

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 23 日現在

機関番号：62618

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500675

研究課題名(和文)聴覚補助器による非言語・パラ言語情報伝達性能を評価するための尺度の構築

研究課題名(英文)Development of evaluation scales for assessment of hearing-assistance devices regarding transmission of non-linguistic and paralinguistic information

研究代表者

籠宮 隆之(Kagomiya, Takayuki)

大学共同利用機関法人人間文化研究機構国立国語研究所・研究情報資料センター・特任助教

研究者番号：10528269

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：補聴器や人工内耳の装用者からは、「話している言葉は分かるが、話している人の感情が分からない」「誰が話しているのが声で区別がつかない」などの不満が挙げられている。このように、聴覚補助器で非言語情報・パラ言語情報の伝達が不完全な理由の一つには、聴覚補助器での非言語・パラ言語情報の伝達性能を評価するための尺度が整っていないことが挙げられる。本研究課題では、話者の感情、話者の属性、話者の区別を、聴覚補助器の装用者がどの程度正確に聴取できるかを評価するための尺度のプロトタイプを作成した。

研究成果の概要(英文)：Many previous studies reported that hearing-aid or cochlear implant users have difficulty in perception of speaker-emotion, distinguishing speakers, etc., although they can perceive linguistic messages. This imperfect of hearing-assistance devices in transmission of non-linguistic or paralinguistic messages can be accounted for by lack of evaluation scales considering these aspects. In this research project, prototype of evaluation scales for assessment of hearing-assistance devices regarding transmission of speaker-emotion, speaker-preferences, and distinguish of speakers were developed.

研究分野：音声科学

キーワード：補聴器 人工内耳 心理尺度 感情音声 話者弁別 コーパス

1. 研究開始当初の背景

補聴器や人工内耳の装用者からは、「話している言葉は分かるが、話者の感情が分からない」「誰が話しているか声だけでは分からない」などの不満が挙げられている。これは、補聴器や人工内耳などの聴覚補助器の音声伝達性能の評価には、単語理解度(単語の聴取正解率)や単音節明瞭度(単音節の聴取正解率)などの言語情報伝達性能を評価する尺度が用いられており、話者感情や話者情報などの非言語・パラ言語情報の伝達を評価するための尺度が開発されてこなかったことが、原因の一つと考えられる。

2. 研究の目的

本研究課題では、聴覚補助器による非言語情報やパラ言語情報の伝達性能を評価するための尺度を開発することを目的とした。上述の通り、現在の聴覚補助器では非言語・パラ言語情報伝達性能が十分ではないが、これは、これらの面から聴覚補助器を評価するための尺度が開発されてこなかったことが原因だと考えられるからである。

3. 研究の方法

本研究課題では、大きく分けて二つのフェーズで研究を実施した。一つは、聴覚補助器を評価するための尺度のプロトタイプ構築であり、もう一つは、そのプロトタイプが聴覚補助器の性能を正しく評価できるかを確認することである。

聴覚補助器の性能を評価するための尺度のプロトタイプは、大きく分けて「話者感情同定テスト」「話者弁別テスト」「話者情報同定テスト」の二つを作成した。

作成した尺度のプロトタイプが正しく聴覚補助器の性能を評価できるか検証するためには、人工内耳のシミュレータを用いた。電極数を増減させた人工内耳をシミュレートすることにより、段階的に性能を変化させた聴覚補助器をシミュレートできる。これを用いて、シミュレートされた人工内耳の性能の変化を、それぞれの尺度が正しく評価できるかを確認した。

4. 研究成果

(1)各プロトタイプテストの構築

話者感情同定テスト

話者の感情が聴覚補助器でどの程度正確に伝わっているかを評価するための尺度のプロトタイプを構築した。尺度は、感情を込めて発話された音声を聴取し、その音声の感情を回答させ、正答率を求める試験とした。

感情は、Ekmanの基本6感情(怒り、嫌悪、恐れ、喜び、悲しみ、驚き)および中立の7つの感情を用いた。

刺激となる音声は、音声コーパスから抽出した。『慶應義塾大学研究用感情音声データ

ベース(Keio-ESD)』に含まれている音声から、上述の7感情に相当する感情を選定した。また、Keio-ESDには、それぞれの感情を込めて発話された20文節語が収録されているが、今回の分析ではアクセント型(頭高、N-1、無核または尾高型)とモーラ数(3~5モーラ)を考慮した9語を選定した(表1)。

ただし、Keio-ESDには演劇経験のある30代の男性話者1名による発話のみが収録されている。そこで、上述の語彙および感情と同様の発話を、演劇経験のある20代女性から収録した。

表1. モーラ数とアクセント型を考慮して選択した語彙

モーラ数	頭高型	N-1型	無核・尾高型
3	緑	斜め	跳め
4	露に	あらゆる	面長
5	何よりも	和らげる	余りもの

話者弁別テスト

話者の識別がどの程度可能かどうかを評価するテストを作成した。このテストでは、連続して呈示された二つの音声で「同一話者であるかどうか」を判断するタスクとした。

評価テストの作成には、多数数による単語発声データベースである『電総研単語音声データベース』(ETL-WD)を利用した。

ETL-WDには男女各10名ずつの話者が含まれている。ここから声の高さ(F0)の平均値と声道長推定値(VTL)を考慮して話者を選定した。F0が高くVTLが長い、F0が高くVTLが短い、F0が低くVTLが長い、F0が低くVTLが短い、およびF0とVTLが中程度の話者を男女各1名ずつ、計10名を選定した(図1)。

また、語彙は低親密度の4モーラ無アクセント語を10語抽出した(表2)。

さらに、刺激を呈示する際に正解・不正解の率や話者の男女比が等しくなるように調整したリストを作成した。

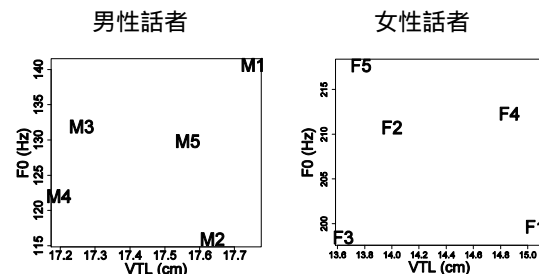


図1. F0とフォルマント空間情報を考慮して抽出した話者

表2．モーラ長，アクセント型，親密度を考慮して選定した10語

単語番号	漢字表記	よみ	親密度
W0041	凡百	ボンピャク	1.438
W0231	黒白	コクピャク	1.812
W1533	結い綿	ユイワタ	1.938
W0109	眩暈	ゲンウン	2.125
W1405	論詰	ロンキツ	2.281
W1069	鬢髪	ピンパツ	2.344
W1484	天板	テンイタ	2.344
W0005	暗鬱	アンウツ	2.625
W1518	やせ山	ヤセヤマ	2.750
W0402	副え馬	ソエウマ	2.844

話者情報同定テストの作成

話者の性別と年齢層が正しく聴取できているかを判定するテストを作成した。テストは、聴取した音声の話者の性別と年齢層を同定させるタスクとした。

刺激音声は、『日本語話し言葉コーパス』(CSJ)から抽出した。CSJに含まれている朗読タスクである『DNA』タスクより、冒頭部分の「ディーエヌエー」と発声している箇所を使用した。同タスクを発話している話者のうち、20代前半から60代後半までの男女計229名分のデータを使用した。

(2) プロトタイプテストの評価

電極数を増減させた人工内耳シミュレータを用いて、聴覚補助器の音質の変化が各テストの得点とどのように関係しているのかを検討した。人工内耳シミュレータの電極数は、1, 2, 4, 6, 8, 12, 14, 24, 32 に設定した。

人工内耳シミュレータの電極数を説明変数、各テストの得点を目的変数としたロジスティック回帰分析により、各テストの困難度と弁別力を求めた(図2)。

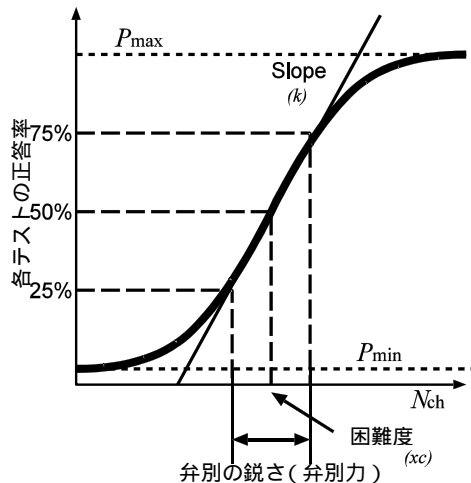


図2．ロジスティック回帰による各パラメータの抽出

その結果、本課題で作成したプロトタイプテストの得点は音質の劣化に応じて低下しており、聴覚補助器の性能を評価できることが分かった。

また、話者弁別テストおよび感情同定テストと、明瞭度試験とでは、異なる範囲の音質を評価できることが示された。明瞭度試験はより音質が劣化している範囲の評価に有効である。しかし、5~6ch程度で75%まで得点が到達してしまい、比較的音質が劣化している段階で得点が飽和してしまっていた(図3, 図4)。

これに対し、話者弁別テストや感情同定テストでは、電極数が10ch以上にならないと、得点が半分にも満たない。また、弁別の鋭さも緩やかであり、より広範囲の音質の程度を測定できることが期待できる(図3, 図4)。

また、本研究の結果からは、言語情報の伝達には人工内耳の電極数は10ch程度あれば充分であるが、話者同定や話者感情などの非言語・パラ言語情報の伝達には12ch以上の電極数でも不足していることが示唆された。

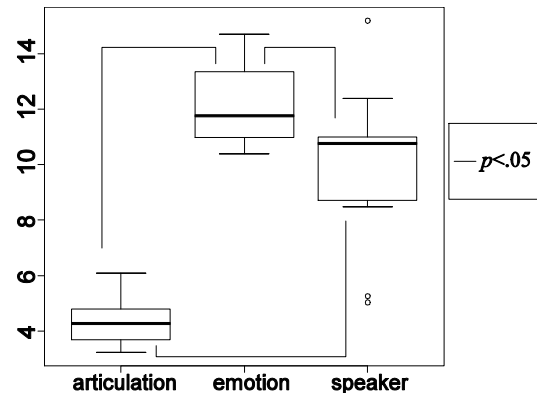


図3．明瞭度，話者感情同定テスト，話者弁別テストの困難度パラメータの分布

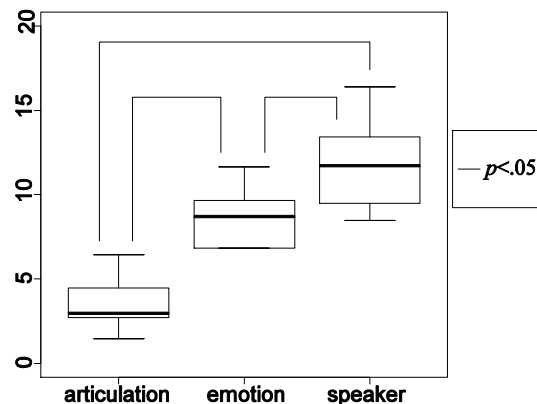


図4．明瞭度，話者感情同定テスト，話者弁別テストの識別力パラメータの分布

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)

[雑誌論文](計 17 件)

Takayuki Kagomiya and Seiji Nakagawa (2014) Development of Japanese Paralinguistic Information Transmission Tests for Assessment of Hearing-Assistance Devices Utilizing Multi-Speaker and Emotional Speech Corpora, *Proceedings of Oriental COCODA 2014*, pp.166-170. 査読有 .
doi:10.1109/ICSODA.2014.7051440

Takayuki Kagomiya and Seiji Nakagawa (2014) Evaluation of bone-conducted ultrasonic hearing-aid regarding transmission of speaker gender and age information, *Proceedings of Speech Prosody 2014*, pp.467-471. 査読有 .
<http://fastnet.netsoc.ie/sp7/sp7abstracts.pdf>

Takayuki Kagomiya and Seiji Nakagawa (2013) Evaluation of a bone-conducted ultrasonic hearing aid in vocal emotion transmission, *Proceedings of Interspeech 2013*, pp.2267-2271. 査読有 .
http://www.isca-speech.org/archive/interspeech_2013/i13_2267.html

Seiji Nakagawa, Chika Fujiyuki, Yuko Okubo, Takuya Hotehama and Takayuki Kagomiya (2013) Development of a Novel Hearing-Aid for the Profoundly Deaf Using Bone-Conducted Ultrasonic Perception: Evaluation of Transposed Modulation, *Proceedings of the 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC'13)*, pp. 3574-3577. 査読有 .
doi:10.1109/EMBC.2013.6610315

Seiji Nakagawa, Chika Fujiyuki and Takayuki Kagomiya (2013) Development of a Bone-Conducted Ultrasonic Hearing Aid for the Profoundly Deaf: Evaluation of Sound Quality Using a Semantic Differential Method, *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol.52, 07HF06:1-6. 査読有 .
doi:10.7567/JJAP.52.07HF06

Seiji Nakagawa, Chika Fujiyuki, Yuko Okubo, Takuya Hotehama and Takayuki Kagomiya (2013) Development of a novel hearing-aid for the profoundly deaf using bone-conducted ultrasonic perception: Assessments of the modulation type with regard to articulation, intelligibility, and sound quality, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol.133, p.3383. 査読有 .
doi:10.1121/1.4805839

Takayuki Kagomiya and Seiji Nakagawa (2013) Evaluation of bone-conducted ultrasonic hearing-aid regarding transmission of phonetic features, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol.133, p.3523. 査読有 .
doi:10.1121/1.4806328

Seiji Nakagawa, Chika Fujiyuki and Takayuki Kagomiya (2012) Development of a Bone-conducted Ultrasonic Hearing Aid (BCUHA) for the Profoundly Deaf: Evaluation of Sound Quality using Semantic Differential Method, *Proceedings of Symposium on Ultrasonic Electronics*, Vol.33. pp.499-500. 査読有 .
<http://www.use-jp.org/proceedings/USE12/pdf/3Pb5-11.pdf>

Takayuki Kagomiya and Seiji Nakagawa (2012) Perception of Japanese Prosodical Phonemes through use of a Bone-conducted Ultrasonic Hearing-aid, *Proceedings of Speech Prosody 2012*, Vol.1, pp.35-38. 査読有 .
<http://sprosig.isle.illinois.edu/sp2012/uploadfiles/file/Proceedings.rar>

Seiji Nakagawa, Chika Fujiyuki and Takayuki Kagomiya (2012) Development of Bone-Conducted Ultrasonic Hearing Aid for the Profoundly Deaf: Assessments of the Modulation Type with Regard to Intelligibility and Sound Quality, *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol.51, 07GF22:1-5. 査読有 .
doi:10.1143/JJAP.51.07GF22

[学会発表](計 15 件)

籠宮隆之・中川誠司, 骨導超音波補聴器の振幅変調方式の違いによる話者情報伝達性能の変化, 日本音響学会 2015 年春季研究発表会, 2015.3.16-18, 中央大学(東京都文京区).

籠宮隆之, 自発音声コーパスを用いた母音の調音位置と発話速度との関係の分析, 日本音響学会 2015 年春季研究発表会, 2015.3.16-18, 中央大学(東京都文京区).

Takayuki Kagomiya and Seiji Nakagawa, Development of Japanese Paralinguistic Information Transmission Tests for Assessment of Hearing-Assistance Devices Utilizing Multi-Speaker and Emotional Speech Corpora, International Committee for the Co-ordination and Standardization of Speech Databases and Assessment Techniques, 2014.9.10-12, Phuket (Thailand).

Takayuki Kagomiya and Seiji Nakagawa, Evaluation of bone-conducted ultrasonic hearing-aid regarding transmission of speaker

gender and age information, Speech Prosody 2014, 2014.5.20-23, Dublin (Ireland).

籠宮隆之・中川誠司, 骨導超音波補聴器の振幅変調方式の違いによるパラ言語情報伝達性能の変化, 日本音響学会 2014 年秋季研究発表会, 2014.9.3-5, 北海道大学 (北海道札幌市).

籠宮隆之・中川誠司, 聴覚補助器評価用パラ言語情報伝達性能テストの人工内耳シミュレータを用いた検証, 日本音響学会 2014 年春季研究発表会, 2014.3.11-13, 日本大学 (東京都千代田区).

Takayuki Kagomiya and Seiji Nakagawa, Evaluation of a Bone-Conducted Ultrasonic Hearing Aid in Vocal Emotion Transmission, 14th Annual Conference of the International Speech Communication Association (Interspeech 2013), 2013.8.25-29, Lyon (France).

Seiji Nakagawa, Chika Fujiyuki, Yuko Okubo, Takuya Hotehama and Takayuki Kagomiya, Development of a Novel Hearing-Aid for the Profoundly Deaf Using Bone-Conducted Ultrasonic Perception: Evaluation of Transposed Modulation, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2013.7.3-7, Osaka (Japan).

Takayuki Kagomiya and Seiji Nakagawa, Evaluation of bone-conducted ultrasonic hearing-aid regarding transmission of phonetic features, 21st International Congress on Acoustics, 2013.6.2-7, Montreal (Canada).

Seiji Nakagawa, Chika Fujiyuki, Yuko Okubo, Takuya Hotehama and Takayuki Kagomiya, Development of a novel hearing-aid for the profoundly deaf using bone-conducted ultrasonic perception: Assessments of the modulation type with regard to articulation, intelligibility, and sound quality, 21st International Congress on Acoustics, 2013.6.2-7, Montreal (Canada).

籠宮隆之・中川誠司, 骨導超音波補聴器による感情情報伝達性能の評価, 日本音響学会 2013 年春季研究発表会, 2013.3.13-15, 東京工科大学 (東京都八王子市).

Seiji Nakagawa, Chika Fujiyuki and Takayuki Kagomiya, Development of a Bone-conducted Ultrasonic Hearing Aid (BCUHA) for the Profoundly Deaf: Evaluation of Sound Quality using Semantic Differential Method, The 33rd Symposium on Ultrasonic Electronics, 2012.11.13-15, Chiba (Japan).

籠宮隆之・中川誠司, 骨導超音波補聴器の

振幅変調方式の違いによる調音素性情報伝達特性の変化, 日本音響学会 2012 年秋季研究発表会, 2012.9.19-21, 信州大学 (長野県長野市).

籠宮隆之・中川誠司, 聴覚補助器を評価するための話者弁別尺度プロトタイプの開発, 日本人間工学会聴覚コミュニケーション第 6 回研究会, 2012.9.7, 工学院大学 (東京都新宿区).

Takayuki Kagomiya and Seiji Nakagawa, Perception of Japanese Prosodical Phonemes through use of a Bone-conducted Ultrasonic Hearing-aid, Speech Prosody 2012, 2012.5.22-25, Shanghai (China).

〔図書〕(計 1 件)

小磯花絵・前川喜久雄・五十嵐陽介・丸山岳彦・伝康晴・籠宮隆之・西川賢哉・菊地浩平 (2015) 話し言葉コーパス: 設計と構築, 朝倉書店, pp.131-151.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

籠宮 隆之 (KAGOMIYA, Takayuki)

大学共同利用機関法人 人間文化研究機構

国立国語研究所・研究情報資料センター・

特任助教

研究者番号: 10528269