

## 《原著》

# 人工内耳装用児の言語・認知神経心理学的諸能力 —装用年齢の異なる症例での比較検討—

生田真子 森 寿子 川崎美香  
森 尚彫<sup>\*1</sup> 黒田生子<sup>\*2</sup> 藤本政明<sup>\*1</sup>

## The Speech-language and Cognitive-Neuropsychological Abilities of Deaf Children Wearing Cochlear Implants : Comparable Examination on the Cases Started Wearing Cochlear Implant from Different Ages

Masako IKUTA Toshiko MORI Mika KAWASAKI

Naoe MORI<sup>\*1</sup> Seiko KURODA<sup>\*2</sup> Masaaki FUJIMOTO<sup>\*1</sup>

**Abstract** : We followed and investigated about the speech-language and cognitive-neuropsychological abilities of two cases, started wearing cochlear implant(CI in the followings) from different ages. And we compared and examined the effects of the age of started wearing CI on the development of them. The results were as follows; Case-A started wearing CI in age of 2, he could achieve the normal developmental level as his calendar age on speech-language and cognitive-neuropsychological abilities. Case-B started wearing CI in age of 6, it was remarkable he restarted in order of his recognition of vocabulary, verbal-intelligence, abilities of articulation, speech-hearing, for the lateness of started wearing the hearing aided devices. It was suggested that they could have the possibility of acquisition of speech-language abilities practically using their hearing, if we would have CI worn on them before age of 3.

**Key words** : 先天性聾児(deaf children in born), 人工内耳(cochlear implant), 装用年齢の比較 (comparison of the ages started wearing cochlear implants), 言語・認知神経心理学的能力(speech-language and cognitive-neuropsychological abilities), 聴覚活用の適期(sensitive period of auditory training)

### はじめに

森<sup>1)</sup>は、重度聴覚障害児を対象とした研究で、聾児が聴覚を活用して音声言語能力を年齢相応に獲得するためには、以下の言語学習のための条件を整える必要があることを指摘している。すなわち、生まれてすぐに聴覚補償を行うこと、そのうえで2歳頃までに聴覚活用訓練を実施して聴覚を活用できる状態にすること、それらのことが2歳

頃までに適切に行われると、3歳頃までに視覚・聴覚の両方の感覚器を活用して言語学習のための情報伝達回路網が形成され、その後の言語学習も年齢相応に行われるが、2歳頃までに聴覚活用がなされず、その結果3歳頃までに言語学習のための情報伝達回路網の形成がなされないと、その後の言語学習は大きく遅滞すると述べている。そこで、本研究では、人工内耳(Cochlear Implant以下CI)装用年齢が異なる2症例の言語・認知神経心理学的能力を追跡調査し、森の指摘の妥当性を検討考察したので報告する。

\* 1 医療法人藤本耳鼻咽喉科クリニック

\* 2 帝京平成大学健康メディカル学部

## 症 例

研究の対象とした症例は、藤本耳鼻咽喉科クリニック（以下Fクリニック）で音声言語獲得訓練を実施した先天性聾児2例である。症例Aは生後3ヵ月時に補聴器(Hearing Aid, 以下HA)を装着し、生後10ヵ月時にFクリニックを受診、2歳1ヵ月時にO大学病院にて左耳にCIを装着した。7歳0ヵ月(平成18年11月末)の現在もFクリ

ニックにて言語指導を受けている。症例Bは1歳7ヵ月時にHAを装着し、2歳4ヵ月時にFクリニックを受診、6歳0ヵ月時にO大学病院にて右耳にCIを装着した。なお、Fクリニックでの指導に加えて3歳4ヵ月時より聾学校幼稚部へ入園、6歳3ヵ月時より難聴学級へ入学した。9歳0ヵ月の現在(平成18年11月末)もFクリニックにて言語訓練を受けている。2例とも聴覚障害以外の問題はなく、Fクリニック受診までの経緯と初診時の状態を表1にまとめた。

表1 2症例のFクリニック受診までの経緯と初診時の状態

	A : CI装着2歳	B : CI装着6歳
難聴発見時期	生後4日目	1歳6ヵ月
HA両耳装着および訓練開始時期	生後3ヵ月	1歳7ヵ月
裸耳聴力	右104dBHL 左100dBHL	右左100dBHL ↓
HA両耳装着時聴力	50dBHL	50dBHL
CI装着時聴力	25dBHL	25dBHL
初回評価時の田中ビネー式	CA 1歳10ヵ月 IQ82	CA 2歳10ヵ月 IQ59 ↓
初回評価時の大脇式	CA 1歳11ヵ月 IQ148	CA 3歳2ヵ月 IQ116

## 研究の方法

症例Aは、生後10ヵ月時より7歳0ヵ月時までの6年2ヵ月間、症例Bは、2歳4ヵ月時より9歳0ヵ月までの6年8ヵ月間、Fクリニックで

4名の言語聴覚士 (Speech Therapist, 以下ST) が音声言語の獲得訓練を、週1~2回 (1回40分) 実施しながら、表2にあげた言語・認知神経心理学的諸検査を定期的に行い、その間の発達経過をまとめた。

表2 症例に実施した言語・認知神経心理学的諸検査

1) 語音聴取能力	日本聴覚医学会版67語表を使用し、聴覚のみでの単音節と単語の聴取率を算出
2) 構音能力	日本音声言語医学会版構音検査を使用・文字ないし絵を提示して音声表出させ、発話を録音し、それを再生して4名のSTが正答率を算出
3) 知能	絵画語い発達検査(PVT)を用いて標準偏差(SS)を算出
4) 語彙理解力	田中ビネー式知能検査でIQを算出 WPPSI・WISC-IIIで言語性IQを算出
5) 読書力	金子書房版幼児・児童用読解読書能力検査で評価段階を算出

## Fクリニックでの指導経過

Fクリニックでの指導に加え、症例Aは、難聴幼児通園施設での指導を併用し聴覚口話法での指導を受け、それに対し、症例Bは難聴幼児通園施設や聾学校幼稚部、難聴学級での指導を併用し、トータルコミュニケーション法 (音声に手話、

キュー、ジェスチャーなどを使用) での指導を受けた。Fクリニックでは聴覚一口話法での指導を主とし、その指導概要は以下の通りであった。

1. 基本的態度の形成訓練(聴覚活用・発声・発語訓練): A (10ヵ月~2歳7ヵ月), B (2歳4ヵ月~2歳7ヵ月)

言語学習と発声・発語のための基本的態度の形

成訓練を行った。椅子に座る,顔をきちんとみる,人の話を聞くなどの指導を通して,聴覚と視覚の両方が活用できること・口形カードや絵カードを用いて音声模倣や復唱ができるなどの訓練を実施した。

2) 音声言語の理解・表出訓練, 語彙理解訓練・質問応答訓練・読み書き訓練: A (2歳8ヵ月～6歳5ヵ月), B (2歳8ヵ月～6歳4ヵ月)

文字を習得させ, 音声言語の理解・表出を促進するとともに, 5W1Hの質問に答える訓練と読み書き訓練を実施した。

3) 発音指導: B (6歳5ヵ月時～)

絵カードや絵本, 教科書などを用い, 聴覚だけでなく視覚からの情報も利用して発音指導を行った。症例Aについては, 自然に正しい構音を獲得したので, 特に集中的な発音指導を行わなかった。

## 結果

### 1. 語音聴取能力 (図1)

2歳でC Iを装用した症例Aでは, 装用1年後の3歳時には単音節100%, 単語95%正しく聴取できた。4歳時には単音節・単語ともに100%聴取可能となり, その後も安定した結果が得られた。6歳でC Iを装用した症例Bでは, C I装用前の5歳時には0%であったが, 装用1年後の7歳時には単音節, 単語ともに100%聴取できた。なお, 2例とも文章の聴取能力は今回算出していない。

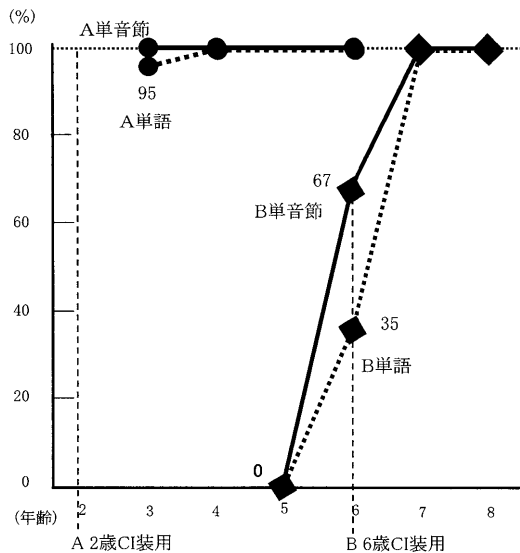


図1 語音聴取能力

### 2. 構音能力 (図2)

症例Aの3歳時の単語の正答率は60%であったが, 5歳以降は単音節・単語ともに100%の正しくいえた。これに対して, 症例Bでは5歳時に単音節は40%, 単語は4%の正しくいえ, 人工内耳装用2年後の8歳時にも単音節は75%, 単語は60%正しくいえたのみであった。

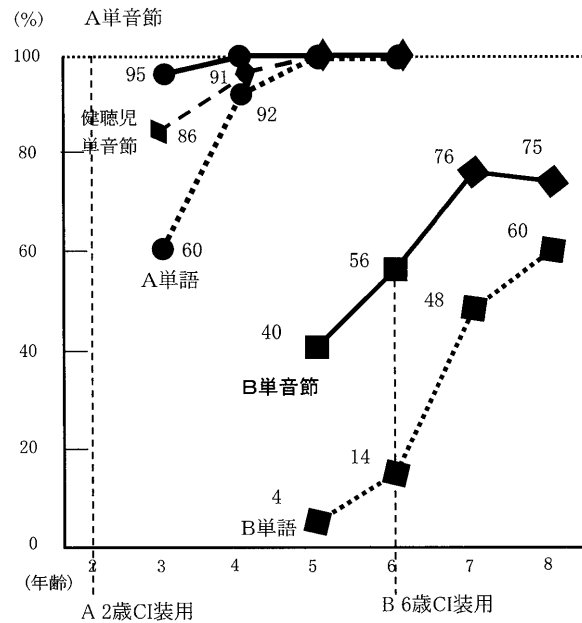


図2 構音能力

### 3) 知能 (図3, 4)

田中ビネー式知能検査による全般的知能は, 症例Aでは人工内耳装用前の1歳時にIQ82と遅滞は認められず, 人工内耳装用後も2歳時にIQ121, 4歳時にIQ124という結果であった。症例Bでは, 2歳時にはIQ59と遅滞していたが, 人工内耳装用前の5歳時にはIQ120と改善していた。しかし, 項目別に見ていくと症例Bでは, 言語的な課題である3歳レベルの物の定義, 5歳レベルの反対類推が困難であった。

WPPSI知能検査, WISC-III知能検査による言語性知能は, 症例Aでは人工内耳装用1年後の3歳時にIQ109という結果が得られ, その後も4歳時にIQ126, 5歳時にIQ130, 6歳時にIQ124と安定した結果が得られた。これに対し, 症例Bでは人工内耳装用前の5歳時にIQ61と遅滞しており, 術後1年の7歳時にIQ85, 8歳時にIQ92と改善が認められた。な

お、動作性知能は2症例とも初回評価時より正常で、2症例間に差はなかった。

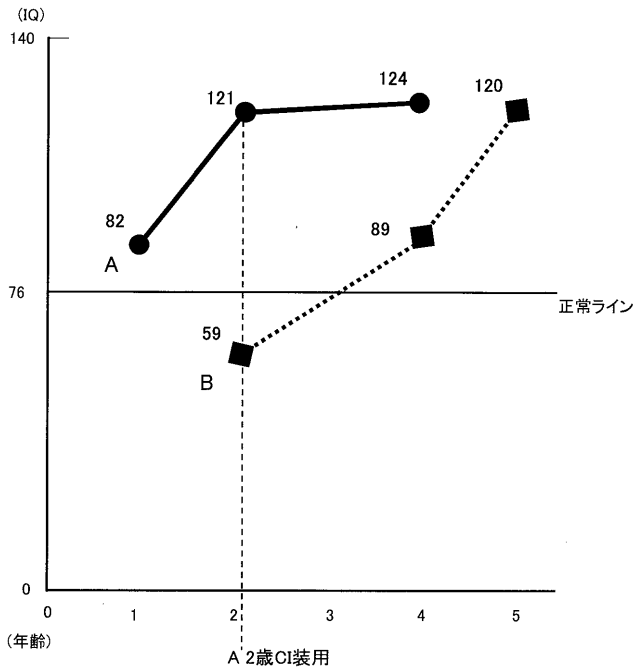


図3 全般的知能

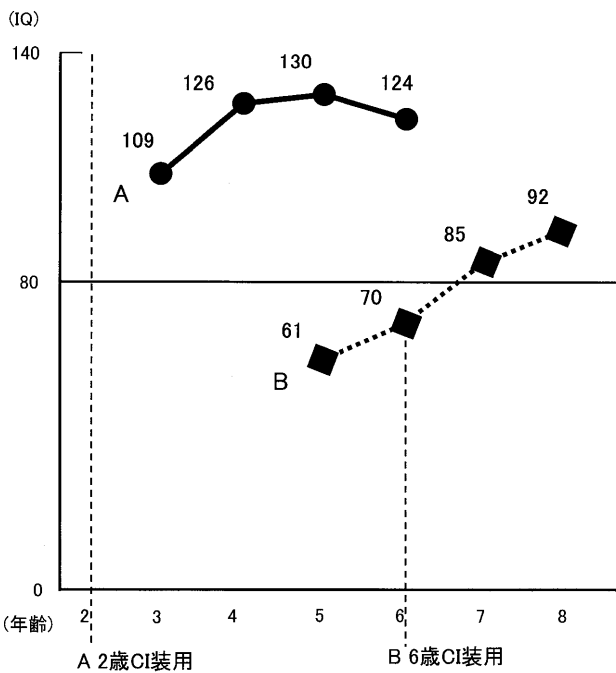


図4 言語性知能

4. 語彙理解力 (図5)

症例Aでは人工内耳装用1年後の3歳時にSS13、6歳時にもSS13と安定した結果が得られた。これに対し、症例Bでは4歳時にSS3、5歳時にSS6で、人工内耳装用2年後の8歳時にもSS4と

遅滞していた。

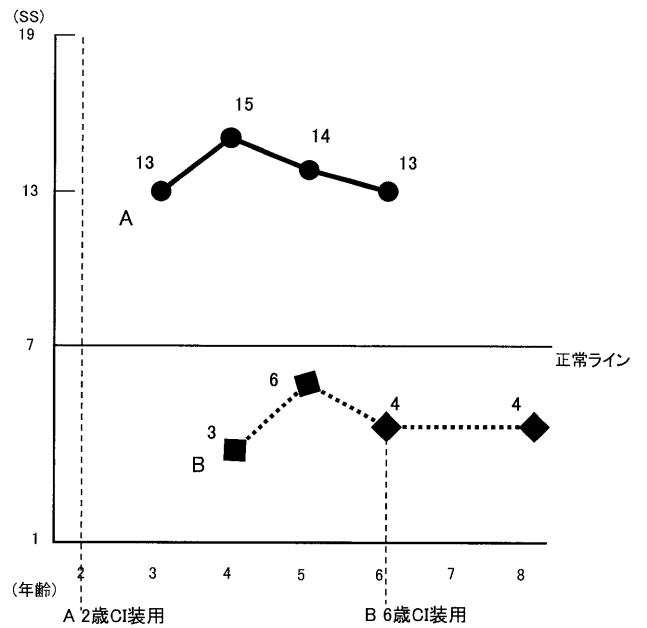
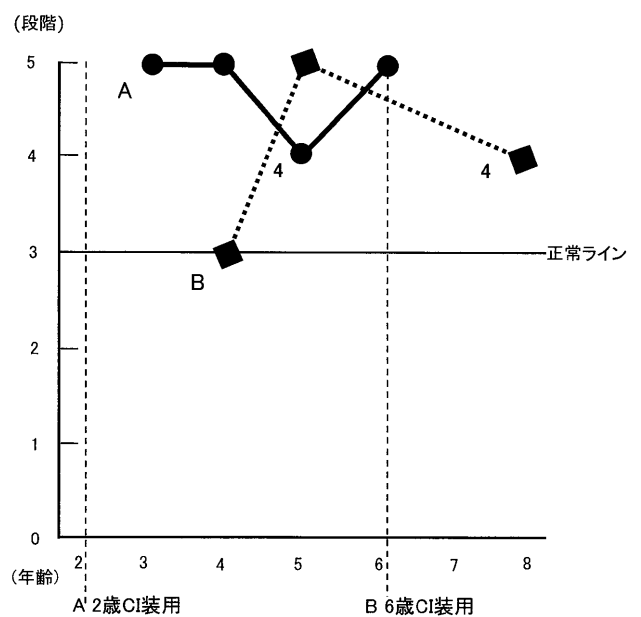


図5 語彙理解力

5. 読書力 (図6)

症例Aは3歳時に段階5、5歳時に段階4、6歳時には段階5で、一貫して段階3を超える結果であった。症例Bは4歳時に段階3、人工内耳装用前の5歳時には段階5となり、装用2年後の8歳時にも段階4という結果であった。症例Bでは下位項目にばらつきはあったものの、総合的に見ると症例Aとの大きな差は認められなかった。



註：1は劣、2は下、3は中、4は上、5は優と評定される。

図6 読書力

## 考 察

C I 装用年齢が異なる 2 症例の言語・認知神経心理学的諸能力を追跡調査した結果、最も差がみられたのは語彙理解力で、ついで W P P S I 言語性 I Q, 構音能力, 語音聴取能力の順であった。全般的な知能や読書力では差がみられなかった。また、症例 B の語音聴取能力と構音能力を比較すると、構音能力は明らかに遅滞した。

### 1. 語彙理解力・V I Q について

池原ら<sup>2)</sup>は小児の言語獲得には臨界期があり、この時期を過ぎると習得がきわめて困難になるため、特に高度難聴児に対しては聴能言語訓練を臨界期である 2 歳までにできるだけ早期に開始することが必要だと述べている。渡辺<sup>3)</sup>も先天聾に人工内耳の装用は有効であるが年齢の壁があるため、幼児の言語発達過程から考えても 5 歳を上限とし、2 歳台が望ましいとしている。また、君付ら<sup>4)</sup>は、中～高度難聴の存在は小児の言語発達、ひいては知的発達に大きな影響を及ぼすと述べている。廣田ら<sup>5)</sup>は、児に聴覚と視覚の両方の情報が提供された場合には、100dB 以上の聴覚障害受容が容易な視覚系の情報に依存する傾向が強くなると考察しており、内藤<sup>6)</sup>も側頭葉の神経回路の発達において聴覚言語と視覚言語は競合関係にあるとしている。船坂<sup>7)</sup>は単語や文の理解には聴覚中枢のみでなく、海馬や大脳基底核の関与も必要であると指摘し、言語野の髄鞘化の完成は 4～5 歳であると述べている。城間ら<sup>8)</sup>は、言語の聴覚的理解は音韻処理能力の他に語彙処理能力、意味処理能力、統語処理能力などの他に知能・認知・記憶・注意力といった高次脳機能が複雑に統合されて可能になると述べている。症例 A の語彙理解力と V I Q が正常に発達したのに対し、症例 B で著しい遅滞が認められたことは、聴覚が十分に使えず、発達が視覚系に依存したために、感覚の統合がうまくなされず、また、言語野の髄鞘化が完成する 4～5 歳までに十分な音声刺激がなされなかったため、語彙理解力と V I Q が遅滞し

たことが示唆された。

### 2. 語音聴取能力・構音能力について

内藤<sup>9)</sup>は一次聴覚野の機能はある程度先天的に確保されるが、聴覚連合野の機能的発達には生後の言語音聴取に大きく依存していると述べており、語音聴取能力は一次聴覚野に加え、聴覚連合野レベルの活動が関わっているため、生後早期からの聴覚的な言語刺激が十分になされないと、語音聴取能力に影響を及ぼすことが考えられる。

本庄<sup>10) 11)</sup>は、構音能力は語音聴取能力に依存して発達するが、語音聴取能力に加えて、ブローカ野、運動野、補足運動野、小脳など多くの脳機能局在部位の働きが必要であると述べている。また内藤<sup>6)</sup>は、側頭葉連合野の神経回路網は生後の言語聴取に強く依存して発達し、一定の年齢を過ぎるとその可塑性が低下し、その後の音声入力がなされても神経回路網の発達は期待できないと考察している。特に症例 B にみられた語音聴取能力と構音能力の結果の差は、人工内耳装用年齢が遅れ、聴覚活用が十分にできず、より高次のこれらの脳機能局在の連携が発達的に遅れたためと考えられる。

### 3. 全般的知能・読書力について

症例 A と B では全般的な知能や読書力では差がなかったが、これは右脳の機能とされる文字などの視覚的情報処理過程には問題がなかったためと考えられた。

### 4. 人工内耳装用年齢について

今回の結果では、人工内耳を 2 歳代で装用した症例 A は、ほぼ年齢相応に音声言語を獲得したのに対し、人工内耳を 6 歳代で装用した症例 B は、言語・認知神経心理学的諸能力の獲得に明らかな遅滞が認められた。船坂<sup>12)</sup>は、脳のことばにあずかる部位は、耳から入る言葉刺激があつて初めて発達し、これは 0～3 歳までに著しく、5～6 歳を過ぎると発達にかげりがみえてくるとしている。内藤<sup>6)</sup>は、高度難聴をもつ小児の言語発達のためには、生後早期から補聴器あるいは人工内耳を介して大量の言語刺激が必須で、これによって聴覚連合野に神経回路が形成されていくと考え

られるが、幼児期を過ぎるとその可塑性は急速に低下し、人工内耳により言語の入力を行っても新しい神経回路は容易に形成されなくなるとした。今回の結果は、これらの知見を支持するものであり、人工内耳を聴覚活用の適期である2～3歳前に装着することで、言語・認知神経心理学的能力が年齢相応に獲得されることが考察された。

## 結 語

今回は症例が少なく本研究のみで結論を出すことは出来ないが、以下のことがわかった。

1) CIを3歳までに装着させて、言語学習のための条件を整えることによって、聾児であっても聴覚を活用して言語・認知神経心理学的能力を年齢相応に獲得できた。

2) 2～3歳までに十分な聴覚活用を行って4～5歳ごろまでに言語野の髄鞘化がなされないと、言語・認知神経心理学的能力はより深刻なダメージを受けることが確認できた。

これらから、理想的には聴覚活用の適期である3歳頃までにCIを装着させることが望ましいことが示唆され、森の指摘の妥当性を検討できた。

本論文の要旨は、第51回日本音声言語医学会総会・学術口演会(2006年10月、京都市)にて口演した。

## 引用参考文献

- 1) 森 寿子：改訂版 重度聴覚障害児の音声言語の獲得－9歳の壁打破 聴覚活用法からの言語教育理論の提言－。にゅーろん社，2004。
- 2) 池原由香，加我君孝，津田幸子：新生児聴覚スクリーニング。小児科診察，第65巻，3号：308－384，2002
- 3) 渡辺千寿子：先天聾児への人工内耳装用後の実際。40：1；52－61,1997。
- 4) 君付 隆，小宗静男：難聴。小児科臨床 Vol.54 No.12,2308－2310，2001。
- 5) 廣田栄子，田中美郷，前田知佳子，他：聴覚障害児における幼児期の言語メディアと音声言語発達との関係。

音声言語医学vol.29 No.3,p287-295,1988.7.

- 6) 内藤 泰：聴覚の皮質受容機構とその可塑性。臨床脳波，41：279-284，1995。
- 7) 船坂宗太郎：人工内耳－その機構と臨床応用成果－。医学のあゆみ,Vol.188 No.6：723－727,1999.9。
- 8) 城間将江，松永達男：人工内耳装用者の聴取に関する考察。I R Y O Vol.58 No.9：525－527,2004。
- 9) 内藤 泰：人工内耳による聴覚機能。Cognition and Dementia, vol.4 no.2：25－30，2005。
- 10) 本庄 巖：脳からみた言語 脳機能画像による医学的アプローチ。中山書店，1997。
- 11) 本庄 巖：改訂第2版 人工内耳。中山書店，1999。
- 12) 船坂宗太郎：人工内耳幼児適用とその訓練法。耳展41：1：8-14,1982。
- 13) 楯谷一郎，内藤泰：PETによる聴皮質機能の評価。臨床脳波，43：632-636,2001。
- 14) 加我君孝：新生児スクリーニング，補聴器，人工内耳。日小医会報 No.28：380－384,2004。
- 15) 倉内紀子：人工内耳のリハビリテーション。診断と治療，90：417－425,2002。
- 16) 清水真澄，本多美香，安部清孝，洞口 堯：新生児難聴の早期発見の意義－産婦人科専門病院で行われた新生児聴覚スクリーニング検査結果について－。医学検査 vol.53 No.10：1241－1244,2004。
- 17) 田中美郷：言語発達のトラブルとケア①症状と疾患について。チャイルドヘルス vol.8 no.2：11－16，2005。
- 18) 大内美南：言語発達の遅れを認める児の診かた。小児科診察，6号：845－901，2004。