

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 1 日現在

機関番号：12701

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H03511

研究課題名(和文)聴覚障害児の発達過程を考慮した補聴器・人工内耳の評価法と視聴覚の活用支援

研究課題名(英文)Hearing-aid and Cochlear implant evaluation and support for auditory/visual perception

研究代表者

中川 辰雄(Nakagawa, Tatsuo)

横浜国立大学・教育学部・教授

研究者番号：00164137

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 8,600,000円

研究成果の概要(和文)：日常生活で補聴器や人工内耳を装用している人たちは、音声言語を主に視覚と聴覚を通して知覚している。聴覚障害が重度になると、補聴器や人工内耳からの聴覚情報から読話や手話の視覚情報に依存する割合が大きくなり、周囲に雑音がある場合はその割合がさらに大きくなることが知られている。本研究は聴覚障害児の発達過程を考慮した補聴器・人工内耳の評価法と視聴覚の活用支援を行うことを目的に、対应手話から音声を受容して再生するに当たり、どの提示条件が日本語を再生しやすいかを正答率と反応時間を指標にして実験的に検討した。

研究成果の概要(英文)：Children who wear hearing-aids or cochlear implants perceive speech information through auditory and visual modes. It is well known that when their hearing disability is severe, degree of dependence on visual information by lip-reading and/or sign language is getting higher. In order to develop hearing-aid and cochlear implant evaluation methods and to explore auditory/visual support for them, auditory and visual speech perception abilities were measured. In this study percent correct scores and reaction times were used as indexes to show the effects.

研究分野：聴覚障害教育

キーワード：聴覚障害 補聴器 人工内耳 評価法 視聴覚支援 日本語対应手話

1. 研究開始当初の背景

日常生活で補聴器や人工内耳を使用して音声言語を受容する場合、音声は補聴器や人工内耳から聴覚情報として知覚されるとともに、読話や手話等により視覚情報としても同時か経時的に知覚される。一般に聴覚障害が重度になると、補聴器や人工内耳からの聴覚情報よりも読話や手話等の視覚情報に依存する割合が大きくなり、周囲に雑音がある場合はその割合がさらに大きくなることが予想される。

日常生活で聴者が通常行う手話は音声とともに手話単語を生成する「日本語対応手話」(以下、対応手話と呼ぶ)が多い。発せられる対応手話は人によって、場面によって、あるいは相手によって音声・口話と手話が発せられるタイミングが様々である。また送り手の手話の習熟度や受け手や受容する環境によっても異なってくる。

本研究は聴覚障害児の発達過程を考慮した補聴器・人工内耳の評価法と視聴覚の活用支援を行うことを目的に、対応手話から音声言語を受容して再生するに当たり、どの提示条件において日本語が正しく再生されるかを明らかにすること目的としている。これまでは正答率を指標にして研究を行ってきたが、それに加えて反応時間を指標として用いた結果について報告する。

2. 研究の目的

対応手話における音声の聴覚情報と口形・手話の視覚情報の提示のタイミングと文の語順の効果について、提示文の再生の正答数に加えて反応時間を用いて明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

対象者

聴覚に障害がある8名の大学生を対象とした。いずれの学生も日常生活で補聴器を使用し、聴者とは音声で聴覚障害者とは主に手話を用いてコミュニケーションしていた。表1に8名の聴覚障害の学生の両耳の聴力レベルを示した。

表1. 聴覚障害の学生の両耳の聴力レベル(dB)

		250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
S1	R	65	90	100	115	115
	L	65	85	195	115	120
S2	R	105	120	115	120	120
	L	110	120	120	120	120
S3	R	65	85	100	110	110
	L	55	85	100	105	120
S4	R	85	100	110	110	105
	L	80	95	105	105	105
S5	R	85	85	100	110	120
	L	90	85	90	85	75
S6	R	65	75	80	95	100
	L	65	80	95	100	105

S7	R	70	70	105	120	110
	L	95	85	95	110	120
S8	R	95	100	110	115	120
	L	85	100	115	120	120

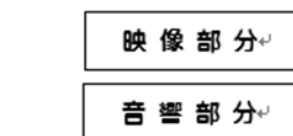
刺激

4つのキーワードから構成されるS+0+Vの標準的な語順の文に対して、その語順をS+V+0に変化させた非標準文を2種類用意した。例文を表2に示す。手話通訳士の資格を持ち通訳経験が10年以上あるベテランの通訳士にそれぞれの文を対応手話によって表現してもらった。対応手話をデジタルビデオに収録し、該当する文を切り出した。元の刺激(視聴覚一致刺激)の音響部分が始まる位置を基準として、それより始まりを500msec早めた聴覚先行刺激と、逆に700msec遅くした視覚先行刺激を専用の装置(メロンテクノス社製)を用いて制作した。図1に本研究で用いた視聴覚一致刺激と聴覚先行刺激及び視覚先行刺激の音響と映像部分の構成要素の提示タイミングを示した。

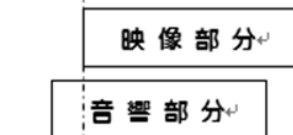
表2 刺激文の例

文の種類	例文
標準文	友だちが／学校の／階段を／下ります
非標準文 1	友だちが／学校で／下りるのは／階段です
非標準文 2	友だちが／階段を／下りるのは／学校です

(1) 視聴覚一致刺激(オリジナル)



(2) 聴覚先行刺激



(3) 視覚先行刺激

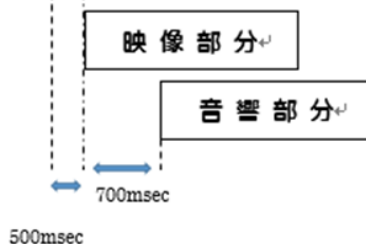


図1. 3種類の刺激の音響と映像部分の提示タイミング

手続き

標準文と2種類の非標準文をそれぞれ5つずつ、さらにそれぞれの文に対して、視聴覚一致と聴覚先行それに視覚先行の3つの提示条件を作成し、合計45文をランダムに提示した。検査に先立ち練習を行い、その後、静穏下から始めて65dB(SPL)の白色雑音を付加したSN比+5dBの雑音下で検査を行った。聴覚刺激は被検者の位置で70dB(SPL)、視覚刺激は被検者から30cmの位置にディスプレイを置いて提示した。回答は口頭で聞こえた通り再生するように求めた。反応時間は音響刺激を提示し終わって、口頭による再生が始まるまでの時間とした。また、視覚刺激と聴覚刺激の提示のタイミングを提示刺激ごとにモニタした。

4. 研究成果

被検者ごとに視聴覚刺激の提示タイミングと文の語順効果が反応時間と正答数に及ぼす影響について明らかにするために、静穏下と雑音下に分けて繰り返しのある二要因の分散分析を行った。その結果を表3にまとめた。

S1は静穏下では語順によって反応時間に、雑音下では視聴覚刺激の提示タイミングによって反応時間にそれぞれ有意差が見られた。また静穏下では語順の違いによって回答数に有意差が見られた。S1は静穏下では標準文における反応時間が他の語順の文に比べて有意に長く、正答数は有意に低い結果が得られた。残る5名の対象者はいずれも静穏下と雑音下で視聴覚刺激の提示のタイミングによって反応時間に有意差が見られた。5名に共通して見られた傾向としては、視覚先行刺激に対して反応時間が一番短く、その次に反応時間が短かったのは視聴覚一致刺激であった。反応時間が一番長かったのは聴覚先行刺激に対してであった。提示のタイミングの違いによる正答数に有意差が見られたのはS3とS4で、いずれも静穏下において視覚先行刺激の正答率が他に比べて有意に低かった。S7とS8は今回、反応時間の計測ができなかったため、正答数に与える影響のみを見ると、S7が静穏下における語順の影響に有意差が見られた。S8についてはタイミングについても語順についても正答数に有意な影響は見られなかった。

表3. 静穏下と雑音下のタイミングと語順の効果(有意水準)

被検者	指標	静穏下		雑音下	
		タイムゲ	語順	タイムゲ	語順
S1	反応時間	—	1%	1%	—
	正答数	—	5%	—	—
	反応時間	1%	—	1%	—

S2	正答数	—	—	—	—
S3	反応時間	5%	—	1%	—
	正答数	5%	—	—	—
S4	反応時間	1%	—	1%	—
	正答数	5%	—	—	—
S5	反応時間	1%	—	1%	—
	正答数	—	—	—	5%
S6	反応時間	1%	—	5%	—
	正答数	—	—	—	—
S7	反応時間				
	正答数	—	5%	—	—
S8	反応時間				
	正答数	—	—	—	—

—は有意差が無いことを示し、グレー部分は測定データが無いことを指す

(1) 反応時間と正答数

表3の結果から正答数を指標にすると5項目、それに対して反応時間を指標にすると12項目で有意差が得られた。正答数よりも反応時間の方が視聴覚刺激の提示のタイミングや語順の効果を明らかにするには感度の高い指標ではないかと考えられる。先行研究より反応時間は聞き取り辛さ(listening effort)を測定する指標として用いられており、その有効性が報告されている(Pals, Sarampalis, Rijin, and Baskent, 2015, 他)。今回、視聴覚刺激のタイミングを変化させたり語順を変化させたりすることによって、対象者全員に聞き取り辛さが生じたことが示唆される。

(2) 視聴覚刺激の提示のタイミング効果

視聴覚刺激の提示のタイミングを変化させることによって、反応時間を測定できた5名から反応時間に有意差が見られた。これより視聴覚刺激の提示のタイミングが文の語順よりも聞き取り辛さと関連性があることが示唆される。

個々の対象者別に検討すると、S1は静穏下で反応時間が長くなると文の再生の正答数が低下した。一方、S3やS4は反応時間が長い視聴覚一致刺激や聴覚先行刺激の正答数が、反

応時間が短い視覚先行刺激の正答数よりも有意に高く、S1とは逆の傾向が見られた。これら3名の結果から、聞き辛いために反応時間が長くなり、その結果、正答数が低下したとは単純には言えないことがわかる。後者の2名については文の正答数について他の要因が関係していることが考えられる。

日常生活では視覚刺激と聴覚刺激が同時に提示されると、両刺激の物理的な伝達特性により、視覚刺激の方がわずかに速く人間の感覚器に伝達される。しかし、その違いはわずかで認識されることはなく、視聴覚刺激が同時に知覚されるのが通常である。しかし聴覚に障害があったり、聴取環境の騒音等により聞き取りが困難になったりすると、視覚に依存する割合が大きくなることが知られている。筆者がこれまでに行った一連の研究からも、聴覚刺激のみの提示よりも視覚刺激を同時に提示すると、個人差はあるものの読話による視覚の補助効果が認められた。

今回用いた視覚刺激は音声と同時に変化する口形を中心とする読話情報だけでなく、音声の内容を手話単語で表す日本語の語順に対応した手話であった。検査の終了時に8名の被検者に回答をどのように導き出したかについて尋ねたところ、雑音下を中心として対応手話が情報源であったことを述べていた。すなわち、すべての対象者で、少なくとも雑音下では音声の聴取が困難になるために対応手話を主な情報源としていたことが考えられる。

静穏下と雑音下の反応時間を比較すると、S1とS3とS6は雑音下の方が反応時間が長くなったが、S2とS4とS5の3名は逆の傾向が見られた。このことから前者の3名は雑音下においても視覚情報だけでなく聴覚情報も使用して回答していたのではないかと考えられる。一方、後者の3名については視覚情報の関与が強くなったために、反応時間が静穏下よりも雑音下で返って短くなったのではないかと思われる。

(3) 文の語順効果

反応時間が計測できた6名のうち1名で語順の違いによって反応時間に影響が見られた。当初、標準的なS+0+Vの語順が知覚しやすくまた再生しやすいと考えていた。”0”の目的語を強調する場合を除き、通常用いられることが少ないS+V+0の語順では聴取努力の負荷がかかり知覚や再生するのに時間を要するのではないと思われる。しかしS1にはそのような傾向が見られなかった。この点についてはさらに対象者の数を増やして検討する必要がある。静穏下で語順の影響による正答数に差が見られたS7や雑音下で語順の影響による正答数に差が見られたS5について誤答分析を行った結果、「・・・は」「・・・が」の助詞の再生に誤りが見られた。

(4) 被検者の個人差と聴力

視聴覚刺激の提示のタイミングと文の語順

効果に反応時間と正答数を計測できた6名について見ると、S1の1名を除き5名全員から提示のタイミング効果の影響が見られた。一方、S1は語順効果が反応時間に大きな影響を及ぼした。また、静穏下と雑音下の反応時間の比較から、S1とS3とS6はその逆の傾向が見られたS2とS4とS5に比べて、視覚情報だけでなく聴覚情報の利用が考えられる。表1の裸耳聴力から見ると、S1からS6の6名の中で全員が1kHz以上の高域の聴力が100dB以上の重度難聴で、聴力レベルの値にそれほど大差が見られない。それに対してS1やS3とS6は250Hzや500Hzの低域の聴力が他の3名に比べて静穏下で音声を聴取可能にする聴力を有していたことが注目される。

ここで得られた知見はさらに引き続き対象者の数を増やして検証する必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

- ① 李 亜・中川辰雄、中日の人工内耳に対する保護者の意識変化、横浜国立大学教育学部紀要I(教育科学)、査読無、20、113-139、2018
- ② 周 愛然・中川辰雄、中日のろう特別支援学校の教師の意識と校内環境の比較-聴覚障害児の偶発学習を促進するために-、横浜国立大学教育人間科学部紀要I(教育科学)、査読無、19、116-136、2017

〔学会発表〕(計6件)

- ① 中川辰雄・井上正之・佐藤正幸・須藤正彦、音声受容における視覚刺激と聴覚刺激の相補性、日本特殊教育学会第55回大会、2017
- ② 中川辰雄・長原太郎・高橋優宏、高齢者の聞こえのハンディキャップと聴力検査・補聴器装用の実態、第62回日本聴覚医学会・学術講演会、2017
- ③ Tatsuo Nakagawa, Awareness of hearing handicap and amplification needs in elderly people, 7th International Research Conference on Aging and Speech Perception, 2017
- ④ Tatsuo Nakagawa, Individual differences in effects of assistive technology in students with hearing disabilities based on auditory-visual speech perception experiments, The 7th International Symposium on Special Education, 2016
- ⑤ 中川辰雄・井上正之・佐藤正幸・須藤正彦、騒音下における音声知覚に及ぼす視覚刺激の効果、日本特殊教育学会第54回大会、2016
- ⑥ 中川辰雄・佐藤正幸・加藤靖佳、聴覚障害者の視聴覚音声知覚、日本特殊教育学会第53回大会、2015

〔図書〕(計1件)

- ① Tatsuo Nakagawa, The Danavox Jubilee Foundation, Individual hearing loss,

Individual differences on an auditory-visual speech perception test for people with hearing loss, 81-87, 2016

〔その他〕(計1件)

① 中川辰雄、聴覚過敏 仕組みと治療法、騒音制御、査読無、40(6)、308-311、2016

ホームページ等

<http://www.nakagawa-lab.ynu.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中川辰雄 (NAKAGAWA, Tatsuo)
横浜国立大学・教育学部・教授
研究者番号：00164137

(2) 研究分担者

佐藤正幸 (SATO, Masayuki)
筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・教授

研究者番号：50222021

高橋優宏 (TAKAHASHI, Masahiro)
横浜市立大学・医学研究科・客員准教授
研究者番号：50315800

松本末男 (MATSUMOTO, Sueo)
筑波大学・附属学校・教授
研究者番号：80642834

須藤正彦 (SUTO, Masahiko)
筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・教授

研究者番号：90206566

井上正之 (INOUE, Masayuki)
筑波技術大学・産業技術学部・准教授
研究者番号：90553941