

令和 3 年 6 月 9 日現在

機関番号：11301

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K19597

研究課題名(和文)「音を無視する力」に関する基礎的研究 - その機序解明と評価法確立への挑戦 -

研究課題名(英文) Basic research on "the power to ignore sound" -Challenge to elucidate the mechanism and establish an evaluation method

研究代表者

川瀬 哲明 (Tetsuaki, Kawase)

東北大学・医工学研究科・教授

研究者番号：50169728

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,800,000円

研究成果の概要(和文)：音楽刺激、ノイズ刺激を用いて、「音を無視する力」について検討を実施し、1) 注意刺激であるトーンバーストに対する脳磁図N1m反応は、対側耳への音楽刺激の提示により著明な潜時延長、振幅低下を認めるが、ノイズ刺激では有意な変化を認めないこと、2) この音楽によるN1mへの抑制効果は、音圧依存性が低く心理音響学的閾値に近い低レベルの音楽刺激によっても観察されること、3) 音楽刺激による抑制効果は心理音響学的にも刺激音に対する検知潜時の短縮として観察されることを明らかにした。対側妨害音によるN1m反応や刺激音検知潜時への影響の個人差を観察することにより「音を無視する力」を評価できることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

1) 学術的意義：今回の対側耳に提示した音楽刺激による抑制効果は、聴覚的注意メカニズムを介した効果であると推察されるが注意メカニズムを介した影響は音圧依存性が低いことなどの特性を、脳磁図N1反応のみならず心理音響学的にも観察されることを明らかにした点。
2) 社会的意義：音を無視する力の不全は聴覚情報処理障害などの主要な原因になっていることが示唆されているが、本症の機能評価、診断ツールとしての応用が期待される点。

研究成果の概要(英文)：Using the music and noise stimuli, the "power to ignore sound" was examined and the following results were obtained: 1) the significant amplitude reduction and latency delay of N1m were observed only by the contra-noise stimuli in bilateral hemisphere, even for low level of contra-music near the psychophysical threshold. 2) the larger suppressive effects induced by contra-music effects than those by contra-noise effects were also observed psychophysically; i.e., the change in response time for detection of the probe sound was significantly larger by adding contralateral music stimuli than by adding contra-noise stimuli. It was suggested that "the ability to ignore sound" can be evaluated by observing individual differences in the N1m reaction due to contralateral distractor and the effect of stimulus sound detection on latency.

研究分野：耳鼻咽喉科、聴覚障害学

キーワード：聴覚選択的注意 脳磁図 両耳分離聴

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

研究代表者は、これまで多くの聴覚臨床、聴覚研究に携わってきたが、多数の音の中から音を聞き分ける「選択的注意」の研究を始めたところで、「選択的無視」の仕組みの解明が「聴覚的注意・無視」の研究には必要不可欠であるということに気が付いた。しかし、従来の聴覚研究は、音を注意して聴き取る力の評価が基本になっており、音を選択的に「無視」する機構の解明や、その評価法に関する研究については、ほとんど報告が無かった。

一方、日常臨床においても、近年注目されている広汎性発達障害(自閉症)にしばしば随伴する「聴覚過敏」や聴覚情報処理障害に起因する聞き取り障害では、これら「注意」と「無視」の機構の不全の関与が指摘されているが、詳細は不明である。

そこで、今回、特に「選択的無視機構」に焦点をおいた本研究計画を立案するに至ったが、これまで「選択的無視」に関する計測手法は確立されておらず、また、知見もとぼしい状況であり、バイオニacs的、挑戦的研究(萌芽)として本研究計画の申請を行うこととした

2. 研究の目的

多数の音源から発せられる音情報の聴き取りにおいては、聴き取るべき情報に「選択的に注意」をし、不必要な情報を「選択的に無視」できることが重要となる。これまで、聴覚の「注意」に関する研究は、主に「選択的注意」の視点からなされてきたが、同時に重要となる「選択的無視」のメカニズムについてはほとんど明らかにされていない。

そこで本研究では、選択的「注意」「無視」の評価を可能とする新しい評価方法の考案・開発、さらには選択的無視機構の病理解明への展開的挑戦を行う。

3. 研究の方法

(1) 脳磁図 N100m を指標にした検討

一側耳から提示されるトーンバーストに注意を向けた状態で記録されるトーンバーストに対する N100m 反応が、対側に提示される妨害音刺激(ノイズ刺激、音楽刺激)によってどのように影響を受けるかを検討した。

対象

耳疾患や神経学的疾患の既往のない、12名の健常成人(男性12名、年齢分布: 23-62歳、平均±標準偏差: 37.3±11.2歳) エジンバラの利き手判定テストで右利きの者を対象とした。

本研究に関しては、東北大学大学院医学系研究科の倫理委員会の承認を得たうえで、ヘルシンキ宣言にのっとり、被検者のプライバシーや人権問題に十分留意のうえ、口頭と文章で説明を行い、同意を得たうえで検査を実施した。

提示刺激

音刺激は、両耳にイヤホンチューブ(ER-3A, Etymotic Research, Inc., Elk Grove Village, IL)を用いて提示した。すなわち、左耳からは N100m を誘発するための tone burst 音(frequency: 250 Hz, Duration: 500 ms, rise-fall times: 10 ms、音圧レベル 70 dB SPL)を 3 秒毎に、右耳からは対側妨害音として、音楽刺激、並びにノイズ刺激を提示した。音楽刺激としては、2,000 Hz の High Pass Filter をかけた Jazz-ピアノ曲を、ノイズ刺激としては、同じく 2,000 Hz の High Pass Filter をかけた白色雑音を、30~80 dB SPL で調整して提示(80 dB から 10 dB ずつ低下)した。

被検者には、右耳から提示された妨害音(music, noise)には注意を向けず、左耳から提示された刺激音を聴取し、刺激音が鳴り終わるところでその都度ボタンを押すよう教示した。尚、実際の計測では、対側音を提示しない条件下での N100m 反応コントロールとして、コントロールと対側音提示下での計測を交互に実施した。

脳磁図

N100m 反応は、200 チャンネルのヘルメット型脳磁計(東北大学加齢医学研究所脳機能開発分野、MEG vision PQA160C、横河電機)を用いて計測した。本脳磁計のそれぞれのセンターコイル

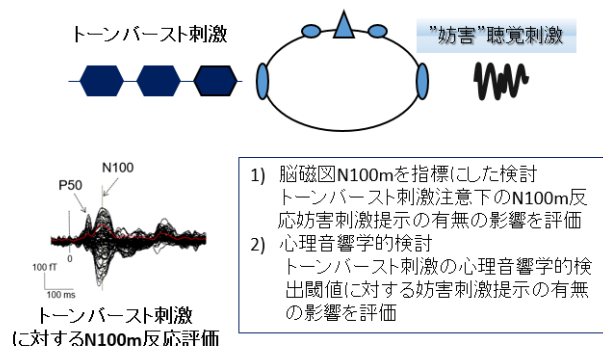


図1: 脳磁図 N100m を用いた検討、並びに心理音響学的検討の方法概略図

の直径は 15.5mm、それぞれの隣接するコイルの中心間距離は 25 mm、Low Pass Filter は 2,000 Hz、High Pass Filter は THRU とし、サンプリング周波数は 10,000 Hz で反応を記録した。

記録した波形は、Windows 上で解析ソフト (MEG laboratory、横河電機) を用いて、オフライン解析を行った。波形解析は、左右それぞれの半球のセンサーから記録された波形の Root Mean Square (RMS) 波形を用いて実施し、RMS 波形のピークが最大となる部位の振幅 (fT) と潜時 (ms) を指標に解析を実施した。

(2) 心理音響学的検討

対象

脳磁図計測にも参加した 9 人を含む、聴覚疾患や神経障害の病歴のない 15 人の正常なボランティア (男性 11 人、女性 4 人、平均年齢 \pm SD、 36.3 ± 10.8 歳) を対象とした。

方法

脳磁図計測で用いた、上記の 2,000 Hz の High Pass Filter をかけた音楽刺激、並びにノイズ刺激の 250 Hz トーンバースト音 (Duration: 500 ms, rise-fall times: 1 ms、音圧レベル 70 dB SPL) にたいする検知潜時に対する影響を観察した。被験者には、各プローブ音を検出したらすぐに応答ボタンを押すように教示した。プローブ音は、1500 ミリ秒ごとに約 1 回 (1 セッション) の割合で 60 回連続して提示、音提示並びに、反応の取り込みは PC システムによって制御した。MEG 計測と同様に、250 Hz のプローブトーンは左耳に、音楽刺激、並びに、ノイズ刺激は右耳に提示した。

4. 研究成果

(1) 脳磁図計測

対側音効果の代表的波形

図 2 に右半球のすべてのセンサーから記録された N100m 波形 (重ね合わせ図) において観察される、N100m に対する対側音楽刺激 (A)、並びにノイズ刺激 (B) (いずれも 60dB) の効果の代表例を示す。対側に音楽刺激を提示した際に、著明な N1m 波形の潜時延長、振幅低下を認めている (A)。一方、対側にノイズ刺激を提示した際には、波形に明らかな変化を認めていない (B)。

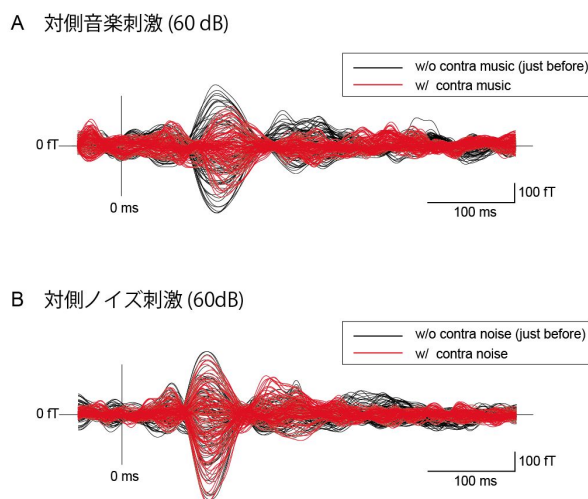


図 2 : 対側音効果の代表的波形

対側音刺激の N100m 潜時、並びに N100m 振幅
える影響 :

図 3 には、図 1 に示した右半球の全センサーから記録された N100m 波形の RMS (root mean square) 波形について、その振幅変化について検討した結果 (全例での平均) を示す (n=12)。横軸は対側音のレベル (30 dB ~ 80 dB)、縦軸は N100m の振幅変化量 (対側音提示条件での N100m 振幅 - 対側音提示 (-) 条件 (コントロール) での N100m 振幅) である。

対側ノイズ提示の影響は、対側音レベル 60 dB、70 dB でわずかに観察されるのみであったが、対側音楽刺激による N100 m の振幅低下は、すべての対側音レベルで対側ノイズ刺激による N100m 振幅に比して有意に低下していた。また、対側音楽刺激による振幅の低下は、対側音レベルの増加に伴い、変化量も大きくなる傾向を認めていた。

一方、図 4 には、図 1 に示した右半球の全センサーから記録された N100m 波形の RMS 波形について、その潜時変化について検討した結

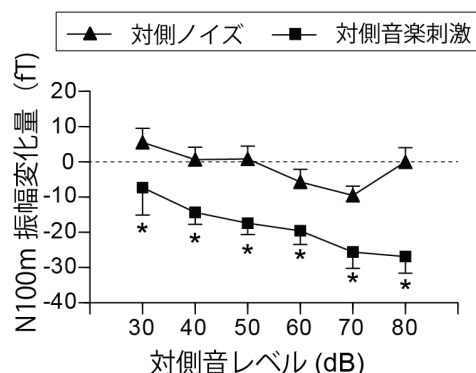


図 3 : 対側音の N100m 振幅に与える影響

果（全例での平均）を示す（n=12）。横軸は対側音のレベル（30 dB～80 dB）、縦軸はN100mの潜時変化量（対側音提示条件でのN100m潜時 - 対側音提示（-）条件（コントロール）でのN100m潜時）である。

対側へノイズ刺激を提示した場合は、ほとんど潜時の変化を認めなかったが、対側に音楽刺激を提示した場合は、ほとんどの対側音レベルで有意の潜時延長を認めた。また、図に示された対側音楽による振幅への影響に比して、対側音レベルにほとんど依存しない潜時の延長が認められた。

また、左半球から記録されたN100mRMS波形についても同様の検討を行ったが、基本的に右半球と同様の結果が示された。

図5には、今回使用した対側ノイズ、音楽刺激に対する心理音響学的閾値、並びに音響性耳小骨筋反射の閾値を示したが、対側レベルの30 dBはほとんどの被験者で閾値上10 dB以下に相当するもので、今回観察された音楽刺激は、閾値付近のごく低レベルの刺激から観察されることが示されたことになる。

一方、音響性耳小骨筋反射の閾値は、多くの症例で対側音レベル70 - 80 dB以上であり、これらのレベルでのN100mの変化には耳小骨筋反射の影響が否定できないことが示唆されたものの、対側音楽刺激による効果が音響性耳小骨筋反射閾値以下のレベルの対側音楽によっても、同様の大きさで観察され、また、音響性耳小骨筋反射の閾値レベル以上のノイズ刺激（80 dB）でも、対側ノイズによる抑制効果がほとんど認められないことより、今回の検討で観察された対側音楽による効果における、耳小骨筋反射の影響はあったとしても大きくないものと考察された。

このほか、一般的に対側に提示された音刺激による影響に関係する可能性がある要因としては、蝸牛遠心性神経を介する効果、cross-talkによるマスキング効果、いわゆる古典的な心理音響学的にも観察される中枢性マスキング効果があるが、蝸牛遠心性神経の効果は2 kHz以上の高周波数領域が中心で、今回用いた250 Hz トーンバーストへの影響は基本的に大きくないと思われること、また cross-talk、古典的中枢性マスキングの効果は、いずれもマスキングとなる音の周波数から高周波数側を中心とした効果であり、今回もちいた音楽刺激が2 kHz-high pass フィルタを用いて処理したものであったことを考慮すると、これらによる影響も否定的である。また、今回の効果が、対側音のレベルにあまり影響を受けなかった点も、これらの効果による影響の可能性を否定的にするものと思われる。

以上より、今回観察された効果は、注意のメカニズムを介した効果と考えるのが、最も矛盾のないものと思われる。すなわち、今回の計測のタスクでは、左耳から提示されたトーンバースト音を聴取し、トーンバースト音が鳴り終わるところでその都度ボタンを押すように指示した。すなわち、トーンバースト音に注意を向けた状態で記録している。一般に、トーンバーストに注意を向けさせてN100mを記録すると、非注意状態に比べて、N100mの振幅が増大し、潜時が短縮することが知られている。この状態で、ノイズ刺激を提示しても、ほとんど影響を受けなかったが、音楽刺激により有意な影響を受けたことは、音楽刺激を無視することができず、トーンバーストへの刺激に向ける注意が妨害されたことにより、トーンバーストへの注意によるN100m振幅増大、潜時短縮効果が低減し、結果としてコントロール状態に比較して潜時延長、振幅低下を呈したのではないかと思われる。つまり、対側ノイズ音と対側音楽音の違いは、注意をひきつける力の差であり（対側音楽音の方が注意をひきつける力（saliency）が大きい）、本法により音を無視する力を評価できるものと考えられた。

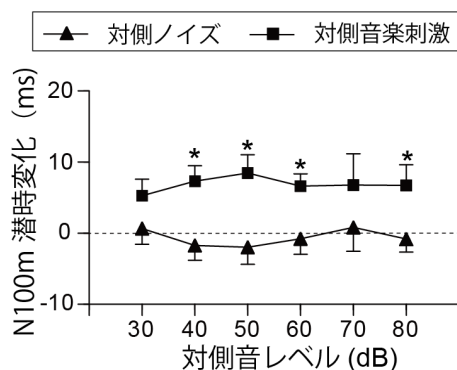


図4：対側音のN100m潜時に与える影響

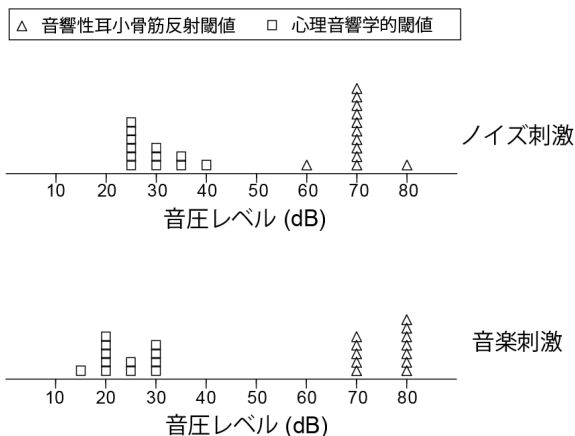


図5：対側音に対する音響性耳小骨筋反射閾値、並びに、心理音響学的閾値

(2) 心理音響学的検討

脳磁図を用いた計測方法で「音を無視する力」を評価できることが明らかとなったが、脳磁図は臨床現場で臨床検査としてルーチンに用いる目的では、被験者の時間的負担などを考慮すると、患者を対象とした場合、最も適切な方法であるとは言い難い側面がある。

そこで、今回、対側音楽刺激により N100m の反応潜時が安定して延長したことに着目して、心理音響学的に同様の情報が観察可能にならないかを検討した。すなわち、トーンバースト音の検知潜時が対側に提示する音楽によって脳磁図 N100m で観察されたと同様に延長するか否かを検討した。具体的には、対側に提示した 2,000 Hz の High Pass Filter をかけた音楽刺激、並びにノイズ刺激の、250 Hz トーンバーストの検知潜時に対する影響を観察した。

その結果、図 6 に示すように、対側にノイズを提示した際には、トーンバースト音の検知潜時ほとんど影響を受けなかったが、対側に音楽刺激を提示した際には検知応潜時の延長を認めた。すなわち、脳磁図で観察された N100m の潜時延長と同質の効果を認めることができ、外来で簡易に用いることができる「音を無視する力」の評価法としての有用性が示唆された。

今後、聴覚的注意、特に音を無視する力に問題があり、聞き取り困難や精神的な影響を呈していると思われる患者に対する応用などが期待される。

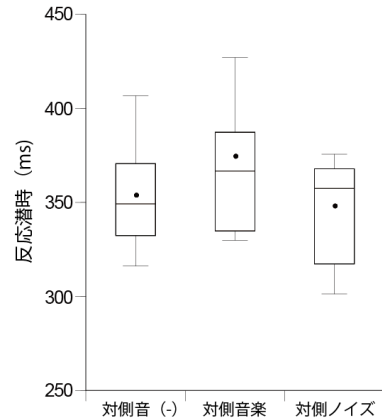


図 6 : 対側音に対する反応閾値に対する影響

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 白倉真之、菅野彰剛、中里信和、川島隆太、香取幸夫、川瀬哲明
2. 発表標題 聴性誘発脳磁界N100mに対する対側耳音刺激の影響
3. 学会等名 第36回日本脳電磁図トポグラフィ研究会
4. 発表年 2019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・医学系研究科・講師 (11301)	
研究分担者	木村 芳孝 (Kimura Yoshitaka) (40261622)	東北大学・医学系研究科・客員教授 (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
---------	---------