

氏名	うえだ ゆういち	上田 裕市
授与学位	工学博士	工学博士
学位授与年月日	昭和63年2月10日	昭和63年2月10日
学位授与の根拠法規	学位規則第5条第2項	学位規則第5条第2項
最終学歴	昭和55年3月	昭和55年3月
	熊本大学大学院工学研究科電気工学専攻	熊本大学大学院工学研究科電気工学専攻
	修士課程修了	修士課程修了
学位論文題目	聴覚代行としての視/触覚による音声情報伝達の総合的評価法に関する研究	聴覚代行としての視/触覚による音声情報伝達の総合的評価法に関する研究
論文審査委員	東北大学教授 城戸 健一	東北大学教授 木村 正行
	東北大学教授 中鉢 憲賢	東北大学助教授 牧野 正三

## 論文内容要旨

聴覚障害児の言語訓練（発話訓練及び通話補助）を目的として種々の補助機器が開発されてきた。それらの多くは聴覚以外の感覚を積極的に活用するという立場から、音声情報を視覚や触覚を通して伝達するものである。しかし、そのような機器について過去に行われた評価の多くは、実用的見地に立つもの、少数個の音声試料に対する認識（むしろ識別に近い）を扱ったもの、あるいは非言

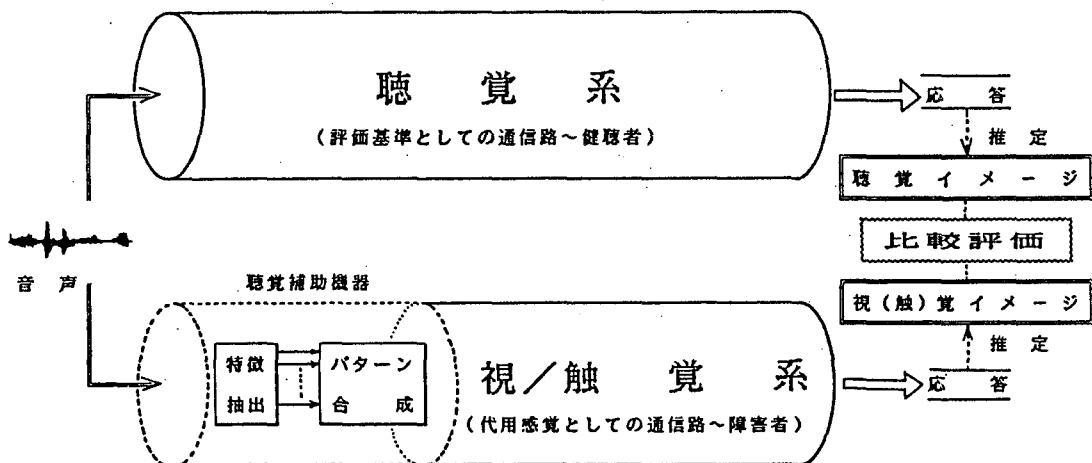


図1 聴覚補助機器の評価における問題点

語レベルでの感覚情報処理を扱ったもの等、極めて多岐にわたりそこに一貫した傾向を見い出すことが難しい(図1)。即ち、評価に用いる刺激集合の違い、音声情報から視/触覚情報への変換及びその伝達方式と受容感覚の整合の度合いに関係する視/触覚情報の良さ、更に被験者の個人差等の種々の変動要因により評価結果が右左されるという現状である。このような状況では、聴覚障害児が話しことばを理解するには、どのような音声情報をどのような形態で伝達するのが有効であるか、あるいは視/触覚による聴覚代行は可能かという基本的かつ重要な問題に対しては極めて曖昧な解答しか望めない。従って、聴覚障害児の言語訓練をより効果的に行い、言語習得の達成を促すためには様々な伝達方式を総合的かつ系統的に同一レベルで評価する方法の確立が望まれる。

本研究は上記の問題に関して、従来の評価方法を見直し、新たに総合的な評価法を確立しようとするものである。本評価法を通して、聴覚障害児が音声言語の概念や発話を習得し、更に、ことばを獲得していく上でどのような視/触覚的な音声情報を伝達するのが効果的であるかについて明らかにすると共に、視覚を利用する補助機器として開発した連続音声の色彩表示システムのビジュアルスピーチとしての可能性を探る。なお、ここでは伝達される視/触覚的な音声情報について音響刺激の変換により生ずる感覚の情報処理としての立場から議論するのではなく、あくまで言語情報としての伝達能力を健聴者の聴覚イメージを基準として評価するという一貫した立場をとる。従って機器の装用性、操作性、あるいは教育現場での利用のような機器の実用的評価に関する問題は本研究では議論の中心にはならない。

本評価法では(図2に示すように)補助機器と視覚系あるいは触覚系を音声情報が伝達される一つのチャンネルとして捉え、これが基準チャンネルとしての聴覚系と同等であるべきとの考えを基本としている。これは健聴者の聴覚と視覚あるいは触覚(視覚及び触覚の受容能力は健聴者と聴覚障害者で同等であるとする)を対象とすることであり、教育現場等での実用的な評価とは違った観点から機器の音声情報の伝達に関する本質的な評価が可能となる。基本的な評価方法としては、音声聴取時の種々の聴覚機能に着目した課題を設定し、現実の音声集合の多様性を考慮に入れた音声刺激集合に対して聴覚、視覚あるいは触覚による一連の心理実験を行うものである。そして、結果より

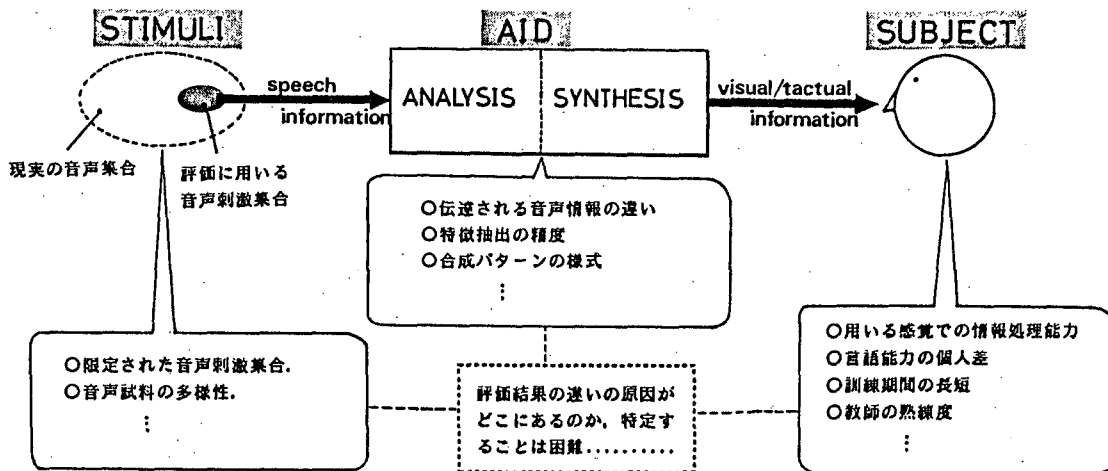


図2 音声情報伝達の評価における基本的な考え方

推定された視／触覚的なイメージと評価基準としての聴覚的なイメージとの比較評価によりそこで伝達される音声情報の良さ及び伝達方式の有効性が明らかにされる（第2章）。

本論文では、図3に示すように合成母音を用いた音韻情報の伝達（第3章）、単語レベルでの韻律情報の伝達（第4章）及び子音を含む合成単語パターンを用いた単音節、単語音声（連続音声）情報の伝達（第6章）に関する問題を扱っている。また、第5章では第3章の母音情報の伝達に関する評価で最も優れていると推測された（筆者の研究室で開発された）連続音声の色彩表示システムを用いて自然音声の立場から評価法の妥当性を検証する。

まず、音韻（母音）情報の伝達に関しては、視／触覚を通して形成される母音カテゴリーの概念を導入し、聴取との比較により各伝達方式を同一のレベルで評価する方法を示す。具体的には多数の母音刺激をカテゴリー化する能力に関連するカテゴリー形成の容易さとその安定性、男声や女声のような声道長の違いに起因するホルマントの違いを正規化する能力の評価のための母音カテゴリーの相対的

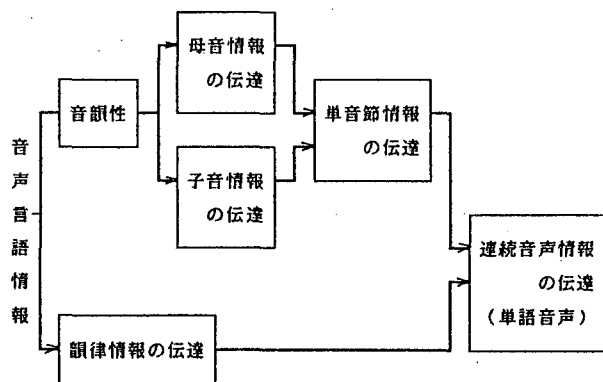


図3 音声情報伝達の評価過程

シフト及び調音結合効果の補償能力に着目した母音連鎖刺激の知覚におけるカテゴリー境界の移動の3点を評価の対象とする。

韻律情報の伝達では、その視／触覚情報として本来全体的なパターンとして大局的に捉える必要のある韻律的なイメージを刺激の時間長や途切れあるいはピッチの高低という韻律要素を個々に識別する能力の面から捉えその基本的な識別能力の安定性を評価基準とすることで伝達される韻律イメージの良さを推定する。

単語音声情報の伝達においては、その視／触覚的表現の直観性即ち単語の意味内容を即座に理解できるか否か、を問題とする。そのためには単音節レベルで習得したイメージが連続音声の認知においてもそのまま適用できるというパターン習得の拡張性に裏付けられている必要があり、また言語理解という観点からは文脈上の制約による冗長性の利用が円滑に行われなければならない。

以上の各評価において視／触覚による幾つかの音声情報伝達方式に適用した結果、総じて触覚方式に対する視覚方式の優位性及び各方式の音声情報伝達における適用限界が明らかになった。前者の優位性の問題は視覚と触覚の持つ情報処理能力の違いを勘案すれば当然予想される結果であるが、このことは本評価法の意義を低下させるものではない。それは聴覚補助機器により伝達される音声情報としての刺激については単純に情報処理速度のような尺度では議論できない面が多いと考えられ、それを音声言語レベルで同一の基準で評価した結果として解釈すべきであろう。

むしろ、後者の適用限界の明確化が本評価法の意義としては大きいと考える。例えば、ホルマント軌跡を直接可視化するホルマント表示では、男／女声の正規化や調音結合効果の補償に関して自ずと限界があり、これは従来のビジュアルスピーチで指摘されている視覚的な解読は本質的に不可能であるとする主張に合致する。しかし、同じホルマント情報でも別の呈示形態を採ることによりそ

の可能性が広がる（第3章の合成母音を用いる評価や第5章での自然音声を用いた種々の心理物理実験により）色彩表示方式において確認された。また本方式は韻律情報及び単語音声の伝達の評価においても良好な結果が得られ、新たなビジュアルスピーチとして視覚による聴覚代行が期待できる方式として位置づけることができるであろう。

一方、触覚では少数刺激に対する識別は可能であるが、それは必ずしも母音カテゴリーに基づく同定によるものではないことがカテゴリー形成能力の低さにより明らかになり、その適用範囲は自ずと限定されることになる。

本研究ではその評価の具体例として一部の機器しか用いなかったが、補助機器と視覚あるいは触覚を一つのチャンネルとして捉え、正常な聴覚チャンネルと比較する本評価法は他の様々な伝達方式にも一般性を失うことなく同一レベルで適用できると考えられる。これはまた補聴器を補助機器に、聴力損失を有する聴覚を視／触覚にそれぞれ置き換えることにより、補聴器も同じレベルで評価することが可能である。

本論文では教育現場での評価に関しては触れていないが、本研究で示された評価法はそのような実用的な評価と相反するものではないということを強調しておくべきであろう。即ち、本評価法は工学的及び音響音声学的な基盤に基づいて聴覚補助機器の評価を行うという従来の評価とは全く別の観点から捉えた新しい手法である。従って、実用的評価に至る前の段階での、より基本的かつ本質的な音声情報の伝達という観点から開発レベルの機器の有効性を明らかにするための手段として位置づけることができると考えられる。

## 審 査 結 果 の 要 旨

聴覚の障害により音の聴取と発声が困難で日常生活に支障をきたしている18才以上の人口は、全国で37万人余に上る。これらの人々への補助と発声訓練に用いることを目的として、種々の機器の開発が試みられてはいるが、未だに十分なものはない。その原因の一つとして、視／触覚による音声情報伝達の評価手法が確立されていないために、開発の試みが個々の思い付きに終始していることが上げられる。著者はこの点に注目して評価手法の研究を行った。本論文はその成果をまとめたもので全文7章からなる。

第1章は序論であり、研究の背景と目的を述べている。

第2章では、本研究全体を通じての音声情報伝達の評価に関する基本的な考え方を、従来の評価法と比較して論じている。

第3章では、音韻性の基本的要素である母音情報伝達の評価手法を提案している。これは評価の基準を聴覚系での母音カテゴリーの形成、話者変動の正規化および調音結合結果の補償の3点に置くものである。さらにここでは、4種の視／触覚による母音伝達方式をとりあげて合成母音を対象とする評価実験を行い、各方式を比較検討している。

第4章では、韻律情報評価の問題を扱い、種々の基本的韻律要素が融合している状態における各要素の安定な識別を、総合的な韻律情報伝達の評価基準にすることを提案すると共に、それが韻律情報伝達に不可欠な条件であることを、実験により明らかにしている。

第5章では、前2章の評価実験によって最も優れていると推測される色彩表示方式により、実音声を用いて、母音の認知に関する心理物理実験を行っている。その結果は第3章の評価基準が妥当であることを裏付けるものとなっている。

第6章では、単語レベルまでの連続音声情報伝達に関する評価手法を提案し、色彩表示システムを用いて、音声の視覚パターンによる読み取りに関する実験を行っている。ここでは、健聴児の言語習得の過程に評価の基準を置き、単音節から単語音声というパターン習得の拡張性、認知の即時性および文脈上の冗長性の利用の可能性を検討して、提案した評価手法が有用なことを示している。

第7章は結論である。

以上要するに本論文は、難聴者に視／触覚により音声情報を伝達する機器の開発の基礎として重要な評価手法について、健聴者の聴覚イメージを基準にする立場からの手法を提案し、その有用なことを実験によって明らかにしたもので、音響工学ならびに情報工学に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として合格と認める。