

平成21年 4月 27日現在

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2006～2008

課題番号：18300060

研究課題名（和文） 初期聴覚系における寸法・形状知覚理論の検証と応用に関する研究

研究課題名（英文） Theoretical and experimental studies on size-shape perception in the early auditory system

研究代表者

入野 俊夫 (IRINO Toshio)

和歌山大学・システム工学部・教授

研究者番号：20346331

研究成果の概要：

初期聴覚系における「寸法・形状知覚理論」の検証とその応用を行った。そのための心理実験を実施し、理論を支持する実験結果を数多く得た。fMRI実験によって、音節情報処理の脳内部位を推定し、寸法・形状情報処理の部位特定のための制約条件を与えた。「ガンマチャープ聴覚フィルタ」等のモデルをさらに洗練化した。高品質音声分析合成法STRAIGHTの性能改善や、劣化音声の知覚実験と自動音声認識実験の対比も行い、音声知覚の計算理論構築の足がかりを得た。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
2007年度	5,300,000	1,590,000	6,890,000
2008年度	4,900,000	1,470,000	6,370,000
総計	14,800,000	4,440,000	19,240,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：知能ロボティクス・実験系心理学・神経科学・情報通信工学・聴覚計算理論

### 1. 研究開始当初の背景

人と人とのコミュニケーションにおいて、音声はもっとも基本的で欠くことができない要素で、聴覚系はそのために最も重要な感覚系である。長年にわたり数々の聴覚心理実験がすでに実施されており、その条件ごとの特性はわかってきている。しかしながら、その心理実験的に得られた特性を、計算機でも実行できる形に数理的に定式化することは、モデル化のための制約条件が十分満足に得られていないため、困難な状況が続いている。この数理的に定式化する「計算論アプローチ」は、人間の知覚・認知機能を数理的に理解できなければ実現が困難な、今後のユビキタス情報システムに、不可欠である。実はこのアプローチに関しては、1960年代には聴覚系で先行していた。しかしながら、1970年代

の Marr の「視覚の計算理論」発表以降後塵を拝し、細々とつづけられているにすぎない。この状況を打破するために、先に実験ありきではなく、先行している理論を実験で確かめる、物理学で一般的な科学パラダイムを実践することとした。このための心理物理実験は、明確な目標に向けて設計できる。本研究では、研究代表者が提案ら提案し特性解明が待たれていた、初期聴覚系の「寸法・形状知覚理論（スケール理論）」(Irinio and Patterson, 2002)について、実験的検証を行うことを中心課題とした。そしてこれを広く使われる技術として普及させることを目標とした。さらに、そればかりにとらわれず、幅広く音声知覚の計算理論を探ること、そのための高品質音声を合成する手段の高度化を行うことも重要であると考えた。

## 2. 研究の目的

上記の「寸法・形状知覚理論（スケール理論）」を中心に、以下の課題を実施することを研究の目的とした。

### (1) 「寸法・形状知覚」の心理実験

理論に対する検証実験を行い、この知覚の特性や有効範囲を明確にする。

### (2) fMRI実験による寸法・形状情報処理の脳内部位の特定

この情報処理の座を明らかにするために、fMRI（機能的磁気共鳴像）実験を行う。そのための実験パラダイムを創出して実施する。

### (3) 聴覚計算理論のモデル洗練化と応用

この理論のアルゴリズムである「安定化ウェーブレット-メルン変換」と「ガンマチャープ聴覚フィルタ」について、定量性や頑健性について検討をさらに進める。心理物理や生理実験結果を受けて定量的なパラメータ決定を行う。これらを通して聴覚モデルの標準ツールとしてのデファクトスタンダードの地位を確保する。

### (4) 他の音声知覚特性も含めた計算理論構築

寸法・形状知覚理論だけではカバーしきれないが明らかに関連が深い、その他の音声知覚特性に関して相互関係を探って橋渡しを行い、計算理論の構築を行う。さらに実験に不可欠な信号処理ツールの整備や理論構築を通して人間の音声知覚に迫る。

## 3. 研究の方法

### (1) 「寸法・形状知覚」の心理実験

本研究では、「自然な発話」の音声に対する知覚特性を測定するために、単語音声を用いて実験を行う。この原音声を、高品位音声分析合成系STRAIGHTを用いて、様々な声道長（幼児～巨人に相当）や声帯振動周波数（有声では数十～数百Hz、あるいは無声）に変形する。この変形音声を用いて、寸法知覚に関しては、寸法の違いに対する弁別閾（JND）を測定する。また、形状知覚に関しては、被験者による音節認識率を算出する。

さらに、寸法知覚がどの程度短い時間で可能となるかの時間特性の測定や、時間的に変動する場合の動特性についての検討を進める。また、寸法情報と話者性は深い関係があり、それによって発話の連続性の判断や音脈分凝を行っている可能性がある。従来、音脈分凝の実験において寸法という概念は全くなかったが、これを新たに導入した実験を計画して実施する。これら一連の実験により寸法・形状知覚の詳細な特性とその限界に迫る。

### (2) fMRI実験による寸法・形状情報処理の脳内部位の特定

寸法・形状知覚の情報処理の脳内部位を特定することをfMRI実験を通して試みる。しかし、この実験を実施する前に、音韻知覚の日

英比較実験（母国語が英語と日本語の被験者間の比較実験）のデータを収集し終わっているので解析を進める。この結果は、寸法・形状知覚の脳内処理部位特定のために重要な制約条件を与える。それは、音声知覚のための前処理の計算を行う段階であると考えられるからである。また、この実験を考える上でも、日本人の脳の形状を標準脳（欧米人の平均的な形状）に正規化することの妥当性の検討を行う。これを基に、音韻知覚の日英差の実験結果の考察を行って論文化する。

この結果がある程度まとまる見込みが出た段階で、寸法・形状知覚のfMRI実験に取り組む。まず、いろいろな要因を考慮した実験刺激を作成して、予備実験を行う。この実験データを解析して、実験刺激や条件が妥当であるかを検討する。妥当であれば本実験に取りかかりデータを収集する。しかし、一定の傾向が見つからなければ、実験刺激作成と予備実験のサイクルを繰り返し、新しい実験パラダイムの創出を目指す。

### (3) 聴覚計算理論のモデル洗練化と応用

計算理論に対するアルゴリズムとして「安定化ウェーブレット-メルン変換（SWMT）」や「動的圧縮型ガンマチャープ聴覚フィルタ（dcGC）」のソフトウェアを公開する。このdcGCフィルタは、すでに複数の研究機関から多くの問い合わせがあるが、さらなる洗練化と発展をさせるとともに、デファクトスタンダードの地位を確立させる。

洗練化としては、個人ごとに異なる聴覚フィルタ特性を、少数パラメータの圧縮型ガンマチャープ聴覚フィルタ（cGC）で適合することによって、従来より少ない測定点で安定に推定する手法を確立する。このために、聴覚フィルタの周波数選択性を特定するノッチ雑音データと、音圧依存性（圧縮特性）を特定する順向性マスクングデータの両方を、同一被験者について数名分測定する。この両データに対して圧縮型ガンマチャープ聴覚フィルタ（cGC）を同時適合させる。これにより、従来ちゃんと区別できていなかった、万人共通の特性と個々異なる特性を明確に分離する。この上で、どの測定点が削減可能であるかの検討を行い、音を聞くだけでも負担になる難聴者に対しても、簡易に測定できる手法の理論的な基礎とする。

### (4) 他の音声知覚特性も含めた計算理論構築

音声知覚の聴覚心理実験のさらなる高度化・高精度化のためには、高い品質を保ったまま自由に变形できる音声合成系が不可欠である。このため、高品質音声分析合成系STRAIGHTをさらに改良するとともに音声モーフィング技術をさらに高度化させる。また、劣化音声を含め、寸法・形状知覚からさらに進んだ新規の実験を行うことを検討する。

#### 4. 研究成果

本研究成果は以下のとおりである。なお、本文中に次節で列記する文献番号を[]で付す。番号の書体で区別：立体(論文)・イタリック(発表)・ボールド(図書)。

##### (1) 「寸法・形状知覚」の心理実験

人間の寸法・形状知覚に関して聴覚心理実験を実施した[3, 9, 11]。自然に通常発声された、親密度付き日本語4モーラ単語データベースFW03の単語を用いた。この原音声をもとにして、高品位音声分析合成系STRAIGHTを用いて、発声者の寸法を等価的に伸縮させた寸法変形音声を合成した。等価声道長としては、幼児～巨人に相当する範囲である。また、音源となる声帯振動も制御し、有声音では数+Hz～数百Hzの範囲とし、雑音を用いた無声音も合成した。このように作られた変形音声の寸法の弁別閾(JND)と単語認識率を求めた。

この結果、通常発声範囲を逸脱しても寸法知覚の弁別閾が、有聲/無聲にかかわらずほぼ5%と、有聲単音節系列音の実験で報告された弁別閾と同じであることがわかった。この弁別閾値は、他の感覚量の弁別閾(たとえば、音の大きさ(ラウドネス)の約10%、光の明るさの約15%、匂いの化学密度の約25%)に比べて、かなり小さい。寸法は、十分感度が高い感覚量と言える。また、認識率も通常発声範囲外でも広い範囲で高いことがわかった。

これら結果は、「寸法・形状知覚理論」におけるシステム[1]で、寸法情報と形状情報を分離抽出していると考えるのがいちばん説明としては簡単である。今まで接した経験がほとんどない通常発声範囲外の音声なので、記憶に頼って行うというのは説明になりにくい。また、学習による汎化によると説明するためには、特徴量や学習アルゴリズムを明確に示す必要がある。これに対して「寸法・形状知覚理論」では、学習によらない簡便なアルゴリズムを定義している。

以上の実験は、ごく自然な音声を用いた場合であるが、まるで発話中に話者の寸法が変化しているような刺激音も合成できる。このような通常ありえない「寸法変調」音声における母音知覚の研究も実施した[2, 4, 10, 12]。このような条件では、話者寸法変化速度(話者が連続的に大柄から小柄に交代する速度)が大きくなると、2人の話者が別々に話しているように聞こえることがわかった。詳細な実験の結果、母音の提示順番を答えさせるタスクでは、正解率がかなり下がった。話者寸法が一定の音声を用いた実験では、通常発声範囲外でも単語認識率が十分高いのに対して、対照的である。このことは、寸法情報による音脈分凝(Stream segregation)が起こっていることを示唆する。従来、2つの正弦波音の系列や、基本周波数が交互に変化する場合に音脈分凝が起こることはよく知られていたが、

それが寸法の変化でも起こることを明確に示すことができた。これも、「寸法・形状知覚理論」によって得られた寸法情報をもとに2つの音脈を分離していると考えれば、説明は簡単である。

以上、「寸法・形状知覚理論」を支持する実験結果が得られたと考える。さらに様々な条件に関して実験を実施することが今後の課題で、進展がさらに期待できる。

##### (2) fMRI実験による寸法・形状情報処理の脳内部位の特定

まず、寸法・形状知覚の脳内部位特定にも制約条件を与える、単音節の処理部位についてのfMRI画像解析を行うことから研究をスタートさせた[2, 5]。この実験は、日英両国でまったく同じ単音節の刺激音を用いたもので、日英母国語話者の同じ所と差異とを明確にできる可能性のある実験である。日本語には、CV音節(子音(C)-母音(V))はあるものの、VC音節(母音(V)-子音(C))は基本的には無く、英語では両者とも一般的な音節である。刺激音には英語母国語話者が発話したCV音節とVC音節の両方が入れている。解析の結果、日本語に無いVC音節条件で、英国人よりも日本人の脳内活動部位が若干広くなることがわかった。しかし、この違いも子音の違いによって異なり、英語母国語話者でも同様な広い活動部位が見られる場合もあった。このことから、基本的には日英母国語話者で音節処理の部位が異なることはなく、音節処理単位が若干異なることが処理進行の度合いを変えている可能性があることがわかった。

個人的にも人種的にも異なる脳形状は、一度西洋人の脳の形を元にした「標準脳」に正規化されてから統計解析される。しかし、アジア人(日本人)の脳形状を西洋人の標準脳に正規化しても誤差が生じないか、確認が必要がある。そこで、日英両被験者全員に関して、ヘッセル回(HG, Heschl's gyrus)の位置をマーキングした後、標準脳に正規化した。その後、日本人どうし、英国人どうしを各々まとめ、双方の画像を比較した。この結果、少なくともものHGとその周辺の聴覚系に関しては、日本人と英国人でほぼ一致し、比較をする上で問題ないことがわかった[5]。このことを押さえたことは、日英比較ばかりではなく、様々な実験を行った時に、その正当性を主張する上で重要なポイントである。

次に、寸法情報処理部位を特定するための実験を実施した。考え方自体は、心理実験と同じで、STRAIGHTを用いて原音声の母音の寸法と基本周波数を様々に変化させた合成刺激音を作成する。ただし、実験時間の関係からある程度、変形条件は限定した。これを用いて、雑音やMusical Rain (MR, ホルマント周波数を毎回ランダムに変化させ、母音らし

さを消した合成音)とのコントラストや、寸法変動条件-寸法一定条件、基本周波数変動条件-基本周波数一定条件等の解析を行っている。現在のところ、母音処理の脳内部位に関しては、日英比較実験や先行研究とまったく同じ部位に出ており、実験の妥当性に関しては問題なさそうである。この実験においては、コストのかかるfMRI撮像を効果的に行うため、実験刺激条件を多彩に設定した。このため解析に関してまだ検討すべき項目が多く、まとめている最中である。

### (3) 聴覚計算理論のモデル洗練化と応用

いままで心理物理実験データに定量的な適合をさせることを行ってきた「圧縮型ガンマチャープ聴覚フィルタ(cGC)」[8]に関して、時間的な動特性や生理学的な知見をも導入した「動的圧縮型ガンマチャープ聴覚フィルタバンク(dcGC)」を論文化し、ソフトウェアも無償配布するようにした[6]。ユーザー把握のため、web pageでダウンロード可能な形ではなく、メールによるリクエストベースとしたにもかかわらず、本報告時までに32人の研究者・技術者(研究機関)に配布した。もちろん中には、そのソフトウェアを用いて論文を執筆しているものもある。初期文献引用数は100件(google scholar調べ。http://scholar.google.com/ でキーワードirino auditoryで検索)となり、当初の目的としていた、デファクトスタンダード化に向けてさらに進んだ。

聴覚フィルタの周波数選択性は、従来の聴力検査では捕捉できない情報で、今後の補聴器開発の上でも重要なかぎを握ると考えられている。しかし、従来から用いられてきたノッチ雑音法で閾値を求める際に一般的に用いられる変形上下法では測定時間がかかり、特に高齢者や難聴者にとっては負担が大きすぎた。最近、簡易測定装置が開発されたが、フィルタの周波数選択性の非対称性までは考慮に入れられておらず、簡便さと測定精度のトレードオフ関係の克服が課題となっていた。

そこで、圧縮型ガンマチャープ聴覚フィルタ(cGC)の利点を活かし、周波数選択性を決めるためのノッチ雑音法によるデータと、順向性マスクング法を用いた圧縮特性を決めるデータの両データに同時適合させることを提案した[4]。さらに、万人に共通な特性としての受動的な部分と、個人や条件ごとに異なると思われる能動的な部分に分離してデータ適合を行った。従来法では、個人ごとに大きく異なって見えていた周波数特性が、能動部分のパラメータの差異だけで表現できることがわかってきた。従来法のroex聴覚フィルタでは、周波数選択性と圧縮特性は別々のものとして

パラメータを与えるしかないため、上記のようなことは行われていなかった。

これらの成果は、複数の測定データを組み合わせることにより、パラメータ空間を絞り込むことができることを明確に示している。少なくとも若年健聴者と老人性難聴者を同じパラメータセットの異なる値として表現できる可能性を示す画期的な成果であると考えている。国内外で至急発表し、論文化をいそぐ。

計算理論の内部モデルの「安定化ウェーブレット-メルン変換」に関して、さらに検討を進め、内耳の非線形性に影響を受けないこと[7]や演算子を用いて表現する手法[8]について国際音響学会(ICA2004)で招待講演を行った。

### (4) 他の音声知覚特性も含めた計算理論構築

音声知覚の計算理論構築のためには優れた聴覚心理実験が不可欠である。その基盤となる高品質音声分析合成法 STRAIGHT について検討を進めた。周期性の信号のパワースペクトルを高信頼度かつ高速に演算可能とした TANDEM 法を発明し論文化した[1, 3, 6]。これは、従来手法を凌ぐ革新的な手法であり、STRAIGHT の演算の大部分を置き換えることとなった。また、システムの実時間動作版[5]も開発し、パソコンの前で発声した声をその場で異性の声に変換することも、デモできるようになった。さらに、自由度の高い音声モーフィング技術や、安定な基本周波数推定法の開発を進めた。

音声知覚の心理的実験にも STRAIGHT を応用している。いままで、難聴者の音声の聞こえがどのようなものであるか、見当がつかなかった。そこで、STRAIGHT のスペクトルを時間軸-周波数軸に関して、さらにパラメトリックに平滑化させて合成した劣化単語音声を作成した。これを健聴者が聞いた時に音声知覚特性と、難聴者が聞く通常音声の特性とが、何らかの意味で一致した場合、難聴者の特性を劣化音声合成の際のパラメータによって定量的に記述できると考えた。様々試した結果、ある程度一致する場合があることがわかってきた。

さらに、この実験を通して、単語音声の音韻遷移の情報によって、単語内の音韻の知覚が改善されることもわかってきた。前述の親密度付き日本語 4 モーラ単語データベース FW03 の単語を用いて劣化音声の聴取実験を行った。(ここでモーラはほぼカナ一文字分で、例としては「ワカヤマ」)この結果を見ると、2 モーラ目と 4 モーラ目の認識率が 1 モーラ目と 3 モーラ目よりも高くなることがわかった。普段使用することがない親密度の低い単語を使ったので、辞書的な言語情報が主な情報源とは言いがたい。そこでその情

報が何かを探り定量化するため、人間が聞いたものと同じ劣化音声をも HMM 自動音声認識器 (ASR) でも認識させた。ASR にはモーラ単位以外の言語情報を乗せていないにもかかわらず、人間と似たような認識結果が得られた [1]。このことから逆に、人間も、音声の調音に係るスペクトル変化等の遷移の情報を使って答えていることが明確になった。この結果は、今後広まる可能性がある「FW03 を用いた難聴者の音声明瞭度試験」の結果を解析する際に重要な指針となる。また、今後、人間の知覚特性と ASR の認識結果とが一致するような特徴量を探る研究を進めることが、聴覚計算理論を構築するための一つのアプローチになる。さらに、この特徴量は ASR の頑健性向上にも貢献すると考えられる。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線。本文中の参照番号を立体(論文)・イタリック(発表)・ボールド(図書)で区別。)

[雑誌論文] (計 8 件)

[1] 森勢将雅, 高橋徹, 河原英紀, 入野俊夫, “分析時刻に依存しない周期信号のパワースペクトル推定法を用いた音声分析,” 電子情報通信学会論文誌 Vol. J92-A, No. 3, pp. 163-171, Mar. 2009.

[2] Minoru Tsuzaki, Chihiro Takeshima, and Toshio Irino, “Perception of size modulated vowel sequence: Can we normalize the size of continuously changing vocal tract?,” *Acoust. Sci. & Tech.*, 30 (2), pp. 83-88, Mar., 2009.

[3] 森勢将雅, 高橋徹, 河原英紀, 入野俊夫, “窓関数による分析時刻の影響を受けにくい周期信号のパワースペクトル推定法,” 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J 90-D, No. 12, pp. 3265-3267, 2007. (Letter)

[4] Chihiro Takeshima, Minoru Tsuzaki, and Toshio Irino, “Detection of temporal modulation of size in vowel sequences,” *Acoust. Sci. & Tech.* (ed. by the Acoustical Society of Japan), 28 (5), pp. 349-351, Sep., 2007. (Letter)

[5] Hideki Banno, Hiroaki Hata, Masanori Morise, Toru Takahashi, Toshio Irino, and Hideki Kawahara, “Implementation of realtime STRAIGHT speech manipulation system: Report on its first implementation,” *Acoust. Sci. & Tech.*, 28 (3), pp. 140-146, May, 2007.

[6] Toshio Irino and Roy D. Patterson, “A dynamic compressive gammachirp auditory filterbank” *IEEE Trans. Audio, Speech, and Language Process.*, 14(6), 2222-2232, Nov. 2006.

[7] Toshio Irino, Roy D. Patterson, and

Hideki Kawahara “Speech segregation using an auditory vocoder with event-synchronous enhancements,” *IEEE Trans. Audio, Speech, and Language Process.*, 14(6), 2212-2221, Nov. 2006.

[8] Masashi Unoki, Toshio Irino, Brian Glasberg, Brian C. J. Moore, and Roy D. Patterson, “Comparison of the roex and gammachirp filters as representations of the auditory filter,” *J. Acoust. Soc. Am.*, 120(3), 1474-1492, Sept., 2006.

[学会発表] (計 9 6 件)

(招待講演 5 件、国際会議 20 件、国内発表 71 件。本文に関連する重要なものだけ列記。)

[1] 森本隆司, 入野俊夫, 西村竜一, 河原英紀, “劣化音声の知覚特性と音声認識器の認識傾向の比較,” 日本音響学会聴覚研究会資料, H-2008-142, Vol. 38, No. 8, pp. 803-808, 虹の松原ホテル, 佐賀県唐津市, 2008 年 12 月 12 日-13 日.

[2] Yoshikazu Oya, Toshio Irino, Alexis G. Hervais-Adelman, D. Tim Ives, Hideki Kawahara, and Roy D. Patterson, “Comparison of the brain regions for consonant processing in Japanese and English subjects,” *J. Acoust. Soc. Am.*, 123(5), Pt. 2, p. 3737, May 2008. (Acoustic'08 Paris, France, 29 June - 4 July 2008. )

[3] Yoshie Aoki, Toshio Irino, Hideki Kawahara, and Roy D. Patterson, “Speaker size discrimination for acoustically scaled versions of whispered words,” *J. Acoust. Soc. Am.*, 123(5), Pt. 2, p. 3718, May 2008. (Acoustic'08 Paris, France, 29 June - 4 July 2008. )

[4] 中家諒, 入野俊夫, 河原英紀, “聴覚フィルタの形状と圧縮特性の測定とパラメータ推定,” 日本音響学会: 春季研究発表会講演論文集, pp. 567-568, 千葉工業大学, 習志野市, 2008 年 3 月 17 日-19 日.

[5] 大屋義和, 入野俊夫, エルベ-アデルマンアレクシー, イブス ティム, 河原英紀, パターソン ロイ, “音声処理の初期段階を担う脳内部位の検討,” 日本音響学会: 春季研究発表会講演論文集, pp. 539-540, 千葉工業大学, 習志野市, 2008 年 3 月 17 日-19 日.

[6] Hideki Kawahara, Masanori Morise, Toru Takahashi, Ryuichi Nishimura, Toshio Irino, and Hideki Banno, “TANDEM-STRAIGHT: A temporally stable power spectral representation for periodic signals and applications to interference-free spectrum, F0 and aperiodicity estimation,” *Proc. IEEE ICASSP 2008* pp. 3933-3936, Las Vegas, USA, 30 Mar. - 4 Apr. 2008.

[7] Roy D. Patterson, Ralph van Dinter, and Toshio Irino, "The robustness of bio-acoustic communication and the role of normalization," Proc. 19th International Congress on Acoustics (ICA2007), Madrid, 2-7 Sept., 2007. (招待講演)

[8] Toshio Irino, Tom C. Walter, and Roy D. Patterson, "A computational auditory model with a nonlinear cochlea and acoustic scale normalization," Proc. 19th International Congress on Acoustics (ICA2007), Madrid, 2-7 Sept., 2007. (招待講演)

[9] Toshio Irino, Yoshie Aoki, Yoshie Hayashi, Hideki Kawahara, and Roy D. Patterson, "Discrimination and recognition of scaled word sounds," Proc. Interspeech2007, pp. 378-381, Antwerp, Belgium, 27-31, Aug. 2007.

[10] Chihiro Takeshima, Minoru Tsuzaki, and Toshio Irino, "Temporal characteristics of extraction of size information in speech sounds," J. Acoust. Soc. Am., 120(5), Pt.2, p.3129, Nov. 2006 (4th Joint Meeting of the ASA and ASJ: 28 Nov. - 2 Dec. 2006, Honolulu, Hawaii).

[11] Toshio Irino, Atsushi Ban, Hideki Kawahara, and Roy D. Patterson, "Can humans perceive size differences in the calls of cats, dogs, and cows?" presented at the British Society of Audiology (BSA), Short Papers Meeting on Experimental Studies of Hearing and Deafness, pp. 79-80, Cambridge Univ., UK, 14-15 Sept. 2006.

[12] Minoru Tsuzaki, Chihiro Takeshima, Toshio Irino and Roy D. Patterson, "Auditory stream segregation by size and identification of size-modulated vowel sequences," Proc. 14th International Symposium on Hearing (ISH2006), pp. 220-226, 18-23 Aug. 2006

[図書] (計2件)

[1] 入野俊夫, 津崎実, "聴覚初期過程の機能モデル," in 新編感覚知覚心理学ハンドブック Part 2 (大山正・今井省吾・和氣典二・菊池正編), 第III部聴覚, pp. 349-358, 誠信書房, ISBN 978-4-414-30504-3, 615p, 2007年9月.

[2] Richard E. Turner, Marc A. Al-Hames, David R. R. Smith, Hideki Kawahara, Toshio Irino, and Roy D. Patterson, "Vowel normalisation: Time-domain processing of the internal dynamics of speech," in "The Dynamics of Speech Production and Perception," Pierre Divenyi, Steven

Greenberg, and George Meyer (Eds.) NATO Science Series, Series A: Life Sciences, pp.153-170, IOS press, Amsterdam, ISBN 1-58603-666-1, 369p. 2006.

[産業財産権]

○出願状況 (計1件)

名称: 周期信号処理方法、周期信号変換方法および周期信号処理装置

発明者: 河原英紀, 森勢将雅, 高橋徹, 入野俊夫

権利者: 和歌山大学

種類: 特許

番号: 特願2007-187697

出願年月日: 2007年7月18日

国内外の別: 国内

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ

<http://www.wakayama-u.ac.jp/~irino/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

入野俊夫 (IRINO Toshio)

和歌山大学・システム工学部・教授

研究者番号: 20346331

### (2) 研究分担者

河原英紀 (KAWAHARA Hideki)

和歌山大学・システム工学部・教授

研究者番号: 40294300

西村竜一 (NISHIMURA Ryuichi)

和歌山大学・システム工学部・助教

研究者番号: 00379611

### (3) 連携研究者

津崎実 (TSUZAKI Minoru)

京都市芸術大学・音楽学部・准教授

研究者番号: 60155356

高橋徹 (TAKAHASHI Tohru)

京都大学・情報学研究科・助教

研究者番号: 30419494

### (4) 研究協力者

ロイ D. パターソン (Roy D. Patterson)

ケンブリッジ大学 生理・発達・神経科学科

聴覚神経基盤研究センタ (CNBH) 所長