指す言葉であることを見出したともいえる。今後、対象児の数を増やすと共に、群構成を正確にして、この問題に一層の検討を加えることが必要であろう。

5. 要 約

本研究の目的は、出生直後（修正在胎週数で満期時）に観察された行動状態と3才時で施行された知能（発達）検査結果との関係を未熟児を対象に調べることであった。3才時に心身の発達が正常と判定された正常群と発達遅滞と診断された遅滞群の各児の行動状態が、24時間連続観察録画されていた記録テープから抽出された昼夜間1時間ずつ計2時間の時間帯について、分析された。

その結果、正常群と遅滞群の睡眠量（約70%）には差はなかったけれども、正常群の児に比べて、遅滞群の児は泣くことが多く、一回当りの睡眠持続時間も短かかった。また、正常群の児は静かな覚醒状態にあることが多かった。

以上のような結果から、本研究に関する限り、出生直後の行動状態が少なくとも3才迄の心身の発達を予測することが出来る結論することが出来る。

（本研究の結果の一部は、1987年第9回国際行動発

達学会で発表された。また本研究は、昭和62年度金城学院特別研究助成費で助成されていた。3才時の知能検査を行って下さった神谷育司、齋藤さつきの両氏、並びに、観察の助けを提供された聖隷浜松病院小児科NICUのスタッフ、看護婦の皆様へ感謝致します。)

引用文献

- 1) 南山堂 編, 医学大辞典, 16版, 南山堂, 東京, 1978.
- 2) 厚生省大臣官房統計情報部 編 人口動態統計, 厚生統計協会, 東京, 1987.
- 3) 石塚 祐吾, 低出生体重児の疫学, 周産期医学, 17, 497-507, 1987.
- 4) 柴田 隆, 加藤 友義, 齋藤 久子, 神谷 育司, 小川 次郎: 周生期・出生後障害 - 極小未熟児・特発性呼吸窮迫症候群・新生児化膿性髄膜炎の Follow Up Study, 神経の進歩, 19, 311-321, 1975.
- 5) 犬飼 和久, 西尾 公男, 外園 芳美, 鬼頭 秀行, 吉沢 邦重, 小川 次郎, 内堀さつき, 海谷 忠良, 石川 達也, 神谷 育司, 柴田 隆: 聖隷浜松病院NICUにおける極小未熟児の遠隔成績, 周産期医学, 14, 1361-1366, 1984.
- 6) Bowman, E. & Yu, V. Y. H.: Continuing morbidity in extremely low birthweight infants, *Early Hum. Develop.*, 18, 165-174, 1988.
- 7) Shiroiwa, Y., Kamiya, Y., Uchibori, S., Inukai, K., Kito, H., Shibata, T. & Ogawa, J.: Activity, cardiac and respiratory responses of blindfold preterm infants in a neonatal intensive care unit, *Early Hum. Develop.*, 14, 259-265, 1986.
- 8) 横地 健治, 犬飼 和久, 白岩 義夫: 神経予後からみた新生児行動, 日本新生児学会雑誌, 24, 68-75, 1988.
- 9) Yokochi, K., Shiroiwa, Y., Inukai, K., Kito, H. & Ogawa, J.: Behavioural state distribution throughout 24-h video recordings in preterm infants at term with good prognosis. *Early Hum. Develop.*, 1989, 19, 183-190.
- 10) Prechtl, H. F. R.: The behavioral states of the newborn infants (a review). *Brain Res.*, 76, 185-212, 1978.
- 11) 白岩 義夫, 神谷 育司, 加藤 実, 内堀さつき, 犬飼 和久, 柴田 隆, 小川 次郎: 未熟児における日内リズムの発達, 周産期医学, 13, 1971-1976, 1983.
- 12) Prechtl, H. F. R. & Beintema, D.: The neurological examination of the full term newborn infant, *Clinics in Developmental Medicine*, No. 12, William Heineman, London, 1964.
- 13) Campos, J. J. & Blackbill, Y.: Infant state: Relationship to heart rate, behavioral response and response decrement. *Develop. Psychobiol.*, 6, 9-19, 1973.
- 14) Parmelee, A. H. Jr., Wenner, W. & Schultz, H.: Infant sleep pattern from birth to 16 weeks of age. *Journal of Pediat.*, 65, 576-582, 1964.
- 15) Parmelee, A. H. Jr., Wenner, W. H., Akiyama, Y., Schultz, M. & Stern, E.: Sleep states in premature infants, *Develop. Med. Child Neurol.*, 9, 70-77, 1967.
- 16) Anders, T. F.: The infant sleep profile, *Neuropadiatrie*, 5, 425-442, 1974.
- 17) Stern, E., Parmelee, A. H. & Harris, M. A.: Sleep state periodicity in prematures and young infants. *Develop. Psychobiol.*, 6, 357-365, 1973.
- 18) Davis, D. H. & Thoman, E. B.: Behavioral states of premature infants: Implications for neural and behavioral development, *Develop. Psychobiol.*, 20, 25-38, 1987.
- 19) Ross, G., Lipper, E. & Auld, P. A. M.: Early predictors of neurodevelopmental outcome of very low-birthweight infants at three years, *Develop. Med. Child Neurol.*, 28, 171-179, 1986.

(受理 平成元年1月25日)