

目的音方向の知識が単語了解度に及ぼす影響*

☆三富大資, △和田万生, 飯田一博 (千葉工大)

1 はじめに

公共空間や非常時における拡声システムは暗騒音レベルが高い音環境でも音声情報を正確に伝達することが望まれる。音声の了解度は、SN 比や残響時間の影響を受けることが広く知られている。

また、音声や暗騒音の到来方向が了解度に影響を及ぼすことも報告されている [例えば 1-3]。従来の研究に共通して、SN 比が比較的高い場合は音声や妨害音の到来方向の違いで音声の了解度は変わらないが、SN 比が比較的低い場合は、音声が側方から到来した場合や、音声と妨害音の到来方向のなす角が 60°~90°の場合に音声の了解度が向上することが示されている。これらの結果は、音声と妨害音の空間的な配置により両耳マスキング量に変化することによって生じたと考えられる。

一方で、2つ以上の音源が異なる方向にある場合、ある音源に着目することにより選択的に受聴できること、すなわちカクテルパーティ効果が生じることが知られている。したがって、受聴者が音声の方向に attention を掛けることにより、了解度が向上することが期待できる。本研究では、目的音として単語を、妨害音としてピンクノイズを用いて、それらが水平面上の様々な方向から到来する条件下で音声の到来方向に関する知識の有無が単語了解度に及ぼす影響を検討した。

2 実験方法

実験は無響室で行った。実験システムは、ノートパソコン(DELLE studio XPS 1340)、オーディオインターフェイス(RME Fireface 800)、D/A コンバータ(YAMAHA DA824)、イコライザー(YAMAHA Q2031B)、アンプ、スピーカ(JBL controll1)で構成した(Fig.1)。12個のスピーカは水平面に 30°間隔で配置した。スピーカから受聴者の距離は 1.6m である。

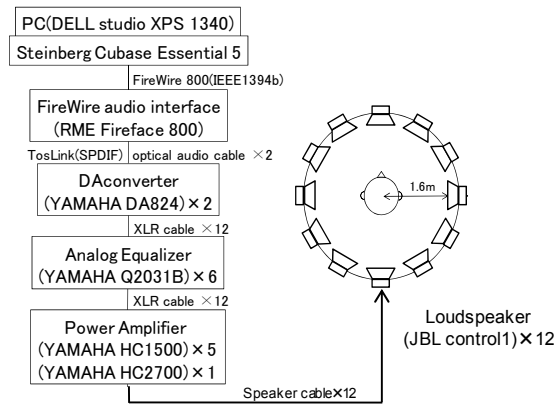


Fig.1 システム構成図

目的音は、「親密度と音韻バランスを考慮した単語了解度試験用リスト」[4]の親密度 5.5~7.0 の音表のうち、女声話者による 864 個の単語(4 モーラ)である。妨害音はピンクノイズ(200-16000Hz)である。目的音の音圧レベルは、被験者の頭部中心に相当する位置において A 特性音圧レベル 55dB、妨害音は同様に A 特性音圧レベル 62, 67, 72dB とした。SN 比は-7, -12, -17dB の 3 種類となる。刺激は 12 方向(目的音)×12 方向(妨害音)×3SN 比の 432 種類である。

刺激は Fig.2 に示す時間特性で示した。刺激の長さは 1.4 秒で、回答時間は 9.6 秒である。

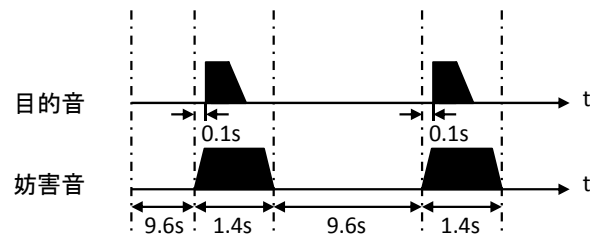


Fig.2 刺激の時間特性

各被験者は、432 種類の刺激を目的音方向の知識が有る場合と無い場合で、それぞれ 2 回ずつ、計 4 回回答した。練習試行 2 個を含め、50 個のセッションに分けて実験した。1 セッションの刺激の数は 36 個である。被験者は、20 代男性 14 名である。

* Effects of knowledge of the direction of arrival of source signal on word intelligibility, by MITOMI, Daisuke, WADA, Kazumasa, IIDA, Kazuhiro (Chiba Institute of Technology).

無響室は消灯し，被験者の手元だけに明かりを灯した．被験者は，Fig.3 に示す回答用紙に，聞き取った音声をカタカナで，知覚した音声の方向をマッピング法で回答した．目的音方向の知識は，回答用紙の円の上に予め黒丸(●)を記しておくことにより与えた．

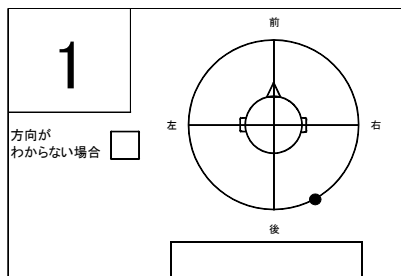


Fig.3 回答用紙

3 実験結果

3.1 各刺激に対する単語理解度

紙面の都合により，SN 比が-7dB の場合と-17dB の場合の単語理解度を示す．□は目的音方向の知識が無い場合，●は知識が有る場合である．

まず，SN 比が-7dB の場合(Fig.4)について述べる．目的音が 0° の場合は，目的音方向の知識が有ると，妨害音が 180° で理解度は 36% 上昇したが，妨害音が 330° では低下した．目的音が 30° の場合は，妨害音が 30, 120, 150, 240° で上昇した．そのうち，30° では 50% 上昇した．一方，妨害音が 90, 180° では低下した．目的音が 60° の場合は，妨害音が 0, 90~180° で低下した．そのうち，120° では 50% 低下した．目的音が 90° の場合は，妨害音が 90 および 180° で上昇したが，妨害音が 30 および 120° では低下した．目的音が 120° の場合は，妨害音が 0, 60~120° では上昇した．そのうち，妨害音が 60° では 61% 上昇した．一方，妨害音が 150° では低下した．目的音が 150° の場合は，妨害音が 60, 90, 150, 180, 330° で上昇した．そのうち，妨害音 180° では 43% 上昇した．一方，妨害音 210° では低下した．目的音が 180° の場合は，妨害音が 30, 120, 180, 210, 300° では上昇した．そのうち，妨害音 180° では 54% 上昇した．目的音が 210° の場合は，妨害音 30° で上昇したが，妨害音 0, 180, 210, 270, 330° では低下した．目的音が 240° の場合は，妨害音が 240, および 270° で上昇した．目的音が 270° の場合は，妨害音が 210, および 270° で上昇したが，妨害音が 0 および 300° では低

下した．目的音が 300° の場合は，妨害音が 150, 240, 330° で上昇した．目的音が 330° の場合は，妨害音が 0, 120, 150, 210, 270, 330° で上昇した．そのうち，妨害音が 330° では 68% 向上した．

以上より，SN 比が-7dB の場合は，目的音方向の知識がなくとも概ね高い理解度が得られる．ただし，目的音方向と妨害音方向が同一である場合は理解度が顕著に低下するケースが多い．このような場合においては，目的音方向の知識が有ると，他の方向と同程度に回復している．一方で，目的音方向の知識が有ることにより理解度が顕著に低下するケースがあるが，この理由については不明である．

次に，SN 比-17dB の場合(Fig.5)について述べる．目的音が 0° の場合は，妨害音が 30, 240, 330° で上昇したが，妨害音が 120, 270° では低下した．目的音が 30° の場合は，妨害音が 60, 150, 210, 270, 300, 330° で上昇した．そのうち，妨害音が 210° では 68%，240° では 61% 上昇した．目的音が 60° の場合は，妨害音が 0, 270, 330° で上昇したが，240° では低下した．目的音が 90° の場合は，妨害音が 0, 30, 300, 330° で上昇したが，妨害音 240 および 270° では低下した．目的音が 120° の場合は，妨害音が 240~300° で上昇したが，妨害音が 210° では低下した．目的音が 150° の場合は，妨害音が 240 および 300° で上昇したが，妨害音が 180 および 210° では低下した．目的音が 180° の場合は，妨害音が 240~330° で上昇した．目的音が 210° の場合は，妨害音が 90 および 120° で向上したが，0° では低下した．目的音が 240° の場合は，妨害音が 0~90° で上昇した．目的音が 270° の場合は，妨害音が 60~120° で上昇した．目的音が 300° の場合は，妨害音が 120 および 180° で上昇したが，60 および 90° では低下した．目的音が 330° の場合は，妨害音が 0, 60, 120° で上昇し，180° では低下した．

以上より，SN 比が-17dB の場合は，目的音と妨害音が同側にある場合は，目的音方向の知識の有無にかかわらず，理解度が低い．目的音方向の知識が理解度の向上に貢献するのは，目的音と妨害音が対側にある場合がほとんどであった．

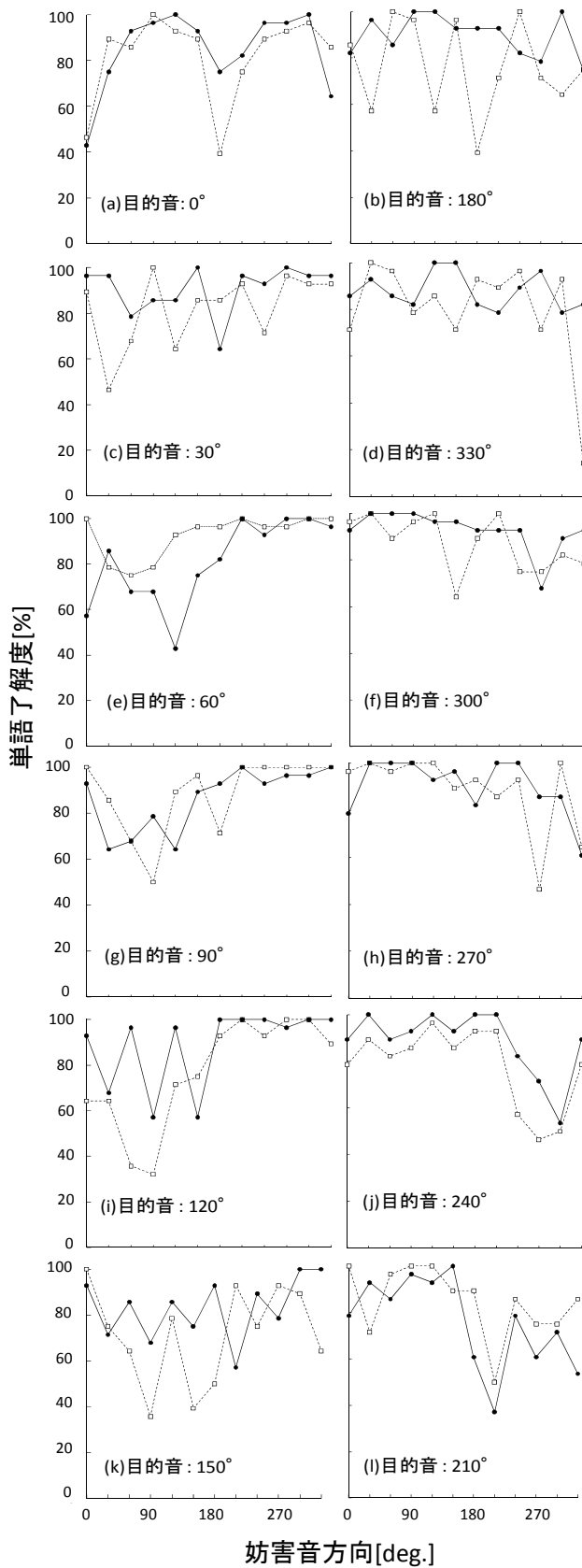


Fig.4 各刺激に対する単語了解度(SN比:-7dB)

● : 目的音方向の知識が有る場合, □ : 目的音方向の知識が無い場合

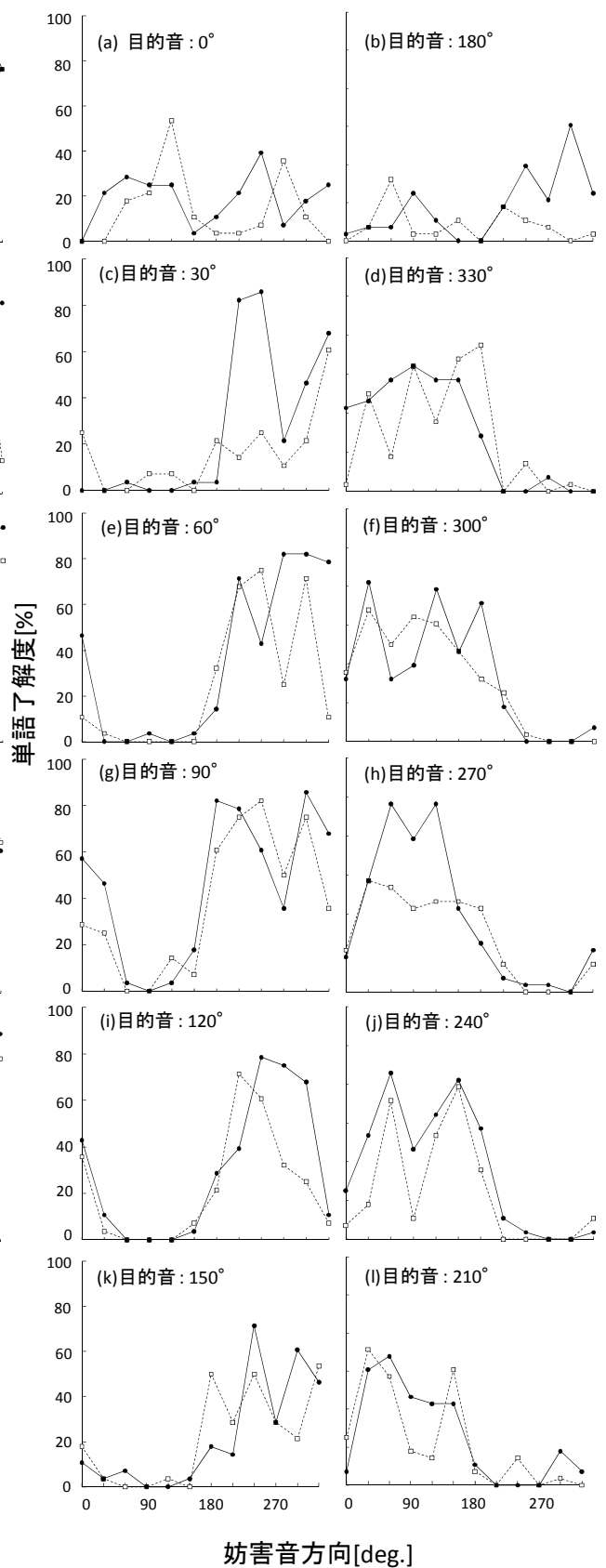


Fig.5 各刺激に対する単語了解度(SN比:-17dB)

● : 目的音方向の知識が有る場合, □ : 目的音方向の知識が無い場合

● : 目的音方向の知識が有る場合, □ : 目的音方向の知識が無い場合

3.2 SN 比毎にみた目的音方向の知識の影響

SN 比毎に目的音方向の知識が単語理解度に及ぼす影響を検討した. その結果を Table 1 に示す. いずれの SN 比においても単語理解度の向上が見られるが, SN 比-7 および-12dB では約 5%, SN 比が-17dB では約 7%向上した.

Table 1 各 SN 比における単語理解度

SN 比 [dB]	単語理解度 [%]	
	知識無し	知識有り
-7	82	87
-12	57	62
-17	23	30

3.3 開き角毎にみた目的音方向の知識の影響

目的音と呈示音の開き角 θ (Fig.6)毎に目的音方向の知識が単語理解度に及ぼす影響を検討した. その結果を Fig.7 に示す.

これをみると, まず, 従来の研究の結果と同様に, 開き角および目的音方向の知識の有無に関わらず, SN 比が高くなると単語理解度が向上することがわかる.

次に, SN 比および目的音方向の知識の有無に関わらず, 開き角が大きくなるにつれて単語理解度が高くなる傾向にあることがわかる.

目的音方向の知識については, SN 比-7dB の場合では, 開き角が 0° の場合, つまり目的音と妨害音が同一方向の場合が最も影響が大きく, 19%上昇した. これは, 3.1 で述べた通りである. また, 開き角が 180° の場合もやや向上していることが観察される.

一方, SN 比-12 および-17dB の場合は, 開き角が $90^\circ \sim 180^\circ$ の場合に向上した. SN 比-17dB の開き角 150° では 20%向上した. 3.1 で述べたように, 目的音と妨害音が左右対側の場合に単語理解度の向上が多く見られたことと一致する.

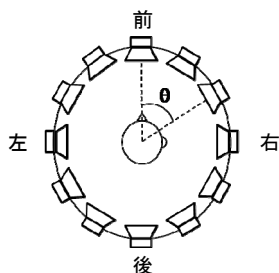


Fig.6 開き角 θ

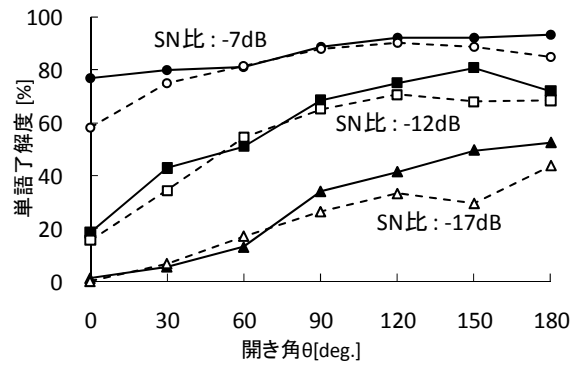


Fig.7 各開き角の単語理解度, 実線: 知識有り, 破線: 知識無し

4 結論

本研究では, 目的音方向の知識が単語理解度に及ぼす影響について検討した. 目的音と妨害音を水平面上に 30° 間隔で配置し, SN 比 (-7, -12, -17dB) をパラメータとして実験を行った. その結果, 以下のことを明らかにした.

- 1) 目的音方向の知識により, いずれの SN 比でも単語理解度は向上した. SN 比-7dB, および-12dB では約 5%, SN 比-17dB では約 7%向上した.
- 2) SN 比が-7dB の場合は, 特に目的音と妨害音が同一方向にある場合に, 目的音方向の知識により単語理解度が向上した.
- 3) SN 比が-12 および-17dB の場合は, 特に目的音と妨害音が対側にある場合に, 目的音方向の知識により単語理解度が向上した.

謝辞

本研究の一部は科研費(基盤研究(A)22241040)により実施した. 実験に協力いただいた千葉工業大学学部生(当時)の堀晃輔君と佐藤諒君に感謝いたします.

参考文献

- [1] Ebata *et al.*, JASA, 43, pp.289-297(1968)
- [2] 関口他, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.133-134(1984)
- [3] 高岡他, 日本音響学会誌 64 巻 8 号, pp.451-456(2008)
- [4] 坂本他, 日本音響学会誌 54 巻 12 号, pp.842-849(1998)