

厚生労働科学研究研究費補助金

長寿総合研究事業

聴覚・視覚機能の低下と言語コミュニケーションに関する研究

平成 14 年度 総括研究報告書

主任研究者 川瀬 哲明

平成 15 年(2003 年)3 月

目 次

I. 総括研究報告書

聴覚・視覚機能の低下と言語コミュニケーションに関する研究・・・・・・・・・・ 1

川瀬哲明

II. 分担研究報告 (なし)

III. 研究成果の刊行に関する一覧表・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7

IV. 研究成果の刊行物、別刷 (なし)

厚生労働科学研究費補助(長寿総合研究事業)

総括研究報告書

聴覚・視覚機能の低下と言語コミュニケーションに関する研究(総括研究報告書)

主任研究者 川瀬 哲明

(東北大学大学院医学系研究科感覚器病態学講座耳鼻咽喉科学分野・助教授)

(研究要旨)

聴覚情報のみならず視覚からの情報が相補的に働くことによって、より正確で効率的なことばの聞き取り(コミュニケーション)が成り立っている。本研究では、聴覚、視覚複合的な機能低下の言葉の聞き取りに対する影響を検討すると共に、補聴、白内障手術などの聴覚、視覚補正の言葉の聞き取りに対する効果をマルチモーダリティの観点で評価する。(3年計画)

本年度は3年計画の3年目で、①実際に行なわれている高齢者の白内障手術の術前、術後視力の成績解析から、視力改善治療の言葉のコミュニケーションにおける意義の考察、②昨年までの研究で明らかになった、聴力劣化時の言葉の聞き取りにおける、視覚情報の重要性について背景メカニズムのPET(ポジトロン断層撮影)による解析、③3年間の研究の総括を行なった。その結果、日常行なわれている高齢者に対する白内障手術が視覚情報による音声情報知覚の改善の観点でも有意義であること、言葉の聞き取りに、視覚情報・聴覚情報が相補的に働いており、一方の情報が劣化あるいは、除去された時には、もう一方の情報のより活発な活用により外部からの情報受容を行なっていることが示された。

A. 研究目的

高齢者においては、加齢変化の結果として聴覚機能が衰えてくることは周知の事実である。これに起因する言葉の聞き取りの障害は、ともすれば、高齢者の社会参加に対する障害要因の一つになりうる。また、その程度は軽度であっても、心理的な影響も大きくいわゆる高齢者の閉鎖的な社会環境を生み出すことも指摘されている。言葉によるコミュニケーションの障害については、従来聴覚障害だけが注目されてきたが、言葉の認知においては、視覚、聴覚などのマルチモーダルな情報を効果的に利用していることが知られている。そこで、言葉による

コミュニケーション能力の低下を聴覚・視覚のマルチモーダルな側面から検討し、各個人の聴覚・視覚機能の低下がどのように複合的に影響を与えているか、また、聴覚障害に対する補聴や、視覚障害に対する眼科的な手術療法や適切な眼鏡使用がどのように言葉のコミュニケーションの改善に役立ちえるかを明らかにする。本年度は3年計画の3年目で、a) 実際に行なわれている高齢者の白内障手術の術前、術後視力の成績解析と、視力改善治療の言葉のコミュニケーションにおける意義の考察、b) 昨年までの研究で明らかになった、聴力劣化時の言葉の聞き取りにおける、視覚情報の重要性につい

て背景メカニズムの PET (ポジトロン断層撮影) による解析、並びに、c) 3 年間の研究の総括を行なった。

B. 対象、研究方法

(a) 白内障手術患者の術前・術後視力の検討

宮城県北の田園地域 (遠田郡涌谷町) の眼科医院 (つのだ眼科) における、最近 1 年間の全白内障手術症例 336 例 341 側 (男 112 名、女 224 名、年齢 44 歳~90 歳、平均年齢 73.4 歳) を対象に、術前と術後の視力状態について検討し、マルチモーダルな言葉の聞き取りにおける視覚情報改善の側面から手術の意義を考察した。

手術術式は、水晶体超音波乳化吸引術+人工水晶体挿入術: 320 例、水晶体嚢外摘出術+人工水晶体挿入術: 21 例である。

尚、視力の解析に際し、指数弁、手動弁、光覚弁は、それぞれ、視力 0.004、0.002、0.001 に換算し検討した。

(b) 音声情報知覚時の視覚・聴覚情報活用相互作用の PET による解明 (東北大学サイクロトロン RI センターとの共同研究)

成人男性 12 名 (22 歳-29 歳、平均年齢 25.4 歳) を対象にさまざまな条件下で提示した音声情報に関する視覚・聴覚刺激に対する脳内活動を解析した。尚、検査実施に際しては、東北大学サイクロトロン RI センターの課題採択委員会の審査を経た上で、被験者に検査内容に関する説明を文書で行い、文書にて検査への参加同意を得た上で行なった。

基本的な検査条件としては、ことばの聴取時に、その音声を発する顔画像が同時に提示される場合、されない場合、提示音声は通常の場合と、音響フィルター (low pass filter) で劣化させた場合を組み合わせで比較検討した。

今回用いた視聴覚刺激は、聴覚刺激は「be」を基本とし、通常 (原音) の「be」音、500Hz low pass filter を通した filtered 「be」音、noise burst 音の 3 種類とし、それぞれの音声刺激に同期して、「be」を発声する時の顔画像を同時に提示する刺激と、顔画像をノイズ化した画面

を提示する刺激を作成、合計 6 種類の刺激を作成した。

具体的な刺激の作成方法は、下記のとおりである。聴覚刺激となる単音節の録音、並びに視覚刺激となる話者の映像の録画は防音室内で行った。録音を行なう際には発音し終わったら唇をいったん閉じ、そして唇を閉じた状態から次に発音するまでに十分な時間を置いてから発音を行なった。また発音する単音節によってはエネルギーが小さい場合も生じるため、SN 比がなるべく良くなるようにメジャリングアンプの測定レンジと DAT レコーダの録音レベルを、単音節が発音されるごとに調整した。

実験の際に提示される音声不自然に聞こえない程度の時間的長さを持っていること、そして、話者の唇が閉じた状態で始まり、かつ、発音されたあとの唇が閉じた状態で終わる特徴のない話者映像になっていることに注意して、一つの音節において数回録画したビデオテープから条件を満たしている部分をパソコン上に動画データとして取り込んだ。尚、ビデオテープに収録された音声も DAT テープに収録された音声との同期に用いるためにパソコン上のデータとした。DAT テープに録音された音声、聴覚ノイズは SGI ワークステーションを用いて、計算機上のデータとした。

このようにして得られた信号波形をパソコン上で同時に表示させて、それぞれの音声の開始時間をあらかじめ記録してから、動画編集用ソフトウェアを用いて 32msec の制度で映像と音声同期した刺激を作成した。

尚、あらかじめすべての提示音節のレベルを等価騒音レベル LAeq で等しくなるように調整、DV テープに記録、1 分 10 秒間に 11 刺激連続提示し、その間の脳活動 (脳血流量の変化) を PET 画像で観察した。尚、視聴覚刺激の提示順序は、被験者ごとでランダムオーダーとした。また、視覚刺激は Olympus 社製のフェイスマウントディスプレイシステム (Eye Trek FMD-700) を用いて、聴覚刺激は被験者から 50 cm のところに設置したスピーカーシステムを用いて提示、音圧は被験者の耳の位置で 80 dB SPL になるよう

に調整した。また、PET 撮影中の提示刺激の知覚については、なんとという言葉に聴こえたかを「be」、「de」、「それ以外」の3肢の回答から強制選択させた（それ以外の場合は、/se/と発声させた）。

PET の計測であるが、Shimadu 社製ポジトロン断層撮影装置 (PET2400W) で視覚・聴覚刺激時の局所の脳血流量の変化を検出した。トレーサーとしては $^{15}\text{O}-\text{H}_2\text{O}$ を用い、静脈注射により投与した。また、撮影された画像データは、SPM (statistical parametric mapping) により評価解析した。SPM 法では、記録した各被験者のデータを標準脳上 voxel 上の血流量変化のデータに正規化することで、全被験者のデータを用いて、刺激条件間での変化を統計学的に検討した。

(倫理面への配慮)

PET 検査については、あらかじめ東北大学サイクロトロン RI センターの課題採択委員会の承認を経たうえで、被験者には放射線被曝などについての詳細を文書にて十分説明し、文書による同意を得た上で検査の実施を行った。また、結果の公表については、個人のプライバシーが侵されることがないようにした。

C. 結果

(a) 白内障手術患者の術前・術後視力

全症例の術前術後視力の結果を図1に示す。

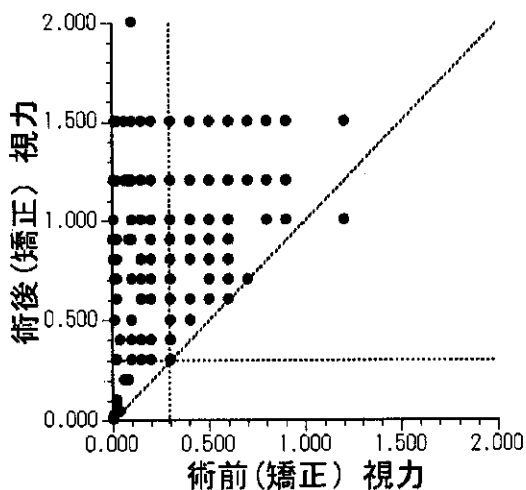


図1

白内障手術前後の(矯正)視力

全症例の平均視力(矯正視力)は、術前 0.378 であったが、術後は 1.079 に著明改善していた。また、昨年までの検討で、視力 0.3 以下になると 2.5 m 以上の距離での聞き取りに影響が著明になることがわかっていたが、視力 0.3 未満の患者の割合は、術前 30% に対し術後 3% と著明減少していた。

この結果は、日常行なわれている白内障手術が、視覚情報による音声情報知覚改善の観点でも、意義の大きいものであることを示すものと考えられた。今回、これらの対象者の聴力状態を評価、検討することはできなかったが、対象の年齢を考慮すると、少なくとも、小さな声の聞き取り、ざわざわした雑音下での聞き取り時の対面話者の聞き取り改善には、視力改善手術は有意な効果を示すことが期待された。

(b) 音声情報知覚時の視覚・聴覚情報活用相互作用の PET による解明 (東北大学サイクロトロン RI センターとの共同研究)

| 聴覚 \ 視覚 | be | filtered be | noise |
|---------|------|-------------|-------|
| be 顔画像 | 刺激 1 | 刺激 3 | 刺激 5 |
| noise | 刺激 2 | 刺激 4 | 刺激 6 |

表1 視聴覚刺激の組み合わせ

表1に示すごとく、今回提示した、聴覚一視覚刺激の組み合わせは聴覚「be」-視覚「be」、聴覚「be」-視覚「ノイズ」、聴覚 filtered「be」-視覚「be」、聴覚 filtered「be」-視覚「ノイズ」、聴覚「ノイズ」-視覚「be」、聴覚「ノイズ」-視覚「ノイズ」の6種類であった。

ことばを聴覚情報のみで聴取する場合(聴覚「be」-視覚「ノイズ」、聴覚 filtered「be」-視覚「ノイズ」)に比較して、顔画像を提示しながら音声を聴取すること(聴覚「be」-視覚「be」、聴覚 filtered「be」-視覚「be」)により、後頭葉視覚野の血流量が著明に増加す

るが(図2、図3)、聴覚「be」と聴覚 filtered

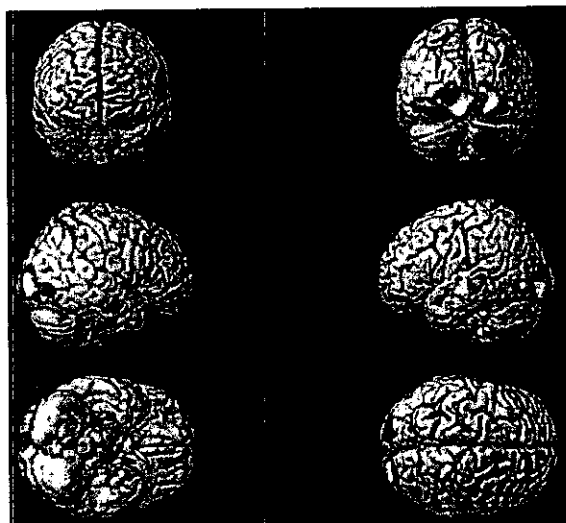


図2

聴覚「be」-視覚「be」の刺激条件下と聴覚「be」-視覚「noise」の刺激条件下を比較して、前者で有意に脳血流が増加している部位

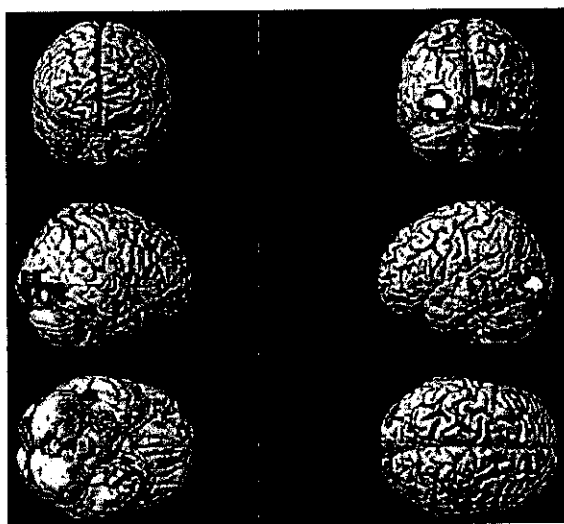


図3

聴覚「劣化 filtered be」-視覚「be」の刺激条件下と聴覚「劣化 filtered be」-視覚「noise」の刺激条件下を比較して、前者で有意に脳血流が増加している部位

「be」の条件間で比較すると、特に提示音声の情報が劣化するに伴い(聴覚 filtered 「be」のほうが)、二次視覚の脳血流量の有意な増加(脳活動の活発化)が示された(図4)。これは、聴

覚情報が劣化した場合、それを補うべく視覚情報の活用を積極的に行なっているものと解釈された。

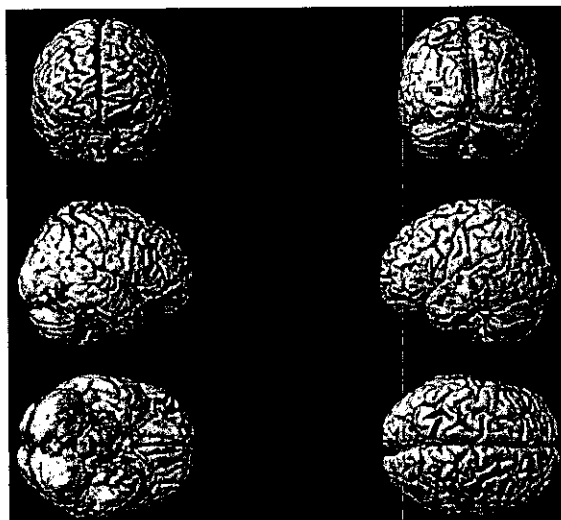


図4

聴覚「劣化 filtered be」-視覚「be」の刺激条件下と聴覚「be」-視覚「be」の刺激条件下を比較して、前者で有意に脳血流が増加している部位

一方、視覚情報の有無による比較では、特に顔画像の提示を行なわない劣化音声提示の場合(聴覚 filtered 「be」-視覚「ノイズ」)、顔画像の提示を行なった場合(聴覚 filtered

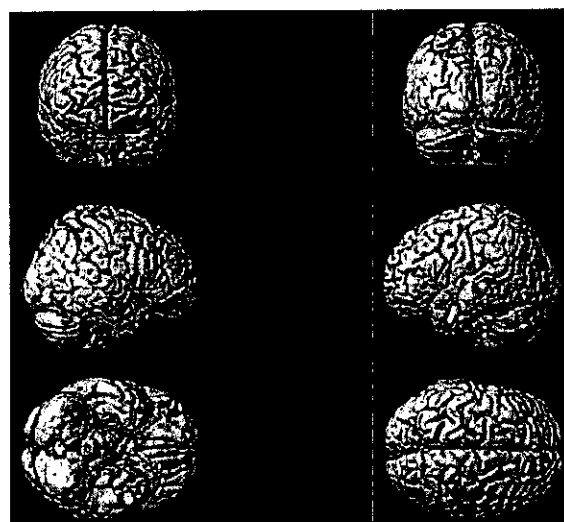


図5

聴覚「劣化 filtered be」-視覚「be」の刺激条件下と聴覚「劣化 filtered be」-視覚「noise」の刺激条件下を比較して、後者で有意に脳血流が増加している部位

顔画像の提示を行なった場合（聴覚 filtered 「be」-視覚「be」）に比較して、聴覚野周辺の血流量の増加が認められた（図5）。

これらの結果は、言葉の聞き取りに、視覚情報・聴覚情報が相補的に働いており、一方の情報が劣化あるいは、除去された時には、もう一方の情報のより活発な活用により外部からの情報受容を行なっていることが示唆された。

尚、PET での検討結果を、より侵襲の少ない脳磁図検査（MEG）でも検査ができないか予備的に検討を行なったが、現在までのところ、満足すべき結果が得られていない。

D. 考察

音声の認識において、視覚情報と聴覚情報は相補的に働くことが知られている。高齢者では加齢変化により、多かれ少なかれすべてのヒトで聴覚機能の低下が存在するが、このように聴覚情報の劣化が存在する状態では、言葉の聞き取りにおいて、健聴人以上に視覚情報の補助が恒常的に効果的に働いていることが考えられ、同時に存在することの多い視覚機能障害の影響が大きいことが容易に推察される。

昨年度は、3年計画の2年目として健聴者を用いた模擬的聴覚、視覚障害条件下の検討、並びに特に、視覚障害の言葉のコミュニケーションに対する影響、という立場から検討をおこない、成人を対象とした場合、視覚障害の言葉の聞き取りに与える影響は、おおむね視力レベル0.3以下で急激に大きくなる傾向が認められた。

そこで、本年度は実際に眼科医院で行なわれている高齢者の白内障手術の術前、術後視力（矯正）を解析し、言葉の聞き取りに対する影響を考察したが、前述の通り、視力0.3未満の患者の割合は、術前30%に対し術後3%と著明減少していた。この結果は、高齢者の白内障手術は、高齢者の言葉のコミュニケーション改善に著明な効果を与えていること示唆するが、一方、患者の自覚的な側面では、今回の調査の範囲では、白内障手術後に言葉の聞き取りが改善を自覚する症例は、それほど多くなかった。自覚的

な評価には、個々人の聴覚状態の差異が影響しているものと思われ、一定の結果が得られにくかったものと思われる。

本年度は、言葉の聞き取りに関する脳内のマルチモーダル情報処理について、PETを用いた検討も行なった。今回は、正常成人男子を被験者とし、聴覚、視覚障害は、それぞれ音響 filter、filterを用いた処理で模擬し、聴覚障害、視覚障害時の言葉の聞き取りを検討した。

結果は前記のとおりであり、音声認識マルチモーダル情報処理における、聴覚、視覚間の効率的、合理的な相補処理が示された。

今回の結果は、成人男子を対象にしたものであり、この結果をそのまま高齢者に当てはめて考えられるかどうかは、慎重でなければならないが、加齢に伴う聴覚障害を有する高齢者では、特に、視覚情報が、若年者以上に重要であることは、想像に難くない。

高齢者のことばのコミュニケーションを考える上で、視覚の管理も補足的ではあるが、たいへん重要であると思われる。

E. 結論

①本年度は3年計画の3年目で、(a)実際に行なわれている高齢者の白内障手術の術前、術後視力の成績解析から、視力改善治療の言葉のコミュニケーションにおける意義の考察、(b)昨年までの研究で明らかになった、聴力劣化時の言葉の聞き取りにおける、視覚情報の重要性について背景メカニズムのPET（ポジトロン断層撮影）による解析、(c)3年間の研究の総括を行なった。

②今回の白内障手術341例（44歳～90歳、平均73.4歳）を対象とした検討では、(a)術前平均視力0.3778が、術後1.079に改善、(b)視力0.3未満の患者の割合（昨年までの検討で、視力0.3以下になると2.5mの距離での聞き取りに影響が生じることがわかっていた）が、術前30%に対して術後3%と著明に減少、と日常行なわれている白内障手術が視覚情報による音声情報知覚の改善の観点でも有意義であることが判明した。

③PET による音声劣化時の視覚情報活用の機序解明では、顔画像を提示しながら音声を聴取する場合、提示音声の劣化に伴い特に二次視覚の脳血流量の有意な増加（脳活動の活発化）が示され、聴覚情報の劣化を補うべく視覚情報の活用を積極的に行なっていること、視覚情報の有無による比較でも特に顔画像の提示を行なわない場合一次聴覚野周辺の血流量の増加が認められることが示され、言葉の聞き取りに、視覚情報・聴覚情報が効率よく相補的に働いてことが示唆された。

H. 知的財産権の出願、登録状況
特になし

F. 健康危険情報
特になし

G. 研究発表(学会発表)

○川瀬哲明、鈴木陽一他：マガーク効果における背景雑音の影響に関する検討. 第45回日本聴覚医学会 (Audiology Japan 43, 471-472, 2000)

○吉川智子、川瀬哲明、鈴木陽一他：音声認識における聴覚、視覚情報処理の統合. 第101回日本耳鼻咽喉科学会総会 (日本耳鼻咽喉科学会報 103, 473, 2000)

○川瀬哲明、鈴木陽一他：視覚、聴覚複合障害と音声認識についての検討. 第102回日本耳鼻咽喉科学会総会 (日本耳鼻咽喉科学会報 104, 471, 2001)

○川瀬哲明、小林俊光他：補聴における Dichotic Listening の積極的活用の可能性について. 日本音響学会 2002 年春季大会 (日本音響学会 2002 年春季大会講演論文集 515-516, 2002)

○川瀬哲明、小林俊光他：補聴における Dichotic Listening の積極的活用の可能性について日本音響学会 2002 年春季大会講演論文集 515-516, 2002.

○ Tetsuaki Kawase, Keiichiro Yamaguchi, Toshikatsu Fujii et al. Increase of recruiting the visual cue in listening to filtered speech: A PET study. Human Brain Mapping 2003.

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍 なし

雑誌 なし

(参考)

学会発表

○川瀬哲明、小林俊光他：補聴における Dichotic Listening の積極的活用の可能性について
日本音響学会 2002 年春季大会講演論文集 515-516, 2002.

○Tetsuaki Kawase, Keiichiro Yamaguchi, Toshikatsu Fujii et al. Increase of recruiting the visual cue in listening to filtered speech: A PET study. Human Brain Mapping 2003.