

令和 6 年 5 月 27 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H03831

研究課題名（和文）聴覚的注意・無視メカニズムの臨床病理に関する研究

研究課題名（英文）Research on the clinical pathology of auditory attention mechanisms

研究代表者

川瀬 哲明（Kawase, Tetsuaki）

東北大学・医学系研究科・大学院非常勤講師

研究者番号：50169728

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,700,000円

研究成果の概要（和文）：聴覚的注意の臨床病理に関して、1) Listening difficulties（以下LiD）患者における易マスキング性には、informational maskingのメカニズム関与が示唆されること、2) LiD患者に対する雑音下語音明瞭度検査のマスキングとして定常雑音を用いると、聞き取り困難症状の程度が過小評価される可能性があること、3) LiD患者の聞き取り困難症状の可視化には、音楽や音声などの日常環境音をマスキングとして用いた検査が推奨されること、4) 注意を妨害する聴覚的、視覚的刺激間には相乗効果が存在すること、5) LiD患者の雑音下の聞き取りと注意の能力には、強い関連があることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

Listening difficulties患者の聞き取り困難症状においては、選択的注意の問題が関連したinformational maskingメカニズムの関与の重要であることが明確に示されたが、本知見は、本症の注意障害に起因する聞き取り障害に対する臨床診断法の確立、治療アプローチの提言のための重要、かつ新規的な基礎的知見となる。今回得られた知見の社会実装展開などにより、Listening difficultiesや、耳鳴などの注意メカニズムが関連した聴覚病理に対する診断、治療両面での新規的なアプローチが期待される。

研究成果の概要（英文）：Regarding the visualization of the pathology of the attentional mechanism and the elucidation of its mechanism, the following findings were obtained: 1) it is suggested that the informational masking mechanisms may be involved in the masking effects observed in patients with listening difficulties (LiD); 2) the use of steady-state noise (e.g. white noise and/or speech noise etc.) as a masker for speech intelligibility testing may underestimate the degree of listening problems of patients with LiD, 3) the use of everyday environmental sounds such as music and speech as a masker is recommended to visualize the symptoms of speech intelligibility in LiD patients, 4) there is a synergistic effect between auditory and visual stimuli that interfere the attention, 5) there is a strong correlation between listening ability in noisy environment and the selective attention ability.

研究分野：聴覚医学

キーワード：聴覚的注意 脳磁図 眼球計測 inattentional deafness

1. 研究開始当初の背景

耳から入力された音情報は内耳で神経スパイク情報に変換 (**coding**) され、中枢に伝達される。中枢ではスパイク情報の紐解き (**decoding**) により、入力された音情報の知覚、認知が行われる。この聴覚情報の知覚・認知においては、どこに、どのような音情報があるのかという聴覚情景分析的認知が行えると同時に、聞きたい (聞くべき) 音情報に選択的に注意し、不要な情報を無視することが重要となる。この聴覚的注意に関する研究は主に正常人を対象に行われてきたが、これまで、聴覚障害を有する患者を対象にその病理について詳細に研究した報告はない。

一方、今回本研究で主に着目する「**Listening difficulties** (いわゆる聴覚情報処理障害)」では、この聴覚的注意と無視の機構の病理の関与が推察されている。すなわち、「**Listening difficulties** (: 以下 **LiD**)」では、末梢聴覚系から中枢に伝達されるスパイク情報には異常はないが、中枢でのスパイク情報の紐解き (**decoding**) に問題があるために、静寂下など単純な音環境下での聞き取りには問題がないが、特に複数の音情報が存在する環境下で聞き取りの不全が生じる。原因としては、聴覚野を中心とする中枢聴覚系 (狭義) 自体の障害の他、聴覚的注意やワーキングメモリー、推測能力 (**top-down** 処理) など、特に複雑な聴覚情報を効率的に処理する際に必要不可欠な関連機能の障害が考えられているが、実際には複数の音情報がある中で「注意の分配や持続などの不全の関与」が推察される症例 (たとえば、無視すべき音が無視できずに、聞くべき音情報に注意が不十分になっている場合や、注意すべき情報にすぐに注意が向けられない場合など) が少なくない。しかし、実際に聴覚的注意・無視の不全状態がどのようになっていて、どのようなメカニズムで聞き取りの障害に関係しているのかなど、関与の詳細については明らかにされていない。

そこで、本研究では、聴覚的注意、無視メカニズムの不全というこれまでにない新しい視点からみた、**LiD** などの病態・病理の解明、ならびに治療法確立への新展開や、健常者を対象とした研究からだけでは明らかにできないヒト聴覚の選択的注意メカニズムのダイナミズムの解明が待たれている状況にあった。

2. 研究の目的

注意・無視メカニズム不全関与が推察される聴覚病理である **LiD** 患者などにおける、注意メカニズムの病理の可視化と機序解明、並びに、注意障害に起因する聞き取り障害に対する臨床診断法の確立、治療アプローチの提言を目的とする。

3. 研究の方法

(1) 対側耳に提示した注意妨害刺激による **informational masking** に関する検討

LiD は、一般的な聴力検査からは末梢病理を示唆する所見を認めないにも関わらず、特にザワザワした雑音、騒音環境下での聞き取り難さを特徴とする。基本的に末梢に明らかな病理学的異常がないことを考慮すると、**LiD** 症例と健聴耳間のマスキング特性の違いには、末梢聴覚における **energetic masking** に関連した要因ではなく、中枢における **informational masking** メカニズムに関連する要因が寄与している可能性が推測される。

そこで、研究では、**LiD** 患者の聞き取り難さにおける **informational masking** 機構の関与を検討する目的で、**LiD** 患者と健聴被験者を対象に **dichotic listening** 条件で提示される対側提示音による **informational masking** の影響を検討した。

(2) 聴性誘発脳磁界 **N100m** を指標とした視聴覚妨害刺激に関する検討

我々の生活現場は多様な感覚情報に溢れ、常に聴覚のみならず視覚などあらゆる感覚モダリティからの情報を同時に受け取っている。このような多様な感覚刺激の環境下での聞き取りでは、聞くべき必要な情報に焦点を当てる同時に、不要な情報を無視する選択的注意のメカニズムが、効率的な知覚認知に重要な役割を果たす。本検討では、一側耳に提示したターゲット音(トーンバースト音)に対する聴性誘発脳磁界 **N100m** 反応を指標に、対側に提示した注意妨害音による抑制効果、並びに、その妨害音に関連する視覚情報を同時に提示した場合の相加、相乗効果を検討することを通して、日常環境における視聴覚刺激の注意妨害効果について考察した。

(3) 聞き取り難さの個人差と注意機能の個人差の関係に関する検討

LiD は、単一の原因による疾患概念ではなく、さまざまな背景を内包する病態概念であるとされているが、多くの症例で聴覚の注意メカニズムの不全が聞き取り難さの背景要因として重要な役割を果たしているとも指摘されている。注意の機能は、本症で問題となる「多数の妨害音源が存在する雑音環境下(カクテルパーティー環境下)での聞き取り」に必要な要素として知られ、実際、選択的注意の能力の個人差はカクテルパーティー環境下の聞き取り能力の個人差と有意の相関を示すことも報告されている。

そこで、注意機能の評価として本邦で広く実施されている標準注意検査（**Clinical Assessment for Attention**:以下 **CAT**）を用いて、“**LiD** 症例の注意の問題がどのように評価されるのか”、あるいは、“聞き取り困難の程度と **CAT** の成績に関係があるのか否か”、などについて検討を行った。

4. 研究成果

(1) 対側耳に提示した注意妨害刺激による **informational masking** に関する検討

一側耳（右耳）に提示した単音節に対する語音明瞭度を、対側耳に提示音（-） 白色雑音提示、歌詞付き音楽提示、の3条件で計測した。対象は、健聴被験者、**LiD** 患者それぞれ15名。3つの異なる対側マスキング条件（対側刺激なし、対側騒音刺激あり、対側音楽刺激あり）下での健聴被験者群と **LiD** 群の語音明瞭度の結果をそれぞれ図1A、Bに、健聴被験者と患者における、対側耳への白色雑音と音楽提示による、語音明瞭度の変化（=対側音の影響の大きさ）を図2に示す。結果の解析からは対照群では、対側耳に呈示された音楽刺激により、語音明瞭度が有意に悪化した。白色雑音刺激では影響を受けなかったこと、聴覚障害者では、音楽刺激だけでなく、白色雑音刺激も対照条件（対側音なし）に比べて有意に語音明瞭度を悪化させたが、対側音楽刺激も対側白色雑音刺激に比べて有意に語音明瞭度を悪化させること、音楽刺激および白色雑音刺激の対側呈示による語音明瞭度の悪化は、健聴被験者よりも聴覚障害者の方が有意に大きいことが明らかとなった。

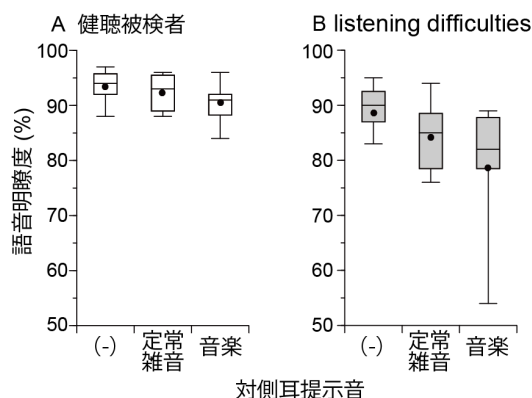


図1：3つの異なる対側マスキング条件での語音明瞭度 (A:健聴被験者群、B:listening difficulties 群)

明らかな末梢病変のない **LiD** 群において観察された対側注意妨害音による有意に大きなマスキング効果は、これらの患者の聞き取り難さに、末梢で生じる **energetic masking** メカニズム以外のマスキングメカニズム（すなわち、**informational masking** メカニズム）が関与している可能性が強く示唆される。さらに、臨床で実施される雑音下語音明瞭度検査のマスカーとしてよく用いられる連続定常雑音よりも、歌詞付き音楽のような日常環境音の方が、**informational masking** メカニズムによるマスキング効果が顕著であることも示された。すなわち、このような定常雑音を用いた雑音下語音明瞭度検査では、日常生活における聞き取り困難症状の程度が過小評価される可能性があり、音楽および/または音声をマスカーとして用いた条件下で雑音下語音明瞭度検査を実施することで、**LiD** 患者の聴力障害がより明らかになる可能性が示唆された。

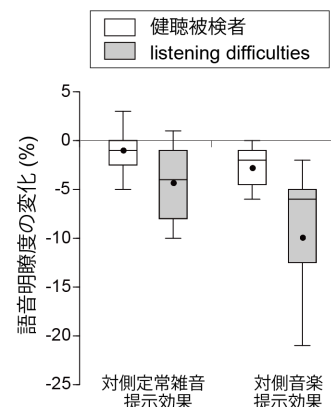


図2：対側注意妨害音提示効果

(2) 聴性誘発脳磁界 **N100m** を指標とした視聴覚妨害刺激に関する検討

上記(1)で示された対側に提示した注意妨害音の効果（対側音楽刺激により、同側耳に提示した語音に対する感度を低下させる効果）が、聴性誘発脳磁界 **N100m** 反応でも観察されることは既報の通りであるが（2018年度挑戦的研究(萌芽)（**18K19597**）研究成果報告書(代表：川瀬哲明)、**Shirakura M, Kawase T et al., 2021**）今回は、聴性誘発脳磁界 **N100m** 反応を指標に、対側に提示した注意妨害音による抑制効果、並びに、その妨害音に関連する視覚情報を同時に提示した場合の相加、相乗効果を検討、日常生活における視聴覚刺激の注意妨害効果について検討した。結果を図3に示す。**N100m** を誘発する標的音は、先行研究で用いた周波数 **1000Hz**、持続時間 **500ms**（上昇・下降時間 **10ms**、プラトー時間 **480ms**）のトーンパーストとし、**70dB SPL** の音圧レベルで左耳に提示した。注意妨害刺激としては、映画クリップを音声のみ（A条件）、

条件下で雑音下語音明瞭度検査を実施することで、**LiD** 患者の聴力障害がより明らかになる可能性が示唆された。

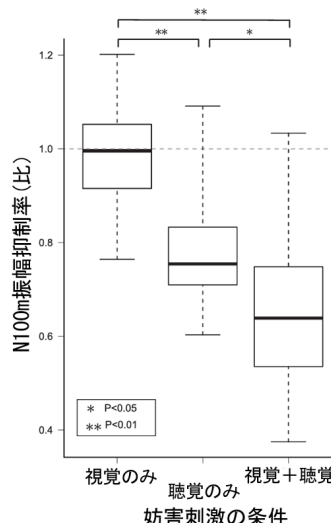


図3：注妨害条件による **N100m** 振幅抑制率の違い

視覚のみ（V条件）、視覚+聴覚（AV条件）の条件で提示している。計測は、注意妨害刺激を提示しないコントロール条件と各注意妨害条件を交互に実施した。注意妨害刺激の映画音声はトーンバーストと同じ音圧レベル **70dB** で右耳に提示した。すべての条件において、計測中、被験者はモニターを、目を開けて見つめるよう指示され、左耳に注意を向け、左耳でトーンバースト刺激が聞こえるたびに応答ボタンを押すよう指示した。

図3に示す通り、対側に提示した注意妨害音に関連する視覚情報を提示することで、対側注意妨害音のみの条件と比較して、**N100m** 反応の振幅が有意に抑制されることが示唆された。一方、今回提示した対側音に関連する視覚情報の提示は、**N100m** 反応の潜時には影響を与えなかった。

今回の結果は、選択的注意のメカニズムにおけるクロスモーダルな影響の存在を示唆しているものと思われる。聴覚的注意に関する検討では、注意妨害刺激として、聴覚刺激、あるいは視覚刺激が単独で用いられることが多いが、日常生活では関連のある両者が同時存在することが少なくなく、**LiD** 患者の聞き取り障害における、視聴覚刺激による注意妨害相乗効果の存在考慮の重要性が示された。

(3) 聞き取り難さの個人差と注意機能の個人差に関する検討

LiD あるいは、その疑いと診断された患者 **16** 名の **CAT** の結果を後ろ向きに解析するとともに、**CAT** の結果と聞き取り成績との関係についても合わせて解析した。検討では、各被験者の **CAT** 検査成績を **CAT** の各項目ごとに各被験者の検査結果と健常者の平均値の差をもとにスコア化し（0点：検査結果と健常者の平均値の差が **1SD** 未満、1点：同 **1SD** 以上 **2SD** 未満、2点：同 **2SD** 以上 **3SD** 未満、3点：同 **3SD** 以上 **4SD** 未満、4点：同 **4SD** 以上）検査値の異常程度も考慮される形で検討を行った。

図4には、**CAT** の検査項目別に **16** 名全員の **CAT** スコアの合計を示す。視覚性課題に比較して、聴覚性課題で異常所見が有意に認められやすい傾向が示された。聴覚性課題でより注意の問題が検出されやすかった背景としては、聴覚と視覚という異なる感覚モダリティ間における注意を含む認知処理機能のアンバランスが反映された可能性に加え、今回実施した課題の質が聴覚性課題と視覚性課題とで異なっていることなどが一因になっている可能性も推察された。すなわち、聴覚性課題では、次から次に提示される刺激を制限時間内に処理をしなければならない課題が多いことに加え、計算や記憶更新などの負荷が加わっている二重課題のタスクが多く、聴覚性課題でより多くの異常が検出された可能性である。実際、視覚性課題は、タスクの正答率などの指標は、正常範囲であっても、所用時間の指標では、健聴データと比較して不良な被験者が多くなる傾向が示されており、健聴者に比べてより時間的な負荷が少ない条件下でタスクが遂行されていた可能性も推察される。すなわち、視覚性課題においても、健聴者と同様に一定の所要時間で実施する課題を用いて検討がなされた場合には、正答率の指標でも問題がより検出されやすくなることも推察された。

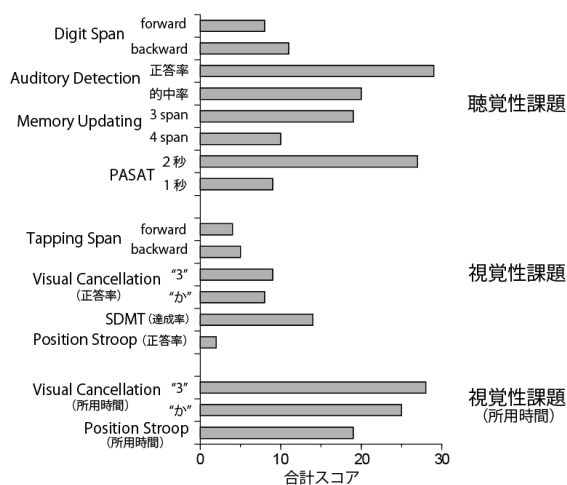


図4：CAT検査項目別スコア

一方、図5には、聴覚性課題の総スコアと、雑音下单音節明瞭度、並びに両耳分離聴検査成績との関係を示す。**CAT** スコアと聴覚性課題の成績は有意の相関を示した。カクテルパーティー環境下の聞き取りと注意の関係については、注意の能力と雑音下の聞き取りに有意の相関があり、個々の選択的注意の能力から雑音下での聞き取り能力が推察されることが、健聴人を対象とした研究で報告されている。すなわち、聴力正常者の静寂下での語音明瞭度は、ほぼ **100%** で個人差もほとんどないが、雑音下の聞き取り検査を行うと一定のバラツキが生じてくる。このバラツキには、個人の選択的注意の能力が大きく関係しているというものである。今回の研究結果（図5）は、明らかな末梢病理ない聴力正常の **LiD** 患者でも同様に雑音下の聞き取りと注意の能力に強い関連があることが確認されたものと思われる。

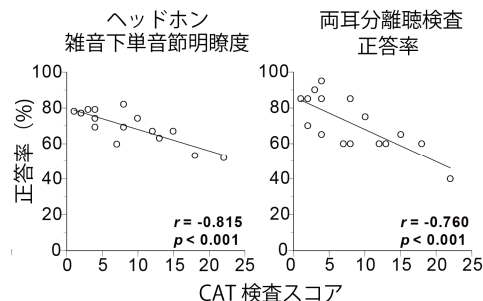


図5：CAT検査スコアと雑音下单音節明瞭度検査、両耳分離聴検査成績の関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kawase T, Teraoka R, Obuchi C, Sakamoto S	4. 巻 43
2. 論文標題 Temporal and Directional Cue Effects on the Cocktail Party Problem for Patients With Listening Difficulties Without Clinical Hearing Loss	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ear Hear	6. 最初と最後の頁 1740-1751
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/AUD.0000000000001247	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Obuchi C, Kawase T, Kaga K, Noguchi Y	4. 巻 Epub ahead of print
2. 論文標題 Auditory Attention Ability under Dichotic Dual-Task Situation in Adults with Listening Difficulties	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Audiol Neurotol	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1159/000528050	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 白倉 真之, 川瀬 哲明, 菅野 彰剛, 太田 淳, 中里 信和, 川島 隆太, 香取 幸夫	4. 巻 50
2. 論文標題 聴性誘発脳磁界(N1m) 音楽による影響と選択的注意	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 臨床神経生理学	6. 最初と最後の頁 138-142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11422/jscn.50.138	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masayuki Shirakura, Tetsuaki Kawase, Akitake Kanno, Jun Ohta, Nobukazu Nakasato, Ryuta Kawashima, Yukio Katori	4. 巻 16
2. 論文標題 Different contra-sound effects between noise and music stimuli seen in N1m and psychophysical responses.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLoS One	6. 最初と最後の頁 e0261637
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0261637	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 川瀬 哲明
2. 発表標題 "Listening Difficulties (LiD)"の鑑別診断 Hidden Hearing Lossとの鑑別を中心に
3. 学会等名 日本聴覚医学会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川瀬 哲明
2. 発表標題 聞き取り困難の病理と"Listening Difficulties(LiD)"
3. 学会等名 日本聴覚医学会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白倉 真之, 川瀬 哲明, 菅野 彰剛, 太田 淳, 中里 信和, 川島 隆太, 香取 幸夫
2. 発表標題 聴性誘発脳磁界N100m反応に認められる音楽による対側耳マスキング効果
3. 学会等名 臨床神経生理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐々木 志保, 鈴木 佑佳, 川瀬 哲明, 小淵 千絵
2. 発表標題 聴覚情報処理障害における標準注意検査
3. 学会等名 日本聴覚医学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川瀬 哲明, 佐々木 志保, 小淵 千絵, 坂本 修一
2. 発表標題 聴覚情報処理障害の聞き取り困難に関する一考察 選択的注意に関連したスペクトラム障害としての一側面?
3. 学会等名 日本聴覚医学会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	菅野 彰剛 (Kanno Akitake) (20578968)	東北大学・工学研究科・特任教授 (11301)	
研究 分担者	坂本 修一 (Sakamoto Shuichi) (60332524)	東北大学・電気通信研究所・教授 (11301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------