

研究概要報告書

(/)

研究題目	人工内耳装用者が音楽を楽しむ可能性を探る基礎的研究	報告書作成者	伊藤 健
研究従事者	伊藤 健 ・ 狩野章太郎		
研究目的	<p>人工内耳は、内耳障害による高度難聴者に対して、内耳 (蝸牛) に電極を埋め込み、ラセン神経節 (蝸牛神経) に直接電気刺激を与えることにより聴覚を回復させるという画期的なデバイスであり、我が国でも約 10 年前より普及し始めた (図 1)。現在使用されている人工内耳デバイスは、蝸牛の異なる周波数に対応する部位 (図 2) に置かれた複数 (約 20 個) のチャンネルに対し、個別に高速な電気刺激を行うことが可能であり、ソナグラムに見られるような語音の複雑なパターンをある程度再現することができる (図 3)。これにより語音認知成績も良好となっており、人工内耳で電話が可能ない症例も少なからず存在する。しかし、人工内耳は環境音の弁別はある程度可能であるものの、音楽を認知させることは困難であるとされている。今回の研究は、語音の聞き取りが良好である装用者が周波数スペクトル、すなわちピッチを認知できない筈はないとの観点から、視点を転換して人工内耳に適するサウンドを作成しようとする試みである。人工内耳を用いて蝸牛神経を刺激できると言っても、約 3500 ある内耳感覚細胞 (内有毛細胞) を 20 余りの電極で置き換えている訳で、正常な聴覚と異なる刺激が適切である可能性がある。より適切な音の種類・パラメータが解明されればと考えられ、そうなれば、フィルター等を通して装用者が音楽を楽しむやすくなったり、また今後の人工内耳デバイスの開発に新しい指針を与える等の展開が期待される。さらに、逆にヒトが音程を認知するメカニズムに対するヒントを与え、絶対・相対音感など十分解明されていない分野に道を開ける可能性がある。</p>		

研究概要報告書

(/)

<p>研究内容</p>	<p>人工内耳装用者に対して以前我々が行った検討において、実際の楽音を用いると、リズムの認知はある程度可能でも、ピッチ変化の認知は不可能に近いことが分かっていた。さらに今回の研究の予備的な検討において、人工内耳装用者のうちで語音聴取能がかなり良い症例を用いて、周波数が大きく異なる音 (例えば 500Hz と 4000Hz) の判別実験を行ったところ、予想に反してその成績が極めて悪かったため、なかなか実験の機会を得られない人工内耳装用者を対象とする前に、コンピュータを用いて人工内耳をシミュレートするソフトウェアを作成して健常者を対象とする検討を加える方針とした。</p> <p>実験 1 :周波数バンド分解音刺激を用いた実験 対象 :正常聴力者 (ボランティア) 方法 :マッキントッシュ (PowerPC G5)上の波形加工ソフトウェア (IGOR Pro)およびこのソフトウェア上で稼動するフィルタデザインソフトウェアを用いて、人工内耳を介した人工聴覚に近いと考えられる音を作成し、これを正常被験者に聞かせて判別可能か否かを調べた。刺激音 (44.1kHz でサンプルされた任意の音ファイル: 純音・ノイズ・音声・音楽など)を 2~ 16の周波数バンドに分解し、各バンド毎にヒルベルト変換を用いて解析的信号 (Analytic Signal) を作成、その振幅からエンベロープを抽出した (位相は使用せず)。この振幅に当該の中心周波数に 20%の幅を持たせたバンドノイズを掛け合わせ、各バンドから作成した音を加算して刺激音を作成した。この様に作成した刺激音は各周波数バンドの振幅情報のみを含んでおり、人工内耳を介した人工聴覚に近い特性を持つと考えられる。</p> <p>実験 2 :合成音刺激による判別実験 対象 :人工内耳装用者 方法 :異なる周波数の純音・バンドノイズ、和音、3つのフォルマント情報のみから作成した日本語男声母音 (純音からの合成音・バンドノイズからの合成音の 2種)を用いて、それぞれの範疇内での異なる複数の音を弁別可能であるかを調べた。</p>
-------------	--

研究概要報告書

(/)

<p>研究のポイント</p>	<p>人工内耳はもともと言語の理解を主目的に開発されている。国内・国外ともに語音認知を評価基準としており、生活に関係する環境音は多少注目されているものの、音楽に関してはほとんど検討がなされていない。多チャンネル人工内耳では、原理的に楽音の理解も可能であると考えられるのに、音楽については認知能が極めて悪いとされて詳しい検討がなされない理由のひとつには、社会生活における実用性(言葉の認知)に比べ、Amenity of Lifeの領域に属する音楽が軽視されることがあると想像される。今回の研究は人工内耳が将来付加すべきこの新たな側面に注目したものである。</p>
<p>研究結果</p>	<p>実験1：正常聴力者において、刺激音を周波数バンド分解音に加工してその聴取が可能か否かを調べたところ、語音においてはバンド数が4以上ならば概ね文章の意味を理解することが可能であったが、音楽の認識にはより多くの周波数バンドが必要であり単純なメロディーでも8～16バンド以上でないと判別は難しかった。これは、人工内耳装用者において音楽の認識が難しいことの傍証となると考えられた。</p> <p>実験2：人工内耳装用者において、各種の合成刺激音の種類ごとに判別能力を検討したが、現在のところ、語音聴取能のばらつきがある被検者を用いていることもあり、首尾一貫した結果は得られていない。傾向としては純音より複合音(純音の組み合わせとしての和音・ノイズを用いた語音など)の方がより判別が容易であるとい結果が得られている。</p>
<p>今後の課題</p>	<p>人工内耳装用者は、各人の聴取能力がかなり異なるため、統計的に検討が可能な結果を得るためには聴取能力の高いものを中心に更なる症例の追加が必要であると考えられた。また、正常聴力者においても、分割する周波数バンド数を減らす加工を施した場合、音楽の聴取は語音に比較して困難であり人工内耳装用者において音楽の聴取が難しいのは人工内耳デバイスの問題だけではなく、音楽を認識する機構の根源に関わる問題である可能性がある。この点においても、さらに実験方法を洗練し、正常聴力者において検討を進める価値があると考えられるため、来年以降も研究を継続していく心算である。</p>

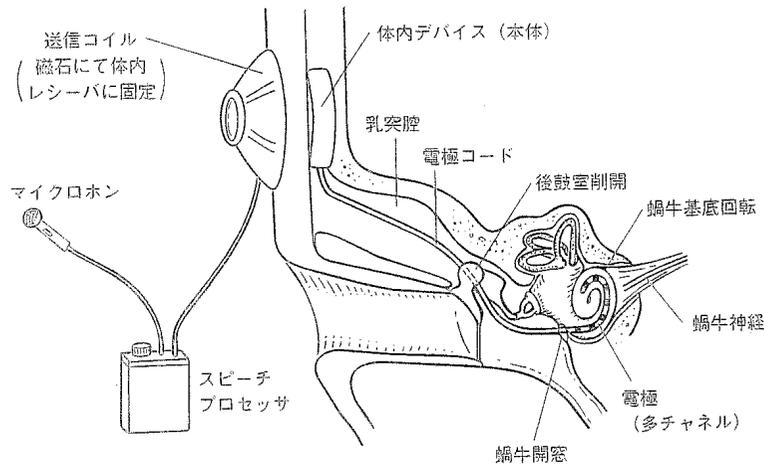


図1 人工内耳ハードウェアの概要

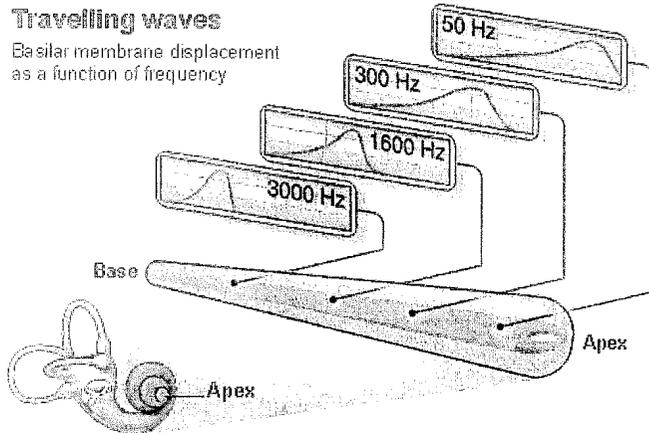


図2 蝸牛は頂回転 (apex) が低い周波数に、基底回転 (base) が高い周波数に反応する。従って人工内耳電極も先端が低い周波数部分、付け根が高い周波数部分の神経線維を刺激する。

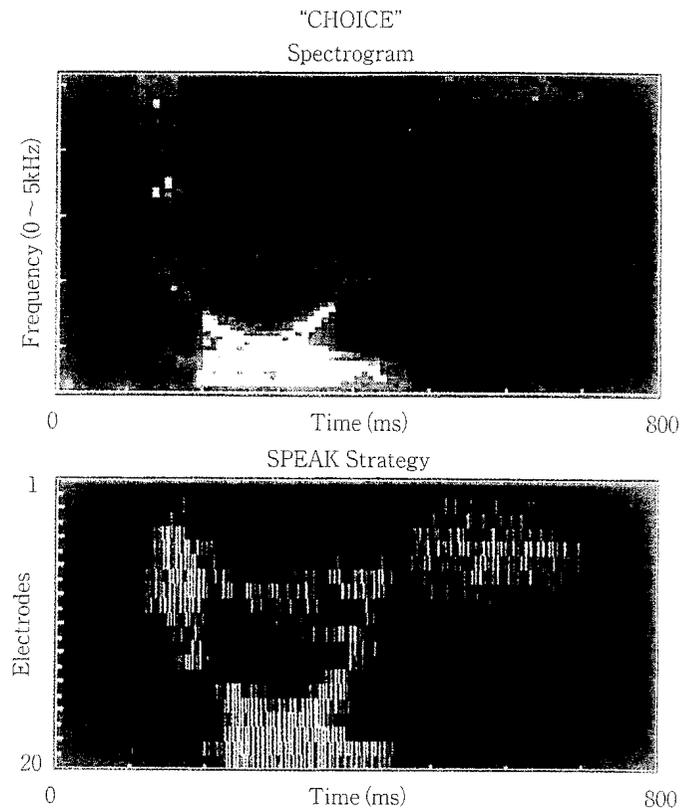


図3 “CHOICE” という単語のスペクトログラム (上) と SPEAK 法による電極発火の推移 (下)

電極発火はスペクトログラムに近いパターンを示す。
(内藤 泰：脳からみた言語，本庄 巖(編著)，p 219，中山書店，1997より引用)