

Title	難聴者による日本語単音節の聴取：予備調査
Sub Title	A preliminary study of identification of Japanese monosyllables by patients with hearing loss
Author	杉山, 由希子(Sugiyama, Yukiko) 鈴木, 大介(Suzuki, Daisuke) 新田, 清一(Shinden, Seiichi)
Publisher	慶應義塾大学言語文化研究所
Publication year	2025
Jtitle	慶應義塾大学言語文化研究所紀要 (Reports of the Keio Institute of Cultural and Linguistic Studies). No.56 (2025. 3) ,p.55- 71
JaLC DOI	10.14991/005.00000056-0055
Abstract	This paper reports on the clinical data collected from patients who visited the Otolaryngology Department of Saiseikai Utsunomiya Hospital between 2017 and 2019. Twenty Japanese monosyllables (Table 67-S) produced by a female speaker were presented to each ear of 37 patients who had different degrees of hearing loss. The syllables were presented multiple times to each ear of each listener to determine the amplitude level at which each ear was able to identify the syllables most accurately. Based on the listeners' responses, confusion matrices were created by the syllable, consonant, and vowel. While not all the results were expected given the acoustic properties, some tendencies were observed. In general, as expected, identification of monosyllables consisting of only vowels were relatively accurate, although they were not the most accurately identified syllables. The syllables identified most accurately were those consisting of the voiceless velar stop, /ki/ and /ku/, which was somewhat unexpected. Confusion of consonants often occurred among ones which had a similar place and/or manner of articulation.
Notes	論文
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00069467-00000056-0055

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

難聴者による日本語単音節の聴取

— 予備調査* —

杉山由希子、鈴木大介、新田清一

Abstract

This paper reports on the clinical data collected from patients who visited the Otolaryngology Department of Saiseikai Utsunomiya Hospital between 2017 and 2019. Twenty Japanese monosyllables (Table 67-S) produced by a female speaker were presented to each ear of 37 patients who had different degrees of hearing loss. The syllables were presented multiple times to each ear of each listener to determine the amplitude level at which each ear was able to identify the syllables most accurately. Based on the listeners' responses, confusion matrices were created by the syllable, consonant, and vowel. While not all the results were expected given the acoustic properties, some tendencies were observed. In general, as expected, identification of monosyllables consisting of only vowels were relatively accurate, although they were not the most accurately identified syllables. The syllables identified most accurately were those consisting of the voiceless velar stop, /ki/ and /ku/, which was somewhat unexpected. Confusion of consonants often occurred among ones which had a similar place and/or manner of articulation.

1. はじめに

難聴は、その度合いや進行速度に個人差はあるものの、加齢とともに進むことが多い（倉片 2024, Le Prell 2022）。平均寿命が伸びるにつれ、現在、世界じゅうで高齢化が進んでおり、人口のじつに20%に難聴があると言われてい

* A preliminary study of identification of Japanese monosyllables by patients with hearing loss

る (Livingston et al. 2024)。難聴になると、音声を介しての意思疎通がしにくくなるため、社会的な孤立を招くことが多い。近年の研究報告 (Livingston et al. 2024 など) では、難聴で可聴域が減ることによって、環境から脳に入る刺激が減ったり、聞くことにより多くの認知資源が必要になったりして、認知能力への影響が生じることが明らかになりつつある。そのため軽度の難聴であっても、長期的には認知能力の低下や、認知症発症リスクの上昇につながる。一方、最長25年に及ぶ13万人ほどを対象としたコホート研究では、補聴器などの聴覚補助器を用いることによって、認知能力の衰えを有意に減少できたことが分かっている (Yeo et al. 2023)。世界的に高齢化が進むなか、日本の高齢化率は世界で最も高く (内閣府 2023)、難聴者の数もそれに応じて多いことが予想される。このような状況に鑑みると、適切に調整された補聴器が入手しやすい環境を整えることは、今後の日本にとって極めて大事な課題のひとつである。認知症の発症リスクが減ることは、個人にとっては生活の質の向上や、健康寿命の延伸につながる。また、国家としては医療費の削減が期待できる。ところが、欧米諸国では補聴器の普及率が40%を超えるのに対して、日本では15%ほどとかなり低く、装用満足度も低い (日本補聴器工業会 2022)。日本で補聴器が普及しない原因としては、そもそも難聴治療一般についての啓蒙が十分になされていないこと、補聴器に関する正しい知識が普及していないことや、補聴器装用に必要な訓練が適切にされていないことなどが挙げられる (新田・鈴木 2016)。補聴器は、家電製品とは違い、購入してすぐに使えるようなものではなく、装用を始めて3か月ほどは医師や言語聴覚士による指導や、個々の聴覚特性に合わせた補聴器の調整が必要である。しかし、そのようなことはあまり知られていない。このような社会的背景に加えて、音声学的には、現在世界で普及している補聴器は、英語を中心とした印欧語の聴取を前提に調整されていることも無視できない。

現在、世界で広く採用されている補聴器調整法には、オーストラリアの国立音響研究所で提案されたNAL-NL法 (National Acoustic Laboratories' nonlinear fitting procedure) や、カナダのオンタリオ州にあるWestern Universityで開発されたDSL法 (Desired Sensation Level Method) がある (佐野 2017)。これら

の地域の主要な使用言語は英語であり、日本語とは音素構成 (phoneme inventory) や許容される音素配列 (phonotactics)、韻律特徴が異なる。日本語では、子音-母音 (CV)、あるいは母音 (V) のみからなる開音節が圧倒的に多く、子音連結 (consonant clusters) は音韻的には許容されていない。一方、英語では音節核の前後に子音連結 (例: strengths /stiɛŋθs/ (CCCVCCC)) が許されるため、長期平均音声スペクトル (LTASS) が高い (Byrne et al. 1994)。このことを考慮して、Shiraishi et al. (2022) は日本語の音響特徴にもとづいて、低周波数域の増幅を強め、高周波数域の増幅を弱めた音声を用いて、軽度から中等度の難聴をもつ聴者を対象に、日本語文の聴取実験を実施した。その結果、従来の、主に英語のLTASSにもとづいて周波数域ごとの振幅を調整した音声と、日本語のLTASSにもとづいて調整した音声とでは、文聴取の正答率に有意な差は見られなかった。しかし多くの聴者は、日本語のLTASSにもとづいて調整された音声の方が自然に聞こえると答えた。もし補聴器が言語に応じて調整されれば、装用の負担が軽減し、補聴器装用の促進につながるかも知れない。個別言語ごとの補聴器調整法の必要性はこれまでも議論されているものの (小寺 2007, 佐野 2017, Chasin 2011)、確立されるには至っていない。

済生会宇都宮病院耳鼻咽喉科は日本最大規模の補聴器外来のひとつで、平日毎日40名ほどの受診があり、総受診者数は3,200名ほどにのぼる。日本語に適した補聴器調整法を確立するために、2017年から、聴力検査の結果の電子化、およびデータベース化を進めている。補聴器調整の現状は、個々の言語聴覚士の経験に頼る部分が多く、補聴器を適切に調整できる言語聴覚士の養成にも時間がかかる。済生会宇都宮病院耳鼻咽喉科では、今後の補聴器の需要の高まりに対応するべく、より適切、かつ効率的に補聴器を調整する方法を模索している。本報告では、その一環として、臨床の現場で実施されている語音聴力検査の結果の一部を分析し、今後の分析方針の指針とする。大局的には、本研究が日本語の音声の聴取に適した補聴器調整法の開発に資することを目指す。

2. 方法

2.1 聴取者

本研究で検証の対象としたのは、2017年10月から2019年1月の間に、済生会宇都宮病院耳鼻咽喉科補聴器外来を初めて受診した37名の難聴者である。表1に37名の年代ごとの内訳を示す。平均年齢は73.9才であったが、表にあるように20代と40代の患者がそれぞれ2名ずつ含まれており、難聴の症状は全員が加齢性による難聴ではなかった。また、認知機能検査は実施していないため、聴取者の認知機能については不明である。本検証では難聴全般の傾向を把握することを目的とし、難聴の症状等は問わず、検査を受けた患者全員の検査結果を検証の対象とした。

表1 受検者の年齢分布

年代	人数
20代	2
30代	0
40代	2
50代	1
60代	4
70代	12
80代	11
90代	5

2.2 音声

検査には、日本聴覚医学会より頒布されている、語音聴覚検査用CDを用いた。そのCDに収録されている音声のうち、本研究で報告する調査結果は、67-S語表の「ことばの語表（語音弁別検査用）」を患者に提示したものである。この語表は、臨床で補聴器調整の際に使用されている標準的な検査のひとつである。音声は、現在はCDに収録されているが、原音は1957年に日本オーディオロジー学会（現日本聴覚医学会）が作成した標準聴力検査用のレコードである。67-S語表は、当時、頻出度が高いとされた、濁音を含む50

の単音節から構成される57-S語表から20の単音節、「あ、う、お、き、く、し、す、た、て、と、に、ね、は、も、よ、り、わ、が、じ、ば」を選択して構成されたものである（神崎・小田 2003）。67-S語表の50音からどのような20音が57-S語表に選定されたかについては、言及はない。表2に、ことばの語表の一部を示す。全部で8の表から構成され、各表では20の単音節が異なる順序で現れる。全ての語音（単音節）は1名の女性に読み上げられたものである。

表2 67-S語表 ことばの語表の一部抜粋

1表	ア	キ	シ	タ	ニ	ヨ	ジ	ウ	ク	ス
	ネ	ハ	リ	バ	オ	テ	モ	ワ	ト	ガ
2表	キ	タ	ヨ	ウ	ス	ハ	バ	テ	ワ	ガ
	ア	シ	ニ	ジ	ク	ネ	リ	オ	モ	ト
3表	ニ	ア	タ	キ	シ	ス	ヨ	ク	ジ	ウ
	オ	ネ	バ	ハ	リ	ガ	テ	ト	ワ	モ

4-8表は省略

2.3 手順

患者は、済生会宇都宮病院耳鼻咽喉科に設置されている防音室でひとりずつ検査を受けた。患者は補聴器外来の初診であったため、まずはなにも装用しない状態（裸耳）で、ヘッドホンを着用して音声聞いた。37名のうち、30名は右耳から検査を受けた。全ての患者は、67-S語表ことばの語表の1表から順に提示されたが、何表まで提示されたかは、各患者、各耳の聞こえの状況に応じて異なった。各表の20の単音節をひととおり提示することを1回の検査とみなすと、37名に行った合計検査回数は227回であった。表3にあるように、検査回数にばらつきはあるものの、各耳とも3回検査を実施することが最も多かった（1表から3表まで提示されたことになる）。音圧レベルは、各患者、各耳において最良聴の音圧レベルが判断できるように調節された。検査時の最小の音圧レベルは30 dB、最大は100 dBであった。

表3 各患者において検査を受けた回数

	1回	2回	3回	4回	5回	6回
右耳	3	4	19	8	2	0
左耳	3	2	23	5	2	1

検査結果を確認したところ、37名のうち1名は片耳で1回しか検査が実施されておらず、しかもどの提示音に対しても無回答であったため、検証の対象外とした（表3には含まれていない）。補聴器調整の目的は補聴器装用時に最良の聞こえを実現することであるため、以下の検証では各患者の左右各耳の最良の検査結果のみを分析の対象とした。したがって、分析した単音節の総数は、36名×左右各耳×20音節＝1,440である。

3. 結果

3.1 単音節の聴取

表4は67-S語表のうち、ことばの語表（単音節）の聴取の結果を混合行列で示したものである。縦列は提示された20の単音節、横列は聴者の回答を示す。表中の提示音声は、上から、いわゆる五十音表の順で示してあり、濁音の「が」、「じ」、「ば」はその後に示してある。回答の左から最初の20音は、提示音声と同じ順に示してある。回答では提示された20音以外の回答もあったため、それらは20音に続いて示した。これらについても、五十音表に準拠して表記した。最右の「無」は回答がなかったことを示す。提示音声ごとの総回答数は、無回答も回答とみなすと、72である。

提示音声を、正答数の多いものから少ないものの順に並べると、「き」/ki/、「く」/ku/、「よ」/jo/、「り」/ri/、「あ」/a/、「お」/o/、「し」/si/、「う」/u/、「と」/to/、「じ」/zi/、「に」/ni/、「も」/mo/、「が」/ga/、「て」/te/、「ば」/ba/、「す」/su/、「わ」/wa/、「ね」/ne/、「は」/ha/、「た」/ta/、であった。本検査では検証される音節数が20と限られているため一般化は難しいが、本検査の結果のみについて述べると、単母音からなる音節（V）については、概して正答率が高かった。これは、母音は聞こえ度（sonority）が高いことと関係しているのかも知れない。正答率が高かった順に、/a/、/o/、/u/とならび、

これは開口度の大きさと一致する。一方、音節の構成が子音、母音（CV）である語音については、どのような音節が比較的に正しく聞き取れるのか、はっきりとした傾向は見いだせない。破裂音/p/、/t/、/k/の中では、歯茎音/t/のエネルギーがもっとも大きく、両唇音/p/のエネルギーがもっとも小さい傾向にあるが（Ladefoged 1993）、歯茎閉鎖音を含む/ta/、/te/、/to/の正答率はいずれも高い方ではなく、/ta/については20音の中でもっとも誤答の多い音節であった。一方、軟口蓋閉鎖音を含む/ki/と/ku/¹は、20音の中でもっとも正答率の高い語音のふたつであった。単母音よりも良聴であったことは、これらの音響特徴を考えるとやや意外であった。次に正答率の高かった/jo/と/i/は接近音の子音として持ち、比較的にエネルギーの大きい音節である。その後続く/si/を構成する無声歯茎摩擦音も比較的に音圧レベルの高い子音である。/ni/と/mo/は聞こえ度が比較的に高いとされる鼻音の子音として持つが、いずれも/zi/よりは正答率が低かった。無声軟口蓋子音から構成される音節は正答率が最も高かった一方、有声軟口蓋子音をもつ/ga/の聞き取りはあまり良くなかった。/su/の聴取は/si/よりもさらに良くなかった。/wa/や/ne/はいずれも聞こえ度の高い子音と、高母音ではない母音（non-high vowels）、つまり開口度が大きめでエネルギーが高めの母音から構成されるが、誤答が多い傾向にあった。/ha/に誤答が多かったのは、子音が無声声門摩擦音で、前後の音韻環境に影響を受けやすいため、特徴的な音響特徴を持たないことと関係しているかも知れない（Ladefoged & Maddieson 1996）。このように、音節の単位で見た語音の正答率は、音節を構成する音素の音響的な特徴に照らし合わせると、ややランダムであった。

一方、異聴については、患者間で似たような傾向がうかがえるものがある。特に、特定の音節への異聴が20%を超える（実数としては $72 \times 0.2 = 14.4$ 、すなわち15以上）音節²については、異聴の多いものから順に/ta/→/ka/（/ta/

1 東京方言では、無声子音の間に起こる高母音は無声化することが多い。後ほど改めて議論するが、本検査で用いられている音声は、単音節での発声であり、/ki/も/ku/も十分な有声期間が認められた。

2 これらに続いて多い異聴は、/ba/→/ra/で、72回答中の全体の15%ほどであり、20%を超えるものとは少し差異があった。

が/ka/と異聴されたことを示す)、/ha/→/ka/、/ne/→/me/、/wa/→/ra/と異聴の特徴がはっきりしていた。すなわち、いずれの異聴も子音の異聴で、母音は正しく聞き取れていた。さらに、子音の特徴も似ている。/ta/→/ka/はいずれも無声破裂音、/ne/→/me/はいずれも鼻音であり、調音点の異聴である。/wa/→/ra/はいずれも接近音である。/ha/→/ka/は、無声声門摩擦音を無声軟口蓋破裂音に異聴しており、調音法も調音点も異なるものの、いずれも声道の後方で調音される子音であるという点では類似性がある。特定の単音節への異聴が10%を超えながらも、提示音声と回答に音響的にはあまり共通性が見られない単音節への異聴は皆無ではなかったものの (/u/→/N/、/te/→/ko/)、極めて少なかった。

50単音節を検査する語音表 (57-S) を用いた検査 (赤坂・西村・岡安・細井 2010) では、「い」の聴取率が最も高く、「き」、「く」、「か」、「こ」、「よ」、「う」、「お」、「て」、「ゆ」と続いた。正答率が低いものは、正答率の低かった10単音節のなかで、もっとも正答率の高かったものからもっとも低かったものに並べると、「み」、「ど」、「ち」、「な」、「た」、「の」、「だ」、「せ」、「で」であった。本検証の結果と傾向が似ているのは、「き」、「く」、「よ」、「お」が比較的に良聴であることと、「す」、「た」、「ね」の異聴が多いことであった。本検証と赤坂たち (2010) で結果が明らかに異なる語音、つまり、片方では正答率が高いのにもう一方では低い、というような音節は見受けられなかった。

3.2 音素の聴取

次に、音素の単位での異聴について検証する。以下で述べるように、音素単位で分析する際には、音素によって出現回数が異なることに留意が必要である。以下では、実際の回答数とその割合の両方を示すこととする。

3.2.1 子音の聴取

表5 (a) に子音聴取の混合行列を実際の回答数で表したもの、表5 (b) に割合で表したものを示す。表5 (a) の/r/は、弾き音/r/を示す。表において、「回答」

表5(a) 子音の混合行列（実数）。「X」は子音がなくて母音のみの音節であることを示す。「回答」の「NR」は回答がなかったことを示す。「r」は弾き音を表す。

		回答																		
		t	k	s	h	b	g	z	m	n	r	j	w	p	d	X	NR	Sum		
提示子音	t	132	36	3	7	1	4	0	0	0	11	0	0	0	0	7	15	216		
	k	1	137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	144		
	s	8	14	103	6	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	5	4	144		
	h	5	21	1	36	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	72		
	b	1	0	0	1	42	2	0	0	0	11	0	0	1	4	1	9	72		
	g	2	1	0	0	4	45	0	0	0	10	0	0	0	3	0	7	72		
	z	1	2	0	1	1	4	50	0	0	7	0	0	0	0	1	5	72		
	m	0	0	0	0	0	0	0	51	8	8	2	0	0	0	1	2	72		
	n	0	0	0	1	0	0	0	28	90	10	0	0	0	0	5	10	144		
	r	0	2	0	1	4	0	0	1	0	60	0	0	0	0	0	4	72		
	j	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	63	0	0	0	0	5	72		
	w	2	0	0	0	3	0	0	0	0	16	4	38	0	1	1	7	72		
	X	1	2	0	3	0	1	0	2	0	4	0	1	0	2	187	13	216		

表5(b) 子音の混合行列（割合）

		回 答															
		t	k	s	h	b	g	z	m	n	r	j	w	p	d	X	NR
道 半 示 提	t	61.1	16.7	1.4	3.2	0.5	1.9	0	0	0	5.1	0	0	0	0	3.2	6.9
	k	0.7	95.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	2.8
	s	5.6	9.7	71.5	4.2	0	0	0	0	0	2.8	0	0	0	0	3.5	2.8
	h	6.9	29.2	1.4	50.0	0	1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	4.2	6.9
	b	1.4	0	0	1.4	58.3	2.8	0	0	0	15.3	0	0	1.4	5.6	1.4	12.5
	g	2.8	1.4	0	0	5.6	62.5	0	0	0	13.9	0	0	0	4.2	0	9.7
	z	1.4	2.8	0	1.4	1.4	5.6	69.4	0	0	9.7	0	0	0	0	1.4	6.9
	m	0	0	0	0	0	0	0	70.8	11.1	11.1	2.8	0	0	0	1.4	2.8
	n	0	0	0	0.7	0	0	0	19.4	62.5	6.9	0	0	0	0	3.5	6.9
	r	0	2.8	0	1.4	5.6	0	0	1.4	0	83.3	0	0	0	0	0	5.6
提	j	0	0	0	1.4	0	0	0	1.4	1.4	1.4	87.5	0	0	0	0	6.9
	w	2.8	0	0	0	4.2	0	0	0	0	22.2	5.6	52.8	0	1.4	1.4	9.7
	X	0.5	0.9	0	1.4	0	0.5	0	0.9	0	1.9	0	0.5	0	0.9	86.6	6

の「NR」は回答がなかったことを示す。「提示子音」と「回答」にある「X」は、子音のない音節、つまり母音のみからなる音節であったことを示す。例えば、提示子音が/t/の際の回答が「X」である場合には、/t/を頭子音に持つ音節が提示された際に、単母音であるとの回答があったことを示す。提示子音が「X」の際の回答が/t/である場合には、子音がない、つまり単母音が提示された際に/t/を頭子音とする音節を回答したことを示す。

表5 (a)を見ると、67-S語表では無声歯茎閉鎖音/t/が最も多く使われていることが分かる。これは当該表に/ta/、/te/、/to/があるためである。子音/k/、/s/、/n/を含んだ単音節は2種類ずつあり、それぞれ/ki/、/ku/、/si/、/su/、/ni/、/ne/である。ただし前舌高母音/i/に続く無声歯茎摩擦音/s/は、口蓋化を起こして [ʃ] と実現されるため、同じ音素でも物理的には明らかに異なる子音である。それ以外の子音は、1種類のみ、つまり、1種類の母音との組み合わせのみで使用されている。このばらつきに留意して表5 (b)を見ると、/k/、/j/、/t/は正答率が80%を超え、なかでも/k/は95%を超えた。この子音は特にエネルギーが大きいわけではなく (Ladefoged 1993)、現に英語ではとりたてて良聴な子音ではない (Miller & Nicely 1955)。このことに鑑みると、この結果はやや意外である。ただ、この子音は異なる2種類の母音を核とする音節として提示されており、いずれでも正答率が高いことを考えると、日本語では良聴な子音と考えるのが妥当であろう。上で述べたように、赤坂・西村・岡安・細井 (2010) でも/k/を頭子音とする音節は良聴であった。続く/j/と/t/は、それぞれ1種類の母音との組み合わせで提示されるのみである (/jo/と/ti/)。これらはいずれも接近音で聞こえ度が高いので、良聴であることは子音の特徴と整合性をもつ。また、これらは後続する母音が異なっても良聴であるので、必ずしも母音の影響で聞こえやすくなっているのではなく、子音そのものがある良聴であると考えられる。正答率の低い子音は、最も低いものから/h/、/w/、/b/でいずれも60%未満である。/h/は提示音の30%近くが/k/と異聴されている。/h/は摩擦音で/k/は閉鎖音で、調音法は異なるが、前者は声門音、後者は軟口蓋音と調音点が近く、混同されるのかも知れない。ただし、/k/から/h/の異聴はゼロであることは興味深い。/w/は提示音

の20%近くが/t/に異聴されている。表を見ると、こちらも反対方向、つまり/t/の/w/への異聴はなく、異聴は一方方向に起こっていることが分かる。/b/は/t/への異聴が多いが、他の子音に比べて無回答が多い。小寺・赤井・廣田（1993）では、感音性難聴の場合には弾き音/t/や半母音/w/、/j/は良聴として検証されていないが、本検証では、これらの子音の聞き取りはあまり良くなかった。一方、小寺たち（1993）で難聴と報告された/u/や/h/は、本検証でも良聴ではなく、/k/に異聴される傾向も似ていた。検証の条件は異なるが、エネルギーが比較的大きく、英語では正答率が極めて高い/s/や/f/（ただし後者は日本語では/s/の異音）が（Miller & Nicely 1955）、日本語では良聴でなかったのは意外であった。

3.2.2 母音の聴取

表6(a)、(b)に母音の混合行列を示す。表6(a)は混合行列を実際の回答数、表6(b)は割合を示したもので、回答の/n/は撥音を表す。母音においては5母音全ての総提示数が異なる。低母音/a/は生起数が最も多く、67-S語表には母音のみから成る音節/a/のほか、/ta/、/ha/、/ba/、/ga/、/wa/で現れるのに対し、/i/は単母音での提示はなく、/ki/、/si/、/zi/、/ri/、/ni/のCVでの提示のみである。これらに続く頻度で使われているのは/o/で、単音節/o/の提示のほかに/to/、/jo/、/mo/の音節に見られる。/u/は単音節での提示に加えて、/ku/と/su/の無声子音に後続する母音として提示されている。67-S語表で生起数がもっとも少ないのは/e/で、/te/と/ne/のみで使われている。このように母音の生起数が異なることを念頭に置いて、正答率を見ると、正答率が唯一90%を超えるのは/i/であった。これは、赤坂・西村・岡安・細井（2010）では、/i/が50単音節のうちもっとも正答率の高い語音であったことと合致する。さらに、/i/は第一フォルマントが低くて第二フォルマントが高く、他の母音に比べて特徴的な音響特徴をもち（Ladefoged 1993）、英語ではもっとも異聴の少ない母音であることとも整合性をもつ（Hillenbrand, Getty, Clark, & Wheeler 1995）。これに続いて/a/と/o/は正答率が高く、85%を超える。/u/と/e/の正答率は75%程度で、/u/は/e/よりもわずかに正答率が高いが、提示総数が異なるた

め、いずれがより聞き取りやすいか、本検証より判断することは難しい。母音のうち、特定の母音への異聴が目立つのは/e/の/o/への異聴で、/e/を母音に持つ音節の12%あまりが、/o/を母音に持つと知覚されている。一方、/o/の/e/への異聴は3%未満であり、異聴はわりと一方的に起こっていることが分かる。続いて/u/の/o/への異聴が8.8%と目立つが、/o/を/u/への聞き間違えは見られなかった。これは完全に一方的な異聴であった。また/u/は子音への異聴があった唯一の母音であり、特殊拍 (moraic syllable) /N/への異聴であった。いずれにせよ、概して母音は正答率が高く、異聴は子音に多いことがうかがえる。

表6 (a) 母音の混合行列 (実数) 表6 (b) 母音の混合行列 (割合)

「回答」の「N」は撥音、「NR」は回答がなかったことを示す。

		回答							Sum			回答							Sum
母音 異聴		i	e	a	o	u	N	NR				i	e	a	o	u	N	NR	
	i	328	5	0	1	6	0	20	360	母音 異聴		i	91.1	1.4	0.0	0.3	1.7	0.0	5.6
	e	2	108	5	18	1	0	10	144			e	1.4	75.0	3.5	12.5	0.7	0.0	6.9
	a	1	0	383	9	4	0	35	432			a	0.2	0.0	88.7	2.1	0.9	0.0	8.1
	o	1	8	11	251	0	0	17	288			o	0.3	2.8	3.8	87.2	0.0	0.0	5.9
	u	4	5	5	19	166	9	8	216			u	1.9	2.3	2.3	8.8	76.9	4.2	3.7

4. 考察

本報告では、難聴者による67-S語表「ことばの語表」の聴取結果を語音 (単音節)、子音、母音ごとに分析し、良聴の音声に共通してみられる音響特徴があるかどうか、また、異聴に特定の傾向が見られるかどうかを検証した。母音は、母音のみの提示でも (V)、子音に続く場合 (CV) もおおむね良聴であった。そのなかでも /i/、/a/、/u/ はいずれも90%前後の高い正答率であった。一方向のみの異聴としては/u/の/o/への異聴で、その逆、/o/の/u/への異聴は見られなかった。子音は全体的に母音よりも正答率は低かったが、例外的に

良聴だったのは/k/で、母音も含めて全ての音素の中で最も正答率が高かった。音響的には特別に良聴であるような特徴はないものの、似たような結果は赤坂・西村・岡安・細井（2010）でも報告されており、本検証に特異な結果とは考えにくい。子音の異聴は、調音法は同じで調音点の異なる子音への異聴、あるいは調音点や調音法が似ている音素間で多かった。一方向的に起こった異聴としては、/h/の/k/への異聴で、その逆、つまり/k/の/h/への異聴は見られなかった。同様に、/w/の/t/への異聴はあったが、/t/の/w/への異聴はなかった。今回は予備的検証として、37名のデータを検証するにとどまった。今後、より多くの検査結果を分析することにより、難聴者の音声聴取の傾向はより明らかになると期待される。

日本語の音声聴取の検査として67-S語表を用いることに、いくつか限界はある³。ひとつは、これまでに述べたように、本検査には20語音（単音節）しか含まれておらず日本語の単音節を網羅していないことである。例えば、安・荒井・小林・進藤（2012）などでは、難聴者は健聴者に比べて、摩擦音 [ʃ] が破擦音 [tʃ] に識別される傾向があるとの報告があった。しかし67-S語表には「ち」（音素表記では/tʃi/、音声表記では [tʃi]）が含まれていないため、このような異聴は検証できない。また、67-S語表は単音節での発声のため、日常の会話で聞かれる音声を必ずしも模していない。連続音声（connected speech）でのみ観測される音韻現象のひとつに、母音の無声化が挙げられる。東京方言では無声子音の間に起こる高母音/i/と/u/は無声化することがほぼ規範となっており（前川 1989）、例えば「北」は/kita/ではなく [kʰita] と実現される⁴。無声化母音は難聴者には聴取が難しいことが分かっている（岩上・荒井・安・小林 2017）が、単音節の検査では無声化母音の聴取は査定できない。また、難聴があると時間分解能が低下するため、「おば

3 録音音声古い、ノイズが混じっているとの指摘もしばしばある。改めて音声聞き直したところ、第一著者が聞く限りでは、ノイズは音声の聴取に影響を与えるほどとは思われなかった。音声の発声法は今のそれとは明らかに違うものに聞こえるが、音声の聴取に影響を与えるものかどうかは定かではない。

4 母音の無声化は発話末でも起こる。単音節の単独発声は、発話末の発声とも言えるが、57-S語表検査用の音声では、高母音はいずれも明確な有声母音であった。

さん」/obasan/と「おばあさん」/oba:sanN/などの長母音と短母音の区別が難しくなる（Hui & Arai 2019）。このような聴取困難は、母音の長短に限らず単子音と二重子音（「過去」/kako/と「括弧」/kak:o/など）などにも起こると考えられる。超分節的な側面について考えると、日本語はピッチアクセントを持つ。例えば、「箸」（アクセント型は高低の頭高型）と「橋」（アクセントは低高の尾高型）は、同一の音素配列を持ちアクセント型のみで区別される。ピッチアクセントは2拍以上の音声でないと対立がはっきりしないため、単音節で聞き取りを検査することは難しい。これらのことに考慮して、文を用いる検査も提案されている（Soli・城間・井脇・久保 2022, Kollmeier et al. 2015）⁵。ただ、これらでは実在語や有意味文が用いられており、聴者は提示された音声を文脈から推測することができるので、純粋な音声聴取の検査にはならない。それに対して、57-S語表や67-S語表は単音節を使用しているため、純粋な音声聴取の検査と言える。より厳密な検査には、音声バランスの取れたさまざまな無意味語を作成し、「この単語は____である」などの意味情報のないキャリア文に埋め込んだ音声（下線部「____」は無意味語を挿入する位置を示す）を作成し、無意味語を回答してもらうことなどが考えられるであろう。

参考文献

- 赤坂咲恵・西村忠己・岡安唯・細井裕司（2010）「難聴者における57-S語表の単音節別正答率の検討」『Audiology Japan』53 69-75.
- 一般社団法人日本補聴器工業会（2022）『APAC Trak JapanTrak 2022調査報告』
- 岩上恵梨・荒井隆行・安啓一・小林敬（2017）「ホワイトノイズを用いた模擬難聴下における無声化母音を含む日本語の単語知覚—促音語および非促音語を対象に—」『日本音響学会講演論文集』1415-1416.
- 倉片憲治(2024)「ISO 7029:2017（聴覚閾値の年齢別・男女別統計的分布）と日本人聴力の比較」『日本音響学会誌』80,112-118.
- 神崎仁・小田恂（2003）「語音聴覚検査法（2003）の制定について」『Audiology Japan』46 621-637.
- 小寺一興（2007）「補聴器適合検査」『Audiology Japan』50 43-51.

5 これらの検査では、異なる言語で同じ意味の文を用いているため、言語間の聴取を比較できるとも言われている。

- 小寺一興・赤井貞康・廣田栄子（1993）「感音性難聴における日本語音節の異聴の研究」『日本耳鼻咽喉科学会会報』 96 1404-1409.
- 佐野肇(2017)「補聴器の進歩と聴覚医学：『補聴器のfittingについて』」『Audiology Japan』 60 201-209.
- 新田清一・鈴木大介（2016）『ゼロから始める補聴器診療』中外医学社.
- Sigflid Soli・城間将江・井脇貴子・久保武（2002）「多言語による語音聴力検査HINT（Hearing in Noise Test）開発の背景—Japanese HINTの意義—」『Audiology Japan』 45 497-498.
- 内閣府（2023）『令和5年版高齢社会白書（全体版）』
- 前川喜久雄（1989）「母音の無声化」杉藤美代子編『講座日本語と日本語教育2』135-153. 明治書院.
- 安啓一・荒井隆行・小林敬・進藤美津子（2012）「高齢者における聴覚特性の劣化が無声摩擦音・破擦音の識別に及ぼす影響」『日本音響学会誌』 68 501-512.
- Byrne, D., Dillon, H., Tran, K., Arlinger, S., Wilbraham, K., Cox, R., . . . Ludvigsen, C. (1994). An international comparison of long-term average speech spectra. The Journal of the Acoustical Society of America, 96 (4), 2108-2120.
- Chasin, M. (2011). Setting hearing aids differently for different languages. Seminars in Hearing, 32 (02), 182-188.
- Hillenbrand, J., Getty, L. A., Clark, M. J., & Wheeler, K. (1995). Acoustic characteristics of american english vowels. Journal of the Acoustical Society of America, 97, 3099-3111.
- Hui, C. T. J., & Arai, T. (2019). Elderly listeners' identification of Japanese long vowel pair 'obasan' and 'obaasan' using pitch and duration. Acoustical Science and Technology, 40, 105-115.
- Kollmeier, B., Warzybok, A., Hochmuth, S., Zokoll, M. A., Uslar, V., Brand, T., & Wagener, K. C. (2015). The multilingual matrix test: Principles, applications, and comparison across languages: A review. International journal of audiology, 54 (sup 2), 3-16.
- Ladefoged, P., & Maddieson, I. (1996). The Sounds of the World's Languages. Blackwell.
- Ladefoged, P. (1993). A Course in Phonetics (3rd ed.). Fort Worth, TX: Harcourt Brace Jovanovich College Publishers.
- Le Prell, C. G. (2022). Acquired hearing loss: Are prevention or reversal realistic goals? Acoustics Today, 18, 13-21.
- Livingston, G., Huntley, J., Liu, K. Y., Costafreda, S. G., Selbæk, G., Alladi, S., . . . Mukadam, N. (2024). Dementia prevention, intervention, and care: 2024 report of the Lancet standing commission. The Lancet, 404, 572-628.
- Miller, G. A., & Nicely, P. E. (1955, 03). An analysis of perceptual confusions among some english consonants. The Journal of the Acoustical Society of America, 27, 338-352.
- Shiraishi, K., Wada, M., Christiansen, T. U., & Behrens, T. (2022). Amplification rationale for hearing aids based on characteristics of the Japanese language. Auris Nasus Larynx, 49 (1), 58-66.

Yeo, B. S. Y., Song, H. J. J. M. D., Toh, E. M. S., Ng, L. S., Ho, C. S. H., Ho, R., . . . Loh, W. S. (2023, 02). Association of Hearing Aids and Cochlear Implants with Cognitive Decline and Dementia: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Neurology*, 80, 134-141.

