

L-32

先行音効果を利用した音声避難誘導システムの基礎検討

-2つの誘導音の融合と分離及び方向感-

A basic study of a voice evacuation guidance system using a precedence effect

-Directional sensitivity and fusion and separation of two guiding sounds-

○上田颯<sup>1</sup>, 橋本実結<sup>2</sup>, 大隅歩<sup>3</sup>, 伊藤洋一<sup>3</sup>

\*Hayato Ueda<sup>1</sup>, Miyu Hashimoto<sup>2</sup>, Ayumu Osumi<sup>3</sup>, Youichi Ito<sup>3</sup>

Abstract : We developed a voice evacuation guidance system in the safe place effectively using a precedence effect when the disasters of a fire breaks occurred in a building.

In this report, we experimentally investigate an evaluation of fusion and separation of two guiding sounds and direction sensitivity when the arrival time difference of the preceding sound and succeeding sound change.

1 はじめに

大規模かつ複雑な構造の建物内で火災などの災害が発生した場合に、人々を効果的に安全な場所に避難誘導する一つの方法として、先行音効果を利用した音声避難誘導システムを提案し、研究を行っている<sup>[1]</sup>。現在、このシステムを広い建物空間へ適用するため、正方形の四隅に配置するスピーカから先行音と3つの後続音を再生させる基本ユニットを複数組み合わせるシステムによる実現を目指している<sup>[2-4]</sup>。ここで、上記のシステム構成では、適用するエリアにおいて複数の誘導音が完全に分離して聞こえる箇所が生ずることが考えられる。一方、二つの誘導音（先行音と後続音）が分離している場合では適切な方向への方向感を得る可能性があることも報告されている<sup>[5]</sup>。

本報告では、上記の問題を確認するため、二つの誘導音が融合から分離に至るまでの音の方向感について、評価実験を通して検討を行った。

2 実験概要

2.1 方法

Fig. 1 は実験の概要であり、縦 11 m × 横 8 m × 高さ 3 m の建物空間内中央付近に、先行音と後続音を発生させるスピーカ Sa（先行音）、Sb（後続音）を、図のように被験者からそれぞれ距離 3 m の位置に配置する。設置高さは被験者の受聴位置とほぼ等しい 1.5 m とした<sup>[3]</sup>。両スピーカからの誘導音再生は Fig. 2 のブロック図に従い、再生音声には女性のアナウンス（非常口はこちらです。）を用いる。Table. 1 に示す評価基準を基に音の方向感の評価をした。ただし、被験者の両耳は Fig. 1 のようにスピーカ Sa と Sb を結ぶ直線上に固定している。被験者は男女 15 名（21~24 歳）である。

2.2 実験条件

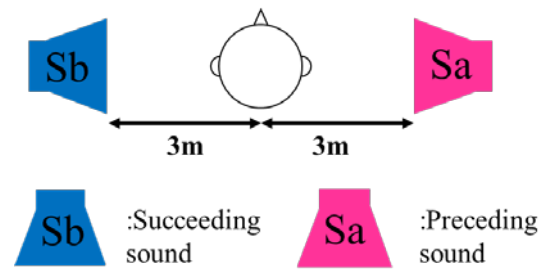


Fig. 1 Layout of experiment

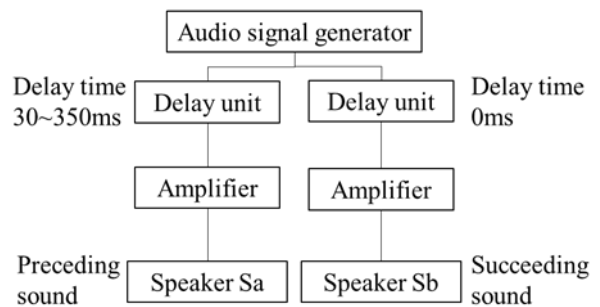


Fig. 2 Block diagram for experiment

Table. 1 Evaluation index

3	先行音側に方向感がある
2	
1	
0	どちらでもない
-1	
-2	
-3	後続音側に方向感がある

1:日大理工・学部・電気 2:日大理工・院（前）・電気 3:日大理工・教員・電気

Table. 2 に実験時の両誘導音の再生音の条件の詳細を示す。Fig. 3 に示すのは、実験に先立って検討した誘導音の融合と分離の関係である<sup>[4]</sup>。到達時間差を変化させた場合の結果より、具体的には、先行音と後続音が融合していると感じる両音の到達時間差 30ms、半数以上の人々が分離していると感じる時間差 70ms、ほぼ全員が分離しているとした時間差 100ms、さらに時間差 200ms、350ms を追加した場合について方向感の評価実験を行う。この Fig. 3 を基に Table. 2 を条件とした。

### 3 実験

Fig. 4 は方向感の評価結果である。赤丸は評価値の平均を示しており、四角は、評価値とその人数の関係を示している。なお、図中の四角の大きさは各評価値の評価人数を示している。

まず、Fig. 4 の評価結果の平均値から全体の傾向を見ると、到達時間差が 70ms までは評価結果は良好であるが、それよりも大きい場合には良好な方向感がほぼ得られず 200ms で評価値は最低値となる。一方、350ms ではわずかに改善される結果となっている。これは、先行研究の報告通り、音が完全に分離したことで先行音が認識しやすくなり、評価値が改善されたことが考えられる<sup>[5]</sup>。

続いて、Fig. 4 に示す評価値とその人数のばらつきについて考察する。まず、先行音と後続音の到達時間差 30ms では両音は完全に融合しており、ほぼ全員が先行音側に良好な方向感を得ている。時間差 70ms では評価平均値 +1.8 となり、半数以上が先行音側へ方向感を得ているが、評価値にややばらつきが見られる。時間差 100ms になると評価のばらつきも大きくなり、後続音側へ方向感を得ている。これは、ほとんどの被験者が両音が分離していると感じるためである。時間差が 200ms 以上になると、ほとんどの人がいずれの方向にも方向感を得ていない。しかも、方向感のばらつきは後続音側に増加している。なお、時間差が 350ms になると両音をはっきりと分離して先行音側を認識しやすくなるため、評価平均値は +0.3 と僅かに改善されている。

### 4 まとめ

二つの誘導音である先行音と後続音の融合から分離にいたる範囲での音の方向感について、評価実験を通して検討を行った。その結果、先行音効果が十分作用しているときの音の方向感の評価は極めて良好であり、一方両音の到達時間差が 70ms 以上では各被験

Table. 2 Experiment condition

	Preceding sound	Succeeding sound
Sound pressure level [dB]	65	65
Delay time [ms]	0	30・70・100 200・350

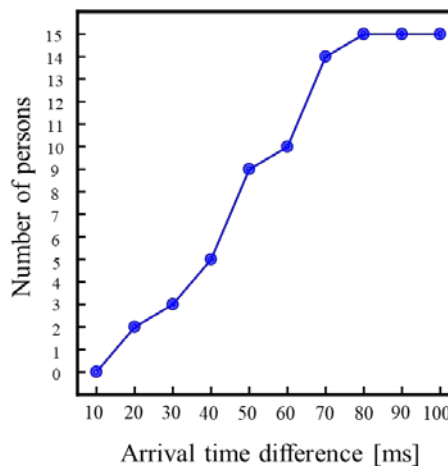


Fig. 3 Fusion relations of guiding sound

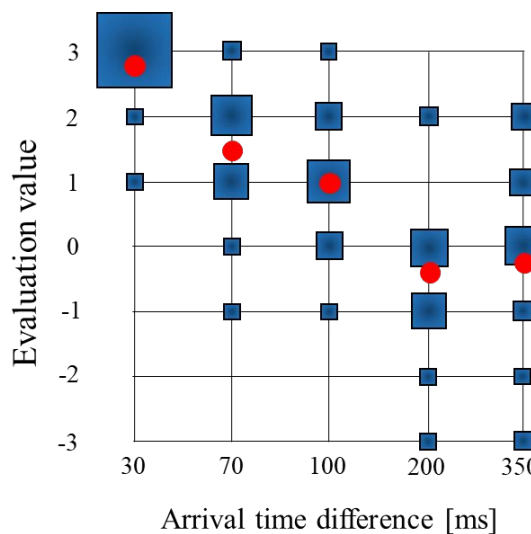


Fig. 4 Sound direction sensitivity

者の評価が大きく異なることが分かった。また、到達時間差が十分大きく両音が分離している場合では、先行音側への方向感が僅かに改善されることが確認された。

### 5 参考文献

[1] 伊藤, 日本音響学会誌, 57 (10), 675-680, 2001.  
 [2] 石山, 他, 音講論 (春), 859-860, 1996.  
 [3] 井上, 他, 音講論 (春), 825-826,, 1998.  
 [4] 橋本, 他, 音講論 (春), 879-890,, 2017.  
 [5] 森本, 他, 建築音響研究会, 1-9, 1992.