

親密度と音韻バランスを考慮した単語了解度
試験用リストの構築*

坂本修一 鈴木陽一 天野成昭
小澤賢司 近藤公久 曾根敏夫

親密度と音韻バランスを考慮した単語了解度 試験用リストの構築*

坂本修一^{*1,†} 鈴木陽一^{*1} 天野成昭^{*2}
小澤賢司^{*1,††} 近藤公久^{*2} 曾根敏夫^{*1}

(1998年3月31日受付)

【要旨】 単語了解度試験用の単語リストの構築にあたって、日常会話の聴き取りも含めた音声聴取能力をより正確に評価することを目指すには、単語の難易度を統制することが望ましい。また、補聴器適合の評価などの臨床応用を考えたときには、限定された単語数で、音韻バランスがよく取れた単語リストを作成することが実用上重要である。本論文では、難易度の指標として親密度を用いてこれを統制し、また語頭の音韻バランスだけではなく、語中の音韻バランスも考慮した単語了解度試験用単語リストの作成手法を提案する。また、実際にこの方法を用いて、親密度を4段階にパラメータ化して統制した単語リストの構築を行った。この単語リストは、1枚50単語からなり、各親密度段階について各20枚、計80枚のリストから構成されている。更に、リストの妥当性を確認するための聴取実験を行った結果、単語了解度が親密度を変えることによって系統的に変化することが示された。

キーワード 単語了解度, 親密度, 音韻バランス, 補聴器適合, 単音節明瞭度

Word intelligibility, Word familiarity, Phonetic balance, Fitting of hearing aids, Phoneme articulation

1. はじめに

補聴器の評価を行う上で、音声聴取能力を適切に評価することは極めて重要である。過去、様々な方法で音声聴取能力が測定されてきた。このうち、純音オーディオグラム等の非音声を用いる測定法では、音声聴取能力との相関があまり高くないことから、音声を用いる方法が一般的に使われてきた。代表的なものとして、単音節明瞭度、単語了解度、文章了解度が挙げられる。単音節明瞭度試験は、これらの中で最も一般的な手法である。実際、臨床の場でも、難聴者の音声聴取能力の測定にしばしば用いられている。しかし、単音節明瞭度試験では、試験音として単音節を用いているので、会話のような連続音声における前後の音韻の影響を知ることができないという欠点がある。また、

無意味連音節を用いる場合もあるが、非日常語を試験語として用いるため、実生活での音声聴取能力が把握できるとは言い難い。

一方、単語了解度や文章了解度は、日常生活における音声聴取能力という点では、より実際に即した結果が期待される。これまで、了解度試験のための単語セットや文章セットの提案も幾つか行われており、CDに録音された資料として入手可能なものもある¹⁾。しかし、単語了解度は単語の難易度によって変化すると考えられるものの、これまでの単語セットや文章セットでは、単語の難易度が統制されていないという問題があった。音声聴取能力を正しく評価するためには、試験語の難易度は是非とも統制すべきであろう。ここで用いるべき単語知覚の難易度の指標としては、我々が単語知覚の際に、音韻列情報だけでなく意味情報も含めた心的辞書を利用していることを考えると、心的辞書を反映したものをを用いることが望ましい。その一つの指標として単語親密度が挙げられる。親密度²⁾は、単語に対する「なじみの程度」を表す主観的評定値であり、単語知覚における心的辞書の影響を反映した指標の一つであると考えられる。例えば、宮田³⁾は親密度の高い単語のみを試験語として選定し、日常性を考慮した単語リストを作成している。一方、親密度の低い単語と親密度の高い単語とでは聴き取る様相が

* New lists for word intelligibility test based on word familiarity and phonetic balance, by Shuichi Sakamoto, Yōiti Suzuki, Sigeaki Amano, Kenji Ozawa, Tadahisa Kondo, and Toshio Sone.

^{*1} 東北大学電気通信研究所/大学院情報科学研究科

^{*2} NTT 基礎研究所

[†] 現在、(株)日立製作所サーバ開発本部勤務

^{††} 現在、山梨大学工学部

(問合先: 鈴木陽一 〒980-8577 仙台市青葉区平
2-1-1 東北大学電気通信研究所)

異なることが考えられる。それゆえ、音声聴取能力を完全に把握する上では、親密度の高い単語を用いるだけでは十分でなく、様々な親密度の単語について、親密度を統制した聴取実験を行い、その反応を分析することも重要であると思われる。

そこで、本論文では、単語の親密度をパラメータとし、音韻バランスを考慮した単語リストを作成し、その単語リストを用いて、健聴者を被験者として単語了解度試験を行った結果を報告する。

2. 単語リスト作成法

2.1 リスト作成に使用した単語

天野と近藤は、天野らの研究^{4),5)}を更に発展させた日本語親密度データベースの構築を行った⁶⁾。新しいデータベースは、新明解国語辞典第4版⁷⁾の見出し語及び小見出し語内の自立語約8万語に対して、音声提示時、文字提示時、音声文字同時提示時の三つの場合における親密度を収録している。親密度は、20代の被験者32名の7段階の評定値(1:親密度が低い、7:親密度が高い)の平均値である。

このデータベースのうち、4モーラの単語(25,962語)のみを対象として、以下の(1)~(3)の処理を行った。

(1) アクセント型が、0型及び4型だけとなるように統一した。具体的には、これら二つの型以外のアクセントで発音される可能性がある単語を削除し、更に、これら削除された単語の、同音異字語(読みが同じで表記が異なる語)を削除した。

アクセント型を統一したのは、単語のアクセントの型の違いによる影響を排除するためである。なお、アクセント型を0型及び4型に統一したのは、単語数が最も多いためである。この際、これら二つの型以外のアクセントで発音される可能性のある単語はすべて削除した。これは、了解度試験で使用する刺激音声のアクセント型と被験者の普段用いるアクセント型が異なった場合に、当該単語に対するその被験者にとっての親密度がデータベースの値より低くなったり、了解度が低くなってしまふ可能性をなくすためである。

また、0型、4型の二つの型以外のアクセントで発音される可能性があるとして削除された単語の同音異字語も削除したのは、我々が、音声による単語了解度試験用の単語リストの作成を目的としているからである。了解度試験においては、単語が音声だけで提示される。そのため、0型、4型以外の型で発音される可能性があるとして削除された単語の同音異字語が、たとえ0型、4型だけのアクセント型を持つとしても、先の処理で削除された単語と、聞いて区別ができない

からである。

(2) 試験用単語として不適切と思われる単語を実験者の判断に基づいて除外した。また、実験が音声提示で行われることを考え、それらの同音異字語も除外した。

具体的には、犯罪など社会的に負のイメージのある単語や病気に関連のある単語等を排除した。これは、補聴器適合といった臨床の場合におけるリストの使用を考えた場合に、社会的に負のイメージのある単語は、聞き取りができたとしても回答しづらいといったバイアスが被験者にかかる恐れや、難聴者にとっては病気に関する単語の親密度がデータベース構築に参加した被験者と大きく異なる恐れを排除するための処理である。

(3) 上の処理を経て残った同音異字語について、音声文字同時提示時の単語親密度が最も高い単語だけを残り、それ以外を削除した。

同音異字語の重複を許さなかったのは、リスト中に同音異字語が複数現れた場合に、被験者は同じ音声を複数回聴取することになり、これによって被験者が当惑する可能性があると考えたからである。

また、同音異字語のうち音声文字同時提示時の単語親密度が最も高い単語を一つだけ採用することにしたのは、同音異字語が存在する語を聴取した場合に、被験者は自分にとって最も親密度が高いものを思い浮かべて回答すると仮定したことを意味する。このように仮定した理由は以下のとおりである。

同音異字語が存在する場合、被験者は複数の単語を思い浮かべる可能性がある。あるいは、被験者ごとに異なる単語を思い浮かべる可能性もある。しかし、それぞれの被験者がどの単語を思い浮かべて回答したのかは、カナ文字回答では不明であり、提示した単語が一意に定まらない。そのため、同音異字語が存在する単語は、できればすべて削除することが望ましい。しかし、これらをすべて削除すると、8,034語もが対象外となってしまう、音韻バランスを考慮してリストを作成する際に対象単語数が不足し、リスト作成に困難をきたすと判断した。そこで、同音異字語のうち、音声文字同時提示時の単語親密度が最も高い単語を一つだけ採用した。また、ここで、音声文字同時提示時の親密度を用いたのは、今回用いた親密度データベースに収録されている音声単語親密度データにおいて同音異字語が区別されていないためである。音声文字同時提示時の親密度は、必ずしも音声単独提示時の親密度とは一致しないが、同音異字語の親密度を比較する上では、有効な手がかりとなると考えた。

以上の処理により削除された単語数の分類を、

Table 1 削除した単語の分類

4 モーラの単語 (25,962 語) のうち	
(1) 0 型, 4 型以外のアクセントで発音される可能性のある単語及び, その同音異字語	6,884
(2) 犯罪や病気に関連のある単語等試験用単語として不適切と思われる単語及び, その同音異字語	259
(3) 重複する同音異字語	5,212
削除した単語数の合計	12,355

Table 2 親密度の各段階における単語数

親密度	単語数
7.0~5.5	2,113
5.5~4.0	4,885
4.0~2.5	4,108
2.5~1.0	2,501
計	13,607

Table 1 に示す。これらの処理により 12,355 単語を削除した結果として, 最終的に用いる単語群 13,607 語を得た。この単語群を, 音声提示時の親密度に基づいて, 親密度が 7.0~5.5, 5.5~4.0, 4.0~2.5, 2.5~1.0 の 4 段階に分割した。親密度の段階ごとの単語数を Table 2 に示す。それぞれの段階において, 次節に示す方法により音韻バランスを考慮し, また単語の重複を許さずに, 各 50 単語から成る単語リストを 20 枚ずつ作成した。

2.2 音韻バランスがとれた単語リストの作成

単語リスト作成に際しては, 音韻バランスを考慮した。ただし, 単語の聴き取りを考える場合に, 語頭のモーラは, 先行モーラがないという点において, 語中のモーラと区別する必要があると考えた。そこで, 各単語リストに対し, 語頭と語中のエントロピーを定義し, その和をもって, 単語リストの総エントロピーとした。この総エントロピーが最大となるように, 単語リストを作成した。語頭のエントロピーは, その単語リストにおける日本語単音節 100 種の出現頻度確率から計算した。語中のエントロピーは, 先行音が後続音に及ぼす影響を考慮するために, 先行音と後続音の関係が一重マルコフ過程であると仮定して計算した。一重マルコフ過程の定義としては, 以下に示すように 2 種類を定義し, どちらがよいかを検討した。

- (1) 日本語単音節 100 種に撥音と促音を加えた 102 モーラを先行音とし, その 102 モーラと語頭の空白を加えた 103 モーラを後続音とした, モーラを単位とする一重マルコフ過程
- (2) 単語内の連続する二つのモーラの組を抜き出

し, 先行モーラの母音を先行音とし, 後続モーラの子音を後続音とした, 母音と子音の組を単位とする一重マルコフ過程。後続モーラが母音の場合に対応するため, 「子音なし」も子音の一種として取り扱った。なお, この場合には, 語尾のモーラの母音は計算の対象から除外した。

リスト作成の基本アルゴリズムは, ①目標単語数 (50 単語×20 リスト=1,000 単語) に至るまでは, 各単語リストごとに総エントロピーが最大となるように, Add 法⁹⁾を用いて単語を付加し, ②その後, すべての単語リストと, その時点でどの単語リストにも含まれない全単語を用いて, Add & Delete 法⁹⁾により, 総エントロピーの増分が最も大きい単語リスト, 及び付加単語と削除単語の組を見つけ, ③その語を入れ替え, 単語リストを作成した。②③を総エントロピーが増加しなくなるまで繰り返すことにより, 音韻バランスのとれた単語リストを得た。このアルゴリズムを親密度の各段階ごとに適用し, 単語リストを作成した。

2.3 マルコフ過程の定義が音韻バランスに及ぼす影響

ここでは, 親密度が 2.5~1.0 と最も低い単語リストを例として, 先行音と後続音についての一重マルコフ過程の定義の違いが, 音韻バランスに及ぼす影響についての検討を行う。前述のように, 一重マルコフ過程を, モーラを単位としたときと, 母音子音の組を単位としたときの 2 種類定義し, それぞれ 50 単語 20 リストを作成した。これらのリストに最終的に採録された 1,000 語に現れた全 4,000 モーラの分布を Table 3 に示す。この表で, 行が子音, 列は母音の種別を表している。また, 各項目中, / の左右の数字は, それぞれ, モーラを単位としてエントロピーの最大化を図った場合に得られたリスト中の各モーラの度数と, 母音子音の組を単位としたときの度数を表している。# は子音なし, すなわち母音を意味している。Table 3 から, モーラを単位とした場合は, 母音や /ku/ や /N/ といったモーラが多く現れているが, /no/, /mu/, /pu/ は非常に少ないことが分かる。モーラの出現頻度確率から両リストのエントロピーを計算したところ, モーラを単位とした場合は 5.32 bit, 母音子音の組を単位とした場合は 5.70 bit であり, モーラを単位とした場合のリストは, より偏ったリストになっていた。その理由として, 以下の 2 点が考えられる。一つは, 4 モーラ 50 単語の各リスト内にあるモーラの組が 200 個しかないため, 先行モーラの種類が非常に少数で, かつその中で後続モーラが一番ばらついているときにエントロピーが最大になることである。もう一つの理

Table 3 2種類の音韻バランスの定義により得られた単語リストの全モーラ数の分布。行はモーラ頭の子音（ただし#は子音なし、Qは促音、Nは撥音）、列はモーラ核の母音を表す

(モーラを単位/母音子音の組を単位)					
	a	i	u	e	o
#	31/30	347/209	353/220	29/20	59/46
k	85/82	84/105	277/215	63/39	61/49
s	64/61	63/87	25/41	52/40	43/33
t	77/88	—	—	40/38	47/52
n	38/58	17/33	5/12	35/41	6/30
h	50/59	10/24	28/37	23/22	22/26
m	50/69	31/71	3/10	32/47	38/49
y	26/46	—	21/40	—	24/37
r	67/98	72/88	18/31	45/38	47/41
w	27/53	—	—	—	—
g	50/69	11/35	15/30	27/35	25/37
z	25/25	29/57	21/39	23/18	13/13
d	38/56	—	—	18/17	31/36
b	50/61	7/28	32/62	20/16	39/29
p	3/10	0/4	3/14	2/6	2/4
c	—	48/57	135/213	—	—
ky	0/2	—	7/15	—	12/3
sy	6/15	—	37/11	—	19/10
cy	3/4	—	9/5	—	19/4
ny	0/0	—	5/3	—	0/0
hy	2/3	—	0/0	—	6/2
my	0/0	—	0/0	—	6/0
ry	0/1	—	6/1	—	6/1
gy	1/1	—	1/0	—	9/2
zy	4/13	—	29/8	—	12/6
by	2/2	—	0/0	—	1/0
py	0/0	—	0/0	—	1/0
Q			2/23		
N			593/379		

由としては、一つの単語内に存在する四つのモーラの組において、前の組の後続モーラと次の組の先行モーラが同じであるため、それぞれの状態が独立とならず、音韻バランスがとれないことが考えられる。一方、母音と子音の組を単位としたマルコフ過程では、このような問題が起こらないため、音韻バランスのとれた単語リストが得られたものとする。そこで、語中のエントロピーを算出する際の一重マルコフ過程の単位は、母音と子音の組とすべきであると考えた。

2.4 得られた単語リスト

語中のエントロピーを算出するための一重マルコフ過程の単位としては母音と子音の組を用い、2.2節で述べたアルゴリズムにより、各親密度ごとに50単語の単語リストを20枚作成した。親密度の各段階ごとに、実際に作成した単語リストの例をTable 4～Table 7に1枚ずつ示す。

Table 4 親密度7.0～5.5の単語リストの例

アマグモ	イマフウ	ウチガワ	オシダシ	オヤモト
ガニマタ	カシバン	キタカゼ	キュウシヨク	グウタラ
クスリヤ	ケイサツ	ゲンイン	コウフク	ザイガク
サイジツ	ジツブツ	シハライ	シャブシャブ	スタミナ
セツリツ	ソラミミ	タナバタ	ダントタイ	チョウハツ
チンタイ	ツナガリ	デマカセ	ドクヤク	トビバコ
ナツバシヨ	ニンニク	ネアガリ	ハダイロ	パチンコ
バランス	ヒキダシ	ブランド	フリガナ	ホウタイ
マンルイ	ミジンコ	ヤマカジ	ユウワク	ヨクネン
ランバク	リクジョウ	リャクダツ	レンパイ	ワタクシ

Table 5 親密度5.5～4.0の単語リストの例

アイアイ	イチブン	ウラガネ	オハグロ	ガイユウ
カザアナ	キョクアシ	ギョクサン	キュウガク	キワマリ
ギンマク	クタビレ	グンダン	コツゼン	ザイバツ
サンバシ	ジカバキ	シタヅミ	ジャクサ	シャクナゲ
ショウワル	スナヤマ	ソクハツ	タンバツ	ダンマリ
チマミレ	チャクフク	チョクリツ	ツユザム	ドウナガ
トリタテ	ナカワタ	ニシガワ	ヌカルミ	バイシン
ハラダチ	ヒツダン	ピンハネ	フダツキ	ブンダン
ホソウデ	マヤカシ	ミミアテ	ムササビ	モミガラ
ヤマバト	ユキハダ	ラクジツ	リンカン	ワカハゲ

Table 6 親密度4.0～2.5の単語リストの例

アトツケ	イチユウ	ウチワタ	オシワリ	カツギヤ
ガンクツ	キョクライ	キュウバク	ギリアイ	キンアツ
クニビト	グンシン	コマモノ	ザイカン	ササガニ
シキガワ	ジャクサン	ジリヒン	スズシロ	ソラユメ
タビニン	ダンピラ	チクサツ	チャクダン	ツミクサ
テキガタ	ドウヒツ	トビイロ	ナニビト	ニワキド
ハダアイ	バラヅミ	ビタセン	ヒラヒモ	フクジン
ブンミン	ホンブシ	マユダマ	ミツグミ	ムシナベ
メイテツ	モトダネ	ヤマガミ	ユウガサ	ヨコゴモ
ライハル	リンキュウ	ルイジャク	レイジツ	ワリハン

Table 7 親密度2.5～1.0の単語リストの例

アイキョク	イチハツ	ウラジャク	エラブツ	オクデン
ガラユキ	カワダチ	キクバン	キュウカツ	クニタミ
コウタツ	ザイカタ	サトミチ	ジャクジャク	シャツラ
シユクユウ	ジュンイツ	ジリダカ	シワバラ	ズクニユウ
スミガネ	セツシツ	ゼツタン	ソウジン	タカヒモ
ダンツウ	チュウニン	チンガイ	ツマカワ	トツヤ
ナガシオ	ニューシチ	ニンガイ	バチビン	ハンバリ
ビャクサン	ヒャクライ	ビルシャナ	ヒンカン	フツジン
ブンラン	マンピツ	ミスガラ	モリッコ	ヤナグイ
ユウハイ	ユウガイ	ライバン	リンガク	ワタマシ

得られた単語リストにおけるエントロピーと親密度について、平均とリスト間標準偏差をTable 8に示す。この表から、親密度の各段階とも、同程度に音韻

Table 8 各親密度ごとの単語リストについての音韻エントロピーの平均値 (単位 bit) 及び親密度の平均値

親密度	語頭のエン トロピー	語中のエン トロピー	総エントロピー (リスト間標準偏差)	親密度の平均値 (リスト間標準偏差)
7.0~5.5	5.640	3.631	9.271 (0.010)	5.81 (0.039)
5.5~4.0	5.644	3.828	9.472 (0.005)	4.84 (0.053)
4.0~2.5	5.644	3.791	9.436 (0.005)	3.15 (0.066)
2.5~1.0	5.638	3.568	9.206 (0.005)	2.16 (0.024)

バランスのとれた単語リストが得られていることが分かる。ただし、親密度 7.0~5.5 及び 2.5~1.0 の場合は、エントロピーは相対的に小さい。これは Table 2 に示すように、この二つの親密度の段階における単語数が相対的に少ないことを反映しているものと考えられる。また、総エントロピーのリスト間標準偏差が十分に小さいことから、親密度の各段階ごとにすべてのリストについて、同様に音韻バランスがとれたリストが得られていることが分かる。更に、親密度の平均値についてのリスト間標準偏差も小さな値を示している。リストごとの親密度の平均値に差があるかどうか調べるため、親密度の段階ごとに、リストを要因とする 1 要因分散分析を行い、平均値の差の検定を行った。その結果、いずれの親密度でも、リストごとの親密度の平均値に有意な差は見られなかった (親密度が 5.5~7.0 の場合には、 $F(19, 980)=1.580$, $p=0.054$; 親密度 4.0~5.5 では、 $F(19, 980)=0.741$, $p=0.778$; 親密度 2.5~4.0 では、 $F(19, 980)=1.255$, $p=0.205$; 親密度 1.0~2.5 では、 $F(19, 980)=0.661$, $p=0.859$)。このことから、各リストの親密度の平均値は等しいと見なしてよく、親密度の統制はリストによらずとれているものと考えられる。

3. 健聴者による単語理解度試験

3.1 実験方法

ここでは、前章で作成した単語リストの妥当性を確認するため、健聴者を用いて実際に単語理解度試験を行った。また、電話試験用平等率音節表を用いた⁹⁾日本語 100 音節の単音節明瞭度試験も併せて行った。被験者は、成人男性 10 名である。それぞれの親密度ごとに、20 枚の単語リストからランダムにリストを選び、提示音圧 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60 dB SPL で測定した。各単語について、 L_{Aeq} が所定の値になるよう、計算機上で振幅を調整したうえで、人工耳 (B & K 4153) を用いて音圧校正を行った。また、提示音は、ヘッドホン (Sennheiser HDA-200) を用いて、左耳に提示した。測定前に、あらかじめ「日本語の単語であるが、聞こえたとおりにカナで回答する」

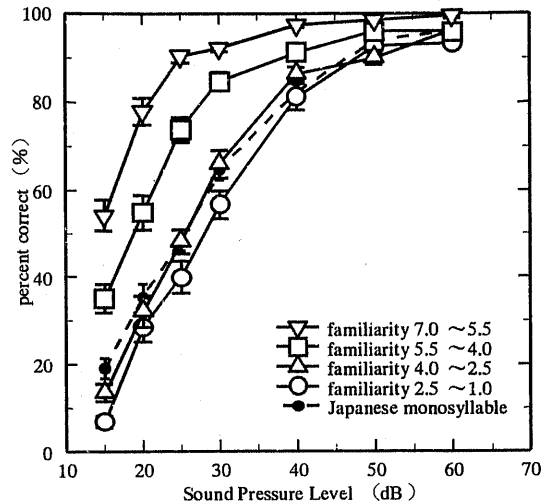


Fig.1 単語理解度試験及び単音節明瞭度試験の結果 (誤差棒は±標準誤差を表す)

ことを被験者に教示した。なお、回答はすべて平仮名で行われた。

3.2 実験結果及び考察

Fig.1 は 10 名の健聴者による単語理解度と単音節明瞭度を、提示音圧の関数として示した図である。まず、単語理解度に対する親密度と提示音圧の効果を見る目的で、親密度の要因 (4 水準) と提示音圧の要因 (7 水準) で 2 要因分散分析を行ったところ、交互作用が有意であった ($F(18, 243)=19.46$, $p<.001$)。そこで、親密度の単純主効果の検定を提示音圧の水準ごとに行ったところ、すべての提示音圧において、親密度の単純主効果が有意であった (15 dB では、 $F(3, 27)=81.96$, $p<.001$; 20 dB では、 $F(3, 27)=66.94$, $p<.001$; 25 dB では、 $F(3, 27)=97.47$, $p<.001$; 30 dB では、 $F(3, 27)=42.20$, $p<.001$; 40 dB では、 $F(3, 27)=15.39$, $p<.001$; 50 dB では、 $F(3, 27)=7.13$, $p<.01$; 60 dB では、 $F(3, 27)=12.03$, $p<.001$)。この検定結果は、すべての提示音圧において親密度の効果が存在することを示している。すなわち、単語親密度をもとに本研究で作成

した単語リストが、難易度を統制した単語理解度試験用のリストとして有効であると言える。

次に、どの親密度の条件間において差があるかを詳しく調べる目的で、各提示音圧において Tukey の HSD 検定によって多重比較を行った。その結果、提示音圧 15, 20, 25 dB において、親密度 2.5~1.0 と親密度 4.0~2.5 の対以外の全組み合わせに有意な差があった (15 dB では、 $MSE = 56.36$, $p < .05$; 20 dB では、 $MSE = 77.67$, $p < .05$; 25 dB では、 $MSE = 54.73$, $p < .05$)。提示音 30 dB においては、親密度 2.5~1.0 と親密度 4.0~2.5 及び親密度 5.5~4.0 と親密度 7.0~5.5 の二つの対以外の全組み合わせに有意差があった ($MSE = 64.06$, $p < .05$)。提示音圧 40 dB においては、親密度 2.5~1.0 と親密度 5.5~4.0 の対、親密度 2.5~1.0 と親密度 7.0~5.5 の対、親密度 4.0~2.5 と親密度 7.0~5.5 の対に有意差があった ($MSE = 30.76$, $p < .05$)。提示音圧 50 dB においては、親密度 2.5~1.0 と親密度 7.0~5.5 の対、親密度 4.0~2.5 と親密度 5.5~4.0 の対、親密度 4.0~2.5 と親密度 7.0~5.5 の対に有意差があった ($MSE = 18.89$, $p < .05$)。提示音圧 60 dB においては、親密度 2.5~1.0 と親密度 4.0~2.5 及び親密度 4.0~2.5 と親密度 5.5~4.0 の二つの対以外の全組み合わせに有意差があった ($MSE = 5.37$, $p < .05$)。以上の多重比較の結果は、親密度 2.5~1.0 と親密度 4.0~2.5 の対にはどの提示音圧においても有意な差が見られず、他の親密度の組み合わせ対では、ほぼ全部の提示音圧に有意な差が存在することを示している。従って、親密度 2.5~1.0 と親密度 4.0~2.5 の単語リストとでは、親密度の違いが単語理解度に反映されず、両者はほぼ同一の特性を持っているのに対し、親密度 5.5~4.0 や親密度 7.0~5.5 の単語リストでは、親密度の違いが単語理解度に反映されると言える。これらの分析結果をまとめると、親密度が低い場合には、単語理解度の差が出にくくはなるが、本論文で作成した単語リストによって単語理解度の統制が可能であると言ってさしつかえない。

次に、各親密度について得られた単語理解度と単音節明瞭度との比較を行う。このような比較を各条件ごとに (例えば t 検定を用いて) 行うと、第 1 種の錯誤が生ずる確率が高くなることが知られている。そこで、各親密度における単語理解度と単音節明瞭度を組にし、単語か単音節かの要因 (2 水準) と提示音圧の要因 (7 水準) の 2 要因分散分析を用いて比較を行うこととした。

親密度 2.5~1.0 の単語理解度と単音節明瞭度の組では、交互作用が有意でなく、単語か単音節かの主効

果が有意であり ($F(1, 117) = 28.18$, $p < .001$)、提示音圧の主効果も有意であった ($F(6, 117) = 479.46$, $p < .001$)。従って、親密度 2.5~1.0 の単語理解度と単音節明瞭度の間には差があると言える。親密度 4.0~2.5 の単語理解度と単音節明瞭度の組では、交互作用及び単語か単音節かの主効果が有意ではなく、提示音圧の主効果のみが有意であった ($F(6, 117) = 442.57$, $p < .001$)。従って、親密度 4.0~2.5 の単語理解度と単音節明瞭度の間には、差がないと考えられる。親密度 5.5~4.0 の単語理解度と単音節明瞭度の組では、交互作用が有意であった ($F(6, 117) = 11.54$, $p < .001$)。そこで、提示音圧ごとに、単語か単音節かの単純主効果の検定を行ったところ、15 dB ($F(1, 9) = 21.86$, $p < .001$)、20 dB ($F(1, 9) = 28.84$, $p < .001$)、25 dB ($F(1, 9) = 137.32$, $p < .001$)、30 dB ($F(1, 9) = 57.27$, $p < .001$)、及び 40 dB ($F(1, 9) = 12.93$, $p < .01$) の提示音圧で有意差が存在した。しかし、50 dB と 60 dB の提示音圧では、有意差が存在しなかった。親密度 7.0~5.5 の単語理解度と単音節明瞭度の組では、交互作用が有意であった ($F(6, 117) = 38.92$, $p < .001$)。そこで、提示音圧ごとに、単語か単音節かの単純主効果の検定を行ったところ、すべての提示音圧で有意な差が存在した (15 dB では、 $F(1, 9) = 172.27$, $p < .001$; 20 dB では、 $F(1, 9) = 93.83$, $p < .001$; 25 dB では、 $F(1, 9) = 200.62$, $p < .001$; 30 dB では、 $F(1, 9) = 142.06$, $p < .001$; 40 dB では、 $F(1, 9) = 72.30$, $p < .001$; 50 dB では、 $F(1, 9) = 31.53$, $p < .01$; 60 dB では、 $F(1, 9) = 12.87$, $p < .01$)。

以上の単語理解度と単音節明瞭度との比較をまとめると、50 dB や 60 dB といった高い提示音圧で一部の例外があるものの、ほぼすべての提示音圧において、1) 親密度 5.5~4.0 及び親密度 7.0~5.5 の単語理解度は単音節明瞭度よりも高いこと、2) 親密度 4.0~2.5 の単語理解度と単音節明瞭度はほぼ同じであること、3) 親密度 2.5~1.0 の単語理解度は単音節明瞭度よりも低いことが示された。

これらの結果は、親密度を統制した条件における単語理解度が単音節明瞭度と同じ値を取ると見なしうる範囲は極めて限定されたものであることを意味している。また、単語理解度が親密度によって単音節明瞭度よりも高かったり低かったりすることから、親密度を統制していない一般の単語理解度の場合には、単音節理解度から単語理解度を推定することが困難であり、単音節明瞭度を単語理解度の代用として使用することが不適當であることを示唆している。また、単語音声を使用した聴取能力測定においては、親密度を統制

し、親密度がある範囲に限定された単語リストを使用することが望ましいことを示していると言える。

これまで、音声単語や文字単語を用いた研究により、語彙判断課題やネーミング課題における反応時間が親密度によって変化し、親密度の高いほど反応時間が短くなることが知られている^{10)~12)}。今回の我々の実験結果は、日本語の音声単語理解度においても、親密度効果が現れることを明確に示している。また、この効果は、音圧レベルが低く聴取条件の悪い場合ほど、顕著に見られることが示された。

親密度が高い語ほど反応時間が短くなるという過去の研究結果は、親密度の高い語ほど、心的辞書との照合が容易であることを意味するものである。今回の実験結果において、親密度の高いほど、単語理解度が高くなっているのも、親密度の違いによる心的辞書との照合の難易度を反映したものであると考えられる。

例えば、親密度が7.0~4.0と高い単語の場合、提示音圧が低く一部のモーラが聴き取れなくても、心的辞書との照合が容易であることから、聞こえたとおりに回答するよう求められていたとはいえ、心的辞書との照合が無意識のうちに行われて、他のモーラから聴き取れなかった部分の推測が可能となり、理解度が高くなったと考えられる。一方、親密度が4.0未満の低い単語の場合には、被験者にとって聴き慣れない単語が多く心的辞書との照合が困難であり、単音節明瞭度の聴き取りと同様に、個々のモーラを完全に聴き取る必要があるため、理解度が低いものになったと考えられる。特に、親密度が最も低い2.5~1.0の場合に、単音節明瞭度の値より単語理解度の方が低くなっているのは、単語として完全に一致した場合のみを正解として理解度を算出していることから、単語内の一部のモーラを聴き取ることができても、それ以外のモーラが完全に一致せず、不正解となったためと考えられる。

このように、親密度が高い単語と低い単語とでは、聴き取りの様相が異なると考えられる。従って、親密度を統制し、親密度をパラメータとした聴取実験を行うことにより、ある個人の音声聴取能力を様々な面から観察することが可能となるであろう。これまで、単語理解度試験を行う場合に用いられてきた単語リストは、出現頻度の高い単語から構成されたものや、親密度に基づく場合でも親密度の高いものだけを選んで作成されたものであった。親密度は、単語に対する「なじみの程度」を表す主観的評定値であり、心的辞書を反映した単語知覚の難易度の指標であることから、出現頻度などよりも、音声聴取能力の評価に適した指標であると考えられる。以上のことから、親密度を統制

しパラメータとした単語理解度試験の結果は、個人ごとの音声聴取能力の、信頼性のある評価指標として用い得ると期待できる。

4. ま と め

本論文では、音声聴取能力を測定する手法として、単語理解度試験に着目し、親密度をパラメータとし、音韻バランスを考慮した単語リスト作成手法について述べた。更に、単語リストを実際に作成して、単語理解度試験を行い、その結果から、親密度が単語理解度に影響を及ぼすことを明らかにすると共に、その背景と、親密度を統制した単語理解度試験の有用性について考察した。今後は、本リストを用いた単語理解度試験の結果をより細かく分析し、親密度が理解度どのように影響するかを検討すると共に、本リストを臨床応用するための具体的手続きの開発や、単語知覚の機序を明らかにすることが重要であると考えられる。

文 献

- 1) 田中美郷, “補聴器適合評価機器試作に関する研究,” 昭和63年度科学研究費補助金成果報告書 (1983).
- 2) 教育調査研究所, “学習基本語彙の選定に関する研究 I 一語の熟知度による語彙の実態,” 研究紀要小国 35 (1985).
- 3) 宮田裕之, 渡辺俊郎, 天野成昭, 近藤公久, “聴覚障害者のための単語理解度試験用単語リストの提案,” 音講論集, 427-428 (1996.3).
- 4) 天野成昭, 近藤公久, 笈一彦, “日本語単語の親密度の大規模評定実験,” 音講論集, 345-346 (1994.3).
- 5) S. Amano, T. Kondo and K. Kakehi, “Modality dependency of familiarity ratings of Japanese words,” *Percept. Psychophys.* 57, 598-603 (1995).
- 6) 天野成昭, 近藤公久, “言語心理学のための日本語単語親密度データベース,” 音講論集, 393-394 (1998.3).
- 7) 金田一京助, 柴田武, 山田明雄, 山田忠雄編, 新明解国語辞典 第4版 (東京, 三省堂, 1989).
- 8) 鹿野清宏, “エントロピによる音韻バランス単語リストの作成,” 音講論集, 211-212 (1984.3).
- 9) 三浦種敏監修, 新版聴覚と音声 (電子情報通信学会, 東京, 1980), pp. 402-405.
- 10) C.M. Connine, J. Mullennix, E. Shernoff and J. Yelen, “Word familiarity and frequency in visual and auditory word recognition,” *J. Exp. Psychol.* 16, 1084-1096 (1990).
- 11) T. Kondo, T. Nakayama and T. N. Wydell, “Nature of naming latency for Japanese Kanji words,” *Proc. 8th Int. Conf. on Cognitive Processing of Asian Languages & Symp. on Brain, Cognition, and Communication (ICCPAL 97)*, 68 (1990).
- 12) 天野成昭, 近藤公久, “音声単語の語彙判断に対する親密度の影響,” 音講論集, 363-364 (1998.9).



坂本 修一

平7東北大・工・情報卒。平9同大学院・情報研・博士課程前期2年の課程修了。現在、(株)日立製作所サーバ開発本部に勤務。在学中は、音声知覚に関する研究に従事。



近藤 公久

昭和59年慶大・工・管理卒。昭和61年同大学院修士課程修了。同年日本電信電話株式会社入社、同社研究所において視聴覚単語知覚過程、朗読過程の研究に従事。電子情報通信学会、認知科学会、心理学会、アメリカ音響学会各会員。



鈴木 陽一

昭51東北大学・工・電気卒。昭57同大学院・工・博士修了。現在、東北大学電気通信研究所助教授。昭61粟屋潔学術奨励賞、平4平6佐藤論文賞受賞。ラウドネス知覚、騒音の評価手法、デジタル補聴器、音像の制御手法などの研究に従事。電子情報通信学会、情報処理学会、

日本機械学会、米国音響学会等の正会員。



小澤 賢司

昭61年東北大学工・通信卒。昭63年同大学院・工・修士修了。東北大学電気通信研究所助手・助教授を経て、平10年4月より山梨大学工学部助教授。博士(工学)。平6年粟屋潔学術奨励賞受賞。音色知覚、ラウドネス知覚、マスキング現象などの研究に従事。電子情報通信学会、日本聴覚医学会等の正会員。

会、日本聴覚医学会等の正会員。



天野 成昭

1983年東京大学文学部卒。1985年東京大学人文科学研究科修士課程(心理学)修了。同年日本電信電話(株)電気通信研究所入所。1996年-1997年インディアナ大学客員研究員。現在、日本電信電話(株)基礎研究所主任研究員。音声知覚、言語認知研究に従事。日本心理学会、日本音響学会、日本神経回路学会、米国音響学会各会員。博士(心理学)。

学会、日本神経回路学会、米国音響学会各会員。博士(心理学)。



菅根 敏夫

昭33東北大学・工・電子卒。工博。東北大工学部助手、助教授、教授を経て、現在は同大学電気通信研究所教授。心理音響学、電気音響学、騒音制御などの研究に従事。米国音響学会フェロー、電子情報通信学会、日本機械学会、情報処理学会、日本聴覚医学会等の正会員。

学会、日本聴覚医学会等の正会員。