

鉄道総研報告
RTRI REPORT

鉄道運転士の聴力検査に用いるささやき声の音圧・周波数特性

星野 慧* 倉友 乃康* 上田 珠生*
鈴木 浩明** 山本 尚寿***

Sound Pressure and Frequency Characteristics of Whispered Voices Used in Hearing Tests for Railway Drivers

Kei HOSHINO Noko KURATOMO Tamaki UEDA
Hiroaki SUZUKI Naotoshi YAMAMOTO

In order to obtain a railway driver's license, drivers have to pass a physical examination. The hearing standard in the physical examination states that "each ear must be able to hear whispered words clearly at a distance of 5 meters", but the specific method of measurement is not clear, nor its relevance to the audiometer test method used by JR. A survey was conducted to understand the characteristics of whispered voices across different phrases and speakers. The results confirmed that, regardless of the phrase or speaker, the peak sound pressure generally occurred around 1000 Hz. Although the overall sound pressure level depended on background noise levels, these findings were consistent with trends observed in previous measurements conducted by railway companies.

キーワード：人間工学，運転士，聴力，ささやき声

1. 聴力基準に関する実態調査の結果と課題

「動力車操縦者運転免許に関する省令」第八条の2（身体検査）及び別表二は、運転士（動力車を操縦する係員）に求められる身体機能，対応する身体検査項目とその基準を規定している。動力車操縦者運転免許（以下、「運転免許」）を取得するには、同身体検査に合格する必要がある。運転免許取得後においても「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」第十条（係員の教育及び訓練等）第二項の規定などに基づき、年1回以上の身体検査を受け、業務に支障ないことの確認が求められている。「聴力」については、「各耳とも5m以上の距離でささやく言葉を明らかに聴取できること。」とされている。（以下、「ささやき声方式」の検査と呼ぶ）。

一方、旧国鉄は純音の周波数や大きさを変化させて出力できるオーディオメータを用いた聴力基準判定方式の確立を目指した検討を1950年代後半から進めてきた。幾度かの改訂を経て、1982年（昭和57年）には聴力レベルを単位として、1000Hzで40dB、4000Hzで65dBの音を聴取できることという判定基準を策定した。国鉄の分割民営化後は、国鉄を承継したJR各社における身体検査基準となり、現在に至っている（以下、「オーディオメータ方式」の検査と呼ぶ）¹⁾。

上述のように、我が国の鉄道では2種の異なる方式で聴力検査が実施されているが、両者の関係は明確ではない。このため、「動力車操縦者の身体検査に関する調査検討会（事務局：日本鉄道運転協会、以下「調査検討会」と略）」において、2021年度以降、聴力基準のあり方についての具体的な調査検討を進めてきた。その一環として、2023年までに、ささやき声方式で検査を実施している鉄道事業者の協力を得て、検

* 人間科学研究部 人間工学研究室

** 人間科学研究部

*** 東日本旅客鉄道株式会社

表1 検査方法について

項目	詳細
検査場所	静かな部屋または以下に準じた環境で行う。 ・部屋の窓及び扉は閉め、検査に支障するような大きな音を発する空調や換気扇は、検査時は動作させない ・列車走行音などが発生する環境では、静かなタイミングで検査を実施する
検査位置	受診者は検査者から5mの間隔をあけて、互いに立位または座位で、正対する
受診者の体勢	検査しない方の耳を指やイヤーマフなどの専用器具でふさいで、両目を閉じる。
検査者の体勢	うつむかず、まっすぐ前を向き、記録用紙などで顔の前を遮らない。
検査方法	検査者は「ささやき声(声帯を振動させずに発する無声音)」を受診者が聴取できるか確認する。 ①聴取の可否や生年月日などの質問をする。受診者は、検査者に対して挙手や口頭で回答する。 ②検査者は駅名などの検査用語を受診者にささやき、受診者は検査用語を復唱する。
判定方法	受診者が5問中3問以上正確に回答または復唱できることを確認することを標準とする。
検査時の留意点	検査者は、受診者が検査者の発声動作に気づかないよう、両目が閉じていることを確認する。なお、受診者を閉眼させずに、補助者が受診者の視線を遮る程度のボードなどを用いる方法も可能とする。

査の実施方法や検査に用いるささやき声の詳細(周波数分布と音圧)を把握するための調査を実施した²⁾。調査の結果、無声音によるささやき声は1000Hz付近にピークを持ち、その帯域のA特性音圧レベルは概ね30~40dBで、オーディオメータ方式の1000Hz、40dBという基準と概ね一致することを確認した³⁾。

これを受け、実際に鉄道事業者が実施していた検査方式²⁾と、ささやき声による検査の手引き⁴⁾などを参考に、検査場所・検査時の検査者と受診者の位置関係・検査者と受診者の体勢や使用する備品・そのほかの留意点を整理したのが表1である。

ただし、具体的な「検査方法」は事業者ごとに異なっているため、調査検討会では標準的な検査方法を示すことにした。例えば、声帯を振動させない無声音を用いる事業者と、声帯を振動させる有声音の事業者が混在し、検査に用いる文言も事業者ごとに様々であるため、2024年度に追加の調査を実施することとなった。様々な文言の音圧や周波数分布を調べ、検査に適した文言案を選定することが調査の目的である。なお、有声音に比べて、無声音は音圧や周波数帯域の性差・個人差が少ないことから、標準的な検査で用いるささやき声は無声音を推奨するものとした。本論文では、国からの委託を受けて実施した調査の概要を報告する。

その後、調査検討会での審議を経て、2025年3月にささやき声方式の標準的な検査方法が示され⁵⁾、2026年3月に改訂された「動力車操縦者身体検査マニュアル」に、「附録8-1 会話法の検査方法等の例」として明文化された⁶⁾。

2. 調査方法

2.1 対象

男女10名(平均年齢41.3歳、標準偏差8.58歳、男性6名・女性4名)が参加した。参加者は聴力検査における検査者役として、ささやき声を発声した。

2.2 測定方法

測定は、表 1 に示した検査場所の条件を満たす静かな部屋で行った。部屋は道路に面していない施設の中の敷地の中央にあり、窓や空調設備のある一般的な会議室（縦 8.5m, 横 3.9m）であった。測定時には、窓を閉め、空調を使用しない状態で、廊下を通る通行人による影響も少なく、会議室内に騒音がない静かな状況で計測した。また、表 1 に示した検査位置に従い、検査者と受診者は立位姿勢で 5m 離れて正対している状況とし、検査者の立位位置から 5m 離れた場所の床から 1.5m を受診者の耳位置の高さと仮定して騒音計を設置して音声を測定した。計測に用いた騒音計は、精密騒音計（RION NL-52, 波形収録：NX42-WR, サンプリング周波数 48kHz, ビット長 24bit）であり、三脚に固定し、音圧波形を収録した。図 1 に計測の様子を示す。

表 2 には、測定に使用した 6 種類の文言を示す。文言は、3 種類の単語と、3 種類の単文の合計 6 種類であり、単文は現場でのささやき声の聴取時に使用されていた 3 種類を選定した²⁾。単語の 3 種類は、聴取しやすい言葉と聴取しにくい言葉のどちらも含まれるようにし、また、3 拍以下の単語の場合は聞き間違いが生じやすいと予想されたことから、4 拍以上を含む単語として、馴染みのある誰にでもわかりやすい単語を選定した。聴取しやすい単語としては「カ・サ・タ行」を多く含む良聴語の中から「トウキョウ」を選定した。また、聴取しにくい言葉として「ナ・マ・ラ・ハ行」を多く含む難聴語の中から「フジノヤマ」と「ミナミノハヤ」を選定した⁴⁾。

6 種類の文言について参加者が説明を受けたあとに、参加者は検査者位置に立った。ささやく発声をする際には、5m 前方に設置された騒音計の位置にいる実験者にささやき声が聞こえるような発声となるように指示された。参加者は実際にささやく練習を一度行い、有声音になっていないことを確認した後に、本番の無声音でのささやき声の発声を行った。ささやき声は 2 回ずつ計測し、より騒音のない状況での発声時を解析対象とした。暗騒音はささやき声の発声前の 10 秒間を収録し、対数平均を用いた平均値を算出した。解析対象の音圧波形に対して、A 特性の周波数重み付けをした後、1/3 オクターブバンド毎の音圧レベルに変換した。

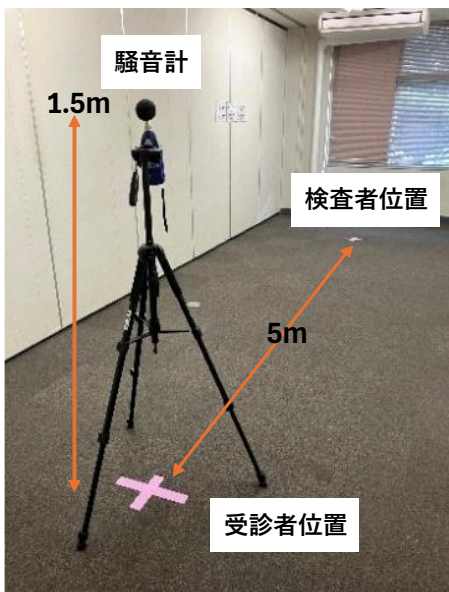


図 1 計測時の様子

表 2 測定に使用した 6 種類の文言

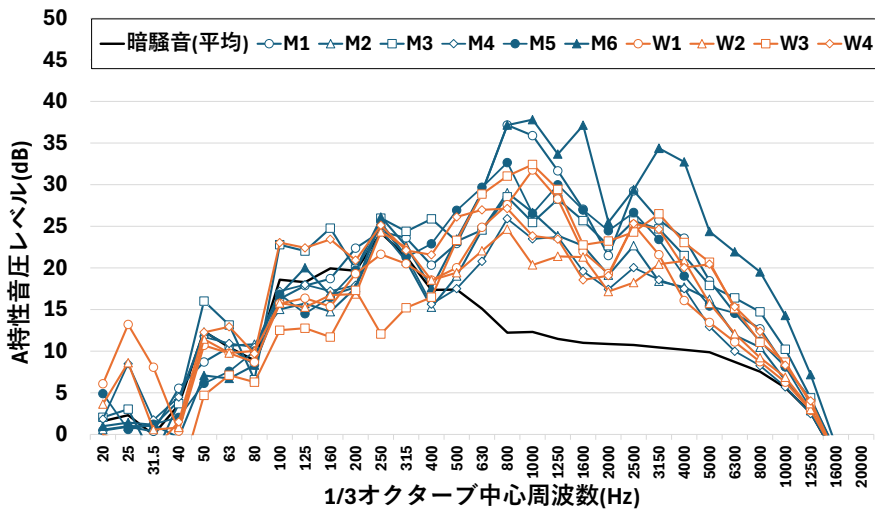
項目	内容	備考
1	トウキョウ	良聴語
2	フジノヤマ	難聴語
3	ミナミノハヤ	
4	手をあげてください	事業者が実際に使 用していた単文
5	生年月日を教えてください	
6	今日の体調はいかがですか	

3. 結果と考察

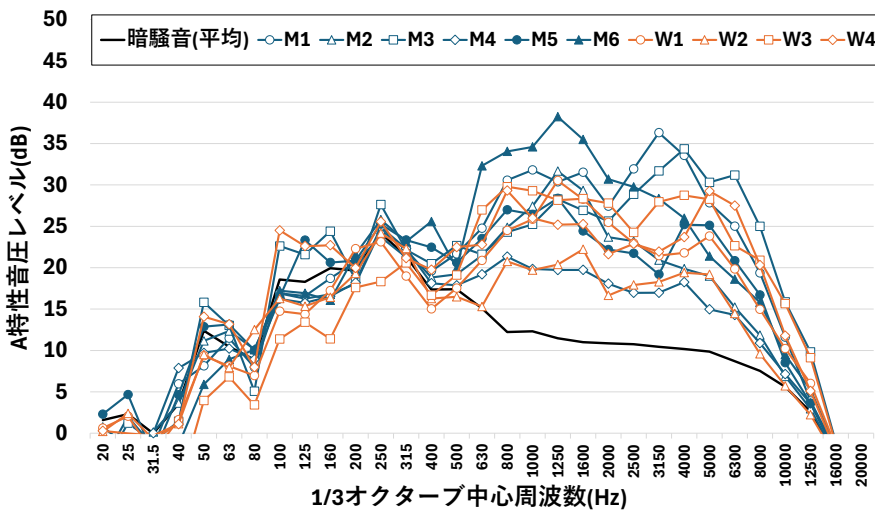
3.1 ささやき声の周波数分析結果と考察

6種類の文言ごとの、10名の参加者のささやき声の測定結果を図2(a)~(f)に示す。横軸は周波数、縦軸は音の大きさを表す代表的な指標であるA特性音圧レベルである。広範な帯域に渡って、特に630Hz以上5000Hz以下の周波数帯域においては、暗騒音よりもささやき声の音声の方が音圧レベルに関して上回っており、ささやき声はこれらの周波数帯域を主成分とすることが読み取れる。難聴語を多く含む「フジノヤマ」に関しては、4000Hzの帯域で音圧のピークをもつ参加者もみられるが、音圧のピーク値は1000Hzから2000Hzの帯域内でほとんどの文言と参加者において確認された。

文言による周波数特性について考察すると、「フジノヤマ」のような難聴語を多く含む文言よりも良聴語を多く含む文言のほうが、ピークをもつ周波数帯域が1000Hz付近となりやすい可能性がある。単語だけでなく、今回使用した単文は、良聴語を多く含んでおり、1000Hz付近をピークにもつことが多いことも読み取れる。よって、ささやき声検査に使用する文言として、良聴語を多く含む単語や、実際の鉄道事業者で使用されていた単文を用いることは、より均一な検査になる可能性が示唆された。

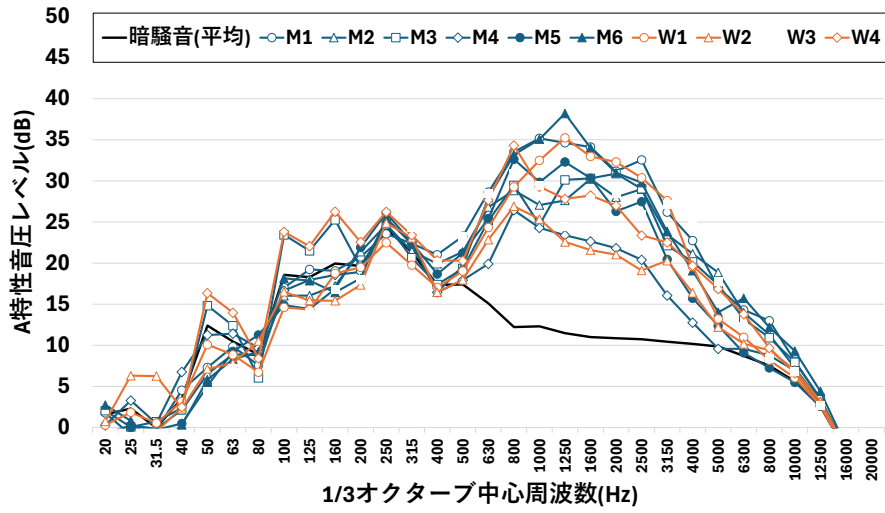


(a) トウキョウ

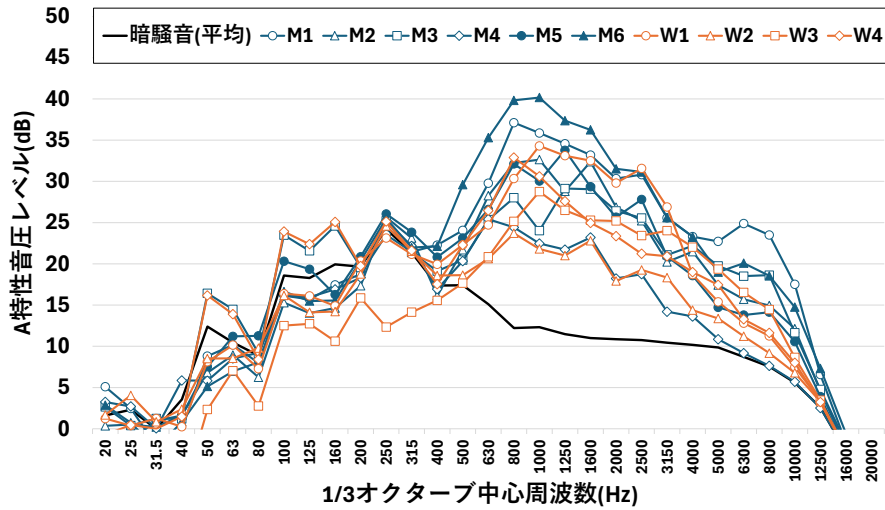


(b) フジノヤマ

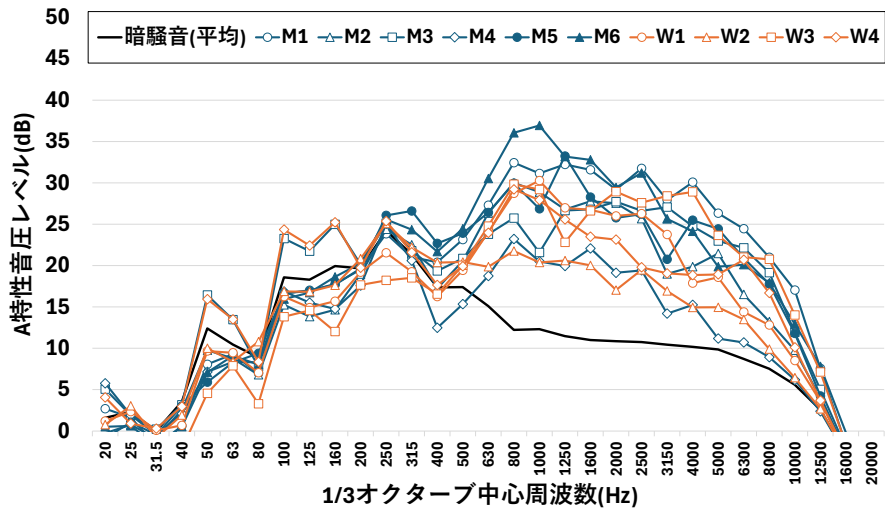
図2 6種類の文言の1/3オクターブ分析の結果



(c) ミナミノハヤ

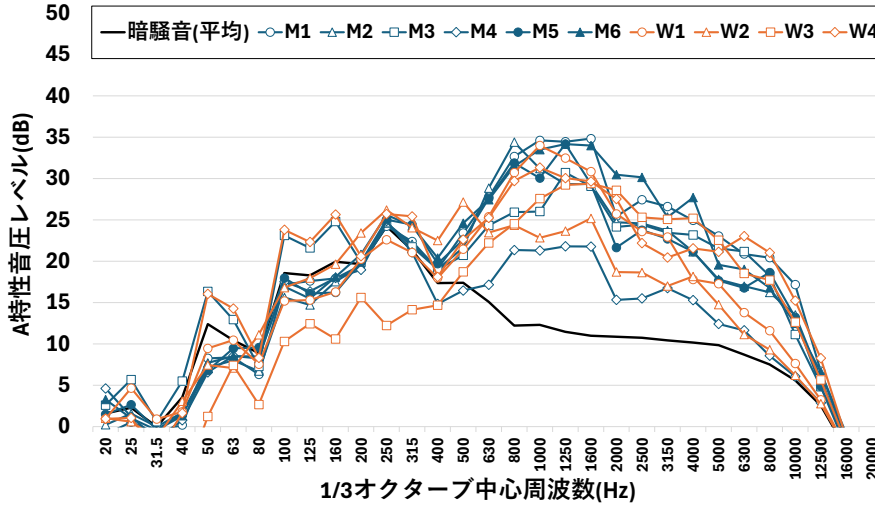


(d) 手をあげてください



(e) 生年月日を教えてください

図2 6種類の文言の1/3オクターブ分析の結果



(f) 今日の体調はいかがですか

図2 6種類の文言の1/3オクターブ分析の結果

3.2 鉄道事業者での測定結果との比較

図3に、本調査で得られたささやき声の4つの中心周波数帯域（500Hz，1000Hz，2000Hz，4000Hz）における文言と暗騒音の音圧レベルの対数平均値について求めた結果を示す。図4には、2023年度までに実施された鉄道事業者における無声音のささやき声と暗騒音の測定結果²⁾を示す。本調査の結果からは、無

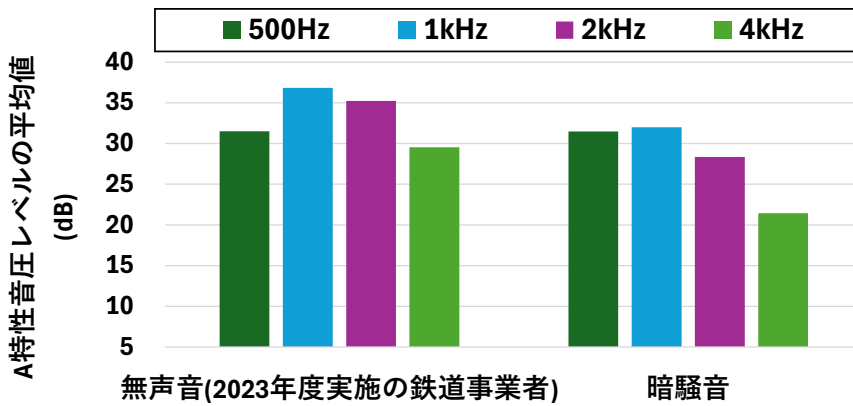


図3 文言と暗騒音の周波数帯域別の音圧分布

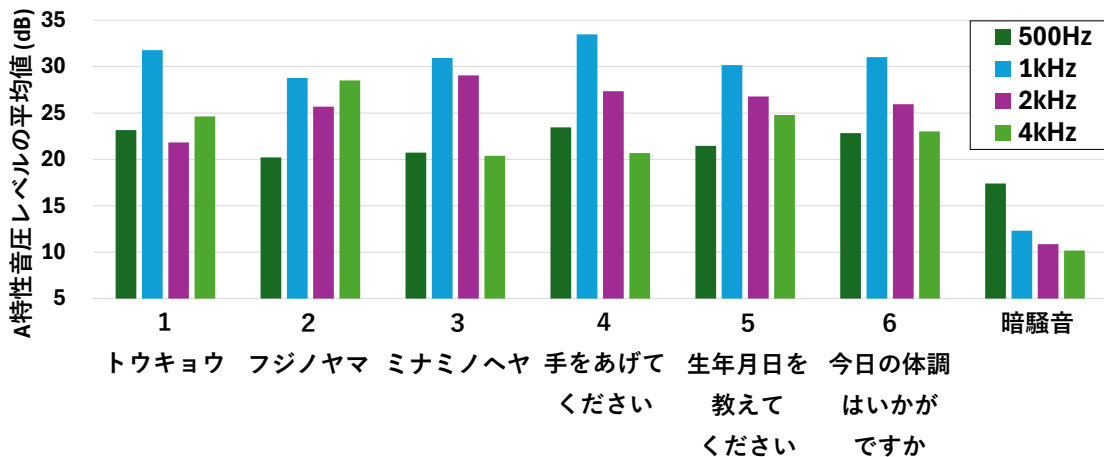


図4 2023年度実施の鉄道事業者の無声音と暗騒音

声音の中心周波数帯域が 1000Hz の音圧は 30dB 前後であったが、先行調査の鉄道事業者では 35dB から 40dB となっていたことから、音圧レベルに差異がみられた。

この理由としては、室内の音環境である暗騒音の大きさの差異による影響があげられる。暗騒音の大きさを比較すると、本調査では中心周波数帯域が 1000Hz の音圧レベルは 10dB から 15dB の範囲であったが、鉄道事業者で測定した暗騒音は、中心周波数帯域が 1000Hz で 30dB を越えており、暗騒音による影響が大きく異なることが予想される。よって、本調査と鉄道事業者の室内の暗騒音が異なったことが、ささやき声の音圧レベルの大きさに影響したと考えられるが、1000Hz 付近にピークがある点は共通していた。

4. まとめ

ささやき声方式の聴力検査のマニュアル化において、検査に適した文言案を選定するため、「ささやき声」の文言について、国からの委託を受けて調査を実施した。10名の6種類のささやき声の5m離れた位置における測定で得られた音圧・周波数の分析結果から、以下のことが明らかになった。

- (1) 無声音によるささやき声は、文言の種類や検査者によらず、1000Hz 付近にピークを持つ場合が多いことが確認された。ただし、復唱させる文言に「フジノヤマ」のような難聴語を多く含む単語を用いる場合には、4000Hz 付近にピークをもつ検査者もみられたため、マニュアルとして均一的になる文言としては、良聴語を多く含む単語や、鉄道事業者でも使用されていた単文を使用することが推奨された。
- (2) 鉄道事業者で測定された無声音のささやき声と本調査のささやき声を比較すると、音圧レベルの大きさは測定する室内の音環境に依存することが示唆されたが、1000 Hz 付近にピークを持つ場合が多いという同様の傾向であることが確認できた。

謝 辞

本研究は「動力車操縦者の身体検査に関する調査検討会」における検討の一環として実施したものです。検討会メンバーおよび関係者の皆様に深謝の意を表します。

文 献

- 1) 日本鉄道運転協会：鉄道運転士の聴力に関する調査検討報告書，日本鉄道運転協会，2013
- 2) 星野慧，斎藤綾乃，鈴木浩明，笠原悦夫，山本尚寿：ささやき声方式を用いた運転士の聴力検査の実態調査，鉄道総研報告，Vol.39，No.5，pp.11-16，2025
- 3) 日本鉄道運転協会：令和5年度動力車操縦者の身体検査に関する調査検討報告書，2024
- 4) 堀口申作：聴力検査の実際，南山堂，1966
- 5) 日本鉄道運転協会：令和6年度動力車操縦者の身体検査に関する調査検討報告書，2025
- 6) 動力車操縦者の身体検査に関する調査検討会：動力車操縦者 身体検査マニュアル（令和8年3月），2026