

41 高齢ドライバーの聴覚情報獲得に関する基礎調査*

関根 道昭¹⁾ 森田 和元²⁾

Auditory Information Acquisition by Elderly Drivers

Michiaki Sekine Kazumoto Morita

We conducted a driving simulation experiment to clarify how elderly drivers obtain information auditorily. They were more easily distracted by interior noise in the vehicle than younger drivers, and when multiple items were presented simultaneously they could remember only one item. It is therefore important to optimize the information providing technology of ITS devices for elderly drivers.

Key Words: Audition, Noise, Safety/ Elderly driver, Hearing level, Voice information ⑬

1. はじめに

近年の高齢化社会の進展に伴い、高齢ドライバーが関与する事故の急激な増大が予想されている。我が国において、高齢者（65歳以上）人口は、1970年に総人口の7%を超え、1994年には14%を超える状況になっており、他国に例を見ない急激な速度で高齢化社会が進展している⁽¹⁾。2015年には高齢者人口は25%を超すと予想されており、これに伴い高齢ドライバーの数も増加し、1650万人に達するといわれている⁽²⁾。

一般に高齢者は若齢者よりも認知判断にかかる時間が長いといわれている。認知や判断の遅れを補うには、警報により注意を喚起することや、適切なタイミングで情報を提供することが必要となる。そのため、高齢ドライバーにおける認知判断の特性を解明し、最適な支援方法を明らかにする必要がある。

本研究の目的は高齢運転者が聴覚情報を獲得する際の特性を解明し、高齢者にとって安全で役に立つ情報提示方法を開発することである。具体的にはシミュレータを運転中の高齢者に聴覚情報を提示し、どの程度正確に弁別できるか調べる実験を行った。また、運転中の情報の聞き取り易さには車室内の暗騒音が影響するため、暗騒音の音圧レベルや周波数特性等を検討し、代表的な暗騒音が存在する状況で聴覚実験を行った。さらに、この実験に参加した高齢者の基本的な聴覚特性についても調査を行った。これらの結果に基づき、高齢運転者における情報提供方法の指針を得ることができた。

2. 暗騒音の検討

近年、カーナビゲーションなどの車載ITS機器が増加している。これらの機器は運転の利便性を高める反面、わき見

運転を誘発する危険性を含んでいる。この対策の一つとして、発話音声やトーン、チャイムなどの聴覚情報による情報提示が行われている。近年では情報提示だけでなく、発話音声によりITS機器を操作する技術の開発も進んでいる⁽³⁾⁽⁴⁾。

車内で聴覚情報を利用する場合には車室内の暗騒音の影響を考慮する必要がある。たとえば、高速道路走行時のように暗騒音が大きい場合には、車両側が聴覚情報を提示しても運転者は十分に聞き取れないおそれがある。このような状況を受けてISO 15006は聴覚情報提供のガイドラインを提案している⁽⁵⁾。この中では、発話音声の周波数帯域は200 Hzから8 kHz、信号音の場合は400 Hzから4 kHz、信号対ノイズの音圧比は5dB(A)などのように推奨されている。しかし、車室内音は、車種、走行速度、エアコン作動状況、窓の開閉などにより変化するため、これらの様々な条件に適合することは難しいと思われる。しかも、車室内音の基礎的な騒音レベルや周波数特性は一般にほとんど公表されていないため、標準的な暗騒音の特性を理解すること自体が難しい状況にある。

そこで、我々は代表的な6車種について、走行速度やエアコンの作動、窓の開閉状態が車室内の暗騒音に及ぼす影響を調査した⁽⁶⁾⁽⁷⁾。車室内音をHead and Torso simulator システム(HATS)により解析した。その結果、次のことがわかった。

- ・ 軽自動車の騒音レベルは小型自動車や普通自動車よりも大きい。
- ・ 暗騒音の騒音レベルは車速とともに増大する。
- ・ 時速80 km/h以上になるとエアコン作動音はその他の音によりほぼ相殺される。
- ・ 無風時に窓を開けた場合、500 Hz以上の臨界帯域の測定値は、窓を閉めた場合よりも10dBから15 dB程度上大きい。このとき窓側の耳の測定値は反対側の耳よりも、ほとんどの帯域において3 dBから8 dB程度大きい。

*2005年9月28日自動車技術会秋季学術講演会において発表。
1)・2) 交通安全環境研究所(182-0012 東京都調布市深大寺東町7-42-27)

これらの測定を通じて100件以上の車室内音のサンプルを取得したが、すべてを聴覚情報の評価に用いることは難しいと思われた。そこで、サンプル音の中から代表的な暗騒音を選択し、評価の負担を軽減する試みを行った。

暗騒音の選択は周波数特性の類似性に基づいて行われた。窓を閉めた場合の周波数特性は、エアコンの作動状況に関係なく、すべてアーチ型の類似した形状をしているが、車種や車速によって全体的なレベルが変動することが分かった。そこで、窓を閉めた条件の中から、騒音レベルが相対的に低いものと高いもの一つずつ選択した。一方、窓を開けた場合は、低周波数帯域と高周波数帯域のレベルが増大することが分かったため、このようなパターンを代表する1種類を選択した。以上の3条件を代表的暗騒音として扱うことにした(図1)。騒音レベルのオーバーオール値は58dB(A)~74dB(A)の範囲であり、大きさの順に暗騒音大, 中, 小として区別した。なお、暗騒音大は小型自動車窓を開けて時速60km/hで走行した条件である。暗騒音中は小型自動車窓を閉じ、エアコンを止めた状態で時速100km/hで走行した条件である。暗騒音小は普通自動車窓を閉じエアコンを作動させた状態で時速50km/hで走行した条件である。以下に説明する聴覚実験は、これらの暗騒音に聴覚情報を重畳し、運転中の音環境を模擬した状態で行った。

3. 聴覚情報の聴取実験

運転中にITS機器から提示される聴覚情報は、ドライバが利用可能な方法で提示される必要がある。例えば、ITS機器から一度にたくさんの情報を提示するようなやり方は好ましくない。なぜなら、ドライバが獲得できる情報の数は限られているからである。著者らは、運転中のドライバに複数の地名を連続的に提示し、その直後に再生を求める実験を行った。その結果、8個までの情報を提示した場合でも、確実に再生できるのは4個にすぎないことがわかった⁽⁸⁾。4個以上の情報を提示した場合、ドライバが利用できないだけでなく、運転を妨害する危険があると思われる。また、聴覚情報

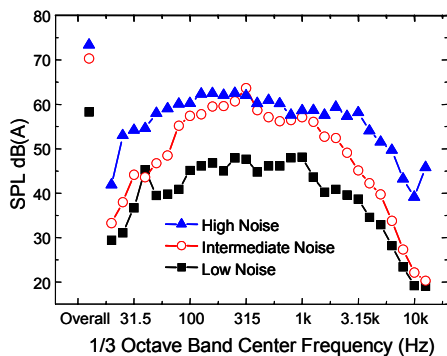


Fig. 1 Frequency properties of background noise for auditory experiment (Left ear)

はカーラジオなどの別の音声を重ねて提示される可能性は高く、今後は複数のITS機器からいくつもの情報が提示されるケースも増えると思われる。このような状況において、すべての情報を聞き取ることは困難である。

高齢者の聴覚感度は若齢者よりも低く、特に高周波帯域が聞こえにくくなるがよく知られている。聴覚感度の低下は、情報処理能力に影響を与え、高齢者と若齢者では獲得可能な情報の数が異なることが予想される。そこで、複数の聴覚情報を同時に提示し、そのうち何個まで弁別可能か調べる実験を行った。高齢ドライバと若齢ドライバに3種類までの異なる内容の音声を同時に提示し、その内容を報告させる実験を行い、成績の差を比較した。

3.1. 高齢者の聴覚特性に関する基礎調査

高齢者14名(平均年齢68.4歳, SD 3.2歳), 若齢者15名(平均年齢32.7歳, SD 4.5歳)が聴覚実験に参加した。実験に先立ち、各被験者に対して純音聴力検査と語音了解閾値検査との2種類を実施した⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。これらの聴力検査はオーディオメータ(AA-79, リオン製)を用いて、暗騒音約33dB(A)の防音室内で行われた。

純音聴力検査⁽⁹⁾はオクターブの異なる数種類の純音(正弦波音)の聴力レベル(最小可聴値)を測定する検査である。被験者群、左右耳別に各周波数の平均聴力レベルを算出したところ、高齢群は若齢群よりもすべての周波数において平均聴力レベルが左右耳とも10dB以上低いことがわかった(図2)。特に8000Hzの周波数では高齢群と若齢群が30dB以上開いており、その差が顕著であった。

次に、語音了解閾値検査⁽¹⁰⁾の結果を説明する。語音了解閾値検査とは人間の音声を用いて行う閾値の検査であり、「ひと桁数字リスト」によって50%の明瞭度が得られるレベルを語音了解閾値として定める聴力の測定方法である。この検査では「5, 2, 4, 3...」のようにランダムな数字を順番に提示するが、このとき音圧レベルを5dBずつ下げていく。被験者は聞こえた数字を紙に書き取っていき、聞こえなくなったところで書くのをやめる。この手続きを5回繰り返し、

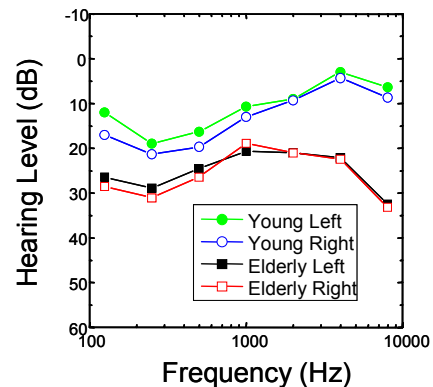


Fig. 2 Result of pure tone audiometry

各提示レベルにおける正答率を求める。回答例を図3に示す。この例の場合には、30 dB までは5回とも聞き取ることができたので100%の正答率であり、25 dB では5回のうち3回の聞き取りができたので60%の正答率となる。なお、この検査は左右耳のうち純音聴力検査の成績が高かった方に対してのみ実施した。各音圧提示レベルにおける正答率（明瞭度）を被験者ごと求め、高齢群と若齢群の平均値を求めた。この結果をグラフとしてプロットし（図4）、明瞭度のカーブから、50%の明瞭度レベル（可聴閾値）を推定した。その結果、高齢群の平均可聴閾値は約19 dB、若齢群では約10 dB となった。高齢群と若齢群には約10dBの聴力差が認められた。また、高齢群は個人差が大きいため、平均した明瞭度のカーブの傾きが若齢群よりも緩やかであった。

3.2. 聴覚情報弁別実験

上記の被験者に対して、3種類までの異なる内容の音声を同時に提示し、いくつ弁別できるか調べる実験を行った。このとき前述の代表的な暗騒音を用いて、実際の音環境に近づける試みを行った。

検査耳 (右・左)

練習	5	2	4	3		
1回目	7	4	6	4		
2回目	2	7	3	6		
3回目	3	5	3	4		
4回目	6	3	7	4	4	
5回目	4	6	4	3		

提示レベル (dB)	35	30	25	20	15	10
明瞭度 (%)	100	100	60	40	20	0

Fig. 3 Response sheet of speech audiometry

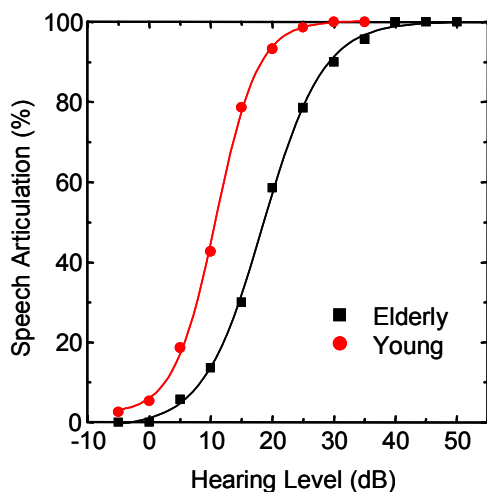


Fig. 4 Speech recognition curve

概要 室内における運転シミュレータを用いて、高速道路を車速80km/hで走行する先行車両を追従するシーンを再現した。被験者の前方約3.5mに設置されたスクリーンに運転シーンが投影され、被験者は先行車両を追従しながら、ヘッドホン (Sennheiser HD580)から聞こえる音声情報をできるだけ多く正確に聴取し、口頭で回答するように求められた。

刺激 実験に使用した音声情報は清音のみから構成される5文字の単語であった。藤田・齊藤・高橋が作成したデータベース⁽¹⁾の中から、大学生における熟知価が高く（評定値3.5-5.0）、同じ音の繰り返しのないものを選択した。これらをプロの女性アナウンサーが読み上げ、デジタル音声ファイルとして保存した。音声のばらつきを減らすために、録音された単語の持続時間や音圧レベルを算出し、全単語の平均から±2SD以上離れたサンプルを除外した。このような手続きによって最終的に100語を選択した。100語の平均持続時間は0.79秒 (SD 0.06秒)、平均音圧レベルは58.6 dB(A) (SD 9.0 dB(A))であった。この音圧レベルを音量中条件に定め、ここから10dB(A)増加した条件を音量大条件、10dB(A)減衰させた条件を音量小条件とした。単語は1個だけでなく、2個、3個と同時に提示される場合があったが、この場合にも全て同じ音量で提示した。

デザイン 音声情報の個数（3種類）と音量条件（3種類）の9試行で1ブロックを構成した。1ブロック内での条件の順序はランダムに設定した。9ブロックで1セッションを構成し、暗騒音はセッションごとに設定され、被験者ごとにランダムな順序で配分された。被験者は合計3セッションの実験に参加した。1ブロックで18個の単語が提示されるため、3セッションで合計486個 (=18個×9ブロック×3セッション)の単語が提示された。しかし、単語が100個しかないため同じ単語が4~5回繰り返し提示された。ただし、同一の単語が短期間に反復しないように計画的に提示した。

手続き 被験者はシミュレータの運転に十分習熟した状態で実験を開始した。すべての被験者は暗騒音中条件で2ブロックの練習を行ってから本実験を開始した。刺激は10秒に1回のペースで提示された。提示の1秒前に警報音 (2000 Hz, 約75dB(A), 500 ms) が鳴らされた。複数の刺激が提示される場合は同時に提示された。被験者は刺激提示の直後に聞き取れた刺激を口頭で報告した。一つも聞き取れなかった場合は「分かりません」と報告するか次の試行まで無言で待機した。1セッションごとに休憩を挟みながら実験を行った。被験者一人あたりの実験に要した時間は約1時間であった。

3.3. 結果

正しい回答のあった単語の個数を被験者別、条件別に累積し、平均正答数を求めた（図5）。提示数1の時は高齢群、若齢群とも音量大と音量中において、ほぼすべての情報を取得できたが、音量小においては正答数が暗騒音の増大とともに大きく低下した。提示数1における平均正答数について、

年齢×提示音量×暗騒音レベルの3要因分散分析を実施した。その結果、三つの要因間に二次の交互作用が検出された。解釈を容易にするために暗騒音の水準ごとに年齢×提示音量の2要因分散分析を実施した。その結果、暗騒音小と中では高齢群の音量小の正答数のみが有意に低かった(騒音小: $F[2, 54]=4.14, p<.05$, 騒音中: $F[2, 54]=9.50, p<.01$)。騒音大の高齢群の正答数は若齢群よりも有意に低かった($F[1, 27]=9.54, p<.01$)。LSD法による多重比較の結果、音量の増加とともに高齢群の正答数が有意に増加したことがわかった

($MSe=0.238, p<.05$)。また、高齢群の正答数について音量×騒音の2要因分散分析を実施した結果、騒音大の正答数は騒音小、中よりも有意に低かった($F[4, 52]=26.29, p<.01$)。同様に若齢群の正答数について音量×騒音の2要因分散分析を実施した結果、騒音大条件のみが騒音中、小条件よりも有意に成績が低かった($F[4, 56]=120.36, p<.01$)。

提示数2の場合、高齢群の正答数はいずれの音量条件、暗騒音条件を通して1よりも低かった。若齢群の正答数は全体として高齢群の約2倍であった。提示数2の平均正答数について、年齢×提示音量×暗騒音レベルの3要因分散分析を実施した。その結果、年齢×音量、年齢×騒音、騒音×音量の交互作用に有意差が検出された(それぞれ $F[2, 54]=7.48, p<.01$, $F[2, 54]=9.12, p<.01$, $F[4, 108]=2.86, p<.05$)。すべての音量条件において、高齢群の正答数は若齢群よりも有意に

低かった(音量小、中、大それぞれ $F[1, 27]=42.01, F[1, 27]=25.61, F[1, 27]=43.42$, すべて $p<.01$)。多重比較の結果、音量の増加とともに正答数が有意に増加したことがわかった($MSe=0.063, p<.05$)。また、すべての暗騒音条件において高齢群の正答数は若齢群よりも有意に低かった(騒音小、中、大それぞれ $F[1, 27]=32.12, F[1, 27]=56.28, F[1, 27]=18.56$, すべて $p<.01$)。高齢群の正答数は暗騒音の増大とともに有意に低下したが($MSe=0.062, p<.05$)、若齢群では暗騒音中と暗騒音大の間にのみ有意差が認められた($MSe=0.062, p<.05$)。

提示数3の場合、3個もの情報が提示されたにも関わらず若齢群の正答数はすべての条件において1よりも低かった。高齢群の正答数は若齢群の2分の1から3分の1であり、最高でも約0.3と非常に低かった。提示数3の平均正答数について年齢×提示音量×暗騒音レベルの3要因分散分析を実施した。年齢×音量、年齢×騒音、騒音×音量の交互作用に有意差が検出された(それぞれ $F[2, 54]=5.16, F[2, 54]=8.50, F[4, 108]=5.58$, すべて $p<.01$)。すべての音量条件において、高齢群の正答数は若齢群よりも有意に低かった(音量小、中、大それぞれ $F[1, 27]=20.56, F[1, 27]=54.22, F[1, 27]=34.00$, すべて $p<.01$)。多重比較の結果、高齢群の音量小は音量大よりも有意に低く($MSe=0.040, p<.05$)、若齢群の音量小は音量中と音量大よりも有意に低かった($MSe=0.040,$

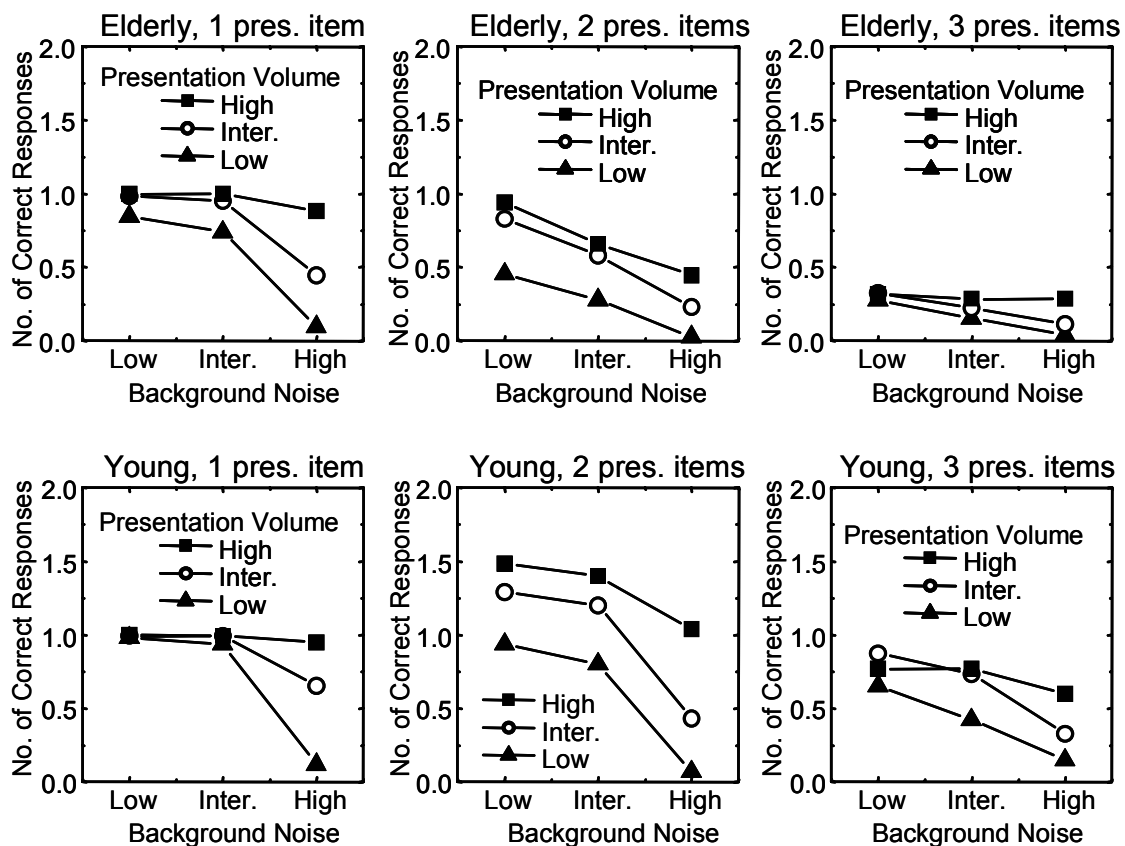


Fig. 5 Number of correct response in each condition

p<.05) . また, すべての暗騒音条件において年齢の要因に有意差が認められた (騒音小, 中, 大それぞれ $F[1, 27]=43.43$, $F[1, 27]=44.11$, $F[1, 27]=17.18$, すべて $p<.01$) . 多重比較の結果, 高齢群の音量小と音量中以外の水準間に有意差が認められた ($MSe=0.041$, $p<.05$) .

3.4. 考察

考察の前に実験で使用された音声情報 (単語) の妥当性を検証した. 各単語の平均正答率を条件に関係なく, 高齢群, 若齢群ごとに求め, 上位5位の項目と下位5位の項目を表1と表2に示した. 高齢群と若齢群に共通して高成績だった項目は「つけあわせ」「さかうらみ」であり, 低成績だった項目は「そいんすう」「にもうさく」であった. これらは特殊な項目であったと思われる. 特に「そいんすう」は高齢群, 若齢群ともに成績が低かった. この単語は大学生における熟知度の高い単語リストから引用しており⁽⁴⁾, 一般の被験者にとっては馴染みが薄かったものと思われる. このような単語の特殊性を確認するために, 単語別の平均正答率を高齢群と若齢群ごとに算出し, 2群の相関図を作成したところ, 正の相関が認められた (図6) . 単語の個別の聞き取りやすさは年齢に関係なく, ある程度前もって決まっていたと考えられる. しかし, 提示数, 音量, 暗騒音などの他の条件が被験者に予測できない状態でランダムに提示されたため, 特に問題は無いと思われる.

高齢群, 若齢群とも複数の音声と同時に提示された場合にすべてを正確に分離して聞き取ることが難しいことがわかった. 本実験に用いた音声情報 (4例) の周波数特性を図7に示した. 各音声情報の周波数特性は類似しており, これらを同時に提示した場合には聞き分けが困難であると考えられる.

正答数は暗騒音と情報の音圧レベルによって変化することが明らかとなった. 特に, 高齢群は騒音大で音量小の場合に, いずれの提示数においてもほとんど聞き取れないことがわかった. 暗騒音は広い周波数帯域にわたって分布しており (図4), 音声情報の周波数特性も暗騒音と同様に広い範囲に分布しているため, 十分な信号対ノイズ比が確保されていなければ, 聞き取りが困難になると思われる.

三つの暗騒音条件の中でも, 暗騒音大条件の成績がもっとも低かった. 騒音レベル (オーバーオール値) で比較した場合, 暗騒音小と暗騒音中条件は 10dB(A) 以上離れているが, 暗騒音中と暗騒音大は 3dB(A) 程度しか離れていない. しかし, 正答数の差は騒音小と騒音中の間よりも, 騒音中と騒音大の間の方が大きかった. 騒音大条件と騒音中条件は周波数特性が大きく異なり, 特に低周波数帯域と高周波数帯域のバンドレベルが大きく増加している. ISO15006 が推奨する発話音声の周波数帯域は 200Hz から 8kHz であるが⁽⁵⁾, 騒音大条件はこの範囲のバンドレベルが全体的に大きいため信号対ノイズ比が低下し, 聴覚情報の聞き取りが大きく妨害されたものと思われる.

Table 1 Items of high performance

Best	Elderly		Young	
	Item	% Correct	Item	% Correct
1	Sunaarashi	65.7	Tsukeawase	76.4
2	Tsukeawase	61.8	Sunaarashi	73.0
3	Sakaurami	50.7	Sakaurami	68.0
4	Yakenohara	48.5	Kumiawase	68.5
5	Kirikaeshi	43.3	Kuchinaoshi	67.6

Table2 Items of low performance

Worst	Elderly		Young	
	Item	% Correct	Item	% Correct
1	Kouishitsu	1.4	Monooshimi	8.5
2	Soinsu	3.0	Soinsu	10.7
3	Muichimon	4.3	Nimousaku	11.3
4	Nimousaku	4.4	Kiitafuu	12.2
5	Takokuseki	4.5	Fukinkou	13.7

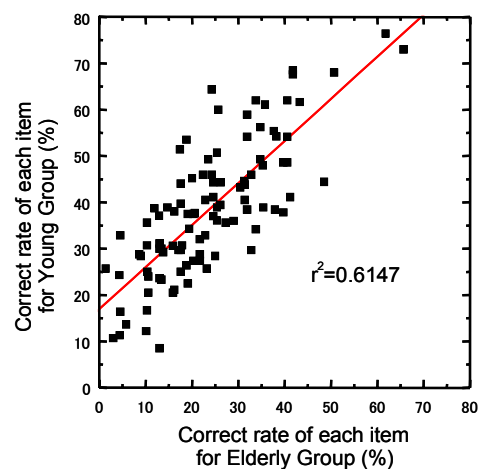


Fig.6 Correlation of the correct ratio of each item between Elderly and Young group

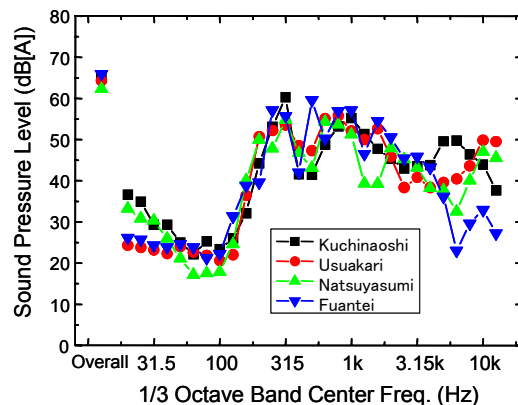


Fig. 7 Example of speech frequency properties

次に高齢群と若齢群の違いについて考察する. 高齢群は若齢群よりも全体に成績が低かったが, これは聴力レベルの低下に一因があると思われる. しかし, 提示数1の暗騒音小条件では高齢群と若齢群の成績は 100% に近く, 聴力レベルの低下だけが成績低下の理由ではないと思われる. おそらく, 高

年齢は音声情報の音量が小さい場合や暗騒音のレベルが高い場合に信号とノイズの分離が難しくなるものと考えられる。また、今回の実験では全体を通じて同じ単語が約5回繰り返し提示された。実験中初めて接する単語よりも、繰り返し提示された単語の方が記憶に残りやすいため、その分ノイズから分離しやすくなると予想される。高齢者と若齢者の記憶能力に差があるとすれば、この要因も正答率に影響を及ぼすことが考えられる。

同時に複数の情報が提示された場合に高齢群の成績が若齢群よりも低かったことも、やはり信号とノイズの分離により説明できると思われる。今回の実験では、同じ女性の声を重ねて提示したため、一つの単語を聴取しようとしても、別の単語がノイズとして作用し、聴取が困難だったと思われる。また「かくせいき」と「つけあわせ」が同時に提示された場合に「かけあわせ」と報告されるような事例が複数存在した。これも同一人物の声のみを用いたことによる弊害である。今回の分析ではこのような場合は不正答としてカウントした。

「かけあわせ」を正答とするともう一方の単語は「つくせいき」となり、日本語として意味をなさないため、全体としては正確な聴取ができなかったと見なされるためである。声質の異なる音声であれば複数の情報が聴取できる可能性が高まると予想される。

4. ま と め

ITS機器から提示される複数の音声情報を同時に与えたときの弁別能力について、高齢者と若齢者を比較した。複数の情報を与えた場合には、高齢者は聴取成績が大きく低下することがわかった。例えば、3個の情報を与えた場合には最大でも0.3個程度の単語しか聞き取ることができなかった。2個の音声情報であっても1個以下の回答しかできなかった。また、暗騒音が大きくなるほど、さらに音声情報の提示音量が小さくなるほど、回答個数が少なくなることもわかった。なお、若齢者に関しても高齢者よりも成績が高いとはいえ、3個の情報を与えた場合には0.6-0.8個程度の回答数であり、一般的に高齢者、若齢者にかかわらず、複数の音声情報を同時に与えることは望ましくないと考えられる。

今後は、カーラジオなどを聞いているときに他の聴覚情報を提示するような場合など、より現実場面に近い条件での情報獲得について検討する予定である。

参 考 文 献

- 1) 所正文：高齢ドライバー，運転適正プロジェクト，（財）茨城県交通安全協会，2001，p. 5-6
- 2) 蓮花一己：高齢ドライバーの特性，第2回 ITS シンポジウム講演概要集，p. 17-23（2003）
- 3) Wakita, T.: Speech-based interface in vehicles, R & D Review of Toyota CRDL, Vol. 39, p. 1-3 (2004)
- 4) Hoshino, H.: Noise-robust speech recognition in a car environment based on the acoustic features of car interior noise, R & D Review of Toyota CRDL, Vol. 39, p. 4-9 (2004)
- 5) ISO 15006: Road vehicles - Ergonomics aspects of transport information and control systems - Specifications and compliance procedures for in-vehicle auditory presentation (2004)
- 6) 森田和元, 坂本一朗, 関根道昭：音声情報提供のための車室内音騒音の基礎的調査（第2報），自動車技術会学術講演会前刷集, No. 95-02, p. 21-24 (2003)
- 7) 関根道昭, 森田和元, 岡田竹雄, 益子仁一, 坂本一朗：音声情報提供のための車室内騒音の基礎的調査（第3報）—軽自動車・小型自動車における測定結果および計測機器の比較検討，自動車技術会学術講演会前刷集, No. 72-04, p. 1-4 (2004)
- 8) 森田和元, 関根道昭, 岡田竹雄, 益子仁一：走行時に運転者が獲得可能な車内音声情報量，自動車技術会学術講演会前刷集, No. 5-04, p. 17-22 (2004)
- 9) 小田侑：純音聴力検査，聴覚検査の実際—改訂2版，東京，日本聴覚医学会，1999，p. 48-53
- 10) 山下公一：語音聴力検査，聴覚検査の実際—改訂2版，東京，日本聴覚医学会，1999，p. 74-87
- 11) 藤田哲也, 齊藤智, 高橋雅延：ひらがな清音5文字名詞の熟知値について：京都橘女子大学研究紀要, Vol. 18, pp. 181-189 (1991)