

令和元年9月4日現在

機関番号：33921

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01345

研究課題名(和文)人工聴覚補償機器の語音聴取検査法の標準化

研究課題名(英文)Standardization of speech audio (CI-2004) of artificial hearing aids

研究代表者

井脇 貴子 (IWAKI, TAKAKO)

愛知淑徳大学・健康医療科学部・教授

研究者番号：60387842

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：既存の検査法「語音聴取検査CI-2004(試案)」における健聴成人および人工聴覚補償機器を代表する人工内耳装用者を対象として、静寂下と雑音負荷の条件下で規準値を求めた。呈示音圧は、語音は65dB SPL、雑音負荷条件はS/N10dB、S/N5dB、S/N5dBとし、それぞれの条件下で青年群、壮年群、中高年群、人工内耳群の各群において信頼できる基準値が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

「人工内耳装用のための語音聴取評価検査CI-2004」は開発作成以来、人工内耳、補聴器をはじめとして人工聴覚補償機器の適応や使用効果などを求めるため多く臨床で使用されており、研究論文にも多く引用されている。しかし試案版であったため、今回聴覚正常の成人、および人工内耳装用者を対象に、静寂時下および雑音負荷の条件下で、基準値が得られた。このことにより本検査法の信頼性と妥当性が検証された。

研究成果の概要(英文)：This study was aimed at get the CI-2004's norm as speech audio test. The subjects were adult normal hearing group and adult cochlear implant users. Adult normal hearing group was classified into four groups according to the age, as young, middle, senior groups. Presented conditions were speech 65dB SPL fixed, and set the s/n ratio as change noise levels.

研究分野：言語聴覚障害学

キーワード：人工聴覚補償機器 語音聴取検査 標準値 CI-2004 人工内耳 補聴器 人工中耳 雑音負荷

1. 研究開始当初の背景

近年は人工聴覚補償機器の進歩が目覚ましく、一般的な補聴器はもとより、骨導聴力活用型インプラントや、残存聴力活用型インプラント(電気信号刺激型と音響+電気刺激複合型)などの人工感覚器が広く臨床応用されており、聴覚障害児/者の QOL の向上に貢献している。これらの聴覚補償機器を使用した音声言語の聴取効果を評価する方法として、現行のものでは日本聴覚医学会が定めるところの語音検査法である 57-S 語表・67 -S 語表・補聴器適合評価用音源 CD がある。しかし、言語習得前の子どもから成人までの日常生活における装用効果を評価することは十分ではない。我々はかつて言語発達の段階性を考慮し幼児から成人まで使用でき、より日常的な検査環境での評価を考慮し雑音負荷条件で評価できる検査法である「語音聴取検査 CI-2004 (試案)」を試作・開発した。これは広く臨床応用されているが、標準化には至っていなかった。

2. 研究の目的

試案である「語音聴取検査 CI-2004」を、成人健聴者および中途失聴の成人人工内耳装用者を対象として各下位検査における規準値を求め、本検査法の妥当性と信頼性を検証し、その実用化を目指すことを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 研究1：実験環境の統一

語音聴取検査はスピーカから呈示する音場法で実施する。ヘッドホンを利用する場合よりも音場法は使用するスピーカの周波数特性や、防音室の防音・遮音性や形状、材質などの影響を受けやすい。そのため、各検査室の条件を統一する必要がある。その校正方法等について検討する。

(2) 研究2：健聴成人を対象とした予備実験

診療報酬として保険点数を取ることが認められている語音聴取検査「57-S 語表」を、臨床上最も多く用いられているヘッドホン法を用いて、健聴青年を対象として実施した。対象の内訳は 18-22 歳の大学生 71 人である。実施した検査は純音聴力検査、語音了解度閾値検査、語音弁別検査である。静寂下における 50% 語音了解閾値と、最高語音明瞭度を求めた。また、語音弁別検査を、語音の呈示音圧を 60dB と 65dB の 2 種類で、雑音負荷を SN 比各 +10、+5、±0、-5、-10dB の各条件で実施し、明瞭度を求めた。

で得られた結果を基にしながら、人工内耳装用者とも共通の検査条件を検討し、語音の呈示音圧は 65dB、SN 比は +10、+5、±0dB として、健聴成人の基準値を求めることを目的として、18-29 歳の青年群 30 人、30-54 歳の壮年群 6 人、55 歳以上の中高年群 10 人を対象として、「CI-2004」の「単音節検査」と「単語検査」を愛知淑徳大学と国際医療福祉大学の聴覚検査室において実施した。

(3) 研究3：人工内耳装用者を対象とした実験

人工聴覚補聴機器として最も多く臨床応用されているのは補聴器であるが、補聴器は装用前後の聴力図や聴取閾値などにおいてバリエーションが大きいため、結果から基準値を

求めるのは困難であることから、本邦では補聴機器として次に需要が多い人工内耳装用者を対象として語音聴取検査「CI-2004(試案)」を用いて評価を行った。言語レベルを統一するため対象者は言語獲得後に失聴した成人とした。

2004年以降に都内T病院で人工内耳植込み術を受けた言語獲得後失聴者のうち161例を対象とした。内訳は失聴平均年齢50歳(11~80歳)、音入れ時の平均年齢55歳(15~82歳)、術耳の失聴期間平均5年3ヶ月(4ヶ月~47年)である。方法は、防音室内にて、検査用CD「CI-2004」をCD player YAMAHA CDX 496で再生し、オーディオメータ RION AA 75 または AA H1 を介してスピーカ YAMAHA NS 10MMT から70dB SPLで呈示した。スピーカは被験者の外耳道入口を結んだ線の正中から前方1mに設置、単一スピーカ法で実施した。音入れ後6ヶ月目の聴取結果をレトロスペクティブに評価分析した。

で言語獲得後失聴の人工内耳装用者161例を対象として実施した結果から得られた考察をもとに、新たな呈示音圧と雑音を負荷した条件下にて、繰り返し「CI-2004」による評価を実施した。対象は人工内耳植込み術を受けた言語獲得後失聴者のうち音入れ後6か月を経過した34例。検査時の平均年齢58歳(27~78歳)、平均装用期間48カ月(6~199か月)である。と同じ検査環境、検査機器のもと、予備検査として「CI-2004」の単音節検査を同一の人工内耳装用者に60dB SPL、65dB SPL、70dB SPLの3条件で実施したが、音圧による明らかな差が認められなかったことと、日常生活上の話声レベルと最近の人工内耳システムにおける推奨マイク感度設定から得られる装用閾値や人工内耳が取り込む音の強さの幅であるインプットダイナミックレンジの関係から、検査語音の呈示音圧を従来の70dB SPLから65dB SPLへ変更した。雑音(加重不規則雑音)負荷時の条件は、従来のSN比+10dBに、SN比+5dB、SN比±0dBを追加した。静寂下の正答率を基準として、各雑音下条件における正答率の低下(減衰率)を求めた。

4. 研究成果

(1) 研究1: 実験環境の統一

本学の2重防音室内にて、様々な中心周波数の1/3オクターブバンドノイズを、FOSTEX プロフェッショナル・スタジオ・モニターとYAMAHA MSP3の2種のスピーカで再生し周波数特性を調査した。スピーカYAMAHA MSP3は周波数125Hzから8kHzの幅において出力が±5dBの範囲に収まっていたが、FOSTEX プロフェッショナル・スタジオ・モニターは4000-8000Hzの高周波域において出力が理論値よりも約12dB大きくなる傾向が見られた。スピーカを各施設で統一することは一時的には可能であるが、スピーカは短期間で廃版になることが多いので以下の表に示す数値を満たすことを検査環境の条件とした。

中心周波数 (Hz)	許容レベル(dB)
125	33.9 ± 5
500	56.8 ± 5
1000	60
4000	61.0 ± 5

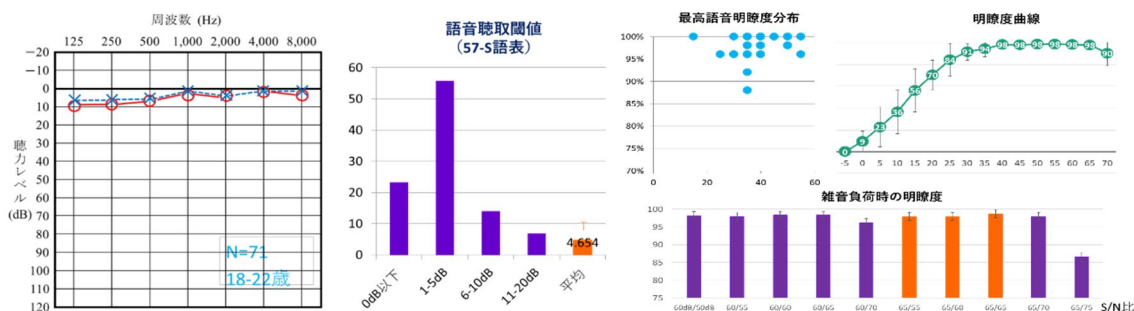
*上記の値はA特性から換算

中心周波数1kHzの1/3オクターブバンドノイズを再生し、強度が60.0dBAとなるようにボリュームを調整する。そのボリュームのまま、表1に示す中心周波数125、500、4000Hzの1/3オクターブバンドノイズを再生し、A特性で測定したときの強度

が許容レベルに収まっていることを確認する。以上の手順を経て、 $\pm 5\text{dB}$ 以下の変動幅を確保する。

(2) 研究2：健聴成人を対象とした実験

大学生 71 人を対象として、耳鼻咽喉科の外来で基本的検査として行っている純音聴力検査と語音聴取検査「57-S 語表」の結果は以下であった。4 分法による平均聴力レベルは 3.0dB 、50% 語音聴取閾値は $1\text{-}5\text{dB}$ で最も多く、平均は 4.7dB であった。



最高語音明瞭度は、平均すると語音を 40dB で呈示した時であり 65dB 呈示まではプラトーであった。雑音を負荷した語音明瞭度は、語音が 60dB 呈示でも 65dB 呈示でもほぼ同様の結果が得られたが、SN 比 -10dB の条件において 75dB の雑音が負荷されると著性に正答率が低下していた。

健聴者を年齢別に 3 群に分け、語音を 65dB で、静寂下と SN 比 $+10$ 、 $+5$ 、 $\pm 0\text{dB}$ の各条件で、「CI-2004」の「単音節検査」と「単語検査」を実施した結果を下の図に示す。



これらの結果は概ね で得られた結果と同様であり、健聴成人においては今回の検査条件では年齢による影響も受けにくいことが示唆された。

(3) 研究3：人工内耳装用者を対象とした実験

中途失聴で人工内耳を装用した成人を対象に、検査用 CD「CI-2004」で評価したところ、各検査の平均正答率と 1 標準偏差は、「子音検査」 $54 \pm 22\%$ 、「単音節検査」 $52 \pm 21\%$ 、「単語検査」 $65 \pm 26\%$ 、「日常会話文検査」 $78 \pm 26\%$ 、雑音負荷時 (SN 比 $+10\text{dB}$) では「単語検査」 $46 \pm 30\%$ 、「日常会話文検査」 $56 \pm 32\%$ であった。「単音節検査」と「日常会話文検査」には相関が認められ、単音節正答率が 50% 以上であれば日常会話文の正答率が 80% 強となるものが全体の 6 割弱を占めた。単音節正答率を音節明瞭度、文正答率を文章了解度としたとき、電話回線等を用いた通話品質評定の実験結果では、周波数帯域が制限され雑音負荷した条件の場合、音節明瞭度 20% では文章了解度 30% だが、音節明瞭度 50% になると文章了解度 80% 以上となることが報告されており、今回の人工内耳装用者においても類似した聴取傾向が示唆された。

中途失聴で人工内耳を装用した成人を対象に、検査語音の呈示音圧と雑音負荷の条件

を変えて実験を行ったところ、以下の結果が得られた。

「日常生活文検査」の平均正答率と標準偏差は、静寂下が $85.9 \pm 13.6\%$ 、雑音負荷時の SN 比 + 10dB が $72.4 \pm 24.1\%$ 、SN 比 + 5dB が $66.4 \pm 27.4\%$ 、SN 比 $\pm 0\text{dB}$ が $58.6 \pm 27.5\%$ であった。減衰率は SN 比 + 10dB が 13.5%、SN 比 + 5dB が 19.5%、SN 比 $\pm 0\text{dB}$ が 27.3% であった。34 例において静寂下正答率が 50%以上であったため、前の実験で呈示音圧 70dB SPL による評価を行なった 161 例のうち静寂下の「日常生活文検査」の正答率が 50%以上の 139 例を対照群として比較検討を行なった。対照群の静寂下平均正答率は 86.6%、SN 比 + 10dB での平均正答率が 64.2%であり、語音を 70dB SPL での呈示条件における SN 比 + 10dB の結果と、語音 65dB SPL 呈示条件下での SN 比 + 5dB の結果がほぼ同等であった。既存の評価結果と比較検討する際には、語音の呈示音圧を変えると雑音負荷時の成績に変化を及ぼす可能性があることに留意が必要であることが示唆された。

(4) 研究成果の考察

人工聴覚補償機器の進歩は目覚ましく、補聴音の入力方法も多様化している。我々が開発した「人工内耳装用のための語音聴取評価検査 CI-2004」は聴覚補償機器の適応や装用効果などを調べるために、臨床上多く使用されており、研究論文にも数多く引用されている。しかし試案であったため、今回これらの基準値を求めることを目的として研究をおこなった。核施設に置いて検査環境を統一し、正常聴覚の成人（青年群、壮年群、中高年齢群）と成人人工内耳装用者を対象とし、静寂時下および雑音負荷で、いずれの対象においても語音の呈示音圧は 65dB で固定し、雑音は SN 比 0dB、SN 比 5dB、SN 比 10dB の各条件下で実施し、正常聴覚成人の単音節検査においては以下の結果が得られた。青年群における静寂時下 98.8%、S/N+10dB 96.2%、S/N+5dB 93.9%、S/N $\pm 0\text{dB}$ 85.5%、壮年群においては同じく 99.2%、94.2%、93.3%、86.9%、中高年齢群においては 98.7%、94.7%、90.8%、81.0%であった。人工内耳装用者においては同じく 85.9%、72.4%、66.4%、58.6%であった。基準値が確定したことにより本検査法の信頼性と妥当性が検証された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 8 件)

坂本 圭、小淵 千絵、城間 将江、他 (7 名、3 番目): 早口の音声聴取能に休止区間が及ぼす影響、AUDIOLOGY JAPAN 62(1)、68-73、2019. 査読有り.

DOI: <https://doi.org/10.4295/audiology.62.68>

坂本 圭、小淵 千絵、城間 将江、他 (7 名、3 番目): 聴覚障害者における早口の音声聴取に文の有意性が及ぼす影響、AUDIOLOGY JAPAN 61(3)、209-215、2018. 査読有り. DOI: <https://doi.org/10.4295/audiology.61.209>

亀井 昌代、金城 伸祐、平海 晴一、佐藤 宏昭、米本 清: 雑音下語音聴力検査の検討、聴覚研究会資料 46(5)、337-340、2016-07-06. 査読有り

久保田 江里、小淵 千絵、岡本 康秀、貫野 彩子、城間 将江: 難聴高齢者における音韻修復機能について、AUDIOLOGY JAPAN 59(6)、623-631、2016. 査読有り

DOI : <https://doi.org/10.4295/audiology.59.623>

坂本 圭、小淵 千絵、城間 将江、(7名、3番目): 補聴器装用者と人工内耳装用者の倍速音声聴取能に関する検討 . 聴覚言語障害 44(1・2)、37-42、2015 . 査読有り

[学会発表](計20件)

井脇 貴子、城間 将江 : CI-2004 の標準化と人工聴覚器装用のための語音聴取評価検査 - HI2018 検討ワーキンググループ報告 正常者での成績 . 第28回日本耳科学会、2018年11月

大金 さや香、原島 恒夫、小淵 千絵、佐藤 友貴、城間 将江、他 : 先天性人工内耳装用児と後天性人工内耳装用者のピッチ、旋律知覚の比較検討 . 第63回日本聴覚医学会、2018年10月

坂本 圭、小淵 千絵、原島 恒夫、城間 将江、他 : 人工内耳装用者のギャップ検出閾値と語音聴取に関する検討 . 第63回日本聴覚医学会、2018年10月

井脇 貴子、城間 将江 : 人工聴覚器の語音聴取評価 CI-2004 の標準化と HI2018 策定に向けて - 正常人に対する成績 . 第27回日本耳科学会、2017年11月

赤坂 咲恵、西村 忠己、下倉 良太、齋藤 修、亀井 昌代、米本 清、他 : 単音節の有効継続時間 (e) の雑音負荷による変化について . 第62回日本聴覚医学会、2017年10月

菅波 沙耶、小淵 千絵、城間 将江、他 : 乳幼児期における視覚強化式聴力検査 (VRA) を利用した語音弁別検査の試み . 第61回日本聴覚医学会、2016年10月

石鉢 みづほ、米本 清、他 : 室内音環境が補聴器装用者に与える影響について . 第60回日本聴覚医学会、2015年10月

久保田 江里、小淵 千絵、岡本 康秀、貫野 彩子、城間 将江 : 難聴高齢者における音韻修復機能の検討 (第2報) 難聴高齢者ごとの音韻修復機能と関連する固有因子との関係 : 第60回日本聴覚医学会、2015年10月

[図書](計1件)

6 . 研究組織

研究分担者

研究分担者氏名 : 城間 将江

ローマ字氏名 : SHIROMA、Masae

所属研究機関名 : 国際医療福祉大学健康医療学部

職名 : 教授

研究者番号 : 80285981

研究分担者氏名 : 米本 清

ローマ字氏名 : YONEMOTO、Kiyoshi

所属研究機関名 : 岩手県立大学社会福祉学部

職名 : 教授

研究者番号 : 90305277