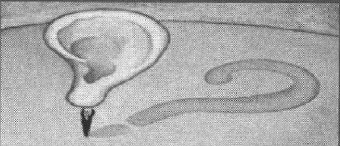


1

第6回青空の会・第5回T.C.の会

2.2つの耳を聞こえるようにする補聴器 気導 vs 骨導



竹腰英樹

2

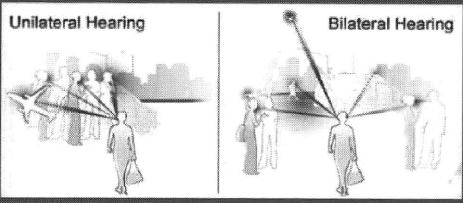
なぜ耳は2つあるのか？



3

両耳の聴こえ


- 両耳の音の大きさの加算
- 音像の融合
- カクテルパーティー効果
- 方向感覚
- 音源の距離の知覚



4

加算効果

- 片耳だけで音を聞くより両耳の方が3dB大きく聞こえる。
- 感覚では約1.5倍に聞こえる。



5


音源定位



- 音源の方向、距離を同定することができる。
- 両耳に伝わる音の時間差、音圧差、位相差により判断。

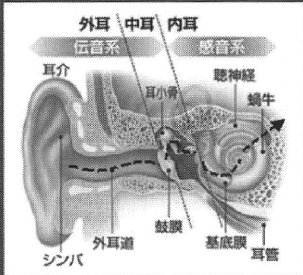
6

カクテルパーティー効果

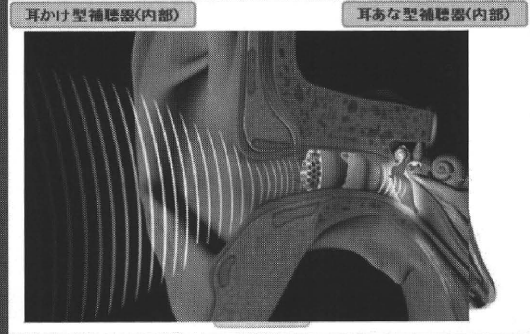


- 周囲の雑音の中から、意識して音を聞き分ける能力。
- 片耳でも聞き分けられるが、両耳の方が容易。

聴こえの仕組み

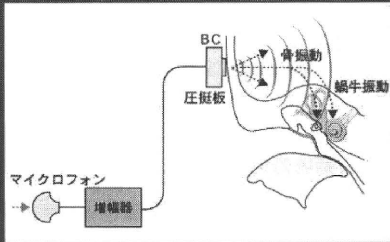


気導補聴器の仕組み

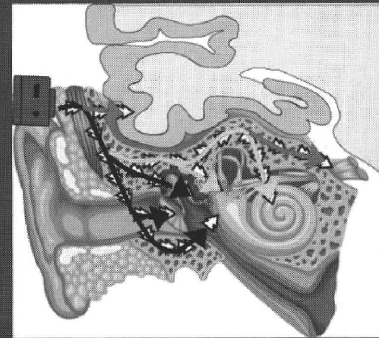


骨導補聴器の仕組み

- マイクから音が入り増幅器を介して電気信号が骨導端子に入力、振動子の出力が頭蓋骨を伝わり聴力となる

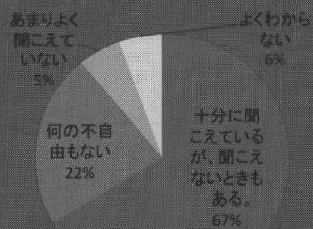


骨導音の伝わり方



前回の骨導補聴器アンケート結果①

□ 骨導補聴器の装着効果



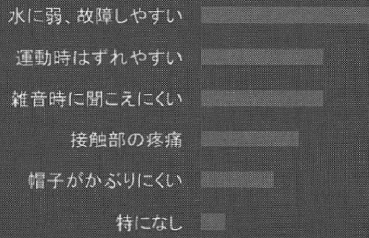
骨導補聴器の欠点



- 骨導端子が安定しにくく、補聴器自体が重いので運動などではずれやすい
- 骨導補聴器のデザインが少なく、気導補聴器に比べて目立つ
- 中耳機能や下顎の状態によって骨導音が変わり、また骨導端子による低周波数のひずみなどが、補聴器の調整を気導補聴器より難しくする
- 気導補聴器より出力が弱いので高度難聴には使えない
- ことばの聞き取りが劣る

前回の骨導補聴器アンケート結果②

□ 骨導補聴器の問題点



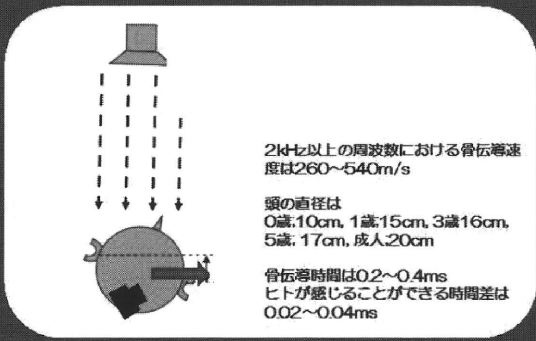
0 2 4 6 8

骨導補聴器の両耳装用効果とは？

- 加算効果はあるものの音源定位の効果は無いとされている
- 音源定位には時間差、音圧差、位相差が関与
- 骨導聴力は気導聴力に比べ
 - ① 音の伝わる速度が早く時間差がわかりにくい
 - ② 音圧減衰が少なく音圧差がわかりにくい



骨導補聴器の両耳効果（時間差）



骨導でも十分に両耳時間差を感じることが可能

骨導補聴器の両耳効果（音圧差）



骨導でも十分に両耳音圧差を感じることが可能

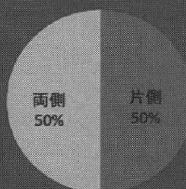
海外での骨導両耳装用の報告



- 1990年代後半から成人における両側埋め込み型骨導補聴器の効果が報告されている。
- 12例の患者さんの検討では、5.4dBの閾値改善、30度以内の音源定位の改善があった（Priwin）。
- 小児27例の検討で、4歳以上から両耳装用効果が認められた（Dun）。
- 59例の検討で、4歳以上で時間差、音圧差を感じることができるようになり、7歳以上ではほぼ成人と同様に感じることができる（加我）。

前回の骨導補聴器アンケート結果

● 骨導補聴器の装用



● 両側骨導補聴器装用について

- どちらの側から呼びかけられているかがわかる。車がどちらから走ってくるのかがわかるようになり、屋外での安全性が増した。
- 左右どちらからの声かけにも反応するようになった。
- 言語の数が増え、会話の成立が多くなりました。
- 両側だと聞こえる範囲が広くなり、良かった。

まとめ

- ヒトは両耳があることで音が大きく聞こえる加算効果、音のしている方向や距離がわかる方向感、雑音の中から聞きたい音を取り出すカクテルパーティー効果を得ることができる。
- 骨導補聴器は気導補聴器と比べ、音質や出力、デザイン、装用感において劣る。
- 骨導補聴器も両耳装用効果を得ることができる。

国際医療福祉大学三田病院 耳鼻咽喉科 03-3451-8121



3. Fill-X 超磁歪-耳穴式骨導補聴器

～プレゼン資料～
2011

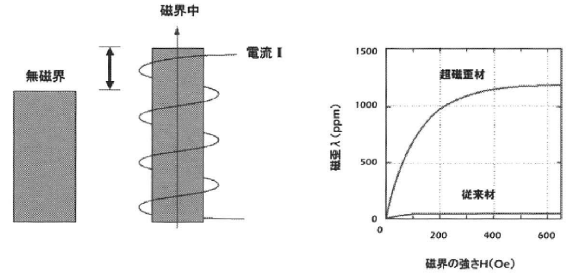


フレイ株式会社 代表取締役社長
鈴川元昭

Copyright © 2011 Frey Co., Ltd. All rights reserved.



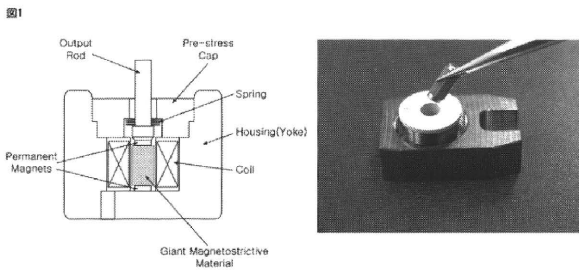
超磁歪アクチュエータの動作原理



Copyright © 2011 Frey Co., Ltd. All rights reserved.



超磁歪アクチュエータの基本構造



Copyright © 2011 Frey Co., Ltd. All rights reserved.

GIGANT MAGNETOSTRICTIVE TRANSDUCER Filltune



BCMS-FT-002 Specifications

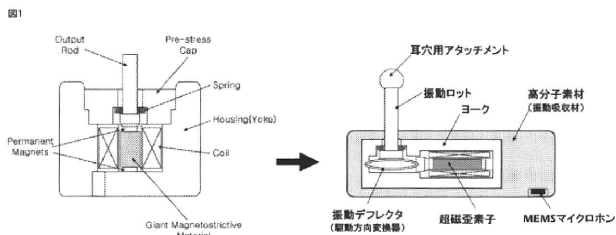
Amplifier section	
Maximum Output Power	200 mW
Frequency Response	20 Hz to 20 kHz (±1 dB)
THD (1 kHz, 100 mW)	0.1%
SNR (1 kHz, 100 mW)	80 dB
Impedance	32 Ω
Power Consumption	0.5 W

モスキート音（17 kHz以上の高周波数帯域）まで骨伝導で認識でき、子音が聞き取りやすい。
※被験者:55歳男性 / 職業:音響エンジニア

CE
Copyright © 2011 Frey Co., Ltd. All rights reserved.



耳穴式/超磁歪アクチュエータの基本構造



Copyright © 2011 Frey Co., Ltd. All rights reserved.

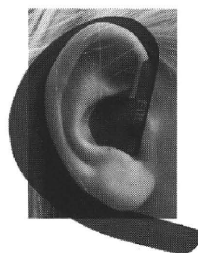


Fill-X インナーイヤー型補聴器 外観イメージ

※タイプの最終決定は、内部パーツの物理的制限(占有面積)によってなされます。

▼主要パーツ/ 超磁歪ドライバ + Amp・電源 + MEMSマイク + イヤーアタッチメント

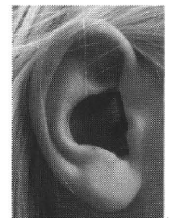
Type A ヘッドセットタイプ



Type B ポケットタイプ



Type C 一体型タイプ

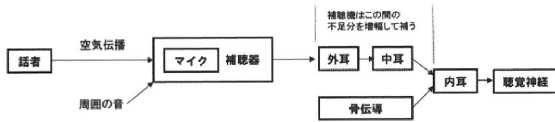


Copyright © 2011 Frey Co., Ltd. All rights reserved.



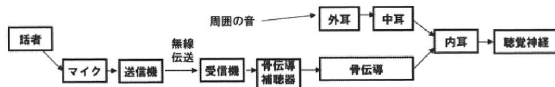
集団補聴システムによる「聞こえ」の改善

①補聴機で講演を聴いている場合



従来の方法は、音が空気を伝わって周辺のノイズと重なって補聴器に入るため、離れるに従って話者の声に周辺のノイズが加わり聞き取りづらくなる。

②無線伝送による集団補聴システムの場合



それに対して話者の声はマイクで得た声を高音質のまま無線で伝送し、聞き手へ骨伝導で伝えるので、話者の声が特別に聞き取り易い。また、会場の場所に関係なく等質かつ高音質の聞こえを実現することができる。

Copyrights © 2011 Frey Co., Ltd. All rights reserved.



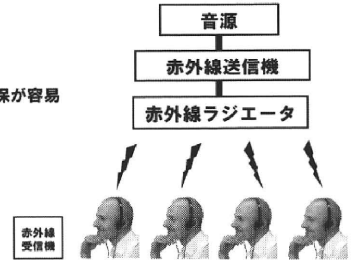
光拡散方式赤外線デジタル無線伝送 (20Hz~20kHz)

現在、アメリカで導入されている難聴者用のワイヤレスシステムは、アナログFMのモノラル(一部ステレオ)伝送のため以下の欠点がある。

1. 臨場感がない
2. ノイズが入りやすい
3. 場所によって感度がバラつく

改善

- 1:n のシステム化が容易
- 壁を越えないのでセキュリティ確保が容易
- 伝送の遅れがほとんどない
- 電波障害・干渉がない
- デジタルステレオ音声



Copyright: © 2011 Frey Co., Ltd. All rights reserved.


第6回青空の会、第5回T.C.の会
2011.1.23(日) アルカディア市ヶ谷

4. 両耳聴と脳のしくみ

—2つの耳を聴こえるようにする手術—

国立病院機構独立行政法人
東京医療センター・臨床研究(感覚器)センター
加我 君孝

地球:水の惑星から空気の惑星へ



音の速度: 空気 340m/秒
水 1500m/秒
鉄 5130m/秒

PYTHAGORAS



音は振動である

ピタゴラス
BC582頃～BC497頃

直角三角形の直角をはさむ2辺の長さを a、b、斜辺の長さを c とすると、右の関係が成り立つ。これを「三平方の定理」または「ピタゴラスの定理」という。

$$a^2 = b^2 + c^2$$

この定理を図形を使って考えてみると、直角に隣り合う辺を一辺とする2つの正方形の面積の和が、斜辺を一辺とする正方形の面積と等しいことになる。



I. 水と空気と動物の耳の進化

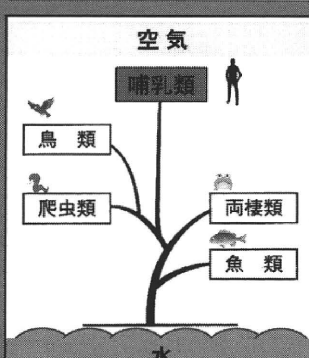
II. 両耳の不思議① 方向感

III. 両耳の不思議② カクテル・パーティ効果

IV. 両耳の不思議③ ステレオとバイノーラル

V. 両側小耳症・外耳道閉鎖の手術

I. 水と空気と動物の耳の進化



空気

哺乳類

鳥類

爬虫類

両棲類

魚類

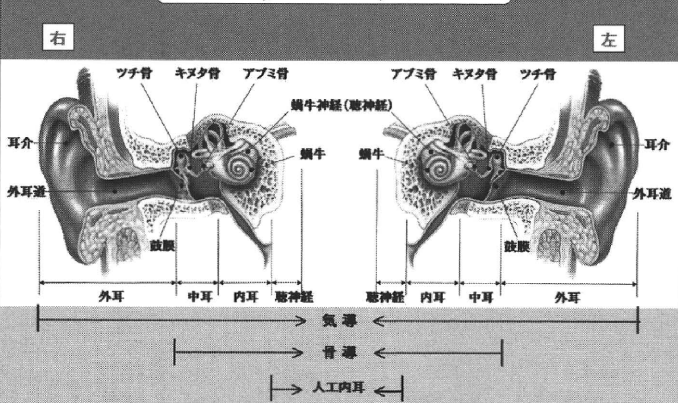
水

脊椎動物の系統図
(安部唯一:「人間の進化運動」より)

* 進化の古い順に

1. 魚 (水)
2. 両棲類 (水と空気)
3. 爬虫類 (空気)
4. 鳥 (空気)
5. 哺乳類 (空気)

耳のしくみ



右 左

ツチ骨 キヌタ骨 アブミ骨

アブミ骨 キヌタ骨 ツチ骨

蝸牛神経(聴神経)

蝸牛

蝸牛

耳介

外耳道

鼓膜

鼓膜

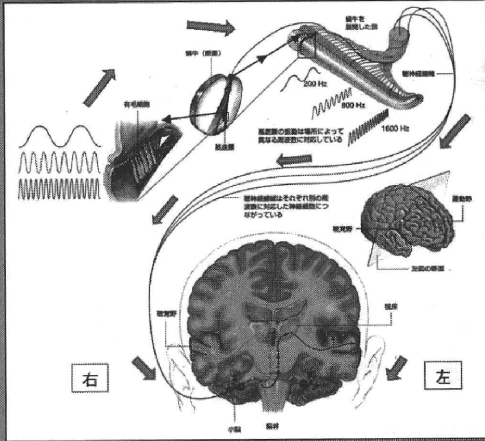
外耳 中耳 内耳 聴神経 聴神経 内耳 中耳 外耳

気導

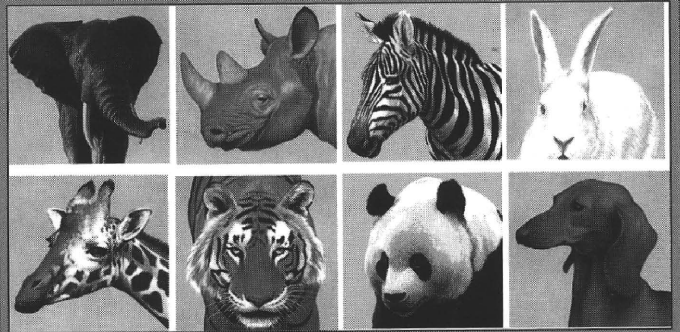
骨導

人工内耳

脳の中で2つの耳に届いた音を分析してわかるしくみ



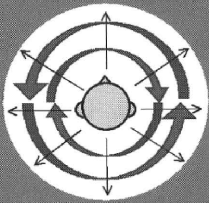
動物の目と耳の位置



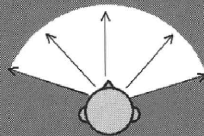
上段: 耳は左右に付着しているが、目は顔の横にある動物
下段: 耳は左右に付着しているが、目は顔の前にある動物

聴覚 360度(上下、左右、距離、広がり)
視覚 180度(上下、左右)

聴いて方向をつかみ、視覚で確認する



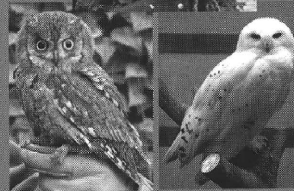
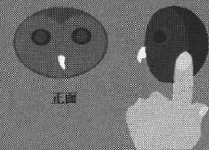
聴覚



視覚

フクロウ…森の哲学者

耳はどこにあるか？



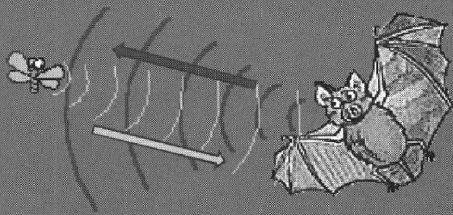
【隠れた耳】
耳は上の絵の指で指された位置くらいにある。ちょうど目と同じ高さであり、顔の集音装置となっている羽と頭の羽の境目くらい羽を捲ってみると大きな穴があいており、それが耳である。フクロウやミミズの耳は左右対称についでない。これは音で遠近感を感じ取り、暗闇でも獲物の位置が正確にわかることができる。

コウモリ

* 哺乳類(鳥ではない)



喉から超音波を発し反射波を耳で聴く

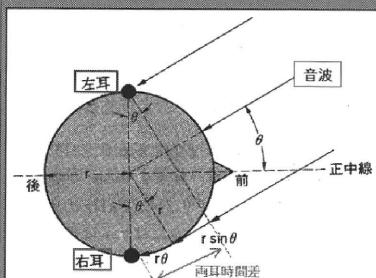


II. 両耳の不思議① <方向感>

2つの耳の役割

1. 敵の位置を音で知り、逃げる、襲う
2. 鳴き声でコミュニケーションをする
3. ヒトは言葉で会話する

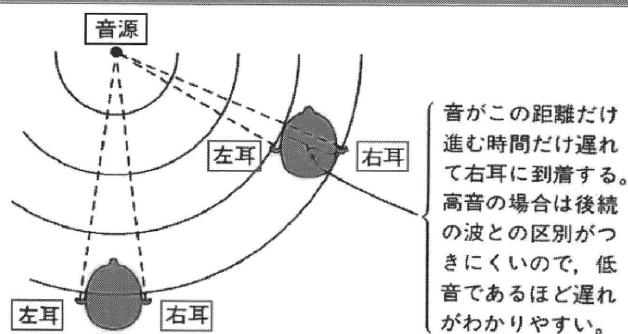
両耳と方向感(音源定位)



両耳時間差 (低音)
 両耳音圧差 (高音)
 頭部伝達関数
 (耳や頭部の形状)

“左耳に到着した音は、右耳よりも速く、かつ強く感じる”

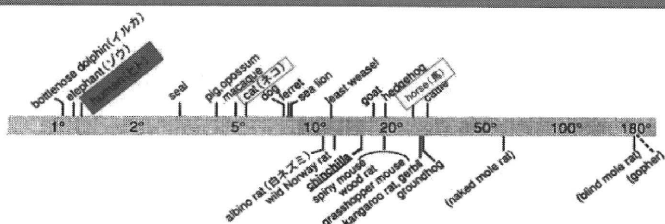
音源の方向を知る両耳の効果



音がこの距離だけ進む時間だけ遅れて右耳に到着する。高音の場合は後続の波との区別が付きにくいので、低音であるほど遅れがわかりやすい。

(a) 音源が正面にある場合 (b) 音源が斜め前方にある場合

哺乳類の音源定位の閾値



100msecあるいは400msecのノイズバーストによる反応

(Heffner RS, et al:1994より)

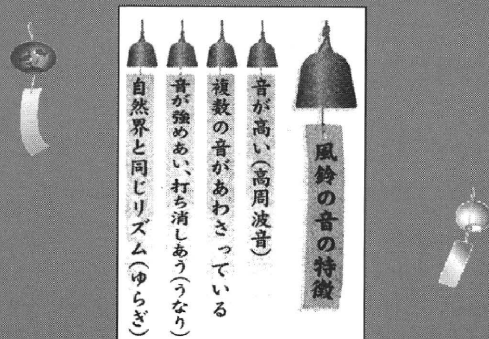
方向感の例(その1)

1. 花火...どこで(低音)(両耳時間差)

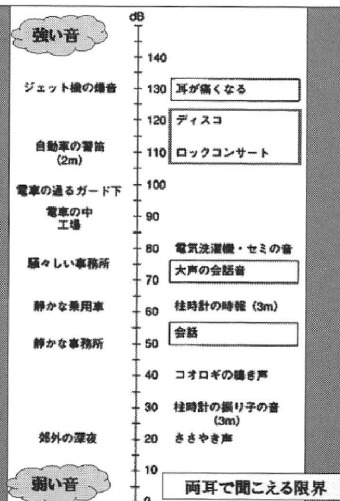


方向感の例(その2)

2. 風鈴...どこで(高音)(両耳音圧差)

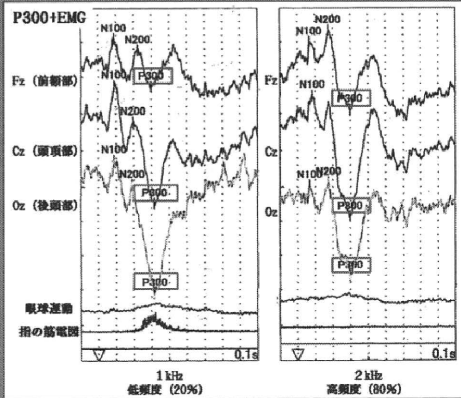


音の強さと音圧レベル (dB)



カクテル・パーティの脳波誘発電位の例

2 kHzの音の中で1 kHzの音を判断して選択する。
1 kHzに対して大きな反応 (P300) が出現する。



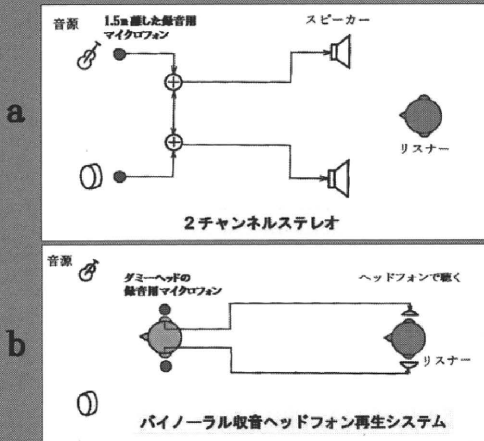
IV. 両耳の不思議③ 〈ステレオとバイノーラル〉

ステレオ録音と再生

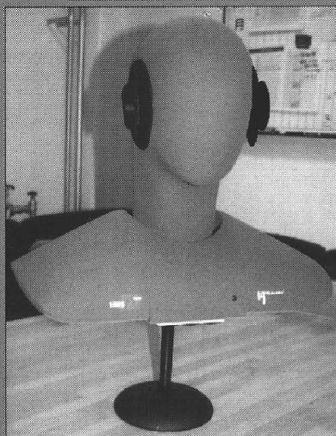
2つの方式

- 1) 通常のステレオ録音とスピーカー・ヘッドフォン再生
- 2) バイノーラル録音とヘッドフォンで再生

2チャンネル収録再生方式



バイノーラル録音のためのダミーヘッド

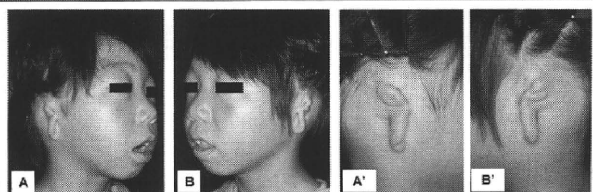


右のマイクロフォンの音は
右のヘッドフォンで聴く

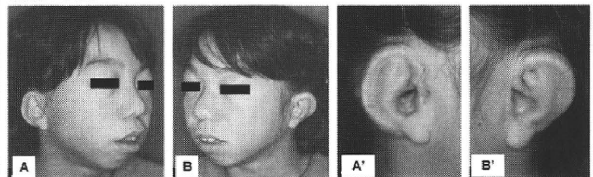
左のマイクロフォンの音は
左のヘッドフォンで聴く

小耳症・外耳道閉鎖

両側小耳症・外耳道閉鎖の手術

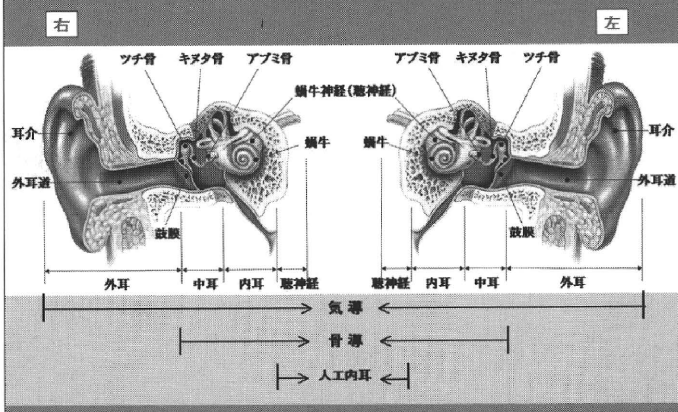


術前の状態



術後の状態(右:共同手術1年3ヶ月後、左:共同手術1年9ヶ月後)

耳のしくみ



1

5. Treacher Collins症候群

- ① TC症候群とは
- ② 海外での患者支援活動について
- ③ 米国(エイミーさん)、日本(近藤さん)の近況

埼玉県立小児医療センター
耳鼻咽喉科

安達のどか

2

Treacher Collins 症候群とは

1846: Thomson
1888: Berry
1900: Treacher Collins

[頻度] 1~5万人に1人

[原因] 常染色体優性遺伝(染色体5q異常)

[概念]

第一鰓弓の発達障害によって起こる、頬部、下顎
聴覚器の低形成を主症状とする奇形症候群

3

トリーチャーコリンズ症候群について

[頻度が高い症状]

症状は顔面に集中: 眼瞼斜下、頬部低形成、下眼瞼のノ
チ状欠損、下睫毛の全又は部分欠損、下顎低形成、耳介奇
形、外耳道閉鎖、伝音性難聴、側頬部に三角形に突出する
頭髪、不整咬合、巨口又は小口、口蓋裂、高口蓋

[頻度が低い症状]

気道狭窄、後鼻孔閉鎖、小眼球、耳下腺欠損、心奇形

[知能] 大部分は正常。5%に精神遅滞

(適切な時期に補聴器を装着していないことが影響している可能性あり)

4

T.C.を支援する国内外の動向

アメリカ, カナダ, イギリス

The Treacher Collins Family Support Group

(<http://www.treacherollins.org/>)

2001年に発足

インターネットでの情報交換が可能

日本

・T.C.親の会(2000年第一回目発足)

(by 加我先生)



5

トリーチャーコリンズ症候群の会の 世界動向

- アメリカ, カナダ, イギリスでのサポートグループ
(The Treacher Collins Family Support Group)
Treacher Collins Network <http://www.treacherollins.org>

→この会の良い点は、いつでもインターネットで団体の情報
を得ることができ、ネット上でチャットに参加することも可
能である。そのグループの歴史は浅く2001年に5人のボ
ランティアが始めたことがきっかけで現在では、100人
以上の参加者がいる。

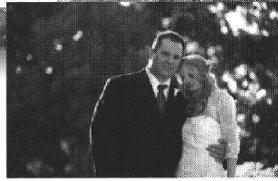
6

エイミーさんのホームページ

Amie's Homepage: トリーチャーコリンズ症候群であ
るエイミーは、University of Texas Health
Sciences Center in Houstonの医学部3年生の時に彼
女自身、この疾患によって苦勞した経験談、参考
になるような点を公開している。

世界中のTreacher Collins Syndromeの人々が勇気
付けられおり、また、その情報源を元に更なる交友
の場を提供している。尚、彼女のホームページに掲
載されている内容は、彼女以外の人の写真を除けば
このような形で公開することを容認されており、多
くの人に情報伝達されたと願っている。

その後の彼女



- 2008年 無事に研修医(内科と小児科)を終了
- 2009年4月 長年お付き合いしていた彼と結婚
- 2010年 ヒューストンにて内科(睡眠学を専門) 医師として勤務

近藤香菜子さんの紹介



- 1985年生まれ
 - 13歳頃 初めて東大病院で受診(加我先生)
 - 真珠腫性中耳炎のため手術(右耳)
 - 18歳 東大顎歯科で矯正を始める。
 - 就職については、相当迷った末、言語聴覚士になるため専門学校に通う
- 2011年春～宮崎大学医学部耳鼻科のST合格！
2月にあるST試験に向けて勉強中

6. 2つの耳を作る手術

獨協医科大学形成外科
朝戸 裕貴

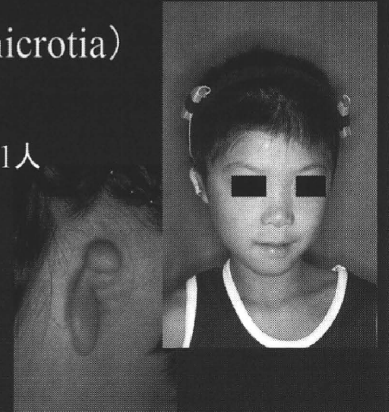
第6回「青空の会」、第5回「T.C.の会」

2011.01.23

PRS Dokkyo Med. Univ.

小耳症 (microtia)

- 6000人～10000人に1人
- 男性 > 女性
- 右 > 左 > 両側
 - 両側は全体の約1割



PRS Dokkyo Med. Univ.

形成外科

耳鼻咽喉科

耳介形成

外耳道形成

共同手術

機能再建と形態再建の両立

PRS Dokkyo Med. Univ.

耳介形成術の標準的方法

10才前後まで待機

- 1. 肋軟骨移植術

半年間待機

- 2. 耳介挙上術

– 外耳道形成術を行う耳鼻科との共同手術

– 当科単独の耳介挙上術

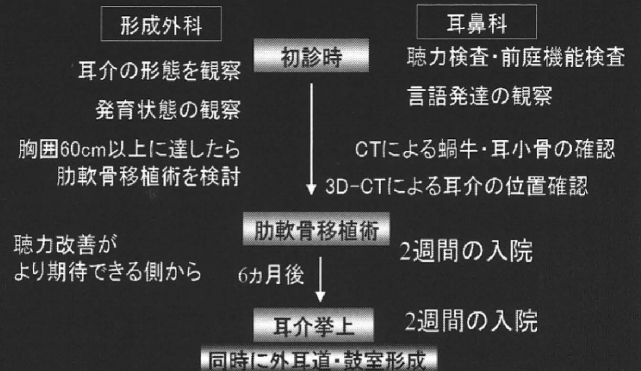
PRS Dokkyo Med. Univ.

共同手術の利点

- 耳鼻咽喉科
 - 良好な術野で外耳道形成が行なえる。
- 形成外科
 - 形成耳介の輪郭がよりはっきりする。
- 患者
 - 2つの手術を同時に行うことで、手術回数を減らすことができる。

PRS Dokkyo Med. Univ.

両側小耳症治療の流れ



PRS Dokkyo Med. Univ.

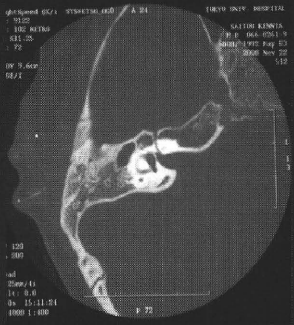
7

側頭骨CT

外耳道閉鎖に対する側頭骨CTの評価 (Jahrsdoerfer score.1992)

- アブミ骨はあるか(2)
- 前庭窓は開いているか(1)
- 中耳腔はあるか(1)
- 顔面神経アブミ骨枝はあるか(1)
- キヌタ骨ツチ骨は複合しているか(1)
- 乳突蜂巣ははっきりしているか(1)
- ツチ骨アブミ骨は接続しているか(1)
- 外耳の形態は正常か(1)
- 蝸牛窓はあるか(1)

計10点



PRS Dokkyo Med. Univ.

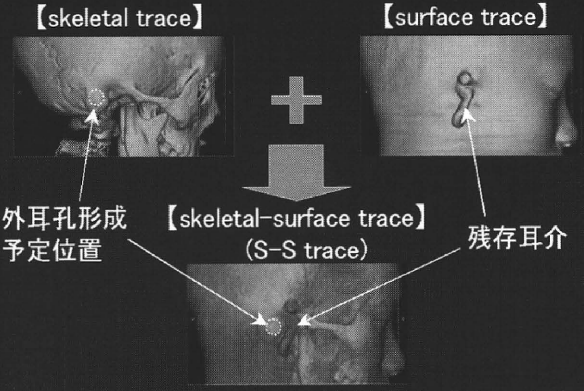
8

【skeletal trace】 + 【surface trace】

外耳孔形成予定位置 + 残存耳介

【skeletal-surface trace】 (S-S trace)

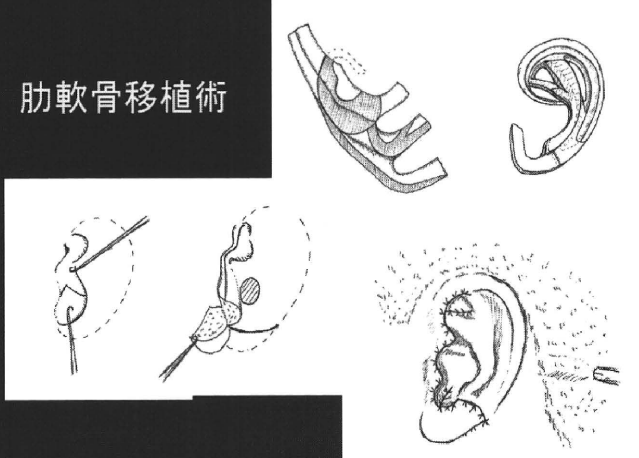
形成する耳介の正しい位置を視覚的に評価できる



PRS Dokkyo Med. Univ.

9

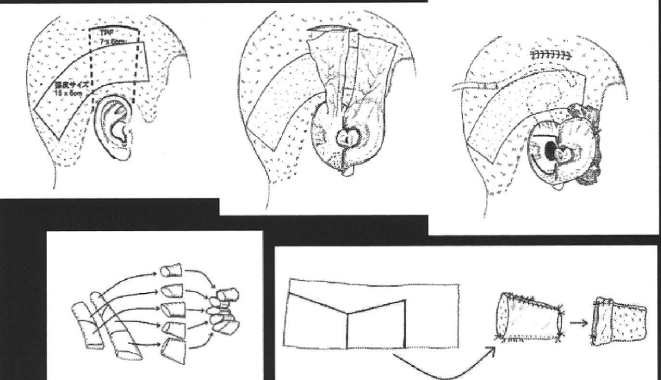
肋軟骨移植術



PRS Dokkyo Med. Univ.

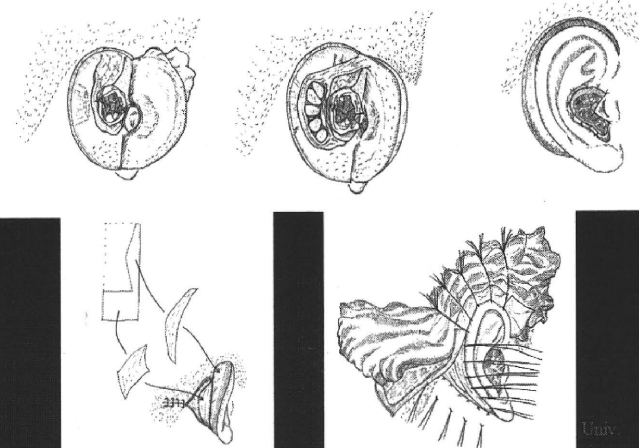
10

耳介挙上と外耳道形成の共同手術



PRS Dokkyo Med. Univ.

11



PRS Dokkyo Med. Univ.

12

術前

肋軟骨移植後

共同手術1年6カ月後



PRS Dokkyo Med. Univ.

症例 (1999.03 - 2010.12)

- 共同手術 136件
 - うち 片側小耳症 87件
 - 両側小耳症 49件
 - うち左右両側とも共同手術 20名 × 2 = 40件
 - 左右いずれかのみ共同手術 7名、7件
 - その他の共同手術例 2件

PRS Dokkyo Med. Univ.

両側小耳症の理想的な治療の流れ

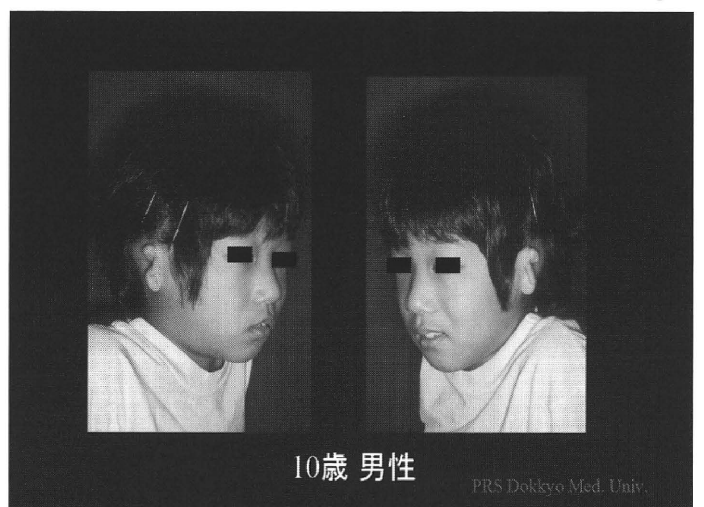
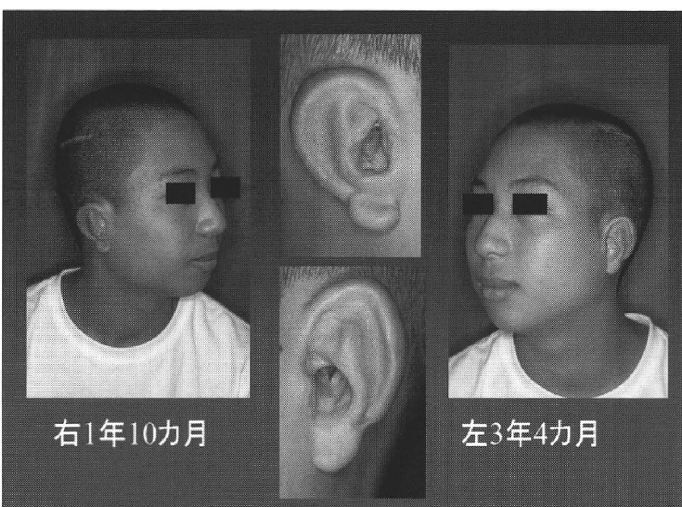
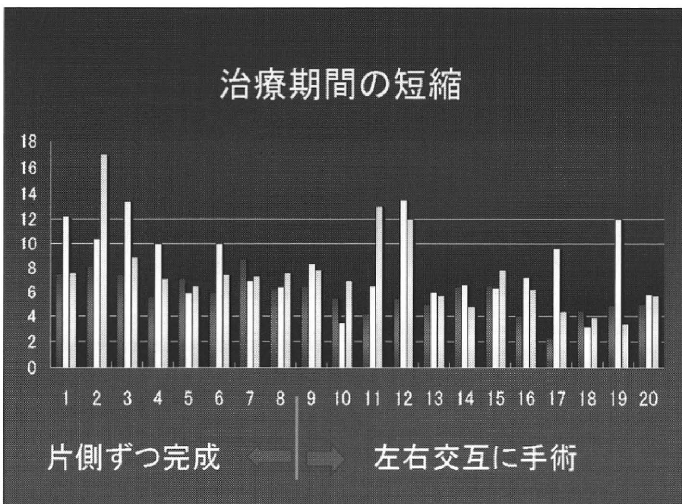
左右を交互に治療する = 効率の上では理想的

→ 実際には補聴器の位置などの問題がある

聴力改善がより期待できる側の 肋軟骨移植術 → 耳介挙上術 外耳道・鼓室形成術

もう一方の側の 肋軟骨移植術 → 耳介挙上術 外耳道・鼓室形成術

3ヶ月 6ヶ月 9ヶ月

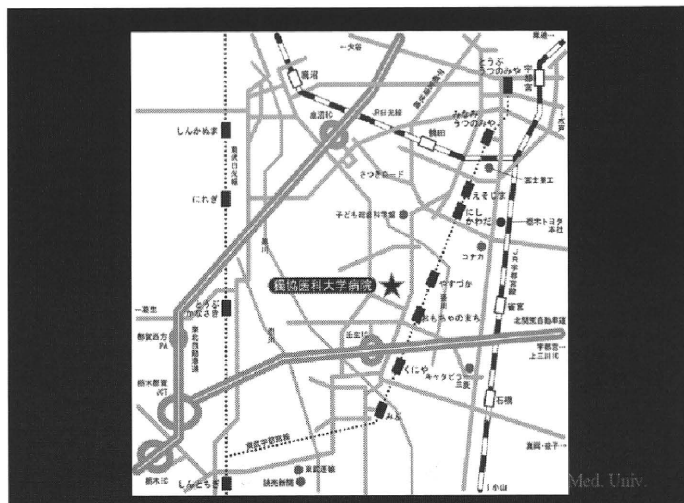




カナル式補聴器の利点と問題点

利点	問題点
<ul style="list-style-type: none"> 目立たず、装着しやすい 運動時にも使用しやすい 音の方向性に優れている 	<ul style="list-style-type: none"> 外れる 電池の寿命が短い 音質が劣る

20例中16例が両側カナル式補聴器着用となった



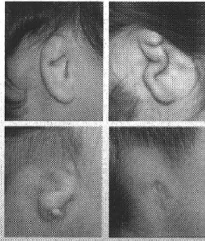
1

7. 両側小耳症・外耳道閉鎖症児における術前聴覚補償の実状について

竹腰英樹 (国立病院機構東京医療センター耳鼻咽喉科)
加我君孝 (国立病院機構東京医療センター感覚器センター)

2

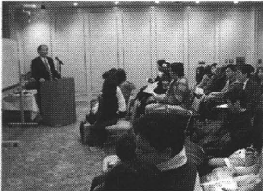
小耳症・外耳道閉鎖症



- 出生1～1.5万人に1人の発症。
- 約1割に両側発症。
- 約7～8割に外耳道閉鎖、狭窄症を伴っている。
- 中等度難聴を呈する。

3

両側小耳症・外耳道閉鎖症児の親の会(青空の会)



- 1993年から発足。
- 年に1～2回の開催。
- 情報交換と親睦の場。
- 治療法、治療成績、形成外科医や補聴・療育専門の人による講演。
- 現在、100名ほどの登録数。

4

目的

- 外耳道形成など聴力改善手術を受けていない両側小耳症・外耳道閉鎖症症例の聴覚補償の現状を把握すること。

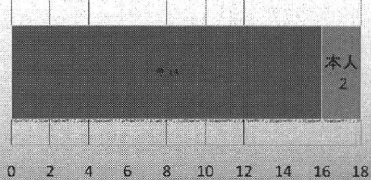
方法

- 青空の会(平成22年1月16日)に参加している患児を対象にアンケート調査を施行した。
- アンケートは14問の質問で構成されており、10問が選択肢回答、4問が自由記載回答である。

5

結果

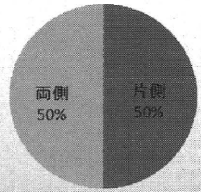
- 31家族から回答を得て、条件を満たした18症例のアンケートを解析。
- アンケート記載者



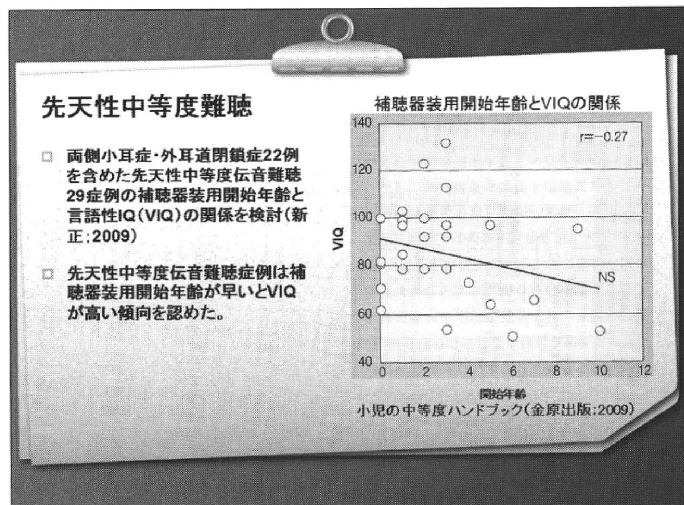
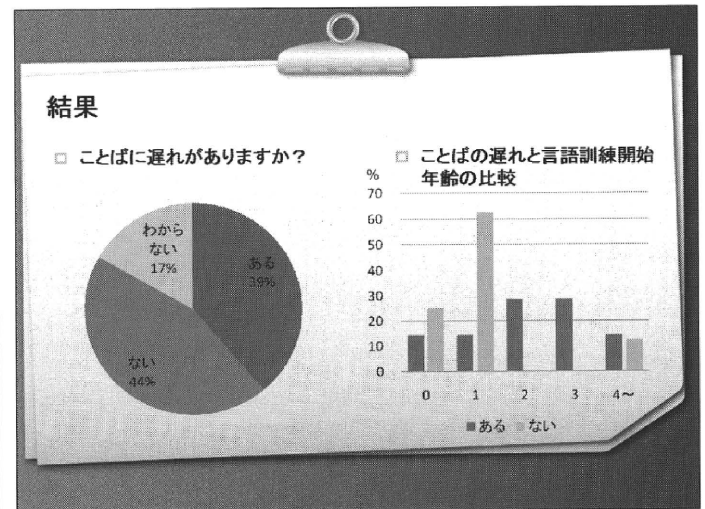
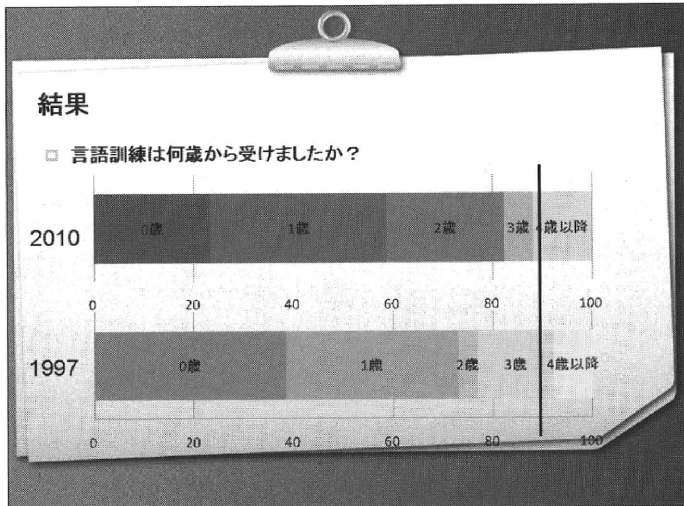
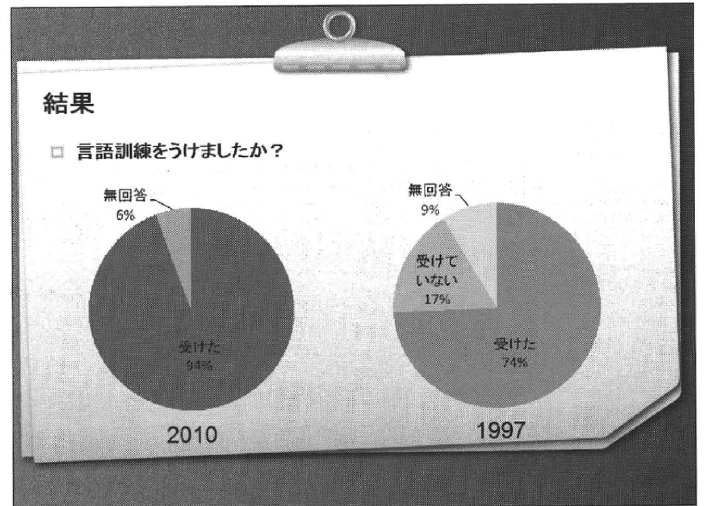
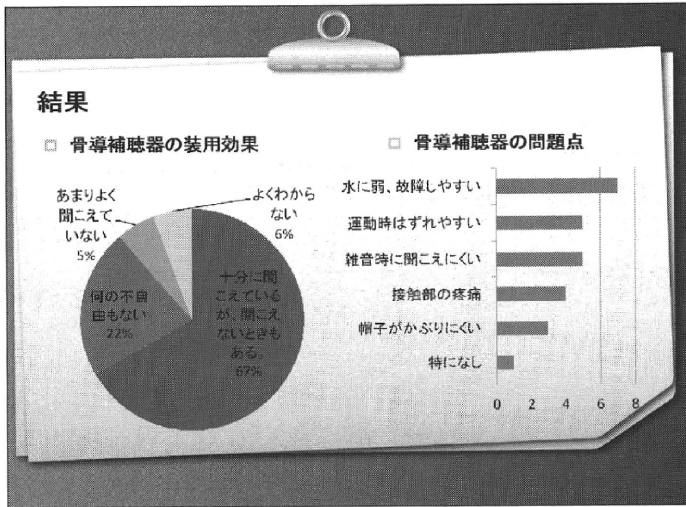
6

結果

- 骨導補聴器の装用
- 両側骨導補聴器装用について



- どちらの側から呼びかけられているかわかる。車がどちらから走ってくるのかわかるようになり、屋外での安全性が増した。
- 左右どちらからの声かけにも反応するようになった。
- 言語の数が増え、会話の成立が多くなりました。
- 両側だと聞こえる範囲が広くなり、良かった。



まとめ

- 外耳道形成など聴力改善手術を受けていない両側小耳症・外耳道閉鎖症18症例の聴覚補償の現状をアンケート調査した。
- 全症例が骨導補聴器を装着し、5割の症例が日常的に両側骨導補聴器を装着していた。
- 1例を除いた全症例で言語訓練を受けており、6割の症例が1歳までに訓練を開始していた。
- ことばの遅れがある症例はない症例に比べ、訓練開始年齢にばらつきがあった。