

令和 6 年 5 月 27 日現在

機関番号：11301

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K19547

研究課題名（和文）「音の saliency（顕著性）」評価の可塑性誘導に関する挑戦的研究

研究課題名（英文）A challenging study on the plastic change in the assessment of "saliency" of sound.

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） 4,900,000 円

研究成果の概要（和文）：注意妨害刺激による選択的注意への影響が介入により変化しうるかについて、瞳孔径、聴性誘発脳磁界、語音明瞭度を指標とした検討を行い、1）同じ音刺激弁別タスク中の瞳孔径変化に馴化傾向、すなわち、繰り返しの刺激により瞳孔径の反応に低下傾向が観察されること、2）一側の耳に提示したトーンバースト音に対する聴性誘発脳磁界N100m反応の振幅に対する対側注意妨害音効果でも繰り返しの刺激による馴化が観察されること、3）注意の問題の関与が推察されているListening difficulties症例では、注意妨害音による語音明瞭度の低下に馴化傾向（妨害音の反復提示による抑制的影響の低下）を示す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

様々な環境音の「saliency（顕著性）」評価の指標とされてきた瞳孔径や誘発反応所見が介入により変化することは、「saliency（顕著性）」という属性の基盤を解明する上で重要な基礎的所見になると同時に、「音の saliency（顕著性）」という概念そのものにも影響を与える可能性を示唆する重要な学術的意義を有する。また、臨床的には、「介入による"saliency（顕著性）=注意のひきつけ易さ」の低減誘導は、音に対する注意の問題の関与が推察されている聴覚過敏や耳鳴、Listening difficulties症例などに対する新規治療法創出にもつながる基礎的知見となる（社会的意義）。

研究成果の概要（英文）：Whether the effects of distracting stimuli on selective attention can be modified by intervention were investigated, using pupil diameter, auditory evoked magnetic field, and speech intelligibility and the following results have been obtained; 1) a habituation phenomenon (i.e., a decreased response to repeated stimuli) was observed in pupil diameter changes during the same sound discrimination task.; 2) a habituation phenomenon caused by the repeated stimulation was also observed in the effect of distractors presented in the contralateral ear on the amplitude of the auditory evoked N100m response to tone bursts; and 3) In cases with listening difficulties, in which attention problems have been postulated to be involved, habituation phenomenon (reduction of inhibitory effects due to repeated presentation of disturbing sounds) to the reduction in word intelligibility caused by distractors presented to the contralateral ear was also observed.

研究分野：聴覚医学

キーワード：saliency 聴覚的注意 可塑性

## 1. 研究開始当初の背景

現在、聴覚臨床で根本的な治療法が確立されていない症状に、聴覚過敏や耳鳴がある。聴覚過敏は、“通常であれば気にならない音への過敏”であり、耳鳴は“耳鳴への「ひきつけられ易さ」”がその重症度に深く関係していると考えられている病態である。

すなわち、聴覚過敏は、文字どおり通常は不快に感じない音が過剰にうるさく不快に感じる病態であるし、耳鳴は加齢などによる内耳障害などに伴い、多くの人に発症する症状であるが、耳鳴がとても気になる重症耳鳴の患者とあまり気にならない(通常は忘れていても多い)耳鳴で、その耳鳴大きさや種類には違いがないとされており、重症耳鳴患者では同じ耳鳴音が、耳鳴があまり気にならない人に比べて過剰に気になっている病態であるといえる。すなわち、これらの病態では、同じ音に対する音の“saliency(顕著性)=注意のひきつけ易さ”の評価が、高い状態になっているとも考えられ、“saliency(顕著性)=注意のひきつけ易さ”の介入的コントロール”が実現すれば、現在決定的な治療法が確立されていないこれらの疾患へのあらたな戦略的アプローチが展開できるのではないかと考えられる。

多くの音情報が存在する実環境における聞き取りでは、いわゆる“聴覚の選択的注意”の役割が重要になる。この選択的注意のメカニズムが働く背景には、ヒト側の“聞く”という随意的な要因の他、音情報そのものが有する“注意の向き易さ”という情報そのものが有する要因がある。この後者に関連した属性が、音の“saliency(顕著性)=注意のひきつけ易さ”であり、最近、特に音響情報学の分野で注目をされている概念である。

従来、この分野の研究は、心理学的、あるいは他覚的指標を用いて多くの音に対する順位付けを行い、「音の“saliency(顕著性)”」の属性を構成する、あるいは規定する構成要因の解明という観点からの研究が中心であり、原則的にはあまり容易に変化しない根源的な属性であるという前提で研究がなされてきた。しかし、一方で“saliency(顕著性)”はヒト側の認知的判断が規準になる概念であり、ヒト側から見た場合、同じ音に対する“saliency”の評価は変化する可能性を有した属性であることも推察される。そこで、今回、「音の“saliency(顕著性)=注意のひきつけ易さ”の可塑性に關与する内的・外的要因の解明」、並びに「介入による“saliency(顕著性)=注意のひきつけ易さ”の低減、増強の誘導」に関する研究を構想するに至った。これまで、音の“saliency(顕著性)”にする研究は、主に、saliencyを規定する構成要因の解明といった基礎心理学的な側面や、その応用としての伝達効率のよい音情報設計といった情報工学分野の基盤的研究という位置づけで実施されてきており、“saliency”の病理という側面を有する耳鳴や音響過敏臨床への展開を視野に入れた「音の“saliency(顕著性)”の可塑的变化に關与する内的・外的要因の解明」、並びに「介入による“saliency(顕著性)”の低減、増強の誘導」に関する研究は、斬新な視点によるパイオニア的研究の位置づけとなるものである。

## 2. 研究の目的

将来の臨床応用の可能性を念頭に、別の視覚情報や聴覚情報への選択的注意状態を妨害する大きさから、音の saliency を評価する下記の検査システムを構築し、介入による“saliency(顕著性)”の低減、増強誘導に挑戦する。

### (1) 選択的注意状態への妨害程度から saliency を評価する方法論確立

従来は、規準音との比較から“saliency”をランクづける方法論での計測が中心であったが、本研究では、音による苦痛が関連した臨床病理への展開を想定し、特定の視覚刺激や聴覚刺激への選択的注意状態を妨害する大きさから、音の saliency を評価するという、新しい視点からのアプローチで“saliency”の評価を試みるもので、従来とは異なった側面から saliency の有する特性が明らかにされることが期待される。

### (2) 音の“saliency”の基盤解明

同じ音に対する「“saliency(顕著性)”」評価が介入により変化するのか、否かは、「“saliency(顕著性)”という属性の基盤を解明する上で、まったく新しい側面からのアプローチである。すなわち、いわば創成期の概念である「音の“saliency(顕著性)”」の概念にも影響を与える可能性を秘めた研究的意義を有する挑戦的な試みであるといえる。その実現により、この分野の多くの研究の新展開が期待できる、純粋学問的にも萌芽的研究としての意義を有する研究である。

### (3) 研究成果の臨床応用への発展性

難治性の疾患である、聴覚過敏、重症耳鳴を saliency の病理の問題として捉え、それらの疾患に対する臨床展開を視野に入れた研究である。「介入による“saliency(顕著性)=注意のひきつけ易さ”の低減、増強の誘導」が実現すれば、現在、治療法に限られるこれら疾患に対する新規治療法創出にもつなげる可能性を秘めており、臨床応用への発展性の観点からも展開的、挑戦的な研究である。

## 3. 研究の方法

### (1) 聴覚的注意の評価システムの作成

### 瞳孔径を指標にした検査システム構築

選択的注意のメカニズムに深く関わる青斑核の神経細胞の活動レベルが、瞳孔径に反映されることを利用し、ターゲット固視（視覚注意）中に提示された評価音による瞳孔径の変化を指標として、音刺激に対する注意量の変化を他覚的に観察できるシステム構築をする。

聴覚的注意状態における注意妨害音提示の影響（抑制効果）を指標にした検査システム構築

- i) 心理音響学的評価法を用いた検討：聴覚弁別タスクの正答率を指標に、注意妨害音の提示による効果（抑制効果）により saliency を評価するシステムを構築する。
- ii) 脳磁図を用いた神経生理学的評価法の検討：聴性誘発脳磁界 N100m が、他への注意により抑制されることを利用し、一側耳に提示した聴覚注意刺激に対する反応を指標に、対側耳に提示した評価音による抑制効果により評価音の saliency を評価する。

### (2)(1) で作成したシステムを用いた注意機能の馴化 (habituation) に関する検討

今回の3年間の研究では、特に(1)で作成した評価指標が、同じ音刺激に対しどのように変化するかを、特に馴化 (habituation) 現象から検討し、" saliency ( 顕著性 ) = 注意のひきつけ易さ " の低減、増強の誘導について検討した。

## 4. 研究成果

### (1) 瞳孔径を指標にしたシステムの構築と馴化 (habituation) 効果の観察

選択的注意のメカニズムに深く関わる青斑核の神経細胞の活動レベルは、瞳孔径に反映されるが、EyeLink system を用いて非侵襲的な瞳孔径解析システムを構築、スピーカアレイを用いた複数音提示下の刺激弁別タスク中の注意状態の他覚的評価を目的に、瞳孔径の変化の経時的変化を評価した(図1参)。

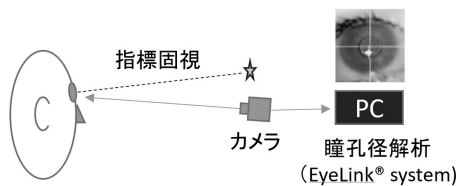


図1：瞳孔径計測、解析システムの概要

瞳孔径は sampling rate 1000 Hz で計測、瞬きと外れ値、並びに固視点から外れたサンプルが多い思考を解析から除外した。尚、瞳孔径データは AU (arbitrary unit) として取得、被験者ごとに Z score 化した後に平均を取り各被験者の代表値とした。

図2には、計測中の瞳孔径反応(全被験者の平均データ)の経時的変化を示す。各被験者の計測データを時間経過にしたがい4等分し、経時的な瞳孔径変化に与える影響を示した(最初の1/4のデータから順に1 2 3 4で示す)。音提示前のベースラインの刺激瞳孔径を基準に、音提示(図中0 ms)後、の変化を、計測の時間経過に伴う変化を示している。300ms 前後の潜時ののち、瞳孔径は急激に拡大した後、軽度の縮小を示すが、計測の時間経過とともに(1 2 3 4の順に)、瞳孔径拡大の反応が減少する傾向が示されている。

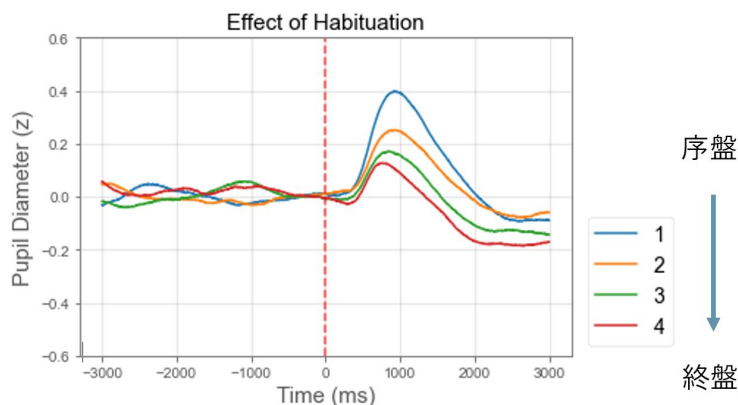
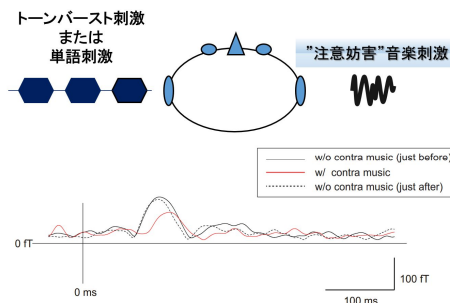


図2：計測中の瞳孔径反応の経時的変化

すなわち、計測経過中に提示される、刺激強度は基本的に不変であるにも関わらず、反応としての瞳孔径変化は、縮小傾向、すなわち馴化傾向を示していたことになる。すなわち、同じタスクを繰り返す中で、同じ音刺激に対する内的な注意が経時的に変化しうることが明らかになった。



### (2) 聴性誘発脳磁界 N100m を指標としたシステムの構築と馴化 (habituation) 効果の観察

一側耳に提示した音刺激に注意しながら記録した聴性誘発脳磁界 N100m 反応に対する対側耳に提示するマスキング音による抑制効果における馴化 (habituation) の効果を検討した。

図3には、方法の概略を示す。脳磁図

図3：聴性誘発脳磁界 N100m を指標とした注意機能評価法の概略

を用いて、一側耳に提示するトーンバースト音に対する聴覚野 N100m 反応を記録した。

N100m 反応は、対側に定常雑音を提示してもほとんど抑制されないが、音楽や言語刺激を提示すると著明抑制される。N100m は注意の影響を受けることが知られており、音楽や言語刺激により N100m を誘発する刺激音に対する注意が減弱し N100m の振幅減少、潜時延長を呈する。

今回は、この対側音楽刺激による N100m の抑制現象における馴化 (habituation) 現象を観察した。図 4 には代表的結果の一例を示す。

この例では、一側耳に提示したトーンバースト刺激に対する N100m 反応を、対側音 (-) 条件 (control)

対側妨害音楽 A 提示条件 対側音 (-) 条件 対側妨害音楽 A 提示条件 (2 回目) 対側対側音 (-) 条件

対側妨害音楽 A 提示条件 (3 回目) 対側音 (-) 条件で計測し、

同じ妨害音楽 A が繰り返されることで N100m 振幅を抑制する力が弱くなるか否かを検討するとともに、さらに 対側妨害音楽を別の対側妨害音楽 B に変更した場合

抑制効果がどのように変化するか、また、対側妨害音楽 B を提示した後に、妨害音楽 A を再度提示した場合に抑制効果はどのような影響を受けるかを検討しているが、図 4 で示される通り、注意妨害音による N100m 振幅の抑制効果は、同じ刺激を繰り返し提示することで減弱傾向を示すこと、すなわち、馴化 (habituation) 効果を認めること、また、この馴化 (habituation) 効果は、異なった刺激を提示することでリセットされることが示唆されることが明らかとなった。

すなわち、この結果からは、刺激の繰り返し提示や、異なった刺激の提示という介入により、同じ "saliency (顕著性) = 注意のひきつけ易さ" を有する刺激による影響の低減、増強の誘導ができることが示唆された。

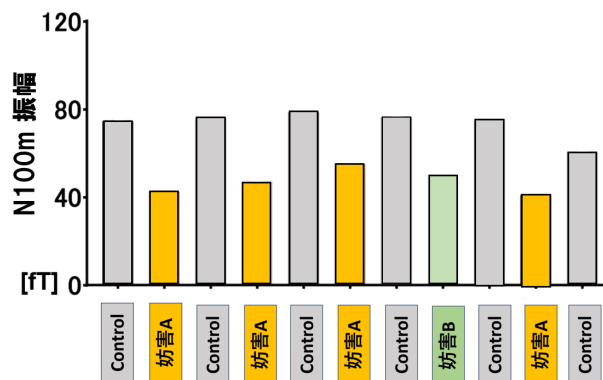


図 4：対側妨害音提示の有無、繰り返しによる N100m 振幅の変化の経過

### (3) 心理音響学的評価法を指標としたシステムの構築と馴化 (habituation) 効果の観察

一側耳に提示した単音節語音に対する語音明瞭度 (正答率) を指標に、注意妨害音 (定常雑音、音楽刺激) の提示による明瞭度低減効果から、妨害音の saliency が引き起こす注意妨害効果を評価するシステムを構築、健聴成人 (コントロール) と注意の問題が聞き取り難さの背景に存在すると考えられている Listening difficulties

患者を対象に繰り返しの計測を行い、馴化 (habituation) 現象の有無を検討した。

図 5 は、定常雑音、音楽刺激の 2 種類の注意妨害音を対側に提示した際に認められる語音明瞭度の変化を、妨害音の提示提示前半と後半に分けて示したものである。もともと、対側妨害音の影響が小さいこのコントロール群では、馴化 (habituation) 傾向は認められなかったが、注意のメカニズムに問題が推察されている Listening difficulties 群では前半に比較して後半で語音明瞭度に対する抑制的な効果が減弱すること、すなわち、同じ注意妨害音の繰り返しの刺激により、同じ注意妨害音による注意妨害効果が減弱することが示唆された。

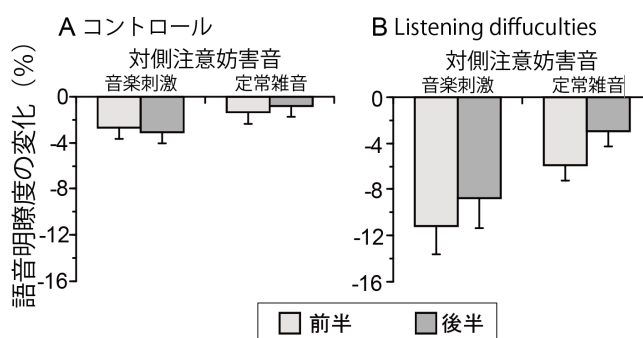


図 5：注意妨害音を対側に提示した際に認められる語音明瞭度に対する繰り返し刺激の効果

### (4) 総括

今回の研究では、上記 (1) - (3) に示す通り、同じ注意妨害音による注意妨害効果は繰り返しの提示による減弱する可能性があることが示唆された。注意メカニズムの病理が関与していることが推察されいる聴覚過敏や耳鳴、Listening difficulties の症状改善への応用 (不快と感じる環境音や耳鳴音への馴化を目指したりハビリテーションや、聞き取り妨害音への馴化による Listening difficulties 症例の聞き取り改善など) が期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3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) -診断と支援の現状と臨床的課題-
3. 学会等名 第115回山形県耳鼻咽喉科疾患研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白倉真之、菅野彰剛、川瀬哲明、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反応からみた音楽による対側マスキング効果
3. 学会等名 日本聴覚医学会第2回ERA・ERP研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川瀬哲明
2. 発表標題 機能性難聴とListening difficulties -症例から教わったこと-
3. 学会等名 日本耳鼻咽喉科学会宮城県地方部会（招待講演）
4. 発表年 2023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)	

6. 研究組織（つづき）

	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	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