平成23年度研究助成 【サウンド技術振興部門】より

脳磁界計測を用いた最適サイン音に関する研究

産業技術総合研究所　健康工学研究部門
研究員　博士（学術）　添田　喜治

1．はじめに

駅の改札口や階段の場所を音で案内する「サイン音」は、視覚障害者にとって危険物からの逃避や目的場所への移動のために重要である。しかし、実際には視覚障害者の４割強がサイン音を利用しにくいと報告している[1)]。視覚障害者にとって利用しやすいサイン音を実現するためには、知覚しやすいサイン音源・周辺環境条件などを明らかにする必要がある。

本研究では、種々のサイン音に対するヒトの脳活動を調べることで、利用しやすいサイン音特性の解明を試みた。

2．サイン音の定義と音による案内の基本的な考え方

サイン音とは、使用者にとって情報となりうる音であり、ある情報を伝える目的で人為的に施設や機器に付加された音のことである。サイン音には大きく分けて次の五種類がある[2)]。

①警告音：人命に関わるような事象の発生や緊急時の告知（サイレン、ブザー）
②記号音：施設内の基点を表す（盲導鈴）
③識別音：異なる場所・設備・機能に対して一対一に割り当てる（交差点のカッコー、トイレの水洗音）
④音声：伝えたい情報・内容を言語で表す
⑤演出音：空間やイベントを演出するために利用される音楽や自然音

本研究では、特に視覚障害者の記号音・識別音を対象とした。

高齢者、障害者等をはじめとした多様な利用者の多彩なニーズに応え、すべての利用者がより円滑に公共交通機関を利用できるよう、旅客施設の望ましい整備内容を示したガイドラインが発行されている[2)]。その中で、サイン音に関連するものには、プラットホーム上の階段における音響案内の標準例として鳥の鳴き声を模した音、地下鉄駅地上出入口・改札口における音響案内の標準例として「ピン・ポーン」またはこれに類似した音、が提案されている。また、音案内として使用する周波数帯域は基本周波数が100Hz ～2.5kHzの範囲にあること、約５～８kHzの周波数帯域幅（その音を構成する周波数成分の最大周波数と最小周波数の差）を有すること、が望ましいとされている。

本研究では、プラットホーム階段上における標準であり、視覚障害者の４割強がサイン音を利用しにくいと報告している鳥の鳴き声を模した音を対象とした。

3．実験方法

わかりやすいサイン音とは、音の存在がわかる、その音の到来方向がはっきりわかる、の二段階があると考えた。レベルの大きい鉄道騒音

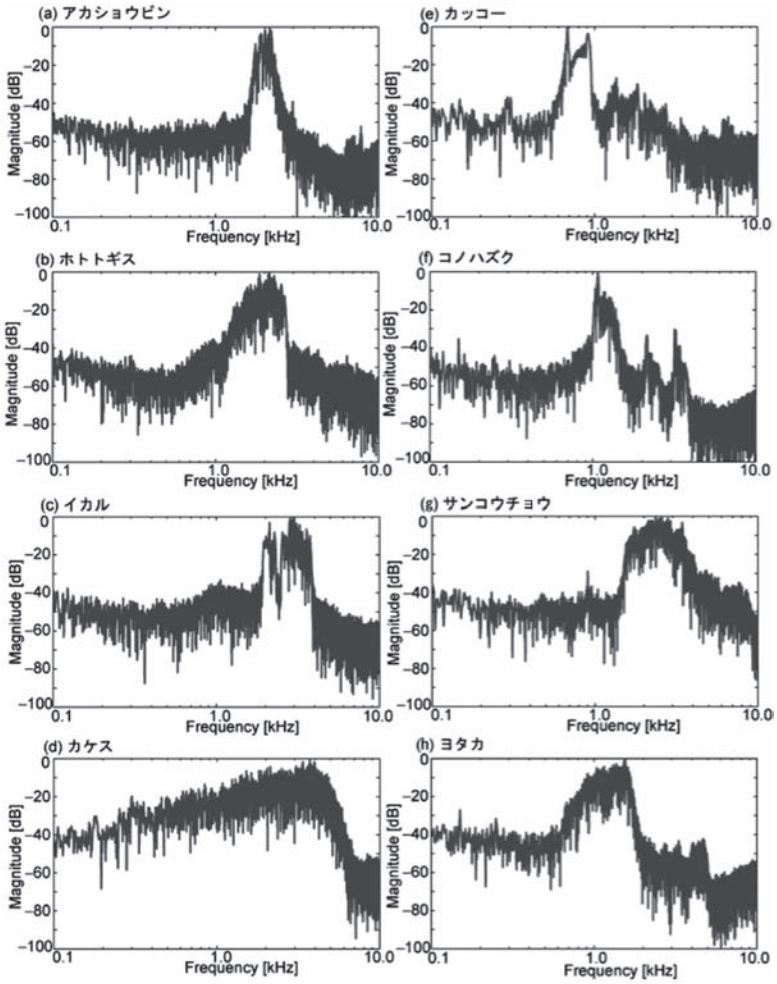

図１　実験に用いた鳥の鳴き声のスペクトル

図２　脳磁界計測装置（左）と脳磁界反応例（右）

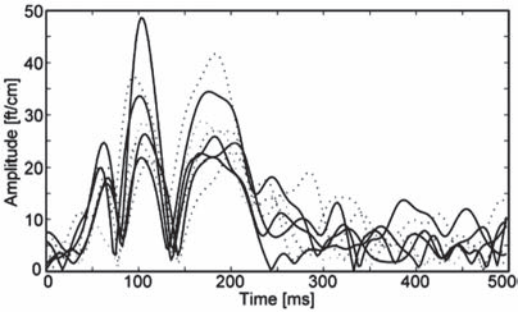

図３　各鳥の鳴き声聴取時にある被験者の左側頭部からえられた脳磁界反応の二乗平均平方根

下で利用しやすいサイン音を調べるために次の三段階でわかりやすいサイン音を調べる実験を行うことにした。①低音圧レベルでもはっきり聞こえる、②鉄道駅構内騒音下ではっきり聞こえる、③鉄道駅構内騒音下でどこから聞こえてくるかはっきりわかる。

実験に用いる鳥の鳴き声を選ぶために、32種類の野鳥の鳴き声のスペクトル解析を行った。公共交通機関の旅客施設に関する移動等円滑化整備ガイドラインにある、基本周波数100Hz～2.5kHz、広い周波数帯域（５～８kHz）をできるだけ満たす８種類の鳴き声（アカショウビン、ホトトギス、イカル、カケス、カッコー、コノハズク、サンコウチョウ、ヨタカ）を、実験に用いるわかりやすいサイン音候補として選択した。各刺激のスペクトルを図１に示す。

わかりやすいサイン音を調べるために、各鳥の鳴き声聴取時の脳磁界反応を調べた。脳磁界反応とは、脳内の神経細胞の電気的活動に伴って発生する磁場を記録するものである。図２に脳磁界計測装置と脳磁界反応例を示す。聴覚刺激によって誘発されるものを聴覚誘発脳磁界反応という。本実験では、長さを約500msから1000msに揃え平均音圧レベルを60dBとした鳥の鳴き声を、ランダムな順序で被験者に提示した時の聴覚誘発反応を計測し、各刺激に対し

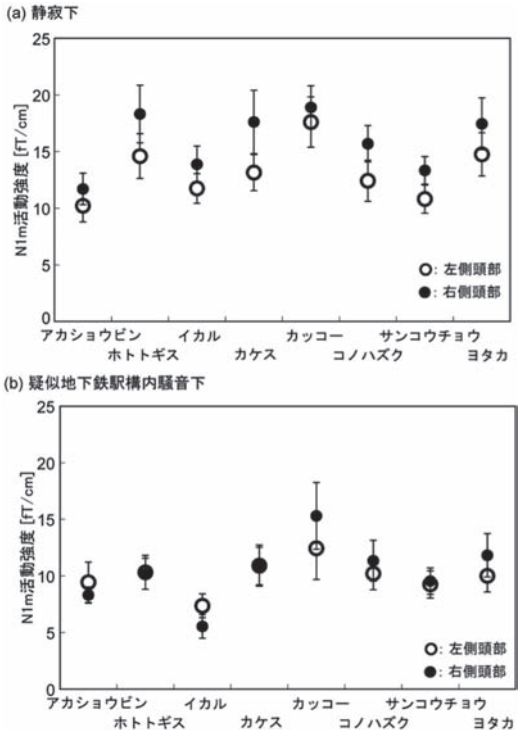

図４　(a) 静寂環境下，(b) 疑似鉄道駅構内騒音環境下における各鳥の鳴き声聴取時のN1m活動強度

て100回以上同期加算を行ったデータの解析を行った。実験は静寂下と疑似地下鉄駅構内騒音下[4]の二条件で行った。被験者は11名であった。聴覚誘発脳磁界反応との計測・解析により、音の大きさ、高さ、方向定位、音楽・音声の知覚が、ヒトの脳内でどのように行われているか調べられている。従来の研究から、聴覚誘発脳磁界反応の中でも、音刺激の入力後約100msに生じるＮ１ｍ反応が、刺激の心理的な音の大きさ（ラウドネス）[5]や音の高さの明瞭性[6]と対応することが明らかにされていることから、本研究ではＮ１ｍ反応に注目した。

４．実験結果

図３にある被験者の左聴覚野付近からえられた脳磁界反応の二乗平均の平方根値を示す。明

瞭なN１m反応がえられ、各鳥の鳴き声に対して異なる反応を示した。図４に全被験者の左右聴覚野付近からえられたN１m反応の活動強度の平均値を示す。静寂下、疑似地下鉄駅構内騒音下の両条件おいて、カッコーの鳴き声を聞いている時にN１m活動強度が最大となった。反応が大きいということは、心理的に大きく聞こえている、あるいは、音の高さが明瞭に知覚されていると考えられることから、現時点ではカッコーが利用しやすい鳥の鳴き声のサイン音の有力候補である。

５．まとめ

今後は、N１m反応以外の脳磁界反応の解析、様々な場所から鳥の鳴き声が到来する時の脳磁界反応計測・解析、心理実験により脳磁界反応から推定されたわかりやすい鳴き声が心理的にもわかりやすいかの実証、を行う予定である。また、改札口における標準（「ピン・ポーン」またはこれに類似した音）を対象とした実験も行う予定である。

謝　　辞

本研究に対して研究助成を賜りました、一般財団法人カワイサウンド技術・音楽振興財団に心より感謝申し上げます。

参考文献

１）音サインによる交通拠点移動支援の事例基礎研究報告書，平成21年度交通エコロジー・モビリティ財団自主事業「交通施設における音案内サインの基礎研究」

２）音サイン導入マニュアル－音サイン導入の手引き－，平成18年度中小企業等活路開拓調査・実現化事業「音サインの導入支援ガイドマニュアル作成調査研究事業」

３）公共交通機関の旅客施設に関する移動等円滑化整備ガイドライン（国土交通省，2007）

４）Shimokura, R., and Soeta, Y., Characteristics of train noise in ground and underground stations with side and island platforms, Journal of Sound and Vibration, 330, 1621 − 1633 (2011).

５）Soeta, Y., Nakagawa, S., and Tonoike, M., Auditory evoked magnetic fields in relation to bandwidth variation of bandpass noise, Hearing Research, 202, 47 − 54 (2005).

６）Soeta, Y., and Nakagawa, S., The effect of pitch and pitch strength on an auditory-evoked N１m, NeuroReport, 19, 783 − 787, (2008).