

## 早口音声の聴取訓練における単語親密度の影響

西本 卓也<sup>†</sup> 狩谷 幸香<sup>‡</sup> 渡辺 隆行<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 東京大学大学院 情報理工学系研究科 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

<sup>‡</sup> 東京女子大学 現代文化学部 コミュニケーション学科 〒167-8585 東京都杉並区善福寺 2-6-1

E-mail: <sup>†</sup> nishi@hil.t.u-tokyo.ac.jp, <sup>‡</sup> {g04c043, nabe}@cis.twcu.ac.jp

あらまし 視覚障害者が使用する超早口音声の了解度と心的負荷を検討した。データベース FW03 の 4 モーラの単語を対象とした実験で、学習による了解度の向上を確認した。また、親密度の高い単語と低い単語を順番に聴取させた実験では、学習の効果が親密度の異なる単語の聴取に転移する、ということが示唆された。さらに NASA-TLX による心的負荷測定の結果、親密度の低い単語の聴取では心的負荷が高まることが確認されたが、心的負荷の値には個人差が大きく、学習による心的負荷の軽減はみられなかった。

キーワード 早口音声, 単語親密度, 心的負荷, NASA-TLX, FW03

## The Learning Effect on Listening to Fast Speech with Different Word Familiarity

Takuya NISHIMOTO<sup>†</sup> Yukika KARIYA<sup>‡</sup> Takayuki WATANABE<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo  
7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8656 Japan

<sup>‡</sup> Department of Communication, Tokyo Woman's Christian University  
2-6-1 Zenpukuzi, Suginami-ku, Tokyo, 167-8585, Japan

**Abstract** We investigated the intelligibility of ultra-fast speech which may be used for screen reader for persons with visual disability. The subjects were 35 women who are university students and are not visually/hearing impaired. They were divided into four groups and they listened to 150 words with the speed of approximately 20 morae/sec. The vocabulary contained the tasks of high and low familiarity words, and the orders of tasks were different by the groups. Four morae Japanese words from the FW03 database were used as the vocabulary of the recall test. As the results, we observed the significant learning effect. The transfer of the learning effects among the different word familiarities was also observed. We also investigated the mental workloads of the listening task using the NASA-TLX method. As the results, significantly high workload scores were observed at the listening of low familiarity words. However, there were great differences of workload scores between individuals. No significant reduction of workload scores was observed as the effect of learning.

**Keyword** Ultra-Fast Speech, Word Familiarity, Mental Workload, NASA-TLX, FW03

### 1. はじめに

国内のPC利用者数は6601万人である[1]。約30万人いると言われる18歳以上の視覚障害者の中でPC利用者は約1万5千人である[2][3]。これに対して点字を読むことができる視覚障害者は全体の10%である[4]。視覚障害の原因となった眼疾患は、1位が緑内障の24.6%、2位が糖尿病網膜症の20.2%[3]と続き、後天性素因が多い。画面情報を音声で読み上げるスクリーンリーダーなどは特に中途失明者には不可欠である。

スクリーンリーダーの利用者は多くの情報を短時

間で得るために読み上げ速度を速くすることが多い。渡辺[5]によるとスクリーンリーダー利用者は音声で最高速度に設定している人が最も多い。浅川[6]は視覚障害者にとって適切な音声速度について検討している。文理解率50%となる速度を「最適速度」、文理解率90%の速度を「最高速度」と定義し、コンピュータ使用経験のある視覚障害者を被験者として実験をした結果、最適速度は約18モーラ/秒、最高速度は約23モーラ/秒であった。

我々は非常に速い速度の音声に対する慣れについ

て検討し(大島他[7,8]),若年者と高齢者の比較も行ってきた(小野他[9,10])。本報告では慣れの効果に単語親密度が与える影響を検討する。また了解度と合わせて心的負荷の検討も行う。

## 2. 先行研究

我々は、視覚障害者が高速な音声聞き取ることができるようになる学習の過程について検討してきた[7,8]。20代聴覚者を対象に3週間にわたって4桁数字の早口合成音声の聴取実験を行い、早口音声に対する慣れの効果を確認した。また、高齢者に対しても同様な実験を行ってきた[9,10]。高齢者においても訓練の効果は確認されたが、学習による了解度の向上は顕著ではなく、個人差も大きかった。短期記憶の影響を相殺するような集計を行ったところ、加齢によって数字の出現順序を記憶しにくくなることも示唆された[14]。

## 3. 本研究の目的

本研究の第1の目的は、単語親密度が早口音声の聴取訓練に与える影響の検討である。聴取させる単語に対する親密度は了解度に大きく影響する。これまでの実験ではすべての被験者において親密度が高いと考えられる数字を対象とした。そこで本研究では早口音声聴取の訓練において親密度の高い単語を提示する場合と低い単語を提示する場合の了解度の変化を比較することとした。

第2の目的は早口音声の評価尺度としての心的負荷の有効性の検討である。単語了解度は音声の評価尺度として重要であるが、「聞き取りやすさ」あるいは「聞き取りにくさ」といった主観評価値も単語了解度を補完する尺度であることも文献[11]などで指摘されている。了解度が高くて心的負荷が高い音声は視覚障害者が長時間聞く音声としては望ましくない。

## 4. 実験 I

### 4.1 実験 I の位置づけ

実験 I では早口音声聴取する課題を心的負荷の側面から評価することの妥当性を検証した[13]。心的負荷を評価する手法として NASA-TLX (Task Load Index) を用いた。NASA-TLX は以下の6つの下位尺度によってメンタルワークロードを評価する手法である[12]。

- ・ 知的・知覚的要求
- ・ 身体的要求
- ・ タイムプレッシャー
- ・ 努力
- ・ フラストレーション
- ・ 作業成績

被験者は作業を行う前に下位尺度の重要度を評価する。そのあとで被験者は6つの尺度それぞれに対する評定を、目盛りのない直線の上に印を付けることによって(本実験ではスクロールバーの操作によって)行

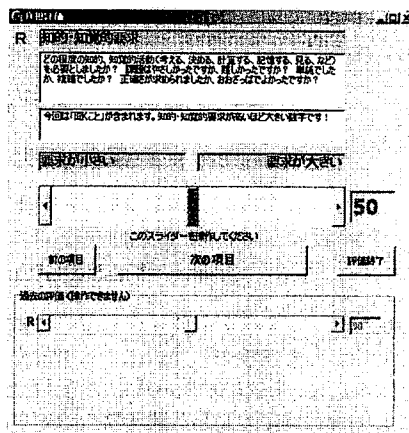


図4-1: NASA-TLXにおける負担評価の画面例  
Fig.4-1: Screen Image of NASA-TLX Evaluation.

う。本実験では重要度が最上位と評価された尺度の重みを6とし、最下位と評価された尺度の重みを1とした。

### 4.2 実験概要

単語親密度の異なる音声を2種類の話速で聴取する実験を行う。また、単語了解度と合わせてNASA-TLXを用いて心的負荷を測定する。

大阪大学の篠原一光先生によって開発された「日本語版NASA-TLX」に基づいて、Windows用ソフトウェア Kiki-WWL を作成した。特に課題間の値の大小関係を意識した評定が行われるように考慮した。具体的には、リハーサルおよび4つの課題(A~D)における各項目の評価の画面において、過去の評定値を参照できるようにした。課題音声としては親密度別単語音声データ FW03[5]を用いた。単語親密度(F)についてH/Lの2条件、話速(S)について1/2の2条件を下記のように設定した。

- ・ FH: 親密度が7.0~5.5
- ・ FL: 親密度が2.5~1.0
- ・ S1: FW03の音声をそのまま使用
- ・ S2: Adobe Audition2.0で2倍速に変換

S1で用いた音声ファイルは、FW03の男性話者1名分(48KHzサンプリング, 16bit, モノラル)をそのまま使用した。S2を作成する際にはAdobe Audition2.0でタイムストレッチ(比率200%)を使用した。スプリング周波数およびオーバーラップはデフォルト値(61Hz, 31%)とし、固定母音モードはOFFにした。FH-S1, FH-S2, FL-S1, FL-S2の4群は、音韻バランスを考慮しつつ出現順序をランダムにした各50個の音声である。S1およびS2の平均話速はそれぞれ5.3モーラ/秒, 10.8モーラ/秒であった。

### 4.3 被験者

被験者は聴覚障害を持っておらず母国語が日本語である女子大学生11人(3年生から4年生)であり、

すべて聴眼者の女性である。

#### 4.4 実験の方法

音声の提示には1人ずつパソコン (Microsoft Windows XP) とヘッドフォン (Panasonic RP-H750-S) を用いた。実験の手順を以下に示す。

##### (1) 聞き取り課題の練習(リハーサル)

被験者にパソコン操作の説明を行い、その後、練習タスクとして女性音声15問を聴取させた。この音声は話速を変換しておらず、親密度はFHとFLの中間のものである。このリハーサルの際に音量調節も行った。なお、この実験では事前に作成した解答用紙の回答欄にペンで回答を記入させた。

##### (2) 下位尺度の順序付けとリハーサル問題の評価

音声ガイドと文字表示で尺度の説明を行い、6項目の重み付けを行った。左側のボタンをクリックして各項目を選択し、続いて右側の1位から6位の各欄をクリックして順位を確定する、という操作の流れになっている。

順位付けが終了した後、評価リハーサルとして、リハーサル問題を評価してもらった。図4-1は負担評価の画面例である。各項目について、画面中央の大きなスライダーをマウスまたはキーボードで操作し、0から100の範囲で評定させた。「次の項目」ボタンを押すと次の項目に移ることができ、6つの項目すべてについて評定が終わると評価は終了する。各項目について0と100の意味を誤解させないように考慮した。

##### (3) 各課題の音声聴取およびワークロード評価

課題を50問聴取させ、その後NASA-TLXによる心的負荷測定を行い、次の課題との間に5分間の休憩を取った。提示した課題は被験者の半分については FLS1→FLS2→FHS1→FHS2 の順番とし、半分については FHS1→FHS2→FLS1→FLS2 とした。

#### 4.5 実験結果・考察

被験者1名(「作業成績」の値の大小を誤解したと考えられる)のデータを除いて10名のデータを分析した。正解単語数から了解度を求めて各群間でt検定を行った結果、fhs2-f1s1間を除くすべての群間で有意差(両側分布, 有意確率5%)が見られた。

図4-2, 4-3に、各群の単語了解度と心的負荷の結果を示す。ただし心的負荷は4回の試行のWWL (Weighted Workload) の値を、被験者ごとに平均と標準偏差を50および10に正規化した値である。2倍速音声のfhs2とfls2に着目すると、単語親密度が低い場合に、単語了解度が低下し、WWLが上昇していることがわかる。また、親密度の高い場合も、話速の効果による了解度の低下とWWLの上昇が見られた。

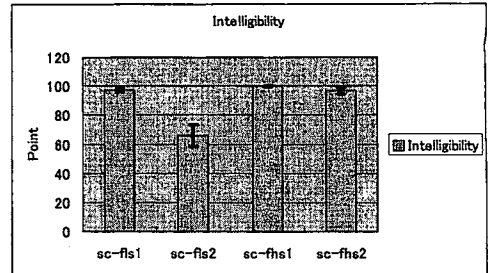


図4-2 実験 I における単語了解度  
Fig4-2: Average Intelligibility of Exp.1

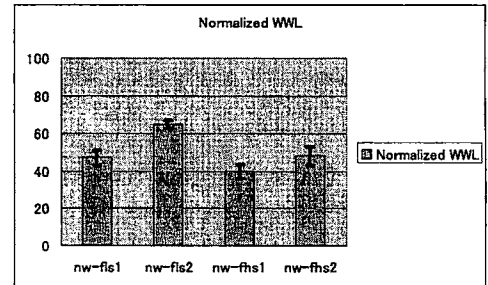


図4-3 実験 I における正規化した心的負荷(WWL)  
Fig4-3: Average Normalized WWL of Exp.1

## 5. 実験 II

### 5.1 実験 II の位置づけ

実験IIでは、早口音声の聴取において単語親密度の違いが学習効果に及ぼす影響を調査する。実験 I において心的負荷を用いることの妥当性を示したので、本実験においても単語了解度と心的負荷を評価の指標とする。

### 5.2 実験概要

#### 5.2.1 実験の目的・手法

単語親密度によって、早口合成音声の聴取に影響が出るのかを検討することが目的である。話速は揃え、単語親密度による影響のみを比較できるようにした。具体的には、単語親密度の高いもの(H)と単語親密度の低いもの(L)を順番に3回聞かせ、聞く順序によって、変化が出るのかを調べた。特に以下の仮説を検証することが実験の目的である。

1. 親密度の高い早口音声を繰り返し聞くほうが、親密度の低い早口音声を繰り返し聞く場合に比べて、知識に頼ることができるので、学習が進み、了解度が上がるのではないかと。また、心的負荷については、軽減されるのではないだろうか。
2. 親密度の低い早口音声を繰り返し聞くほうが、親密度の高い早口音声を繰り返し聞く場合に比べて、聞き取ろうとする自発的な努力が促されるため、学習が進み、了解度が上がるのではないだろうか。また、心的負荷については、軽減されるのではな

いだろうか。

3. 親密度の低い早口音声を繰り返し聞くことは、親密度の低い音声聞くための学習につながるが、親密度の高い早口音声聞くための学習にはつながらない。逆も同様である。

### 5.2.2 実験ソフトウェア・課題音声

実験IIで用いたソフトウェアについて述べる。被験者の負担軽減と集計作業の効率化を目的として、実験IIでは、音声を提示したのち、キーボードからローマ字で聴取内容を入力させるように改良を施した。入力されたローマ字をひらがなに変換して提示する機能も実装した。被験者は教示に従って、R(リハーサル)またはA~Cの各課題のボタンを押し、続いてStartボタンを押すことで実験が始まる。画面中央には50問中何番目の課題が提示されているか、という課題番号と、次の音声再生されるまでの秒数が表示される。音声は16秒間隔で提示され、課題再生直後からキーボードでの入力が可能となる。次の音声再生される直前に入力欄の内容が保存され、入力欄が消去される。

次に、ワークロード評価用プログラムについて述べる。実験Iで用いたNASA-TLX用プログラムKiki-WWLを使用し、使いやすさやわかりやすさを高めるための改良を施した。また、評価対象がA~Cの3種類になったことに伴うボタンの数の変更を行い、回答方法の変更に伴って「身体的要求」の補足に「キーボードを操作すること」を追加するなどの修正を行った。

最後に、この実験で提示した課題音声について述べる。親密度FHおよびFLの2条件について、異なる語彙リストから作成した早口音声S1~S3を作成した。親密度別単語理解度試験用音声データセット(FW03)の男性話者MISについて、親密度が最低(親密度グループ1)の語彙グループc, e, gの50単語をそれぞれFLS1, FLS2, FLS3として、乱数表によって順序を並べ替えた。同様に、親密度が最高(親密度グループ4)の語彙グループc, e, gの50単語をそれぞれFHS1, FHS2, FHS3とした。それぞれの音声は東京大学講師の小野順貴先生が作成した話速変換プログラムtempo\_conv52を用いて4.0倍速になるように変換した。サンプリング周波数は48KHzのまま使用しており、分析フレーム長は1024、フレーム周期は48である。このプログラムは話速変換時のスペクトルのひずみを最小化するように繰り返し計算で振幅と位相を最適化する手法を用いている。この繰り返し回数には10を指定している。この手法では、実験Iで用いたAdobe Audition 2.0の手法と比較して、高い音質の早口音声得られると期待される。音声の話速は、約20モーラ/秒である。

### 5.3 被験者

女子大学生2年生~3年生35名を被験者とした。被験者に提示した音声の提示順序は、表5-1のように、LLL, LLH, HHL, HHHの4条件で調べた。LLLは9名、LLHは9名、HHLは9名、HHHは8名の被験者が含まれる。

### 5.4 実験の方法

実験には一人一式のパソコン(Microsoft Windows XP)とヘッドフォン(Panasonic RP-H750-S)を用いた。実験の手順を以下に示す。

- (1) 聞き取り課題の練習(リハーサル)

被験者にパソコン操作の説明を行い、その後、練習タスクとして女性音声15問を回答させた。このとき、音量調節も行った。

- (2) NASA-TLX尺度の順序付け

音声ガイドと文字表示で尺度の説明を行い6項目の重み付けを行った。その後、評価リハーサルとして、リハーサル問題を評価してもらった。

- (3) 音声聴取およびワークロード評価

課題を50問聴取させ、その後NASA-TLXによる心的負荷測定を行い、次の課題との間に5分間の休憩を取った。

### 5.5 実験IIの結果

実験IIでは了解度の集計は各単語に含まれる4つのモーラそれぞれについて判定を行った。各モーラが聞き取れた場合を1ポイントとし、1つの単語を完璧に聞き取れた場合を4ポイント満点とした。1ターム50問なので、1ターム200ポイント満点として、聞き取れたモーラ数の合計を求めた。例えば「ガイガイ(ga. i. ga. i)」という音を、「ダイガイ(da. i. ga. i)」と回答した場合は、4モーラ中3モーラが正解であった、と判定した。

以下では1回目、2回目、3回目の試行をそれぞれT1, T2, T3と表記する。表5-2および図5-2に了解度の平均値と標準偏差を示す。また、表5-3および図5-3, 図5-4に心的負荷の平均値と標準偏差を示す。

表 5-1 実験 II の実験内容  
Table5-1: Procedures of Exp.2

グループ	1回目	2回目	3回目
LLL	FLS1	FLS2	FLS3
HHL	FHS1	FHS2	FLS3
LLH	FLS1	FLS2	FHS3
HHH	FHS1	FHS2	FHS3

表 5-2 実験 II における了解度(平均, 標準偏差)

Table5-2: Average Intelligibility of Exp.2

	T1	T2	T3
LLL	112.4(16.8)	131.0(12.1)	132.8(13.5)
HHL	155.3(10.9)	161.7(6.1)	126.8(14.5)
LLH	115.1(12.9)	128.6(10.8)	169.9(11.6)
HHH	149.4(17.5)	162.9(12.5)	172.8(10.3)

表 5-3 正規化した心的負荷 (平均, 標準偏差)

Table5-3: Average Normalized WWL of Exp.2

	T1	T2	T3
LLL	48.5(11.2)	52.2(7.9)	49.3(10.2)
HHL	45.3(9.2)	44.6(6.6)	60.1(4.2)
LLH	49.0(6.0)	55.9(8.6)	45.1(11.4)
HHH	54.9(10.8)	52.9(7.7)	42.2(5.6)

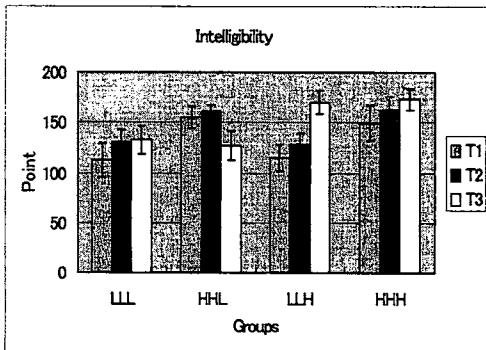


図5-2 実験IIにおける了解度  
Fig5-2: Intelligibility of Exp.2

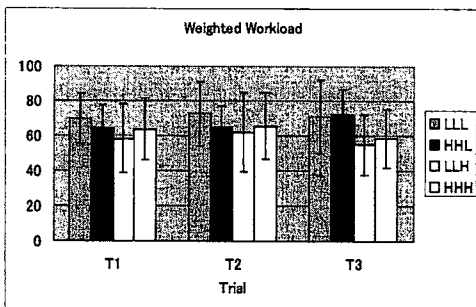


図5-3 実験IIにおける心的負荷(WWL)  
Fig5-3: Workload Score of Exp.2

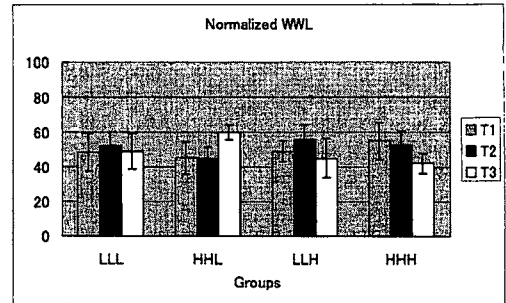


図5-4 実験IIにおける正規化した心的負荷(N-WWL)  
Fig5-4: Normalized WWL of Exp.2

## 5.6 考察

まず了解度に関して考察する。LLLに関しては、T1からT2にかけて有意な学習効果(両側分布のt検定で $p=0.004$ )があった。一方でT2からT3にかけては有意差はなく、学習効果が頭打ちになった。HHHに関してはT1, T2, T3の間に有意差(T1-T2で $p=0.015$ , T2-T3で $p=0.014$ )があり、全体を通して学習効果があった。全体的に高親密度の課題の方が了解度が高い。

HHLでは、T1, T2の間に有意な学習効果( $p=0.021$ )が見られた。しかしT2-T3にかけて親密度が低くなることによって学習効果が打ち消され了解度が下がる( $p=0.000$ )結果となった。

LLHでは、T1-T2の間に有意な学習効果( $p=0.001$ )が見られた。T2-T3では学習効果に加えて親密度が高くなることによって了解度が上がる( $p=0.000$ )結果となった。ただし、LLLではT2-T3に有意な学習効果がなかったことから、親密度の効果が特に大きく影響したといえる。

次に群間の了解度の比較によって学習効果を検討する。LLLとHHLのT3のLに着目すると有意差は見られなかった。与えた課題は音量、話速、音韻バランスなど、親密度以外の条件は揃っていることから、親密度に関わらず、同じ学習効果が得られたと考えられる。HHHとLLHのT3のHに着目すると、やはり有意差は見られず、Hについても同じことが言える。これらの結果は5.2.1で述べた3つの仮説をいずれも支持しないものであった。

次に、被験者ごとに平均と分散を描いて正規化した心的負荷値(N-WWL)について考察する。

まずLLLに関しては、T1, T2, T3にかけて、有意な差は見られなかった。一方で、HHHに関しては、T2, T3の間のみ、有意差が見られた( $p=0.010$ )。このことから、LLLのように親密度の低い課題では学習効果による心的負荷の軽減は見られないが、HHHのように親密度の高い課題においては学習効果によって心的負荷が軽減される、という傾向が伺える。ただしHHHではT1-T3の間

に有意傾向は見られたものの有意差は見られなかった。したがって、今回の実験では学習効果によって心的負荷が軽減することが示せたとはいえない。

HHLに関しては、T1, T2のN-WWLに有意差は見られなかったが、T3にかけては有意差が見られた(T1-T3で $p=0.011$ , T2-T3で $p=0.000$ )。T3で親密度が低くなったことによって心的負荷が高まったといえる。一方で、LLHに関しては、T1, T2, T3のいずれのN-WWLにも有意差は見られなかった。T3のHではN-WWLの個人差が大きく、上昇する人も下降する人もいた。慣れによって心的負荷が下がる現象は確認できなかった。

今回の結果から考えられる仮説は次のとおりである。

- ・心的負荷は慣れによって下がるわけではない。
- ・心的負荷の大きさは、自分がどのようなタスクだと自覚して単語を聞くか、という被験者の意識に依存する。

HHLのT1, T2では、自分の知識に頼って課題を聞いていたため、T3で知識が使えなくなったことに気づき、心的負荷が上がったのではないだろうか。一方、LLHは、T1, T2の段階から、知識に頼らず、音そのものを聞き取る努力をしていたため、T3でもその努力を続けたことによって、親密度が高くなったのにも関わらず、心的負荷が軽減されなかったのではないだろうか。つまり、親密度の高い単語の聞き取りと低い単語の聞き取りという課題は別の行為だと聞き手が感じているのではないだろうか。

## 6. まとめ

本研究では視覚障害者が使用する超早口音声の了解度と心的負荷を検討した。データベースFW03の4モーラの単語を対象とした実験で、学習による了解度の上昇を確認した。また、親密度の高い単語と低い単語を順番に聴取させた実験では、学習の効果が親密度の異なる単語の聴取に転移する、ということが示唆された。さらに、NASA-TLXによる心的負荷測定の結果、親密度の低い単語の聴取では心的負荷が高まることが確認されたが、心的負荷の値には個人差が大きく、学習による心的負荷の軽減はみられなかった。

特に親密度が心的負荷に及ぼす影響については、HHLにおいてT3で親密度が低くなると心的負荷が有意に高くなったが、LLHのT3では心的負荷が下がらなかった。このことから、心的負荷は提示した音声の親密度のものだけではなく「どういう聞き方をするか」という被験者の意識に依存するという仮説が成り立つ。

今後の研究の課題として、以下の点が挙げられる。

- ・より長い期間で学習効果を検討する。
- ・被験者数、年齢や性別による違いを検討する。
- ・話速や親密度の段階をより細かくする。

・異なる親密度の課題に学習効果が転移する、という仮説をさらに詳細に検討する。例えば音韻バランスなどの条件はそろえつつ声質や単語リストを変える、などが考えられる。

## 謝辞

本研究にご協力いただいた東京女子大学の小田浩一教授、東京大学の嵯峨山茂樹教授・小野順貴講師、そして東京女子大学の皆様に深く感謝する。本研究の一部は科研費特定研究「情報福祉の基礎」（課題番号16091210）および若手研究(B)（課題番号17700173）の支援を受けた。

## 参考文献

- [1] 総務省(2005) 平成17年 通信利用動向調査
- [2] 内閣府(編)(2006) 障害者白書(平成19年度版)
- [3] 社会福祉法人 日本盲人福祉委員会(2004) 日本の視覚障害者 2004年度版
- [4] 渡辺哲也・指田忠司・長岡英司・岡田伸一(2004) 視覚障害者のインターネット利用状況とその課題—ユーザー調査とPDF文書のアクセシビリティ—, ヒューマンインターフェース学会誌 vol.6 No.1 139-14
- [5] 渡辺哲也(2005) 視覚障害者用スクリーンリーダーの速度・ピッチ・性別の設定状況, 電子情報通信学会論文誌, vol.J88-D-1 No.8 1257-1260
- [6] 浅川智恵子・高木啓伸・井野秀一・伊福部達(2005) 視覚障害者への音声提示における最適・最高速度, ヒューマンインターフェース学会誌, vol.7 No.1 105-111
- [7] 大島一恵(2005) 視覚障害者用早口合成音声の研究—慣れと聴取率の関係—, 東京女子大学コミュニケーション学科卒業論文
- [8] 大島一恵, 西本卓也, 渡辺隆行(2005) 視覚障害者用早口合成音声による慣れの効果, 電子情報通信学会技術報告, WIT2005-43/SP2005-81, pp.19-24, Oct 2005.
- [9] 小野友理子(2006) 視覚障害者用早口合成音声の研究—慣れと聴取率の関係—, 東京女子大学コミュニケーション学科卒業論文
- [10] 小野友理子, 渡辺隆行, 西本卓也(2006) 早口合成音声に対する高齢者の慣れ, 電子情報通信学会技術報告, WIT2006-70, pp.115-120, Dec 2006
- [11] 佐藤逸人・森本政之・佐藤洋(2007) “聞き取りにくさ”による音声伝達性能の評価, 日本音響学会誌 63巻5号 pp.275-360, May 2007
- [12] 芳賀 繁(2001) メンタルワークロードの理論と測定, 日本出版サービス, 2001
- [13] 西本卓也, 狩谷幸香, 渡辺隆行(2007) 早口音声聴取における単語親密度とメンタルワークロードの検討, 日本音響学会 2007年秋季研究発表会講演論文集, 2-Q-23, pp.593-594 (in CD-ROM), Sep 2007
- [14] 西本卓也, 渡辺隆行(2007)早口音声の聴取における学習効果と加齢の影響, Human Interface 2007 論文集, 3134, pp.937-942, Sep 2007