

200828003A

厚生労働科学研究研究費補助金  
感覚器障害研究事業

先天性難聴児の聴覚スクリーニングから就学後  
までの補聴器・人工内耳装用効果の総合追跡研究

平成20年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 加 我 君 孝

平成21（2009）年3月

厚生労働科学研究研究費補助金  
感覚器障害研究事業

先天性難聴児の聴覚スクリーニングから就学後  
までの補聴器・人工内耳装用効果の総合追跡研究

平成 20 年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 加 我 君 孝

平成 21 (2009) 年 3 月

# 目 次

## I. 総括研究報告

就学年齢の人工内耳装用児の言語性IQ-聴覚口話法の  
通園施設と手話中心のろう学校の比較-

加我君孝・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1

## II. 分担研究報告

1. SLTA-ST を用いた談話分析の試み

福島邦博・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 9

2. 人工内耳と補聴器両耳聴 (bimodal) の統計

-117名の人工内耳のデータから

神田幸彦・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 13

3. 埼玉県的新生児聴覚スクリーニング

-10年目の成果と問題点-

坂田英明・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 21

4. 小児難聴に対する系統的遺伝子解析の検討

松永達雄・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25

5. 軽度発達障害を合併する人工内耳装用児の検討:

評価および療育方法について

内山 勉・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 33

III. 研究成果の刊行に関する一覧表・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 42

IV. 研究成果の刊行物・別刷・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 45

## 就学年齢の人工内耳装用児の言語性IQ

### —聴覚口話法の通園施設と手話中心のろう学校の比較—

研究代表者	加我 君孝 (東京医療センター・臨床研究センター センター長)
研究分担者	坂田 英明 (目白大学 教授)
	内山 勉 (東京医療センター・臨床研究センター 研究員・ 富士見台聴こえとことばの教室 副施設長)
研究協力者	新正由紀子 (東京医療センター・臨床研究センター 研究員)

#### 研究要旨

就学年齢 (6 歳)、人工内耳手術を受けた先天性難聴児の言語性 IQ が、どの程度に到達しているか調べた。東京の難聴児通園施設で教育を受けたものを、他に問題のないものと、学習障害や自閉を合併したものに分け、同時に関東のある県の公立ろう学校の幼稚部で教育を受けたものを対象とした。研究方法は幼小児の知能検査である WPSI を用いた。その結果、言語性 IQ は高いほうから①難聴児通園施設で他に合併症のないもの、②県立ろう学校、③難聴児通園施設で、学習障害や自閉症を合併するものの順になった。これは①では聴覚口話法のみ、②では手話中心で聴覚口話の教育は短時間であること、③は高次機能の障害が合併しているためにこのような順になったと考えられる。

#### 研究分担者

福島邦博 岡山大学 講師  
坂田英明 目白大学 教授  
神田幸彦 神田耳鼻咽喉科 ent クリニック 院長  
松永達雄 東京医療センター・  
臨床研究センター 室長  
城間将江 国際医療福祉大学 教授  
内山 勉 東京医療センター・  
臨床研究センター 研究員  
富士見台聴こえとことばの教室  
副施設長

術前術後の療育施設は難聴児通園施設、あるいはろう学校であり、その教育方法は異なる。

われわれは就学年齢を迎えた人工内耳装用児の言語性 IQ について、就学前教育を聴覚口話法だけの教育方針の難聴児通園施設で教育を受けた場合と、手話中心に聴覚口話法を併用するろう学校で教育を受けた場合を比較し、教育方法の違いの影響を言語性 IQ と動作性 IQ を分けて調べたので報告する。

#### A. 研究目的

補聴器の費用効果の乏しい先天性高度難聴児に対しての人工内耳手術は、わが国でも全国的に普及した。一方、新生児聴覚スクリーニングが全国の約 60% の地域で実施されており、その影響は生後 6 ヶ月までの早期発見と補聴下の早期教育が普及し、かつ人工内耳手術はかつて 3 ~ 4 歳であったのが 2 歳代と早期になっている。

#### B. 研究方法

対象：東京の聴覚口話法のみを教育方針として掲げる難聴児通園施設と、手話を中心として聴覚口話法を併用する教育を伝統的に行ってきた関東のある県の公立ろう学校幼稚部の生徒を対象とした。前者が難聴のみで他の合併症がない 16 例 (A 群)、及び学習障害や自閉を伴う 9 例 (C 群) と、後者が難聴のみで他の合併症がない 7 例 (B 群) が対象である。いずれも就学年齢で人工内耳を装用している 6 歳児である。以

上の対象を3群に分けて調べた。

方法：幼小児の知能検査法である国際的に標準化されている WPSSI を用いて、言語性 IQ と動作性 IQ に分けて評価することにした。動作性 IQ については3群ともほぼ同等であり、人工内耳装用児として言語性 IQ が比較できるようにした。

(倫理面の配慮) 研究のフィールドと個人についてはわからないように配慮した。

### C. 研究結果

1. A 群(難聴児通園施設で難聴以外の他の合併をしていない人工内耳装用児群)の言語性 IQ の平均値は 95、動作性 IQ の平均値は 121、合計した IQ 値は 216 であった。
2. B 群(ろう学校で、難聴以外に他の問題を合併していない人工内耳装用児群)の言語性 IQ の平均値は 66、動作性 IQ の平均値は 99、合計した IQ 値は 165 であった。
3. C 群(難聴児通園施設で難聴に加え、学習障害・自閉を伴う群)の言語性 IQ の平均値は 53、動作性 IQ の平均値は 102、合計した IQ 値は 155 であった。

以上の3群の動作性 IQ は A、B、C の3群の間に統計的な有意差を認めなかった。一方、言語性 IQ は A 群と B 群の間に、有意な差を認めた。さらに A 群と C 群の間、及び B 群と C 群の間にも有意な差を認めた。

### D. 考察

哲学者や言語学者が、言語はコミュニケーションと思考の道具であると看破したのは、医学的にも鋭い洞察である。就学年齢の子供に対する知能検査である WPSSI や WISCⅢ-R は、言語のコミュニケーションとしての道具の面を主に評価している。しかし、その検査方法の中には“思考の道具”としての面も必然的に含まれている。就学して、読み書きを身につけて初めて言語は思考の道具となる。

言語性 IQ の評価基準であるが、130~70 が標

準、69~50(軽度)、49~35(中等度)、34~20(重度)、19~(最重度)とみなされている。今回の研究では、A 群の難聴児通園施設の人工内耳装用児の言語性 IQ は平均が 95 で標準範囲内であり、B 群のろう学校で教育を受けた人工内耳装用児の言語性 IQ の平均が 66 でボーダーラインにあることがわかる。C 群の学習障害や自閉を伴うと標準以下であることがわかる。

音声言語を身につけさせるには、言語学者のチョムスキーはシャワーの如く言葉を浴びせることであるという。この本質は、聴いて考え、考えた内容を言葉で表現するやりとりを、毎日毎日繰り返すことで身につくということであろう。発達期の脳の可塑性があるうちに、家庭でも療育施設でも繰り返すことで、聴覚的な認知と理解が進歩し、その結果として良い発音で話すようになるということである。しかし、人工内耳術後も手話が中心になると聴覚の活用が少なくなり、聴覚的理解が乏しくなりやすい。しかし手話によるコミュニケーションは生活面では非常に便利である。

### E. これからの課題

1. 人工内耳装用児の中に、一部にロボット語でも言うべき異常構音で話すものが含まれる。この原因は全く解明されていない。このような子供は恐らく人工内耳で聴いたままのものを音声で表現しているのではないか。構音の改善には補聴器を装着している高度難聴児と同様に構音の訓練が必要と思われる。
2. 学習障害や自閉の影響と人工内耳の適応: 本研究の C 群の言語性 IQ は著しく低い。この理由は、聴覚言語中枢を制御する高次の脳機能レベルの知的および精神活動に問題があるための結果ではないかと思われる。これは聴覚の臨床での新しい問題であり、小児神経や小児精神の領域と共にわれわれも取り組まなければならない新しい課題である。近年では2歳で人工内耳手術をするようになり、

4~5歳になって療育の成果があがらないために初めてこの問題に気がつく。この領域の専門家や施設との連絡がますます必要である。一方、2歳で重複障害がある場合、人工内耳手術をすべきか否か判断を迷うことが多い。われわれは成人になった補聴下の重複障害者を幼児期より長い間担当してきたが、補聴器を使わないことが多い。使っても効果がなく、拒否的で、何よりもいかに自立して生活されるかが課題となっている。恐らく人工内耳手術をしても使うことが少ないと見込まれ、現在のところ、われわれは消極的姿勢をとっている。

3. 手話教育の影響：人工内耳術後は、それまで手話教育が中心であった場合、そのまま継続すると聴覚活用が乏しくなるため、いかにどこで切り替えるか難しい決断が迫られる。
4. 盲聾児は極めて少数しか存在しない。その言語教育は全く体系化されておらず、今後の大きな課題である。

## F. 結論

先天性難聴児は、聴覚スクリーニングで早期発見・早期教育に入るものが全国的に増加したが、補聴効果が乏しく、人工内耳手術をした場合、就学年齢の言語性IQは

1. 聴覚口話法だけの難聴児通園施設で術前術後も教育を受けた場合、他に合併症がない場合、言語性IQの平均値は95で高い。
2. しかし、術前術後もろう学校で手話中心の教育を受けた場合、言語性IQの平均は66でボーダーラインである。
3. さらに、難聴児通園施設で教育を受けた場合は、言語性IQの平均は53で中等度になる。

以上、言語性IQは教育方法の違いと高次の障害の合併の有無の影響を受ける。

今後は、われわれの研究の到達レベルを21世紀の新しい出発点と見なし山積する課題解決のために、新たな取り組みに挑戦しなければならない。

## G. 健康危険情報 特になし

## D. 研究発表

### 1. 論文発表

- ① Kaga K, Shinjo Y, Jin Y, et al: Vestibular failure in children with congenital deafness. *Int. J. of Audiol* 47:590-599, 2008
- ② Jin Y, Shinjo Y, Kaga K, et al: Vestibular evoked myogenic potentials evoked by multichannel cochlear implant: influence of C levels. *Acta Oto-Laryngol* 128:284-290, 2008
- ③ Kuan CC, Sano M, Kaga K, et al: Hearing profile and MRI myelination of auditory pathways in Pelizaeus-Merzbacher disease. *Acta Otolaryngol* 128:539-546, 2008
- ④ Su P, Kuan CC, Kaga K, et al: Myelination progression in language-related regions in brain of normal children determined by quantitative MRI assessment. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 72(12):1751-1763, 2008
- ⑤ Sano M, Kuan CC, Kaga K, et al: Early myelination patterns in the central auditory pathway of the higher brain: MRI evaluation study. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 72:1479-1486, 2008
- ⑥ Yuba T, Itoh T, Yamasoba T, Kaga K: Advancement in singing ability using the The Yuba Method in patients with cochlear implants. *Acta Otolaryngol* 128:465-472, 2008
- ⑦ 中村雅子, 加我君孝: Auditory nerve disease 3 症例の前庭機能の検討. *耳鼻咽喉科・頭頸部外科*. 80:449-455, 2008
- ⑧ 坂井有紀, 加我君孝, 山相達也, 他: 小児内耳奇形に対する人工内耳埋込術と術後成績. *Audiology Japan*. 51:633-640, 2008

## 2. 学会発表

- ① Adachi N, Sakata H, Kaga K, et al: Hearing profiles and temporal bone CT findings in 15 atients with charge syndrome-selection of communication methods (CI,HA, ETA). The 12<sup>th</sup> Jana-Korea Joint Meeting of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery. Nara. 2008.4
- ② Kaga K, Akamatsu Y, Sakata H: Spontaneous otoacoustic emission in two infants. Collegium Oto-Rhino-Laryngologicum Amicitiae Sacrum. Berlin. 2008.8
- ③ 新正由紀子、金玉蓮、加我君孝、他. 先天性風疹症候群の盲聾幼児症例. 第18回日本耳科学会総会. 神戸. 2008.10
- ④ 金玉蓮、新正由紀子、加我君孝、他. 発生学的にみた内耳奇形症例における前庭誘発電位 (VEMP) について. 神戸. 2008.10
- ⑤ 赤松裕介、尾形エリカ、加我君孝、他. 人工内耳装用者における聴覚および聴覚談話併用による単音節情報の処理. 神戸. 2008.10

F.知的所有権の取得状況  
特になし

## 先天性難聴児の聴覚スクリーニングから就学後までの補聴器・人工内耳装用効果の総合追跡研究



研究代表者: 加我 君孝  
(東京医療センター・臨床研究(感覚器)センター)

研究分担者	
堀倉 裕博	(岡山大学耳鼻咽喉科)
堀田 真明	(埼玉済立小児医療センター)
神田 幸彦	(高崎ベルヒアリングセンター, 神田耳鼻咽喉科クリニック)
松永 達雄	(東京医療センター・臨床研究(感覚器)センター)
城岡 明江	(国際医療福祉大学言語聴覚学)
内山 勉	(東京医療センター・臨床研究(感覚器)センター)

### I. 関連する基礎的研究

- 1) 中枢性聴覚伝導路と言語中枢の髄鞘化
- 2) 喃語の音声分析の発達診断への応用
- 3) YUBAメソッドによる人工内耳の歌唱発声訓練
- 4) 前庭頸筋電位(VEMP)の先天性難聴児への応用

### II. 先天性中等度難聴児

- 1) 年齢と療育効果
- 2) 療育の有無と言語発達

### III. 先天性高度難聴児

- 1) 新生児聴覚スクリーニングの影響
- 2) 人工内耳と療育・教育施設の比較

### IV. まとめ

### I. 関連する基礎的研究

#### 1) 中枢性聴覚伝導路と言語中枢の髄鞘化



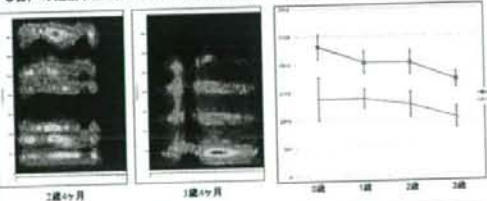
点数化法

	髄鞘化の成熟年齢
A: 大脳一次皮質	生後 8ヶ月で始まり, 12~14ヶ月で成熟
B: 言語中枢	生後10ヶ月で始まり, 16ヶ月で成熟
C: 連合野	生後10ヶ月で始まり, 5歳で成熟

#### 2) 喃語の音声分析による発達診断への応用

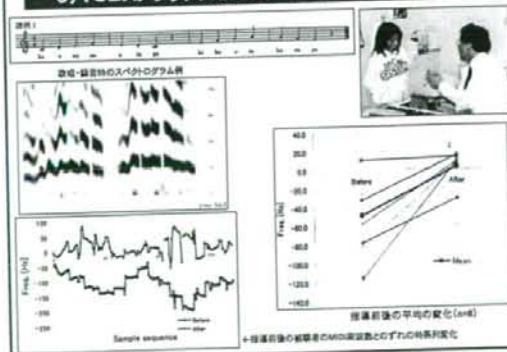
- ▶ 喃語 過渡的喃語 → 標準的喃語
- ▶ 言葉 母音・子音 → 単語

難聴児(女児)のサウンドスペクトログラフによる音声の追跡(1歳7ヶ月より両耳補聴器装用)



早期補聴教育がされている高度難聴児の「ア」の解析(n=18)

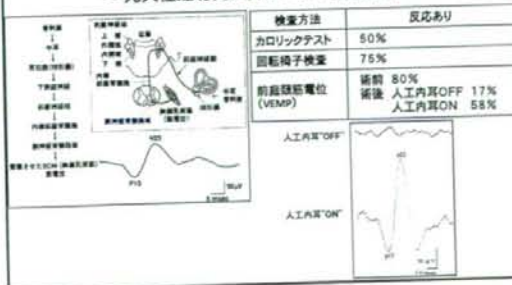
#### 3) YUBAメソッドによる人工内耳の歌唱発声訓練



#### 4) 前庭頸筋電位(VEMP)の先天性難聴児への応用

【難聴児が聴こえないはずの音刺激で出現する新しい誘発筋電位】

～先天性難聴児に合併する平衡覚障害～





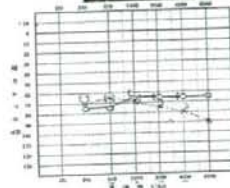
## II. 先天性中等度難聴児

新生児聴覚スクリーニングの導入によって初めて早期診断が可能となった。

- ① 放置すると言語発達に影響がある。
- ② 補聴が必要であるが、身体障害者福祉法（聴覚）の対象とならない。全国で小児の中等度難聴にも補聴器を交付しているのは川崎市だけである。

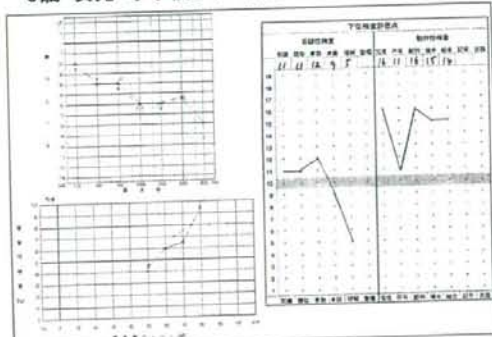
## 1) 年齢と療育効果

40歳女性



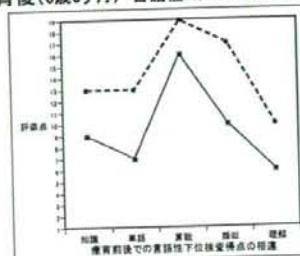
すみのおんせいに  
しつもん、ぼんごきか  
つけらるおんせいであ  
るはてきこえかい  
とおもっているが  
ほんとうは、ほんとう  
のみみえていない  
どうして？

9歳 女児 小学校3年（療育なし、補聴器は使用）



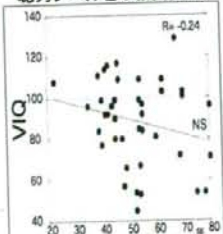
中等度難聴児の療育効果  
S.K.: 男、平均聴力60dB、両側小耳症・外耳道閉鎖症

療育前(4歳5ヶ月) 言語性IQ 97、動作性IQ136  
療育後(6歳0ヶ月) 言語性IQ132、動作性IQ133

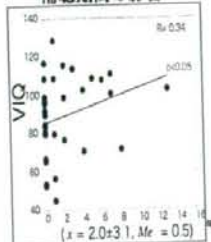


中等度難聴児の言語性IQに影響する因子

聴力レベルとの相関関係



補聴期間の影響

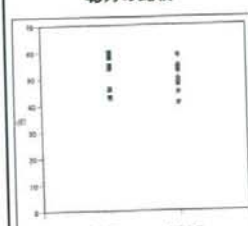


平均聴力レベル(dB)  
感音性難聴群(n=40、平均年齢 5.2 ± 2.2歳)

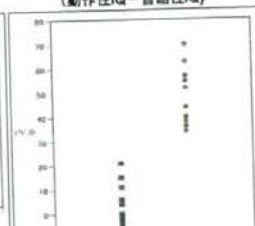
## 2) 療育の有無と言語発達

療育群(□)と未療育群(○)

聴力の比較



WPPSI検査言語性IQの比較  
(動作性IQ - 言語性IQ)



### III. 先天性高度難聴児

新生児聴覚スクリーニングの導入によって初めて早期診断を可能にした。

- ①補聴器のフィッティングを6ヶ月と大幅に早期にした。
- ②人工内耳手術を平均2歳代と早期にした。
- ③就学後に既に難聴児の国語力の9歳の壁を克服できるようになった。
- ④新たな問題として学習障害、自閉の合併例の聴覚言語の遅れが注目されるようになった。

人工内耳は先天性高度難聴児の“言語”の9歳の壁(リテラシー・読み書き)を克服するか？

先天性高度難聴  
-補聴器+手話-  
9歳女児

vs  
先天性高度難聴  
-人工内耳-  
9歳女児

Handwritten text from a 9-year-old girl with hearing aids and sign language, showing limited literacy skills.

Handwritten text from a 9-year-old girl with cochlear implants, showing significantly improved literacy skills.

### 1) 新生児聴覚スクリーニングの影響

7歳8ヶ月 男児  
新生児聴覚スクリーニングで発見  
補聴器: 6ヶ月、人工内耳: 2歳6ヶ月

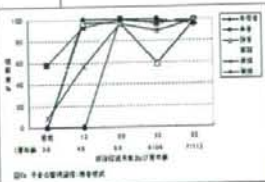
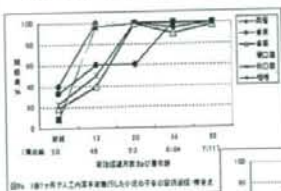
7歳11ヶ月 男児 発見年齢: 2歳7ヶ月  
補聴器: 2歳8ヶ月、人工内耳: 3歳5ヶ月  
※平成21年2月5日 父との交換日記



Handwritten notes from a diary, including the phrase "ヘッドセムセイ" and other characters.

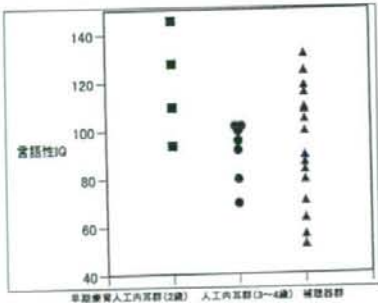
Handwritten text from a diary, including the phrase "なとちてきま" and other characters.

### 人工内耳手術後の発語(子音)明瞭度の変化

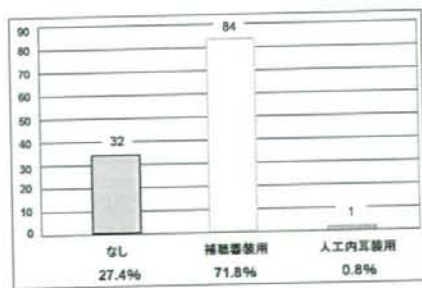


発語明瞭度は聴取能力と相関するが、横音の発達には遅く、特に手術時年齢が2-3歳の他の発達障害を伴わない限り、概して明瞭

### 早期療育人工内耳群、人工内耳群、補聴器群の言語性IQ



### 人工内耳と反対側の耳の補聴器の装用率 (n=117)



## 2)人工内耳と療育・教育施設の比較

人工内耳装用児  
就学時の言語性IQと動作性IQ  
—難聴児通園施設と聾学校の比較—

データ:加我研究班(2008)

	児童数	言語性IQ(平均)	動作性IQ(平均)
難聴児通園施設 (東京)	16	95	121
聾学校(関東某県)	7	66	99
難聴児通園施設 自閉症・学習障害 (東京)	9	53	102

## IV. まとめ

先天性高度難聴も中等度難聴も  
早期発見・早期療育開始後は  
補聴器あるいは人工内耳装用に  
かかわらず、療育と教育の質が  
聴覚・言語獲得を左右する主要  
な決定因子である。

A.N.Chomsky(1929年～)  
言語学者、数学者  
マサチューセッツ工科大学教授



人間がこぼばを獲得する  
ためには、いろいろなこと  
ばのデータがたくさん必  
要である。こぼば(音声  
言語)を獲得しようとする  
ば多くの音声でこぼばを  
入力しなければこぼばを  
獲得できない。

# SLTA-ST を用いた談話分析の試み

研究分担者 福島 邦博 (岡山大学 講師)

## 研究要旨

談話 (Discourse) とは、一つ以上の文章をつらねて、効果的に主題を伝える言語機能であり、結束性と整合性という二つの側面から評価される。今回、我々は SLTA-ST で用いられる 4 コマ漫画を用いて、特に聴覚障害児での談話機能分析を行うことを目的に、まず聴力正常、定型発達 の 6 年生児童を対象に、その評価を試行したので報告する。

## 研究目的

談話 (Discourse) とは、一つ以上の文章をつらねて、効果的に主題を伝える言語機能であり、結束性と整合性という二つの側面から評価される。結束性とは、特に文同士のつながりの状態を示し、整合性とは、各文と主題との関連の状態を示す。本邦において、小児の談話の研究は非常に少なく、聴覚障害児の談話機能の評価法は確立されていない。しかし、諸外国の報告では、聴覚障害児の言語機能については、文が短く、接続表現が少ない (Spencer et al 2003) あるいは、聴覚障害児の narrative ability は言語理解、統語機能、読書力と相関する (Crosson and Geers 2001) など、様々な問題点が生じることが報告されている。今回、我々は SLTA-ST で用いられる 4 コマ漫画を用いて、特に聴覚障害児での談話機能分析を行うことを目的に、まず聴力正常、定型発達 の 6 年生児童を対象に、その評価を試行したので報告する。

## 対象

岡山市内の普通小学校に通う小学校 6 年生のうち、書面による同意の得られた児童 21 名を対象にして、以下の方法に基づく発話サンプルを収集した。これらの児では、全例にレーブン色彩マトリクス検査および失語症構文検査を同時に行って、評価した。

## 方法

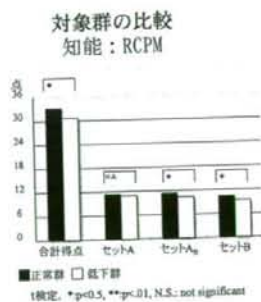
対象児に対して、SLTA-ST の「栗の木の課題」および「猫の課題」の 4 コマ漫画を見せて、これを自由に説明するように促した。自由発話サンプルはそのまま録音し、後にトランスクリプトを起こした。また、これらは後で整合性の表現が可能かどうかの基礎として、主題の理解ができていようかどうか確認するために定型的な質問を行った。これには、「2 択の設問」と「疑問詞を用いた設問」があり、それぞれ以下の内容を含んでいた。設問 1-1: 場面の理解 設問 1-2: 複合的行為 設問 1-3 および設問 設問 2: 主題につながる解決 設問 3: 登場人物の気持ち (評価) 設問 4: 主題の理解である。トランスクリプトの内容は、別に定めた評価方法によって結束性と整合性の二視点からスコアリングを行った。整合性とは、主題に基づく意味のつながりを指す。以下の内容について評価する。内容については、中核となる表現が含まれていれば可能とし、語の使用の誤りは判定に含まないこととした。しかし、擬態語や、具体性を欠く表現については正答としないこととし、以下の視点について得点をつけた。1) 場面: 背景情報と、事物・登場人物および動作の説明、2) 複合的な行為: 時間経過による場面の展開についての情報 3) 解決: 経時的に配列された情報で、主題につながる出来事 主題: 表

現の中核となる事実、4) 評価：主題の結果についての登場人物の反応である。さらに、結束性とは指示・接続などの言語表現上のつながりを指すが、以下のとおり、登場人物の一貫した表現や接続・連接表現について評価した。1) 登場人物ごとに他と対比して、一貫して表現することができる。2) 接続詞、または接続助詞を用いた、順接の接続表現がある。3) 前段階を満たし、従属文により理由、根拠を表す接続表現がある。4) 前段階を満たし、かつ逆接の接続詞がある、等である。

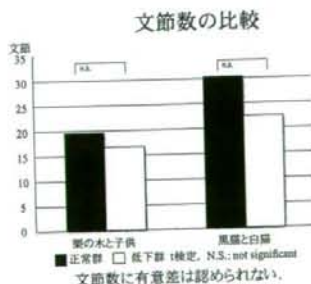
#### D. 結果

21名の普通小学校在籍児童中、上位群(12名)と下位群(9名)に2分される結果となった。

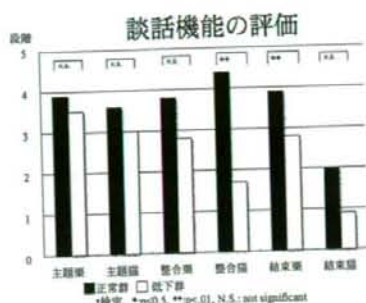
##### 1) RCPM による結果



##### 2) 文節数の解析



#### 3) 談話機能の評価



#### E. 結論

構文の産生では、有意差が認められなかったが、談話の整合性の「主題につながる解決」において有意差が認められた。談話スコアリングは、構文の理解、知能の低下に関連したコミュニケーション機能を評価すると考えられた。文節数、命題数などの量的分析において有意差が認められなかったが、談話スコアリングでは「主題の理解」「整合性」「結束性」において段階による通過率は異なっていた。談話スコアリングシステムでは、従来の量的分析よりも短時間で評価を実施することが可能であった。今後は年齢の異なるデータを蓄積し、談話機能の発達および聴覚障害児の談話について検討が望まれる。

#### F. 健康危険情報

なし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

1. Fukushima K, Mimaki N, Fukuda S, Nishizaki K. Pilot study of universal newborn hearing screening in Japan: district-based screening program in Okayama. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2008 Mar;117(3):166-71.
2. Takeuchi A, Tsujigiwa H, Murakami J,

- Kawasaki A, Takeda Y, Fukushima K, Rodriguez AP, Nagatsuka H, Yamada M, Nishizaki K. Recombinant human bone morphogenetic protein-2/atelocollagen composite as a new material for ossicular reconstruction. *J Biomed Mater Res A*. 2008 10.
3. Lefeuvre M, Gunduz M, Nagatsuka H, Gunduz E, Al Sheikh Ali M, Beder L, Fukushima K, Yamanaka N, Shimizu K, Nagai N: Fine deletion analysis of 1p36 chromosomal region in oral squamous cell carcinomas. *J Oral Pathol Med*. 2008 19.
  4. Fukushima K, Kawasaki A, Nagayasu R, Kunisue K, Maeda Y, Kariya S, Kataoka Y, Nishizaki K: Developmental dysgraphia with profound hearing impairment: intervention by auditory methods enabled by cochlear implant. *Auris Nasus Larynx*. 2008 Jun;35(2):250-4.
  5. Kariya S, Fukushima K, Kawasaki A, Kataoka Y, Nishizaki K: Auditory steady-state responses to multiple simultaneous stimuli in children with functional or sensorineural hearing loss. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2008 Jul;265(7):769-73.
  6. Kariya S, Okano M, Fukushima K, Nomiya S, Kataoka Y, Nomita R, Higaki T, Nishizaki K: Expression of inflammatory mediators in the otitis media induced by *Helicobacter pylori* antigen in mice. *Clin Exp Immunol* 154:134-140.
  7. 福島邦博: 第3回 日本小児耳鼻咽喉科学会(シンポジウム) 高度難聴児療育への取り組み 新生児聴覚スクリーニング. *小児耳鼻咽喉科* 29: 192-195.
  8. 福島邦博: 小児の Auditory Neuropathy と人工内耳手術. *ENTONI* 93:23-27.
  9. 福島邦博: 特集 小児耳鼻咽喉科をめぐる最近の話題. *小児咽喉科疾患治療の最前線—高度感音難聴. 小児科診療* 10:1705-1709.
  10. 福島邦博: 聴覚リハビリテーションの現状 新生児聴覚スクリーニングの現状と今後. *JOHNS* 24:1261-1264.
  11. 新川里佳, 川崎聡大, 小野成紀, 伊達勲, 福島邦博: 学齢期に読み書き障害が顕著化したクモ膜嚢胞開放術後の1例—乳幼児期早期にシャント術を施行した児の長期フォローアップ経過から. *言語聴覚研究* 5:69-76.
  12. 宇佐美真一, 岡本牧人, 岩崎聡, 喜多村健, 暁清文, 佐藤宏昭, 小川郁, 川島慶之, 中島務, 福田諭, 福島邦博, 野口佳裕: 平成 12・13 年度登録の急性低音障害型感音難聴症例の平成 19 年時点での経過調査(厚生労働科学研究難治性疾患克服研究事業による急性高度難聴に関する調査研究). *Audiol Jpn* 51:200-207
  13. 西崎和則, 福島邦博, 片岡祐子, 假谷伸: 長期にわたり経過観察が可能であった前庭水管拡大症例の聴力経過. *耳鼻咽喉科臨床 補冊* 121:99
  14. 西崎和則, 福島邦博, 平井美紗都, 片岡祐子, 假谷伸: 中耳腔へ進展した外耳道真珠腫の1症例. *耳鼻咽喉科臨床 補冊* 121:65
  15. 片岡祐子, 福島邦博: 補聴器の最新知見. *軽度難聴と補聴器. JOHNS* 24:1341-1344.
  16. 福島邦博, 片岡祐子: 社会の変化と耳鼻咽喉科 小児を取り巻く環境の変化 難聴児の早期発見・療育. *JOHNS* 24:859-862
  17. 川崎聡大, 田口智子, 小淵千絵, 福島邦博, 長安吏江, 西崎和則: 右側頭-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* 5:3-9.
  18. 三輪昭生, 藤原久永, 福田章一郎, 福島邦博, 国末和也, 吉田浩治, 戸田浩, 章忠, 川畑洋昭: 実信号マザーウェーブレットを用いた人工内耳装用児の母音の検出と評価. *ITヘルスケア* 2:80-94
  19. 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  
49:1-6.

2. 学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

# 人工内耳と補聴器両耳聴 (bimodal) の統計—117名の人工内耳のデータから

研究分担者 神田 幸彦

(神田耳鼻咽喉科entクリニック・長崎ベルヒアリングセンター 院長)

## 研究要旨

当施設で Auditory-Verbal 法や Auditory-Aural 法で (リ) ハビリテーションを行っている人工内耳装用児 117名の検討を行った。71.8%の84名が対側に補聴器を装用しており本人が効果を自覚して装用している場合と家族・養育者の勧めで装用している場合がある。7年以上の人工内耳 user では補聴器をはずす傾向が高くなってきている。補聴器併用群の補聴器装用閾値は、平均で約 55dB 以上であり、術前の人工内耳側、非人工内耳側の聴力がより良い方が補聴器併用群に多かった。補聴器併用群における人工内耳装用による効果について単語了解度、語音明瞭度 (正面・人工内耳側・非人工内耳側・騒音下) では有意な差は認められなかった。疾患別では Waardenberg, Jervel-and-Lang Nielsen, サイトメガロウイルス、髄膜炎などで併用しない率が高かった。個々の症例に於いて効果がある症例やない症例が観察されており、一人一人の聴覚評価、特に騒音下や様々な方向からの語音聴取能、医学的診断と時期、聴覚活用の程度と背景、療育方法の一人一人の歴史と背景、疾患の背景などにより、bimodal について厳密な検討をすべきであると考えられた。

## A. 研究目的

人工内耳を装用している小児に対しては将来的な意味や、binaural の効果を与えるためにできるだけ対側の補聴器を装用するように家族にも説明している。しかし、user の中には自分から補聴器をはずしたり装用をいやがったりして結果的に補聴器を使用しない症例も見られる。人工内耳装用児の対側耳補聴器装用の傾向はどうか？反対側に補聴器装用は勧めるべきか？本人の意向に委ねて良いのか？どのような効果・メリットがあるか？補聴器が無効な場合両側人工内耳をどのような場合に考慮されるのか？などについて検討を行うために研究を行った。

## B. 研究方法

### [対象]

神田耳鼻咽喉科entクリニック・長崎ベルヒアリングセンターにて人工内耳機器管理・マッピング・療育を行っている人工内耳装用小児 117名である。症例の中には長崎大学にて手術を受けた108名と他施設で人工内耳手術を受け、引っ越しや両親が療育方法を Auditory-Verbal/aural 方法で希望され受診

している児9名である。

手術時年齢は1歳9ヶ月～17歳であり、現年齢は2歳4ヶ月～24歳であった。

### [方法]

対象の中で補聴器併用者はどの程度いるか、装用している補聴器の器種、補聴器の傾向および、検査が施行できる年齢や受診タイミングにおいて施行した下記検査の統計を行った。尚、諸検査は厳密な防音室であるシールドルーム (暗騒音 4dBSPL、等価騒音レベル 21.6dB (A)、残響時間 0.05s、音の明瞭度指数 RASTI 値 0.96) で行った。

### 検査項目

- 1: 装用閾値、2: 単語了解度 (TY-89、幼児用3音節)、3: 静寂下語音明瞭度 (67-S)

[正面 1m および人工内耳側スピーカー1m、補聴器側スピーカー1m]、4: 騒音下語音明瞭度 (67-S) [提示音圧 80dBSPL、提示ノイズ 70dBSPL の S/N 比: 80/70=10]

### (倫理面への配慮)

検査は小児の心理的側面に配慮し、無理して行わ



ないようにし、患児や養育者に承諾を得て行った。

### C. 研究結果

頻度：117 児のうちで、対側に補聴器を装着していないのが 32 名 (27.4%)、対側に補聴器を装着しているものが 84 名 71.8%、対側に人工内耳を装着 (bilateral 人工内耳) が 1 名 (0.8%) であった。

装着する補聴器：P26 (ワイデックス) が最も多く 25 名、次がスーペロ (フォナック) で 16 名、次が HB-13 (リオネット)：10 名といずれも身障者自立支援法対応や基準外交付で得られた補聴器が多かった。

装着閾値：全体像として人工内耳のみでは (n=114)、平均で 125Hz-31.25、250Hz-27.59、500Hz-28.87、1kHz-27.35、2kHz-26.87、4kHz-28.04、8kHz-35.31 (dBHL) であった。

binaural 装着者 (n=78 名) では、人工内耳のみでは、平均で 125Hz-30.83、250Hz-26.56、500Hz-29.36、1kHz-26.91、2kHz-26.60、4kHz-28.19、8kHz-35.54 (dBHL)、補聴器併用群では、平均で 125Hz-35.22、250Hz-29.67、500Hz-30.76、1kHz-28.04、2kHz-28.48、4kHz-30.11、8kHz-37.21 (dBHL) の結果であった。それぞれに有意な差はなかった。また補聴器併用群の補聴器装着閾値は (n=66)、平均で 125Hz-55.00、250Hz-53.03、500Hz-55.75、1kHz-56.21、2kHz-63.13、4kHz-65.66、8kHz-70.44 (dBHL) であった。

単語了解度- 正面 1m：提示音圧 70dB SPL-：検査に協力していただいた児 (n=20) で人工内耳のみと補聴器併用時とで有意な差はなかった。

語音明瞭度- 正面 1m：提示音圧 70dB SPL-：検査に協力していただいた児 (n=15) で人工内耳のみと補聴器併用時とで有意な差はなかった (p=0.06)。人工内耳のみ：45%~100% (平均で 79%)、補聴器併用群：60%~100% (平均で 83.3%)

語音明瞭度- 正面 1m：提示音圧 60dB SPL-：検査に

協力していただいた児 (n=12) で人工内耳のみと補聴器併用時とで有意な差はなかった (p=0.46)。人工内耳のみ：45%~100% (平均で 77.1%)、補聴器併用群：50%~100% (平均で 79.6%)

語音明瞭度- 人工内耳側 SP 1m：提示音圧 60dB SPL-：検査に協力していただいた児 (n=9) で人工内耳のみと補聴器併用時とで有意な差はなかった (p=0.35)。人工内耳のみ：35%~90% (平均で 68.3%)、補聴器併用群：35%~100% (平均で 70.6%)

語音明瞭度- 補聴器側 SP 1m：提示音圧 60dB SPL-：検査に協力していただいた児 (n=9) で人工内耳のみと補聴器併用時とで有意な差はなかった (p=0.47)。人工内耳のみ：35%~95% (平均で 69.4%)、補聴器併用群：35%~100% (平均で 63.9%)

騒音下語音明瞭度- 正面 1m：S/N=80/70-：検査に協力していただいた児 (n=9) で人工内耳のみと補聴器併用時とで有意な差はなかった (p=0.3)。

術前の聴力 (dBHL) - 人工内耳側 (n=117)  
人工内耳のみでは、平均で 125Hz-77.5、250Hz-92.6、500Hz-107.96、1kHz-110.4、2kHz-110.8、4kHz-110.2、8kHz-103.6、補聴器併用群では、平均で 125Hz-71.6、250Hz-88.2、500Hz-99.9、1kHz-103.1、2kHz-108.1、4kHz-107.4、8kHz-102.7 の結果であった。統計学的に t 検定では有意差を認めた (p=0.004<0.01\*\*)

術前の聴力 (dBHL) - 補聴器側 (n=117)  
人工内耳のみでは、平均で 125Hz-74.8、250Hz-93.1、500Hz-106.1、1kHz-111.4、2kHz-112.2、4kHz-112.7、8kHz-105、補聴器併用群では、平均で 125Hz-70.8、250Hz-87.7、500Hz-100.3、1kHz-103、2kHz-110、4kHz-107.5、8kHz-101.4 の結果であった。統計学的に t 検定では有意差を認めた (p=0.0006<0.01\*\*)

術前の補聴器装着閾値 (dBHL) (n=117)  
人工内耳のみでは、平均で 125Hz-58.3、250Hz-68.1、

500Hz-62.2、1kHz-61.5、2kHz-60.5、4kHz-72.2、8kHz-93.8、補聴器併用群では、平均で125Hz-52、250Hz-52.1、500Hz-55.4、1kHz-53.3、2kHz-61.2、4kHz-67.1、8kHz-61の結果であった。統計学的にt検定ではやや有意差を認めた ( $p=0.04<0.05*$ )

#### 疾患別の bimodal 率について

[その疾患の人工内耳のみ数/全人工内耳のみ数:その疾患の bimodal 数/全 bimodal 数]

1、前庭水管拡大症	3/32 : 7/85=9%:8%
2、mondini	3% : 3.7%
3、common cavity	3% : 2%
4、蝸牛神経奇形	0% : 2%
5、GJB2	6% : 8%
6、SLC26A4	0% : 2%
7、Waardenberg	3% : 1%
8、Jervel-and-Lang Nielsen	6% : 0%
9、サイトメガロウイルス	9% : 3.7%
10、髄膜炎	3% : 0%
11、未熟児	3% : 2%
12、家族性	3% : 7%

#### 人工内耳 user 歴と bimodal 率では

[その user 歴の人工内耳のみ数/全人工内耳のみ数 : bimodal 数/全 bimodal 数]

1年未満	0% : 15.3%
1-2年未満	3% : 18.8%
2-3年未満	3% : 7%
3-4年未満	6% : 9%
4-5年未満	9% : 5.9%
5-6年未満	0% : 14%
6-7年未満	3% : 7%
7-8年未満	28% : 8%
8-9年未満	19% : 1%
9-10年未満	9% : 5.9%
10年以上	6% : 0%

#### D. 考察

人工内耳装用児の対側耳補聴器装用の傾向は、71.8%の84名が対側に補聴器を装用していた。予想外に多い結果となっている。本人が効果を自覚して装用している場合と家族・養育者の勧めで装用している場合があるが後者の方が多いようである。将来的に反対側の耳の人工内耳が必要となった場合は直前まで蝸牛神経から中樞までを(補聴器では充分ではないにしても)刺激しておく事が重要であり、やはり反対側に補聴器装用は勧めしておくべきである。しかし自分から装着をはずす傾向も中にはみられ、補聴器の効果を自覚しない、あるいは自我が芽生えてくるであろう年齢あたりから装用をはずすことがあり、今回の統計では7年以上の人工内耳 user では補聴器をはずす傾向が高くなってきている。医療側と家族はそれまでできる限り勧めるが、自分で外すような傾向が出て来た場合は無理強いをせずに種々の聴覚医学的評価を行うべきであろう。

補聴器併用群の補聴器装用閾値は ( $n=66$ )、平均で約55dB以上であり、人工内耳小児のガイドラインの解説やドイツの人工内耳適応基準に合致する結果となった。高音がより悪くなっているのは補聴器の場合3kHz以上が出力が弱化する傾向にあるためであると考えられる。補聴器を適合する際には、70-80dB SPL レベルの音声がより歪みにくく入れるように調整をすることも肝要であると思われる。一方で対側補聴器の装用閾値が、人工内耳側の聴覚の中樞ができて、音声言語を獲得して来た場合に於いてであっても、70dB HL 以上であれば一般の話声レベルの60-70dB SPL は聴覚中樞に input されない可能性があり、装用をはずす場合が出現してもおかしくないと考えられる。

効果としては母集団の集計方法も今後検討の余地があるが、補聴器併用した場合と人工内耳単独の効果は、統計学的には有意な差は無かった。人工内耳のみの効果でも十分に高いという事もその理由の一つにあげられよう。

語音明瞭度検査は、正面 1m : 提示音圧 70dB SPL ( $n=15$ ) において、人工内耳のみ : 平均で79%、補

聴器併用群平均で83.3%、提示音圧60dB SPL (n=12)において、人工内耳のみ平均で77.1%、補聴器併用群：平均で79.6%であり、平均値では併用群が上回っていた。

また、語音明瞭度検査の1側スピーカーの検査では、人工内耳側 SP 1m：提示音圧60dB SPL (n=9)において人工内耳のみ：平均で68.3%、補聴器併用群：平均で70.6%、

補聴器側 SP 1m：提示音圧60dB SPLにおいて (n=9)人工内耳のみ：平均で69.4%、補聴器併用群：平均で63.9%の結果であった。これは60dB SPLという音圧レベルが彼らの対側補聴器装用閾値に入ってくるに小さいレベルであるため補聴器側からの音圧レベルが充分に入ってきたためであろう。今後70dB や80dB ではどのようになるのか症例に応じて検討したい。

騒音下語音明瞭度検査においても有意な差はみられなかった。

しかし今回、全ての検査で、個々の症例に於いて効果がある症例やない症例が観察されており、一人一人の聴覚評価、特に騒音下や様々な方向からの語音聴取能(それは音声医学、音響学的に信頼できる種々の提示音圧に基づいて)、医学的診断と時期、聴覚活用程度と背景、療育方法の一人一人の歴史と背景、疾患の背景などにより、個々で検討が必要であると考えられる。

そのような厳密な検討によって、最終的に対側補聴器が無効であると判断し、家族が更なる聴覚の改善を要望した場合には対側耳の人工内耳もオプションの一つと考えられる。

## E. 結論

人工内耳装用児117名の検討を行い、人工内耳装用児の対側耳補聴器装用の傾向は、71.8%の84名が対側に補聴器を装用していた。装用閾値、単語理解度、静寂下語音明瞭度(67-S)(正面1m、人工内耳側スピーカー、補聴器側スピーカー)、騒音下語音明瞭度などの検査では人工内耳単独群と人工内耳併用群とでは有意な差は認められなかった。

術前の人工内耳側聴力、非人工内耳側聴力、補聴器装用域値がそれぞれ小さいものが補聴器を併用する傾向あり、有意差が見られた。Waardenburg、Jervel-and-Lang Nielsen、サイトメガロウイルス、髄膜炎は補聴器を装用しなくなる確率が高い。人工内耳User歴が7年を超えると補聴器を装用しなくなる傾向にあった。

## F. 研究発表

### 1) 論文発表

- 1、Yoshida H, Kanda Y, Miyamoto I, Fukuda T, Takahashi H : Cochlear implantation on prelingually deafened adults. *Auris. Nasus. Larynx* 2008; 35: 349-352
- 2、神田幸彦・城戸由美子・松永倫子・柿田陽子・森響子・大場京子・伊藤亜紀子：補聴器の両耳装用。 *JOHNS* 24 (9) : 1337-1340, 2008
- 3、吉田晴郎・神田幸彦・高橋晴雄：成人の人工内耳の術後成績 *JOHNS* 24 (9) : 1470-1473, 2008

### 2) 学会発表

- 1、北岡杏子・藤山大祐・吉田晴郎・神田幸彦・隈上秀高・高橋晴雄：Med-EL 社人工内耳Combi40+の臨床成績について。 *Otol Jpn* 18 (4) : 403, 2008
- 2、吉田晴郎・北岡杏子・藤山大祐・神田幸彦・隈上秀高・千葉憲哉・高橋晴雄：PET-CTを用いた先天性難聴で人工内耳装用患者の聴覚中枢の検討。 *Otol Jpn* 18 (4) : 501, 2008
- 3、城戸由美子・神田幸彦・中田隆行：人工内耳小児の抑揚の理解と聴取能の関連、第53回日本音声言語医学会総会(広島、三原)2008年、10月24日
- 4、神田幸彦・城戸由美子・松永倫子・柿田陽子・吉田晴郎・隈上秀高・高橋晴雄：人工内耳と補聴器 binaural 装用者(児)の統計、第53回日本聴覚医学会第31回補聴研究会

## G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

「先天性難聴児の聴覚スクリーニングから就学後までの  
補聴器・人工内耳装着効果の総合追跡研究」

## 人工内耳と補聴器binaural 装用者（児）の統計

神田幸彦<sup>1)</sup>・城戸由美子<sup>1)</sup>・松永倫子<sup>1)</sup>・柿田陽子<sup>1)</sup>  
吉田晴郎<sup>2)</sup>・隈上秀高<sup>2)</sup>・高橋晴雄<sup>2)</sup>

- 1) 神田耳鼻咽喉科entクリニック  
長崎ベルヒアリングセンター  
2) 長崎大学医学部耳鼻咽喉科

## 研究の目的

- ・人工内耳装用児の対側耳補聴器装用の傾向
- ・反対側に補聴器装用は勧めるべきか？
- ・本人の意向に委ねて良いのか？
- ・どのような効果・メリットがあるか？
- ・補聴器が無効な場合人工内耳は？
- ・どのような場合に人工内耳を勧めるか？

## 対象

- ・長崎ベルヒアリングセンターにて療育を行っている人工内耳装用小児117名  
(長崎大学108名、他施設9名)
- ・手術時年齢は1歳9ヶ月～17歳
- ・現年齢は2歳4ヶ月～24歳

## 方法

- ・補聴器併用者は何%いるか？
- ・その補聴器の器種
- ・補聴器の傾向
- ・諸検査の統計

## 方法

- ・諸検査の統計（シールドルームで測定）
  - ・装着閾値
  - ・単語理解度（TY-89、幼児用3音節）
  - ・静寂下語音明瞭度（67-S）
    - ・正面1m
    - ・人工内耳側スピーカー
    - ・補聴器側スピーカー
  - ・騒音下語音明瞭度（67-S）
    - ・提示音圧80dB SPL
    - ・ノイズ70dB SPL
    - ・S/N：80/70=10

## binaural率

