

ICI-2004

導入・検査マニュアル

iPad 版 日本語語音弁別検査（単音節・単語検査）

一般社団法人 日本耳科学会

ICI-2004

導入・検査マニュアル

iPad 版 日本語語音弁別検査（単音節・単語検査）

はじめに

現在、人工内耳は高度～重度難聴患者の標準的な治療法として広く普及・定着しています。また低音部に残存聴力を有する高音障害型難聴患者に対しても、残存聴力活用型人工内耳（EAS: electric acoustic stimulation）の登場により適応が拡大されるなど、人工内耳はさまざまな難聴患者に対する有効な治療法になっています。さらに機器やコード化法の改良により、聴取成績も以前とは比較にならないほど良くなりました。また人工内耳ばかりでなく人工中耳や骨導インプラントなどの人工聴覚器の進歩にも著しいものがあります。

これら人工内耳をはじめとする人工聴覚器の聴取成績を評価するためには標準化された評価方法が必要不可欠です。わが国では評価法として「語音聴取評価検査 CI-2004（試案）」が使われてきましたが、十分な標準化がなされていなかったため、より信頼性の高い国際的にも通用する検査法が求められていました。この度、日本耳科学会のワーキンググループにより、日本語語音弁別検査の標準化が行われました。ワーキンググループでは、「CI-2004 検査（試案）」のうち、広く利用されていた「単音節検査」、「単語検査（成人）」、「単語検査（小児）」に関して標準化が進められ、この度「CI-2004 検査（試案）」とデータ互換性を維持するとともに、データ収集をより簡便にした検査である iPad 版 iCI-2004 検査が完成しました。

本検査を有効に活用し、最適な治療法の選択、(リ) ハビリテーションなどに役立てていただきたいと願っています。

日本耳科学会・人工内耳装用のための語音聴取評価検査 CI2004 の改定と標準化 WG
日本耳科学会・CI2004 の標準化と人工聴覚器成績評価検査 HI2020 検討 WG

担当理事　：東野哲也、宇佐美真一

目次

1. 検査開発の背景・特徴	1
1-1. 開発の背景・目的	1
1-2. 本検査の特徴	1
1-3. 本検査の標準化	3
2. 機器・ソフトウェアの購入	4
2-1. iPad	4
2-2. Apple ID の作成	4
2-3. ソフトウェアの購入	6
3. 検査環境	7
3-1. 検査室	7
3-2. 検査機器の接続	7
3-3. ヘッドフォン端子を有しない iPad を用いる場合	9
3-4. スピーカの位置	9
4. 検査環境の確認	14
4-1. 検査環境の確認	14
4-2. 検査環境確認の手順	14
4-3. 検査室の配置・吸音材について	16
4-4. 検査環境に関する考慮事項	17
5. ユーザー登録	18
5-1. ユーザー登録	18
6. 検査設定・検査手順	19
6-1. 検査設定	19
6-2. 被検者への検査の説明	23
6-3. 検査の実施（復唱法・検者が入力する場合）	24
6-4. 検査の実施（被検者が入力する場合）	25
6-5. 検査終了画面	26
6-6. 表示する検査結果の選択	26
6-7. 検査結果の表示	27
6-8. 検査実施に関する一般的な留意事項	28
7. 検査結果のエクスポート	29
7-1. メールで送信する場合	29
7-2. PC とケーブルで接続しデータ抽出を行う場合 (Windows)	30
7-3. PC とケーブルで接続しデータ抽出を行う場合 (Macintosh)	32
7-4. csv ファイルの形式	33

8. 検査の構成	34
8-1. 各検査一覧	34
8-2. 単音節検査	34
8-3. 単語検査 (成人用)	35
8-4. 単語検査 (小児用)	37
9. 検査の標準化	38
9-1. 単音節検査	38
9-2. 単語 (成人) 検査	48
9-3. 単語 (小児) 検査	55
9-4. 推奨される検査条件	62
10. 参考資料	63
10-1. iCI-2004 単音節検査に含まれる語音の TFFT 解析	63
10-2. 被検者回答用画面	73
11. 引用方法	74

1. 検査開発の背景・特徴

1-1. 開発の背景・目的

本検査の元となる「人工内耳装用のための語音聴取評価検査 CI-2004(試案)」は、2004年に日本耳科学会・人工内耳研究会により、1.対象者(児)の聴覚活用状況を把握し、日常生活におけるコミュニケーションの不自由度や社会適応度を推測すること、2.人工内耳による聴取効果を測定すること、3.人工内耳マッピングの適切性を判断すること、4.聴き取りの訓練・指導の目標や方針を設定する際の資料として反映できる内容にすることを目的に開発された検査である。

CI-2004 検査(試案)は、静寂下での語音検査に加えて雑音負荷でも検査できるなど人工内耳による聴取の改善を評価することが可能な検査として、人工内耳手術実施施設や(リ)ハビリテーション実施施設などで広く利用される検査となった。このように、広く用いられるようになったCI-2004 検査(試案)であるが、開発から10年以上経過した段階でも試案のままであり標準化が行われていなかったこと、人工内耳を含めた人工聴覚器の発達により聴取が改善してきたことより天井効果の問題が出てきたこと等を受け、日本耳科学会のワーキンググループとして、「人工内耳装用のための語音聴取評価検査 CI2004 の改定と標準化 WG」が設置され、検査手法改定および標準化に向けた作業が行われた。

特に、CI-2004 検査(試案)開発の当時と比較して、1.機器の改良(コード化法の改良)などにより聴取成績が向上し、文検査に関しては雑音負荷条件においても90%以上の正答率が得られるようになってきた、2.人工中耳や骨導インプラントなど人工内耳以外の人工聴覚器の臨床応用が進んだため、これら機器の効果についても評価可能な検査が必要となってきた、3.一側性難聴患者に対する補聴器・人工聴覚器利用に対する評価も可能な検査が求められるようになってきた、という変化を受け、「CI-2004 検査(試案)」のうち、広く利用されていた「単音節検査」、「単語検査(成人)」、「単語検査(小児)」に関しては、従来の検査とのデータの互換性を維持する意味から、「CI-2004 検査(試案)」を元に標準化を進めることとなった。一方、文の聴取に関しては雑音負荷条件であっても天井効果となってしまう人工聴覚器の有効性を適切に評価することが困難であることから、ヨーロッパを中心に広く用いられている OLSA 検査(The Oldenburg Sentence Test)の日本語版である J-Matrix 検査の標準化を進めることとなった。

また、WGの議論の中で、従来用いられていたCDと紙ベースによるデータ収集がデータの利用と活用を考えた際に非効率的であることより、デジタルでのデータ取得および管理を行うことを目的にiPad版iCI-2004のプロトタイプが開発されデータ収集が行われた。製品版はプロトタイプと同一の機能を有しており、ユーザーインターフェースの改善を行うとともに、WGの議論を通じて得られた操作性の改善を行い、2019年よりApp Store経由で日本耳科学会から販売されているものである。

1-2. 本検査の特徴

iPad版iCI-2004検査は「人工内耳装用のための語音聴取評価検査 CI-2004(試案)」を元に開発された検査であるため、CI-2004(試案)の持っていた特徴をそのまま引き継ぐとともに、CDでは実現できなかったiPad版ならではの機能として、呈示順のランダム化、デジタルでのデータ取得、雑音負荷検査時のノイズ音圧の可変性、検査環境チェック等の機能を追加している。以下にiCI-2004検査の特徴をリストアップした。

(1) 検査環境のチェック機能を有している

オーディオシステムの国際標準であるIEC60581-7を参考に語音の周波数帯を考慮して検査環境の基準を設け、その基準を満たす設備・検査環境であれば同等のデータが得られるものと判断し、推奨検査環境とすることとした。

推奨基準を満たしているかどうかを簡便に確認することを目的に、iPad 版の開発にあたり 1/3 オクターブバンドノイズを用いて検査環境の基準を満たしているかどうかを確認するソフトウェアを実装した。詳細は 4 章の「検査環境の確認」を参照。

(2) 人工内耳の装用効果を一定条件下で評価できる

肉声での呈示の場合、検査毎に音圧が変化してしまうため人工内耳の効果を一定条件で検査を行うことが困難であるため、一定条件での客観的な評価のためにはデジタル録音素材での呈示が必要不可欠である。特に近年の人工聴覚器の発達により聴取が改善しているが、その有効性の差を鋭敏かつ客観的に評価するためには常に一定条件下での評価が重要である。

(3) 従来の CI-2004 検査（試案）と互換性がある

iCI-2004 検査では、「CI-2004（試案）」の CD から「単音節」、「単語」、「ノイズ」、「キャリアフレーズ」を wave 形式で取り出して使用しているため、音質・音量ともに従来の検査と完全に同一である。

(4) 学習効果を避けるためランダムに呈示される

語音検査の場合に問題になるのが、繰り返し検査を実施することによる学習効果により正答率が影響を受けることである。特に残存聴力活用型人工内耳の有効性を「電気刺激と音響刺激の併用」、「電気刺激のみ」、「音響刺激のみ」で個別に評価するような場合には、1 日に数回の検査が実施されるため学習効果の影響が否定できない。そこで、iPad 版 iCI-2004 検査では学習効果を低減させることを目的に、呈示の順番が検査毎にランダムに変化するように開発した。

- ・単音節：単音節検査では 60 音節がランダムに呈示される。
- ・単語：単語検査に関しては「CI-2004（試案）」作成時に難易度が等価となるように調整が行われた単語リスト（成人：25 単語・8 リスト、小児：25 単語・5 リスト）に関して、リスト内の順番がランダムに呈示される。
単語検査に関しては、検査設定画面で単語リストを選択可能である。詳細は 6 章の「検査設定・検査手順」を参照。

(5) 雑音負荷検査時のノイズ音圧を変更可能

人工聴覚器の評価としては、静寂下の検査に加え、日常生活環境に近い状況での聴取能力を評価するため、雑音負荷検査による聴取が重要である。「CI-2004（試案）」作成時には SN+10dB での音源が予め録音されており、SN+10dB での検査が頻用されていたが、近年の人工内耳機器の発達および補聴器や他の人工聴覚器での聴取に対応する検査とすることを目的に、SN+10dB、SN+5dB、SN+0dB、SN-5dB、SN-10dB をボタンで簡単に切り替えられるようにした。詳細は 6 章の「検査の設定」を参照。

(6) デジタルでのデータ保管

従来の「CI-2004（試案）」では CD に録音された音声を用い、解答用紙を用いて評価を行っていたため、データの管理および統計解析等が困難であった。iPad 版 iCI-2004 は、検査結果をデジタルデータで保管するとともに csv 形式で書き出す機能を有しており、エクセル等のソフトウェアで統計解析可能である。また、検査時の聴取閾値（補聴閾値）を入力することで、聴取閾値（補聴閾値）と語音検査の結果の関係についても容易に解析可能である。csv データの書き出し方法に関しては 7 章の「検査結果のエクスポート」を参照。

1-3. 本検査の標準化

iPad 版 iCI-2004 検査の開発および標準化の作業は、日本耳科学会・CI2004 の標準化と人工聴覚器成績評価検査 HI2020 検討 WG にて実施されました。検査の標準化および iPad 版作成の機会を与えていただきました日本耳科学会に感謝申し上げます。また、データ収集に際しては各施設の医師、言語聴覚士、患者さま、コントロールとしてご協力いただきましたボランティアの皆様にも多大なご協力を頂きました。心より感謝申し上げます。

平成 28～平成 29 年度【日本耳科学会・人工内耳装用のための語音聴取評価検査 CI2004 の改定と標準化 WG】

平成 30～令和 1 年度【日本耳科学会・CI2004 の標準化と人工聴覚器成績評価検査 HI2020 検討 WG】

担当理事：東野哲也、宇佐美真一

WG 座長：東野哲也

WG 副座長：井脇貴子

医師：檜尾明憲、佐藤宏昭、武田英彦、中島崇博、羽藤直人、茂木英明

言語聴覚士：赤松裕介、熊谷文愛、城間将江、高橋信雄、對島 結、鈴木久美子、松田悠佑、八重樫恵子、大六鉄兵

音響・統計：天野成昭、坂本修一、西尾信哉、米本 清

研究協力者：岩崎 聡、久保田江里、小渕千絵、大金さや香、河合良介

また、iPad 版 iCI-2004 検査の元となりました CI-2004 検査（試案）は、日本耳科学会日本人工内耳研究会・評価法作成作業部会により作成されました。

日本耳科学会日本人工内耳研究会・評価法作成作業部会

人工内耳研究会世話人（当時）：

伊藤壽一、宇良政治、加我君孝、河野 淳、久保 武、暁 清文、熊川孝三、小松崎篤、小宗静雄、坂井 真、鈴木 衛、高橋正紘、田中美郷、中島 務、氷見徹夫、船坂宗太郎、古川 仞、本庄 巖、村井和夫、森満 保、山中 昇

評価法作成作業部会構成員：

井脇貴子、氏田直子、城間将江、高橋信雄、富澤文子、富里則子

研究協力者：

米本 清、久保田功、島影和夫、熊谷淳子、熊谷文愛、射場 恵、株式会社アルカディア

2. 機器・ソフトウェアの購入

2-1. iPad

本ソフトウェアは、iPad OS 15.2 以降が動作する iPad で動作する。2022 年 8 月現在で対応する機種は以下の機種となる。※ただし、今後の iOS のアップデートに応じて動作可能な機種は変更となる可能性がある。

- ・ iPad Pro 12.9 インチ (第 1 世代～第 5 世代)
- ・ iPad Pro 11 インチ (第 1 世代～第 3 世代)
- ・ iPad Pro 10.5 インチ
- ・ iPad Pro 9.7 インチ
- ・ iPad (第 5 世代～第 8 世代)
- ・ iPad mini (第 5～6 世代)
- ・ iPad mini 4
- ・ iPad Air (第 3 世代～第 5 世代)
- ・ iPad Air 2

2-2. Apple ID の作成

本ソフトウェアは iPad 専用のアプリケーションとして Apple Computer の App Store から販売されており、ソフトウェアの購入のためには Apple ID が必要となる。Apple ID にはクレジットカードと紐づいた ID と紐づかない ID があるため、下記を参照に必要に応じて適切な ID を用いる。Apple ID の作成およびソフトウェアの購入はインターネット接続が必要であるため、WiFi モデルの場合には一時的に WiFi の届く範囲で操作を行う必要がある。

(1) クレジットカードに紐づかない Apple ID を新規に作成し iTunes カードでチャージをして購入する

iCI-2004 検査専用の iPad を用いる場合や、複数の検査者が利用する iPad の場合、クレジットカードに紐づいた Apple ID を用いるのは、他の有料アプリケーションを購入できてしまうため管理上好ましくない。また、代理店等から納入を受ける場合にも、クレジットカードの紐づいた Apple ID を用いることは困難である。このような場合、クレジットカードに紐づかない Apple ID を新規に作成し、『App Store & iTunes ギフトカード』を購入し、Apple ID にチャージをして iCI-2004 ソフトウェアを購入する方法が推奨される。

1. App Store で無料のアプリのダウンロード画面を表示する

iPad ホーム画面上の「App Store」をタップし、App Store にアクセスする。App Store から任意の「無料アプリ」を選択し、詳細画面を表示する。選択するアプリは、無料であればどのアプリでも構わない(アカウント作成のためであり、実際にはダウンロードは行わない)。

2. 「Apple ID」の新規作成画面を表示する

選択した無料アプリの「入手」アイコンをタップする。続けて「インストール」をタップすると表示されるサインイン画面から、「Apple ID を新規作成」を選択する。

3. 「国または地域」「利用規約」を確認する

新規アカウントの作成画面で「国または地域」で「日本」を選択し、「次へ」をタップする。続けて、iTunes Store の利用規約画面で規約を確認後、「同意する」をタップする。

4. アカウント情報を入力する

アカウントの情報を入力する。"メールアドレス※" (ここで入力したメールアドレスがアカウント ID になる)、"パスワード"、"質問と答え" (パスワードを忘れた際などに利用)、"生年月日" を入力後、Apple からの情報メールを受信するかを選択し、「次へ」をタップする。

※ここで入力するメールアドレスは、それまでに Apple ID に利用していないメールアドレスを登録する。必要に応じて、新規に Gmail 等の無料メールアドレスを取得すると良い。

5. 支払い/請求先情報を入力する

支払い/請求先情報を入力する。支払い方法で「なし」を選択する。続けて、「名前・住所」「電話番号」を入力して、「次へ」をタップする。アカウント情報の入力が完了したら「終了」する。入力した情報が領収証の宛名となる。

6. 登録したメールアドレスの確認をする

アカウント情報入力画面で登録したメールアドレスに Apple から "確認メール" が送信されるので、確認メールを表示して本文内の「今すぐ確認」をタップする。確認画面で設定した「メールアドレス」と「パスワード」を入力することで、メールアドレスの確認を行う。

7. App Store にサインインして「Apple ID」の作成を完了する

iPad にサインイン画面が表示されるので、作成した Apple ID の「パスワード」を入力してサインインする。サインインが完了すると、アカウントの作成は完了となる。

8. App Store & iTunes ギフトカードを購入する

大学生協やコンビニエンスストア等で『App Store & iTunes ギフトカード』を購入する。iCI-2004 ソフトウェアは単音節、単語 (成人)、単語 (小児) の 3 種類あり、各 10,000 円で販売しているため、3 種類購入するには 30,000 円分の App Store & iTunes ギフトカードを購入する。

9. iPad の App Store で「ギフトカードまたはコードを使う」をタップする

iPad で「App Store」アプリを起動する。画面右上の「アカウント」アイコンをタップして、アカウント画面から「ギフトカードまたはコードを使う」を選択する。

10. App Store & iTunes ギフトカードでチャージする

『App Store & iTunes ギフトカード』裏面のラベルを剥がし、コードを表示する。iPad のカメラで『App Store & iTunes ギフトカード』裏面のコードを読み取るか、コードを入力してチャージする。

(2) クレジットカードに紐づいた Apple ID を用いた購入する

すでに個人で利用している iPad に iCI-2004 検査をインストールする場合や、病院・会社の会計システムでクレジットカードでの立替払いを行うことが可能な場合には、クレジットカードに紐づいた Apple ID を用いて購入することが可能である。この場合、上記 (1) の Apple ID を作成するプロセスの 5. 支払い先の入力の際にクレジットカード情報を入力することになる。Apple ID 作成完了後に「2-3. ソフトウェアの購入」のステップを行うことで iCI-2004 ソフトウェアを購入することが可能である。

※クレジットカードに紐づいているため他の有料ソフトウェアを購入することが可能である。複数の検査者が共用するような場合には他のソフトウェアを購入しないように周知する必要がある。

2-3. ソフトウェアの購入

本ソフトウェアは iPad 専用のアプリケーションとして Apple 社の App Store から販売されている。ソフトウェアの購入はインターネット接続が必要であるため、WiFi モデルの場合には一時的に WiFi の届く範囲で操作を行う必要がある。

1. App Store を起動する

iPad ホーム画面上の「App Store」をタップし、App Store にアクセスする。

2. iCI-2004 ソフトウェアを検索する

App Store の右下にある「検索」ボタンをタップし、上部に「日本耳科学会」と入力し検索する。



図 1 App Store で「日本耳科学会」と入力し検索した結果

3. iCI-2004 ソフトウェアを購入する

iCI-2004 単音節、iCI-2004 単語・成人、iCI-2004 単語・小児の各ソフトウェアが表示されるため、各ソフト右の ¥10,000 ボタンをタップしてソフトウェアをインストールする。インストールの際に Apple ID のパスワードが求められるため入力する。(Face ID を設定している場合には、顔認証 (電源ボタンのダブルクリック) でパスワードの入力を省略できる)

※ iCI-2004 ソフトウェアのライセンスは App Store のライセンス規約に準じ、同一の Apple ID を用いる場合には、最大 5 台の端末までインストールすることが可能である。例えば、同一施設に複数の検査室があり、それぞれの検査室で iCI-2004 を用いて検査を行う場合には、iPad を複数台購入し、同一の Apple ID を設定することで、追加の料金なしに 5 台までインストールして利用することが可能である。5 台を超えて利用する場合には別の Apple ID を用いて購入する必要がある。なお、異なる施設 (あるいは異なる個人) が利用する場合には、5 台の範囲内であっても別の Apple ID を利用して購入しなければならない。

3. 検査環境

3-1. 検査室

妨害騒音レベルの低い防音室で行う。音の反射の原因となる什器類は設置位置を工夫し反射を防ぐ、または吸音材を貼るなどして反射を最小限に抑える。床に厚手のカーペットを敷くのも効果的である。検査室の温度、湿度は事務室として許容内とする必要があり、また十分な換気がなされなければならない。

3-2. 検査機器の接続

検査に必要な機器の設置方法には下記に示す3つの方法がある。各施設により導入されている既存機器が異なり本検査のためだけに統一した機器を揃えることは困難であることが想定されたため、ワーキンググループ内で検討を行い、オーディオシステムの国際標準である IEC60581-7 (High fidelity audio equipment and systems; Minimum performance requirements Part7: Loudspeakers) を参考に語音の周波数帯を考慮して検査環境の基準を設け、その基準を満たす設備・検査環境であれば同等のデータが得られるものと判断した。

なお、iPad 版の開発にあたり、1/3 オクターブバンドノイズを用いて検査環境の基準を満たしているかどうかを確認するソフトウェアも実装した。確認方法の詳細は4章の「検査環境の確認」に記載されているためそちらを参照されたい。

●接続方法1：オーディオメータを用いる方法

図2に示すように、JIS T1201-2000 の規格を満たし、かつ正しく校正されたオーディオメータを用いる。iPad のヘッドフォン出力端子 (3.5mm ステレオミニジャック) とオーディオメータの外部入力端子を専用のケーブルを用いて接続する。オーディオメータのスピーカ (メイン)・スピーカ (サブ) に、同一のスピーカを接続し被検者の正面 1m となるようスピーカスタンドを用いて耳の高さとなるように設置する。

* リオン社のオーディオメータの場合、FB13001 ケーブルを用い iPad の左チャンネルをオーディオメータの「メインスピーチ」に、右チャンネルをオーディオメータの「サブスピーチ」に接続する。

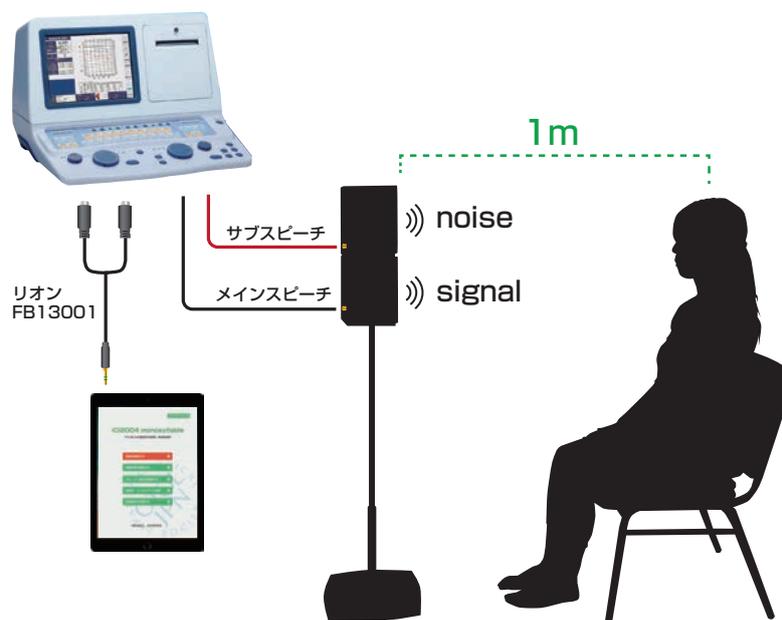


図2 オーディオメータを用いた接続方法

●接続方法 2：パワーアンプおよびスピーカを用いる方法

図3に示すように、iPadのヘッドフォン出力端子（3.5mmステレオミニジャック）とパワーアンプの入力端子を市販のケーブルを用いて接続する。取り回しを容易にするためiPadとパワーアンプをつなぐケーブルは3m～5m程度のものを用意すると良い。

パワーアンプの場合、音量調整つまみや、イコライザー等がついている場合があるため、セットアップ後に触ってしまい校正のやり直しとなることを防ぐため、音量調整つまみやイコライザー等をテープで固定しておくことが望ましい。

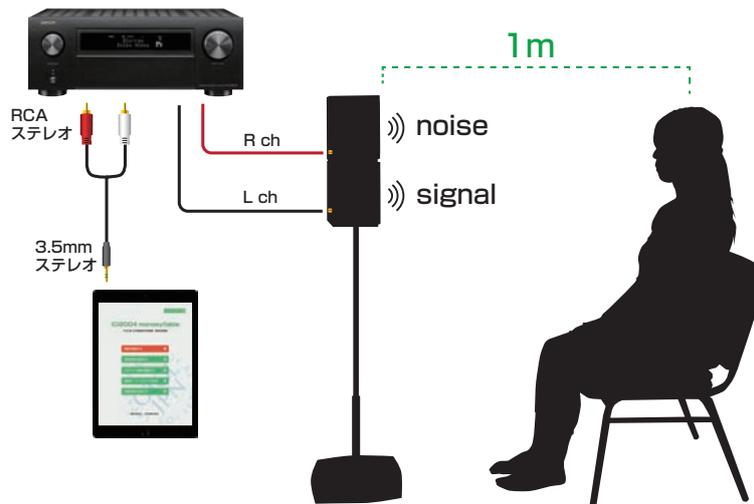


図3 パワーアンプおよびスピーカを用いた接続方法

●接続方法 3：アンプ内蔵スピーカを用いる方法

図4に示すように、アンプ内蔵スピーカとiPadのヘッドフォン出力端子（3.5mmステレオミニジャック）を市販のケーブルを用いて接続する。取り回しを容易にするためiPadとアンプ内蔵スピーカをつなぐケーブルは3m～5m程度のものを用意すると良い。

アンプ内蔵スピーカの場合、スピーカーに音量調整つまみや、イコライザー等がついている場合があるため、セットアップ後に触ってしまい校正のやり直しとなることを防ぐため、音量調整つまみやイコライザー等をテープで固定しておくことが望ましい。

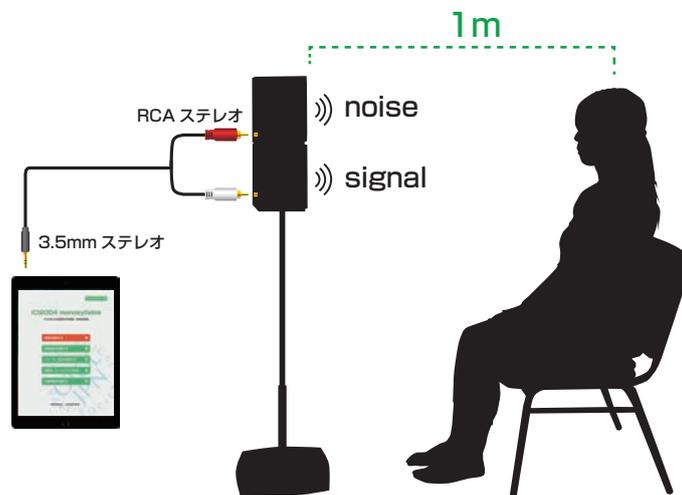


図4 アンプ内蔵スピーカを用いた接続方法

3-3. ヘッドフォン端子を有しない iPad を用いる場合

本ソフトウェアの適合機種のうち以下の機種は 3.5mm ヘッドフォン端子を有していない。これらの機種で iCI-2004 ソフトウェアを用いる場合には、Apple computer の USB-C - 3.5 mm ヘッドフォンジャックアダプタ (MU7E2FE/A) 等を用いて、上記の接続方法 1～3 の方法により iPad とスピーカシステムを接続する必要がある。

iPad Pro 12.9 インチ (第 3 世代～第 5 世代)

iPad Pro 11 インチ (第 1 世代～第 3 世代)

iPad Pro 9.7 インチ

iPad mini 第 6 世代

iPad Air (第 4～5 世代)

※ USB-C と 3.5mm ヘッドフォン端子を接続するケーブルは Apple 社以外からも販売されており、安価なものでも代替可能である。代替品を用いた場合でも 4 章の「検査環境の確認」をパスすれば、検査としての同等性は担保される。



図 5 Apple computer 社 USB-C - 3.5 mm ヘッドフォンジャックアダプタ (MU7E2FE/A)

3-4. スピーカの位置

従来、単音節や単語の評価は主に両側性感音難聴患者を対象に実施されてきたが、近年の人工聴覚器の発達に伴い一側性難聴患者に対する装用効果の評価も必要となってきた。そこで、iCI-2004 検査では正面から語音 (シグナル) とノイズを呈示する検査 (SoNo 条件) に加えて、正面からシグナルを呈示し、90 度方向からノイズを呈示する検査、90 度および -90 度からシグナルとノイズを呈示する検査についても検査手順を定めた。

検査室が広い場合には、あらかじめ正面 (シグナル用・ノイズ用) および 90 度、-90 度方向にそれぞれスピーカを設置する 4 スピーカ構成で検査を行うことが推奨される。一方、検査の際にスピーカの位置を動かして設定変更を行う場合には、4 章の検査環境の確認を実施した条件を可能な限り変更しないよう、シグナル用のスピーカの位置は固定とし、ノイズ用のスピーカの位置を変更して測定を行う。

(1) 正面に設置する場合 (通常の検査法、双スピーカ法・SoNo)

スピーカ、被検者ともに、反射による音圧の変化を避けるため防音室の壁からは可能な限り離れた位置とする。また、検査室の広さが許す範囲で、スピーカと被検者が検査室の対角線上に位置する方が定在波の影響が少なく好ましい。

図 6 に示すように、上下 2 段に重ねたスピーカの間中点が耳の高さ (あるいは人工内耳・補聴器のマイク面の高さ) であり、かつ、内蔵スピーカの中心が、被検者の外耳道入口を結んだ正中の前方 1m になるように設置する (SoNo)。製品によっては、内蔵スピーカの中心とスピーカ筐体の中心がずれているものもあるので注意する。なお、スピーカは同一メーカーの同一機種を用いることが推奨される。

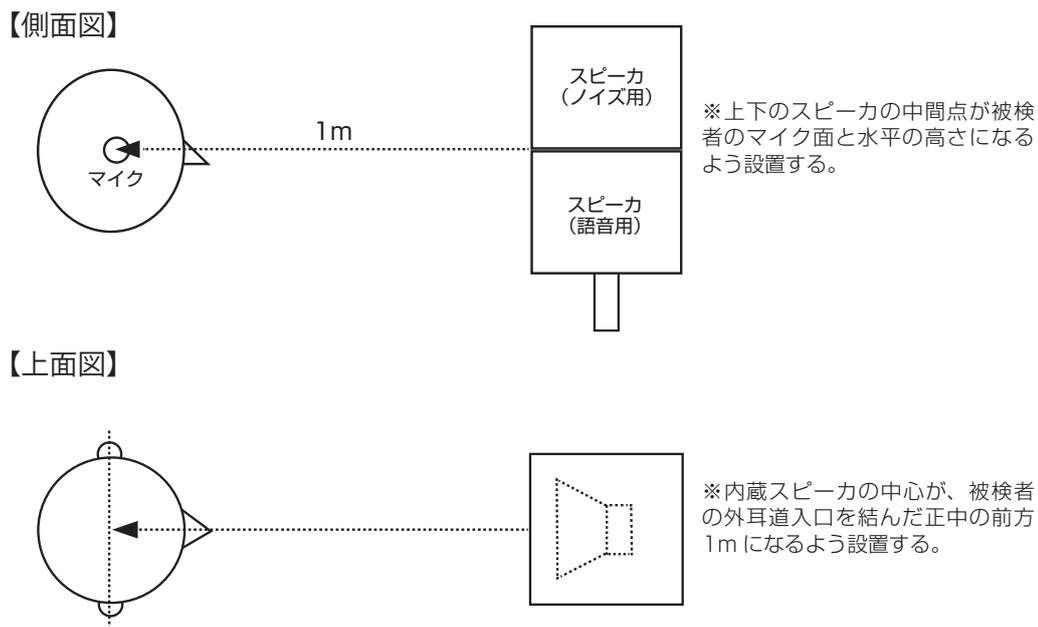


図 6 スピーカの設置方法（正面に設置する場合）

(2) 正面に設置する場合（単スピーカ法）

iCI-2004 検査では、上記の双スピーカ法による検査が推奨されるが、検査室のスペースや機器の都合上、スピーカ 1 つのみを用いる単スピーカ法での検査も可能である。ただし、iPad 版 iCI-2004 の音源は、左チャンネルから語音、右チャンネルからノイズが呈示される仕様であるため、ミキサーを用いてモノラルに変換を行う必要がある（2 Ch 以上の入力が可能でモノラル出力が可能でミキサーを用いる。安価に購入可能なミキサーとしては、ベリンガー社 コンパクト 4 チャンネル ミキサー MX400 等がある）。

この場合、スピーカの中心が耳の高さ（あるいは人工内耳・補聴器のマイク面の高さ）であり、かつ、内蔵スピーカの中心が、被検者の外耳道入口を結んだ正中の前方 1m になるように設置する。製品によっては、内蔵スピーカの中心とスピーカ筐体の中心がずれているものもあるので注意する。



図 7 ベリンガー社 コンパクト 4 チャンネル ミキサー MX400

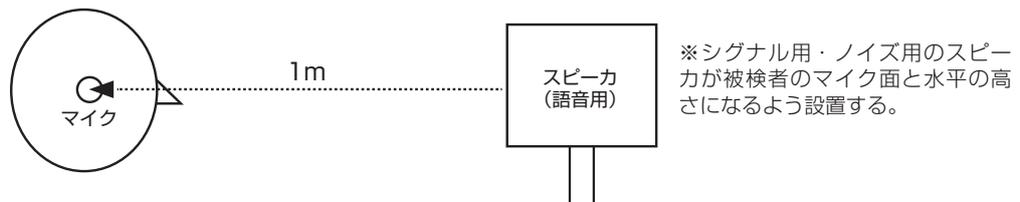
(3) 正面と 90 度に設置する場合（双スピーカ法・SoN_{normal hearing}）

一側性難聴患者に対する補聴器・人工内耳等デバイスの装用効果を評価するためには、通常の正面からシグナルとノイズを呈示する手法では、健聴側での聴取が良好であるため適切に評価を行うことが困難である。そこで、正面（0度）からシグナルを呈示し、**ノイズを健聴側**（90度方向）から提示する検査（SoN_{nh}）が推奨される。

この場合、図8に示すように、正面スピーカの中心が被検者の耳の高さ（あるいは人工内耳・補聴器のマイク面の高さ）であり、かつ、内蔵スピーカの中心が、被検者の外耳道入口を結んだ正中の前方 1m になるように設置する。90度設置するスピーカに関しては、被検者の耳の高さ（あるいは人工内耳・補聴器のマイク面の高さ）であり、かつ、内蔵スピーカの中心が、被検者の外耳道入口を結んだ線の延長 1m になるように設置する。

なお、反射による音圧の変化を避けるためスピーカ、被検者ともに、防音室の壁からは可能な限り離れた位置に設置することが望ましい。十分な広さの防音室が確保困難な場合には、反射音の影響を軽減させるために吸音材等をスピーカの後方に設置するなど反射音対策を実施する。

【側面図】



【上面図】

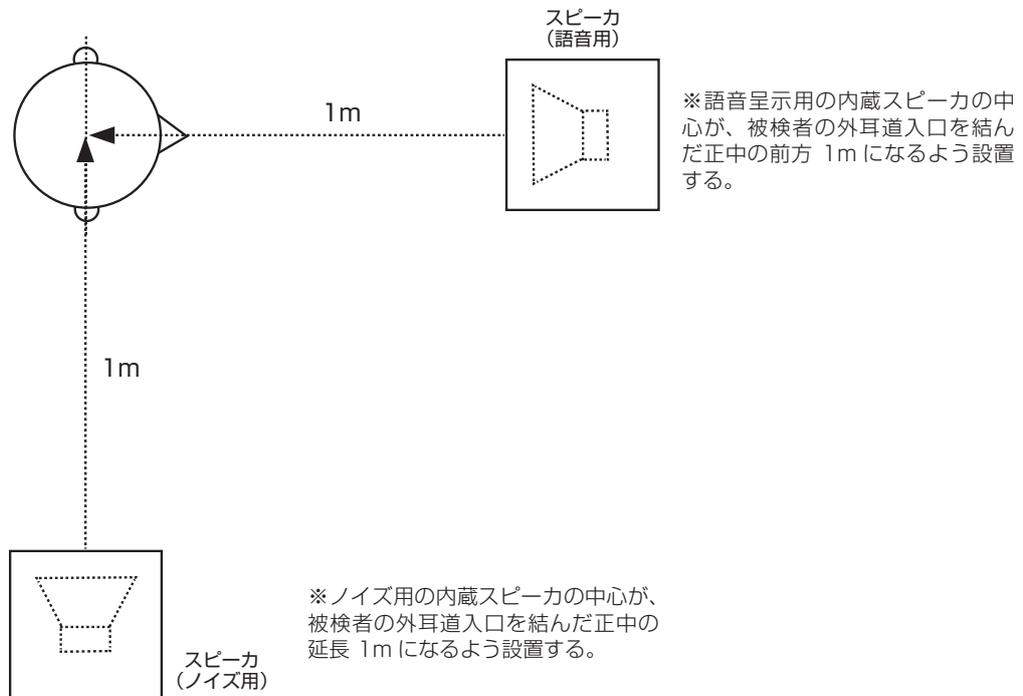


図8 スピーカの設置方法（正面/90度に設置する場合）

(4) 正面と -90 度に設置する場合 (双スピーカ法・SoN_{single side deafness})

一側性難聴患者に対するクロス型補聴器や骨固定型補聴器などのデバイスは、難聴側からの聴取を改善するのに有用である。しかしながら、騒音環境下では健聴側の聴取の妨げとなり、かえって聴取困難となることも多い。これは、人工内耳、人工中耳、気導補聴器といったデバイスでは両耳聴を実現すること可能であるため、スケルチ効果が得られ騒音下での聴取が良好となるのに対し、クロス型補聴器や骨固定型補聴器などのデバイスでは、難聴側の音声情報を健聴側に伝達し聴取しているためスケルチ効果が得られないことに起因する。iCI-2004 を用いてこの差を検出した場合には正面 (0 度) からシグナルを呈示し、**ノイズを難聴側** (補聴デバイス装用側、-90 度方向) から提示する検査 (SoN_{SSD}) が用いられる。

この場合、図8に示すように、正面スピーカの中心が被検者の耳の高さ (あるいは人工内耳・補聴器のマイク面の高さ) であり、かつ、内蔵スピーカの中心が、被検者の外耳道入口を結んだ正中の前方 1m になるように設置する。製品によっては、内蔵スピーカの中心とスピーカ筐体の中心がずれているものもあるので注意する。90 度に設置するスピーカに関しては、被検者の耳の高さ (あるいは人工内耳・補聴器のマイク面の高さ) であり、かつ、内蔵スピーカの中心が、被検者の外耳道入口を結んだ線の延長 1m になるように設置する。

なお、反射による音圧の変化を避けるためスピーカ、被検者ともに、防音室の壁からは可能な限り離れた位置に設置することが望ましい。十分な広さの防音室が確保困難な場合には、反射音の影響を軽減させるために吸音材等をスピーカの後方に設置するなど反射音対策を実施する。

(5) -90 度と 90 度に設置する場合 (双スピーカ法・S_{SSD}N_{nh})

一側性難聴患者に対する補聴器・人工内耳等デバイスの装用効果を評価するためには、通常の正面からシグナルとノイズを呈示する手法では、健聴側での聴取が良好であるため適切に評価を行うことが困難である。一側性難聴患者に対する補聴器・人工内耳等デバイスの装用効果を評価する際には、通常 (3) で示した SoN_{nh} 条件での検査を行うが、この差をさらに鋭敏に検出する必要がある場合には、難聴側 (-90 度) からシグナルを呈示し、ノイズを健聴側 (90 度方向) から提示する S_{SSD}N_{nh} 条件での検査を行う。

この場合、図9に示すように、両スピーカとも中心が被検者の耳の高さ (あるいは人工内耳・補聴器のマイク面の高さ) であり、かつ、内蔵スピーカの中心が、被検者の外耳道入口を結んだ線の延長 1m に設置する。なお、反射による音圧の変化を避けるためスピーカ、被検者ともに、防音室の壁からは可能な限り離れた位置に設置することが望ましい。十分な広さの防音室が確保困難な場合には、反射音の影響を軽減させるために吸音材等をスピーカの後方に設置するなど反射音対策を実施する。

【上面図】

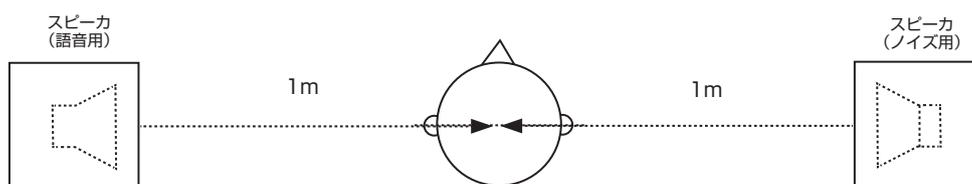


図9 スピーカの設置方法 (左側が難聴の場合、-90 度 /90 度に設置する場合)

(6) 90度と-90度に設置する場合（双スピーカ法・ $S_{nh}N_{ssd}$ ）

一側性難聴患者に対するクロス型補聴器や骨固定型補聴器などのデバイスは、難聴側からの聴取を改善するのに有用である。しかしながら、騒音環境下では健聴側の聴取の妨げとなり、かえって聴取困難となることも多い。これは、人工内耳、人工中耳、気導補聴器といったデバイスでは両耳聴を実現すること可能であるため、スケルチ効果が得られ騒音下での聴取が良好となるのに対し、クロス型補聴器や骨固定型補聴器などのデバイスでは、難聴側の音声情報を健聴側に伝達し聴取しているためスケルチ効果が得られないことに起因する。この場合、(4)の S_0N_{ssd} 条件での検査を行うが、この差をさらに鋭敏に検出したい場合には健聴側（90度）からシグナルを呈示し、ノイズを難聴側（補聴デバイス装着側、-90度方向）から提示する $S_{nh}N_{ssd}$ 検査が用いられる。

この場合、図10に示すように、両スピーカとも中心が被検者の耳の高さ（あるいは人工内耳・補聴器のマイク面の高さ）であり、かつ、内蔵スピーカの中心が、被検者の外耳道入口を結んだ線の延長1mに設置する。なお、反射による音圧の変化を避けるためスピーカ、被検者ともに、防音室の壁からは可能な限り離れた位置に設置することが望ましい。十分な広さの防音室が確保困難な場合には、反射音の影響を軽減させるために吸音材等をスピーカの後方に設置するなど反射音対策を実施する。

【上面図】

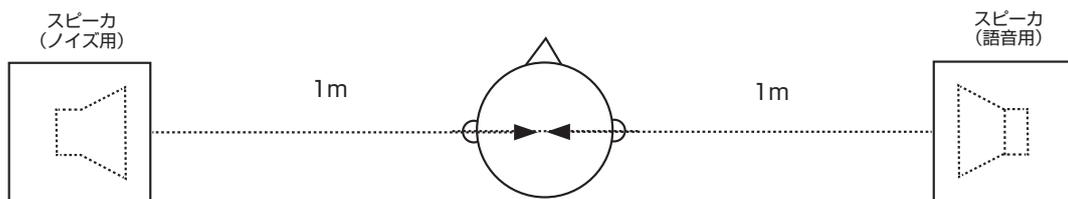


図10 スピーカの設置方法（左側が難聴の場合、90度/-90度に設置する場合）

4. 検査環境の確認

4-1. 検査環境の確認

3章の検査環境の項に記載したように、iCI-2004 の開発に際し、各施設により導入されている既存機器が異なり本検査のためだけに統一した機器を揃えることは困難であることが想定された。そこで、ワーキンググループ内で検討を行い、オーディオシステムの国際標準である IEC60581-7 (High fidelity audio equipment and systems; Minimum performance requirements Part7: Loudspeakers) を参考に、語音の周波数帯を考慮して検査環境の基準を設け、その基準を満たす設備・検査環境であれば同等のデータが得られるものと判断し、推奨検査環境とすることとした。

本基準を満たしているかどうかを簡便に確認することを目的に、iPad 版の開発にあたり 1/3 オクターブバンドノイズを用いて検査環境の基準を満たしているかどうかを確認するソフトウェアを実装した。

4-2. 検査環境確認の手順

(1) 騒音計の設置

図 11 に示すように、騒音計を A 特性・Slow に設定し、語音用・ノイズ用スピーカの正面 1m の位置に設置する。なお、騒音計は JIS C 1509-1 2017 クラス 2 の規格を満たし、かつ正しく校正されたものを用いる。騒音計の値を読み取る際は、騒音計の後方に立つと反射音を生じる原因となるため、騒音計の横に立ち値を読み取る、あるいはコンパターを用いて離れた位置で読み取ることが推奨される。

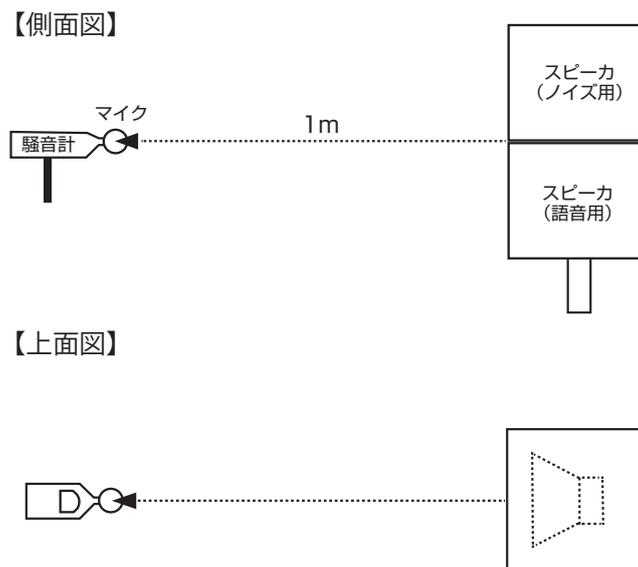


図 11 検査環境確認の手法・騒音計は A 特性・Slow に設定する。

(2) iPad の音量ボタンの操作

iPad の音量ボタンを操作し、音量を最大にする。

(3) iCI-2004 アプリの起動

iCI-2004 アプリをタップする。アプリケーションの初回起動時には、自動的に図 12 左に示す画面が表示される。

* 2 回目以降に検査環境の確認を行いたい場合は図 12 右に示すアプリケーションのトップ画面から「スピーカー設定を確認する」をタップする。



図 12 左：1000Hz 基準音画面（スライダを調整して 60dB SPL となるよう調整する）

右：ホーム画面・「スピーカー設定を確認する」をタップすると左の 1000Hz 基準音画面が表示される。

(4) 1000Hz 基準音の調整

「再生」ボタンをタップすると 1000Hz を中心周波数とする 1/3 オクターブバンドノイズが再生される。騒音計の値を見ながら中央のスライダを操作し 60dB SPL になるように調整する。

※スライダを一番右までスライドしても、騒音計の音圧が 60dB にならない場合には、システム全体の音圧が不足している可能性が考えられる。この場合、iPad 側でスライダを中央ぐらいに合わせた後で、アンプの音量ダイヤル（オーディオメータの場合はメインスピーチの音圧ダイヤル）を回して音を大きくし、おおよそ 60dB に合わせた後で iPad 側でスライダを微調整して騒音計が 60dB となるように調整する。

(5) 125Hz 基準音音圧の測定

「次の周波数へ」をタップし「再生」ボタンをタップすると、125Hz を中心周波数とする 1/3 オクターブバンドノイズが再生されるので、騒音計の値を読み取り数値を入力する（図 13）。



図 13 125Hz 基準音画面（再生ボタンをタップし、騒音計の値を読み取り入力する）

(6) 200Hz～8000Hz 基準音音圧の測定

同様に、「次の周波数へ」をタップすると、200Hz を中心周波数とする 1/3 オクターブバンドノイズが再生されるので、騒音計の値を読み取り数値を入力する。同様にして 500Hz、1000Hz、2000Hz、4000Hz、8000Hz の計測値を入力する。

(7) 検査基準適合判断の表示

全ての周波数の測定が終了すると図 14 に示すように検査環境が基準に適合しているか否かを示す画面が表示される。不適合の場合は 4.3. 検査環境の調整を参考に調整を行い再度計測を行う。

- * 200Hz～4000Hz の全ての基準音の測定値がそれぞれ図 14 に示す範囲内に入っている必要がある。125Hz、8000Hz に関しては参考値として計測を実施しているが、語音におけるエネルギー量が小さいことから、本検査の適切性の判断には用いていない。



中心周波数	許容範囲 (dBA)
200 Hz	49.1 ± 4
500 Hz	56.8 ± 4
1,000 Hz	60
2,000 Hz	61.2 ± 4
4,000 Hz	61.0 ± 4

図 14 合否表示画面と検査環境の基準（200Hz～4000Hz の各周波数の測定値が範囲内であることが必要）

4.3. 検査室の配置・吸音材について

前述のように、各施設の既存の機器を活用するため、本検査の開発に際しては統一したスピーカシステムを推奨することはせず、上記の検査基準を設定することで検査の同一性を確保することとした。しかしながら、既存の検査環境では、スピーカの後方や被検者の後方に十分なスペースを確保できないため反射音の影響で基準を満たさない場合や、スピーカの音響特性がフラットで無いために検査基準を満たさない場合などが考えられる。この場合、次に従い環境の調整を行い、可能な限り検査基準を満たすように環境調整を行うことが推奨される。

(1) スピーカ・被検者と後方の壁の距離を離す（反射音を軽減させる）

スピーカの後方あるいは被検者の後方と壁との距離が近い場合、反射音により基準範囲を逸脱する可能性が高くなる。防音室の中で最も距離の確保できる対角線方向にスピーカ・被検者を配置し、スピーカ・被検者と後方の壁の距離を離すことで反射音が軽減する。

(2) スピーカ・被検者の後方に吸音材を配置する

防音室の広さの制約などによりスピーカ・被検者の後方に十分な距離が確保できない場合、スピーカ・被検者の後方に吸音材を配置することにより反射音を軽減する。吸音材としてはグラスウール・ウレタンなどの素材でできた吸音材が販売されている。スタジオ用のウレタン素材の吸音材が比較的安価で購入可能である。

(3) 音響特性がフラットなスピーカに変更する

上記の 1. 2. の調整を行っても検査基準を満たさない場合にはスピーカの音響特性がフラットで無いために検査基準を満たさない可能性も考えられる。他にスピーカが有る場合にはスピーカを変更して再度計測を行い基準を満たすかどうかを確認する。

*ワーキンググループでは複数のスピーカシステムを用いて検査基準を満たすかを確認したところ、YAMAHA MSP3 が比較的安価かつフラットな音響特性であることを確認しており、新規に購入する際には本スピーカあるいは同等品の使用を推奨する。

4-4. 検査環境に関する考慮事項

本検査では、検査結果の同一性を確保するため、「検査環境の確認」を行うことを強く推奨している。また、実際の運用においては、6 章「検査設定・検査手順」にあるように、検査前に、1000Hz 基準音およびノイズ（加重不規則雑音）を用いて校正を実施する手順となっているため、4 章の「検査環境の確認」は通常検査セットアップ時に 1 回実施すれば、それ以降は（オーディオメータ等の校正のタイミングに合わせて）年に 1～2 回程度実施すれば良い。ただし、以下のような場合には、再度「検査環境の確認」を行うことが望ましい。

1. スピーカの位置・被検者の位置を移動した場合

本検査で実施する「検査環境の確認」は、スピーカの音響特性の歪みや壁面からの反射音などにより、呈示する語音が歪むことを抑制することを目的に実施している。語音を呈示するためのスピーカの位置および被検者の位置が移動した場合には、壁からの距離が変化し反射音の大きさが変化してしまう。このため、語音呈示用のスピーカ位置、被検者の位置を移動した場合には再度「検査環境の確認」が必要となる。

2. 検査室内に新たに棚等の什器を設置した場合

検査室内に新規に棚などの什器を設置した場合には反射音の大きさが変化してしまう可能性が考えられるため、再度「検査環境の確認」が必要となる。

3. アンプ等の音量ダイヤル等を動かした場合

アンプの音量ダイヤル等を動かした場合、通常は音の大きさが変化するだけで、各周波数の音響特性に影響を及ぼすことは少ないと考えられるが、機種によっては影響を受ける場合もあり得るため、再度「検査環境の確認」を行うことが望ましい。オーディオメータに接続した場合には、オーディオメータの校正時に音圧を変えて音響特性を計測しているため影響はほとんど無いと考えられる。

それに対し、アンプやアンプ内蔵スピーカにイコライザがある場合には、その影響は非常に大きい「検査環境の確認」の前にテープ等で固定し、ダイヤルを動かすことが無いようにしておくことが重要である。

5. ユーザー登録

5-1. ユーザー登録

初回起動時は4.「検査環境の確認」が終了すると、自動的に図15に示すユーザー登録画面が表示される。iPad版 iCI-2004 検査では、ソフトウェアのアップデートや検査に関する重要な情報等を送信することを目的に、施設名とメールアドレスの登録を推奨している。

施設名と登録したいメールアドレスを入力後に「登録」ボタンをタップするとiPadのメールソフトウェアが起動するため、登録のメールを送信する。(メールの送信にはインターネットへの接続、メールソフトウェアの設定が必要である。)

Step 6

Step B: 施設名・メールアドレスの設定

施設名・メールアドレスを設定してください。
メールアドレスは検査結果一覧 (icv) の連絡先アドレスになります。

施設名: Center Name

メール: Mail Address

登録

ホーム画面へ

図15 ユーザー登録画面

- *ここで登録したメールアドレスが7章「検査結果のエクスポート」をメールにて行う際の宛先アドレスとなる。
- *施設名・登録メールアドレスを変更するためには、ホーム画面の「施設名・メールアドレス設定」をタップすることで、再度、図15の画面を表示することができる。

6. 検査設定・検査手順

6-1. 検査設定

iPad 版 iCI-2004 ソフトウェアでは、検査を始める前に検査設定と音圧校正を行う必要がある。iCI-2004 検査では、タッチパネルにより検査設定を行うことが可能である。検査手順は「単音節検査」、「単語検査（成人）」、「単語検査（小児）」ともに共通である。

(1) iCI-2004 ソフトウェアを起動し「検査を開始する」をタップ

iCI-2004 ソフトウェアは「iCI-2004 単音節検査」、「iCI-2004 単語検査（成人）」、「iCI-2004 単語検査（小児）」の三種類に分かれている。初回起動時には4章の「検査環境の確認」および5章の「ユーザー登録」画面が表示される。二回目以降の起動時には図15に示すホーム画面が表示される。検査を開始するには一番上の「検査を開始する」ボタンをタップする。

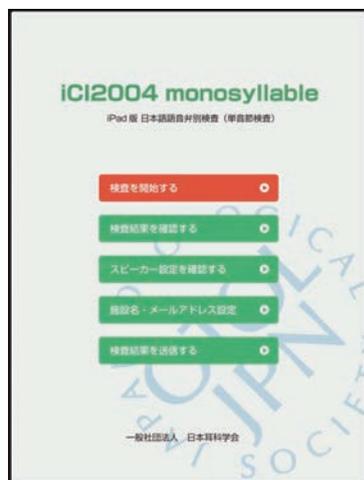


図 15 ホーム画面

(2) Step01 被検者情報の入力

次に被検者情報の入力画面（図16）が表示されるので、「姓」・「名」*、「カルテ ID」*、「匿名化 ID」*、「年齢」を入力する。性別は男性あるいは女性をタップして入力する。入力後「Step 02 試験設定へ」をタップする。

* 「姓」と「名」、「カルテ ID」、「匿名化 ID」のうち、少なくとも1種類は必須。

図 16 被検者情報の入力画面

(3) Step02A 試験条件設定の入力

次に試験条件の設定の入力画面（図 17）が表示されるので、「提示条件」*、「SN 比」*、「スピーカ位置」*をタップして入力する。入力後「Step 02B 試験設定へ」をタップする。

* 「提示条件」が「Signal + Noise」の場合のみ、「SN 比」、「スピーカ位置」が表示され選択可能となる。

- ・ Signal Only : 静寂下での検査、スピーカ位置は被検者の正面 1m
- ・ Signal + Noise : 騒音負荷検査、SNR+10dB、SNR+5dB・SNR+0dB、SNR-5dB、SNR-10dB の検査条件が選択可能。スピーカ位置は 3 章 4 節の「スピーカの位置」を参照に選択。



図 17 Step02A 試験条件の設定

(4) Step02B 試験条件設定の入力 2

次に試験条件の設定の入力画面（図 18）が表示されるので、「回答方法」、「リスト」*をタップして入力する。入力後「Step 03 スピーカ校正へ」をタップする。「回答方法」に関しては、被検者が復唱した内容を検査者が記入する「復唱法」での実施を推奨するが、必要に応じて被検者が入力する方法を用いてもよい。復唱で行う場合には、検査者は常に被検者の構音の状態を注意深く観察し、正確に入力する必要がある。著しく構音が不明瞭で確認が困難な場合には、被検者が入力する方法を用いるなど個々の状況に合わせて柔軟に対応する。ただし、被検者が入力を行う場合にはタップでの入力に慣れている必要があるため、高齢者等でスマートフォンやタブレット端末に不慣れな被検者の場合には入力方法を指導するなどの配慮が必要である。

* 「単語検査（成人用）」「単語検査（小児）」の場合のみ、「リスト」が表示される。単語リストに関しては 8 章「検査の構成」を参照。



図 18 Step02B 試験条件の設定

(5) Step03 スピーカ校正

次にスピーカ校正の画面（図 19）が表示される。iPad の音量ボタンを操作し、音量が最大になっていることを確認した上でスピーカの校正を行う。校正終了後に「Step04 補聴状況設定へ」をタップする。



図 19 スピーカ校正画面

●スピーカ校正の手順

- 1) 図 20 に示すようにスピーカから 1m の位置に騒音計（A 特性・Slow）を設置する。
- 2) 「ノイズ」*の「再生」ボタンをタップし、騒音計が 65dB SPL を示すようにスライダを調整する。
- 3) 「ノイズ」*の「停止」ボタンをタップし音を止める。
- 4) 「シグナル」の「再生」ボタンをタップし、騒音計が 65dB SPL を示すようにスライダを調整する。
- 5) 「シグナル」の「停止」ボタンをタップし音を止める。

*「ノイズ」→「シグナル」の順に校正を行う。「Step02A 試験条件の設定」で「Signal Only」を選択した場合には「ノイズ」のスライダは表示されない。

*「ノイズ」のスライダを右端にした場合にも音圧が不足する場合には、アンプの音量ダイヤルを操作する。
この場合には 4 章の「検査環境の確認」を再度実施することが望ましい。

*スライダの位置は記録されるため、検査ごとに校正を実施する必要は無く 1 日 1 回検査前に校正を行えば良い。

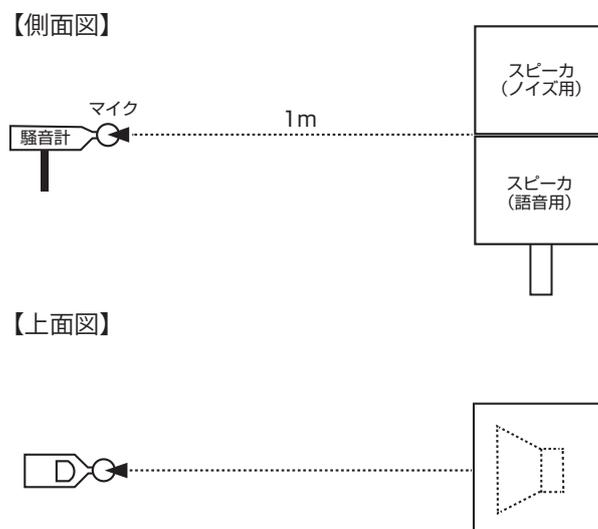


図 20 スピーカ校正の手法・騒音計は A 特性・Slow に設定する。

(6) Step04 補聴状況の設定

次に補聴状況の設定の画面(図21)が表示される。検査を実施する際の、被検者の「補聴状況」をタップして選択(右耳、左耳)する。また、複数のプログラム(マップ)を登録可能な機種の場合には検査を実施する際のプログラムを入力する。必要に応じて特記事項欄に記載を行う(重複障害、骨導補聴器使用など)。入力後「Step 05 聴力閾値入力へ」をタップする。



図 21 補聴状況の設定

(7) Step05 補聴閾値の入力 (オプション)

次に補聴状況の設定の画面(図22)が表示される。検査を実施する際の、被検者の「聴取閾値」を入力する*。スケールアウトの場合には、最大音圧を入力した上で「S.O.」ボタンをタップする。

*聴力閾値の入力はオプションであり必須では無い。検査実施時の聴力閾値(補聴閾値)を入力しておくこと、後述のcsv形式でデータ書き出しを実施した際に、iCI-2004検査の結果とともに検査実施時の聴力閾値(補聴閾値)が出力されるため、表計算ソフト等を用いて閾値と聴取能の関係を容易に解析することが可能となる。



図 22 聴力閾値(補聴閾値)の入力

6-2. 被検者への検査の説明

検査を始める前に、検査者は検査内容・方法について説明し被検者が十分に理解していることを確認する必要がある。基本的な教示は、下記の項目を含む必要がある(『』は教示例)。また、6-8. 検査実施に関する一般的な留意事項も事前に確認しておく。

復唱法での説明事項と教示例

- **姿勢(特に頭の位置)**: 『頭の位置が変わると聞こえ方が変わってしまうので、なるべく体は動かさないようにしてください』
- **呈示回数**: 『問題はそれぞれ1回しか聞こえてきませんのでよく聞いてください』
- **キャリアフレーズ(問題番号の音声)**: 『問題の前に「1番」とか「2番」と問題番号が聞こえますが、それは答えなくて結構です』
- **応答方法**: 『聞こえたとおりに繰り返してください。はっきりと聞き取れなかった時は、あてずっぽうでも構いません』
- **聞き取れなかった場合の応答方法**: 『全く聞き取れなかった時は、「わかりません」と言ってください』
- **検査音の一時停止**: 『必要ならば検査はいつでも止めますので、慌てず、じっくり聞いてください』
- **問題の総数**: 『問題は全部で〇〇問です』
- **検査の中断**: 『途中で疲れたり気分が悪くなったりした時は、検査の途中でもかまいませんので、すぐに言ってください』

被検者が入力する場合の説明事項と教示例

被検者が入力を行う場合にはタップでの入力操作に慣れている必要があるため、高齢者等でスマートフォンやタブレット端末に不慣れな被検者の場合には入力方法を指導するなどの配慮が必要である。この場合、付録に被検者が入力する画面を掲載したので、紙に印刷して操作の説明に用いる、練習を行う等を検査開始前に行う。

- **姿勢(特に頭の位置)**: 『頭の位置が変わると聞こえ方が変わってしまうので、なるべく体は動かさないようにしてください』
- **呈示回数**: 『問題はそれぞれ1回しか聞こえてきませんのでよく聞いてください』
- **キャリアフレーズ(問題番号の音声)**: 『問題の前に「1番」とか「2番」と問題番号が聞こえますが、それは答えなくて結構です』
- **応答方法**: 『聞こえたとおりに入力してください。はっきりと聞き取れなかった時は、あてずっぽうでも構いません。』
『入力を間違えた場合には削除ボタンを押して、再度答えを入力してください。』
『入力が終わったら次へボタンを押してください。次へボタンを押すと次の問題の音声流れます。』
- **聞き取れなかった場合の応答方法**: 『全く聞き取れなかった時は、「無回答」ボタンを押して、次へボタンを押してください。次へボタンを押すと次の問題の音声流れます。』
- **検査音の一時停止**: 『入力が終わっても、次へボタンを押すまで次の問題には進みませんので、慌てず、じっくり聞いて回答してください』
- **問題の総数**: 『問題は全部で〇〇問です』
- **検査の中断**: 『途中で疲れたり気分が悪くなったりした時は、検査の途中でもかまいませんので、すぐに言ってください』

6-3. 検査の実施（復唱法・検者が入力する場合）

図 22 の画面で「試験開始」をタップすると図 23 の画面が表示される。

- ・左上の「再生開始」ボタンをタップすると 1 番の問題の音声流れる。
- ・被検者の回答を良く聞き、下段の 50 音の文字を用いて入力する。著しく構音が不明瞭で確認が困難な場合には紙に記載させたものを見て入力する等の方法を用いても良い。
- ・入力を誤った場合には中央左の「削除」ボタンをタップして再度入力を行う。
- ・被検者が完全に聴取できず「わかりません」と回答した場合には、左下の「無回答」ボタンをタップする。
- ・（単語検査の場合）被検者の回答が正答であった場合、「正答」ボタンをタップすることで入力の手間を省くことができる。
- ・回答を確認した後で「次へ」ボタンをタップすると、次の問題の音声流れる。
- ・「次へ」ボタンをタップするまでは次の問題に進むことは無い。



図 23 検査画面（復唱法）

上段にある「リピート」、「試験中止」、「回答変更」ボタンに関してはそれぞれ以下のような機能を有しているが、**基本的には利用しない**（止むを得ない事情がある場合のみ使用しても良い）。

- * 上段の「リピート」をタップすることで再度問題が呈示される。ただし、iCI-2004 検査では被検者が聴取できなかった場合（「わかりません」と回答した場合など）には再呈示は行わない。従って「リピート」ボタンを用いるのは検査中に施設内放送があった場合など聴取を困難にする雑音が生じた特殊な場合に限られる。
- * 上段の回答変更ボタンをタップすると一つ前の問題の回答を変更することができるが、次の問題も再生されてしまうため基本的には用いない。
- * 「試験中止」ボタンをタップすると試験が中止されホーム画面に戻る。「試験中止」を行った場合、途中までの回答結果は**保存されない**ため注意する。

6-4. 検査の実施（被検者が入力する場合）

図 22 の画面で「試験開始」をタップすると図 24 の画面が表示される。被検者が入力を行う場合には、6-2 の被検者への説明の項を良く読んで教示を行い、被検者が iPad の操作に関して十分に理解していることを確認した上で検査を実施する。付録に被検者が入力する画面を掲載したので、紙に印刷して操作の説明に用いる、練習を行う等を検査開始前に行うことが望ましい。

- ・左上の「再生開始」ボタンをタップすると 1 番の問題の音声が流れる。
- ・被検者は、下段の 50 音の文字を用いて回答を入力する。
- ・入力を誤った場合には中央左の「削除」ボタンをタップして、再度回答を入力する。
- ・まったく聴取できなかった場合には、左下の「無回答」ボタンをタップする。
- ・回答を確認した後で「次へ」ボタンをタップすると、次の問題の音声が流れる。
- ・「次へ」ボタンをタップするまでは次の問題に進むことは無い。



図 24 検査画面（被検者が入力する場合）

上段にある「リピート」、「試験中止」、「回答変更」ボタンに関してはそれぞれ以下のような機能を有しているが、**基本的には利用しない**（止むを得ない事情がある場合のみ使用しても良い）。

- * 上段の「リピート」をタップすることで再度問題が呈示される。ただし、iCI-2004 検査では被検者が聴取できなかった場合（「わかりません」と回答した場合など）には再呈示は行わない。従って「リピート」ボタンを用いるのは検査中に施設内放送があった場合など聴取を困難にする雑音が生じた特殊な場合に限られる。
- * 上段の回答変更ボタンをタップすると一つ前の問題の回答を変更することができるが、次の問題も再生されてしまうため基本的には用いない。
- * 「試験中止」ボタンをタップすると試験が中止されホーム画面に戻る。「試験中止」を行った場合、途中までの回答結果は**保存されない**ため注意する。

6-5. 検査終了画面

検査が最後まで終了すると図 25 の画面が表示される。検査結果を確認するため中央の「最初の画面へ」をタップしホーム画面に戻る。



図 25 検査終了画面

6-6. 表示する検査結果の選択

検査結果を表示するためには、図 26 のホーム画面の上から 2 段目「検査結果を確認する」をタップする。タップすると図 27 に示す画面が表示され、直近 20 件の検査日時、被検者の姓名、匿名化 ID、カルテ ID、補聴状況、SN 比、スピーカー配置のリストが表示されるため、結果閲覧を希望する行をタップし、「結果を表示する」ボタンをタップする。



図 26 ホーム画面



図 27 検査結果リスト（直近 20 件分が表示される）

6-7. 検査結果の表示

6-6 で選択し「結果を表示する」ボタンをタップすると、図 28 に示すように結果が表示される。結果は上から検査実施日、被検者名、匿名化 ID、カルテ ID、検査条件、正答率、正答した語音、誤答した語音（呈示した語音と回答した語音）が表示される。必要に応じてプリンターで印刷を行う、あるいはスクリーンショットを取り電子カルテシステム等に結果を記録する。

* 単語検査の場合は正答した単語、誤答した単語と回答が表示される。

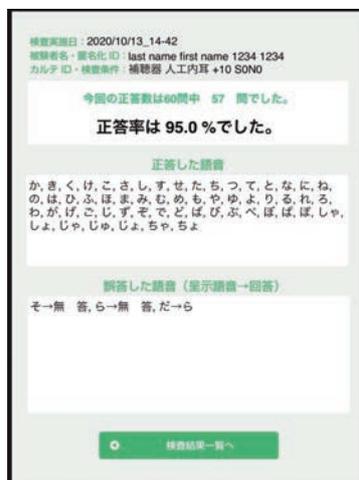


図 28 検査結果表示画面（単音節検査の場合）

6-8. 検査実施に関する一般的な留意事項

検査の実施に際しては、被検者の疲労や集中力が検査結果に及ぼす影響を小さくするために、以下の点に留意して検査を実施することが推奨される。

(1) 雑音負荷検査実施上の注意

被検者が呈示音に対して不快感や疲労を訴えた場合は、リストの途中であっても検査を中止し十分な休息をとる。再開する場合は、他のリストを使用して最初から検査を実施する。

(2) 検査間の休息

一度に複数の検査を行う場合は、検査間で適度な休息をとる。防音室内では不快感を覚える場合もあるので、検査室を出て休息をとることが望ましい。

(3) 被検者の姿勢

呈示音圧を一定に保つため、被検者には検査中姿勢を一定に保つように(特に頭の位置)指示し、適宜検査者が確認する。

(4) 中止基準

原則として、検査を始めたリストは最後まで検査を行う。ただし、単音節、単語検査において 10 問続けて無反応、または「わかりません」と答えた時は、その時点で検査を中止してもよい。ただし、中止する場合は、その旨をカルテ等に記録し、検査結果の採点は行わない。

(5) 自己修正

最初に間違えて答えても、その後回答を自主的に修正し正答となった場合は、正答と判断する。逆に、一度正しく答えても、その後回答を修正し誤りとなった場合は、誤答と判断する。

(6) 再検査に使用するリスト

単語検査についてはリスト内でランダムに提示されるものの、意味を有する単語であるため学習効果が高く、聴取成績への影響が考えられる。従って、再検査を行う場合は、必ず直前に使用したリストと異なるリストを使用する。

(7) 検査の実施順序

単音節・単語検査を一度に実施する場合には、被検者の疲易性を考慮し単語、単音節の順に実施することが望ましい。また、静寂下と雑音負荷条件での検査を同日に行う場合は、静寂下の検査から行う。

(8) 単語検査における追加の教示

単語検査では、前述した共通の注意点の他に以下の注意点を教示する必要がある。

- 名詞だけでなく様々なことばが含まれていること
- 検査問題の数
- 雑音負荷の場合は、問題の呈示時のみに雑音が入ること

《教示例》

『これから単語が聞こえてきます。物の名前だけでなくいろいろな言葉が出てきますので、聞こえた通りに繰り返してください/入力してください。初めに「1 番」「2 番」というように問題番号が聞こえますが、それは答えなくて結構です。(また、単語と一緒に雑音聞こえてきますが、それは気にしないで答えてください。)問題は全部で 25 問です。では検査を始めます。』

7. 検査結果のエクスポート

従来の「CI-2004（試案）」では CD に録音された音声を用い、解答用紙を用いて評価を行っていたため、データの管理および統計解析等が困難であった。iPad 版 iCI-2004 は、検査結果をデジタルデータで保管するとともに csv 形式で書き出す機能を有しており、エクセル等のソフトウェアで統計解析可能である。また、検査時の聴取閾値（補聴閾値）を入力することで、聴取閾値（補聴閾値）と音声検査の結果の関係についても容易に解析可能である。検査結果をエクスポートする方法としては (1) メールで送信する方法と (2) PC とケーブルで接続しデータ抽出を行う方法がある。いずれの手法とも比較的簡便に csv データを取得可能である。

7-1. メールで送信する場合

iPad 版 iCI-2004 で取得したデータを電子メールでエクスポートすることが可能である。データをエクスポートするためには、ホーム画面（図 29）にて、一番下の「検査結果を送信する」ボタンをタップする。すると自動的に iPad のメールソフトウェアが起動するため（図 30）、メールを送信する。（メールの送信にはインターネットへの接続、メールソフトウェアの設定が必要である。5 章のユーザー登録を実施している場合にはメールソフトウェアの設定がなされているため、そのままメール送信可能である。）



図 29 ホーム画面



図 30 メール送信画面（csv ファイルが添付されている）

7-2. PC とケーブルで接続しデータ抽出を行う場合（Windows）

前述のように iPad 版 iCI-2004 で取得したデータを電子メールでエクスポートすることが可能であるが、個人情報保護の観点から電子メールでのデータ送付が困難である場合には、PC とケーブルで接続してデータを抽出する。

(1) Windows に iTunes をインストールする

Windows PC の Web ブラウザーで「iTunes Windows」を検索し「iTunes for Windows」をインストールする。「iTunes for Windows」は Microsoft store から無料でダウンロード可能である。

(2) Windows の iTunes を起動する

Windows PC のスタートメニューから「iTunes」を起動する

(3) iPad と Windows PC をケーブルで接続する

Windows PC と iPad をケーブルで接続する。用いるケーブルは iPad では Lightning-USB-A ケーブルもしくは Lightning-USB-C ケーブルを、iPad Pro などでは USB-C-USB-C のケーブルを用いることが多い。iPad と Windows PC をケーブルでつなぐと iPad に図 31 のような画面が表示されるため、「信頼」をタップする。また、PC 上には図 32 のような画面が表示されるため「続ける」をタップする。



図 31 iPad に表示される確認画面・「信頼」をタップ



図 32 Windows PC に表示される確認画面・「続ける」をタップ

(4) iPad のデータを開く

Windows PC と iPad をケーブルでつなぎ、iPad と PC の両方で「信頼」の確認操作を行うと図 33 のように Windows PC の iTunes 上に iPad が認識され、左のデバイス欄に表示されるようになる。上部にある iPad マークのアイコンをクリックする。



図 33 iTunes に iPad が認識されたところ

(5) iCI-2004 のデータを開く

iPad マークのアイコンをクリックすると Windows PC に図 34 の画面が表示される。左側より「ファイル共有」を選択し、App の中から iCI-2004 を選択する。



図 34 iPad アイコンをクリックし、ファイル共有を選択したところ

(5) iCI-2004 のデータを移す

ファイル共有の App の中から iCI-2004 を選択すると、右側に csv ファイルが表示される (図 35)。csv ファイルをデスクトップにドラッグ&ドロップするとファイルがコピーされる。



図 35 csv ファイルをドラッグ&ドロップする

7-3. PC とケーブルで接続しデータ抽出を行う場合 (Macintosh)

Mac を用いた場合にも、Windows と同様に iTunes 経由でデータを抽出することが可能である。また、以下の手順でより簡単にデータを抽出可能である。

(1) iPad と Mac をケーブルで接続する

Mac と iPad をケーブルで接続する。iPad と Mac をケーブルでつなぐと iPad に図 30 のような画面が表示されるため、「信頼」をタップする。Mac で適当なフォルダを開くと左のナビゲーターバーの「場所」の中に iPad が認識されているのでクリックする (図 36)。上部で「ファイル」を選択すると App の書類にアクセスできるので、iCI-2004 の csv ファイルをデスクトップにドラッグ&ドロップする。

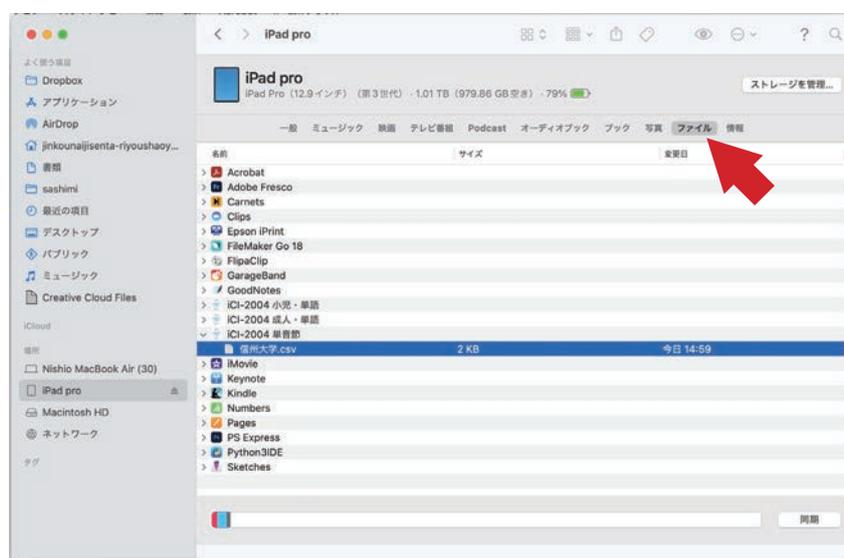


図 36 Mac から iPad のデータへのアクセス

7-4. csv ファイルの形式

書き出した csv ファイルには、1 行 = 1 検査結果の形式で検査日時、姓名、カルテ ID、匿名化 ID、呈示音（静寂下または雑音負荷）、SN 比、スピーカー位置、音量 S、音量 N、補聴 L、補聴 R、プログラム L、プログラム R、聴力レベル、検査結果（成績）が保存されており（図 37～39）、エクセルなどの表計算ソフトを用いて集計、データ分析を行うことが可能である。

実施日	姓	名	カルテ ID	匿名化 ID	呈示音	SN比	スピーカー位置	音量S	音量N	補聴L	補聴R	プログラムL	プログラムR
2017/4/14	耳科	太郎			S/N	0	S0N0	-11.08	-1.94	裸耳	裸耳	1	1
2017/4/14	耳科	花子			S/N	0	S0N0	-11.72	0	裸耳	裸耳	1	1
2017/4/28	耳科	三郎			S			-12.01	NA	裸耳	裸耳	1	1
2017/5/2	耳科	一朗			S			-12.01	NA	CI	CI	1	1

図 37 結果 csv ファイル（実施日～プログラムまで）

- ・呈示音：シグナルのみ（S）か、シグナルとノイズ（S/N）
- ・スピーカー位置：検査実施時のスピーカー配置
- ・音量 S・N：試験実施時の iPad スライダーの位置
- ・補聴 L・R：左耳（補聴 L）および右耳（補聴 R）に使用している補聴システム
- ・プログラム L・R：補聴システムを使用している場合のプログラム番号

L125	S.O.	L250	S.O.	R125	…	R8000	S.O.	B250	…	B8000	S.O.
20	0	20	0	20	…	30		0	…	0	0
25	0	25	0	10	…	25		0	…	0	0
10	0	10	0	10	…	10		0	…	0	0
10	0	20	0	25	…	20		0	…	0	0

図 38 結果 csv ファイル（聴力閾値）

- ・左耳のみ（L）、右耳のみ（R）、両耳（B）の聴取閾値
- ・S.O. は「0」がなし、「1」がスケールアウト

正答率	ka	ki	ku	ke	ko	sa	shi	su	…	cho
95	0 ka	0 ki	0 ku	0 ke	0 ko	0 sa	0 shi	0 su	…	0 cho
98.33	0 ka	0 ki	0 ku	0 ke	0 ko	0 sa	0 shi	0 su	…	0 cho
98.33	0 ka	0 ki	0 ku	0 ke	0 ko	0 sa	0 shi	0 su	…	0 cho
13.33	0 ka	1 tsu	1 ka	1 tsu	1 do	0 sa	1 su	1 so	…	1 tsu

図 39 結果 csv ファイル（検査結果・単音節）

- ・正答率：試行毎の正答率（%）
- ・最上段：呈示語音
- ・最上段以外：回答が正解の場合は”0” + 回答 例) 0 ki, 0 ku
回答が不正解の場合は”1” + 回答 例) 1 tsu, 1 ka

8. 検査の構成

8-1. 各検査一覧

iCI-2004 検査は、単音節検査、成人用単語検査、小児用単語検査の 3 つに分かれており、それぞれ別のソフトウェアとして App Store より販売されている。

8-2. 単音節検査

(1) 目的

日本語話者の単音節の聴取能を評価する。

(2) 構成とリスト

日本語で出現頻度の高い 60 音節（単独母音は除いた 57-S 語表に含まれる語音を含む）より構成されており、ランダムに呈示される。含まれる語音は次の通りである（図 40）。

か [ka]	さ [sa]	た [ta]	な [na]	は [ha]	ま [ma]	や [ja]	ら [ra]	わ [wa]
き [kʰi]	し [ɕi]	ち [tɕi]	に [ɲi]	ひ [çi]	み [mʰi]		り [rʰi]	
く [ku]	す [su]	つ [tu]		ふ [ɸu]	む [mu]	ゆ [ju]	る [ru]	
け [ke]	せ [se]	て [te]	ね [ne]		め [me]		れ [re]	
こ [ko]	そ [so]	と [to]	の [no]	ほ [ho]	も [mo]	よ [jo]	ろ [ro]	

が [ga]		だ [da]	ば [ba]	ぱ [pa]	しゃ [ɕa]	ちゃ [tɕa]	じゃ [dʒa]
	じ [dʒi]		び [bʰi]				
	ず [dzu]		ぶ [bu]				じゅ [dʒu]
げ [ge]		で [de]	べ [be]				
ご [go]	ぞ [dzo]	ど [do]	ぼ [bo]	ぽ [po]	しょ [ɕo]	ちょ [tɕo]	じょ [dʒo]

図 40 iCI-2004 単音節検査に含まれる 60 音節

(3) 単音節検査の特徴

日本語で出現頻度の高い 60 音節の聴取成績を測定可能な検査である。日本語の単音節検査は諸外国の単音節検査と異なり単独で意味を有さないため、部分的に聴取できた情報を手がかりに類推することが困難である。このため、補聴器・人工内耳といったデバイスを用いた場合（特に雑音負荷試験を実施した場合）には天井効果はほとんど見られないという特徴がある。

iCI-2004 検査では、従来の CI-2004 検査（試案）の CD より wave 形式で音声データを取得したため、CD 版の CI-2004 検査と完全に同一の音声情報が含まれている。

8-3. 単語検査（成人用）

(1) 目的

オープンセット課題の単語の聴取能を評価する。

(2) 構成とリスト

国立国語研究所報告「日本語教育のための基本語彙調査(1984)」と坂本一朗著「教育基本語彙」に含まれる小学6年生までの単語を使用した。モーラ数や品詞、音素のバランスをリスト間で統制した25語を1リストとした8リストより構成されており、リスト内の単語はランダムに呈示される。

モーラ数は、2モーラ7語、3モーラ9語、4モーラ9語とし、品詞は名詞12語、動詞9語、形容(動)詞2語、副詞2語とした。ただし同母音の連続、語中の母音が無声化する単語、および外来語は除いた。

リスト(1)

1. ねこ 2. はしら 3. けんせつ 4. よぶ 5. なかみ 6. さる 7. とびこむ 8. しみ 9. ひやす 10. ならべる
11. ねむい 12. ひろがる 13. りかい 14. なるほど 15. ながす 16. わけ 17. もどる 18. すでに 19. くやしい
20. とげ 21. たまねぎ 22. さかだち 23. かむ 24. にゅうがく 25. かがみ

リスト(2)

1. こわれる 2. まさに 3. かが 4. けずる 5. はきだす 6. よなか 7. のる 8. まとめる 9. かなしい 10. よける
11. はんそく 12. こめ 13. ぼく 14. ちゅうし 15. ついでに 16. さわぐ 17. くわがた 18. ひめ 19. ふるい
20. きる 21. はさみ 22. なきむし 23. ほす 24. かがやき 25. たばこ

リスト(3)

1. なべ 2. みつばち 3. ゆめ 4. しらべる 5. はがき 6. だく 7. ころがす 8. すべて 9. がいこく 10. わる
11. きもの 12. まじわる 13. よそく 14. かたち 15. ためる 16. すずしい 17. まける 18. なぞ 19. なんだか
20. そだつ 21. しみそり 22. たかい 23. こむ 24. のうりよく 25. はし

リスト(4)

1. かきね 2. はね 3. まずい 4. けが 5. ざんぎょう 6. とける 7. のむ 8. かいもの 9. ならぶ 10. ほる
11. むなしい 12. へちま 13. よびだす 14. ながし 15. そだてる 16. はしる 17. こや 18. わざと 19. とぶ
20. かくれる 21. くだもの 22. みそしる 23. ちどり 24. すばやく 25. まる

リスト(5)

1. はやし 2. さびしい 3. やる 4. まるで 5. はり 6. どりよく 7. くらい 8. とまる 9. けんがく 10. もとめる
11. ねまき 12. ときどき 13. たね 14. かぞく 15. はる 16. ゆきぐに 17. みがく 18. つぶれる 19. さがす
20. むだ 21. かなしむ 22. わく 23. さいほう 24. かね 25. としより

リスト(6)

1. ものさし 2. かんごふ 3. なみ 4. けわしい 5. やむ 6. まくら 7. はなす 8. のどかに 9. かげ 10. やぶれる
11. たいせつ 12. なる 13. ひげ 14. しょうじ 15. かけこむ 16. ひがし 17. つなぐ 18. とても 19. さむい
20. おじ 21. ことわざ 22. かく 23. とどける 24. かざる 25. このみ

リスト(7)

1. ねぎ
2. ゆりかご
3. てま
4. こだま
5. わずか
6. たく
7. さげぶ
8. はじめて
9. よごれる
10. もつ
11. けがわ
12. さしだす
13. ひも
14. かがく
15. とじる
16. しょうじき
17. まねく
18. かねもち
19. よわい
20. こる
21. まずしい
22. はなび
23. もんだい
24. げき
25. つまずく

リスト(8)

1. ゆき
2. ぎじゅつ
3. たび
4. はなむこ
5. けす
6. ふざける
7. そる
8. くるしむ
9. かぶる
10. ながいき
11. どうか
12. ほてる
13. げんそく
14. やすみ
15. わかれる
16. しずむ
17. のこす
18. はやく
19. しろい
20. みせ
21. かみなり
22. つま
23. みじかい
24. たまご
25. はく

(3) 単語検査(成人用)の特徴

小学校6年生までに学習する単語を用いて日本語単語聴取成績を測定可能な検査である。CI-2004 検査(試案)作成の段階で、リストに含まれる単語のモーラ数、品詞、音素のバランスが取られており、また健聴コントロールの結果を基にリスト間で正答率が等しくなるように統制が行われている。

単音節検査とは異なり単独で意味を有しているため、部分的に聴取できた情報を手がかりに類推することが可能であり、単音節検査よりもより日常生活の質(QOL)を反映した検査であると言える。一方、補聴器・人工内耳といったデバイスを用いた場合には天井効果を示す例もあるため、必要に応じて雑音負荷検査を行う必要がある。

iCI-2004 検査では、従来の CI-2004 検査(試案)の CD より wave 形式で音声データを取得したため、CD 版の CI-2004 検査と完全に同一の音声情報が含まれている。

8-4. 単語検査（小児用）

(1) 目的

選択肢のないオープンセット課題の単語聴取能を聴覚のみの条件にて評価する。

(2) 構成とリスト

国立国語研究所報告「日本語教育のための基本語彙調査(1984)」と坂本一郎著「教育基本語彙」に含まれる小学校低学年レベルの語彙のうち、名詞(2音節、3音節、4音節、5音節、6-7音節)、動詞、形容詞、色名、動物名、挨拶語、親族名称の7項目を含む1リスト25語から構成される計5リストより構成されており、リスト内の単語はランダムに呈示される。各リストに含まれる音素の種類とその数は、概ね2標準偏差となるようバランスを統制されている。

リスト(1)

おもい、あそぶ、ケーキ、かるい、なまえ、おかあさん、あし、いろがみ、くつした、おにごっこ、みどり、おこる、きたない、さる、とんぼ、ようふく、ポテト、かぼちゃ、すいか、パイナップル、しんかんせん、あたま、めがね、おやすみ、まくら

リスト(2)

かゆい、くすり、あける、ちいさい、タオル、あかるい、かお、おにぎり、こうえん、クリスマス、たぬき、コップ、おとうさん、くま、にわとり、ままごと、バイク、しろ、ズボン、たべる、どうぶつえん、おかし、からっほ、さようなら、キャベツ

リスト(3)

おにいさん、こども、せんたく、うれしい、たばこ、ありがとう、くろ、ポスト、おみやげ、じゃんけん、きっぷ、おまわりさん、ゆき、ブランコ、あらう、かめ、たまご、あお、きゅうり、なく、しょうぼうしゃ、おふろ、かわいい、ねずみ、おいしい

リスト(4)

いたい、あるく、ガラス、あか、つくえ、おねえさん、バナナ、はこ、プール、スカート、ひこうき、アイスクリーム、よびだす、おわり、ひよこ、ライオン、テレビ、おそい、せんせい、あぶない、チューリップ、こわい、おもちゃ、いただきます、やま

リスト(5)

ごちそうさま、ふうせん、でんわ、ながぐつ、はなび、おおきい、くだもの、せっけん、れいぞうこ、サンタクロース、ともだち、きいろ、わらう、かに、おばさん、あつい、くり、おやつ、とけい、いぬ、はしる、かめら、くるま、さむい、はさみ

(3) 単語検査（小児用）の特徴

小学校低学年までに学習する単語を用いて日本語単語聴取成績を測定可能な検査である。CI-2004検査（試案）作成の段階で、名詞、動詞、形容詞、色名、動物名、挨拶語、親族名称の7項目を含むように作成されており、また健聴コントロールの結果を基にリスト間で正答率が等しくなるように統制が行われている。

成人用と同様に、単独で意味を有しているため、部分的に聴取できた情報を手がかりに類推することが可能であり、単音節検査よりもより日常生活の質（QOL）を反映した検査であると言える。一方、補聴器・人工内耳といったデバイスを用いた場合には天井効果を示す例もあるため、必要に応じて雑音負荷検査を行う必要がある。

9. 検査の標準化

CI-2004 検査（試案）は、静寂下での語音検査に加えて雑音負荷でも検査できるなど人工内耳による聴取の改善を評価することが可能な検査として、人工内耳手術実施施設や（リ）ハビリテーション実施施設などで広く利用される検査となったが、開発から 10 年以上経過した段階でも試案のままであり標準化が行われていなかったことを受け、日本耳科学会のワーキンググループとして、平成 28～平成 29 年度【日本耳科学会・人工内耳装用のための語音聴取評価検査 CI2004 の改定と標準化 WG】および、平成 30～令和 1 年度【日本耳科学会・CI2004 の標準化と人工聴覚器成績評価検査 HI2020 検討 WG】が設置され、検査の標準化に向けた作業が行われた。

具体的には、ワーキンググループ委員のメンバーの所属する施設（岩手医科大学、東京大学、虎の門病院、国際医療福祉大学三田病院、信州大学、愛知淑徳大学、愛媛大学、宮崎大学、鹿児島市立病院）で、健聴コントロール、補聴器装用者、人工内耳装用者を対象に装用閾値の測定とともに、iPad 版 iCI-2004 検査のプロトタイプを用いて単音節検査および単語検査のデータ収集を行い、csv でエクスポートしたデータを集計し標準化の資料とした。以下に各検査の結果を検査毎に掲載する。

9-1. 単音節検査

(1) 健聴コントロールの結果（単音節）

本検査が「標準的な日本語の単音節から構成されていることを確認する」ことを目的に、純音聴力検査により聴力正常（500Hz、1000Hz、2000Hz、4000Hz の 4 周波数平均聴力閾値が 25dB 未満）であることが確認できた健聴コントロール 77 名（男性 33 名、女性 44 名）を対象に iCI-2004 単音節検査を施行した。対象者の年齢と人数および聴力閾値（4 周波数平均）の平均値、静寂下での正答率の平均値を表 1 に示す。

年齢	男性			女性		
	人数	聴力閾値 (dB)	正答率 (%) 静寂下	人数	聴力閾値 (dB)	正答率 (%) 静寂下
0-10	1	0	96.7	2	0	97.5
11-20	3	6.7	97.2	16	1	99.1
21-30	4	4.7	98.7	18	3.3	98.5
31-40	8	6.4	99	5	6.8	98.7
41-50	4	9.6	98.8	1	3.8	100
51-60	5	14.5	98.3	1	10	100
61-70	8	12	98.5	1	17.5	98.3
全体	33	8.9	98.5	44	3.2	98.7

表 1 iCI-2004 単音節検査（コントロール）の年齢・聴力閾値（4 周波数平均）・正答率（静寂下）

静寂下における正答率の平均値は年齢、性別を問わず 96% 以上と非常に高く、本検査が標準的な日本語の音節から構成されており、健聴者であればほぼ全問弁別可能であることが明らかとなった。

また、雑音負荷の影響を確認する目的で、静寂下、雑音負荷条件（SNR+10dB、SNR+5dB、SNR 0dB）の 4 条件の全ての検査を実施した 40 名の検査結果を比較したところ、静寂下の正答率が $98.8 \pm 1.8\%$ 、騒音負荷検査では SNR+10dB： $95.5 \pm 2.5\%$ 、SNR+5dB： $93.0 \pm 4.0\%$ 、SNR 0dB： $85.4 \pm 7.1\%$ という結果となり、雑音負荷により聴取能が低下することが確認された（図 41）。

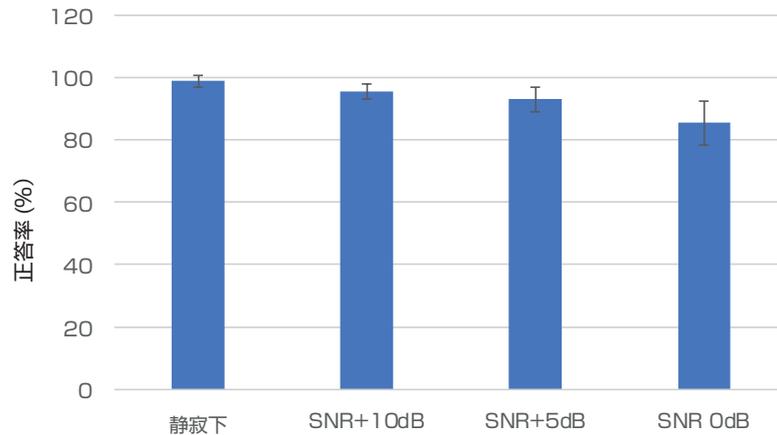


図 41 健聴コントロール (N=40) の iCI-2004 単音節検査の正答率 (%)

提示音	か	き	く	け	こ	さ	し	す	せ	そ	た	ち	つ	て	と	な	に	ね	の	は	ひ	ふ	ほ	ま	み	む	め	も	や	ゆ
IPA	ka	kʲi	ku	ke	ko	sa	ɕi	su	se	so	ta	tɕi	tu	te	to	na	ɲi	ne	no	ha	çi	ɸu	ho	ma	mʲi	mu	me	mo	ja	ju
静寂下 (N=77)	正答率 (%)	96.1	100	100	100	100	100	98.7	100	100	96.1	100	100	94.81	97.4	97.4	100	79.22	94.81	100	100	100	100	100	100	100	98.7	100	98.7	98.7
	典型的な異聴とその人数	ta:3	-	-	-	-	-	tu:1	-	-	pa:3	-	-	pe:4	po:1	ra:2	-	me:16	ro:4	-	-	-	-	-	-	-	NR	-	NR	NR
SNR+10dB (N=56)	正答率 (%)	96.4	100.0	100.0	100.0	92.9	100.0	100.0	100.0	100.0	91.1	100.0	100.0	98.2	94.6	87.5	98.2	50.0	83.9	100.0	98.2	76.8	94.6	98.2	98.2	100.0	94.6	96.4	100.0	100.0
	典型的な異聴とその人数	ta:2	-	-	-	ho:2 po:1 ɸu:1	-	-	-	-	pa:4 ha:1	-	-	pe:1	po:1 go:1	ra:7	mʲi:1	me:27 re:1	ro:9	-	kʲi:1	ku:13	po:1	NR	ɕi:1	-	re:1 ne:1 ru:1	bo:2	-	-
SNR+5dB (N=44)	正答率 (%)	93.2	100.0	97.7	100.0	93.2	100.0	97.7	100.0	100.0	86.4	97.7	97.7	90.9	93.2	90.9	100.0	56.8	88.6	97.7	97.7	75.0	70.5	100.0	100.0	90.9	100.0	88.6	100.0	100.0
	典型的な異聴とその人数	ta:3	-	ɸu:1	-	ho:2 po:1	-	ɕu:1	-	-	pa:5 ha:1	dzi:1	dzu:1	pe:4	ko:1 po:1 go:1	ra:4	-	me:19	ro:4 do:1	pa:1	kʲi:1	ku:11	po:13	-	-	nur:3 bu:1	-	bo:3 no:1 ro:1	-	-
SNR 0dB (N=45)	正答率 (%)	83.7	95.3	97.7	100.0	74.4	97.7	100.0	95.3	100.0	67.4	88.4	97.7	55.8	90.7	93.0	93.0	72.1	86.0	88.4	83.7	69.8	44.2	95.3	83.7	79.1	88.4	69.8	100.0	100.0
	典型的な異聴とその人数	ta:3 ha:2 dza:2	ku:2	ɸu:1	-	po:5 ho:4 to:1 ɸu:1	pa:1	-	ɕu:1 teu:1	-	ha:5 pa:4 ka:2 ga:1	dzi:5	dzu:1	he:12 pe:4 re:2 be:1	ko:4	ra:3	mʲi:2 ɕi:1	me:11 nu:1	mo:2 go:2 ho:1 ro:1	pa:3 ka:1 ma:1	kʲi:7	ku:9 pu:2 u:1	po:16 ko:5 to:2 so:1	ha:1 na:1	ɕi:5 ɕi:1	nur:6 u:1 ru:1 gu:1	ne:5	no:5 ro:4 o:2 po:1	-	-
提示音	よ	ら	り	る	れ	ろ	わ	が	げ	ご	じ	ず	ぞ	だ	で	ど	ば	び	ぶ	べ	ぼ	ぼ	ぼ	しゃ	しょ	じゃ	じゅ	じょ	ちゃ	ちょ
IPA	jo	ra	ɾi	ru	re	ro	wa	ga	ge	go	dzi	dzu	dzo	da	de	do	ba	bʲi	bu	be	bo	pa	po	ɕa	ɕo	dza	dzu	dzo	ɕa	ɕo
静寂下 (N=77)	正答率 (%)	100	100	100	98.7	98.7	100	100	100	98.7	100	100	100	100	93.51	100	100	89.61	100	98.7	98.7	98.7	100	97.4	97.4	98.7	100	100	100	100
	典型的な異聴とその人数	-	-	-	bu:1	ne:1	-	-	-	de:1	-	-	dzu:1	-	re:5	-	-	ɕi:8	-	re:1	po:1	tu:1	-	sa:1 ai:1	go:1 su:1	dza:1	-	-	-	-
SNR+10dB (N=56)	正答率 (%)	94.6	100.0	100.0	76.8	96.4	100.0	96.4	100.0	96.4	100.0	98.2	100.0	98.2	92.9	100.0	100.0	28.6	98.2	100.0	92.9	94.6	96.4	100.0	100.0	100.0	98.2	100.0	98.2	100.0
	典型的な異聴とその人数	bʲo:2	-	-	bu:13	ne:1 de:1	-	ha:2	-	de:1 re:1	-	-	dzu:1	-	ta:1	re:4	-	ɕi:40	ru:1	-	go:4	ha:2 ta:1	to:1 go:1	-	-	-	-	dzi:1	-	-
SNR+5dB (N=44)	正答率 (%)	88.6	100.0	97.7	45.5	88.6	100.0	97.7	93.2	97.7	100.0	100.0	100.0	100.0	97.7	97.7	100.0	13.6	97.7	100.0	93.2	88.6	90.9	97.7	100.0	100.0	97.7	97.7	100.0	97.7
	典型的な異聴とその人数	bʲo:4 pʲo:1	-	bʲi:1	bu:23 ku:1	ne:3 de:2	-	ja:1	de:2 re:1	o:1	-	-	-	-	re:1	go:1	-	ɕi:37 ɕi:1	ru:1	-	go:3	ha:5	ko:2 to:1 ho:1	sa:1	-	-	ɕo:1	-	ta:1	
SNR 0dB (N=45)	正答率 (%)	90.7	86.0	90.7	34.9	55.8	93.0	90.7	93.0	88.4	86.0	100.0	100.0	97.7	79.1	76.7	100.0	11.6	74.4	93.0	72.1	69.8	74.4	97.7	100.0	93.0	97.7	95.3	95.3	100.0
	典型的な異聴とその人数	bʲo:3 pʲo:1	na:6	bʲi:2 mʲi:1 ɲi:1	bu:18 gu:5 ɸu:3 u:1 ku:1	me:6 ne:6 de:3 e:1 de:1 he:1 pe:1	go:2 jo:1	ba:2 ha:1 po:1	ja:2 ga:1	de:4 ke:1	bo:5 o:1	-	-	ra:1	re:6 ne:1 ge:1 be:1	go:7 bo:3	-	ɕi:37 pʲi:1	ru:4 mu:3 u:1 ku:1 gu:1 bʲi:1	re:1 pe:1	go:11 do:1	ha:9 ta:4	ko:5 to:4 ho:2	sa:1	-	ea:1 ja:1 dzi:1	ju:1	dzo:2	ta:1 dza:1	-

表 2 健聴コントロールにおける提示音ごとの正答率および異聴傾向

また、健聴コントロールにおける提示音毎の正答率および異聴傾向を表2にまとめた。

静寂下の検査では「ね」→「め」および「び」→「り」の誤りが比較的多く見られたが、他の語音では90%以上の正答率があった。また、雑音負荷条件下では「び」→「り」が最も多く、「ね」→「め」、「る」→「ぶ」の誤りが比較的多く認められた。また、大部分は子音部の異聴であり、母音部の異聴はわずかであった。

難聴者の異聴傾向の評価を行う際には、上記で示した様な語音に関しては健聴者でも誤る傾向があることを踏まえて分析を進める必要がある。

(2) 人工内耳装用患者の結果（単音節）

次に、本検査が「人工内耳の装用効果を評価することが可能であることを確認する」ことを目的に、一側人工内耳装用患者223名（男性96名、女性127名）を対象にiCI-2004単音節検査を施行した。対象者の年齢と人数および装用閾値（4周波数平均）の平均値、静寂下での正答率の平均値を表3に示す。

静寂下における正答率の平均値は $55.6 \pm 19.6\%$ であり、人工内耳装用下であっても弁別困難な語音があることが示唆される結果となった。また、年齢別では70代以上の症例で正答率がやや低い傾向にあった。また、正答率に関しては0%～91.7%までと個人差が非常に大きいものの、100%の例は無く天井効果による影響は無いと考えられた。

年齢	男性			女性		
	人数	聴力閾値 (dB)	正答率 (%) 静寂下	人数	聴力閾値 (dB)	正答率 (%) 静寂下
0-10	9	25	66.9	8	26.1	57.5
11-20	21	28.6	66.7	19	29.1	59.6
21-30	3	30	47.8	13	27.6	59.7
31-40	7	29.3	45.2	17	30.6	49.3
41-50	7	27.1	54.3	11	25.5	61.2
51-60	16	30.4	53.1	12	37.4	58.3
61-70	19	33.2	54.5	19	30.8	59.5
71-80	11	33.5	45.3	22	33.4	50.3
81-90	3	33.3	37.2	6	33.3	17.3
全体	96	30.2	55.6	127	30.6	54.7

表3 iCI-2004単音節検査（人工内耳装用患者）の年齢・装用閾値（4周波数平均）・正答率（静寂下）

また、雑音負荷の影響を確認する目的で、静寂下、雑音負荷条件（SNR+10dB、SNR+5dB、SNR 0dB）の4条件で検査を実施したが、大部分の人工内耳装用者では静寂下あるいはSNR+10dBの検査で正答率が50%を下回ったため、それ以上難易度の高いSNR条件での試験を実施しなかった例が多く、SNR+5dB、SNR 0dBの条件まで測定した例は11名のみであった。

そこで、上記の223名のうち、静寂下およびSNR+10dBの検査の両方を実施した95名の検査結果を比較したところ、静寂下の正答率が $56.4 \pm 18.7\%$ 、騒音負荷検査ではSNR+10dB： $40.2 \pm 20.8\%$ という結果となり、雑音負荷により聴取能が低下することが確認された（図42）。また、健聴コントロールの結果と比較した場合、個人差が非常に大きいことが明らかとなった。

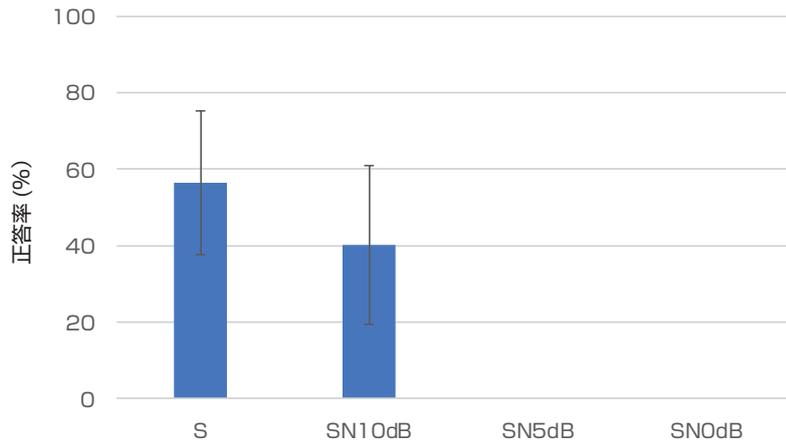


図 42 人工内耳装用者 (N=95) の iCI-2004 単音節検査の正答率 (%)

提示音	か	き	く	け	こ	さ	し	す	せ	そ	た	ち	つ	て	と	な	に	ね	の	は	ひ	ふ	ほ	ま	み	む	め	も	や	ゆ
IPA	ka	kɨ	ku	ke	ko	sa	ci	su	se	so	ta	tei	tu	te	to	na	ni	ne	no	ha	çi	φu	ho	ma	mɨ	mu	me	mo	ja	ju
静寂下 (N=226)	73.9	65.0	83.6	68.1	73.5	92.0	83.2	84.5	82.7	86.3	65.5	50.0	60.6	45.1	69.0	56.2	76.5	37.6	45.1	77.4	60.6	69.9	67.3	62.4	51.8	44.7	48.2	58.8	79.6	69.5
典型的な異聴とその人数	ta:34 ga:5 sa:3	tei:32 dzi:17 ei:5	φu:5 gu:4 u:4	te:11 kɨ:8 tu:6	ho:16 go:9 no:7 ku:6 u:4	ta:4 dza:3	su:22 eu:3 tei:3	tu:9 ei:6 se:5	su:12 kɨ:3 he:3	se:10 sa:5 su:3	pa:16 ra:11 ga:11	ci:7 tu:7 ka:9	su:34 dzi:21 ei:7 tei:5 dzi:3	ke:34 pe:17 e:7 re:6 me:4	po:16 do:13 bo:10	ma:41 ra:29 ja:5	mɨ:23 i:10 rɨ:5 nu:3	me:92 re:14 nu:6 ni:4 mu:3	ro:47 mo:40 ra:5 ta:4 to:9 jo:7	sa:12 kɨ:12 ta:4 dzi:7 da:3	ci:34 kɨ:12 ta:4 dzi:7 da:3	ku:32 mu:7 ha:6 ur:4 ru:3	ko:13 o:12 to:8 mo:8 so:4	na:39 u:13 ra:10 ba:5	ni:76 rɨ:11 i:8	nu:50 u:12 na:11 ru:10 n:8	me:62 re:11 mu:9 nu:6 pi:3	no:22 mu:21 o:11 me:6 ro:4	na:13 mu:11 u:5 ru:5 ja:5	nu:20 mu:11 u:5 ru:5 ja:5
SNR+10dB (N=105)	44.7	49.5	62.1	51.5	23.3	68.9	70.9	77.7	78.6	74.8	41.7	30.1	36.9	35.0	47.6	32.0	55.3	29.1	19.4	51.5	40.8	38.8	37.9	41.7	36.9	29.1	41.7	35.9	82.5	68.9
典型的な異聴とその人数	ta:20 ha:6 sa:3 ra:3	dzi:12 gɨ:5 dzu:5 i:3 tei:3	φu:13 ru:3	tu:5 te:5 kɨ:4 dzu:3	ho:26 to:15 o:7 go:5 so:4	u:6 dza:5 ta:3	su:11 tei:3 dzi:3	tu:9 dzu:3	te:4	to:4 su:4 se:3 dzo:3	ha:10 ka:9 na:5 u:4 ga:4	dzi:42 dzu:7 tu:4	su:20 dzu:19 ei:4 dzu:3	re:12 he:9 ke:7 ru:4 me:3	ho:8 bo:7 po:5 do:5 o:4	ra:31 ma:10 ga:3 da:3	i:7 mɨ:6 rɨ:6 u:4 ru:4	me:38 re:11 ni:3	ro:27 mo:20 ho:6 o:5 to:3	ta:8 pa:6 ba:6 gɨ:4 i:4 tei:3	ku:14 ur:3 ru:11 nu:3	o:14 to:7 po:7 bo:7 go:5	u:14 na:12 na:5 ba:5 ta:3	ni:24 rɨ:19 i:4	nu:15 ru:10 u:9 na:3 n:3	me:25 re:10 ru:4	o:11 ho:8 no:7 ro:6 go:5	ra:5 jo:4	ru:5 jo:5 nu:4 u:3	

提示音	よ	ら	り	る	れ	ろ	わ	が	げ	ご	じ	ず	ぞ	だ	で	ど	ば	び	ぶ	べ	ぼ	ぼ	ぼ	しゃ	しょ	じゃ	じゅ	じょ	ちゃ	ちょ
IPA	jo	ra	ɾi	ru	re	ro	wa	ga	ge	go	dzi	dzu	dzo	da	de	do	ba	bi	bu	be	bo	pa	po	ea	so	dza	dzu	dzo	tea	teo
静寂下 (N=226)	87.6	48.2	41.2	58.4	20.8	64.6	77.0	48.7	27.4	57.5	68.6	75.2	70.8	39.8	30.5	62.4	64.2	29.2	33.6	27.4	35.8	38.5	27.4	49.6	39.8	36.3	54.9	38.9	28.3	32.7
典型的な異聴とその人数	ro:9 ju:3	na:52 ma:32 u:13 ga:5	mɨ:55 pi:26 bɨ:11 rɨ:7 i:3	bu:27 u:24 n:6 gu:6 ru:3	me:80 o:14 mo:13 jo:6	no:28 ma:17 ra:8	ra:44 ja:14 ka:7 da:7 ta:6	re:24 de:22 ru:17 e:12 ne:10	ro:21 o:17 ko:12 pi:4 u:3	dzu:28 tei:13 dzu:7 su:4 do:3	tu:14 ro:12 dzu:7 so:6 na:7	jo:13 ro:12 dzu:7 do:3	ra:52 ga:37 ta:10 ba:10 ru:10	re:49 be:25 e:14 ne:10	ro:26 ma:16 ra:14 bu:6 pa:6	ɾi:96 i:24 bu:6 pi:4 n:4	ru:75 de:57 mo:45 o:30 go:13 ru:14 no:7	me:57 re:11 ni:3	ro:27 mo:20 ho:6 o:5 to:3	ta:8 pa:6 ba:6 gɨ:4 i:4 tei:3	ku:14 ur:3 ru:11 nu:3	o:14 to:7 po:7 bo:7 go:5	u:14 na:12 na:5 ba:5 ta:3	ni:24 rɨ:19 i:4	nu:15 ru:10 u:9 na:3 n:3	me:25 re:10 ru:4	o:11 ho:8 no:7 ro:6 go:5	ra:5 jo:4	ru:5 jo:5 nu:4 u:3	
SNR+10dB (N=105)	81.6	41.7	42.7	46.6	26.2	63.1	62.1	18.4	20.4	13.6	50.5	65.0	62.1	25.2	16.5	30.1	44.7	10.7	17.5	13.6	19.4	21.4	13.6	40.8	27.2	41.7	46.6	34.0	23.3	30.1
典型的な異聴とその人数	ru:3 ju:3	na:23 u:12 ma:7 ro:3	bɨ:10 pi:7 rɨ:11 mɨ:7 kɨ:3	u:10 bu:9 nu:7 ru:4 dzu:3	me:25 o:7 no:7 te:3 ru:3	no:28 ma:12 ra:8	ra:31 ja:15 jo:8 da:8 na:4	re:19 ne:11 ru:6 bo:10 e:4 de:4	o:15 ro:12 ko:12 pi:4 tu:3	dzu:16 ju:8 te:6 ei:4 tu:3	tu:9 su:8 ro:4 na:6 dzo:3	so:7 jo:4 ga:7 ta:6 me:7 o:4 go:4	ra:34 ga:7 na:9 e:9 re:7 bo:5 ha:3	re:28 ne:9 ro:7 me:6 e:7 o:4 go:4	to:13 ra:7 ma:5 ha:3	ɾi:39 i:24 bu:6 pi:4 mɨ:3	ru:23 de:22 go:13 ru:18 me:14 no:7	re:31 ho:13 ta:23 ka:6 ro:11 me:8 ru:7 de:5	o:16 ho:13 ta:23 ka:6 bo:12 o:9 to:5	ha:25 ta:23 ha:8 bo:12 o:9 u:3	sa:38 su:3	so:56 su:3	dza:30 ja:5 sa:3 da:3	dzu:17 dzu:10 ru:5 tu:6	dzo:31 jo:10 so:3 do:3 tu:3	dza:43 sa:14 dza:8 ro:8 to:4 jo:4	dzo:23 sa:14 dzo:22 ro:6 ja:5	ru:5 jo:5 nu:4 u:3		

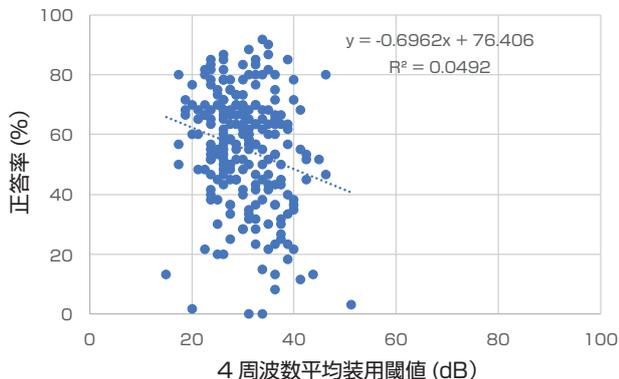
表 4 人工内耳装用患者における提示音ごとの正答率および異聴傾向

また、人工内耳患者における提示音毎の正答率および異聴傾向を表 4 にまとめた。

静寂下の検査では、全体的な傾向として清音では比較的正答率が高いのに対し、濁音、半濁音、幼音での正答率が低い傾向にあった。また、頻度の高い誤りとして、健聴コントロールでも認められた「ね」→「め」および「び」→「り」の誤りが比較的多く見られた。また、これに加えて、「み」→「に」、「れ」→「ね」、「ぶ」→「る」、「ぼ」→「と」、「しょ」→「そ」、「じゃ」→「ざ」、「じょ」→「ぞ」、「ちゃ」→「ざ」の誤りが比較的多く認められた。頻度の高い異聴は子音部の異聴が多いが、一部母音部の異聴も認められた。

また、雑音負荷条件下 (SNR+10dB) では正答率が 50% を下回る語音が大幅に増加しており、人工内耳装用時の雑音の影響が大きいことが確認できる。全体的な傾向として清音では比較的正答率が高いのに対し、濁音、半濁音、幼音での正答率が低い傾向にあった。また、頻度の高い誤りとして、「ち」→「じ」、「な」→「ら」、「ね」→「め」、「が」→「ら」、「だ」→「ら」、「び」→「り」、「べ」→「れ」、「しょ」→「そ」、「じゃ」→「ざ」、「じょ」→「ぞ」、「ちゃ」→「ざ」の誤りが比較的多く見られた。

A. 静寂下



B. 雑音負荷 (SNR+10dB)

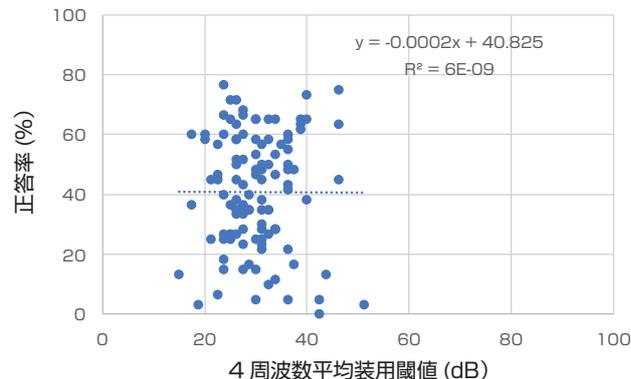
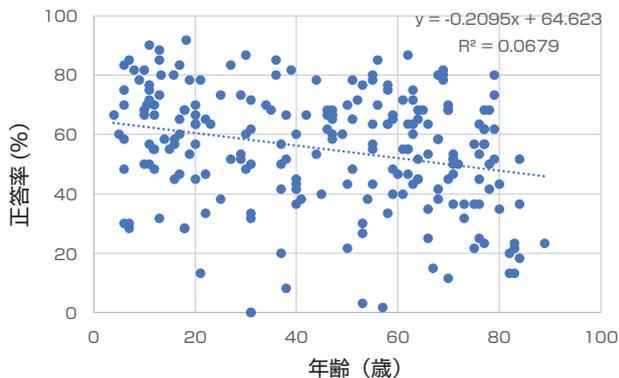


図 43 人工内耳装用者の iCI-2004 単音節検査の正答率 (%) と装用閾値の関係

静寂下および騒音負荷検査 (SNR+10dB) 時における装用閾値 (4 周波数平均聴力) と正答率の関係を検討したところ、静寂下では装用閾値と正答率の間に弱い相関を認めた (図 43A)。一方、雑音負荷検査では相関が認められなかった (図 43B)。

人工内耳装用患者では、電流量の調整により聴取閾値の設定が可能であることより、大部分の症例が装用閾値が 20dB ~ 40dB であり、装用閾値のばらつきが小さいため相関が小さくなったものと考えられる。また、同じ装用閾値であっても個人差が大きいことが見てとれる。

A. 静寂下



B. 雑音負荷 (SNR+10dB)

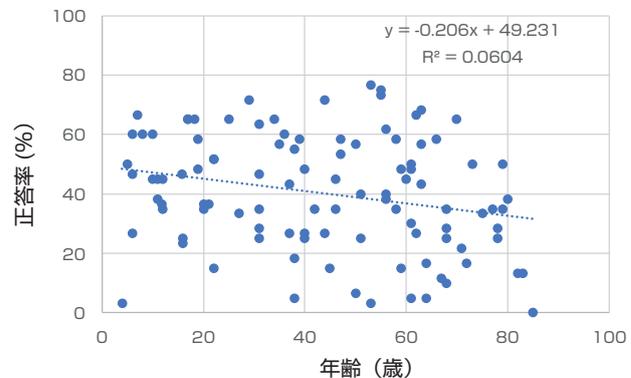
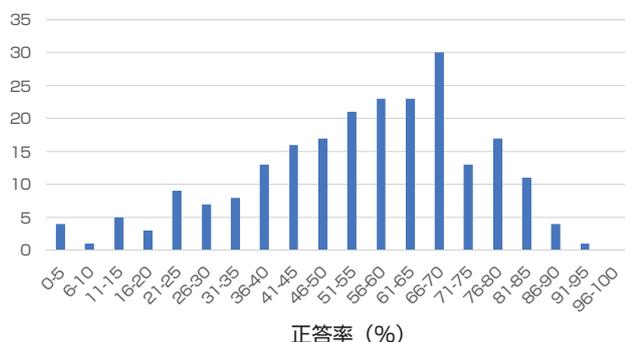


図 44 人工内耳装用者の iCI-2004 単音節検査の正答率 (%) と年齢の関係

また、静寂下および騒音負荷検査 (SNR+10dB) 時における検査時年齢と正答率の関係を検討したところ、静寂下、雑音負荷検査のどちらも年齢と正答率の間に弱い相関を認め、若年者の方が正答率が良好である傾向が見られた (図 44)。これは若年者の方が脳の可塑性が高く、人工内耳による新しい音刺激情報に適応できていることを反映しているものと考えられる。しかしながら、同じ年齢であっても個人差が大きく、難聴の原因や失聴期間、装用閾値などさまざまな要因が影響していることが示唆される。

A. 静寂下



B. 雑音負荷 (SNR+10dB)

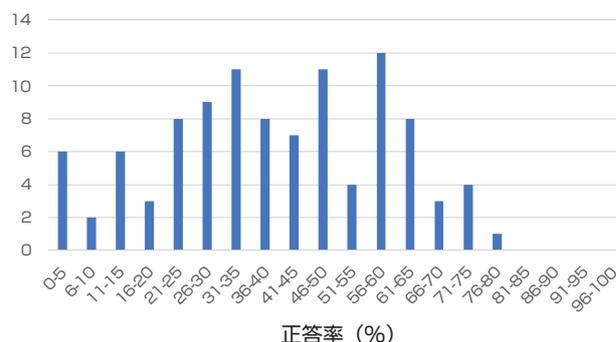


図 45 人工内耳装用患者の iCI-2004 単音節検査の正答率 (%) の分布

また、静寂下および騒音負荷条件下 (SNR+10dB) における正答率の分布を図 45 に示す。単音節検査に関しては、静寂下でも得点率は 66～70% をピークとした分布を示しており、天井効果は生じていないことが見てとれる。また、SNR+10dB の騒音負荷条件下では、全体的に分布が左にシフトしている様子が見てとれる。人工内耳装用患者に関しては、静寂下の検査が有用であり、正答率が 80% を超える様な症例では、SNR+10dB での検査が必要であると考えられた。

(3) 補聴器装用患者の結果 (単音節)

次に、本検査が「補聴器の装用効果を評価することが可能であることを確認する」ことを目的に、一側補聴器装用患者 105 名 (男性 58 名、女性 47 名) を対象に iCI-2004 単音節検査を施行した。対象者の年齢と人数および装用閾値 (4 周波数平均) の平均値、静寂下での正答率の平均値を表 5 に示す。

静寂下における正答率の平均値は $40.6 \pm 25.8\%$ であったが、個別の症例を見ると 0%～100% までと個人差が非常に大きかった。これは、人工内耳と比較して補聴器装用閾値にばらつきが大きいため正答率もばらつきが大きくなったものと考えられた。

年齢	男性			女性		
	人数	聴力閾値 (dB)	正答率 (%) 静寂下	人数	聴力閾値 (dB)	正答率 (%) 静寂下
0-10	2	40.6	63.3	2	56.3	30
11-20	7	43.2	62.9	4	47.8	16.7
21-30	3	47.5	57.8	5	52.5	37.7
31-40	2	61.9	42.5	5	49.8	47
41-50	10	58.6	31.3	6	40.6	51.4
51-60	11	49	24.7	6	45.4	64.7
61-70	10	45.1	35.3	6	40.8	40
71-80	10	46.4	43.7	9	45.7	34.8
81-90	3	51.7	26.7	4	39.7	46.3
全体	58	49.1	39.3	47	45.7	42.2

表 5 iCI-2004 単音節検査 (補聴器装用患者) の年齢・装用閾値 (4 周波数平均)・正答率 (静寂下)

また、雑音負荷条件（SNR+10dB、SNR+5dB、SNR 0dB）に関しては、人工内耳と同様に静寂下のみあるいは静寂下と SNR+10dB の検査のみ実施されている例が大部分であった。

そこで、上記の 105 名のうち、静寂下および SNR+10dB の検査の両方を実施した 35 名の検査結果を比較したところ、静寂下の正答率が $53.2 \pm 27.2\%$ 、騒音負荷検査では SNR+10dB : $46.3 \pm 25.2\%$ という結果となり、雑音負荷により聴取能が低下することが確認された（図 46）。また、健聴コントロールの結果と比較した場合、個人差が非常に大きいことが明らかとなった。

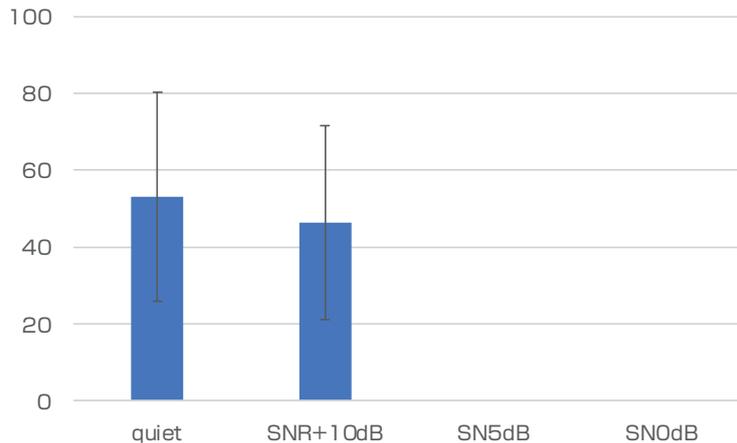


図 46 補聴器装用者 (N=35) の iCI-2004 単音節検査の正答率 (%)

提示音	か	き	く	け	こ	さ	し	す	せ	そ	た	ち	つ	て	と	な	に	ね	の	は	ひ	ふ	ほ	ま	み	む	め	も	や	ゆ
IPA	ka	kʲi	ku	ke	ko	sa	ɕi	su	se	so	ta	tei	tu	te	to	na	ni	ne	no	ha	çi	ɸu	ho	ma	mi	mu	me	mo	ja	ju
静寂下 (N=105)	47.6	45.7	71.4	44.8	62.9	63.8	45.7	47.6	45.7	55.2	60.0	40.0	46.7	41.0	50.5	60.0	59.0	48.6	57.1	57.1	47.6	41.9	54.3	68.6	52.4	48.6	52.4	57.1	81.9	62.9
典型的な異聴とその人数	sa:18 ta:14 ra:3	çi:10 i:9 ei:3 dzi:3	ɸu:4 ru:3	te:8 ku:5 se:4 e:3 so:3	ho:3 o:5 so:3	ta:8 ha:5 na:3 ra:3 pa:3	tei:9 tu:8 sa:5	tu:14 ɸu:6 u:5 sa:5	te:13 ke:6 he:5 to:5 re:4	to:19 o:6 ho:3 ra:3	sa:9 ka:6 ha:4 ra:3	i:9 ei:9 ci:7 me:5 tu:4	su:12 ku:7 fu:5 u:4 ka:4	he:8 e:6 ne:5 to:4 re:4	ho:12 o:7 so:4 go:3	ma:12 ra:11 bi:3	i:8 mi:4 ri:4	me:26 re:4 e:3	ro:13 mo:8 jo:4	sa:14 ta:6 ka:4 na:3	k'i:12 i:10 ei:7 ji:3	ku:31 u:4 tu:4 su:3	o:13 to:8 ko:4 so:4	na:12 u:5	ni:17 i:7 nu:4	nu:16 ji:7 u:4	ne:21 re:10	no:7 o:5 u:3 ho:3 mu:3	ra:11	nu:9 ni:6 mu:4 ru:3
SNR+10dB (N=57)	32.4	45.9	75.7	56.8	35.1	56.8	64.9	51.4	51.4	54.1	59.5	48.6	62.2	35.1	51.4	40.5	70.3	21.6	56.8	54.1	45.9	27.0	54.1	78.4	64.9	43.2	62.2	56.8	94.6	73.0
典型的な異聴とその人数	sa:11 ta:6	tei:5 ru:3	ru:3	ho:9 o:3 to:3 po:3	ta:5 tei:3	tu:9	te:8 re:4	to:5 ho:3	ka:3 sa:3 ha:3	dzi:5 i:3 ei:3	su:4	he:9 e:3	ho:4 u:3	ra:15 ma:3	i:4 mi:3	me:24 re:3	ro:9	ka:7	kji:4 ji:4 i:3 ei:3	ku:13	to:5 po:4	ba:3	ji:5 ri:3	u:4	ne:5 re:4	bo:3		ru:3		

提示音	よ	ら	り	る	れ	ろ	わ	が	げ	ご	じ	ず	ぞ	だ	で	ど	ば	び	ぶ	べ	ぼ	ぼ	ぼ	しゃ	しょ	じゃ	じゅ	じょ	ちゃ	ちょ
IPA	jo	ra	ɾi	ru	re	ro	wa	ga	ge	go	dzi	dzu	dzo	da	de	do	ba	bi	bu	be	bo	pa	po	ea	eo	dza	dzu	dzo	tea	teo
静寂下 (N=105)	82.9	69.5	54.3	48.6	43.8	72.4	73.3	35.2	38.1	58.1	38.1	45.7	42.9	51.4	42.9	51.4	59.0	33.3	39.0	36.2	41.0	41.0	33.3	41.0	40.0	35.2	41.9	35.2	30.5	35.2
典型的な異聴とその人数	na:11 u:3 ga:3	mi:8 ni:4 ru:3 bi:3	u:12 ji:5 dzu:4 n:3 bu:3	me:15 ne:14 e:6	jo:8 no:4	re:5 na:3 ja:3	ja:19 ra:14 dza:8 u:4 da:3	e:11 de:6 re:5 te:4 dze:4	ro:6 do:6 o:4 ho:4	i:11 ri:10 ji:5 u:4 tei:4	u:9 ju:5 tu:4 mu:4	ro:20 jo:5 no:4 o:3 dzu:3	ra:18 dza:11 ga:4 na:3	re:16 e:7 be:6 do:4	ro:20 to:4 dzo:4 jo:3 go:3	da:8 ra:5 ma:4 u:4	ɸi:20 i:15 u:3 ji:3 ci:3	ru:21 u:9 gu:4	re:16 de:11 dze:5 e:4	o:12 mo:7 do:3 go:3	ta:25 ha:11 ka:10 u:3	to:18 o:15 so:3	sa:19 ta:7 ra:6 dza:4 ha:3	so:22 jo:6	ja:20 dza:13 ra:10 ga:3	dzu:13 ru:6 ro:5 ji:5 ri:4 dzi:4	jo:22 dzo:12 ro:5 dze:3	sa:19 ta:12 dza:9 ka:6 ra:4	so:14 jo:6 te:5 k'o:4	
SNR+10dB (N=57)	89.2	89.2	64.9	62.2	45.9	78.4	78.4	35.1	40.5	56.8	43.2	48.6	51.4	45.9	45.9	51.4	64.9	21.6	37.8	43.2	45.9	10.8	24.3	45.9	48.6	40.5	54.1	45.9	43.2	48.6
典型的な異聴とその人数		i:4 u:3	u:3	me:6 ne:4	ma:3	ja:12 u:3	de:4 te:3 ri:3 dze:3	do:5 bo:3	ji:4 ri:4	ru:6 tu:3	ro:7 do:3	ra:6 dza:4 ba:3	re:8 be:6	ro:7	ra:3	gi:13 i:7 ei:3	ru:9 u:3	de:7 re:5	go:5 u:4 o:3	ha:18 u:9 ka:4	ho:10 ko:5 to:5	sa:7 dza:5 tea:4	so:6	ja:13 ra:3 dza:3	ru:3	jo:10 dzo:5	sa:9 ta:3 dza:3	so:3 jo:3 dzo:3		

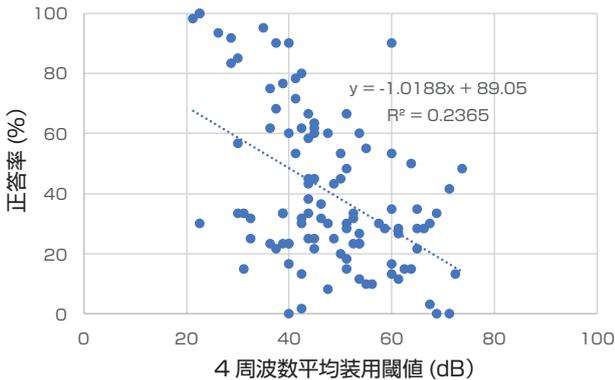
表 6 補聴器装用患者における提示音ごとの正答率および異聴傾向

また、補聴器装用患者における提示音毎の正答率および異聴傾向を表 6 にまとめた。

静寂下の検査では、全体的な傾向として清音では比較的正答率が高いのに対し、濁音、半濁音、幼音での正答率が低い傾向にあった。

また、頻度の高い誤りとして、健聴コントロールでも認められた「ね」→「め」および「び」→「り」の誤りが比較的多く見られた。また、これに加えて、「め」→「ね」、「ぞ」→「ろ」、「ぶ」→「る」、「ば」→「た」、「しょ」→「そ」、「じゃ」→「や」、「じょ」→「よ」の誤りが比較的多く認められた。頻度の高い異聴は子音部の異聴が多いが、一部母音部の異聴も認められた。雑音負荷条件下（SNR+10dB）は静寂下で正答率が良好だった症例で実施されており、正答率が逆転している語音がいくつか認められた。頻度の高い誤りとして、「ね」→「め」、「ふ」→「く」、「が」→「じゃ」、「び」→「り」、「ば」→「は」、「ぼ」→「ほ」、「じゃ」→「や」、「じょ」→「よ」の誤りが比較的多く見られた。

A. 静寂下



B. 雑音負荷 (SNR+10dB)

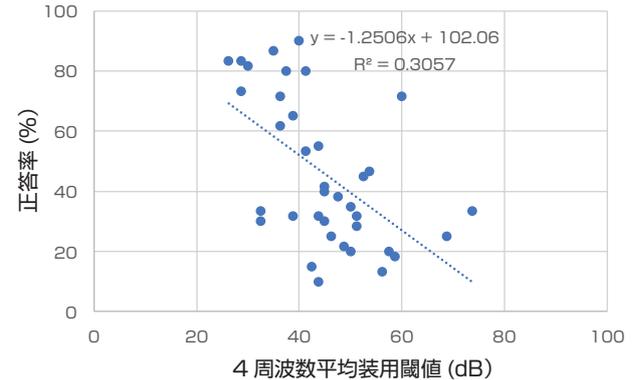
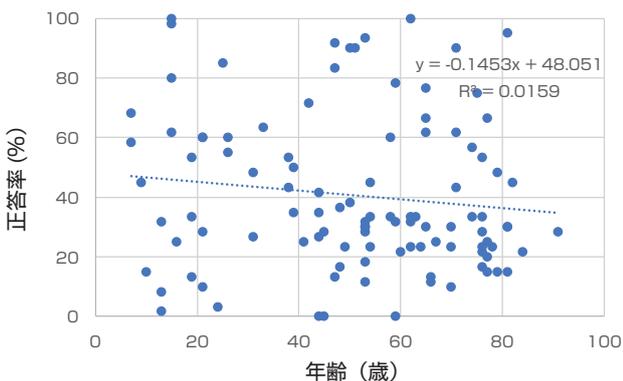


図 47 補聴器装用者の iCI-2004 単音節検査の正答率 (%) と装用閾値の関係

静寂下および騒音負荷検査 (SNR+10dB) 時における装用閾値 (4 周波数平均聴力) と正答率の関係を検討したところ、静寂下、雑音負荷検査ともに強い相関が認められた (図 47)。補聴器装用患者では人工内耳と比較して装用閾値のばらつきが大きく、20dB ~ 74dB まで幅広く、装用閾値の上昇に応じて正答率の低下が見られたため、人工内耳よりも相関が大きくなったものと考えられる。

A. 静寂下



B. 雑音負荷 (SNR+10dB)

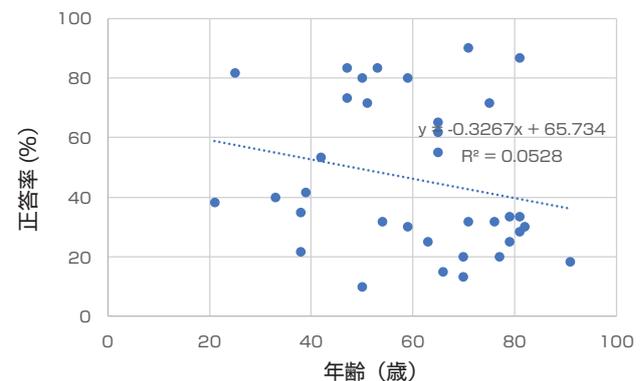
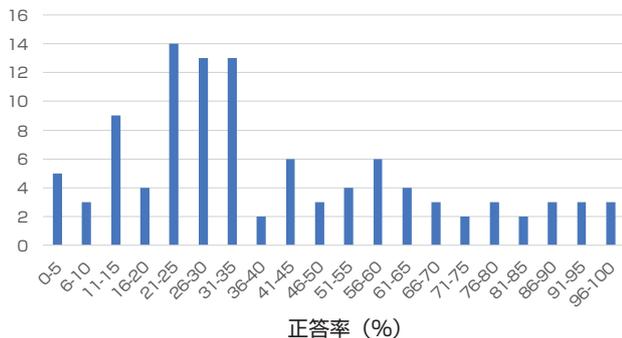


図 48 人工内耳装用者の iCI-2004 単音節検査の正答率 (%) と年齢の関係

また、静寂下および騒音負荷検査 (SNR+10dB) 時における検査時年齢と正答率の関係を検討したところ、静寂下、雑音負荷検査のどちらも年齢と正答率の間に弱い相関を認め、若年者の方が正答率が良好である傾向が見られた (図 48)。しかしながら、同じ年齢であっても個人差が大きく、難聴の原因や失聴期間、聴力型や装用閾値などさまざまな要因が影響していることが示唆される。

A. 静寂下



B. 雑音負荷 (SNR+10dB)

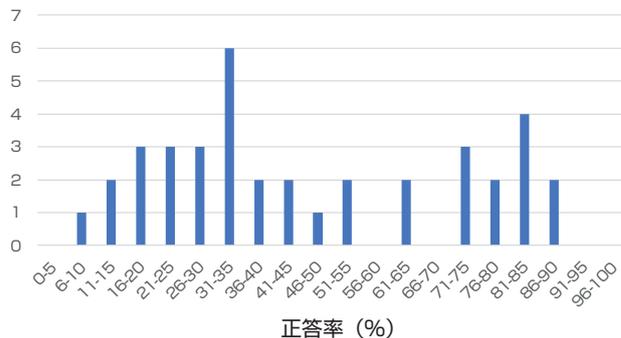


図 49 補聴器装用患者の iCI-2004 単音節検査の正答率 (%) の分布

また、静寂下および騒音負荷条件下 (SNR+10dB) における正答率の分布を図 49 に示す。補聴器装用患者群に関しては、装用閾値にばらつきが大きいため、静寂下、雑音下ともに正答率の分布が大きいことが見てとれる。静寂下では 105 名中 3 名が 96% 以上の正答率を得ており、聴取閾値が良好な症例では天井効果が生じているが、大部分の症例では十分に聴取能を測定可能と考えられた。一方、SNR+10dB の騒音負荷条件下では 96% 以上の正答率を得た症例は無く、天井効果は生じていないことが示された。以上の結果より、補聴器装用患者に関しては、大部分の症例で静寂下での検査が有用であるが、正答率が 80% を超える様な症例では SNR+10dB での検査が必要であると考えられた。

(4) 難聴患者・裸耳の結果 (単音節)

また、参考データとして難聴患者・裸耳の条件での検査も少数例 (20 例) に実施された。症例数が少なく正答率や異聴傾向に関する分析は困難であったため、聴取閾値と正答率、年齢と正答率の関係に関してのみ検討を行った。その結果、聴力閾値 (4 周波数平均聴力) と正答率に非常に強い相関が認められた (図 50)。また、年齢と正答率の間に弱い相関を認め、若年者の方が正答率が良好である傾向が見られた (図 51)。

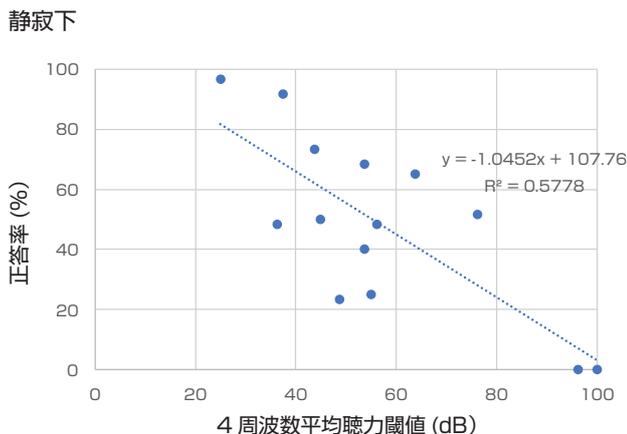


図 50 難聴患者 (裸耳) の iCI-2004 単音節検査の正答率 (%) と聴力閾値の関係

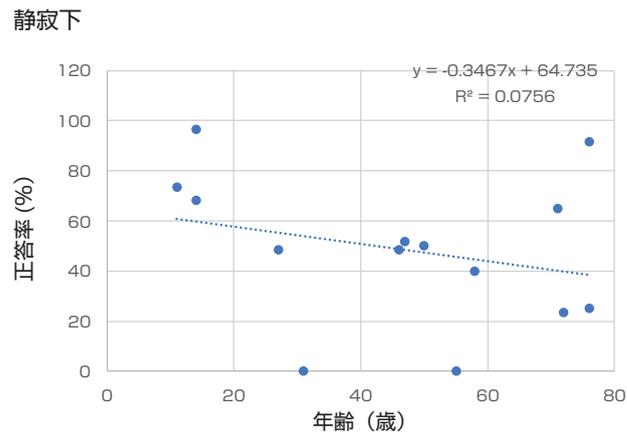


図 51 難聴患者（裸耳）の iCI-2004 単音節検査の正答率 (%) と年齢の関係

単音節検査に関して、健聴コントロール、人工内耳装用患者、補聴器装用患者、難聴患者（裸耳）の装用閾値と正答率の散布図を図 52 にまとめて示すが、聴取閾値の増加に伴い正答率が低下している様子が見て取れる。以上の結果より、iCI-2004 単音節検査は難聴患者の聴取能力や補聴器・人工内耳の装用効果を評価する上で有用であることが確認された。

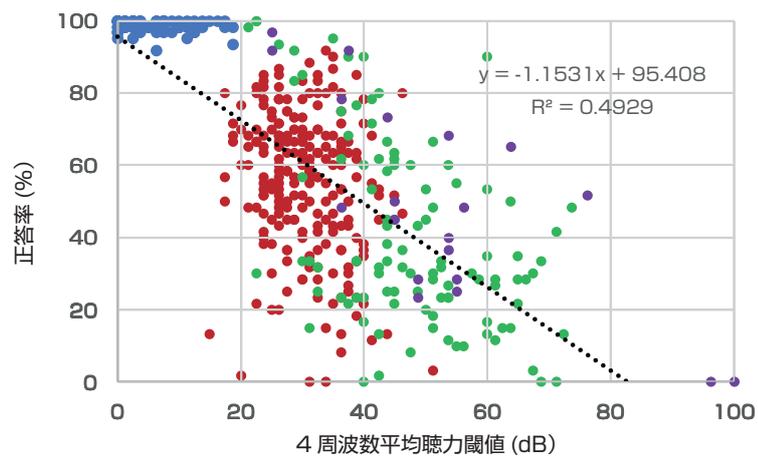


図 52 iCI-2004 単音節検査の正答率 (%) と聴力閾値の関係

青：健聴コントロール、赤：人工内耳、緑：補聴器、紫：難聴（裸耳）、黒線：全体の回帰直線

9-2. 単語（成人）検査

(1) 健聴コントロールの結果（単語・成人）

単音節検査は呈示音が意味を有しておらず類推が働かないため、純粹に日本語語音の弁別能を評価可能な検査として有用である。一方、日常生活においてこのように意味を有していない単音節を弁別する場面は少ないため、より日常生活の質（QOL）を反映した指標として単語および文の聴取能を測定する検査が有用である。

CI-2004 検査（試案）では、「単語検査（成人）」、「単語検査（小児）」、「文」の聴取に関する検査が策定されたが、機器の改良（コード化法の改良）により聴取成績が著しく向上し、文検査に関しては雑音負荷条件においても 90% 以上の正答率が得られるようになってきたこと、また、人工中耳や骨導インプラントなど人工内耳以外の人工聴覚器の臨床応用が進んだため、これら機器の効果に関しても評価可能な検査が必要となってきたため、「CI-2004 検査（試案）」のうち、広く利用されていた「単語検査（成人）」、「単語検査（小児）」に関しては、「CI-2004 検査（試案）」をベースに標準化を進めることとなった。一方、文の聴取に関しては雑音負荷条件であっても天井効果となってしまう人工聴覚器の有効性を適切に評価することが困難であることから、ヨーロッパを中心に広く用いられている OLSA 検査（The Oldenburg Sentence Test）の日本語版である J-Matrix 検査の標準化を進めることとなった。

「単語検査（成人）」においては、本検査が健聴コントロールでは十分に聴取・弁別できる「標準的な日本語単語から構成されていることを確認する」ことを目的に、純音聴力検査により聴力正常（500Hz、1000Hz、2000Hz、4000Hz の 4 周波数平均聴力閾値が 25dB 未満）であることが確認できた健聴コントロール 87 名（男性 39 名、女性 48 名）を対象に iCI-2004 単語検査（成人）を施行した。対象者の年齢と人数および聴力閾値（4 周波数平均）の平均値、静寂下での正答率の平均値を表 7 に示す。なお、本検査は成人を対象としていることより検査は 18 歳以上のみを対象に評価を実施した。

年齢	男性			女性		
	人数	聴力閾値 (dB)	正答率 (%) 静寂下	人数	聴力閾値 (dB)	正答率 (%) 静寂下
11-20	1	1.25	96	8	0.9	100
21-30	12	6.9	98.7	28	4.2	98.8
31-40	12	7.9	97.7	6	8.1	100
41-50	6	7.1	98	2	3.1	98
51-60	5	13.5	100	2	14.3	100
61-70	3	10.5	100	2	20.6	100
全体	39	8.2	98.5	48	5.4	99.1

表 7 iCI-2004 単語検査（成人）（コントロール）の年齢・聴力閾値（4 周波数平均）・正答率（静寂下）

静寂下における正答率の平均値は年齢、性別を問わず 96% 以上と非常に高く、本検査が標準的な日本語の単語から構成されており、健聴者であればほぼ全問正確に弁別可能であることが明らかとなった（表 7）。

また、8 章の検査の構成にあるように、「単語検査（成人）」では異なる単語の組み合わせからなる 8 リストの問題が用意されているため、それぞれのリストに関して実施した症例数、平均正答率（静寂下）および標準偏差についても検討を行った（表 8）その結果、静寂下の条件では、いずれのリストにおいても正答率は 97% 以上であり、ほとんど差を認めず、等価であることが改めて確認された。また、SNR+10dB の条件下においても、いずれのリストにおいても正答率は 96% ~ 99.4% とほとんど差を認めなかった。静寂下と比較して SNR+10dB の条件下では多少個人差が大きくなるため標準偏差が若干大きくなる傾向にあった。

	静寂下			雑音負荷 (SNR+10dB)		
	検査実施人数	正答率 (%)	標準偏差 (%)	検査実施人数	正答率 (%)	標準偏差 (%)
リスト1	16	99.3	2.2	8	99.0	1.9
リスト2	8	99.5	1.4	13	97.8	3.9
リスト3	19	98.9	2.2	7	99.4	1.5
リスト4	10	98.8	1.8	12	96.0	6.8
リスト5	12	97.3	3.6	16	97.5	3.2
リスト6	9	98.7	2.0	12	96.7	4.5
リスト7	5	100	0	19	96.2	2.5
リスト8	8	98.5	3.0	8	98.0	3.0
全体	87	98.8	2.4	95	97.3	3.8

表 8 iCI-2004 単語検査 (成人) リストごとの正答率 (静寂下・SNR+10dB)

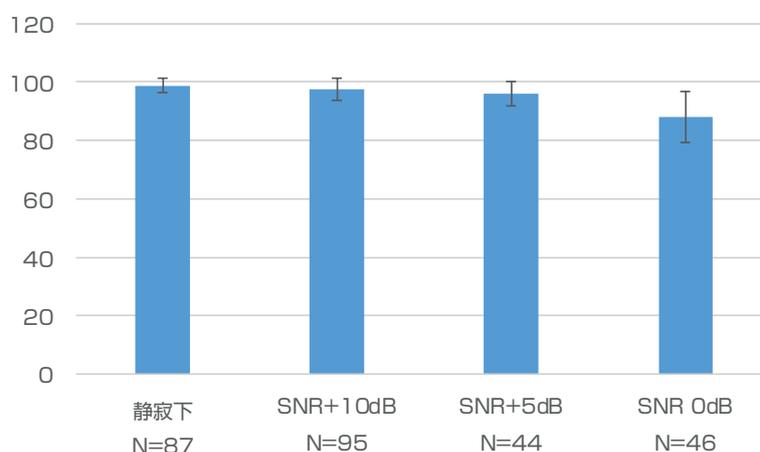


図 53 健聴コントロールの iCI-2004 単語検査 (成人) の正答率 (%)

また、雑音負荷の影響を確認する目的で、静寂下、雑音負荷条件 (SNR+10dB、SNR+5dB、SNR 0dB) の 4 条件の検査結果を比較したところ、静寂下の正答率が $98.8 \pm 2.4\%$ 、騒音負荷検査では SNR+10dB : $97.3 \pm 3.8\%$ 、SNR+5dB : $95.8 \pm 4.2\%$ 、SNR 0dB : $88.1 \pm 8.7\%$ という結果となり、雑音負荷により聴取能が低下することが確認された (図 53)。また、単音節検査の結果と比較すると、単語検査の方が騒音負荷検査時の成績がわずかに良好であった。単語検査は有意義であるため、部分的に聴取できなかった音がある場合にも類推が可能であり、その結果として騒音負荷検査時の聴取が多少良好であったと考えられる。

(2) 人工内耳装用患者の結果 (単語・成人)

次に、本検査が「人工内耳の装用効果を評価することが可能であることを確認する」ことを目的に、一側人工内耳装用患者 165 名 (男性 67 名、女性 98 名) を対象に iCI-2004 単語検査を施行した。対象者の年齢と人数および装用閾値 (4 周波数平均) の平均値、静寂下での正答率の平均値を表 9 に示す。

静寂下における正答率の平均値は $71.8 \pm 26.1\%$ であり、単音節検査の正答率と比較すると有意に良好な正答率であった。これは、健聴コントロールと同様に、単語検査は有意義であるため、部分的に聴取できなかった音があった場合にも意味からの類推が可能であり、その結果として正答率が向上したものと考えられる。また、正答率も 0% ~ 100% までと個人差が非常に大きく、聴取良好な症例では天井効果が生じており雑音負荷検査の実施が必要であると考えられた。

年齢	男性			女性		
	人数	聴力閾値 (dB)	正答率 (%) 静寂下	人数	聴力閾値 (dB)	正答率 (%) 静寂下
11-20	12	29.7	82	8	29.1	58
21-30	3	29.6	74.7	15	28.6	74.9
31-40	7	30.2	61.7	8	29.7	86.5
41-50	7	28.2	78.3	12	25.6	81.7
51-60	14	29.2	74.6	11	34.2	72.7
61-70	14	32.1	72	18	31	79.3
71-80	8	35.2	72.5	21	32	62.5
81-90	2	32.5	50	5	34	45.6
全体	67	30.4	74	98	30.9	70

表9 iCI-2004 単語検査・成人（人工内耳装用患者）の年齢・装用閾値（4周波数平均）・正答率（静寂下）

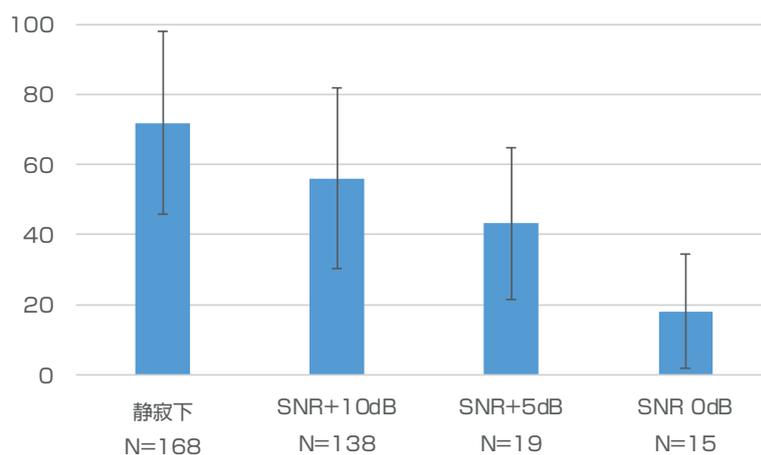


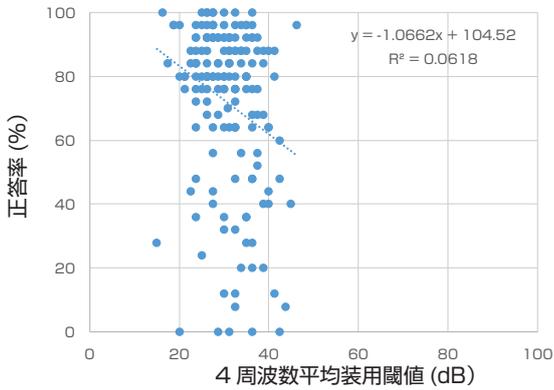
図54 人工内耳装用者の iCI-2004 単語検査（成人）の正答率 (%)

また、雑音負荷条件（SNR+10dB、SNR+5dB、SNR 0dB）に関しては、静寂下のみあるいは静寂下と SNR+10dB の検査のみ実施されている例が大部分であった。単語検査の場合には、静寂下で天井効果を生じている症例があることより、SNR+10dB、SNR+5dB、SNR 0dB に関して、検査実施人数と正答率をまとめたところ、静寂下の正答率が $71.8 \pm 26.1\%$ 、騒音負荷検査では SNR+10dB : $56.0 \pm 25.8\%$ 、SNR+5dB : $43.2 \pm 21.7\%$ 、SNR+10dB : $18.1 \pm 16.3\%$ 、という結果となり、雑音負荷により聴取能が低下することが確認された（図54）。また、健聴コントロールの結果と比較した場合、個人差が非常に大きいこと、また、騒音負荷により正答率が著しく低下することが明らかとなった。

静寂下および騒音負荷検査（SNR+10dB）時における装用閾値（4周波数平均聴力）と正答率の関係を検討したところ、静寂下および雑音負荷条件で装用閾値と正答率の間に弱い相関を認めた（図55）。

人工内耳装用患者では、マッピングにより聴取閾値の設定が可能であることより、大部分の症例が装用閾値が 20dB ~ 40dB であり、装用閾値のばらつきが小さいため相関が小さくなったものと考えられる。また、同じ装用閾値であっても個人差が大きいことが見てとれる。

A. 静寂下



B. 雑音負荷 (SNR+10dB)

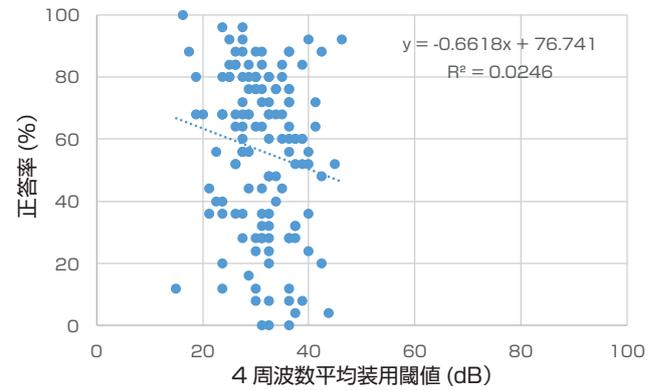
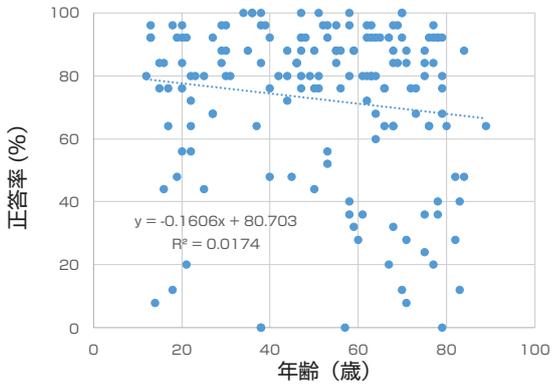


図 55 人工内耳装用者の iCI-2004 単語検査 (成人) の正答率 (%) と装用閾値の関係

A. 静寂下



B. 雑音負荷 (SNR+10dB)

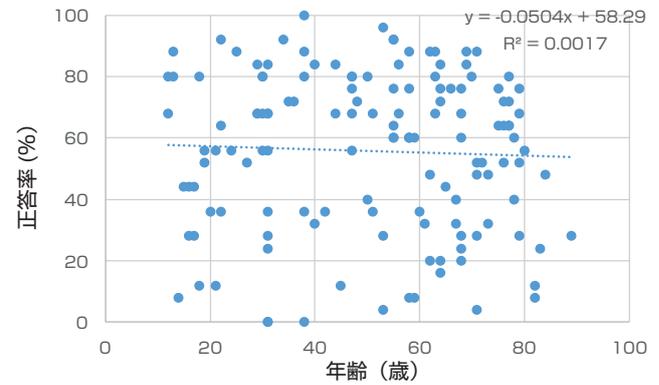
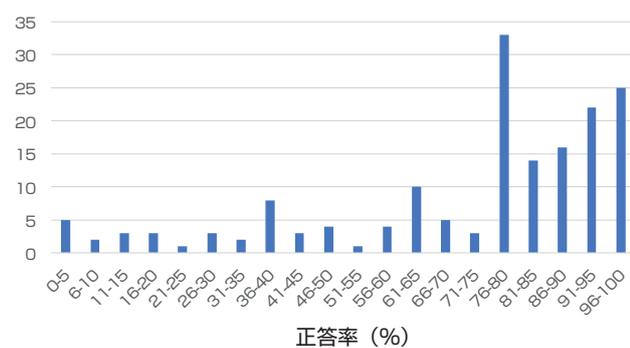


図 56 人工内耳装用者の iCI-2004 単語検査 (成人) の正答率 (%) と年齢の関係

また、静寂下および騒音負荷検査 (SNR+10dB) 時における検査時年齢と正答率の関係を検討したところ、静寂下、雑音負荷検査のどちらも年齢と正答率の間にほとんど相関がみられなかった (図 56)。詳細に見ると若年者の方がやや良好な正答率を得る例が多いものの、同じ年齢であっても個人差が大きく、難聴の原因や失聴期間、装用閾値などさまざまな要因が影響していることが示唆される。

A. 静寂下



B. 雑音負荷 (SNR+10dB)

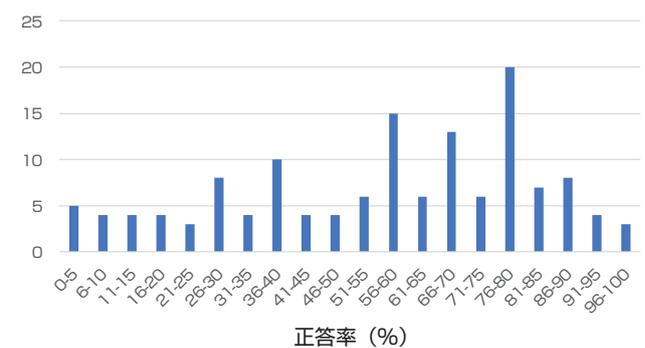


図 57 人工内耳装用患者の iCI-2004 単語検査・の正答率 (%) の分布

また、静寂下および騒音負荷条件下（SNR+10dB）における正答率の分布を図 57 に示す。人工内耳装用患者群に関しては、単語の聴取が良好な症例が多く、静寂下では 167 名中 25 名が 96% 以上の正答率を得ており天井効果が生じていることが見てとれる。一方、SNR+10dB の騒音負荷条件下では、検査を実施した 138 名中 96% 以上の正答率を得たのは 3 名であり、人工内耳装用患者群に関しては、SNR+10dB の雑音負荷条件検査の実施が有用であると考えられた。また、SNR+10dB の条件においても、正答率が 80% を超える様な症例では、より厳しい SNR+5dB、SNR 0dB 条件での検査が必要であると考えられた。

(3) 補聴器装用患者の結果（単語・成人）

次に、本検査が「補聴器の装用効果を評価することが可能であることを確認する」ことを目的に、一側補聴器装用患者 82 名（男性 41 名、女性 41 名）を対象に iCI-2004 単語検査を施行した。対象者の年齢と人数および装用閾値（4 周波数平均）の平均値、静寂下での正答率の平均値を表 10 に示す。

静寂下における正答率の平均値は 52.0 ± 32.4% であった。補聴器装用者では閾値にばらつきが大きいこともあり、正答率のばらつきが大きかった。また、正答率も 0% ~ 100% までと個人差が非常に大きく、聴取良好な症例では天井効果が生じており雑音負荷検査の実施が必要であると考えられた。

年齢	男性			女性		
	人数	聴力閾値 (dB)	正答率 (%) 静寂下	人数	聴力閾値 (dB)	正答率 (%) 静寂下
11-20	4	58.8	50	6	42.9	36.7
21-30	4	47.8	52	6	53.3	44.7
31-40	3	67.9	61.3	4	50.9	54
41-50	7	62.3	46.9	5	54.3	44.8
51-60	5	57.5	41.6	3	47.5	84
61-70	6	48.3	44.7	6	48.3	48
71-80	10	46	64.4	8	45.2	61.5
81-90	2	58.8	20	3	42.5	74.6
全体	41	50.7	54.2	41	53.3	48.1

表 9 iCI-2004 単語検査・成人（補聴器装用患者）の年齢・装用閾値（4 周波数平均）・正答率（静寂下）

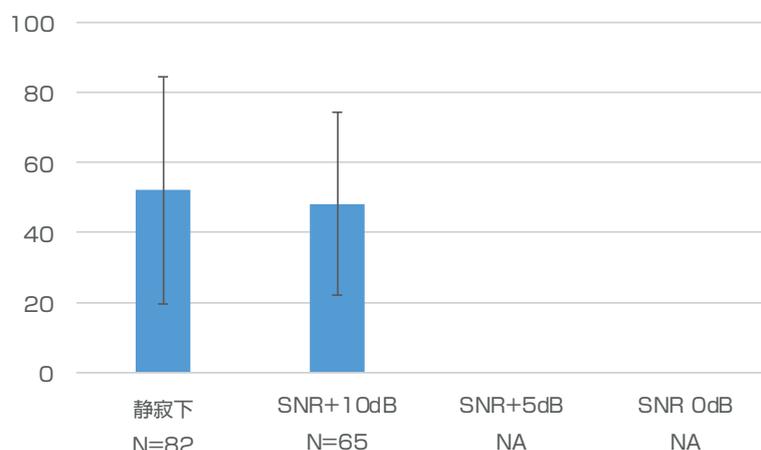
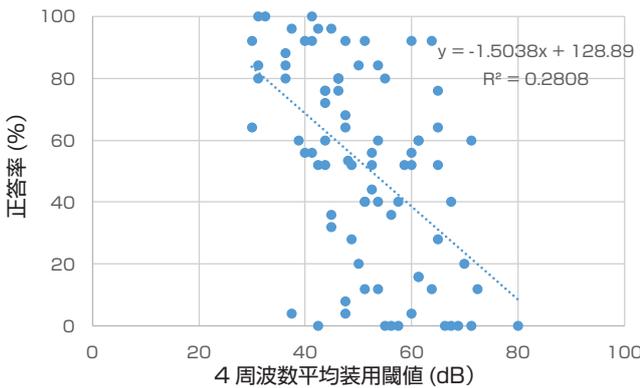


図 58 補聴器装用者の iCI-2004 単語検査（成人）の正答率 (%)

また、雑音負荷条件（SNR+10dB、SNR+5dB、SNR 0dB）に関しては、静寂下のみあるいは静寂下と SNR+10dB の検査のみ実施されている例のみであった。静寂下および SNR+10dB に関して、検査実施人数と正答率をまとめたところ、静寂下の正答率が $52.0 \pm 32.4\%$ 、騒音負荷検査では SNR+10dB : $48.2 \pm 26.2\%$ という結果となり、雑音負荷により聴取能が低下することが確認された（図 58）。また、静寂下および騒音負荷検査（SNR+10dB）時における装用閾値（4 周波数平均聴力）と正答率の関係を検討したところ、静寂下および雑音負荷条件で装用閾値と正答率の間に強い相関を認めた（図 59）。一方、補聴器装用患者においては、年齢と正答率の間に明確な相関を認めなかった。これは、補聴閾値が様々であり、その影響が大きいため相関が認められなかったものと思われる。

A. 静寂下



B. 雑音負荷 (SNR+10dB)

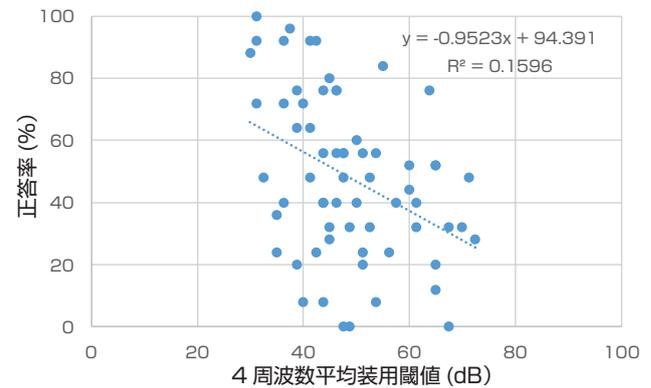
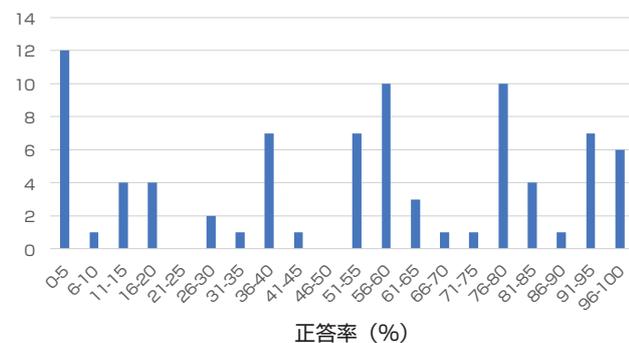


図 59 補聴器装用者の iCI-2004 単語検査（成人）の正答率 (%) と装用閾値の関係

また、静寂下および騒音負荷条件下（SNR+10dB）における正答率の分布を図 60 に示す。補聴器装用患者群に関しては、装用閾値にばらつきが大きいため、静寂下、雑音下ともに正答率の分布が大きいことが見てとれる。静寂下では 82 名中 6 名が 96% 以上の正答率を得ており、聴取閾値が良好な症例では天井効果が生じているが、大部分の症例では十分に聴取能を測定可能と考えられた。一方、SNR+10dB の騒音負荷条件下では 96% 以上の正答率を得た症例は 65 名中 2 名であった。以上の結果より、補聴器装用患者に関しては、大部分の症例で静寂下での検査が有用であるが、正答率が 80% を超える様な症例では SNR+10dB、さらに正答率の高い症例では SNR+5dB や SNR 0dB での検査が必要であると考えられた。

A. 静寂下



B. 雑音負荷 (SNR+10dB)

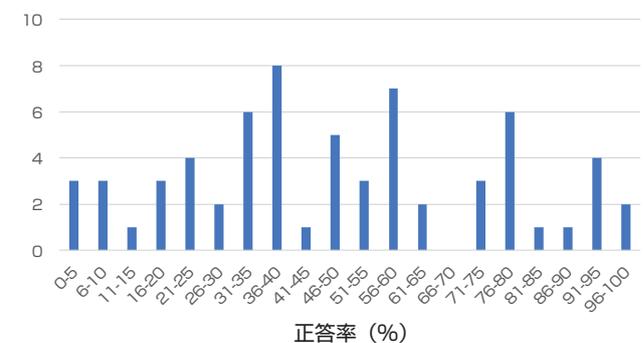


図 60 人工内耳装用患者の iCI-2004 単語検査・の正答率 (%) の分布

(4) 難聴患者・裸耳の結果 (単語検査・成人)

また、参考データとして難聴患者・裸耳の条件での検査も少数例 (17 例) に実施された。症例数が少ないため詳細な分析は困難であったが、聴取閾値と正答率に関して検討を行った結果、聴力閾値 (4 周波数平均聴力) と正答率に非常に強い相関が認められた (図 61)。一方、年齢と正答率の間には相関を認めなかった。補聴器装用の場合と同様に聴取閾値の個人差が大きいため年齢による影響がみられなかったものと考えられる。

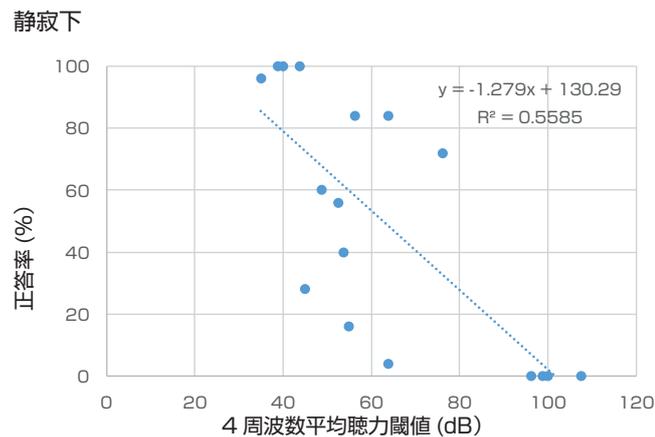


図 61 難聴患者 (裸耳) の iCI-2004 単語検査 (成人) の正答率 (%) と聴力閾値の関係

単語検査 (成人) に関して、健聴コントロール、人工内耳装用患者、補聴器装用患者、難聴患者 (裸耳) の装用閾値と正答率の散布図を図 62 にまとめて示すが、聴取閾値の増加に伴い正答率が低下している様子が見て取れる。以上の結果より、iCI-2004 単語検査 (成人) は、通常の日本語語音で構成されており、難聴患者の聴取能力や補聴器・人工内耳の装用効果を評価する上で有用であることが確認された。また、聴取閾値が良好な症例では、天井効果が生じるため、必要に応じて騒音負荷検査を実施することが必要である。

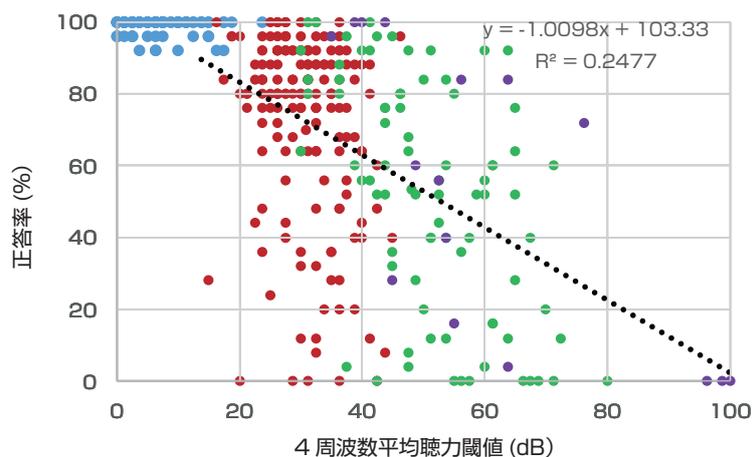


図 62 iCI-2004 単語検査 (成人) の正答率 (%) と聴力閾値の関係

青：健聴コントロール、赤：人工内耳、緑：補聴器、紫：難聴 (裸耳)、黒線：全体の回帰直線

9-3. 単語（小児）検査

(1) 健聴コントロールの結果（単語・小児）

単音節検査は呈示音が意味を有しておらず類推が働かないため、純粹に日本語語音の弁別能を評価可能な検査として有用である。一方、日常生活においてこのように意味を有していない単音節を弁別する場面は少ないため、より日常生活の質（QOL）を反映した指標として単語の聴取能を測定する検査が有用である。

「単語検査（小児）」は、選択肢のないオープンセット課題の単語聴取能を聴覚のみの条件にて評価することを目的に開発された検査であり、小学校低学年レベルの語彙より構成されている。

本検査が健聴コントロールでは十分に聴取・弁別できる「標準的な日本語単語から構成されていることを確認する」ことを目的に、純音聴力検査により聴力正常（500Hz、1000Hz、2000Hz、4000Hz の4周波数平均聴力閾値が25dB未満）であることが確認できた健聴コントロール6名を対象にiCI-2004単語検査（小児）を施行した。本検査は小児を対象としていることより、対象は平均7.6歳（6歳～9歳）であった。静寂下の正答率は98.0 ± 3.3%、SNR+10dB条件では97.6 ± 3.6%であり（図63）、健聴コントロールでは、ほぼ全問正解できることが確認された。

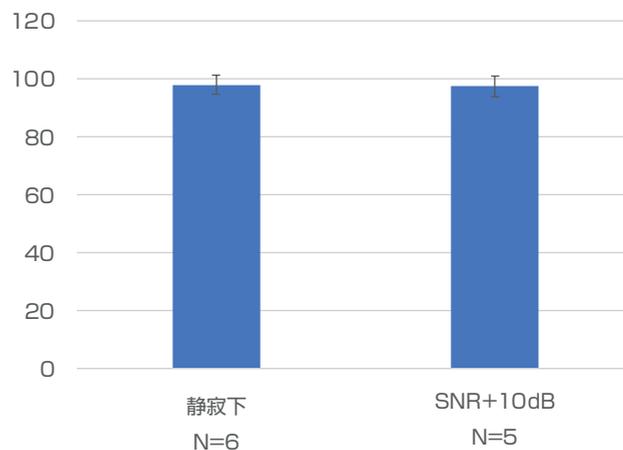


図63 健聴コントロールのiCI-2004単語検査（小児）の正答率（%）

(2) 一側人工内耳装用患者の結果（単語・小児）

次に、本検査が「人工内耳の装用効果を評価することが可能であることを確認する」ことを目的に、一側人工内耳装用児90名を対象にiCI-2004単語検査を施行した。対象者の年齢と人数および装用閾値（4周波数平均）の平均値、静寂下での正答率の平均値を表10に示した。表10に示すように4歳～13歳以上までの各群で正答率に大きな差は認めず、小児全般で利用可能な検査であることが確認された。

また、静寂下における正答率の平均値は88.2 ± 11.5%であった。正答率に関しては52%～100%と個人差が比較的に大きいものの、全例50%以上の正答率が得られていた。

	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳以上
平均正答率 (%)	92.0	86.9	82.3	90.9	91.0	96.0	92.5	89.3	90.4	83.6
STDEV	5.7	8.9	16.6	7.6	12.6	NA	6.3	7.9	8.0	17.6
人数	5	15	12	15	8	2	7	5	10	9
4周波数平均閾値 (dB)	39.0	27.2	27.7	30.9	27.0	28.1	28.0	28.5	26.4	30.3
STDEV	0.9	4.4	2.5	4.9	3.2	NA	8.0	5.4	2.9	5.2

表10 iCI-2004単語検査・小児（一側人工内耳装用患者）の年齢・正答率（静寂下）・装用閾値（4周波数平均）

また、雑音負荷条件（SNR+10dB、SNR+5dB、SNR 0dB）に関しては、静寂下のみあるいは静寂下と SNR+10dB の検査のみ実施されている例が大部分であったため、静寂下と SNR+10dB の結果のみ解析を行った。その結果、静寂下の正答率が $88.2 \pm 11.5\%$ 、騒音負荷検査では SNR+10dB : $70.3 \pm 21.8\%$ という結果となり、雑音負荷により聴取能が低下することが確認された（図 64）。騒音負荷条件下では、正答率が 4%～100% と個人差が静寂下よりも大きくなる結果となった。

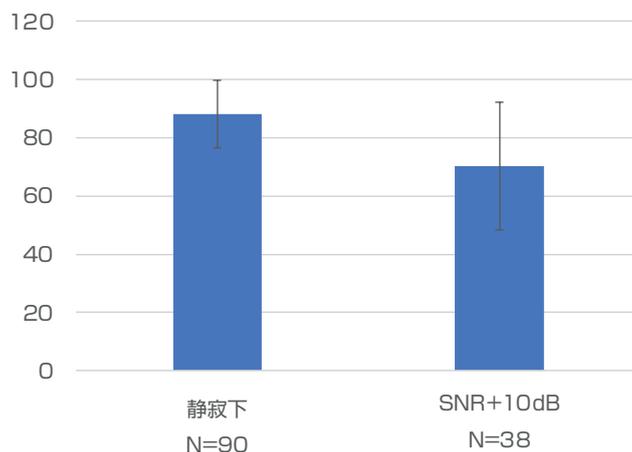


図 64 一側人工内耳装用児の iCI-2004 単語検査（小児）の正答率 (%)

静寂下および騒音負荷検査 (SNR+10dB) 時における装用閾値 (4 周波数平均聴力) と正答率の関係を検討したところ、静寂下および雑音負荷条件で装用閾値と正答率の間に弱い相関を認めた（図 65）。人工内耳装用患者では、マッピングにより聴取閾値の設定が可能であることより、大部分の症例が装用閾値が 20dB～40dB であり、装用閾値のばらつきが小さいため相関が小さくなったものと考えられる。また、同じ装用閾値であっても個人差が大きいことが見てとれる。

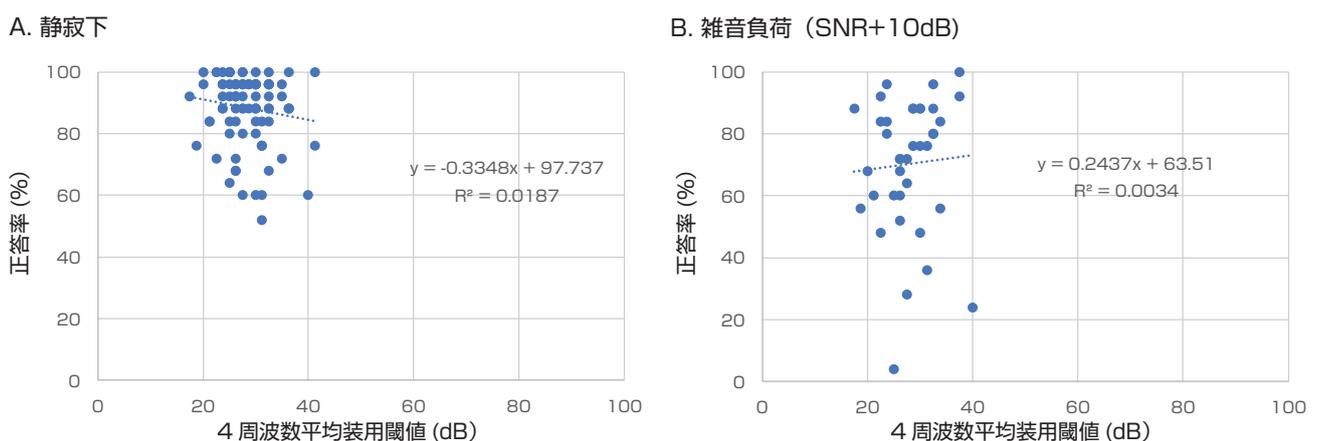
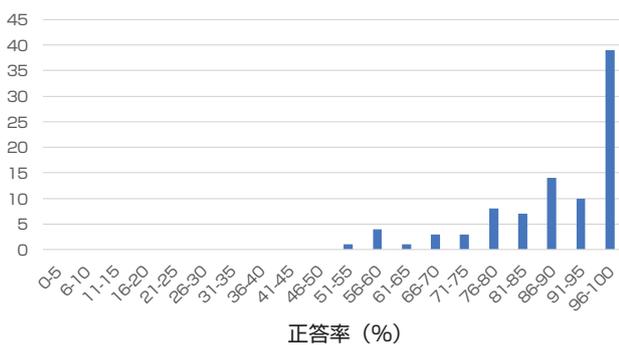


図 65 一側人工内耳装用児の iCI-2004 単語検査（小児）の正答率 (%) と装用閾値の関係

また、静寂下および騒音負荷条件下（SNR+10dB）における正答率の分布を図 66 に示す。静寂下では 96% 以上の正答率を得ている症例が大部分であり天井効果が生じていることが見てとれる。一方、SNR+10dB の騒音負荷条件下では、検査を実施した 38 名中 96% 以上の正答率を得たのは 3 名であり、人工内耳装用児に関しては、SNR+10dB の雑音負荷条件検査の実施が有用であると考えられた。また、正答率が 80% を超える様な症例では、より厳しい SNR+5dB、SNR 0dB の条件での検査が必要であると考えられた。

A. 静寂下



B. 雑音負荷 (SNR+10dB)

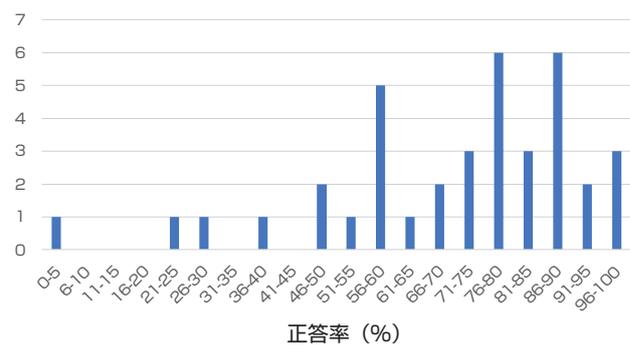


図 66 一側人工内耳装用児の iCI-2004 単語検査（小児）の正答率 (%) の分布

(3) 補聴器装用患者の結果（単語・成人）

次に、本検査が「補聴器の装用効果を評価することが可能であることを確認する」ことを目的に、補聴器装用患者 16 名（両側装用児、一側装用児を含む）を対象に iCI-2004 単音節検査を施行した。その結果、静寂下における正答率の平均値は $82.0 \pm 25.7\%$ 、雑音負荷検査では SNR+10dB : $66.5 \pm 42.4\%$ であった（図 67）。補聴器装用者では閾値にばらつきが大きいこともあり、正答率のばらつきが大きい結果となった。

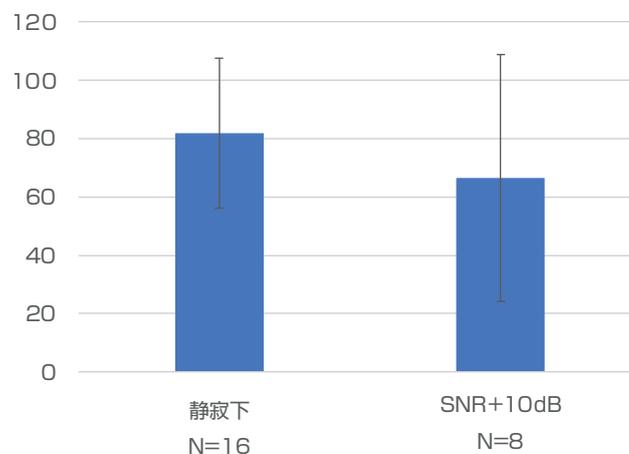


図 67 補聴器装用児の iCI-2004 単語検査（小児）の正答率 (%)

また、静寂下および騒音負荷検査（SNR+10dB）時における装用閾値（4周波数平均聴力）と正答率の関係を検討したところ、静寂下および雑音負荷条件で装用閾値と正答率の間に強い相関を認めた（図 68）。検査人数が少ないため正答率の分布に関しては検討を行わなかった。

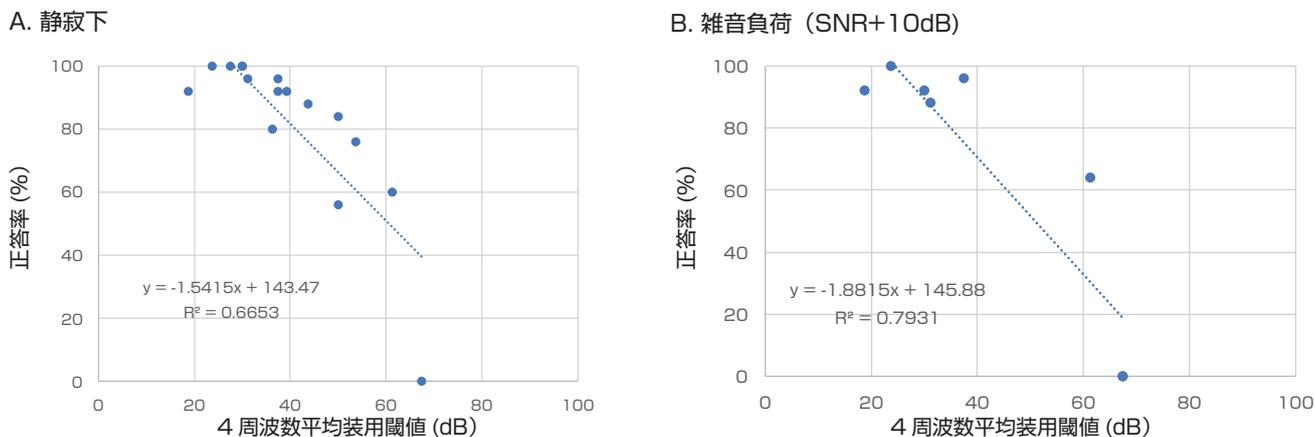


図 68 補聴器装用児の iCI-2004 単語検査（小児）の正答率 (%) と装用閾値の関係

(4) 両側人工内耳装用患者の結果（単語・小児）

また、小児では両側人工内耳の症例も多いことから、両側人工内耳装用児 18 名を対象に iCI-2004 単語検査を施行した。検査条件は、シグナル・ノイズともに正面から提示する SoN0 の条件で検査を実施した。その結果、静寂下における正答率の平均値は $90.9 \pm 10.5\%$ であった。正答率は 64% ～ 100% と個人差が比較的に大きいものの、全例 50% 以上の正答率が得られていた。また、雑音負荷検査では SNR+10dB : $80.3 \pm 16.6\%$ であった（図 69）。

また、一側人工内耳装用児群と比較した場合、静寂下では聴取成績にほとんど差は認められなかった。一方、雑音下では、両側人工内耳装用児の方が成績良好な傾向にはあるものの有意差は認められなかった（ $p = 0.109$ ）。これは、両耳聴によるスケルチ効果によるものと推測されるが、SoN0 の条件では差が小さいため SoN90 など、両耳聴の効果を検出可能な手法で検査することが望ましい。

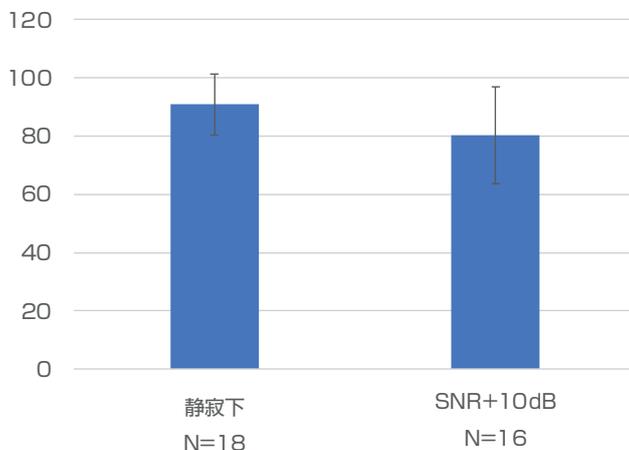


図 69 両側人工内耳装用児の iCI-2004 単語検査（小児）の正答率 (%)

静寂下および騒音負荷検査 (SNR+10dB) 時における装用閾値 (良聴耳・4 周波数平均聴力) と正答率の関係を検討したところ、雑音負荷条件で装用閾値と正答率の間に弱い相関を認めた (図 70)。一側人工内耳と同様、人工内耳装用児の場合には、マッピングにより聴取閾値の設定が可能であることより、大部分の症例が装用閾値が 20dB ~ 40dB であり、装用閾値のばらつきが小さいため相関が小さくなったものと考えられる。

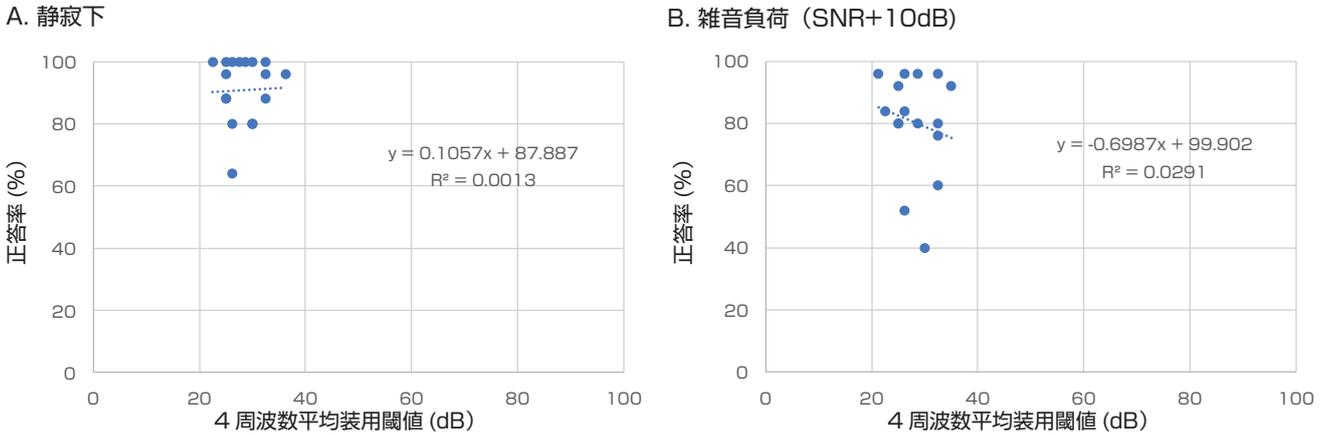


図 70 両側人工内耳装用児の iCI-2004 単語検査 (小児) の正答率 (%) と装用閾値の関係

また、静寂下および騒音負荷条件下 (SNR+10dB) における正答率の分布を図 71 に示す。静寂下では 96% 以上の正答率を得ている症例が大部分であり天井効果が生じていることが見てとれる。また、SNR+10dB の騒音負荷条件下においても、検査を実施した 16 名中 4 名が 96% 以上の正答率を得ており、天井効果が生じている。両側人工内耳装用児に関しては、SNR+10dB あるいは、より厳しい SNR+5dB、SNR 0dB の条件での検査が必要であると考えられた。

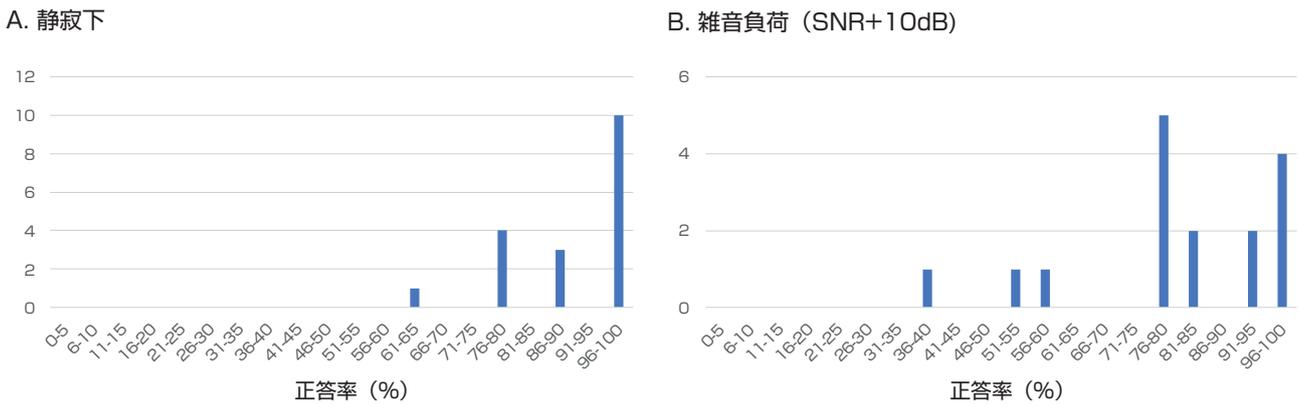


図 71 両側人工内耳装用児の iCI-2004 単語検査 (小児) の正答率 (%) の分布

(5) 補聴器と人工内耳装用者の結果 (単語・小児)

小児では一側人工内耳で対側に補聴器を装用している Bimodal の症例も多いことから、Bimodal の装用児 23 名を対象に iCI-2004 単語検査を施行した。検査条件は、シグナル・ノイズともに正面から提示する SoNo の条件で検査を実施した。その結果、静寂下における正答率の平均値は $93.6 \pm 5.6\%$ であった。正答率は 80% ~ 100% とであり、全例 80% 以上の正答率が得られていた。また、雑音負荷検査では $SNR+10dB : 70.5 \pm 22.3\%$ であった (図 72)。一側人工内耳装用児群と比較した場合、静寂下 / 雑音下ともに聴取成績にほとんど差は認められなかった。

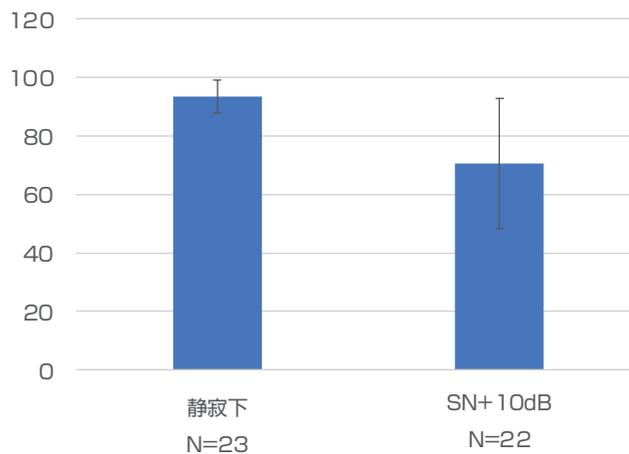


図 72 Bimodal 装用児の iCI-2004 単語検査 (小児) の正答率 (%)

静寂下および騒音負荷検査 (SNR+10dB) 時における装用閾値 (良聴耳・4 周波数平均聴力) と正答率の関係を検討したところ、雑音負荷条件で装用閾値と正答率の間に弱い相関を認めた (図 73)。一側人工内耳と同様、人工内耳装用児の場合には、マッピングにより聴取閾値の設定が可能であることより、大部分の症例が装用閾値が 20dB ~ 40dB であり、装用閾値のばらつきが小さいため相関が小さくなったものと考えられる。

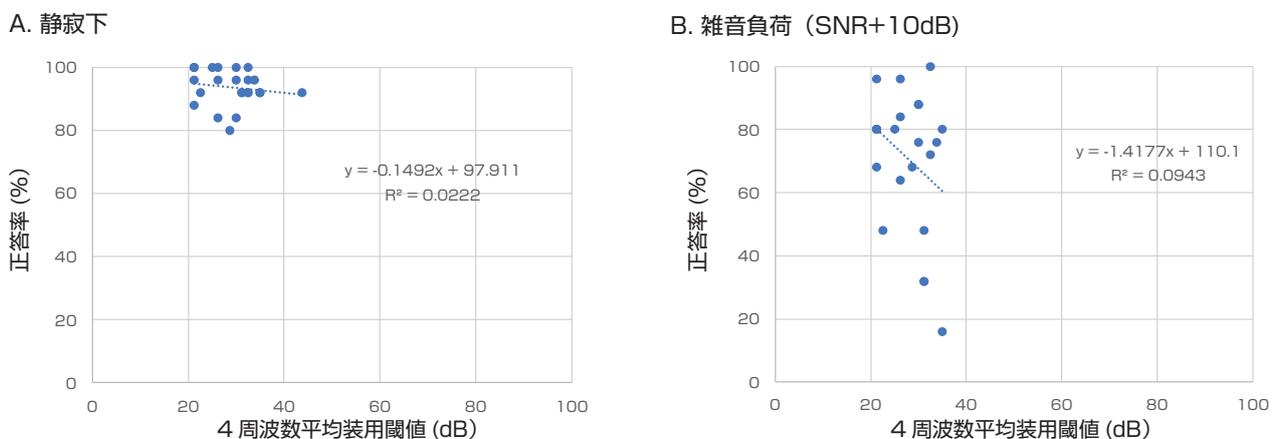
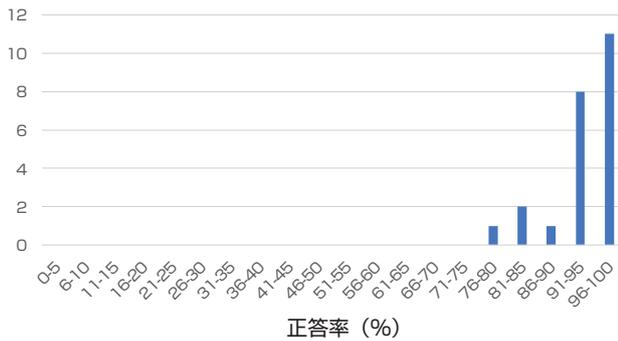


図 73 Bimodal 装用児の iCI-2004 単語検査 (小児) の正答率 (%) と装用閾値の関係

また、静寂下および騒音負荷条件下（SNR+10dB）における正答率の分布を図 74 に示す。静寂下では 96% 以上の正答率を得ている症例が大部分であり天井効果が生じていることが見てとれる。また、SNR+10dB の騒音負荷条件下においても、検査を実施した 22 名中 3 名が 96% 以上の正答率を得ており、天井効果が生じている。Bimodal 装用児に関しては、SNR+10dB あるいは、より厳しい SNR+5dB、SNR 0dB の条件での検査が必要であると考えられた。

A. 静寂下



B. 雑音負荷 (SNR+10dB)

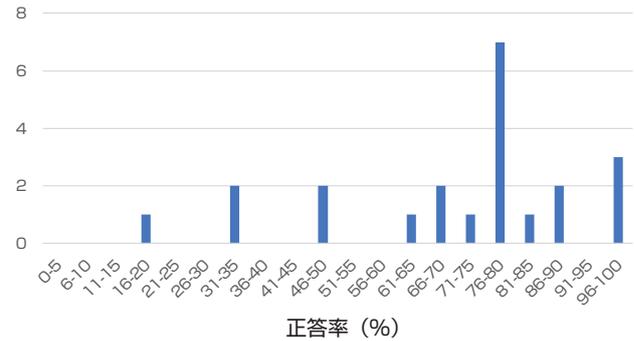


図 74 両側人工内耳装用児の iCI-2004 単語検査（小児）の正答率 (%) の分布

以上、単語検査（小児）に関しては、健聴コントロール、一側人工内耳装用児、補聴器装用児、両側人工内耳装用児、Bimodal 装用児のデータを用いて検討を実施した。その結果、iCI-2004 単語検査（小児）は、通常の日本語語音で構成されており、難聴患者の聴取能力や補聴器・人工内耳の装用効果を評価する上で有用であることが確認された。また、人工内耳装用児（一側、両側、Bimodal 例を含む）および聴取閾値が良好な補聴器装用児では、天井効果が生じるため、必要に応じて騒音負荷検査を実施することが必要である。また、両側人工内耳や Bimodal の効果検証するためには、SoNo の条件では差が小さいため SoN₉₀ など、両耳聴の効果を検出可能な手法で検査することが望ましいと考えられた。

9-4. 推奨される検査条件

表 11 に標準化でデータを取得した際の平均正答率および、天井効果が生じていると考えられる 90% 以上の正答を得た症例の割合を示した。検査によっては 90% 以上正答した症例の割合が高く、雑音負荷条件下での検査が必要であることが分かる。そこで、以下の条件での検査の実施を推奨する。ただし、今後の補聴器・人工内耳の発展により、今回の標準化よりも正答率が向上していく可能性があるため、今後、機器のアップグレードの際にはどの程度差異があるかを検討し調整する必要性が生じる可能性が考えられる。

- **単音節検査**は呈示音が意味を有しておらず類推が働かないため、純粋に日本語語音の弁別能を評価可能な検査である。難易度が高く、一側人工内耳患者、一側補聴器装用患者ともに静寂下での検査でも天井効果を示す例はわずかなため、**静寂下での検査**が推奨される。
- **単語検査（成人）**では、一側人工内耳患者、一側補聴器装用患者ともに静寂下での検査において天井効果を示す症例が多いため、**SNR+10dB での検査**の実施が推奨される。
- **単語検査（小児）**では、一側人工内耳患者、一側補聴器装用患者ともに静寂下での検査において天井効果を示す症例が多いため、**SNR+10dB での検査**の実施が推奨される。また、必要に応じて SNR+5dB での検査も実施する必要がある。

単音節検査

	静寂下		SNR+10dB	
	平均正答率	正答率90%以上	平均正答率	正答率90%以上
健聴コントロール	98.8±1.8%	100% (77/77)	95.5±2.5%	94.6% (53/56)
一側人工内耳	56.4±18.7%	0.9% (2/226)	40.2±20.8%	0 % (0/103)
一側補聴器	53.2±27.2%	8.6% (9/105)	46.3±25.2%	2.6% (1/38)

単語検査（成人）

	静寂下		SNR+10dB	
	平均正答率	正答率90%以上	平均正答率	正答率90%以上
健聴コントロール	98.8±2.4%	100% (87/87)	97.3±3.8%	96.8% (92/95)
一側人工内耳	71.8±26.1%	28.0% (47/168)	56.0±25.8%	5.1 % (7/138)
一側補聴器	52.0±32.4%	15.9% (13/82)	48.2±26.2%	9.2 % (6/65)

単語検査（小児）

	静寂下		SNR+10dB	
	平均正答率	正答率90%以上	平均正答率	正答率90%以上
健聴コントロール	98.0±3.3%	100% (6/6)	97.6±3.6%	85.7% (6/7)
一側人工内耳	88.2±11.5%	54.4% (49/90)	70.3±21.8%	13.2% (5/38)
一側/両側補聴器	82.0±25.7%	56.3% (9/16)	66.5±42.4%	50.0% (4/8)
Bimodal	93.6±5.7%	82.6% (19/23)	70.5±22.3%	13.6% (3/22)
両側人工内耳	90.9±10.5%	55.6% (10/18)	80.3±16.6%	30% (6/20)

表 11 iCI-2004 各検査の平均正答率および 90% 以上正答した症例の割合

10. 参考資料

10-1. iCI-2004 単音節検査に含まれる語音の TFFT 解析

日本語の単音節検査は諸外国の単音節検査と異なり単独で意味を有さないため、部分的に聴取できた情報を手がかりに類推することが困難であり、純粹に日本語語音の弁別能を評価可能な検査であるため、聴取閾値が大きく成績に影響を及ぼす。

日本語を構成する語音の弁別に必要とされる子音および母音の周波数と音圧としては一般的に図 75 に示す領域の音が重要であることが知られており、異聴傾向を分析することで補聴器・人工内耳の調整に活用可能である。

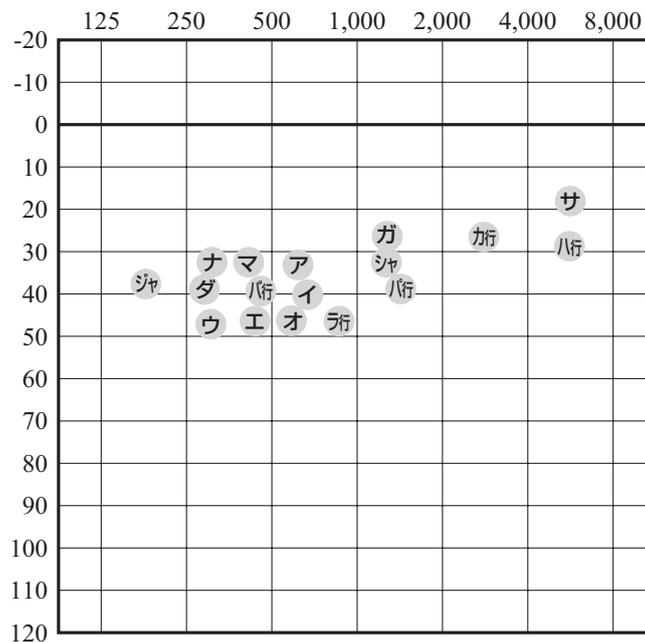
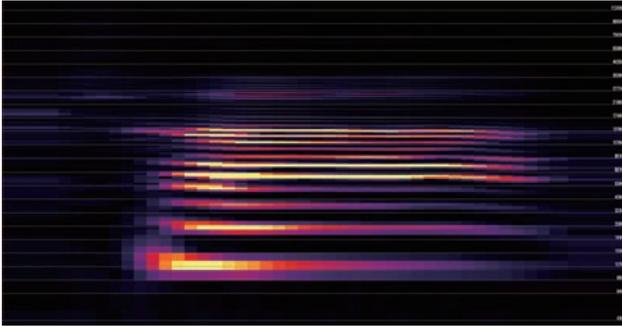


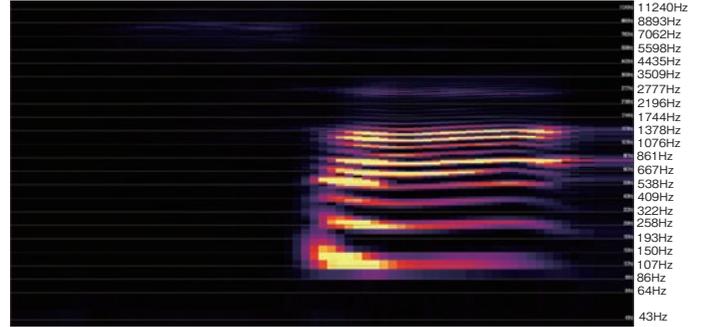
図 75 日本語語音の弁別に重要な周波数と音圧

今回、iCI-2004 単音節検査のマニュアル作成に際し、iCI-2004 単音節検査を構成する 60 音節に関して音響学的な特徴を掴みやすくすることを目的に、オリジナルの CD から WAVE 形式で語音のデータを抽出し、それぞれの語音に関して NCH ソフトウェア社の WavePad 音声編集ソフトを用いて時間周波数分析（時間 - 高速フーリエ変換解析：TFFT）を行った。以下のページに TFFT 分析の結果を表示する。なお、周波数は 43Hz ~ 11240Hz の範囲を表示した。また、横軸の時間に関しては語音毎に長さが異なるため時間軸は揃えず、録音された長さのまま掲載した。掲載順に関しては、母音部分、子音部分の特徴が掴みやすいよう、ひらがな順に掲載した。

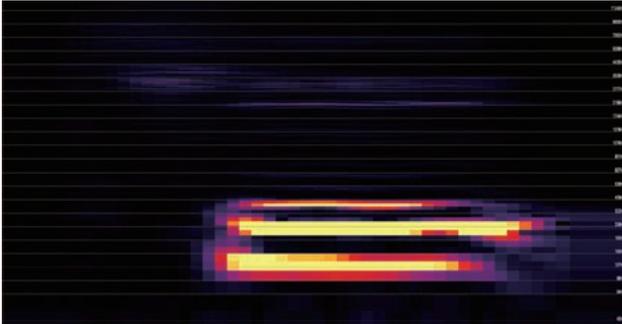
か [ka]



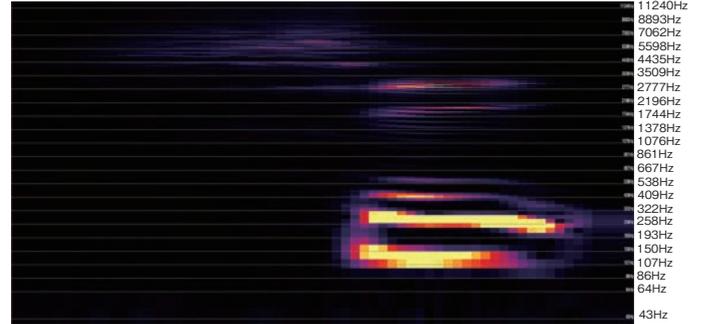
さ [sa]



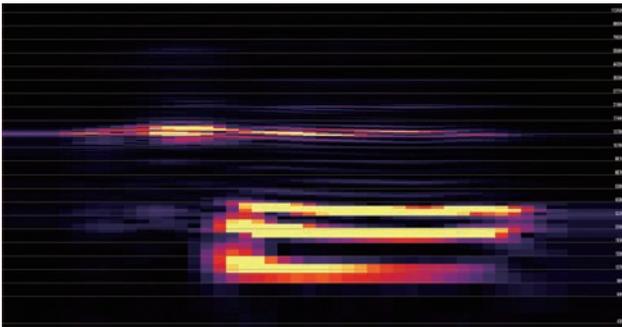
き [ki]



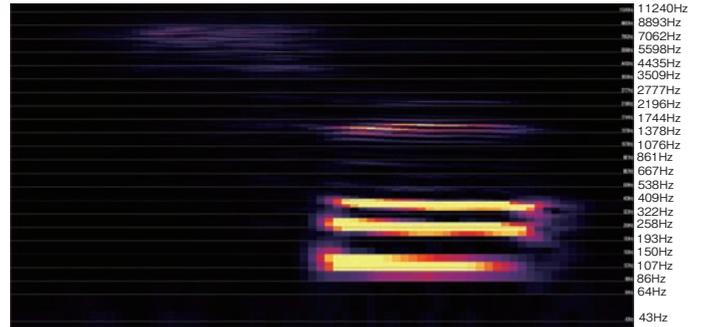
し [ci]



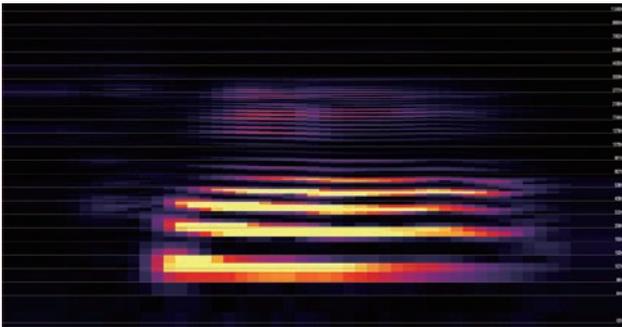
く [ku]



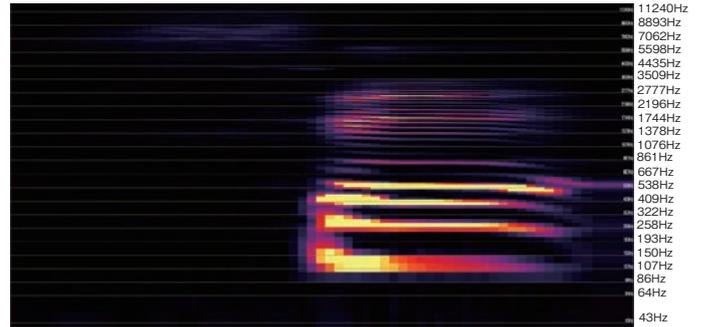
す [su]



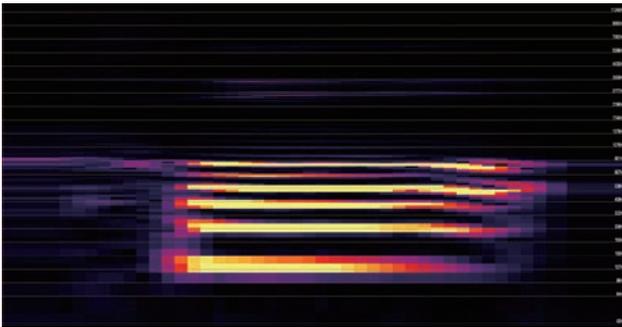
け [ke]



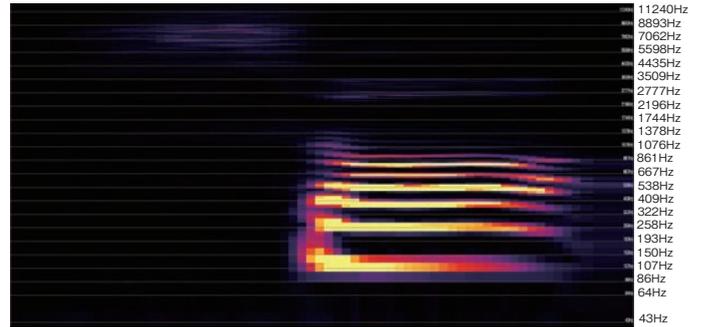
せ [se]



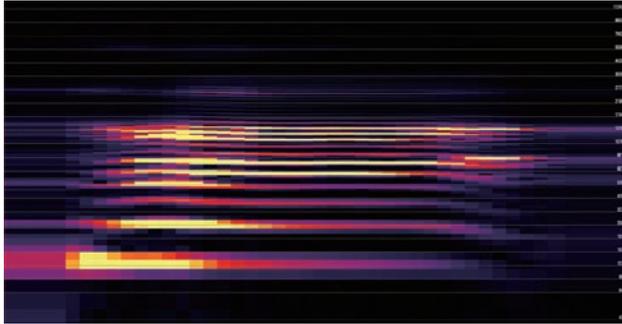
こ [ko]



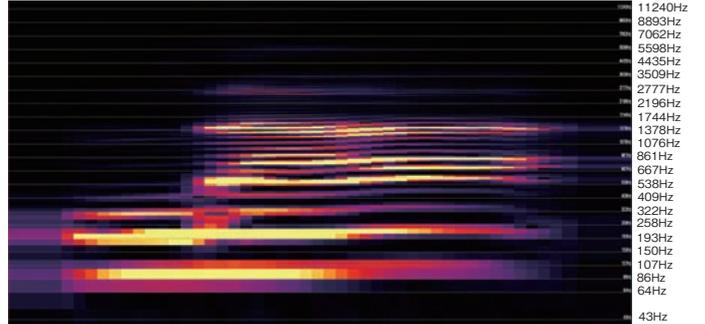
そ [so]



た [ta]

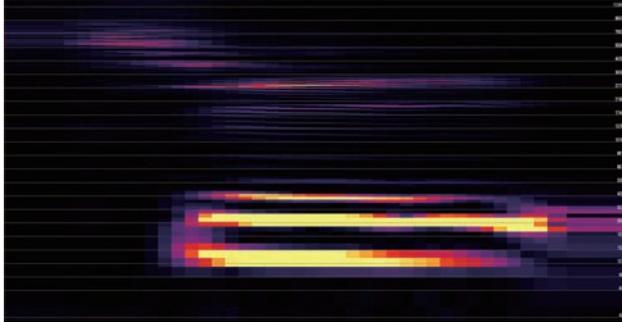


な [na]

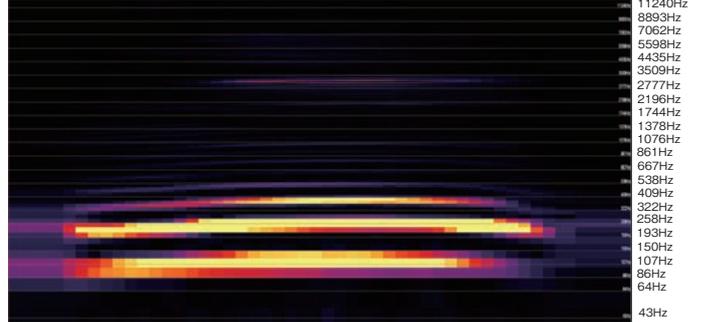


11240Hz
8893Hz
7062Hz
5598Hz
4435Hz
3509Hz
2777Hz
2196Hz
1744Hz
1378Hz
1076Hz
861Hz
667Hz
538Hz
409Hz
322Hz
258Hz
193Hz
150Hz
107Hz
86Hz
64Hz
43Hz

ち [chi]

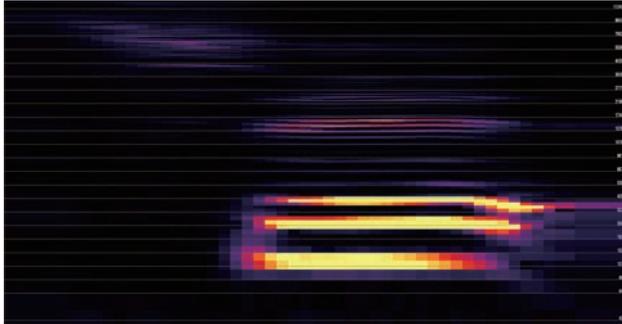


に [ni]



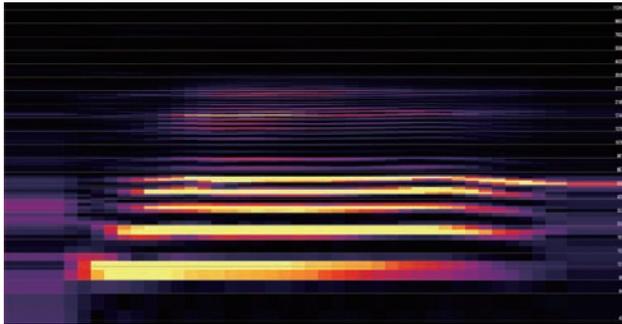
11240Hz
8893Hz
7062Hz
5598Hz
4435Hz
3509Hz
2777Hz
2196Hz
1744Hz
1378Hz
1076Hz
861Hz
667Hz
538Hz
409Hz
322Hz
258Hz
193Hz
150Hz
107Hz
86Hz
64Hz
43Hz

つ [tsu]

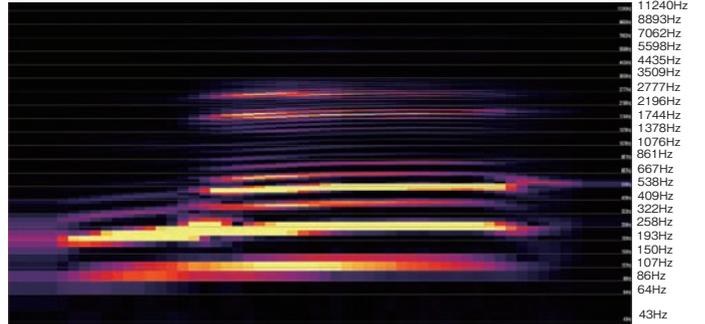


11240Hz
8893Hz
7062Hz
5598Hz
4435Hz
3509Hz
2777Hz
2196Hz
1744Hz
1378Hz
1076Hz
861Hz
667Hz
538Hz
409Hz
322Hz
258Hz
193Hz
150Hz
107Hz
86Hz
64Hz
43Hz

て [te]

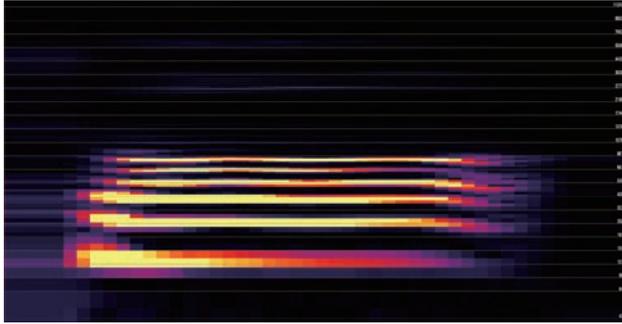


ね [ne]

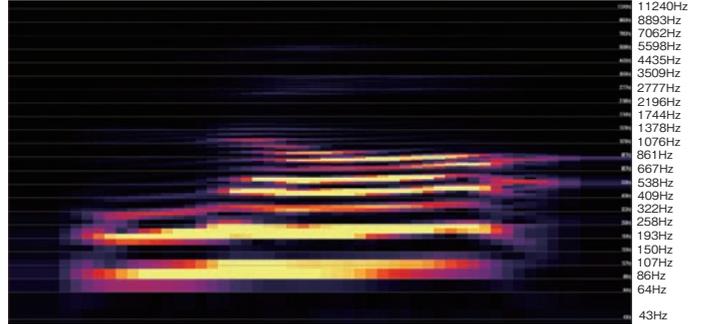


11240Hz
8893Hz
7062Hz
5598Hz
4435Hz
3509Hz
2777Hz
2196Hz
1744Hz
1378Hz
1076Hz
861Hz
667Hz
538Hz
409Hz
322Hz
258Hz
193Hz
150Hz
107Hz
86Hz
64Hz
43Hz

と [to]

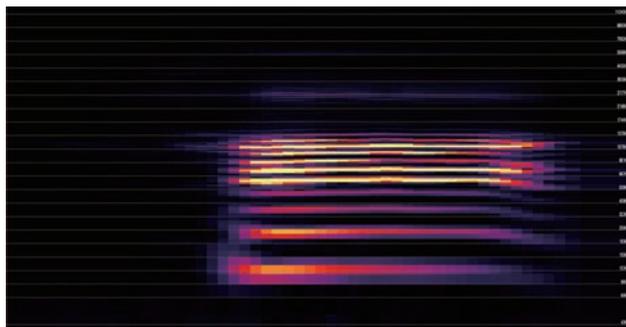


の [no]

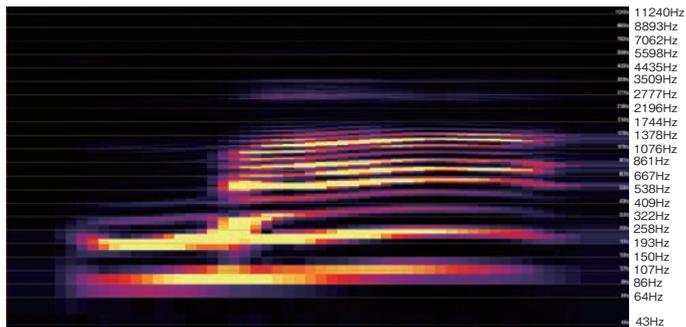


11240Hz
8893Hz
7062Hz
5598Hz
4435Hz
3509Hz
2777Hz
2196Hz
1744Hz
1378Hz
1076Hz
861Hz
667Hz
538Hz
409Hz
322Hz
258Hz
193Hz
150Hz
107Hz
86Hz
64Hz
43Hz

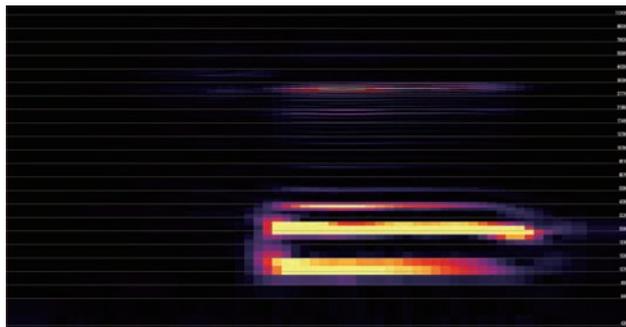
は [ha]



ま [ma]



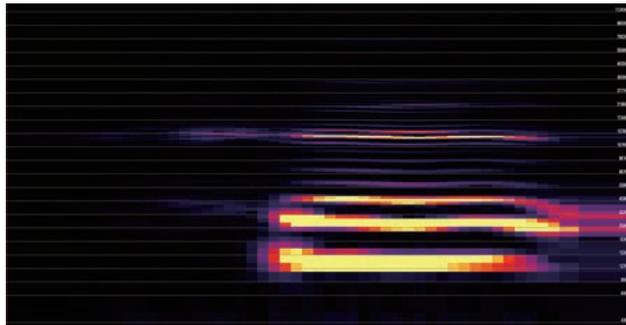
ひ [çi]



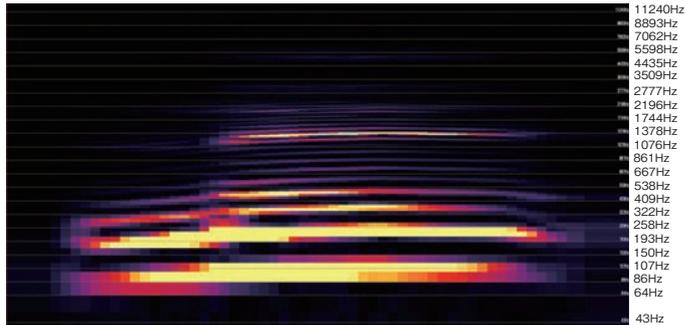
み [m'i]



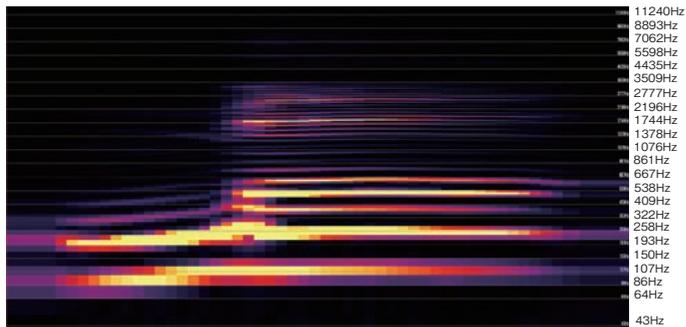
ふ [φu]



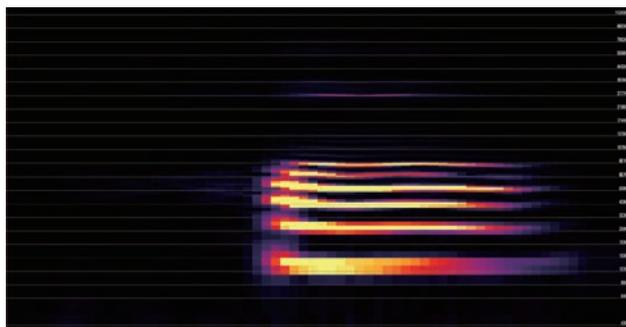
む [mu]



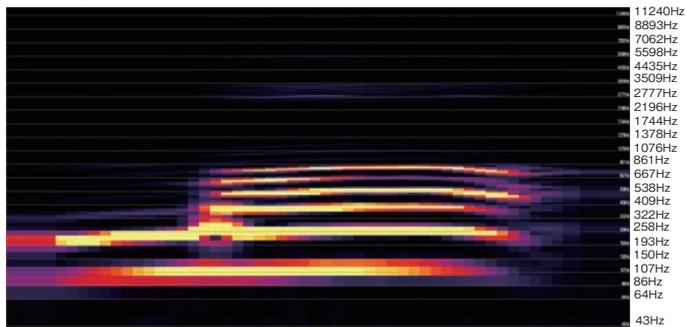
め [me]



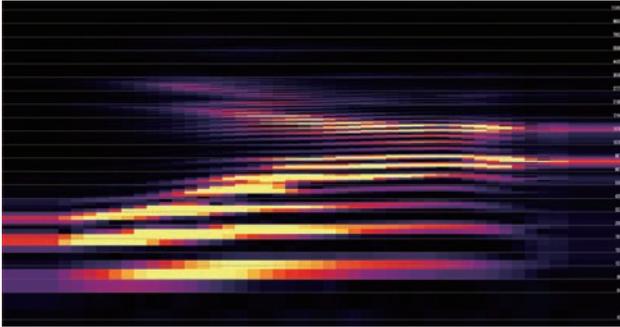
ほ [ho]



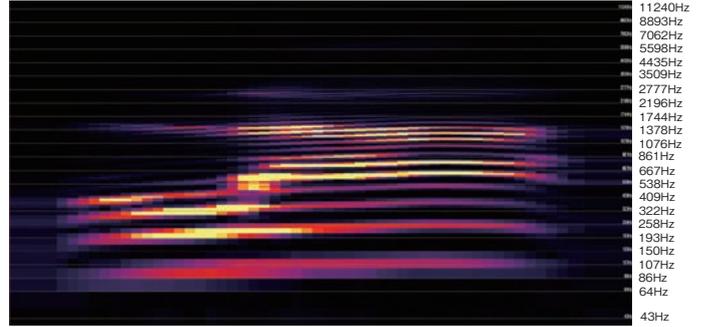
も [mo]



や [ja]

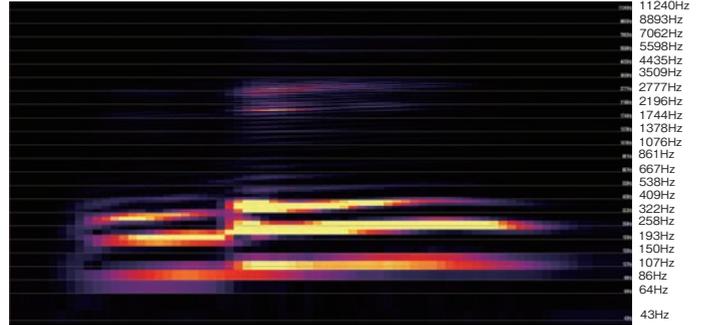


ら [ra]



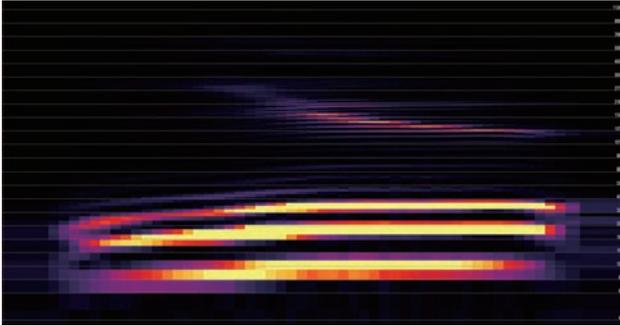
11240Hz
8893Hz
7062Hz
5598Hz
4435Hz
3509Hz
2777Hz
2196Hz
1744Hz
1378Hz
1076Hz
861Hz
667Hz
538Hz
409Hz
322Hz
258Hz
193Hz
150Hz
107Hz
86Hz
64Hz
43Hz

り [ri]

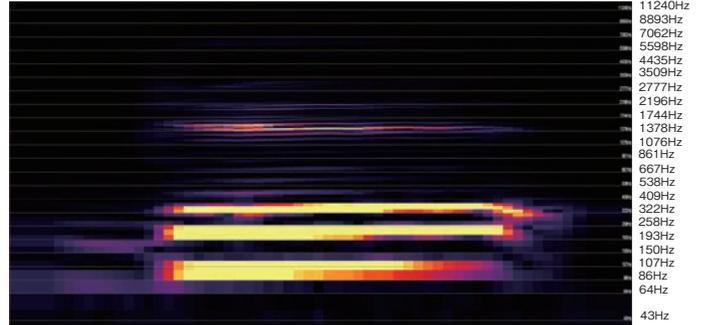


11240Hz
8893Hz
7062Hz
5598Hz
4435Hz
3509Hz
2777Hz
2196Hz
1744Hz
1378Hz
1076Hz
861Hz
667Hz
538Hz
409Hz
322Hz
258Hz
193Hz
150Hz
107Hz
86Hz
64Hz
43Hz

ゆ [ju]

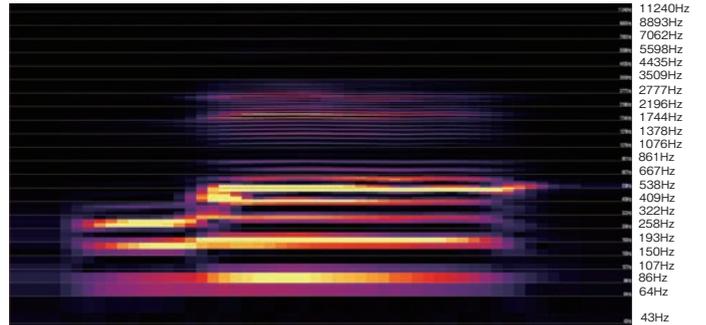


る [ru]



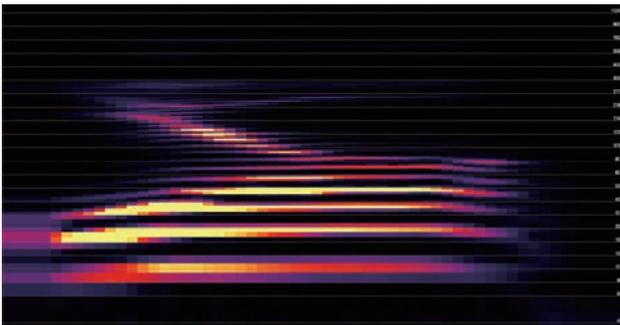
11240Hz
8893Hz
7062Hz
5598Hz
4435Hz
3509Hz
2777Hz
2196Hz
1744Hz
1378Hz
1076Hz
861Hz
667Hz
538Hz
409Hz
322Hz
258Hz
193Hz
150Hz
107Hz
86Hz
64Hz
43Hz

れ [re]

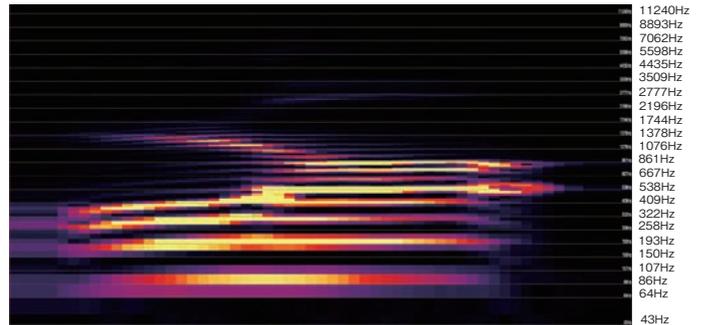


11240Hz
8893Hz
7062Hz
5598Hz
4435Hz
3509Hz
2777Hz
2196Hz
1744Hz
1378Hz
1076Hz
861Hz
667Hz
538Hz
409Hz
322Hz
258Hz
193Hz
150Hz
107Hz
86Hz
64Hz
43Hz

よ [jo]

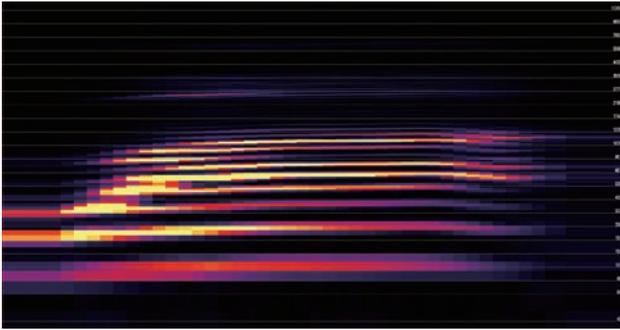


ろ [ro]

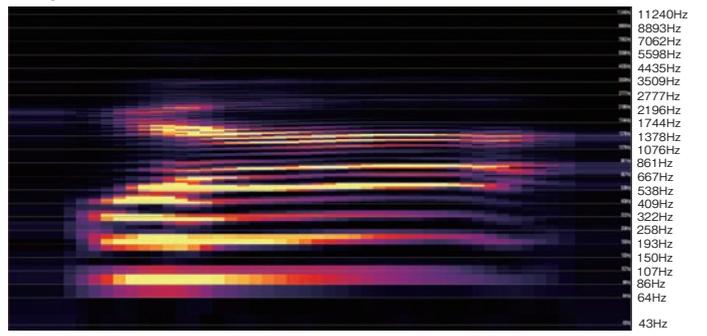


11240Hz
8893Hz
7062Hz
5598Hz
4435Hz
3509Hz
2777Hz
2196Hz
1744Hz
1378Hz
1076Hz
861Hz
667Hz
538Hz
409Hz
322Hz
258Hz
193Hz
150Hz
107Hz
86Hz
64Hz
43Hz

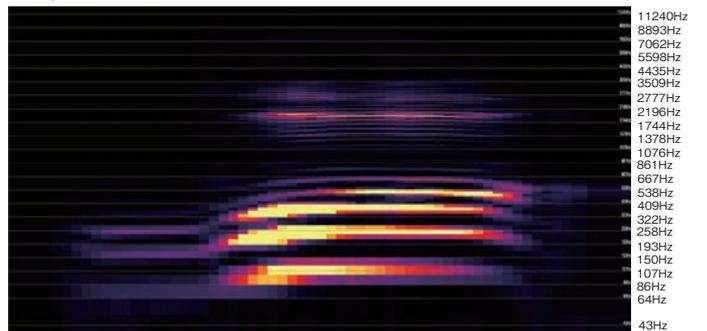
わ [wa]



が [ga]



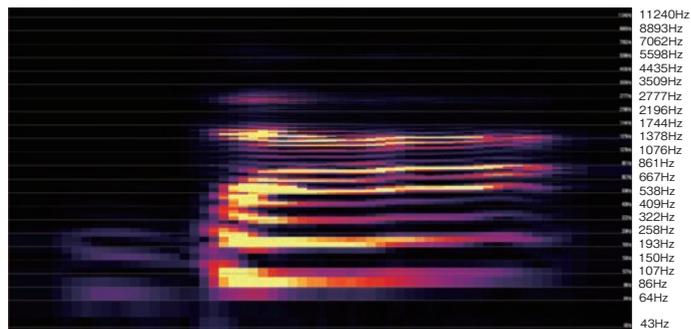
げ [ge]



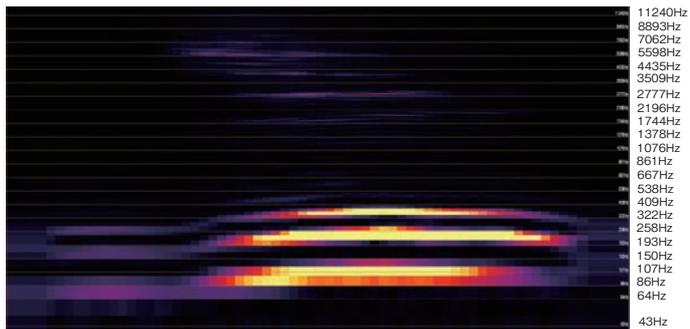
ご [go]



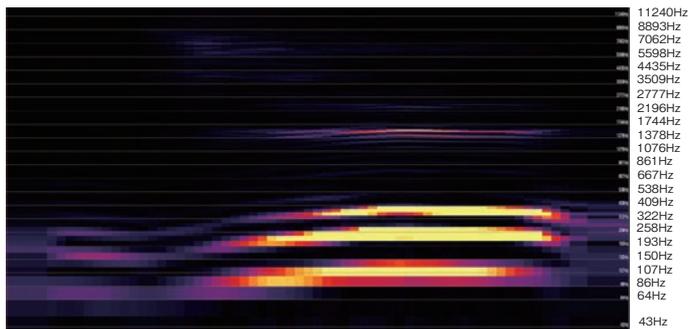
だ [da]



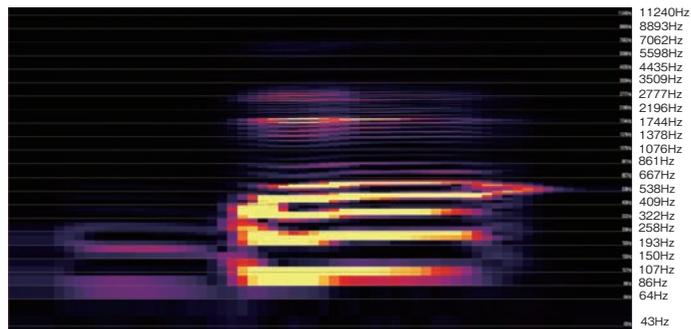
じ [dzi]



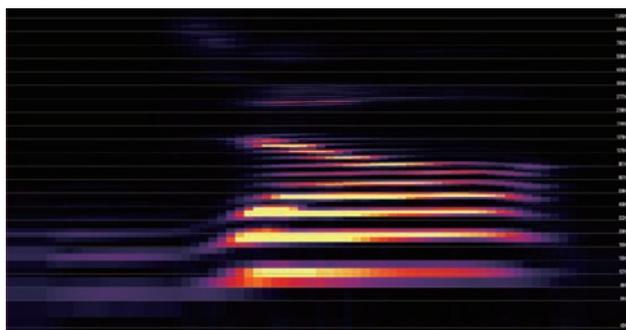
ず [dzu]



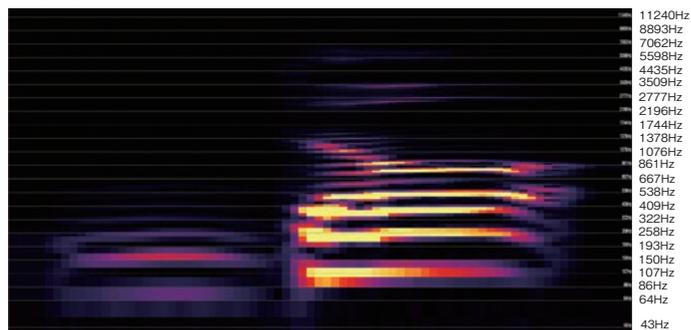
で [de]



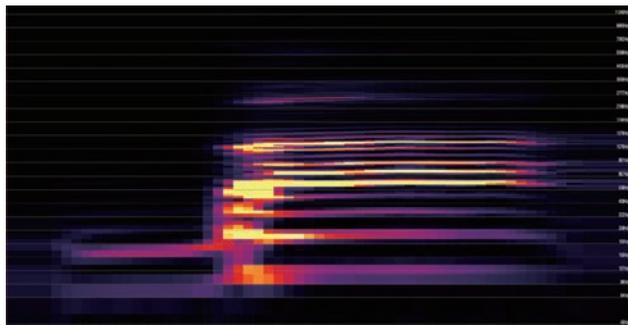
ぞ [dzo]



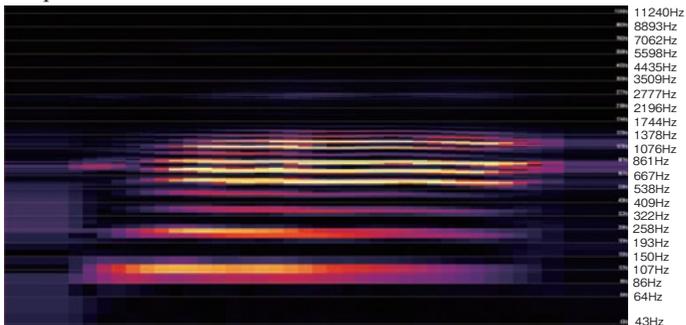
ど [do]



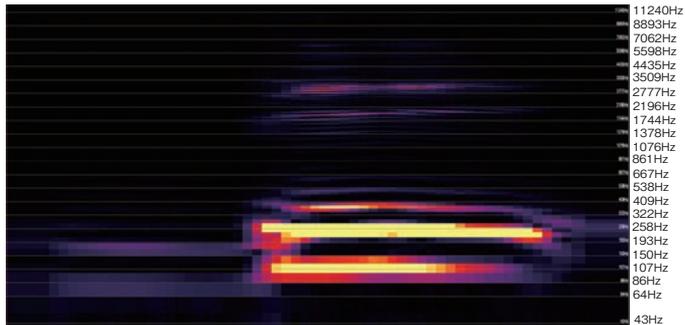
ば [ba]



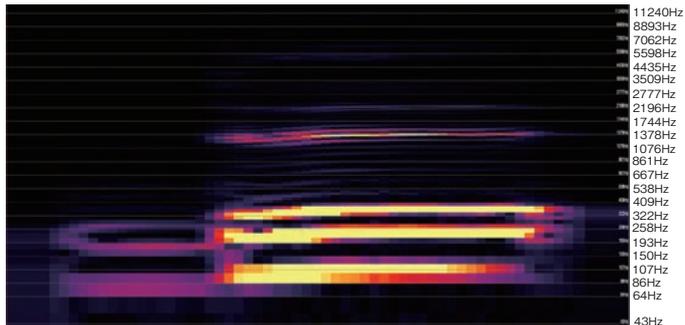
ぱ [pa]



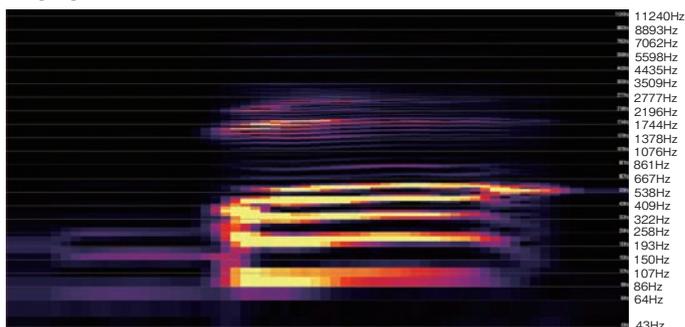
び [bi]



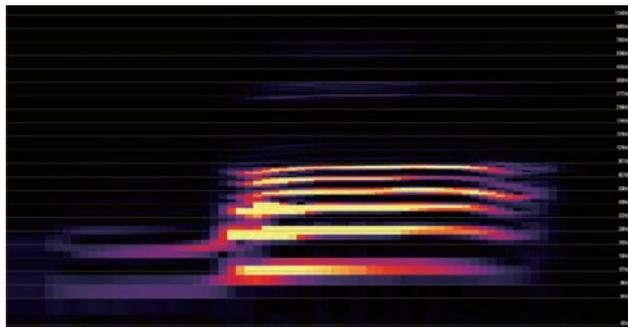
ぶ [bu]



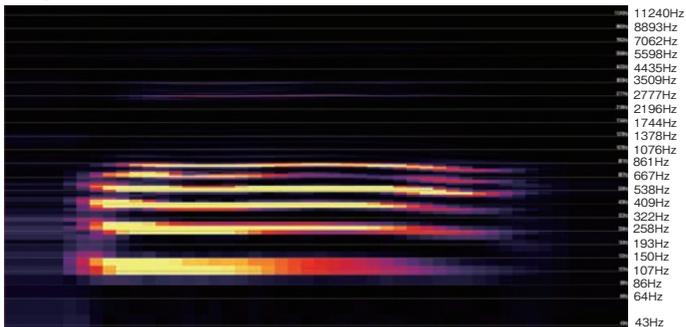
べ [be]



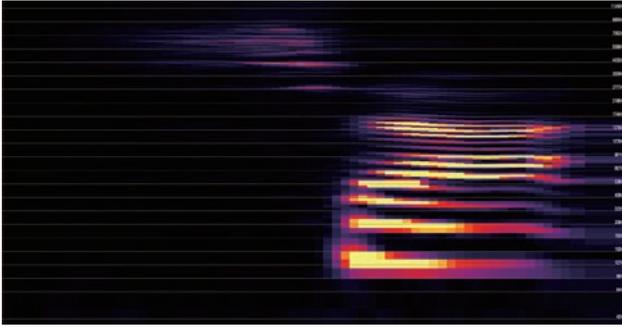
ぼ [bo]



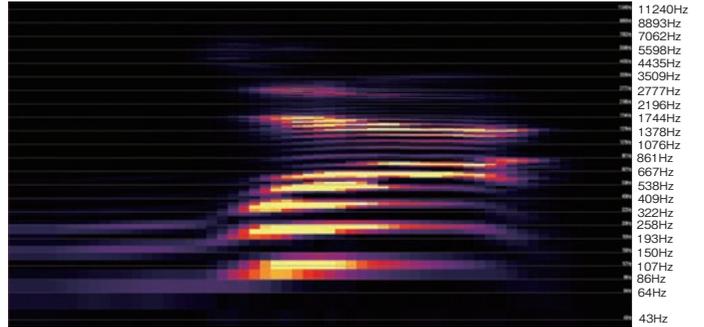
ぽ [po]



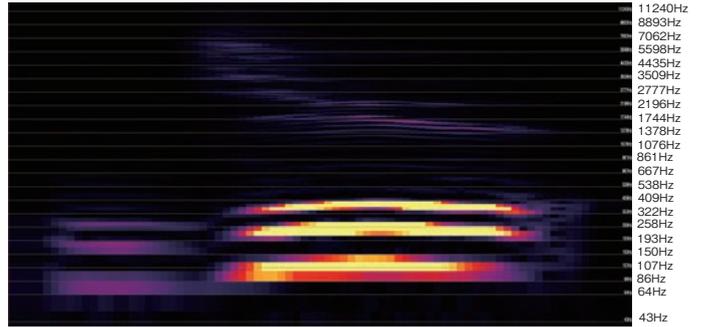
しや [ca]



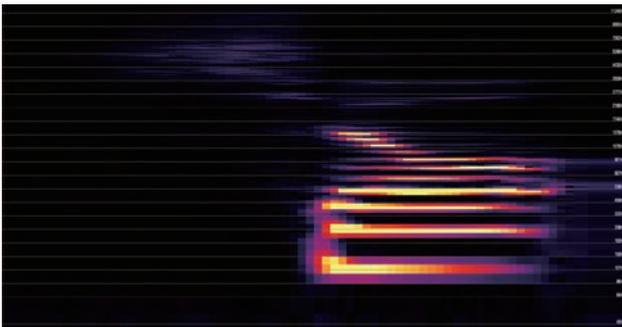
じや [dza]



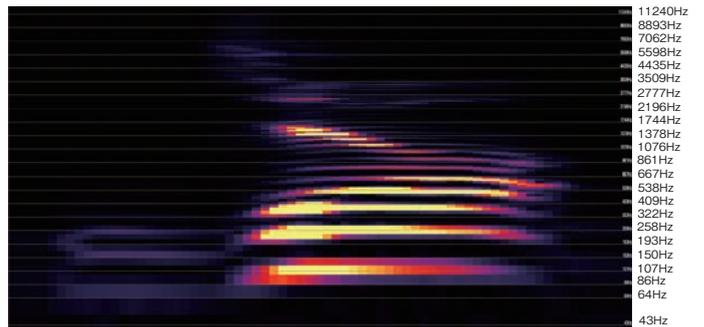
じゆ [dzu]



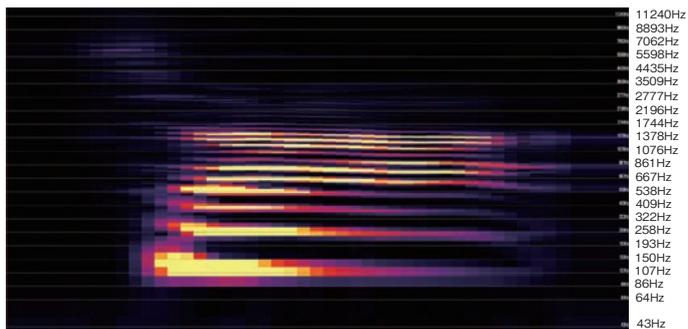
しよ [co]



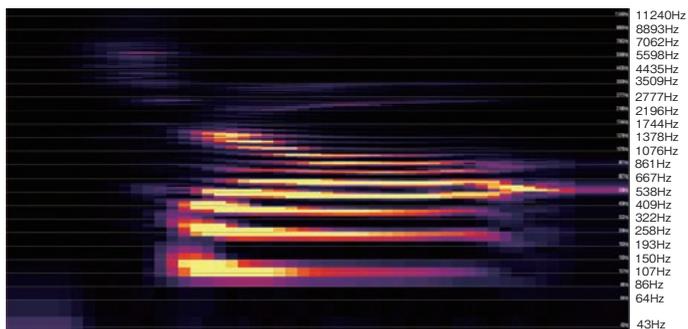
じよ [dzo]



ちゃ [tca]



ちょ [tɕo]



10-2. 被検者回答用画面

6.4. 検査の実施（被検者が入力する場合）でも記載したように、被検者が回答を入力する際には事前に入力方法の説明を行うことが望ましい。下記の画面を紙に印刷し、操作方法の説明に活用すると良い。



11. 引用方法

論文等を執筆する際に本検査方法を引用する場合には、下記のオリジナル論文を引用して下さい。

- iCI-2004 単音節検査

Nishio SY, Tono T, Iwaki T, Moteki H, Suzuki K, Tsushima Y, Kashio A, Akamatsu Y, Sato H, Yaegashi K, Takeda H, Kumagai F, Nakashima T, Matsuda Y, Hato N, Dairoku T, Shiroma M, Kawai R, Usami SI.

Development and validation of an iPad-based Japanese language monosyllable speech perception test (iCI2004 monosyllable).
Acta Otolaryngol. 2021;141(3):267-272.

- iCI-2004 単語検査

論文投稿準備中（採択後にPDFをアップデートいたします）

iCI-2004 導入・検査マニュアル
iPad 版 日本語語音弁別検査 (単音節・単語検査)

発行：2023 年 1 月 4 日

編集：日本耳科学会・CI2004 の標準化と人工聴覚器成績評価検査 HI2020 検討 WG
日本耳科学会・人工聴覚器成績評価検査 WG

〒113-0033 東京都文京区本郷 2-27-16 大学通信教育ビル 5 階

中西印刷（株）東京営業部内

一般社団法人 日本耳科学会

TEL：03-3816-0738 FAX：03-3816-0766

OTOLOGICAL
SOCIETY
OF JAPAN