

自己評価報告書

平成 23 年 4 月 25 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2008~2012

課題番号：20330152

研究課題名 (和文) 音声の耐雑音性を生み出す聴覚特性の研究

研究課題名 (英文) How the auditory system makes speech intelligible in noise?

研究代表者

上田 和夫 (UEDA KAZUO)

九州大学・芸術工学研究院・准教授

研究者番号：80254316

研究分野：知覚心理学・聴覚心理学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：感覚・知覚, 音声知覚, 明瞭性, 高齢者聴力, 雑音

1. 研究計画の概要

音声は一般に極めて頑健で、耐雑音性が高く、母語話者であれば極めて信号対雑音比の低い状態であっても、音声を聞き取ることができる。これは、ヒトの脳がわずかな手がかりと、それまでに学習した知識とをうまく利用し、能動的に知覚的世界を構築しているからこそ可能となることであると考えられる。本研究課題では、このような音声知覚に関する脳の仕組みについて、知覚心理学および聴覚生理学の立場から研究を行うことを目的としている。特に、以下の三つのテーマについて、研究を行う。

(1) 音声の知覚手がかり、特に音節端点の検出手がかりを、音声の音響分析、および雑音駆動音声を用いた知覚実験を通じて明らかにする。

(2) 高齢者および若年健聴者の聴力測定を通じて、聴力、背景雑音、部屋の残響特性と音声の聞き取りとの関係について明らかにしていく。

(3) 聴覚の特性をうまく利用することにより、若年健聴者にとっても、高齢難聴者にとっても聴きとりやすく違和感の少ない音声強調処理技術の開発を行う。

2. 研究の進捗状況

(1) 音声の知覚手がかりに関して、以下の研究を行った。多言語音声を臨界帯域フィルターに通したうえで、パワー変化を抽出し、パワー変化の相関をもとに因子分析を行った。その結果、英語 (イギリス英語、アメリカ英語)、ドイツ語、フランス語、日本語、スベ

イン語、中国語 (北京語、広東語) のいずれの音声においても共通する 3 因子が見いだされた。さらに、これら 3 因子をもとに、音声の周波数帯域を言語間で共通する 4 帯域に分割することができた。この周波数帯域を使って、日本語文の朗読音声をもとに雑音駆動音声を合成し、パワー変化を帯域間で平均化したり、入れ換えたりした結果、音声の明瞭性がどのように変化するのかを調べた実験を行った。その結果、組み合わせる帯域によって明瞭性の低下度合いが大きく異なることがわかった。さらに、日本語単音節の雑音駆動音声を合成し、4 帯域のうち、いずれか一つの帯域を削除し、異聴の様子を調べることにより、各帯域が音声知覚において果たす役割を調べた。その結果、どの帯域を削除するのかによって、異聴のパターンが全く異なること、最も低い周波数帯域は、母音の知覚に対して大きな影響を持つだけでなく、有声子音と無声子音の同定にも重要な役割を果たすことが明らかとなった。さらに、イギリス英語の音素ラベル付き音声データベースを用いて、音素ごとの時間的中央点における各因子の因子得点がどのように分布するのかを調べたところ、音節の核となる母音と、それ以外の子音とがそれぞれ異なる因子の軸に沿って、きれいに分布する様子が見られた。それだけではなく、音節の開始から終了に至る音素変化の経路上に、従来の音声学の理論ではうまく扱うことができなかった /s/ を含めて、母音、半母音、子音が音素の「ソノリティー」にしたがって、矛盾なく分布していることが確認された。

(2) 高齢者および若年健聴者の聴力、背景雑音、部屋の残響特性と音声の聞き取りとの関

係について、以下の研究を行った。高周波領域の聴力測定法について検討を行った。また、若年健聴者において、残響による音声の聞き取りの低下がどのように生ずるのかを、小学校の教室における授業の聞き取りという実環境において調査し、予備的な結果を得た。さらに、聴力と聞き取りやすい音声との関係を調べるため、背景雑音と残響がある実環境を模擬した実験室において、健聴者と高齢者がともに聞き取りやすいテレビ放送音源の信号処理方法について検討した。その結果、健聴者では 1000-4000 Hz の周波数帯域を増幅し、500 Hz 以下の周波数帯域を圧縮することによって、聞き取りやすさが改善することがわかった。しかし、高齢者では聴力レベルや補充現象の有無によって、処理方法に対する聞き取りやすさの評価に相違が認められ、最適な処理方法を決定できなかった。

(3) 聴覚特性を利用した、若年健聴者にとっても、高齢難聴者にとっても聴きとりやすく違和感の少ない音声強調処理技術の開発について、以下の研究を行った。二つの時間窓を用いて音声のパワーを計算し、パワー比をもとに実時間で音声を強調する方式を開発した。そして、この方式のパラメーターを最適化する研究を行った。その結果、このシステムにおいて最適な子音強調量は、子音によって異なることが明らかとなった。

3. 現在までの達成度

(2) おおむね順調に進展している。
(理由)

おおむね当初の計画通りの方向で、順調に研究を進めているため。

4. 今後の研究の推進方策

すでに重要な成果と呼べるものがいくつか出てきつつあるので、今後はこれらをさらに発展させ、より多くの査読付き論文として国際誌に掲載されるよう、つなげていきたい。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 11 件)

- (1) 白石君男, 田中良和. (2011). 健聴者における環境騒音の許容レベルと不快レベルの測定, *Audiology Japan* (印刷中), 査読有.
- (2) Kurakata, K., Mizunami, T., Matsushita, K., and Shiraishi, K. (2010). Unwanted sounds generated with test tone presentation can spoil extended high-frequency audiometry, *JASA*, 128, EL157-EL162, 査読有.

- (3) Sasaki, T., Nakajima, Y., ten Hoopen, G., van Buuringen, E., Massier, B., Kojo, T., Kuroda, T., and Ueda, K. (2010). Time-stretching: Illusory lengthening of filled auditory durations, *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72, 1404-1421, 査読有.
- (4) 中島祥好. (2009). 聴覚におけるリズム知覚, *月刊言語*, 38, 66-73, 査読無.

[学会発表] (計 38 件)

- (1) Ueda, K., Nakajima, Y., and Satsukawa, Y. Effects of frequency-band elimination on syllable identification of Japanese noise-vocoded speech: Analysis of confusion matrices, *Fechner Day '10: the 26th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics*, 2010 年 10 月 19 日, Padova, Italy.
- (2) Ueda, K., Araki, T., and Nakajima, Y. The effect of amplitude envelope coherence across frequency bands on the quality of noise-vocoded speech, *Euronoise 2009*, 2009 年 10 月 26 日, Edinburgh, Scotland.
- (3) Kurisu, K., Shiraishi, K., and Nakamura, R. Speech intelligibility in class and alleviation of teachers' vocal abuse by sound field amplification in elementary schools, *Inter-noise 2009*, 2009 年 8 月 24 日, Ottawa, Canada.
- (4) Ueda, K., and Nakajima, Y. A consistent clustering of power fluctuations in British English, French, German, and Japanese, *日本音響学会聴覚研究会*, 2008 年 12 月 12 日, 唐津, 日本.
- (5) Ueda, K., and Nakajima, Y. Factor analyses of critical-band-filtered speech of British English and Japanese, *Acoustics'08 Paris*, 2008 年 07 月 01 日, Paris, France.

[図書] (計 1 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: 音声強調処理装置
発明者: 中島祥好, 上田和夫
権利者: 中島祥好, 上田和夫
種類: 特許
番号: 特願 2008-263472
出願年月日: 2008 年 10 月 16 日
国内外の別: 国内