

国際医療福祉大学審査学位論文(博士)

大学院医療福祉学研究科博士課程

聴覚障害者における早口音声聴取能と関連要因の検討
—補聴器装用者と人工内耳装用者の比較—

平成 28 年度

保健医療学専攻 言語聴覚分野 聴覚障害学領域

学籍番号：14S3028

氏名：坂本 圭

研究指導教員 城間将江教授

副研究指導教員：小淵千絵准教授

要旨

本研究の目的は、聴覚障害者の早口音声聴取能について人工内耳装用者と補聴器装用者を比較し検討することであった。対象は人工内耳装用者 15 名と補聴器装用者 15 名であり、対照群は健聴者 9 名であった。早口音声はニュース番組におけるアナウンサーの発話速度を基準速度とし、1 倍速文（基準速度文）、1.5 倍速文および 2.0 倍速文を作成した。研究Ⅰでは各速度文の聴取能を調べ、時間分解能、語音明瞭度、年齢との関連性を検討した。研究Ⅱでは、各速度文の聴取に意味性（無意味文／有意味文）がどのように関与するか検討した。研究Ⅲでは各速度文の聴取に休止区間の挿入がどのような影響を及ぼすかを検討した。その結果、人工内耳装用者と補聴器装用者は早口音声聴取能が健聴者より有意に低下し、人工内耳装用者は 2.0 倍速文において補聴器装用者より有意に低下した。また時間分解能および文の意味性が早口音声聴取能に関与した。休止区間については、人工内耳装用者において意味単位は文節単位より有意に聴取が良好であった。以上から、人工内耳装用者と補聴器装用者は早口音声聴取能が低下し、それに時間分解能、刺激の意味性、休止区間の挿入位置が関与するといえる。

キーワード：早口音声聴取 補聴器 人工内耳 休止区間挿入

Abstract

Speech perception of fast speech in hearing-impaired individuals.

Factors that affect listening fast speech and its approach for hearing-impaired person were investigated in this study. Our subjects comprised 15 cochlear implant user subjects, 15 Hearing Aid user subjects and 9 Normal Hearing subjects served as control. Test materials were provided by changing the speech rate with duration of 75% (1.5 times faster) and 50% (2.0 times faster) based on normal speech, contextual and non-contextual. Speech perception of each speed and its affect factors were also examined. In addition, effectiveness of inserting pauses at every phrases and a pause in each sentence were compared. Results showed that speech perception scores of fast speeches for hearing-impaired individuals were declined in accordance with speech rate increased, and the tendency for cochlear implant users were more significant than those for hearing aid users. As for the influential factors for understanding fast speeches, gap detection thresholds as well as predictive capability of sentence meanings were suggested. Effectiveness of pausing was observed only in the rate of 50%, especially with a pause in a sentence. The results suggested that listening with a thought group rather than a chunk of single phrase promote understanding fast speech.

Keywords: Fast speech, Hearing aid, Cochlear implant, Effectiveness of pausing

目次

序論	1
研究Ⅰ 聴覚障害者の早口音声聴取能及びそれに関与する要因	5
目的	6
方法	6
結果	10
考察	13
研究Ⅱ 早口音声聴取に文の有意味性が及ぼす影響	15
目的	16
方法	16
結果	17
考察	18
研究Ⅲ 早口音声に休止区間が及ぼす影響	19
目的	20
方法	20
結果	22
考察	24
総合考察	25
結語	27
謝辞	28
引用文献	29
資料	32

序論

1、聴覚障害者の早口音声聴取と関与する要因

1-1 聴覚障害者の早口聴取

聴覚障害があっても、医療・工学機器の進歩により、補聴器や人工内耳を用いることで音声によるコミュニケーションが画期的に改善した人々が増加している。しかしながら、このようなハイテクノロジーの聴覚補償機器を用いても、健聴者と同様な聴知覚が保障されるわけではない。特に、雑音下での聴取や話し手の発話速度などの影響を受けやすく、話をする環境や話し手によっては聴取能が著しく低下する場合がある。

周囲の雑音については補聴機器による雑音抑制機能¹⁾、指向性マイクロホンを用いること²⁾や静かな場所に移動するなどの対処が可能であるが、話し手の発話速度については、聴覚障害者自身の努力によっても改善することが困難である。本研究ではこのような聴覚障害者の早口音声聴取に着目し、聴取能力や改善方法について検討する。

聴覚障害者の日常生活における早口音声聴取の影響に関して、これまでの先行研究では音響ソフトにより人工的に作成された音声を用いて検討されてきた。これらの研究において、人工的に作成された音声は海外では、圧縮音声(time compressed speech)という用語を用い、本邦においては倍速音声という用語が用いられており、本研究において海外での文献を引用する際のみ圧縮音声と記すこととする。

Gordon-Salant ら³⁾は、静寂下で圧縮音声文を用い若年健聴者と若年・中等度聴覚障害者の聴取能を検討したところ、聴覚障害者は発話速度が速くなることによって、聴取能が顕著に低下することを報告し、聴覚障害者は発話速度に影響されやすいことを明らかにした。また、本邦においても細井ら⁴⁾は、内耳性難聴や後迷路性難聴者を対象に、単語を用いて発話速度の影響を検討した。基準(1.0倍速)、1.5倍速、2.0倍速の3条件の倍速音声の聴取能について検討したところ、両者ともに発話速度が早くなると聴取能は低下した。また、個人差についても検討し、内耳性難聴者に比し後迷路性難聴者は基準速度から個人差が大きいことが分かり、障害部位によっても発話速度の影響が異なることを報告している。

これらの先行研究においては、聴覚障害者の倍速(圧縮)音声聴取能を裸耳にて検討してきたが、聴覚障害者の多くは日常生活において補聴機器を使用していることが多く、日常生活場面における早口音声聴取を検討するには、補聴機器装用下における検討が必要である。

筆者らは、補聴器装用者、人工内耳装用者に対して、基準速度文(1.0倍速)、1.5倍速文、2.0倍速文の聴取課題を行い、発話速度に対する難聴の影響について検討した⁵⁾⁶⁾。この結果、補聴器装用者は、1.5倍速文の聴取までは比較的聴取可能であったが、2.0倍速文の聴取では個人差が大きくなった。これに対し、人工内耳装用者は1.5倍速文で聴取における個人差が大きく2.0倍速文では一様に聴取能は60%以下に低下することが分かった。岩崎ら⁷⁾やFuら⁸⁾も同様に人工内耳装用者の発話速度上昇に伴う聴取能低下と個人差を認めたとしている。すなわち、補聴器や人工内耳装用下においても、裸耳での条件と同様に発話速度の影響がみられるということである。筆者らは補聴器装用者に対して補聴器装用下、非装用下にて倍速音声聴取能を検討したところ、補聴器装用の有無による聴取能に差は認められず補聴器装用の有無による影響はないことを明らかにした⁶⁾。しかし、人工内耳装用者は高度難聴者であり、非装用下においては音圧を大きくして

も語音聴取は困難なことから、非装用下における測定は困難であり、人工内耳機器による影響は明らかではない。

これらの研究において用いられていた倍速(圧縮)音声については、音響ソフトによって作成される際に生じる音の歪みや日常生活における早口とは音響特性が異なることが指摘されている⁹⁾¹⁰⁾、この特性の違いが聴取能にも影響を与えると考えられている¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾。そのため、日常場面に即した聴取能を検討するには、実際の早口音声を用いる必要がある。

以上の研究をまとめると、聴覚障害者は健聴者に比し倍速(圧縮)音声の影響を受けやすく、早口音声聴取能には個人差が大きいということが明らかであるが、早口音声聴取能に關与する要因に關しては不明であり検討が必要である。

そこで筆者らは、早口音声聴取能低下に關与する要因として考えられる、単音節の語音聴取能、年齢、時間分解能について検討することとする。これまで先行研究において明らかにされている点と課題について以下にまとめる。

1-2 単音節の語音聴取能

単音節の語音聴取能が早口音声聴取に關与しているかについては、先行研究において単語を用いて検討され、発話速度が速くなるにつれ語音聴取能との相関は強く、語音聴取能が低下した者は早口音声聴取の影響を受けやすくなると報告されている⁴⁾。しかし、文レベルと語音聴取能との関連について指摘している研究は少なく、検討が必要な課題といえる。

1-3 年齢(加齢)の影響

加齢により倍速(圧縮)音声聴取に關与することも報告されている。若年者と高齢者の圧縮音声聴取能について比較した研究においては、若年者に比し高齢者の聴取能は低下し、低下の要因としては、情報処理能力の低下や認知機能低下が考えられている³⁾¹⁵⁾¹⁶⁾。

また、このような加齢の影響と聴覚障害が組み合わせられると、さらに聴取能が低下することが予測されるため、加齢による認知機能低下も早口音声聴取に關与する一要因として考えておくべきといえる。

1-4 時間分解能

語音聴取能においては周波数分解能や時間情報が重要であり、特に時間情報は重要であると考えられている¹⁷⁾。聴覚における時間情報を処理する過程は蝸牛神経以降から中枢機能において処理されていると考えられている。

検査の方法として、雑音の中に挿入される無音区間(ギャップ)の有無を検出する、ギャップ検出閾値課題がある。代表的な検査として、Musiekら¹⁸⁾によって開発されたGap In Noise Test(以下、GIN Test)などがある。この検査は6秒間の持続したホワイトノイズの中に2-20msのギャップが0-3個ランダムに挿入されており、そのギャップの有無を検出できる閾値を測定する検査である。より短いギャップを検出できるということは、有声音と無声音の違い、破裂音や破擦音などの細かな子音情報を弁別できる能力があると考えられ、時間分解能が高いと考えられる。聴覚障害者は健聴者に比しギャップ検出閾値は上昇し、人工内耳装用者においても検出閾値は上昇

すると考えられている¹⁹⁾。補聴器装用者や人工内耳装用者を含む聴覚障害者においては、ギャップ検出閾値上昇が語音聴取能に影響すると考えられている²⁰⁾²¹⁾。しかし、人工内耳装用者にはギャップ検出閾値が、GIN Test で測定可能な 20ms 以上の者もいる²¹⁾ため、20ms 以上のギャップ検出閾値の測定可能な検査が必要である。

時間分解能を測定する課題としては、言語音の子音や母音情報を変化させた課題も行われている。山田ら²²⁾は感音性難聴者に対して持続時間を変化させた単独母音の聴取能を検討したところ、健聴者に比し裸耳条件における聴覚障害者では、母音を識別する上でより長い持続時間が必要であると報告した。子音の知覚に関して検討された研究については、有声開始時間 (voice on set time, 以下 VOT) を変化させることによって検討されてきた。例えば /t/ と /d/ の子音を聞き分ける際には両唇の閉鎖が開放されたときから発声されるまでの時間、つまり VOT が短いか長いかによって識別できる。佐藤ら²³⁾は、有声子音 /ta/ と無声子音 /da/ の聴取課題を裸耳条件における聴覚障害者に行い、単音、単語ともに有声・無声の識別は健聴者とは異なる特徴を持ち、VOT の長さの違いに明らかな差がないと識別が困難であったことを報告した。

これらの先行研究の知見を考えると、時間分解能の低下した聴覚障害者では、言語音の弁別において健聴者に比し長い持続時間や明確な音響的情報の差異が必要とされる。倍速(圧縮)音声や早口音声においては、通常の発話速度より速くなることで時間情報は乏しくなると考えられ、聴覚障害者の聴取に影響することが考えられる。しかしながら、時間分解能と発話速度の関係については明らかとなっておらず、どの程度関与するのかについても検討する必要がある。

本研究においては、早口音声聴取に時間分解能低下が関与するかについて検討するため、時間分解能課題として広く使用されているギャップ検出課題を使用し、簡便に測定できるように作成された適応型 Gap Detection Test (以下、適応型 GDT; 原島ら²⁴⁾) を用い検討することとする。適応型 GDT は、4 つのホワイトノイズの中に、1 つだけ挿入された 2~34ms のギャップ(無音区間)を検出する課題である。

2、文脈を推測する能力

上述した年齢、語音聴取能、時間分解能については、先行研究において検討されているが、補聴器及び人工内耳装用者において、同程度の難聴でありながらも、聴取能には差がみられるケースもある。このような場合には、曖昧な情報から何を言われているかを推測する能力が聴取結果に関与している可能性がある。聴覚障害者の聴取能を評価する際、単音節に比し単語や文の聴取能の方が正答率は向上する傾向にある。これは話の前後関係や文脈等から推測することで、聴取能が補われるためである。雑音下での聴取のように、聴取環境の悪い条件でも推測能力を利用することで、不十分な聴覚情報を補うことができると考えられている²⁵⁾。

Wingfield ら¹⁵⁾は、高齢者を対象に有意味文と無意味文の圧縮音声聴取能について検討し、発話速度が速くなるにつれ、有意味文に比し無意味文の聴取能低下は著しいことを報告した。

聴覚障害者においても同様な傾向がみられるかどうかについては不明であるが、早口音声聴取能には意味情報から推測されている点も多いと考えら、推測能力の差も聴取能に与える要因として重要と考える。以上のことから、対象者の時間分解能年齢、語音聴取能といった個々の個別要因に加えて、文脈から推測する能力も早口音声聴取には関与すると考えられるが、十分な検討が

行われておらず、検討が必要である。

3、早口音声に対する休止区間挿入効果について

聴覚障害者の早口音声聴取能における困難さに関して検討されているが、聴取が困難な者に対する聴取能改善方法についての検討はあまり行われていない。Wingfield ら²⁶⁾は圧縮音声聴取能が低下する高齢者に対して休止区間挿入することによる聴取能改善について検討したところ、休止区間を文中の文節または文節を考慮せずにランダムに挿入しても聴取能は改善することを明らかにした。休止区間を挿入するつまり区切って話すことで圧縮音声の聴取能は向上すると報告した。筆者ら⁵⁾は人工内耳装用者に対して同様の方法で休止区間挿入効果を検討したところ、文節に休止区間を挿入することで聴取能は改善したがランダムに休止区間を挿入しても聴取能改善にはつながらなかった。休止区間挿入による聴取能改善の要因としては、休止区間を入れることで情報を処理する時間ができたことや文節などで区切って聞くことで推測が働きやすくなり、聴取能が改善につながったのではないかと考えられた。

休止区間は効果的ではあるが、日常生活において毎文節区切って話すことはなく、文が途切れ途切れになり聞きづらさを感じる者もいることも考えられ、聴取能改善に有効な休止区間の挿入回数については検討が必要であると考えられた。

4、本研究目的

補聴器及び人工内耳を装用する聴覚障害者における自然な早口音声聴取能を調べ、それに時間分解能、語音聴取能、年齢、刺激の意図性、休止区間挿入がどのように関与するかを検討する。

5、論文の構成

研究Ⅰでは、補聴器及び人工内耳を装用する聴覚障害者における自然な早口音声聴取能を調べ、時間分解能、語音聴取能、年齢が関与するのかを検討した。研究Ⅱでは、早口音声聴取能に意味性（無意味文／有意味文）がどのように関与するか検討した。研究Ⅲでは早口音声聴取能に休止区間の挿入がどのような影響を及ぼすかを検討した。

倫理上の配慮について

本研究は、埼玉医科大学病院治験審査委員会にて承認を受けて実施した(承認番号 15-077-2)研究参加者には研究について書面及び口頭で説明を行い同意書にて同意を得た。本研究で得られた個人情報が外部に漏れることがないように配慮した。

研究 I

聴覚障害者の早口音声聴取能及びそれに関与する要因の検討

1、目的

補聴器及び人工内耳を装用した聴覚障害者における自然な早口音声聴取能を調べ、時間分解能、語音聴取能および年齢との関連性を検討する。

2、方法

2-1 対象

聴覚障害者として、補聴器装用者 15 名(平均 73.3 歳, SD 4.3、男 8 女 7)、人工内耳装用者 15 名(平均 60.1 歳, SD 13.6、男 6 女 9)、ともに言語習得後失聴者計 30 名を対象とした。

補聴器装用者は全例感音性難聴者であり、装用耳側の裸耳平均聴力(4 分法)は 49.4dBHL (SD 6.7)であった。なお、補聴器は、RION 社製またはマキチエ社製で良聴耳一側に装用し、当院補聴器外来にて調整を行い、装用効果が認められることを確認した。

人工内耳装用者は音入れ後 1 年以上経過し、聞き取りの安定した者を対象とした。15 名中 14 名はコクレア社製人工内耳装用者であり、コード化法は全例 CI24 システムで ACE コード化法を使用していた。他 1 名は、メドエル社製人工内耳装用者でありコード化法は FS4-p であった。

対照群として、健聴者 9 名(平均年齢 60.1 歳 SD 9.6, 男 3 女 6)、全例脳疾患の既往がなく両耳ともに平均聴力閾値が 25dBHL 未満であることを条件とした。

また、全例 MMSE 実施し 27 点以上であり認知機能低下がないことを確認した。

2-2 検査課題

検査には、Hearing In Noise Test-Japanese(以下、HINT-J)²⁷⁾ の検査文課題を用いた。HINT-J は、全 12 リスト(1 リスト 3-4 文節の 20 文)で構成され、各リスト間で音響的統制のされた検査である。音声刺激は、女性アナウンサーに音読してもらったものを使用し以下の 3 条件に変えて録音し、早口音声聴取課題を作成した。

- ① 1.0 倍速文(以下、基準速度文)：ニュース番組でのアナウンサーの発話速度が 1 分間に 350~400 字程度であるためこれに準じた²⁸⁾。
- ② 1.5 倍速文：525-600 字/1 分
- ③ 2.0 倍速文：700-800 字/1 分

2-3 手続き

全ての検査は、防音室において実施した。図 1-1 で示すように、作成した音源を、オーディオメーター (AA-76, リオン) を介してスピーカーより提示した。対象者をスピーカーから 1 m の位置に着席させ、呈示音圧は、健聴者と補聴器装用者は 30dBSL、人工内耳装用者は 60dB SPL とした。

課題における呈示順序はランダムに呈示するのではなく、基準速度文、1.5 倍速文、2.0 倍速文の順とした。

応答は復唱にて行い、「聞こえた文を聞こえた通り繰り返して下さい。文の一部でも聞き取れば答えて下さい。」と教示した。

対象者が聞き取れない場合でも、呈示は一度のみとし、正否に対するフィードバックは行わなかった。

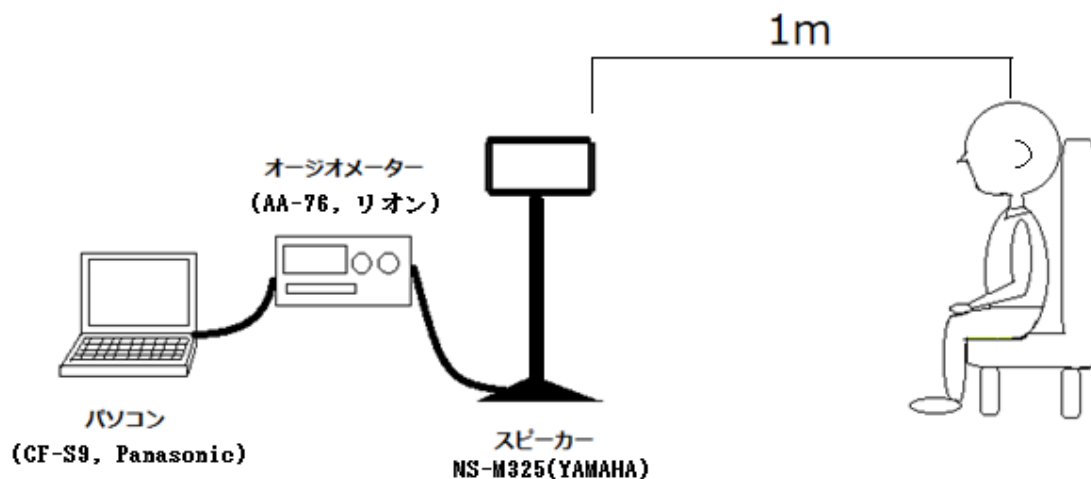


図 1-1 検査状況

2-4 分析方法

1) 発話速度と聴取能に関して

得られた結果は、HINT-J の採点方法に準じた。1 リスト 20 文に含まれるキーワードのうち正しく復唱できたキーワードの数の割合 (正答率) を課題条件ごとに算出した (資料 1)。対象者群の聴取能の差については、Kruskal wallis 検定で調べた。多重比較には Steel-Dwass 法を実施した。

2) 早口音声聴取課題における誤答分析に関して

得られた反応における誤答に関して、意味的または音韻的に聞き誤った回答 (以下、異聴) と無反応であった回答の割合を算出した。対象群における条件間の無反応の割合を Kruskal wallis 検定で調べた。多重比較には Steel-Dwass 法を実施した。

3) 早口音声聴取能に関連する要因について

早口音声聴取能に関連する要因として、年齢、語音明瞭度 (57S)、時間分解能としてギャップ検出閾値を取り上げ、早口音声聴取課題成績との関係を検討した。このような関与する要因と早口音声聴取課題結果については、スピアマン順位相関係数を用いて検討した。

統計処理には基本的には IBM SPSS Statistics 21 を使用した。Kruskal Wallis 検定後に行う Steel-Dwass 法はエクセル統計 (Statcel 3) を使用した。全ての場合で有意水準は危険率 5% とした。

表 1-1 補聴器装用者のプロフィール 検査所見

	年齢 (歳)	装用耳裸耳聴力 (dB)	HA 音場閾値 (dB)	HA 音場語音 (%)	時間分解能 (ms)
1	80	43.8	32.5	72	12
2	80	46.3	31.3	72	8
3	78	51.3	36.3	68	10
4	77	40.0	31.3	82	10
5	76	47.5	31.3	86	10
6	76	52.5	31.3	56	8
7	74	47.5	35.0	94	10
8	72	51.3	31.3	74	14
9	70	47.5	26.3	64	12
10	70	67.5	32.5	58	12
11	70	48.8	26.3	62	6
12	70	41.3	31.3	80	8
13	70	55.0	32.5	72	6
14	69	46.3	32.5	90	6
15	67	55.0	36.3	62	10

表 1-2 人工内耳装用者のプロフィール 検査所見

	年齢 (歳)	装用音下音場閾値 (dB)	装用下音場語音 (%)	時間分解能 (ms)	プロセッサー	コード化法
1	80	30.0	82	16	Freedom	ACE
2	74	35.0	66	26	Freedom	ACE
3	74	37.5	78	16	Freedom	ACE
4	72	40.0	74	16	Opus	FS4-p
5	66	35.0	76	14	N5	ACE
6	66	36.3	76	26	N6	ACE
7	66	37.5	82	16	Freedom	ACE
8	62	35.5	94	12	N6	ACE
9	56	40.0	42	30	Freedom	ACE
10	56	35.5	84	18	N5	ACE
11	54	35.5	90	12	N5	ACE
12	53	40.0	86	18	Freedom	ACE
13	50	37.5	94	14	N5	ACE
14	47	31.3	90	10	Freedom	ACE
15	26	35.0	86	12	N6	ACE

3. 結果

3-1 対象群ごとの早口音声聴取能

各対象群における早口音声聴取課題の正答率の中央値と四分位範囲を表 1-3 に、各群における正答率を図 1-2 に示した。対象群の正答率の差を Kruskal Wallis 検定で調べたところ、基準速度文においては有意な差は認めなかった ($\chi^2(2)=5.74$, $P=0.06$)。しかし 1.5 倍速文、2.0 倍速文で有意な差を認めた (1.5 倍速文 $\chi^2(2)=16.07$, $P<0.01$, 2.0 倍速文 $\chi^2(2)=22.52$, $P<0.01$)。そこで Steel-Dwass 法によって多重比較を実施した結果、1.5 倍速文において補聴器装用者と人工内耳装用者ともに健聴者より有意に正答率は低下した (補聴器装用者 $t=3.01$, $P<0.01$, 人工内耳装用者 $t=3.58$, $P<0.01$)。また、2.0 倍速文においても同様に、補聴器装用者と人工内耳装用者ともに健聴者より有意に正答率は低下し (補聴器装用者 $t=3.73$, $P<0.01$ 人工内耳装用者 $t=4.03$, $P<0.01$)、人工内耳装用者は補聴器装用者より有意に正答率は低下した ($t=2.39$, $P<0.05$)。

表 1-3 早口音声聴取課題における正答率の中央値(四分位範囲)

	補聴器装用者	人工内耳装用者	健聴者	d f	χ^2 値
基準速度文	97.0(6.0)	97.0(8.0)	100.0(0.5)	2	5.74
1.5 倍速文	95.0(10.0)	85.0(29.0)	100.0(2.0)	2	16.07 **
2.0 倍速文	56.0(42.0)	31.0(27.0)	98.0(5.0)	2	22.52 **

** $P<0.01$ * $P<0.05$

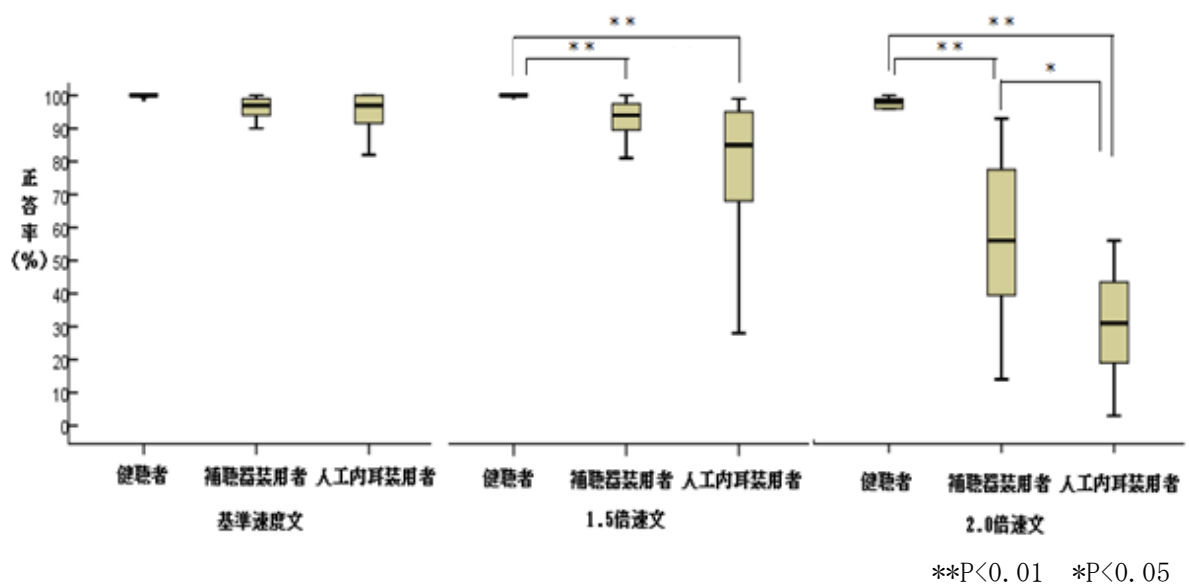


図 1-2 早口音声聴取課題の正答率

また、補聴器装用者と人工内耳装用者の早口音声聴取課題における全誤答回答数に関して、意味的または音韻的に聞き誤った回答（以下、異聴）と無反応であった回答の割合を算出し、図 1-3 に示した。

次に、各群における早口音声課題の誤答数における無反応率の中央値と四分位範囲を表 1-4 に示した。対象群における条件間の誤答に関して、無反応の割合を Kruskal wallis 検定で調べたところ、補聴器装用者は有意な差を認めなかった ($\chi^2(2)=4.48, P=0.11$)。しかし、人工内耳装用者においては有意な差を認めた ($\chi^2(2)=7.45, P<0.05$)。そこで、Steel-Dwass 法によって多重比較を実施した結果、基準速度文に対して 2.0 倍速文で無反応が増加した ($t=-2.57, P<0.05$)。

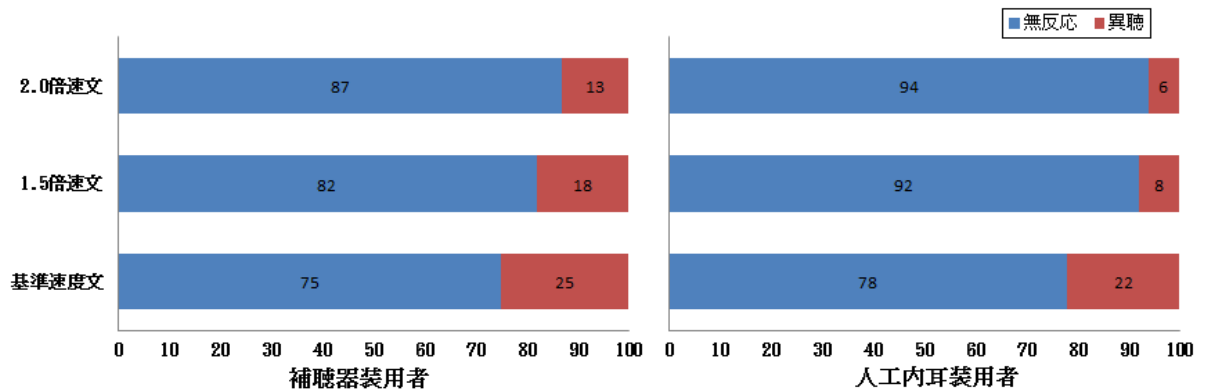


図 1-3 早口音声聴取課題における誤答の内訳

表 1-4 早口音声聴取課題誤答における無反応率の中央値(四分位範囲)

	基準速度文	1.5 倍速文	2.0 倍速文	d f	χ^2 値
補聴器装用者	50.0(88.0)	83.0(65.0)	86.0(10.0)	2	4.48
人工内耳装用者	68.0(90.0)	90.0(21.0)	97.5(12.0)	2	7.45 **

**P<0.01 *P<0.05

3-2 早口音声聴取課題結果と関与する要因との関係

聴覚障害者(補聴器装用者と人工内耳装用者)における検討

補聴器装用者と人工内耳装用者全体の早口音声聴取能と時間分解能、語音聴取能、年齢といった関与する要因との関係についてスピアマン順位相関係数を用いて検討し、相関係数を表 1-5 に示した。年齢については、基準速度文を含む各早口音声においても有意な相関は見られなかった。語音聴取能については、基準速度文($r=0.59$, $P<0.01$)、2.0 倍速文($r=0.40$, $P<0.05$)において相関を認めたものの 1.5 倍速文では相関を認めなかった。時間分解能については、基準速度文で相関を認めないものの、1.5 倍速文($r=-0.42$, $P<0.05$)、2.0 倍速文($r=-0.47$, $P<0.01$)において有意な負相関を認めた。

表 1-5 補聴器・人工内耳装用者の早口音声聴取能と背景要因の相関

	基準速度文	1.5 倍速文	2.0 倍速文
年齢	-0.31	-0.05	0.05
語音聴取能	0.59**	0.27	0.40*
時間分解能	-0.13	-0.42*	-0.47**

** $P<0.01$ * $P<0.05$

4. 考察

4-1 聴覚障害者の早口音声に対する聴取能力について

本研究の結果から、健聴者に比し補聴器及び人工内耳装用者の早口音声聴取能は低下することが明らかとなった。補聴器及び人工内耳装用者ともに健聴者に対して基準速度文の聴取能に差は認めないものの、発話速度が早くなると聴取能は低下した。また、2.0倍速文においては、補聴器装用者に比し人工内耳装用者の聴取能は低下することから、人工内耳装用者は補聴器装用者に比し、早口音声聴取がより困難であり、話し手の発話速度に影響されやすいと考えられる。

補聴器装用者の発話速度が速くなることによる聴取能低下は、中等度聴覚障害者や補聴器装用者を対象とした先行研究と同様の結果であった³⁾⁴⁾⁶⁾。一方、人工内耳装用者においては、2.0倍速文での聴取能低下は、補聴器装用者に比し著しかった。人工内耳装用者における2.0倍速文での著しい聴取能低下については、岩崎ら⁷⁾やFuら⁸⁾も同様の指摘をしており、人工内耳装用者に共通して認める問題であると考えられる。また、本研究においては、人工内耳装用者の人工内耳メーカーやコード化法に対する統制は行っていない。コード化法に関しては1例がFSP4-pであるのに対し、その他の対象者はACEコード化法であった。コード化法にFS4-pを用いた対象者であっても、ACEコード化法の対象者と同程度の聴取能であったが、今後は対象者を増やし、コード化法の違いによる聴取能の差について検討する必要がある。

さらに、各発話速度の条件間で、補聴器装用者と人工内耳装用者の誤り方を分析したところ、人工内耳装用者は、発話速度が早くなるにつれ異聴の割合に比し無反応の割合が増大した。これは発話速度が早くなるにつれ、早口に追従することが難しくなったためだと考えられる。

補聴機器の影響については、筆者⁶⁾が、中等度難聴者に対して倍速音声課題を用いて補聴器装用下、非装用下による聴取能の差を検討したところ、補聴器装用の有無による聴取能に差はなかったことから、補聴器の有無が聴取能低下の要因にはならないと考えられた。

人工内耳機器の影響に関しては、裸耳や補聴器装用下における聴覚伝導路が異なる。裸耳や補聴器装用下においては、音は外耳、中耳を介して伝わり、内耳における蝸牛、らせん神経節、上オリーブ核、外側毛帯、下丘、内側膝状体を経て聴覚野に伝わる。しかし、人工内耳ではラセン神経節が電極によって直接刺激される。時間情報を処理する過程はラセン神経節以降から中枢にかけてと考えられており²⁹⁾、特に本研究にておいて、時間分解能解題として使用した、ギャップ検出閾値はラセン神経節の影響が出やすい検査であると考えられている³⁰⁾。そのため、ラセン神経節を直接刺激する人工内耳システムにおいて、ギャップ検出閾値が低下する要因になることが推測される。ギャップ検出閾値の低下は早口音声聴取にも影響する要因と考えられ、人工内耳装用者は早口音声聴取低下が著しい可能性が推測された。現在は、人工内耳手術において蝸牛構造を温存する術式が検討されている³¹⁾ことや、今後人工内耳手術は、残聴がある者に対しても適応が拡大されることで、ラセン神経節を含む、蝸牛構造が比較的保たれている者と保たれていない者が増加することで聴取能に変化が出ることも考えられる。今後は、検討を深めて行く必要がある。

4-2 早口音声聴取能と関与する要因について

早口音声聴取能に関与する要因との関係について、補聴器及び人工内耳装用者全体で検討したところ、早口音声聴取能に時間分解能が関与していることが示された。

時間分解能に関しては、基準速度文においては相関を認めないが、1.5倍速文と2.0倍速文では相関を認めた。1.5倍速文や2.0倍速文のように基準速度文に比し音響情報が少なくなる文の聴取においては聴取が困難になると考えられる。

年齢においては、相関を認めなかった。加齢による早口音声への影響については先行研究にて指摘されているが¹⁶⁾、先行研究においては聴力レベルが同程度の者で検討してされており、本研究における対象者は、補聴器装用者から人工内耳装用者まで聴力レベルの程度が大きく異なることから、年齢による影響が出にくいことが考えられた。

語音聴取能に関しては、細井ら⁴⁾の先行研究において、発話速度が速くなり聴取困難になるにつれ語音聴取能との関連が強くなると報告している。一方、本研究においては、基準速度文、2.0倍速文で語音聴取能との相関を認めた。基準速度文から関連を認めることから、発話速度にかかわらず、文の聴取において関連が強い要因であると考えられた。

本研究において、早口音声聴取低下に時間分解能低下が関与することが明らかになり、先行研究で指摘されている語音聴取能や年齢とは相関は認めなかった。Hiraumiら³²⁾が指摘しているように、聴覚障害者の聴取能に与える影響は、単一ではなく複合的なものであると考えられるため、語音聴取能や年齢との単一の比較では関連が認められなかったことも考えられた。

また、今後の課題として、本研究において対象者も少ないことから補聴器及び人工内耳装用者全体で早口音声聴取能と要因検討を行ったが、補聴器と人工内耳で機器の影響なども異なることから、対象者を増やし、各群について要因を検討していく必要があると考える。

研究Ⅱ

早口音声聴取に文の有意性が及ぼす影響

1、目的

早口音声聴取能に影響を与える要因として、時間分解能が示された。さらに、聴取環境の悪い雑音下などでは前後関係や文脈から推測することで聴取を補っている可能性が高い。早口音声聴取においても文脈から推測することで聴取を補っていることが考えられるが、どの程度このような推測力を用いているかについては不明な点が多い。本研究では、文の意味が有意味か無意味かに着目し、早口音声聴取にどのように関与するか検討した。

2、方法

2-1 対象

研究 I と同じ。

2-2 検査課題

- ・「有意味文の早口音声聴取課題」

研究 I 同様に、通常の発話速度(以下、基準文速度文)を 1 分間に 350-400 字とし、これを 1.0 倍速とし、この速さに対して 1.5 倍速文 525-600 字/1 分、2.0 倍速文 700-800 字/1 分を作成し、基準速度文を含めて計 3 条件の音声聴取課題を用意した。

- ・「無意味文の早口音声聴取課題」(資料 2)

無意味文も有意味文同様に、通常の発話速度(以下、基準速度文)を 1 分間に 350-400 字としこれを 1 倍速とし、この速さに対して 1.5 倍速 525-600 字/1 分、2.0 倍速 700-800 字/1 分を作成し基準文を含めて計 3 条件の無意味文音声聴取課題を用意した。

無意味文は、有意味文でも使用した HINT-J の検査文課題を用いて、構文構造を崩さないように、各リスト内における語を用いて意味の通じない課題文を作成した。

2-3 手続き

研究 I における有意味文の早口音声聴取検査後に無意味文の課題を施行した。呈示順序は有意味文同様に、基準速度文、1.5 倍速文、2.0 倍速文の順とした。また、無意味文呈示の際には「これから、意味的に通じない不自然な文章を聞いて頂きます。聞こえた通り繰り返して下さい。文の一部でも聞き取れれば答えて下さい。」と伝えたうえで施行した。課題及び条件ごとに使用する検査文リストは異なるものを使用した。応答方法と検査条件については研究 I と同様とした。

2-4 分析方法

- ・有意味文と無意味文の聴取能に関して

得られた結果は、HINT-J の採点方法に準じた。1 リスト 20 文に含まれるキーワードのうち正しく復唱できたキーワードの数の割合(正答率)を課題条件ごとに算出した。

研究 I における早口音声聴取課題と無意味文課題の聴取能を比較した。各速度文における、有意味文と無意味文の群間比較は、マンホイットニーU 検定を用いて検討した。

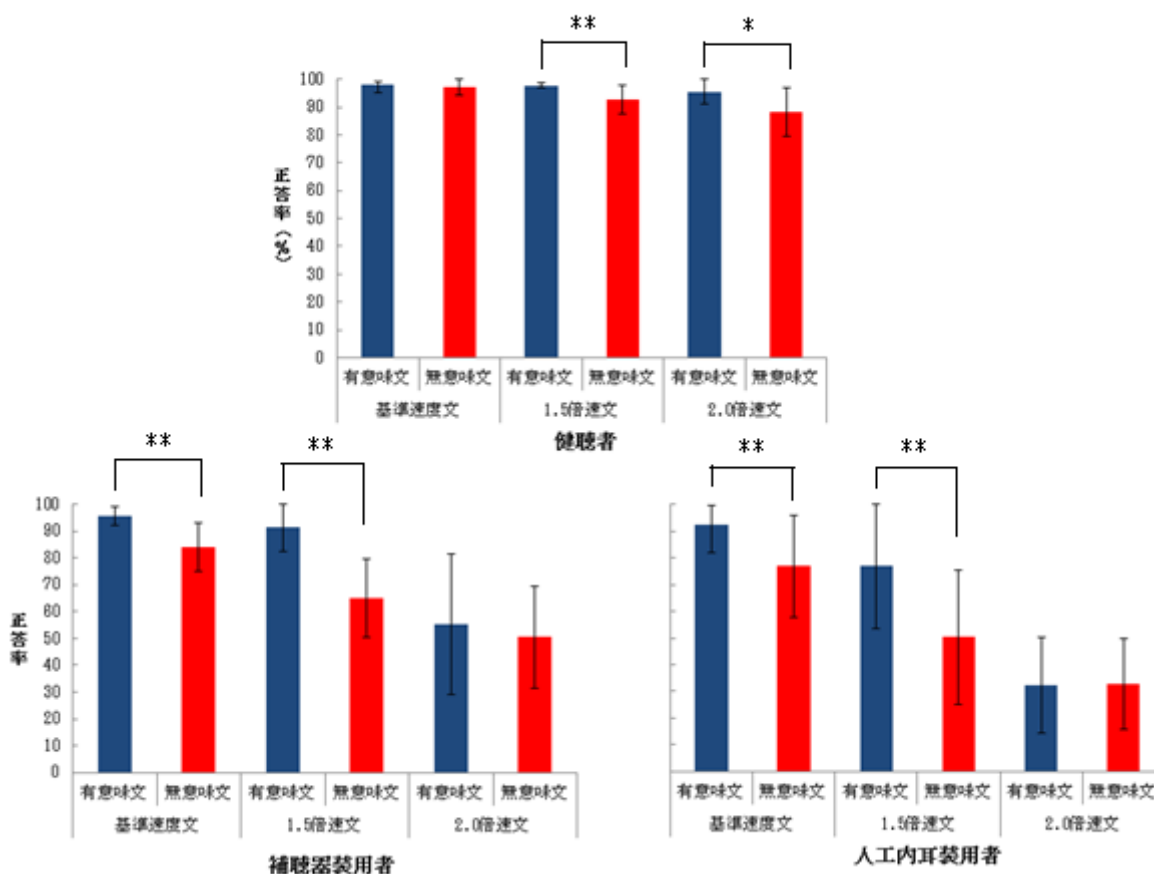
統計処理には IBM SPSS Statistics 21 を使用した。全ての場合で有意水準は危険率 5%とした。

3、結果

・有意味文と無意味文における早口音声聴取能の比較

各対象群における有意味文と無意味文の早口音声聴取課題の平均正答率を図 2-1 に示した。健聴者は、基準速度文では有意味文と無意味文に有意な差はなかった ($U=23.5, P=0.09$)。しかし、1.5 倍速文 ($U=5.5, P<0.01$)、2.0 倍速文 ($U=16.0, P<0.05$) においては差を認めた。

補聴器装用者と人工内耳装用者においては、基準速度文(補聴器装用者 $U=23.0, P<0.01$, 人工内耳装用者 $U=34.0, P<0.01$)、1.5 倍速文(補聴器装用者 $U=15.5, P<0.01$, 人工内耳装用者 $U=45.5, P<0.01$)において有意に差を認めた。しかし、2.0 倍速文においては差を認めなかった(補聴器装用者 $U=100.0, P=0.64$, 人工内耳装用者 $U=109.5, P=0.90$)。



** $P<0.01$ * $P<0.05$

図 2-1 有意味文と無意味文の早口音声聴取能における正答率

4、考察

早口音声聴取能に文の有意義性が与える影響について

健聴者は、基準速度文において有意味文と無意味文の聴取能に差は認めないが、発話速度が速くなると聴取能に差を認め、発話速度が速くなり聴取困難な状況においては文意を用いて推測することで聴取を補っていると考えられた。しかし、2.0 倍速文の無意味文においても聴取能は平均 88%と比較的保たれ、文脈がなくともある程度、聴取可能であると考えられる。

一方、補聴器及び人工内耳装用者は、基準速度文と 1.5 倍速文において、有意味文と無意味文の聴取能に差を認めたが、2.0 倍速文では差は認めなかった。Furukawa ら³³⁾も中等度聴覚障害者に対して圧縮音声を用いて有意味文と無意味文の聴取を検討し、速度が速すぎると聴取能に差はなくなることを明らかにし、本研究と同様の結果となった。補聴器及び人工内耳装用者において、1.5 倍速文程度の発話速度であれば文脈を推測することで聴取能を補うことが出来るため、文の有意義性が重要であるが、2.0 倍速文のように発話速度が速すぎると追従が困難になり推測が働きにくくなるため、文の有意義性が聴取に与える影響は小さくなると考えられた。

また、Wingfield ら¹⁵⁾は高齢者に対して圧縮音声における有意味文と無意味文の聴取能を検討し、統語構造は崩さず意味が通じない無意味文と統語・意味共に崩れている無意味文の聴取を検討し、有意味文では発話速度が早くなるにつれ聴取能は若干低下したが、2 種の無意味文の聴取能低下は著しく、特に統語・意味共に崩れている無意味文の聴取能低下が顕著であった。これらのことから聴覚障害者においても、日常生活における早口での文レベルでの会話においては、文の有意義性だけでなく、統語構造からも推測し聴取を補っていると推測される。

一方で、文脈のない単語の聴取は有意味、無意味の影響はより大きくなると考えられ、細井ら⁴⁾は健聴者に対して、単語における発話速度の影響を倍速音声にて有意味単語、無意味単語を用いて検討したところ、発話速度を速くしても有意味単語は聴取可能であったが、無意味単語の聴取低下は著しかったことを報告しており、聴覚障害者であればより聴取困難が予想される。日常会話においては、文レベルだけでなく単語レベルの聞き取りも求められるため、聞き慣れない単語や専門用語などを早口で話された際にはより影響を受けやすくなると考えられる。

これまでの結果からも補聴器及び人工内耳装用者は早口音声に影響を受けやすいことは明らかであるが、早口音声聴取が困難な者に対する聴取能改善方法についての研究は少なく、検討が必要である。

研究Ⅲ

早口音声に休止区間が及ぼす影響

1、目的

補聴器及び人工内耳装用者は発話速度が早いと聴取能が低下することは、これまでの研究でも明らかにされた。しかし、聴取困難な状況におかれた場合の対処としては、聞き返す、話者に近づく、静かな部屋に移動する、などの本人自身の努力によって改善しようとする方法もあれば、ゆっくり話してもらい、声を大きくしてもらい、などの発話者側の配慮による方法もみられる。このような改善方法について、客観的、科学的な検討が行われたものは少ない。ゆっくり話す、という発話速度の低下によって改善しようとする方法について検討された研究³⁴⁾も見られるが、筆者らは人工内耳装用者に対して、休止区間挿入効果を検討したところ、毎文節に休止区間を挿入することで聴取能が改善することを報告した⁵⁾。つまり、区切って話すことが倍速音声の聴取においては重要であり、聴取能は向上に寄与すると報告している。休止区間は効果的ではあるが、日常生活において毎文節区切って話すことはなく、文が途切れ途切れになり聞きづらさを感じる者もいることが考えられた。

そこで本章では、早口音声聴取能に対して、文節ごとに休止区間を挿入する条件と、休止区間を1回のみ挿入する条件を設定し、聴取能改善に有効と考えられる休止区間挿入方法について検討することを目的とした。

2、方法

2-1 対象

研究Ⅰ、Ⅱ同様の聴覚障害者 30名（補聴器及び人工内耳装用者 各15名）

2-2 検査課題

研究Ⅰ同様に全ての検査文は HINT-J の検査文課題を用いた。HINT-J の音声については、発話速度を変えるため改めて女性アナウンサーの音声を用い、基準速度は1分間に350-400字程度とし、早口音声課題として、1.5倍速文(525-600字/1分)、2.0倍速文(700-800字/1分)を作成した。本研究においては、1.5倍速文、2.0倍速文に対して休止区間を挿入する課題を以下のように作成した。

① 早口音声聴取課題(休止区間なし)

1.5倍速文、2.0倍速文の2条件とした。

② 休止区間挿入課題

1.5倍速文(525-600字/1分)、2.0倍速文(700-800字/1分)に対して、休止区間を挿入した課題を作成した。休止区間挿入方法は、毎文節に休止区間を挿入する「毎文節挿入条件」、休止区間を意味的に区切ることができる1か所のみ挿入する「休止1回条件」の2課題、計4条件とした(図3-1)。

「休止1回条件」の休止区間挿入場所は、脳疾患の既往がない28-60歳までの男女計10名に、HINT-Jの検査文課題を用い、1リスト3-4文節の20文を呈示し、「1箇所だけ、区切って話すとしたらどこで区切りますか。」と質問し、最も多かった文節の後ろに休止区間を挿入した(資料

3)。休止区間に挿入する時間は、基準速度文の発話時間から早口にした音声の発話時間との差を求め、各課題文の文節数に均等に挿入した。健聴者 10 名に対して 1.5 倍速文、2.0 倍速文における休止区間挿入課題、毎文節条件、休止 1 回挿入条件の計 4 条件を行い、聴取能に差はないことを確認した。

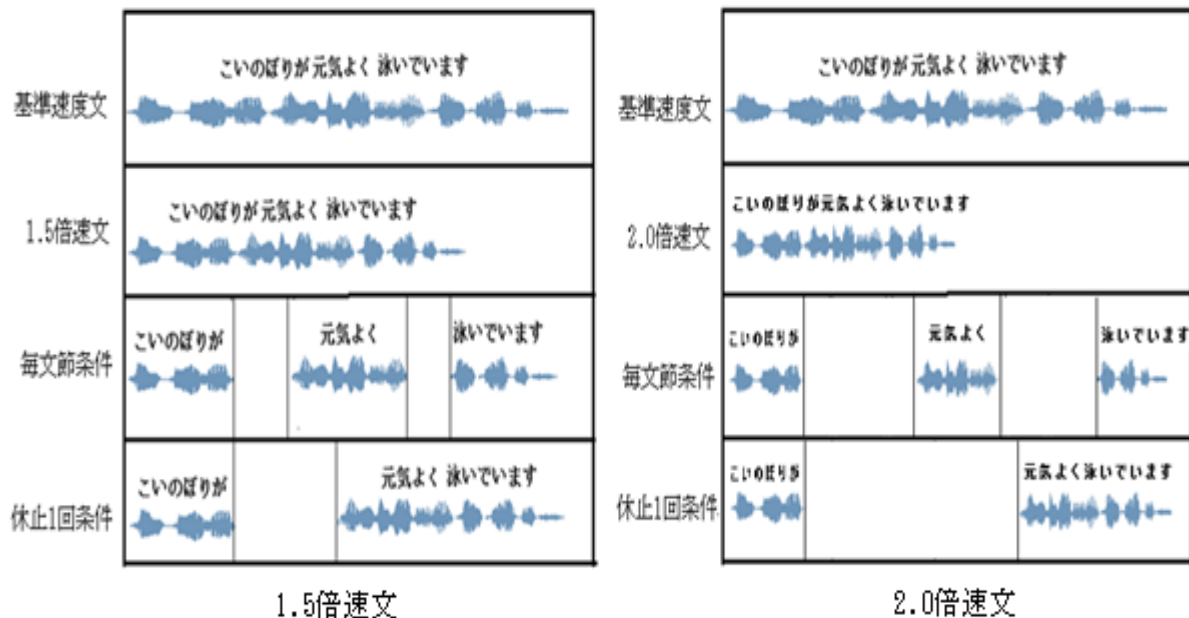


図 3-1 休止区間挿入課題例

2-3 手続き

全ての検査は、防音室において実施した。作成した音源を、オーディオメーター (AA-76, リオン) を介してスピーカーより提示した。対象者をスピーカーから 1 m の位置に着席させ、呈示音圧は、健聴者と補聴器装用者は 30dBSL、人工内耳装用者は 60dB SPL とした。

応答は復唱にて行い、「聞こえた文を聞こえた通り繰り返して下さい。文の一部でも聞き取れば答えて下さい。」と教示した。

対象者が聞き取れない場合でも、呈示は一度のみとし、正否に対するフィードバックは行わなかった。

2-4 分析方法

休止区間なし課題、休止区間挿入課題(毎文節挿入条件、休止 1 回条件)で、得られた結果は、HINT-J の採点方法に準じた。1 リスト 20 文に含まれるキーワードのうち正しく復唱できたキーワードの数の割合(正答率)を課題条件ごとに算出した。各早口音声において休止区間なし、毎文節条件、休止 1 回条件における正答率の有意差検定については、Kruskal wallis 検定で調べた。多重比較には Steel-Dwass 法を実施した。統計処理には基本的には IBM SPSS Statistics 21 を使用した。Kruskal Wallis 検定後に行う Steel-Dwass 法はエクセル統計(Statcel 3)を使用した。全ての場合で有意水準は危険率 5%とした。

3、結果

・休止区間を挿入した早口音声聴取課題

補聴器装用者における休止区間を挿入した早口音声聴取課題の正答率の中央値と四分位範囲を表 3-1 に、各条件間の比較を図 3-1 に示した。各条件の正答率の差を Kruskal Wallis 検定で調べたところ、補聴器装用者においては 1.5 倍速文において有意な正答率の差は認めなかった(1.5 倍速文 $\chi^2(2)=3.93$, $P=0.14$)。2.0 倍速文においては休止なし条件に対して休止 1 回条件で、数値上正答率は改善するが差は認めなかった(2.0 倍速文 $\chi^2(2)=2.94$, $P=0.23$)。

表 3-1 補聴器装用者の休止区間挿入課題における正答率の中央値(四分位範囲)

	休止なし	毎文節条件	休止 1 回条件	df	χ^2 値	
1.5 倍速文	95.0(10.0)	87.0(18.0)	87.0(10.9)	2	3.93	n. s
2.0 倍速文	56.0(42.0)	50.0(42.0)	65.0(30.0)	2	2.94	n. s

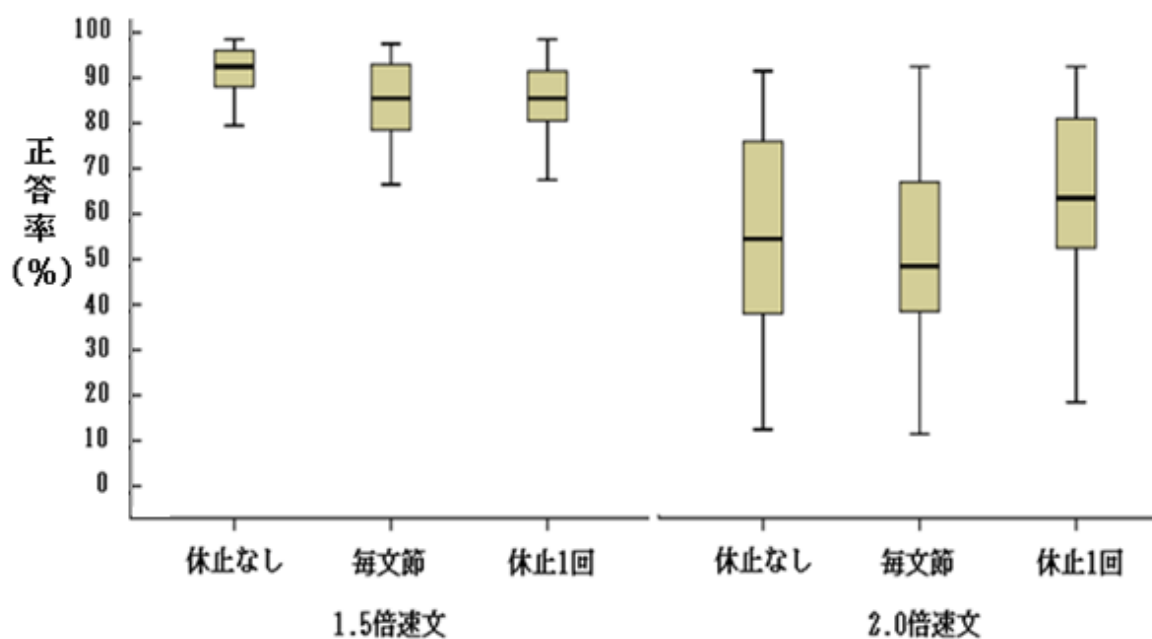


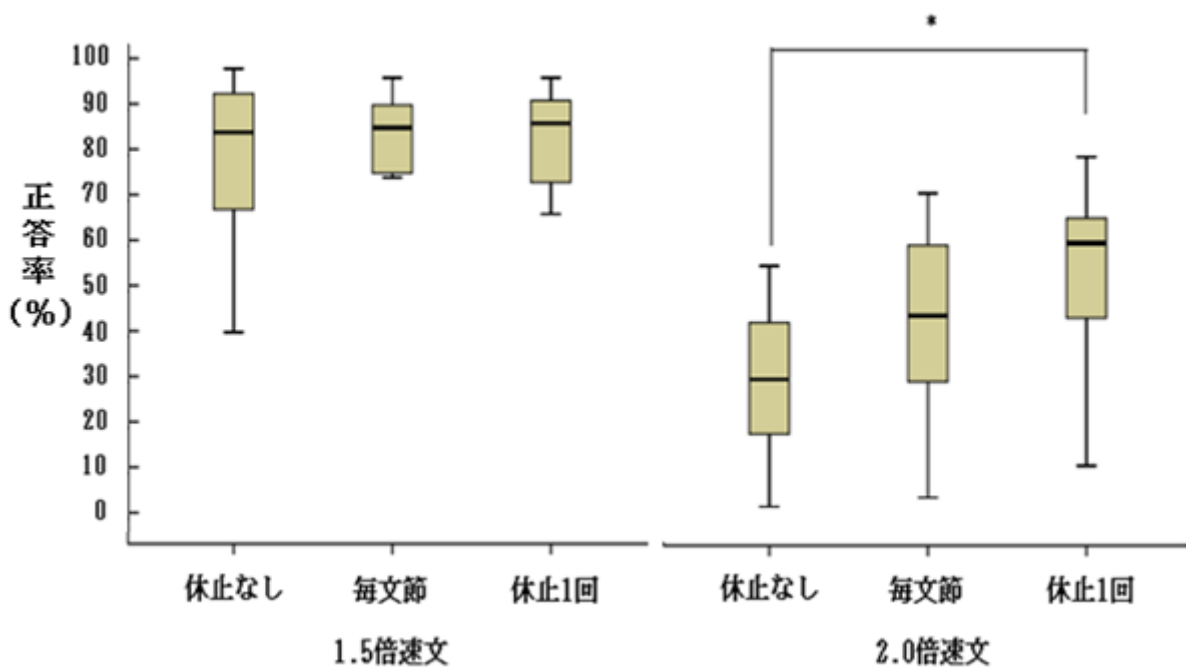
図 3-1 補聴器装用者の休止区間挿入効果

人工内耳装用者における休止区間を挿入した早口音声聴取課題の正答率の中央値と四分位範囲を表 3-2 に、各条件間の比較を図 3-2 に示した。各条件の正答率の差を Kruskal Wallis 検定で調べたところ、1.5 倍速文では休止区間挿入効果は認めなかった($\chi^2(2)=0.07$, $P=0.96$)。しかし、2.0 倍速文では有意な差を認めた($\chi^2(2)=8.79$, $P<0.05$)。そこで Steel-Dwass 法によって多重比較を実施した結果、休止区間なしに対して休止 1 回条件で有意に正答率は改善した($t=-2.86$, $P<0.05$)。

表 3-2 人工内耳装用者の休止区間挿入課題における正答率の中央値(四分位範囲)

	休止なし	毎文節条件	休止 1 回条件	df	χ^2 値	
1.5 倍速文	85.0(29.0)	86.0(17.0)	87.0(25.0)	2	0.07	n. s
2.0 倍速文	31.0(27.0)	45.0(34.0)	61.0(35.0)	2	8.79	*

** $P<0.01$ * $P<0.05$



** $P<0.01$ * $P<0.05$

図 3-2 人工内耳装用者の休止区間挿入効果

考察

早口音声聴取に対する休止区間の効果について

本研究では、早口音声に対して効果的な休止区間挿入の効果について検討するため、早口音声文に対して休止区間を毎文節挿入する毎文節条件と休止区間を1回のみ挿入する休止1回条件を用いて検討した。

補聴器装用者は1.5倍速文において休止区間挿入における有意な聴取能改善は認めなかった。また、2.0倍速文においては、休止なし条件に比し休止1回条件で聴取能は数値上向上するが有意な差は認めなかった。人工内耳装用者では2.0倍速文において、休止1回条件で休止区間挿入が効果的であることが示された。

人工内耳装用者は、1.5倍速文において休止区間の効果は認めず、2.0倍速文でのみ効果を認めた。この理由としては1.5倍速文において休止区間がなくても比較的聴取能が良好な者が多く、1.5倍速文では差が見られなかった可能性が考えられる。そのため、聴取困難な状況において休止区間挿入が、効果的に働くのではないかと考えられた。

毎文節条件に比し休止1回条件において休止区間が効果的であった理由としては、毎文節休止区間を挿入することで、単語、単語で聴取することになり、文としての関連性が乏しくなるのに対して、意味的なまとまりで聴取することで、文脈からの推測が促されるのではないかと考えられた。

筆者は人工内耳装用者に対して、圧縮音声に毎文節休止区間を挿入することが聴取能改善につながることを報告した⁵⁾が、本研究の結果では、2.0倍速文において人工内耳装用者は毎文節条件に比し、休止1回条件でより聴取能は有意に改善した。休止区間挿入は、挿入する回数が多いことが聴取能改善につながるわけではなく、意味的なまとまりで聴取することが重要であると考えられる。つまり休止区間挿入することで、推測が働きやすくなるため聴取能改善につながるのではないかと考えられた。

本研究における課題としては3-4文節と比較的短い文における検討であり、より長文になった際の検討が必要である。また、休止区間の時間についても今回は検討できていない。休止時間をどの程度とすることで聴取改善に有効か、家族指導などにおいて、具体的な方法を伝えていくためにも今後検討が必要である。

総合考察

本研究では、補聴器及び人工内耳を装用する聴覚障害者における自然な早口音声聴取能を調べ、それに時間分解能、語音聴取能、年齢、刺激の意図性、休止区間挿入がどのように関与するかを検討することを目的とした。

研究Ⅰでは、補聴器及び人工内耳装用者の早口音声聴取能と聴取能低下に関与する要因について検討した。結果は、補聴器及び人工内耳装用者は健聴者に比し早口音声聴取は低下した。2.0倍速文では、補聴器装用者に比し人工内耳装用者で顕著であった。これは倍速(圧縮)音声を用いた先行研究³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾と同様の傾向であった。しかし、人工的に作成した音声は日常生活における自然な早口音声とは異なるとの報告があり⁹⁾¹⁰⁾、本研究では自然な早口音声を用いたことで、改めて、補聴器及び人工内耳装用者の早口音声聴取の困難であることが示された。また、早口音声聴取に関与する要因については、時間分解能が明らかになった。時間分解能低下が早口音声聴取に影響することは先行研究²⁰⁾²¹⁾と同様であった。

また、聴覚障害者は、聴取条件の悪い雑音下などにおいては、前後関係や文脈から推測することで聴取を補い聴取しているとの報告があり²⁵⁾、早口音声聴取に文脈を推測する能力がどの程度関与するかについては検討が必要であった。

そこで、研究Ⅱでは、補聴器及び人工内耳装用者に対して、早口音声聴取に意味性(無意味文/有意味文)がどのように関与するか検討した。結果は、補聴器及び人工内耳装用者は基準速度文と1.5倍速文の聴取において有意味文と無意味文の聴取に有意な差を認め、文意から推測し聴取を補っていることが示された。しかし、2.0倍速文のように発話速度が非常に早く追従困難な課題においては、有意味文と無意味文で聴取に差は認められず、文脈からの推測にも限界があることが示された。研究Ⅰにおいて、人工内耳装用者は2.0倍速文の聴取低下が著しかった。これは、2.0倍速文では推測が働かず、時間分解能低下の影響が生じやすく、時間分解能が著しく低い人工内耳装用者では一様に低下した可能性が考えられた。

また、本研究における対象者は言語習得後の成人を対象者としたが、言語習得前の装用者を対象とした研究³⁵⁾では、言語習得後装用者に比して時間分解能低下することを報告していることから、早口音声により影響されることが考えられる。このため、言語習得前装用者に対しては、会話時の配慮を促す必要があるのではないかと考えられた。本研究において聴覚障害者の早口音声聴取の困難さや要因に関しては明らかにすることが出来たが、早口音声聴取に対する改善方法についての研究は少なく、検討が必要な課題といえる。

そこで研究Ⅲにおいて、早口音声聴取に対する休止区間挿入効果について検討した。早口音声聴取改善に効果的な休止区間挿入方法を検討するため、休止区間に毎文節挿入する毎文節条件と1文に休止区間を1回のみ挿入する休止1回条件の2種類の方法で検討した。結果は、休止区間挿入効果は2.0倍速文においてのみ認められ、毎文節条件に比し休止1回条件でより効果的であった。休止区間挿入が、1.5倍速文に比し2.0倍速文で効果が出た理由として、研究Ⅱで示したように、補聴器及び人工内耳装用者は1.5倍速文では文脈を用いて推測することで聴取能を補うことが出来るが2.0倍速文では推測が働きにくく、聴取能低下が顕著であった。このことから、休止区間挿入は、2.0倍速文のように追従困難であり、推測が働きにくい条件に対し効果的に働くのではないかと考えられた。また、毎文節挿入条件に比し休止1回条件で効果的であった理由

としては、毎文節挿入条件では文が途切れ途切れに聞こえるのに対して、休止 1 回条件では、意味的なまとまりで聞くことで、毎文節条件に比し文脈からの推測が働きやすくなったのではないかと推測された。以上の点から、休止区間挿入を効果的にするには、毎文節区切って話すより、意味的なまとまりで区切って話すことが、早口音声聴取には効果的であり、休止区間を入れることで働きにくくなっていた文脈から推測する力が促進する可能性が示唆された。

今後の課題について、本研究では、補聴器及び人工内耳装用者の両者を健聴者と比較するため、比較的聴取能の良い者を対象とした。しかしながら、今後は聴取能が良好な者から不良な者まで対象者を増やし検討することが必要になる。休止区間挿入においては、本研究で 3-4 文節と比較的短い文を用いたが、日常生活においてはより長文の聴取も求められるため、文の長さによって、どのような場所に休止区間挿入が聴取向上に望ましいのかを検討する余地がある。また、挿入時間つまり、どの程度の間を置くことが、聴取能改善に効果的であるかについては検討を行っておらず、こちらについても検討していく必要がある。

そして、リハビリテーションへの応用については、本研究で早口音声聴取能に関わる要因として、時間分解能が関係していたが、時間分解能については変化しにくい点であるため、文脈からの推測を向上させる方法が考えられる。諸外国においては、聴覚情報処理障害者に対して、文脈から推測する機能向上を目指し、文の一部をあえて提示せず、前後の文脈から推測し補う訓練も提唱されている³⁶⁾³⁷⁾。訓練を行うことが聴覚障害者における早口音声聴取改善に効果的かについては検討が必要である。

人工内耳装用者においてはマッピングによる改善も検討する必要がある。人工内耳においては刺激頻度を調整することで語音聴取能改善につながったとの報告もある³⁸⁾。刺激頻度とは 1 秒間における刺激回数のことである。早口のように通常に比し短い時間に多くの情報量が入ってくる音声の聴取においては刺激回数が多い方が聴取能改善につながる可能性が考えられ検討する必要がある。

また、家族指導として補聴器装用者、人工内耳装用者は発話速度に影響を受けやすいことを伝え、適度に区切って話すことの有効性を説明し、より良いコミュニケーション方法を伝えていく必要があると考えられる。

以上のことより、今後は、訓練方法やその効果についての検討を行い、補聴器及び人工内耳装用者が、普段から抱えている会話での聞き取りにくさが、少しでも軽減できるような方法を考えていきたい。

結語

本研究では、補聴器及び人工内耳装用者の早口音声聴取能とその関連要因について検討し以下の知見を得た。

1. 補聴器及び人工内耳装用者は健聴者と基準速度文では聴取能に差がないにもかかわらず、早口音声になることで聴取能は低下した。また、2.0倍速文では、補聴器装用者に比し人工内耳装用者の聴取能が有意に低下することが示された。
2. 早口音声聴取能に関与する要因として、時間分解能低下が示された。
3. 補聴器及び人工内耳装用者は、基準速度文と1.5倍速文においては文脈から推測し聴取を補っているが、2.0倍速文のように発話速度が速いと文脈からの推測は働きにくくなることが明らかになった。
4. 早口音声聴取能に対する休止区間挿入の効果は、人工内耳装用者において、2.0倍速文で意味単位の休止は文節単位より有意に聴取能が高かった。

謝辞

本論文の作成にあたり、研究の主旨をご理解いただきご理解頂き、ご協力頂きました患者さん、ご家族の方々、健聴被験者の皆様に感謝申し上げます。

また、終始懇切丁寧に御指導賜りました指導教員の城間将江教授、小淵千絵准教授に深く感謝いたします。

引用文献

- 1) 亀井昌代, 佐藤宏昭, 小田島葉子. デジタル補聴器の機能における語音明瞭度と主観評価の比較研究. 耳鼻咽喉科臨床 2012; 105: 617-622
- 2) 岩崎紀子, 白石君男. デジタル補聴器の適応型指向性マイクロホンによる雑音抑制効果—移動音源を用いた音響学的検討—. Audiology Japan 2005; 48: 623-632
- 3) Gordon-Salant S, Fitzgibbons P. Temporal factors and speech recognition performance in young and elderly listeners. Journal of Speech, Language, and Hearing Research 1993; 36: 1276-1285
- 4) 細井裕司, 村田清高, 太田文彦ら. 語音弁別における発話速度の影響. 日本耳鼻咽喉科学会会報 1992; 95: 517-525
- 5) 坂本圭, 小渕千絵, 城間将江ら. 人工内耳装用者の聴覚的時間情報処理に関する研究—倍速音声に対する統語修復の効果—. Audiology Japan 2014; 57: 92-98
- 6) 坂本圭, 小渕千絵, 城間将江ら. 補聴器装用者と人工内耳装用者の倍速音声聴取能に関する検討. The Japanese journal of hearing and language disorders 2015; 44: 37-42
- 7) 岩崎聡, 大蝶修司, 渡辺高弘ら. 人工内耳装用者と高齢者の話速による文章了解度への影響. Otology Japan 2000; 10: 110-114
- 8) Fu QJ, Galvin JJ, Wang X. Recognition of time-distorted sentence by normal-hearing and cochlear-implant listeners. The Journal of the Acoustical Society of America 2001; 109: 379-383
- 9) Crystal TH, House AS. Segmental durations in connected-speech signals: current results. The Journal of the Acoustical Society of America 1982; 72: 705-716.
- 10) Davidson L. Schwa elision in fast speech: segmental deletion or gestural overlap?. Phonetica 2006; 63: 79-112
- 11) Adank P, Janse E. Perceptual learning of time-compressed and natural fast speech. The Journal of the Acoustical Society of America 2009; 126: 2649-2659
- 12) Caili J, John J, Anting X, et al. Effect of speaking rate on recognition of synthetic and natural speech by normal-hearing and cochlear implant listeners. Ear and Hearing 2013; 34: 313-323
- 13) Gordon-Salant S, Danielle J. Recognition of time-compressed speech does not predict recognition of natural fast-rate speech by older listeners. The Journal of the Acoustical Society of America 2014; 4: 268-274
- 14) Janse E. Word perception in fast speech: artificially time-compressed vs naturally produced fast speech. Speech Communication 2004; 42: 155-173
- 15) Wingfield A, Poon LW, Lombardi L, et al. Speed of processing in normal aging: effect of speech rate, linguistic structure, and processing time. The Journal of Gerontology 1985; 40: 579-585
- 16) Fostick L, Ben-Artzi E, Babkoff H. Aging and speech perception: beyond hearing threshold and cognitive ability. Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology 2013;

- 24: 175-83
- 17) Shannon RV, Zeng FG, Kamath V, et al. Speech recognition with primarily temporal cues. *Science* 1995; 270: 303-304
 - 18) Musiek FE, Shinn JB, Jirsa R, et al. Gin(Gaps-in-noise) test performance in subjects with confirmed central auditory nervous system. *Ear and Hearing* 2005; 26: 608-618
 - 19) Duarte M, Gresele AD, Pinheiro MM. Temporal processing in postlingual adult users of cochlear implant. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology* 2016; 82: 304-309
 - 20) 高木明. 難聴者の周波数分解能と時間分解能. *耳鼻咽喉科展望* 2002; 45: 460-468
 - 21) Sagi E, Kaiser AR, Meyer TA, et al. The effect of temporal gap identification on speech perception by users of cochlear implants. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 2009; 52: 385-395
 - 22) 山田安紀子, 今泉敏, 原田勇彦ら. 感音性聴覚障害者における時間要因を変化させた母音識別. *Audiology Japan* 1989; 32: 130-136
 - 23) 佐藤正幸, 吉野公喜. 聴覚障害児における言語音の識別に及ぼす持続時間の影響. *心身障害研究* 1989; 13: 91-98
 - 24) 原島恒夫, 小渕千絵, 田原敬ら. 聴覚情報処理障害 (auditory processing disorders; APD) へのアプローチ 9 —聞き取り困難に関する「注意」の問題—. *日本特殊教育学会第 52 回大会自主シンポジウム* 2014
 - 25) Gordon-Salant S, Fitzgibbons PJ. Selected cognitive factors and speech recognition performance among young and elderly listeners. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 1997; 40: 423-431
 - 26) Wingfield A, Tun PA, Koh CK, et al. Reading lost time adult: adult again and the effect of time restoration on recall of time-compressed speech. *Psychology and Aging* 1992; 14: 380-399
 - 27) 上村博一. 字が話す目が聞く. 東京: 新樹社, 2009: 167-168
 - 28) Shiroma M, Iwaki T, Kubo T, et al. The Japanese hearing in noise test. *International Journal of Audiology* 2008; 47: 381-382
 - 29) 白石浩, 細井裕司, 西田尚司ら. 話速変換語音聴覚検査による語音弁別能力の分類. *Audiology Japan* 1997; 40: 127-132
 - 30) Moore B. Cochlear hearing loss, physiological, psychological and technical issue (2nd). New York: John Wiley and Sons 2007: 117-142
 - 31) 岩崎聡, 茂木英明, 工穰ら. 人工聴覚器の将来 人工内耳～低侵襲, 残存聴力温存へ向けた新たな取り組み. *日本耳鼻咽喉科学会会報* 2011; 114: 801-806
 - 32) Hiraumi H, Tsuji I, Kanemaru J. Cochlear implants in post-lingually deafened patients. *Acta Otolaryngol Suppl* 2007; 557: 17-21
 - 33) Furukawa I, Vaughan N, Storzbach D. “Can context diminish the effects of rapid speech recognition in older listeners?” *The Journal of the Acoustical Society of America* 2004; 116: 2524

- 34) Tanaka A, Sakamoto S, Suzuki Y. Effect of pause duration and speech rate on sentence intelligibility in younger and older adults listeners. *The Acoustical Society of Japan* 2011; 32: 264-267
- 35) Wei C, Cao K, Jin X, et al. Psychophysical performance and mandarin tone recognition in noise by cochlear implant users. *Ear and Hearing* 2007: 62-65
- 36) Bellis TJ, Bellis JD. Central auditory processing disorder in children and adults. *Handbook of Clinical Neurology* 2015; 129: 537-556
- 37) Chemak GD, Musiek FE. Auditory Training: principles and approaches for remediating and managing auditory processing disorders. *Seminars in Hearing* 2002; 23: 297-308
- 38) Verschuur C. Effect of stimulation rate on speech perception in adult users of the Med-El CIS speech processing strategy. *International Journal of Audiology* 2005; 44: 58-63

資料 1

早口音声聴取課題例(HINT-J) 、キーワード、採点方法

※採点方法：キーワード法

下線部がキーワードであり、キーワードの正答率を求めた。

- 1、手紙 を もらって 返事 を 書いた
- 2、玄関 の はきもの を 揃えておく
- 3、クレヨン で ふすま に 落書きした
- 4、ぞうきん を しぼって 廊下 を 拭いた
- 5、漁師 は 魚 を 釣って 売ります
- 6、おじいちゃん は 昔 から 厳しい 人だ
- 7、苦い 薬 は 今 でも 嫌いです
- 8、太陽 が 雲 に すっぽり 隠れた
- 9、新しい おもちゃ を 見せて 自慢する
- 10、突然 話題 が 途切れて 困った
- 11、お母さん の 大事な 指輪 を なくした
- 12、帰り が 遅い と 心配に なります
- 13、病院 で 名前 を 何度 も 呼ばれた
- 14、暖房 が 利き すぎて 頭 が 重い
- 15、居眠り 運転 は 大変 危険だ
- 16、枕 が 高い と 首 が 疲れます
- 17、けわしい 山 に ひとり で 登った
- 18、贈り物 が 届く と なんだか 嬉しい
- 19、タベ 怖い 夢 を 見て うなされた
- 20、腐った 食べ物 で お腹 を こわした

資料 2

無意味文課題例

※採点方法：キーワード法

下線部がキーワードであり、キーワードの正答率を求めた。

- 1、こいのぼり が ようやく 鳴っている
- 2、お年寄り には ひっくりかえして 譲ります
- 3、やかん を お土産は やけどした
- 4、旅行 の 人 に おせんべい でした
- 5、お土産 に ぬいぐるみ を 抱いて いただいた
- 6、パンダ の 消しゴム が 見ながら 食べる
- 7、長い 座席 を 元気よく 抜けました
- 8、風鈴 が 短く 泳いでいます
- 9、かくれんぼ では 日本全国 やらされた
- 10、満月 を 飲むと お土産 を 遊ぶ
- 11、お酒 を 見ながら 親切に された
- 12、知らない トンネル を 涼しそうに 笑った
- 13、挨拶 は 真ん中を まとめましょう
- 14、牧場 に 甘い お団子 は いました
- 15、お姉さん が お菓子 を おんぶしている
- 16、鉛筆 の 妹 を 用意する
- 17、オートバイ で 鬼ばかり まわった
- 18、電車 と ひとり で ひっくり返して 帰ります
- 19、テレビ を 抱いて バス に なってしまう
- 20、道路 と おしゃべりに 乗って やけどした

資料3

休止区間1回条件 課題例

※ 「/」で区切った箇所に休止区間を挿入した

- 1、やきとり屋 で / ビール を 飲みました
- 2、私 は 毎日 / 遅く まで 働く
- 3、広い 湖 を / ボート で 渡る
- 4、誕生日 に / 赤飯 を 炊いて 祝った
- 5、くじら が 赤ちゃん を 連れて / 泳ぐ
- 6、不思議な 出来事 が / よく 起こるものだ
- 7、コンクリート を 流して / 固めます
- 8、座席 を 譲ったら / おじぎ を された
- 9、診察時間 を / 電話 で 予約する
- 10、雪だるま に / 帽子 を かぶせてあげた
- 11、名前 を 呼ばれて / はっきり 返事した
- 12、病気 が 心配で / 検査しました
- 13、きちんと 話せ ば / きっと わかってくれる
- 14、天ぷら の 油 が はねて / やけどした
- 15、御茶碗 を 洗って / ほめられました
- 16、窓ガラス を ボール で / 割ってしまった
- 17、手紙 を もらうの は / 嬉しいものだ
- 18、長くて 楽しい 休み は / 終わった
- 19、デパート で / 素敵な シャツ を 見つけた
- 20、泥棒 が / 足跡 を 残して 逃げた