

103 マスキングによる うるささの低減効果に関する実験的考察

An experimental study of the masking effect on annoyance

○ 為末 隆弘 (山口大) 佐伯 徹郎 (山口大)
山口 静馬 (山口大) 藤井 健生 (山口大)
加藤 裕一 (島根大)

Takahiro TAMESUE, Yamaguchi University, 2-16-1 Tokiwadai, Ube, Yamaguchi, 755-8611 Japan

Tetsuro SAEKI, Yamaguchi University

Shizuma YAMAGUCHI, Yamaguchi University

Takeo FUJI, Yamaguchi University

Yuichi KATO, Shimane University, 1060 Nishikawatsu-cho, Matsue, Shimane, 690-8504 Japan

This study considers whether the psychological impression for annoyance of noise during a mental task can be reduced by use of masking effect. More specifically, the authors first discussed how the psychological impression for annoyance of noise and performance correlated to index such as the percentage of correct answers and reaction time would change under the influence of meaningless noise or interested/uninterested meaningful noise. Next, an investigation was made into how the above items would change when meaningful noise was masked with meaningless noise.

Key Words: Meaningless noise, Meaningful noise, Interest, Annoyance, Performance, Masking effect

1 緒言

一般に記憶・計算作業等の知的精神作業を行う場合、外来雑音が存在すると作業者がもつうるささの心理的印象や作業成績が悪化することは我々がよく経験するところである。特にその傾向は、道路交通騒音に代表される無意味雑音よりも音楽や会話等の有意味雑音の場合の方がより顕著に現れる。従って、雑音の音圧レベル値といった単なる量的側面のみでなく、有意味性・無意味性の程度といった質的側面が作業者の雑音に対する心理的印象や作業成績にどのように影響するかを事前に定量的に把握しておくことは、音環境を効果的に改善する上で重要となる。既発表⁽¹⁾では、記憶精神作業の一つである数字プロープ作業を行っているときに外部から種々の音圧レベル値をもつ有意味・無意味雑音が侵入した場合の雑音のうるささの心理的印象や作業成績について考察した。その結果、無意味雑音の場合は時間平均音圧レベル値が低下するとともにうるささの心理的印象も低減するのに対し、有意味雑音の場合はさほど低減しないという知見が得られた。この事実、有意味雑音を無意味雑音でマスクすることにより、雑音のうるささの心理的印象を低減させ得る可能性を示唆している。しかしながら上記の研究は、雑音の有意味・無意味性の相違のみに着目したものであり、有意味な音声雑音の中での関心のよせ方の程度についてまでは検討していない。

以上のような観点から本研究では、有意味・無意味性のみでなく有意味性の程度にまで考察の焦点を置き、音声雑音への興味の有無の影響がどのように現れるかについてまず検討する。次いで、この結果を踏まえて、有意味雑音を無意味雑音でマスクすることにより雑音のうるささの心理的印象を低減することが可能であるか否かについて考察する。記憶精神作業として数字プロープ作業を採用する。そして雑音の無意味性・有意味性の相違及び有意味雑音の興味の有無の相違によって、雑音のうるささの心理的印象や正答率・反応時間といった作業成績にどの程度の差異が生じるか、有意味音声雑音を無意味雑音でマスクした場合には、上記の項目がどのように変化するかについて作業心理実験をもとに考察する。

2 作業心理実験の概要

実験 I

この実験は雑音の有意味・無意味性の相違及び有意味音声雑音への興味の有無の相違によって、作業者がもつうるささの心理的印象や作業成績にどの程度の差異が生じるかを調べるためのものである。

[I-A] 被験者

聴力正常な 20 歳代の男子学生 8 名である。8 名の被験者が同時に作業心理実験に参加した。

[I-B] 外来雑音

次に示す 3 種類の外来雑音を採用した。

(I-B-1) 有意味雑音 A(興味無し) — 男性講演音声

(I-B-2) 有意味雑音 B(興味有り) — 男性講演音声

(I-B-3) 無意味雑音 — 定常疑似音声雑音

講演内容に興味が無いものと有るものを選定するにあたっては、あらかじめ講演者名と講演題目のみを被験者に示してアンケート調査を行った。そしてその結果に基づいて市販のテープのどれを採用するかを決定した。具体的には、被験者全員に 10 種類の講演者名と講演題目の組を提示して、全員が興味を持っていないと回答したものと全員が興味を持っていると回答したものを 2 種類の有意味雑音として採用した。実験者は有意味雑音として採用したこれら 2 種類の市販のテープを再生し、拍手・効果音・音楽等の音声以外の部分を削除して作成し直した。作成し直した上記 2 種類の有意味雑音の時間平均音圧レベル値を被験者の耳の位置で 45, 55 dB となるように設定した。6 分間にわたる 1/1 オクターブバンドごとのパワー平均値を求めた結果(時間平均音圧レベル値が 45 dB の場合)を図 1 に示す。2 種類の有意味雑音のオクターブバンドレベルの形状の間には顕著な差異は認められない。このことから被験者が下す判断結果

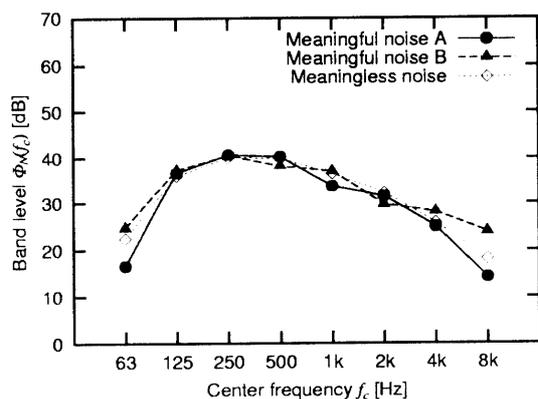


Fig.1 Octave band level of noise (Experiment I)

に含まれる有意義雑音のスペクトル形状の差異に起因する影響は少ないものと思われる。

無意味雑音は、ピンク雑音を用いてオクターブバンドレベルの形状が上記 2 種類の有意義雑音とほぼ等しくなるように作成した定常疑似音声雑音である。無意味雑音の音圧レベル値を 45, 55 dB に設定した。無意味雑音のオクターブバンドレベル (時間平均音圧レベル値が 45 dB の場合) を図 1 にあわせ示した。実験結果の差異を検討する場合、有意義雑音と無意味雑音のスペクトル形状の差異の影響には目を向ける必要がないものと思われる。

雑音をスピーカから 2.2 m 離れた位置の被験者に対して放射した。被験者の位置によって雑音の音圧レベル値に差異がないことを事前に確認した。

[I-C] 記憶精神作業課題

本研究では記憶精神作業の一例として、数字プロープ作業⁽²⁾を採用した。この数字プロープ作業は、短時間に生じる忘却を調べるために用いられるが、数字からなる系列とプロープとしての一つの数字が提示され、その系列の中からプロープと同じ数字の次に位置する数字を再生するといったものである。本研究では、数字の場合の短期記憶の容量は約 7 項目であるという研究結果⁽³⁾をふまえて、7 項目の数字からなる系列を提示することとした。

[I-C-1] 課題提示

次の 2 つの方法により課題内容の数字を 1 秒間隔で提示した。

聴覚提示

補聴器適合評価用 CD (TY-89)⁽⁴⁾ に収録されている数字語音を用いた。各 1/1 オクターブバンドにおける最大音圧レベル値のオーバーオール値が 62 dB になるように設定した。

視覚提示

回答入力装置に設置した赤色 7 セグメント LED を用いた。連続して提示する数字が区別されるよう、1 秒間の中の最初の 0.7 秒間提示し、終りの 0.3 秒間消灯した。

課題として提示する数字は、「1」～「9」の数字の中から聴覚による課題提示の際に聴き間違い易い数字を除いた「2」～「7」(「二」、「サン」、「ヨン」、「ゴ」、「ロク」、「ナナ」) の 6 種類⁽⁵⁾とした。

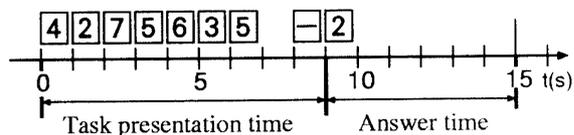


Fig.2 Time chart of probe digit task

(I-C-2) 数字プロープ作業

数字プロープ作業のタイムチャートを図 2 に示す。具体的手順は次の通りである。

- 実験者は 7 項目の数字からなる系列をランダムに 1 秒間隔で提示した後、それまでの系列とプロープを区別するための信号及びプロープとしての数字を提示する。
- 被験者は提示された系列を順次記憶し、その系列の中にただ一つ存在するプロープと同じ数字の次に提示された数字を回答入力装置の押しボタンによりできるだけ早く正確に回答する。

系列とプロープを区別するための信号は、視覚による課題提示の場合マイナス記号「-」、聴覚による課題提示の場合 1 kHz のトーンバーストとした。回答時間は 5 秒間以上と十分にとった。時間内に回答できない場合は押しボタンを押さなくてもよいこととした。

15 秒で作業を完了するが、これを 24 回繰り返して 6 分間連続して行った。被験者の疲労の蓄積を避けるため、1 日の実験回数を少なくするとともに各実験の間に 30 分以上の十分な休憩をとった。また、被験者の作業に対する慣れの影響を避けるため、最初の 1 日に得られたデータは除外した。

[I-D] 質問調査

既発表⁽¹⁾と同様、雑音のうるささの心理的印象に関する調査を行った。

雑音に対するうるささの心理的印象

上記の各 6 分間の作業後に被験者がその間放射されていた外来雑音に対してどのようなうるささの心理的印象をいただいたかを、降旗らが提案している 7 段階のカテゴリー尺度 (F_1 : 全く気にならない, F_2 : 気にならない, F_3 : あまり気にならない, F_4 : 少しうるさい, F_5 : うるさい, F_6 : かなりうるさい, F_7 : 非常にうるさい)⁽⁶⁾を用いて調査した。これらの中から必ず 1 つを選ぶといった排他的選択方法を採用した。

実験 II

この実験は有意義音声雑音を無意味雑音でマスクした場合、雑音のうるささの心理的印象及び作業成績がどのように変化するかを調べるためのものである。

[II-A] 被験者

実験 I と同じである。

[II-B] マスキング条件

(II-B-1) マスキング有り

有意義雑音を無意味雑音でマスクした。具体的には、有意義雑音として市販の講演テープから拍手・効果音・音楽等を削除して作成した男性音声、無意味雑音として周波数帯域幅 [176.75 ~ 5656] Hz で制限したピンク雑音を用いた。この無意味雑音は男性・女性の音声を最低音圧レベル値でマスクするために最も有効な無意味雑音として選定されたものである⁽⁷⁾。有意義雑

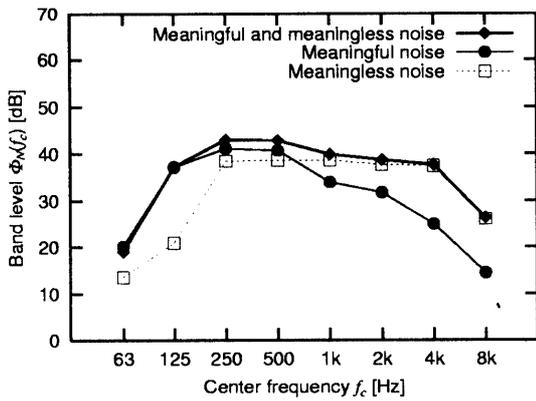


Fig.3 Octave band level of noise (Experiment II)

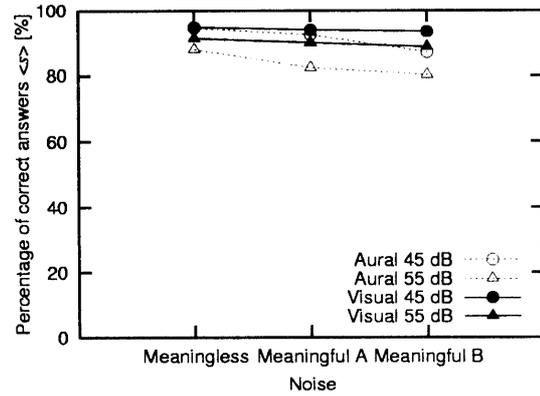


Fig.5 Percentage of correct answers

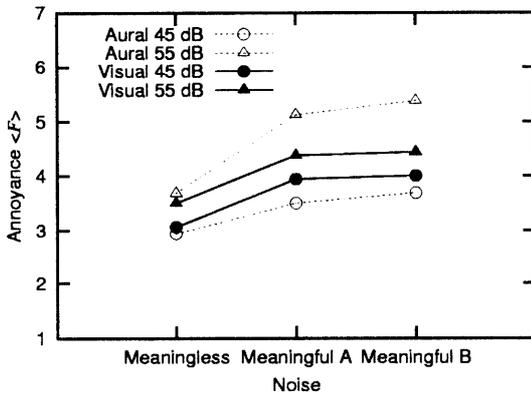


Fig.4 Annoyance

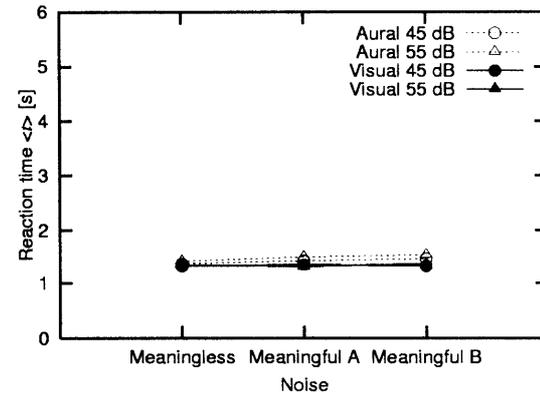


Fig.6 Reaction time

音と無意味雑音の時間平均音圧レベル値を 40, 45, 50, 55 dB に設定した。有意義雑音と同じ音圧レベル値の無意味雑音を提示することにより、有意義雑音が気にならなくなることを事前に実施した予備実験により確認している。無意味雑音、有意義雑音及び有意義雑音にマスキング用の無意味雑音を重畳した後の雑音のオクターブバンドレベル (時間平均音圧レベル値が 45 dB の場合) をあわせて図 3 に示す。

(II-B-2) マスキング無し

(II-B-1) の有意義雑音のみを提示した。

[II-C] 記憶精神作業課題

実験 I と同じである。

[II-D] 質問調査

実験 I と同じである。

3 雑音の無意味・有意義性及び興味の有無が作業者に及ぼす影響

実験 I で得られた実測データを用いて、雑音の有意義・無意味性の相違及び有意義雑音への興味の有無の相違によって、雑音のうるささの心理的印象及び正答率や反応時間といった作業成績にどの程度の差異が生じるかを考察する。

3.1 雑音のうるささの心理的印象

図 4 は聴覚及び視覚により作業課題を提示した場合の各雑音条件における雑音のうるささの心理的印象を示したものである。同図より次のことがわかる。

- (1) 無意味雑音よりも有意義雑音の方がうるさく感じている。
- (2) 興味の無い有意義雑音と興味の有る有意義雑音のうるささは同程度である。

3.2 正答率

無回答の場合は誤答として、正答数の作業数に対する百分率を正答率と定義した。聴覚及び視覚により課題提示した場合の各雑音条件における正答率を示したものが図 5 である。同図から、いずれの雑音時においても正答率に差異は見られないことがわかる。

3.3 反応時間

反応時間とは一般に刺激が与えられてからこれに対する反応が起こるまでの時間であるが⁽⁶⁾、本研究ではプロンプを提示し始めてから被験者がボタンを押して回答するまでの時間とした。ただし、無回答と誤答の場合は除外してデータ処理を行った。聴覚及び視覚により課題提示した場合の各雑音条件における反応時間を示したものが図 6 である。各雑音時々の間の反応時間に差異は認められない。

以上の結果を踏まえると、有意義雑音への興味の有無を問わず、有意義雑音を無意味雑音でマスクすることは雑音のうるさ

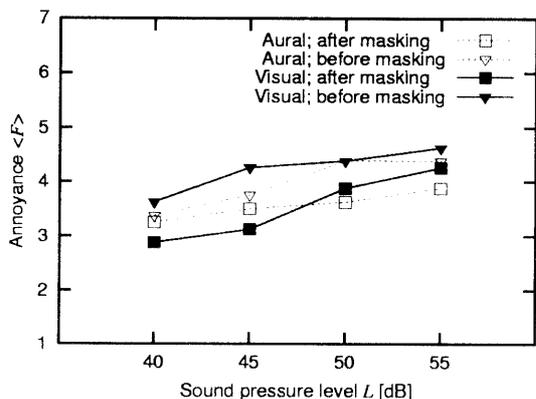


Fig.7 Relationship between sound pressure level and annoyance

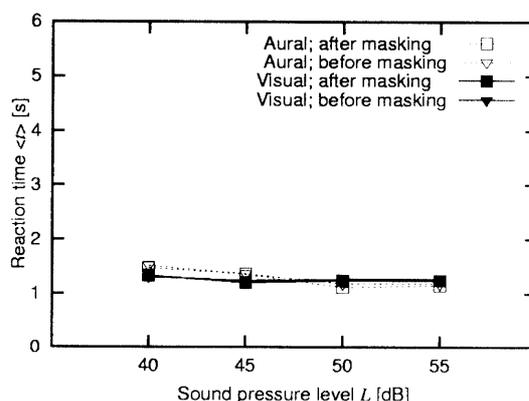


Fig.9 Relationship between sound pressure level and reaction time

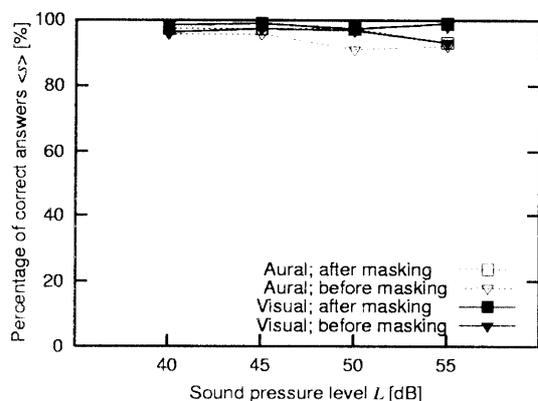


Fig.8 Relationship between sound pressure level and percentage of correct answers

さの心理的印象に対する効果的な低減対策手法の一つとなると推察される。

4 マスキングによるうるささの低減効果

実験 II で得られた実測データを用いて、有意義音声雑音を無意味雑音でマスクした場合、雑音のうるささの心理的印象及び作業成績がどのように変化するかを考察する。

4.1 雑音のうるささの心理的印象

有意義雑音をマスクした場合としない場合において、有意義雑音の時間平均音圧レベル値と雑音のうるささの心理的印象との関係を調べた。その結果を図 7 に示す。同図より、次のことがわかる。

- (1) 聴覚提示の場合、マスキングによる雑音のうるささの心理的印象に対する大きな低減効果は見られないが、少なくともマスキングにより、雑音のうるささの心理的印象が悪化することはない。
- (2) 視覚提示の場合、雑音のうるささの心理的印象を低下させるマスキングの効果が明確に認められる。特に、その傾向は時間平均音圧レベル値が低い場合に顕著に現れている。

4.2 正答率

有意義雑音をマスクした場合としない場合の時間平均音圧レベル値と正答率との関係を図 8 に示す。

- (1) 聴覚及び視覚提示の場合のいずれの時間平均音圧レベル値においても正答率はおもととかなり高い値を示しており、マスキングによる正答率の向上は見られない。
- (2) マスキングにより正答率が低下することはない。

4.3 反応時間

有意義雑音をマスクした場合としない場合の時間平均音圧レベル値と反応時間との関係を図 9 に示す。

- (1) 聴覚及び視覚提示のいずれの時間平均音圧レベル値においてもマスキングにより反応時間は短くなっていない。
- (2) マスキングにより反応時間が長くなることはない。

以上より、有意義雑音を無意味雑音でマスクすることは雑音のうるささの心理的印象に対する有効な低減対策手法の一つであることが確認された。

謝辞

本研究に多大の援助を頂いた末永智則、田中智博の両氏に深謝の意を表す。

【参考文献】

- (1) 佐伯徹郎, 藤井健生, 山口静馬, 加藤裕一, “短期記憶作業時における騒音の影響 — うるささの心理的印象と作業成績 —,” 日本音響学会誌, 59, 4 (2003)(採録決定済).
- (2) N.C.Waugh and D.A.Norman, “Primary memory,” Psychological Review, 72, 2, 89-104 (1965).
- (3) 平井有三, “視覚と聴覚の情報処理,” 培風館, 東京, 223-233 (1995).
- (4) 米本清, “補聴器適合評価用 CD(TY-89) の特徴,” JOHNS, 11, 9, 1395-1401 (1995).
- (5) 堀口申作, “聴力検査の実際,” 南山堂, 東京, 80-95 (1984).
- (6) 降旗建治, 柳沢武三郎, “各種騒音源の心理的影響を共通に評価できる評価尺度の構成に関する検討,” 日本音響学会誌, 45, 8, 577-582 (1989).
- (7) 佐伯徹郎, 藤井健生, 山口静馬, 老松建成, “音声をマスクするための無意味定常雑音の選定,” 電子情報通信学会論文誌, J86-A, 2, 187-191 (2003).
- (8) 日本生理人類学会計測研究部会編, “人間科学計測ハンドブック,” 技報堂出版, 東京, 435-450 (1996).