

## 定位におけるマスキング — 継時マスキングと同時マスキングの比較 —\*

◎高橋 克也 宮園 博光† 宇佐川 毅 江端 正直  
(熊本大学, †熊本県立大学)

### 1. はじめに

マスキングの現象は、聴覚系における情報処理メカニズム解析のための研究のみならず、今や工学的にも応用され、聴覚情報の圧縮などに利用されてきている。これは、地道な基礎研究とみられていた時代にも、同時マスキングのみならず、継時マスキングをも含め、着々とデータが蓄積された成果が今、実を結んでいると言える。マスキングという現象は、信号と妨害音が存在する状況ではどこにでも存在するもので、本論文では定位を決定する情報について、マスキングという観点から検討してみようとするものである。これによって、これまでに得られている現象、例えば先行音効果<sup>[1]</sup>等も統一的に解釈できるのではないかと考える。

実験では、定位情報として、両耳間時間差を用い、これによって決定される音像の位置(定位)が妨害音によってどのように影響を受けるかを検討している。同時マスキング状態での定位のマスキングについては、すでに Egan らの研究<sup>[2]</sup>があるが、統一的なデータを得るために、先ず、同時マスキングの実験パラダイムを用いて、定位情報のマスキングを検討している。次に、マスキングが継時的に提示される状態で、定位における継時マスキングの実験を行った。以上の実験を踏まえ、信号の検出閾値と定位の閾値の比較を行うと共に、定位の情報によって信号検出閾値が低下する、いわゆる MLD との関係についても考察する。

### 2. 実験方法

実験は、音像定位における同時マスキング(実験1)及び、継時マスキング(実験2)の実験を行

なった。また同一条件下でそれぞれ信号検出の実験も行っている。信号検出の実験では、二区間強制選択法を用い、被験者は連続した2つのマスキング中の信号(実験1)、または、マスキングの前後に提示される信号(実験2)の有無を応答する。ここで両区間のインターバルは500msである。次に音像定位の実験では、提示されたマスキング中の信号(同時条件)または、マスキングの前後に提示された信号(継時条件)の到来方向を左右で応答する。また、同時条件では、ITDのない信号に対する検出閾値も測定している。本実験を通してマスキングの提示レベルは、57dB SPLに固定し、信号はマスキングを基準とした5dBステップ(検出実験では10dBステップ)のレベル差でランダムに提示した。実験は、簡易無響室内で行い、被験者は提示音をヘッドホンにより両耳で聴取した。被験者は正常な聴力を有する3名の男子大学生である。各実験のタイムパターン及びパラメータを下に示す。

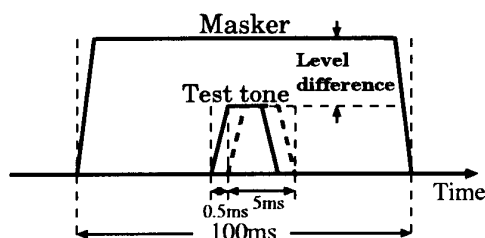


図1. 同時マスキングのタイムパターン

表1. 提示音のパラメータ (同時マスキング)

|                      | 信号  | マスキング |
|----------------------|---|-------|
| 周波数 [kHz]            | 2,4,8                                       | 4     |
| 継続時間 [ms]            | 5   | 100   |
| ITD [ms]             | 0.5   | 0     |
| スロープ [ms]            | 0.5   |       |
| 相対レベル [dB]<br>(検出実験) | -25,-20,-15,-10,-5<br>[-50,-40,-30,-20,-10] |       |

\* The masking effect in sound lateralization - Comparison simultaneous and temporal masking -  
By Hiromitsu MIYAZONO, Katsuya TAKAHASHI, Tsuyoshi USAGAWA, Masanao EBATA  
(Prefectural University of Kumamoto, Kumamoto University)

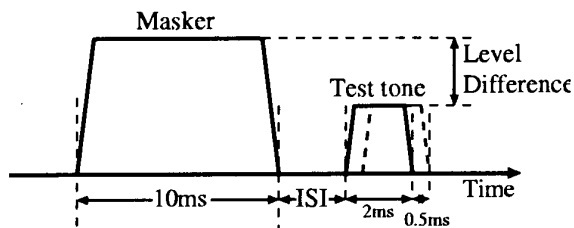


図 2. 継時マスクングのタイムパターン (順向マスクング)

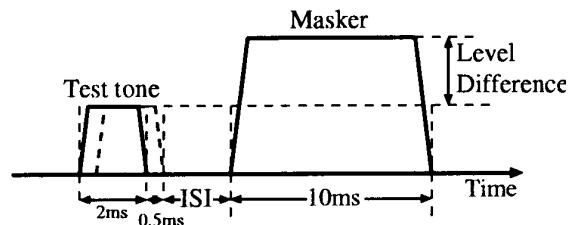


図 3. 継時マスクングのタイムパターン (逆向マスクング)

表 2. 提示音のパラメータ (継時マスクング)

|                      | 信号  | マスクー |
|----------------------|---|------|
| 周波数 [kHz]            | 2,4,8                                       | 4    |
| 継続時間 [ms]            | 2   | 10   |
| ITD [ms]             | 0.5   | 0    |
| ISI [ms]             | 1,5,10,50                                   |      |
| スロープ [ms]            | 0.5   |      |
| 相対レベル [dB]<br>〔検出実験〕 | -25,-20,-15,-10,-5<br>[-50,-40,-30,-20,-10] |      |

### 3. 実験結果

実験1において、それぞれの信号周波数での精神測定関数の75%点を信号の検出閾値とした。定位においても、精神測定関数の75%点を定位の閾値とした。これらの閾値を被験者で平均したものを図4に示す。図の横軸は信号の周波数を示し、縦軸はマスクーを基準とした信号の閾値の相対レベルを示している。太い実線が定位の閾値、細い実線が検出の閾値、さらに、破線がITDのない信号に対する検出の閾値を示す。

この結果より、検出、定位ともに信号と周波数がマスクーの周波数と同一である4kHzの点で最も閾値が高くなっている。これは、4kHzのマスクーによる、マスクングの結果が反映されたものである。

また、いずれの周波数においても、信号検出の閾値よりも定位の閾値が10数dB以上高い。この値は刺激音やその提示方法が異なるので、単純に比較はできないが、Eganら<sup>[2]</sup>の得た結果(数dB)よりもかなり大きい。これは、定位の情報量(両耳間の差の情報)の違いによると思われる。また、信号音8kHzでは、ITDが0msの検出閾値に比べて、ITDが0.5msの閾値が10数dB低くなっている。これは、方向性情報による両耳マスクングレベル差(BMLD)であるが、信号音が2kHz、4kHzで観察されなかった点については不明であり、今後検討を要する。

実験2においても、同様に、各被験者の精神測定関数の75%点を信号の検出、定位閾値とし、その定位及び検出の閾値を被験者で平均したものを図5～図7に示す。図の左側は、マスクーを後続音とする場合(逆向マスクング)、右はマスクーを先行音とした場合(順向マスクング)である。横軸はISIを示し、縦軸は信号音の相対レベルを示している。結果より定位、検出の両者において、ISIが小さくなるほど閾値は上昇する事がわかる。これは、Elliotら<sup>[3]</sup>の継時マスクングの結果と同様なものである。

また、逆向マスクングと順向マスクングとの定位の閾値を比較すると、全体的に順向マスクングの方が高い。これは、先行音効果を反映する結果であると考えられる。すなわち、順向マスクングにおいては、マスクーが先行音となるため、後続する信号の定位の閾値が高くなる。一方、逆向マスクングにおいては、信号の方が先行音となるために、定位に関しては、順向性の場合に比べて影響が少ないものと考えられる。これより、定位における閾値の上昇では、順向マスクングの場合が大きく、さらに、信号とマスクーの周波数が同一の場合が最も大きい。

同時マスクング条件と継時マスクング条件における閾値変化の連続性については、提示条件をそろえて検討する必要がある。

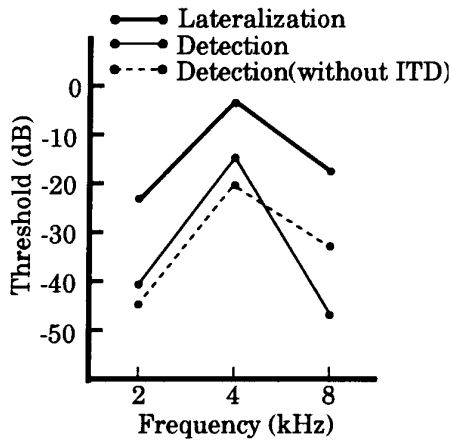


図 4. 同時条件での定位の閾値及び検出閾

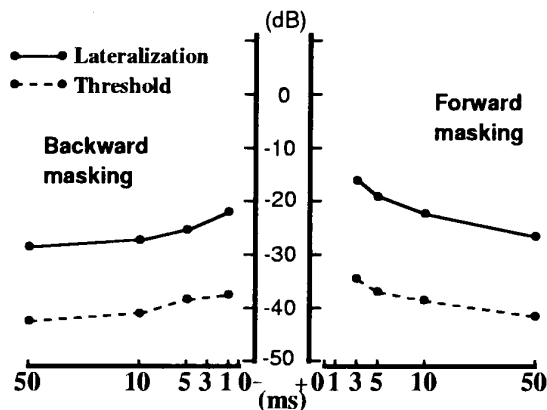


図 5. 継時条件での定位の閾値及び検出閾 (2k/4k)

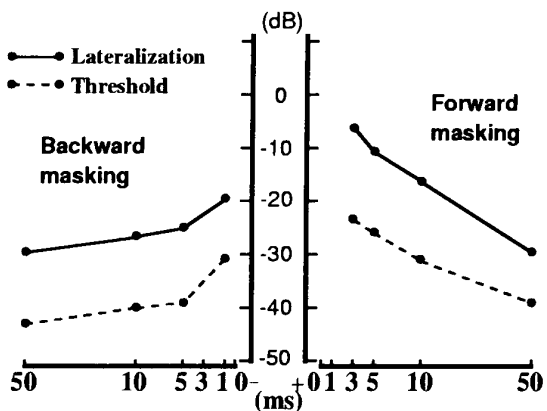


図 6. 継時条件での定位の閾値及び検出閾 (4k/4k)

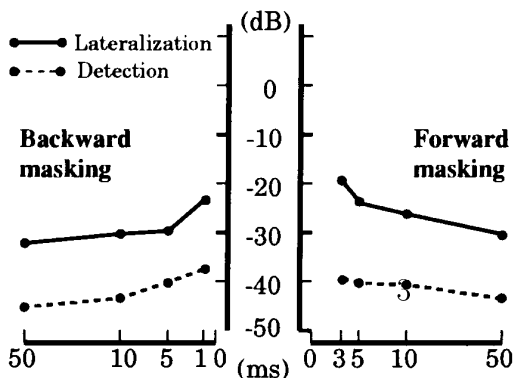


図 7. 継時条件での定位の閾値及び検出閾 (8k/4k)

#### 4. 検討

継時マスクングにおける定位の結果を信号の周波数を横軸にとった図を図 8 に示す。この図より、ISI が小さい場合、信号とマスクの周波数が同一である 4kHz における閾値が最も高くなっており、同時条件と同様に定位情報へのマスクングが見られる。また、ISI が小さい場合、特に順向条件において閾値の大きな上昇が見られた。ここでの定位の閾値の上昇は、その信号の検出閾により変化すると考えられる。

鈴木ら<sup>[4]</sup>は、自由音場において、妨害音が背景に存在する場合には、定位の閾値は検出閾よりも 10 ~ 15dB 高いとしている。そのため本研究でも、定位と検出の閾値の差を計算した。図 9、図 10 はそれぞれ、定位の閾値から、検出の閾値を減じたものである。これより、ISI が小さい場合、信号とマスクの周波数が同一である 4kHz における閾値の差分が他の周波数より小さくなっており、同時条件と類似した結果が見られる。

また、同時マスクングに比べて、図 8、図 10 で見られる様に継時マスクングにおけるマスク周波数 4kHz におけるピークが Fastl<sup>[5]</sup> の継時マスクングデータと比較して、かなり低い。これは、マスクの継続時間の違い、すなわち、スペクトルの尖鋭さによることが考えられる。

Fastl は 500ms のマスクを使用しているのに対し、本実験では同時マスクング条件において 100ms、継時マスクング条件で 10ms のマスクを使用している。これら、継続時間の違いによるスペクトルの尖鋭さの違いが、定位の閾値の周波数特性に反映されることは十分考えられる。また、Zurek<sup>[1]</sup>によれば、先行音効果はスペクトル上でオーバーラップがなくても起こることを示しているが、これも 1 つの原因と考えられる。

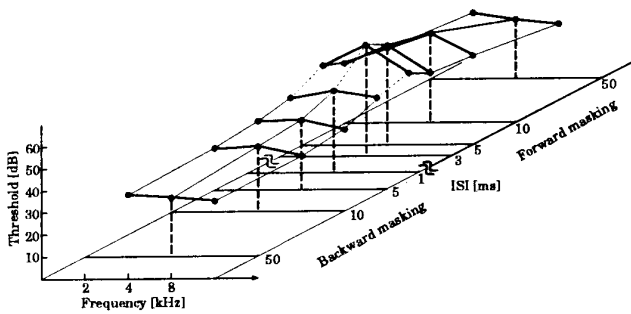


図 8. 継時条件での定位の閾値

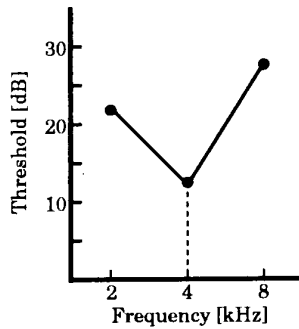


図 9. 同時条件での定位の閾値と検出閾値の差

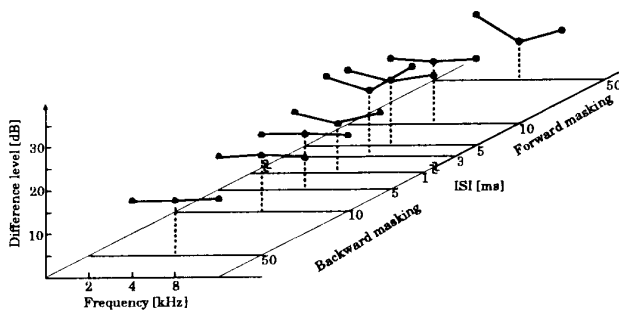


図 10. 継時条件での定位の閾値と検出閾値の差

## 5. まとめ

本論文では、信号の定位情報に両耳間時間差 (ITD) を用い、その信号の音像定位における同時マスクング及び、先行音又は後続音による継時マスクングの実験を行った。

その結果、同時、継時の両条件で信号の定位はマスクーの影響を受け閾値が上昇した。特に信号とマスクーの周波数が同一である 4kHz の点における閾値が最も高かった。 4

また、継時マスクングにおいて定位の閾値は、信号とマスクーの刺激間隔時間が小さくなるほど上昇した。これは、従来の継時マスクングと同じ傾向であり、定位に対する先行音又は後続

音のマスクング効果と考えられる。また、定位の閾値はマスクーを後続音とするよりも先行音としたときの方が大きい。これより、定位に対する先行音の効果の優位性が確認された。

## 参考文献

- [1] P.M. Zurek,  
“The precedence effect and its possible role in the avoidance on interaural ambiguities ”  
J.Acoust.Soc.Am.67(3)952-964(1980)
- [2] Egan,J.P.and William Benson.  
“Lateralization of a weak signal presented with correlated and with uncorrelated noise”  
J.Acoust.Soc.Am.40,20-26(1966)
- [3] Lois L.Elliott  
“Backward Masking: Monotic and Dichotic Conditions”  
J.Acoust.Soc.Am. 34,1108-1115 (1962)
- [4] 鈴木 陽一, 加藤 聡, 曾根 敏夫  
“広帯域雑音の音像定位に及ぼす妨害音の影響について”  
日本音響学会講演論文集,239-240(1984)
- [5] H.Fastl,  
“Transient masking pattern of narrow band maskers”  
Facts and Models in Hearing, Springer-Verlag (1974)
- [6] Dennis.McFadden,  
“Lateralization and Detection of a Tonal Signal in Noise ”  
J.Acoust.Soc.Am.45,(6)1505-1509(1969)
- [7] L.A.Jeffress and Dennis McFadden,  
“Difference of Interaural Phase and Level in Detection and Lateralization ”  
J.Acoust.Soc.Am.4,(2)1169-1179(1971)