

Title	自動車走行雑御中の報知音知覚に関する研究
Author(s)	内山, 英昭
Citation	
Issue Date	2007-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/3579">http://hdl.handle.net/10119/3579</a>
Rights	
Description	Supervisor: 鷓木 祐史, 情報科学研究科, 修士

# 自動車走行雑音中の報知音知覚に関する研究

内山 英昭 (510015)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2007年2月8日

キーワード: 報知音, マスク, SRM, ITD, IPD, BMLD.

## 1 はじめに

自動車の報知音の役割は、危険、故障、交通渋滞をはじめとする様々な情報を音によってドライバーに認識させることである。しかし、車室内ではエンジン音、風きり音といった様々な雑音が存在するため、これらの雑音によって、報知音がマスクされてしまう可能性がある。危険を知らせる報知音であった場合は、重大な事故を引き起こす要因になる恐れがある。そこで車室内のような雑音環境下でも、正確かつ効率よくドライバーに知覚されやすい報知音の呈示が求められる。

一方で、マスキング量を軽減させる現象の一つとして、Spatial Release from Masking (SRM) が Saberi らに報告されている。SRM とは、信号音と同方向から到来する雑音によるマスキング量に対して、信号音と雑音の到来方向が異なる場合に、マスキング量が減少する現象である。もし SRM が車室内においても生起するならば、報知音源が雑音源にマスクされにくい位置関係が存在する。これにより、走行中の車室内において、知覚されやすい報知音の設計に指針を与えることができる。この SRM を報知音に利用した先行研究において、中西らは SRM が両耳間時間差 (Interaural Time Defference: ITD) と両耳間レベル差 (Interaural Level Difference: ILD) を手掛かりに生起することから、まず ITD に着目した。これは Saberi らが自由音場においてパルス音と白色雑音を用いて知覚特性の測定を行なったため、ITD と ILD の手掛かりが複雑に絡み合っている可能性があるからである。そこで中西らは音呈示にヘッドホンを利用した。まず中西らは、白色雑音中でパルス音の ITD を変化させた場合のマスキング閾値を測定して、SRM は ITD を手掛かりに生起することを示した。また、報知音において同様にして、SRM は ITD と報知音の成分周波数の両耳間位相差 (Interaural Phase Difference: IPD) を手掛かりに生起することを示した。

本研究では、車室内において SRM を利用するために、自動車走行雑音を用いた場合でも SRM が生起するかを明らかにする。そこでまず自動車走行雑音中で報知音の ITD を

変化させた場合のマスクング閾値を測定する。これにより、ドライバーの正中面から到来する雑音に対し、報知音の知覚特性を議論できるだけでなく、先行研究との対比により SRM が生じたかどうか議論できる。また車室内において、雑音の到来はドライバーの正中面のみではない。次に雑音の ITD を変化させた場合の報知音の知覚特性を調べる。これにより、被験者の正中面から到来する雑音以外の報知音の知覚特性も議論できる。

## 2 報知音の知覚特性の測定方針

報知音の使用状況を考慮すると、知覚特性は実環境で行なうことが望ましい。しかし、実環境では SRM の手掛かりが複雑に絡み合っている可能性があるため、音呈示にヘッドホンを利用し、先行研究と同様まずは ITD を設定した報知音の知覚特性を調べる。これは先行研究において白色雑音を用いたのに対し、本研究では自動車走行雑音を用いて報知音の知覚特性を測定する。よって新たに手掛かりを増やしてしまった場合、何が知覚特性に影響を与えているかを明らかにするのは困難になってしまうためである。

## 3 報知音の成分周波数による両耳間時間差と両耳間位相差の影響

### 3.1 目的

成分周波数によって、SRM における ITD と IPD の手掛かりを切り分けて考えることができるかを明らかにする。先行研究では 1.5, 2.0, 2.5 kHz の報知音が用いられた。そこで成分周波数を拡張し、1.0, 4.0 kHz の報知音のマスクング閾値を調べる。

### 3.2 実験手続き

正中面を 0 度とした場合に、被験者の右側に信号音源が移動するように、15 度、30 度、45 度、60 度、75 度、90 度として設定した。なお、以降の信号音と雑音の位置関係は、 $S_0N_0$ 、 $S_{15}N_0$ 、 $S_{30}N_0$ 、 $S_{45}N_0$ 、 $S_{60}N_0$ 、 $S_{75}N_0$ 、 $S_{90}N_0$  と表現することとする。より簡潔に  $S_mN_0$  ( $m = 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90$ ) と表現することとする。例えば、 $S_{30}N_0$  は、信号音 (S) の到来方向が 30 度、雑音 (N) の到来方向が 0 度を示す。

### 3.3 結論

実験の結果、両成分周波数とも ITD と IPD に依存して SRM が生じた。よって、両者を切り分けることはできない。一方で低い成分周波数では両耳間マスクングレベル差 (Binaural Masking Level Difference: BMLD) の効果が大きく、逆に高い成分周波数では BMLD の効果が小さい。

## 4 自動車走行雑音中の報知音の知覚特性

### 4.1 目的

まず白色雑音と自動車走行雑音の主な違いは、白色雑音のスペクトルは一定なのに対し、自動車走行雑音のスペクトルは低域側が大きく高域側が小さい、ピンクノイズに近い性質がある。そこでこのような雑音の性質の違いがあつた場合にも、SRM が生起するかを明らかにする。そこで、白色雑音中の報知音の知覚特性と対比するために、ITD の設定は  $S_m N_0$  条件の下、報知音のマスクング閾値を調べる。そこで用いる成分周波数は 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 4.0 kHz である。

### 4.2 実験手続き

実験手続きは第 3 節と同様である。

### 4.3 結論

各成分周波数ごとに、白色雑音で得られた報知音の知覚特性と同様の傾向を示した。つまり ITD と IPD を手掛かりに SRM が生起することが明らかにされた。また雑音の違いとして、白色雑音では低い成分周波数ほどマスクされにくかったのに対し、自動車走行雑音では低い成分周波数ほどマスクされやすいことが示された。これは自動車走行雑音のスペクトルの傾斜に従っている。一方で、白色雑音を用いたときと同様に、低い成分周波数ほど BMLD の効果が大きい。

## 5 到来方向が異なる雑音源が報知音知覚に与える影響

### 5.1 目的

先行研究では、雑音源の到来方向を被験者の正中面に固定して議論していた。しかし、自動車車室内を考えると、エンジン音、風きり音、など様々な雑音が存在するため、雑音の到来方向はドライバーの正中面だけではない。そこで、逆に報知音を正中面に固定し、雑音源を動かした場合の、報知音のマスクング閾値を調べる。これによって、前節で得られた結果と、対比することで様々な方向から到来する雑音源が報知音の知覚特性に与える影響を明らかにする。そこで用いる報知音の成分周波数は前節と同様である。

### 5.2 実験手続き

雑音源を動かすため、ITD の設定は  $S_0 N_m$  条件である。

### 5.3 結論

実験の結果、各成分周波数ごとに得られた結果は前節と同様の傾向を示した。よって、 $S_0N_m$  条件の報知音の知覚特性も ITD と IPD に依存して SRM が生起することが示された。このことから、報知音と雑音源の到来方向による角度差が知覚特性に大きく影響する。

## 6 まとめ

本研究では、まず報知音の成分周波数によって、SRM における ITD と IPD の手掛かりを切り分けて考えることができるかを議論するために、ITD の設定は  $S_mN_0$  条件の下、白色雑音中で成分周波数を拡張して報知音のマスクング閾値を調べた。その結果、ITD と IPD を手掛かりに SRM が生起したため、両者を切り分けて考えることはできない。一方で、低い成分周波数ほど、BMLD の効果が大きいことが示された。次に自動車走行雑音を用いた場合も SRM が生起するかを明らかにするために、先ほどと同様にして報知音のマスクング閾値を調べた。また異なる到来方向の雑音源が報知音知覚に与える影響を明らかにするために、ITD の設定は  $S_0N_m$  条件の下、自動車走行雑音中の報知音のマスクング閾値を調べた。この両者の実験の結果、 $S_mN_0$  条件と  $S_0N_m$  条件は同様の傾向を示した。これは白色雑音で得た知覚特性と同様の傾向である。つまり両者とも ITD と IPD を手掛かりに SRM が生起することが明らかにされた。さらに、低い成分周波数ほど BMLD の効果が大きい。また自動車の走行雑音のスペクトルの傾斜に従って、低い成分周波数ほどマスクされやすい。以上の結果から、報知音を効果的に知覚させる呈示方法は、まず雑音源の到来方向とその雑音のスペクトルを考慮し、報知音の ITD と成分周波数による IPD を考察する必要があることを示唆するものである。