

# 出 口 利 定

学位の種類 博士(教育学)  
学位記番号 教 第 56 号  
学位授与年月日 平成5年10月13日  
学位授与の要件 学位規則第4条第2項該当

学位論文題目 音声情報の聴知覚の発達に関する研究

論文審査委員 (主査)

教授 永 渕 正 昭      教授 村 井 憲 男  
教授 菅 井 邦 明

## 論 文 内 容 の 要 旨

1. 本論文は、健聴な乳幼児と成人および聴覚障害児を対象にして、音声情報の聴知覚の発達および聴能訓練の効果について論述したものであり、3部から構成されている。第Ⅰ部では、音韻情報である母音知覚における基本的能力の発達について、健聴幼児・成人のほか、乳児と聴覚障害児の特徴を明らかにしている。第Ⅱ部では、母語と非母語の韻律情報の弁別が、新生児ですでに可能であることを実証している。第Ⅲ部では、音声の基本的要素である音の高さ、強さ、音色、持続時間について、聴覚障害児の知覚能力を測定し、さらに聴能訓練による向上を示している。
2. 論文の構成は次の通りである。

序論

第Ⅰ部 母音知覚における正規化能力の発達の側面

第1章 成人・幼児・乳児の母音知覚における正規化能力

第2章 聴覚障害児における正規化能力

第Ⅱ部 乳児における母語、非母語の弁別

第1章 乳児における吸啜反射の特性

第2章 乳児の母語、非母語に対する弁別能力

第Ⅲ部 聴覚障害児における韻律情報と子音情報の知覚能力及び聴能訓練

第1章 ピッチ感覚と聴能訓練による向上の可能性

第2章 音声の韻律情報の知覚と聴能訓練

第3章 聴覚障害児による音声の動的特徴の知覚

概要と今後の課題

### 3. 論文の内容は次の通りである。

序論では、次のように述べている。最近、コンピュータによって精度の高い合成音声が可能になったため、各種音声刺激に対する高次な聴知覚のメカニズムが解明されつつある。従来、音声知覚の研究は成人を対象にしたものが多かったが、1970年代後半からアメリカにおいては、新生児や乳児を対象に音響学的見地から音声の知覚実験が開始され、現在では人の聴知覚の処理過程が注目されている。一方、我が国においては、新生児の聴力スクリーニングの研究は進んでいるが、音声知覚の研究は非常に少なく、その成果が聴覚障害児教育に十分生かされるに至っていないのが現状である。そこで、本論文では、新生児・乳児の聴知覚の特性と聴覚障害児の知覚能力の向上を主体に取り上げると述べている。

第1部では、音韻情報のひとつである母音を取り上げ、その知覚における正規化能力の発達について検討している。

「正規化能力」とは、人が発声した音声は年齢や性別によって音響学的構造が著しく異なっているが、我々は話者による音声の違いに関わりなく、一定の言語音として知覚できる能力を備えており、このことを指すが「音声知覚の恒常性」ともいう。

第1章では、正規化能力の存在とその精度について、まず健聴成人12名（20～25歳、男女各々6名）、健聴幼児32名（3、4、5歳）を対象に、聴知覚実験を試みている。母音/o/から/a/（/o-a/系列）と/u/から/e/（/u-e/系列）へ11～13段階でホルマント周波数（音韻に関係する）が変化する刺激音をコンピュータで合成し、両系列とも音声の基本周波数（最低の周波数成分で、音の高さに関係する）を100Hz（男声）と220Hz（女声）の2種類で提示し、どちらの母音（oかa、uかe）に聴取されるか、その判断の推移を測定した。その結果、3歳児においてすでに成人と同様に、同一系列内での母音の判断境界（oからaへ、uからeへ、聞こえが変わる位置）が基本周波数の変化によって一定方向へ変移することが示された。すなわち、基本周波数が高くなると、ホルマント周波数の高い方へ判断境界が移行すること、換言すれば、正規化することがわかった。また幼児の判断精度も成人の域に達していることが確認された。

次に乳児の母音弁別について/o-a/系列で実験している。ここでは、生後5～7カ月の健聴乳児5名を対象に、数回同一音を聞かせた後、目的音をランダムに与え、音源に振り向く動作（head-turn）を条件づけして、反応の指標にした。その結果、信頼し得るデータを得るまでに多くの訓練試行（平均130回）を要したが、乳児の母音の判断境界は、幼児の場合とほぼ同じ範囲内に分布していることが確認された。このことから、生後5カ月児でも正規化能力が存在していると述

べている。

第2章では、聴覚障害児について/o-a/系列での識別能力を検討している。被験児は難聴学級在籍児19名（小学1年から中学3年、男子11名、女子8名）で、実験方法は第1章と同じであるが、反応パターンは次の3つのタイプに分かれた。Aタイプは健聴成人と同様な反応パターン（判断曲線）を示し、正規化能力がみられた。これには9名の被験児が含まれ、良聴耳の平均聴力レベルは35～95dBに分布しており、聴力型との関係はみられなかった。Bタイプは反応パターンが一定の特異な形をしていて、判断境界の移行がAタイプとは逆の方向を示していた。これには7名が含まれ、その良聴耳の平均聴力レベルは41～108dBで、Aタイプに類似していたが、音声知覚の面では障害が重度であった。Cタイプは典型的な母音の識別はできても、曖昧な母音になるといずれかの母音のカテゴリーに分類できず、判断に一定の傾向がみられなかった。つまり、音響的特性の変化に対応した判断率の変化が得られなかった。このタイプに属する聴覚障害児は3名で、その良聴耳の平均聴力レベルは、76dB、104dB、スケールアウトであった。以上を総合すると、聴力レベルが70dBを越えると判断の精度が低下することがわかった。また、聴力レベルの程度と正規化能力の間に、明確な関連性を見いだすにはいたらなかった。むしろ、今までの聴覚学習の経験量や周波数分解能など、聴力レベル以外の聴覚的能力が影響していると考えられた。

第II部では、音声の中でも全体的な要素である韻律情報（プロソディ）の知覚について検討している。最近の研究によると、乳児の喃語の音響分析から、喃語の中にはすでに母語の特徴が含まれており非母語（外国語）の環境で育てられた幼児の喃語とは弁別可能であることが実証されている。このことは、生後数カ月の乳児はすでに母語の音響的特徴（韻律情報）を知覚し、それを自分の発声に反映させていることを示している。著者はこの点に注目し、新生児の母語と非母語の弁別について実験した。

第1章では、新生児の音声知覚の反応指標に利用する吸啜反応の特性について調べている。ここで対象とする被験児は1カ月健診を受けた新生児であり、反応指標として、head-turn法は生後5カ月以後でなければ適応できないので、吸啜反応を用いた。そこで生後1カ月児47名を対象に、ホワイトノイズと音声（単音節、女声）を耳元70～80dBで聞かせ、その時の吸啜反応の状態をデータレコーダに記録し分析した。吸啜反応の測定には、空の哺乳瓶の底部に圧力センサーを装着し、被験児の吸啜による哺乳瓶内の圧力変動をコンピュータで計測する方法を用いた。

実験の結果、吸啜反応の特性として、次のことが明らかになった。

- 1) 母乳で育てられた新生児は、哺乳瓶の乳首に対する不慣れから、吸啜反応が起りにくい。
- 2) 授乳後2～3時間が反応の最も起りやすい時間帯である。
- 3) ベッドに寝かされた状態よりも、母親に抱かれた方が反応は出現しやすい。
- 4) 聴覚刺激の種類によって誘発されやすさに相違がある。
- 5) 聴覚刺激を与えると、吸啜回数に変化が生じるが、これには2つのパターン（増加傾向と減少傾向）がある。以上のことから、吸啜反応を新生児の聴覚実験の反応指標に活用できることが実証された。

第2章では、新生児9名(生後平均30.2日)を対象に、母語(日本語)と非母語(英語)の韻律的特徴に関する弁別能力について、吸啜反応を指標に検討している。音声刺激には、日本語と英語を話す日本人女性(イギリス人妻)がマザーグースの詩を日本語と英語で同じ調子で朗読して録音したものを使用した。実験は、日本語あるいは英語のいずれか一方を背景音として提示し、被験児の吸啜反応が生じ、時間経過とともに吸啜回数が減少して慣化(1分間の吸啜回数の最大値と比較して25%以上の減少)がみられた時点で、刺激音声をそれまでの日本語から英語へ、あるいは英語から日本語へ変換し、変換直後の吸啜回数の変動を分析した。

その結果、変換直後の吸啜回数は急激に増加し、新生児の聴覚に何らかの変化が生じたことを示した。特に、非母語(英語)から母語(日本語)への変換による吸啜回数の増加が、その逆である日本語から英語への変換に比較して、著しいことがわかった。このことは、生後1カ月も経過しない新生児が言語刺激の変化を弁別し、しかも母語に対して親密性をもっている、あるいは、母語に何か新奇性を強めるものがあるのではないかと推測された。なお、今後の検討課題として、1) 英語以外の非母語と日本語との比較、2) 非母語同士での比較、3) 両言語のどのような音声情報に反応効果があるのか、等をあげている。

第Ⅲ部では、聴覚障害児における韻律情報と子音情報の知覚能力および聴能訓練について論じている。まず聴覚障害児について、韻律情報の基本要素である音の高さ、強さ、音色、持続時間の知覚能力を測定している。次に聴能訓練によって、これらの知覚能力がどの程度向上するかを検討し、その結果を踏まえて、聴覚障害児の聴能訓練の方法と手順を提案している。さらに韻律情報や母音に比べて音響的特徴の時間的変動が速い子音の識別について聴覚障害児の能力を調べている。

第1章では、ピッチ感覚と聴能訓練による向上の可能性を取り上げている。音の高さ(ピッチ)の感覚は、音声の韻律的特徴を受容するためには重要であり、これを活用できるならば、残存聴能による音声の受容に大きな役割を果たすと考えた。そこでまず、提示された刺激音や音声をスピーカーあるいはヘッドホンで聴取すると同時に、カラーテレビと音階表示器で視覚的にそれらの音の高さの変化をとらえることができる装置を考案した。そして聾学校生徒6名(9~14歳、男子4名、女子2名、平均聴力レベル(63~90dB)と健聴生徒6名(13~15歳、男女各々3名)について、250Hzと500Hzの純音で周波数の弁別域の測定を行ったところ、健聴児の弁別域は250Hzで平均4.6Hz、500Hzで平均6.0Hzであったのに対して、聾学校生徒のそれは前者で10~40Hz、後者で12~46Hzで、健聴児の2~10倍の値を示した。次に視覚表示器と楽器を利用して、音の高さの弁別訓練を1回当たり40分間行った結果、6回の訓練で健聴児と同じ弁別域に達することが確認された。さらに音声の韻律情報の伝達には、高さの定常的な値よりも変化のパターンが重要な役割をもっているので、複合音(中心周波数:125、250、500Hz)について同様の訓練実験を試みたところ、健聴児と同じ値に達することがわかった。

第2章では、音声の韻律情報の知覚と聴能訓練について述べている。前章で「音の高さ」に関する聴能訓練の可能性が示唆されたので、ここでは音の大きさ、長さ、音色を加えて検討した。大き

さの刺激音は児童の音声の基本周波数に近い500Hz、単音の持続時間は単音節の発話の長さに近い500msec、音色は成人女声の基本周波数に近い360Hzとした。被験児として聴覚障害児4名（7～13歳、女子、平均聴力レベル58～79dB）を対象に実験した結果、ピッチ感覚同様に、音色、持続期間の知覚能力も聴能訓練によって向上することがわかった。さらに聴能訓練に用いる音刺激には倍音を多く含むのが効果的であることもわかった。さらに聴能訓練には音刺激を視覚的に表示する方法が有効であり、特にピッチ感覚の訓練には不可欠であった。

第3章では、音声の動的特徴の知覚について検討している。一般に、聴覚障害児は、母音よりも子音の方が識別困難であるが、これは、子音は母音に比べて音圧が低だけでなく、母音が定常的であるのに対して、子音は短時間に変化する特徴をもっていることによる。さらに聴覚障害児はスペクトルの周波数パターンの微妙な差異を分析するための周波数分解能、および短時間のスペクトル変化に追従できる時間分解能が低下していることにもよる。そこで音声の動的特徴をもつ子音の識別について実験した。有声破裂音/ba/、/da/、/ga/は、第2ホルマントの遷移方向の違いによって識別されることが知られているので、/ba/から/da/を経て/ga/へ移行する20種類の合成音声を作成し、健聴成人24名（19～26歳、男女各々12名）、聴覚障害児15名（7～14歳、男子9名、女子6名、平均聴力レベル40～100dB）を対象にして、判断曲線の特徴を調べた結果、次のことがわかった。1）健聴者はこの3音をカテゴリーとして知覚し、明確な判断境界が存在したが、聴覚障害児では反応パターン（判断曲線）から4群に分かれた。2）聴覚障害児で3音を健聴者と同様に識別できたのは1群だけであり、その場合、聴力レベルとの明確な関連性はみられなかった。3）聴覚障害児は、健聴者に比べて/ba-da/の判断境界が高周波数側（daの方向）にずれる傾向がみられた。4）聴覚障害児の判断精度は全般に悪かった。5）判断能力はある程度聴力レベルと関連しているが、むしろ周波数分解能および時間分解能との関係が深いことが推定された。

## 論文審査結果の要旨

本論文は、音声を音韻情報と韻律情報に分け、健聴な乳幼児と成人についてそれぞれの聴知覚の特性を明らかにする一方、聴覚障害児についてもこの点を調べ、これらの知見を総合して有効な聴能訓練方法を模索したものである。最近、電子機器の発達によって精度の高い合成音声が可能になる一方、精密で簡易な測定機器が開発されるようになり、1970年代後半からアメリカでは新生児の音声知覚研究が進み、聴覚についての関心が高まっている。

このような背景をふまえて、本研究では、第I部で音声知覚において重要な現象である「正規化」に焦点を当て、音韻情報の発達の側面および聴覚障害児の特性を検討している。その結果、母音/o-a/系列と/u-e/系列の正規化能力は健聴児であれば3歳ですでに成人とほぼ同じレベルに

達していることを明らかにした。さらに生後5～7カ月の乳児でも異同弁別という実験方法ではあるが、3歳児と同じ反応パターンを示したことは、音韻識別は生後5カ月ですでに可能になっていることを実証するものである。第Ⅱ部では、新生児による母語と非母語（外国語）の韻律的情報（プロソディ）の弁別を吸嚙反応を指標にして検討している。そして生後1カ月以内ですでに母語と非母語を韻律的に識別しており、しかも母語に対して積極的に反応することを明確にしたことは注目に値する。第Ⅲ部では、聴覚障害児を対象に、子音の有声破裂音/ba、da、ga/の聴取能力と音声の個々の情報（周波数、強度、持続時間、音色）の知覚能力を検討すると同時に、聴能訓練による知覚能力の向上の可能性と訓練方法について調べている。その結果、聴覚障害児の音声知覚実験では、聴力レベルや聴力型だけでは説明できない部分があり、別の新たな尺度（基準）で分類する必要があると提言しているが、これは今後の研究に示唆を与えるものである。さらに聴覚障害児の聴覚特性として、従来から音の高さの弁別（ピッチ感覚）が健聴児に比較して非常に劣っていることが指摘されている。これまでその改善を目指す教育的訓練がいろいろ試みられてきたが、十分な成果を上げたとはいえない。著者はこの点に着目して、音声を音階別に視覚表示できる機器を考案し、これに楽器を使用して聴能訓練を集中的に行った。その結果、ピッチ感覚が健聴児の値まで改善されることを実験的に証明したことは、聴覚障害児教育に大きく貢献したといってよい。

本研究は被験児の数、反応の測定方法などに若干の問題点を残しながらも、「音声情報の聴知覚の発達」に関して新しい知見を得たことは高く評価されるべきであり、博士（教育学）の学位を教授するに適當と認める。