

# 両耳間レベル差を有する音の定位に関する マスキング効果について

◎石躍 智大 小茂田治<sup>†</sup> 宮園博光<sup>‡</sup> 宇佐川 毅 江端 正直

(熊本大学 <sup>†</sup>熊本電波高専 <sup>‡</sup>熊本県立大学)

## 1. はじめに

これまで、単一音源の定位に関しては多くの研究が行われてきている。人は水平面方向を知覚するために2つの情報を使っている。

両耳間時間差 (ITD) 両耳間の時間差あるいは位相差

両耳間レベル差 (ILD) 両耳間伝達関数の振幅項で表せる差あるいはそのレベル

しかし我々が生活する環境においては、複数の音源が混在している場合が多い。この場合におこる聴覚現象として、マスキング効果がよく知られているが、このような妨害音は、音の検出能力に関してだけはたらくのではなく、音源の位置を認識しようとする場合にも影響を与えると考えることができる。そこで本研究では、音像定位を決定する音源の方向に関する情報が、妨害音によってどのように影響を受けるか調べる。これまではITDについて研究を行ってきたが、今回はそれと双対関係にあるILDの場合でその影響について調査し、ITDの場合と比較・検討を行った。

### 1.1 先行音効果

ある音源からの音が発生すると一部は直接耳に到達するが、その他は壁や天井などで反響してから耳に到達する。しかし、われわれはこれらの反射音に影響されずに音源の位置を判断することができる。これは、音源

から直接(最も早く)到達する音によって音源の方向を知覚するからである。この現象は受聴者に最初に到達した直接音(先行音)の方向に定位することから、先行音効果と呼ばれている。

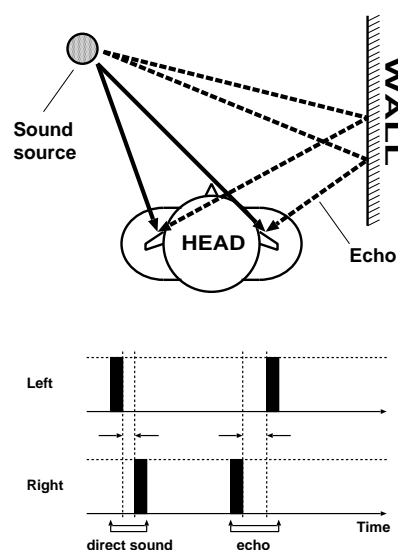


図 1. Precedence effect.

### 1.2 マスキング

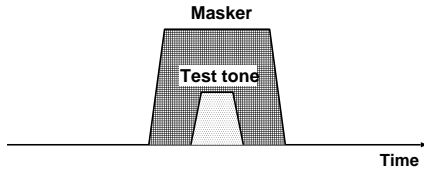
大きな音と小さな音が同時に存在する場合、小さな音は大きな音の影にかくれて聞こえにくくなってしまふことがある。例えば、車の騒音などで会話が聞こえないことがある。これをマスキング効果という。一般に、マスクする音に対して、マスクされる音の周波数が高い方が、低い周波数の音よりもマスクされやすい。マスクされる音とマスクされる音が同時に提示される場合を同時マスキング(図2(a))という。2つの音が時間的

\* Masking on laterality of tone signal with interaural level difference

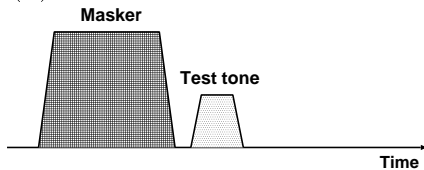
By Tomohiro ISHIODORI, Osamu KOMODA<sup>†</sup>, Hiromitsu MIYAZONO<sup>‡</sup>, Tsuyoshi USAGAWA and Masanao EBATA (Kumamoto University, <sup>†</sup>Kumamoto National College of Technology, <sup>‡</sup>Prefectural University of Kumamoto)

に前後して与えられてもマスキングは生じる。これを継時マスキングとよぶ。マスクする音がマスクされる音よりも先行している場合を順行マスキング (図 2(b)) とよび、マスクする音が後続する場合を逆行マスキング (図 2(c)) とよぶ。

(a) Simultaneous masking condition



(b) Forward masking condition



(c) Backward masking condition

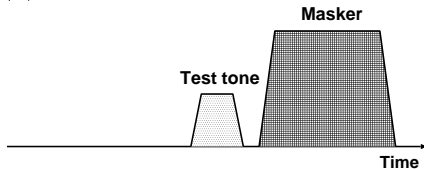


図 2. Masking condition.

## 2. 実験

実験は、簡易無響室内で行い、実験音を被験者にヘッドホン提示した。被験者には正常な聴力を有する 3 名の男子大学生を用いた。実験方法には適応法 (3down-1up) を用いた。まず、音の方向知覚に関する定位実験を行う。被験者はマスキングに対して同時的または継時的に提示されたテスト音の音像が左右のどちらに定位したかを応答する。タイムパターンの例を図 3 に示す。次に、検出できてから定位できるまでのレベルを調べるため、検出実験を行う。信号を間隔をあげて 2 回提示し、どちらにテスト音が付加されているかを応答する (二区間強制選択法)。タイムパターンを図 4 に示す。被験者はテスト音として ITD をもつ場合と、ILD をもつ場合の 2 通りの実験を行う。妨害音とテスト音の時間間隔 (ISI) を変化させることで ISI の影響を、妨害音の周波数およびテスト

音の周波数を変化させることで妨害音の周波数依存性について検討し、また ITD を用いた場合と ILD を用いた場合との比較・検討をする。実験に用いたパラメータを表 1 に示す。

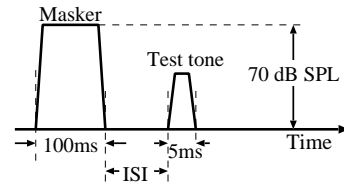


図 3. Stimulus configuration for laterality judgement.

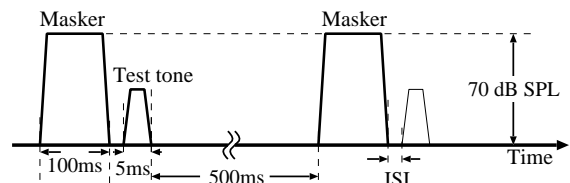


図 4. Stimulus configuration for signal detection.

	テスト音	妨害音
周波数 [kHz]	0.5, 1, 2, 4	1, 4
継続時間 [ms]	5	100
提示レベル [dB]	0~70	70
刺激間隔時間 [ISI] (ms)	2, 5, 10, 20, 50	

表 1. Parameter.

### 2.1 両耳間時間差 (ITD)

テスト音に ITD をもたせ、妨害音を常に正中面から与える。得られた結果を図 5, 6 に示す。

	テスト音	妨害音
ITD [ms]	0.5	0

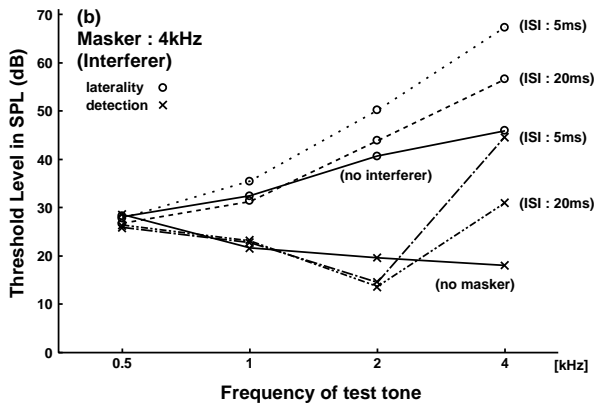
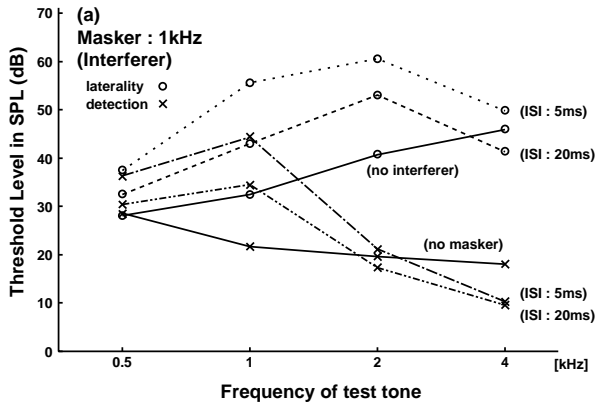
表 2. Parameter (ITD).

### 2.2 両耳間レベル差 (ILD)

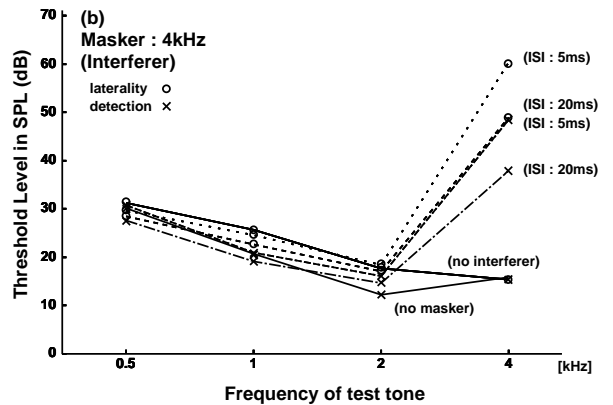
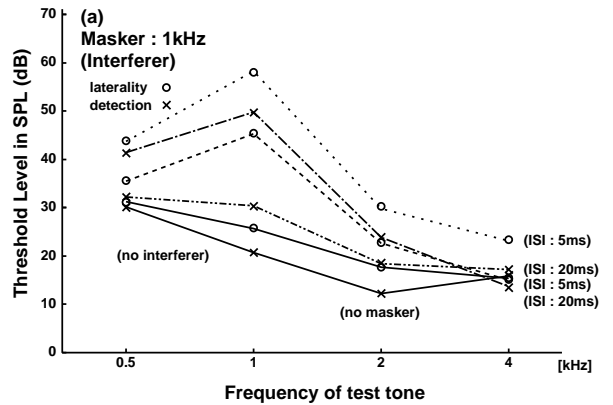
テスト音に ILD をもたせ、妨害音を常に正中面から与える。得られた結果を図 7, 8 に示す。

	テスト音	妨害音
ILD [dB]	5.0	0

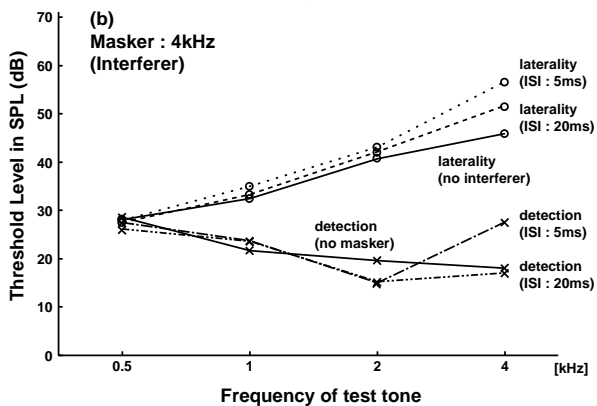
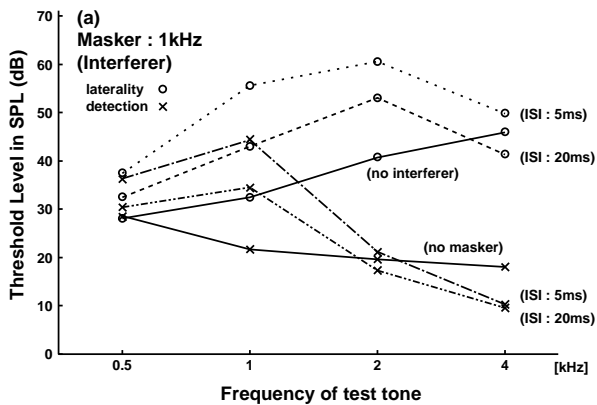
表 3. Parameter (ILD).



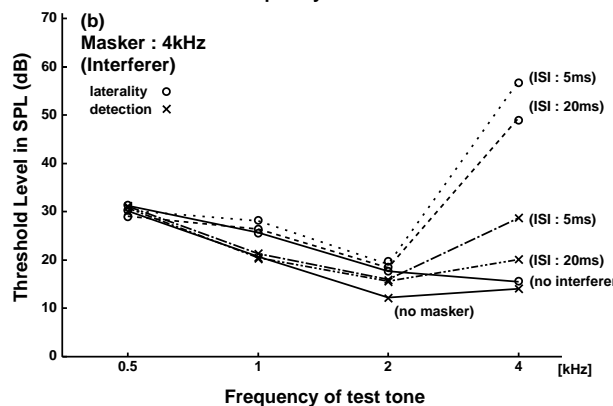
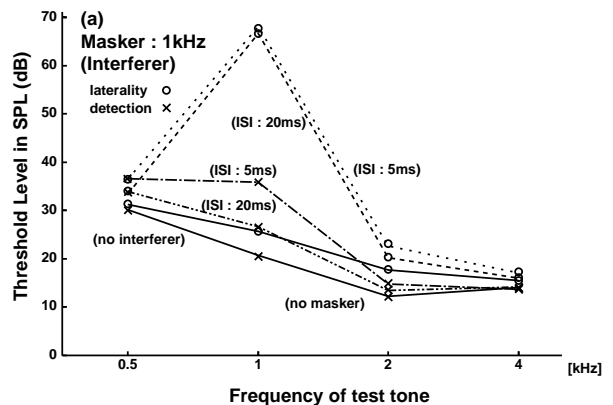
⊗ 5. (a) Threshold of detection and laterality (Forward masking condition).



⊗ 7. (a) Threshold of detection and laterality (Forward masking condition).



⊗ 6. (b) Threshold of detection and laterality (Backward masking condition).



⊗ 8. (b) Threshold of detection and laterality (Backward masking condition).

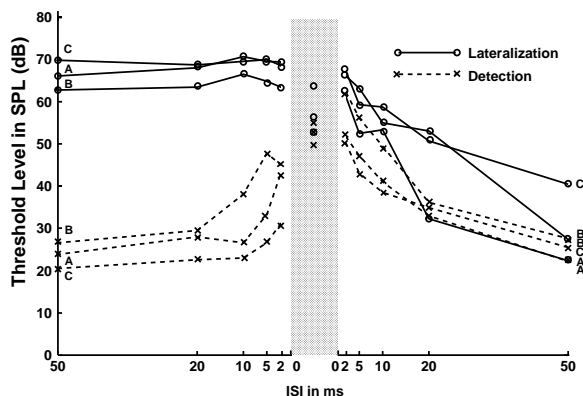


図 9. Threshold of detection and lateralization (Masker 1kHz, Test 1kHz).

### 3. 検討

ITD, ILD のどちらを用いた場合でも ISI が小さくなるにつれて妨害音の影響も大きくなっていることがわかる。

ITD, ILD のどちらの条件でも妨害音とテスト音が同一になる場合、閾値の上昇が見られた。また、妨害音が 4kHz の場合に比べて 1kHz の場合の方が広い周波数帯域に影響を及ぼしていることがわかる。また ILD の場合、逆行マスクングのとき検出閾値と定位の閾値に大きな差があるのが図 9, 10 よりわかる。A, B, C は被験者を表している。これは、定位関する処理が終わらないうちに継続時間の長い後続音が提示されるため、テスト音の定位に関する情報を失っているということである。このことについては追加実験をし、もっと深く検討をすることが必要である。妨害音とテスト音の周波数が異なるとき、定位の情報として ITD を用いた場合は検出閾値と定位の閾値に差があることが顕著にわかるが、それに比べて ILD を用いた場合ではその影響があまりみられない。すなわち、ITD では音は聞こえても定位できない場合があり、ILD では音が聞こえれば定位できることを表している。

### 4. まとめ

本実験では、音像定位における同時及び同時マスクングの影響を調べる実験を行った。

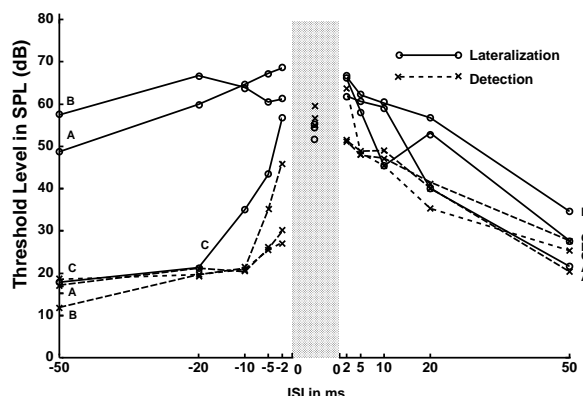


図 10. Threshold of detection and lateralization (Masker 4kHz, Test 4kHz).

その結果、両耳間時間差を持ったテスト音の定位はマスクングの影響を受け、テスト音とマスキナーの ISI が小さくなるほど閾値は上昇した。妨害音とテスト音の周波数が異なるとき、定位の情報としてテスト音に ITD を付加した場合、妨害音が音像定位に与える影響は大きくなり、それに対して ILD を付加した場合、その影響は小さくなった。

### 参考文献

- [1] Michael D. Good, Robert H. Gillkey, "Sound localization in noise: The effect of signal-to-noise ratio," J. Acoust. Soc. Am. 99 (2), 1108-1116 (1996)
- [2] 青木 茂明, タモ ホウトガスト, "音像の定位と広がり感に関する先行音の優位性 - 信号の周波数帯域の影響と信号の立ち上がりの効果について -", 日本音響学会誌 50 巻 6 号 (1994)
- [3] 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)
- [4] Blauert, J. "Spatial Hearing" MIT Press, Cambridge, Mass. (1983)
- [5] Daniel J. Tollin, G. Bruce Henning, "Some aspects of the lateralization of echoed sound in man. I. The role of the stimulus spectrum" J. Acoust. Soc. Am. 105(2), FEBRUARY 1999