

自動車内の各種サイン音にとって望ましい音響特性

崔, 鍾大

<https://doi.org/10.15017/458889>

出版情報 : Kyushu University, 2004, 博士 (芸術工学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

第 1 章 序論

1.1 はじめに

最近、自動車には、ITS (Intelligent Transport Systems : 高度道路交通システム) 技術の発達によって追突予測や自動運転支援などの機能が搭載されるなど、車のインテリジェント化が進んでおり、これらの機能の開発と共に、様々なメッセージを伝えるためのサイン音の数も増加していくと予想される。通常の自動車には「リバーズ報知音」「ライト消し忘れ報知音」「キー抜き忘れ報知音」などのほか、「タイヤ空気圧警報音」を含めて様々なサイン音が備わっており、これらの音は運転操作の確認、操作ミスの防止、危険の報知など、重要な役割を果たしている。また、自動車には、これらの情報を検知・報知するなど、安全運転を行なうための各種センサーや警報装置が装備されている。

自動車に装着されている基本的なセンサーを例に挙げると、光センサー、温度センサー、圧力センサー、湿度センサー、ガスセンサーなど、約 50 種類以上のものがある。これらのセンサーで検知した情報は、自動車内のコンピュータで処理し、各種機器のトラブルや運転操作のフィードバックとして、ドライバーに視覚的な情報、あるいは、聴覚的な情報を与えている。一般的な視覚情報としては、「排気温警告灯」「トランスミッション警告灯」「ブレーキ警告灯」「アンチロックブレーキシステム (ABS) 警告灯」などがある。聴覚情報としては、「キー抜き忘れ報知音」「ライト消し忘れ報知音」「リバーズ報知音」「ウインカー報知音」「シートベルト掛け忘れ報知音」「エンジンチェッカー報知音」「ブレーキ油圧警報音」など各種のものがある。これらの視聴覚情報をドライバーに正確に伝えるために、日本工業規格 (JIS) ではいくつかの基準を定めている。表 1.1 に、JIS で定められている視覚情報に関する操作や警報装置の識別記号をいくつか例として示す[1]。このように視覚情報に関しては、JIS が定めている規定に従うような傾向にあるが、聴覚情報に関しては、メーカーや車種によっても使用されているパターンが様々であり、ドライバーには混乱を招きやすいこともありうるのが現状である。聴覚情報に関しては、より詳細な規格を定めるための調査や研究が必要とされる。

国土交通省では、2003 年末から発売される新車に対してシートベルト非着用警報音を義務化するという自動車安全基準などを定めた道路運送車両法の保安基準の整備が行われている[2]。さらに、国土交通省や自動車メーカー、通信業界などでは、自動車の安全性や利便性に関連した様々な研究が行われている[3]。

表 1.1 自動車—操作, 計量および警報装置の識別記号 (JIS D 0032 : 2001)

識別記号	識別記号の説明及び適用	ISO/IE 登録番号
	エンジン	7000-0640
	シートベルト	7000-0249
	<p>ブレーキの故障</p> <p>警報装置の表示灯火は, 赤とする。</p> <p>一つの警報装置で複数のブレーキ装置の状態を示す場合, この識別記号を用いることとする。</p>	7000-0239
	ポジションランプ	7000-0456
	<p>燃料</p> <p>この識別記号は, 燃料容器のキャップに使ってもよい。</p>	7000-0245
	<p>ターンシグナル</p> <p>警報装置の表示灯火は, 緑の点滅とする。</p> <p>この識別記号は, 枠内を塗りつぶしてもよい。</p> <p>左右の矢印が離れていてもよい。</p>	7000-0084
	エンジンオイル	7000-0248

相馬ら[4]は、ITS 運転支援システムにおける各種警報の有効性に関する研究で、先行車急制動時の警報に対するドライバの反応時間と低覚醒時の有効性、高齢ドライバに対する事前警報の有効性などについて検討を行なった。JIS[5]では、自動車-前方車両衝突警報装置-性能要求事項及び試験手順のヒューマンインタフェースに関する要求事項として、表 1.2 のように視覚や聴覚へ訴える警報特性について規定している。

また、江部ら[6]は、緊急レベルに応じた警報音特性に関する研究で、各種情報支援/運転支援システムで必要とされる警報音の増加に対し、「警報音」設定の体系化、他の警報との弁別性、高齢ドライバーにとっても聞き取りやすい警報音を検討した。

表 1.2 警報特性 (JIS D 0802 : 2002)

種類	視覚警報	聴覚警報
衝突警報	色：赤 装置：当該車両運転者の注視視野の方向 輝度：高輝度 発光間隔：短間隔の点滅を推奨	音圧：高い緊急性を伝えるために、車内の他のすべての聴覚警報よりも高く設定することが望ましい トーン：単一トーンは避けることが望ましい 発音間隔：短間隔の断続音を推奨
予備衝突警報	色：黄色又はアンバー 輝度：夜間はまぶしくなく、日中でも十分に認識できるもの 発光間隔：連続又は長間隔の点滅	音圧：音圧は周囲の騒音以上とする トーン：うるさくない音色 発音間隔：連続音又は長間隔の断続音若しくは単発音

JARI (Japan Automobile Research Institute : 財団法人日本自動車研究所) では、視覚的な警報表示の物理的特徴とドライバーが表示から感じる主観評価の対応関係の検討や、聴覚的な警報表示である警報音に対し、時間要因や周波数要因と主観評価との対応関係についての検討がなされてきた。このように、警報(視覚的/聴覚的)の表示に関する一定のガイドラインを定めようという動きがある。宇野ら[7]は、視聴覚表示の物理特性を利用した主観的印象の伝達に関する研究で、情報内容に相応しい表示方法を選択する基本的な枠組みを示している。

また、日本における自動車に対する警音器の音圧レベルの基準として、ヨーロッパでの基準(ECE)が導入される見通しであり、ECE基準(93dBA以上112dBA以下)に適合させるためには現行の保安基準(90dBA以上115dBA以下)より警音器の音圧レベルを上げなければならないなどの変更が必要となってくる。橋本ら[8]は、日本製と欧州製の各種の自動車の警笛音について、警音器の違いによる音圧レベルの変化とびっくり感、警音感、迫力感、金属感、および、不快感に対する評価実験を行っている。その結果、あまり不快でなく、びっくりすることが少なく、ある程度の警告感を確保した警音器の音圧レベルは、90~95dBA程度と判断された。従って警音器の音圧レベルはECEの基準で定められているレベルの下限に近い値でも警告感とびっくり感を持つことを報告している。

JISでは、自動車用ホーン[9]、自動車用接点式警告ブザー[10]について、その種類や性能、形状および寸法などについて規定している。表1.3と1.4に自動車用接点式警告ブザーの音の大きさによる種類および記号、使用区分による種類および記号を示す。また、日本の道路運送車両法にも警報に関するいくつかの保安基準が定められている[11]-[13]。

自動車内の各種のサイン音については、こういった警報系の音だけではなく、様々な機能を持ったサイン音があり、各機能イメージにどういった音が相応しい音であるのかを検討しておく必要がある。自動車内のより快適な空間をつくり上げるためには、必要以上の警告感を感じさせるような音は不適切であろう。サイン音は、メッセージを確実に伝えることが前提であり、より快適に感じられるような音であるほうが望ましい。

しかし、現在の市販車においては、同じメッセージを伝えるサイン音でも、メーカーや車種によって使われている音は様々である。耳障りで嫌悪感を与えるような音も存在して

いる。また、リバースギアが選択されていることに気づかず、前進させるつもりでアクセルペダルを踏んだが、後退してしまい事故に至るといったケースなどに見られるように、ドライバーに対して確実にメッセージを伝えられる音が使われているかという点にも疑問がある。このことに関して本格的に取り組んだ研究もない状況である。

表 1.3 音の大きさによる種類および記号 (JIS D 5712 : 1973)

種類	記号	音圧 dB(A)	音圧の許容値 dB(A)	外径 mm	基本周波数 Hz
1種	1	50以上70以下	±10	45以下	500, 800, 1000
2種	2	70をこえ90以下		40~55	300, 500, 800
3種	3	90をこえ110以下		50~80	300, 500

備考：音の大きさにより、1種、2種、3種と3種類に分けている。

表 1.4 使用区分による種類および記号 (JIS D 5712 : 1973)

種類	記号	適用部品例 (参考)
ひんばんに使われるもの	A	スピード警告用, ワンマンバスのドア開閉警告用, シートベルト掛け忘れ警告用, ターンシグナル用(方向指示器), ダンプ警告用。
ときどき使われるもの	B	エンジン油圧警告用, エアブレーキのタンク圧警告用, イグニッションキー抜き忘れ警告用, オーバラン警告用。
まれに使われるもの	C	火災報知用, 非常ドア開ひ(扉)報知用。

1.2 各種のサイン音について

自動車内の各種サイン音以外にも我々の生活環境の中には、様々な場面で音声以外の音による情報伝達が行われている。これらのメッセージを伝える音は、視覚のサインになぞらえて「サイン音」と呼ばれている。聴覚は全方位にわたって情報を得ることができ、何かをしているときには視覚に比べて注意喚起に優れているため、様々なメッセージを伝える手段として利用されている。これらのサイン音は、関連製品や関連空間において様々な状況で使用されている。一般的に家庭内でよく耳にしている音としては、電子レンジや炊飯器、洗濯機などの操作や終了音、異常を知らせるための報知音、コンピュータのエラー音、電話などの呼出音、ガス漏れの警告音などがある。公共空間においては、電車の発着を告げる音、駅内の自動改札警告音、踏切の遮断機から発する音、盲導鈴、救急車のサイレン、自動車の警笛音などが挙げられる。このように、それぞれの製品や製造されるメーカー、導入されている場所、空間によっても音の位置づけられかたも多様である。しかし、これらのサイン音は、特定の人にしか理解することが出来ない場合もあるし、必要以上に警告感を与えたり、また、人によっては解釈が異なったりして、その意味するところが変化し、混乱を招き易いのが現状である。

サイン音は、事故などの危険な状況を伝える、機器の異常を知らせる、操作の確認や操作ミスなどを知らせるフィードバックの音など、様々な役割を果たしているため、それらの音が本来意図している情報を正確に伝えることが求められている。近年、このようなサイン音に関連する様々な研究がなされている。

日本サインデザイン協会では、サイン音の製作者、デザイナー、研究者、そして一般の人々を対象とし、全国主要都市の公共空間でのサイン音の実施例と実際の家庭空間で使われているサイン音の実態収録調査をした[14]。この報告書では、サイン音の様々な課題を実態的に把握することや一般の人々のサイン音に対する考え方を確認し、サイン音デザインの方向性を構築することについて報告している。

家電製品のサイン音については、倉片らによって検討されており[15]-[18]、高齢者・障害者配慮設計指針として日本工業規格（JIS）で標準化されている[19]。このガイドラインでは、報知音を発生する機器の要件として、聴覚特性の個人差に対応するため、周波数が変わることや使用者にとって聞き取りやすい音質（倍音を含んだ音）に設

定できること、また、若年者には聞き取りやすい4kHz付近の音が高齢者にとっては逆に聞き取りにくい音となるため、報知音には2.5kHz以下の周波数を採用することが望ましいと規定している。

また、山内らは、分かり易く覚え易いサイン音をデザインするための基礎的知見を得るために、実際に利用されている様々なサイン音を対象とした検討を行い、サイン音の音響特性と、警報、状態提示、報知、呼出、終了などの機能イメージ及び擬音語表現との対応関係を整理している[20]。この研究で、警告感の強さに周波数成分の分布範囲が影響を及ぼしており、より高い周波数帯域にまでスペクトルが分布するほど警告感が強まることが示唆された。また、吹鳴時間の短い音のゆっくりとした繰り返しが状態提示に対応していると報告した。

1.3 本論文の目的及び構成

本論文では、実際に自動車内で使われている各種のサイン音を対象とし、それらの機能イメージに相応しい音であるための音響特性を明らかにする。さらに、理解しやすく快適と感じられるようなサイン音デザインの基礎的な知見を示すことを目的とする。

本論文の第1章では、国土交通省、自動車メーカー、通信業界などで自動車の安全性や利便性に関連した様々な研究、我々の生活環境の中で使われている多種多様なサイン音などについての関連研究、また、日本工業規格(JIS)で標準化されているサイン音の実例などについて具体的に紹介している。特に、自動車内の各種サイン音については、警報系の音に関する研究が主流であり、それぞれの機能イメージにより相応しい音であるための研究の必要性について言及している。

第2章では、自動車内の各種サイン音に関する現状調査を行い、通常の乗用車にほとんど搭載されている「キー抜き忘れ報知音」「ライト消し忘れ報知音」「リバース報知音」「ウインカー報知音」を対象として、実際の自動車内で使われているサイン音が各機能イメージに相応しい音であるかどうかなどを検討する。

第3章では、ほとんどの市販車で使用されているリバース報知音を自動車内の各種サイン音の研究の初期段階として最も重要なものと判断し、リバース報知音の機能イメー

ジや音質に及ぼす影響を系統的に検討する。第2章のリバース報知音の実験結果で得られた傾向は、限られた条件下で、音を規定する各種物理的特徴が交錯した状況のものであった。従って第3章では、サイン音デザインの統合的な知見を得るために、合成音を用いて「断続パターン」「基本周波数」「スペクトル構造」がリバース報知音の機能イメージや音質に及ぼす影響を系統的に検討する。

第4章では、自動車に必ずなくてはならない機能の一つであり、最も頻繁に使われているサイン音であるウインカー報知音を対象とし、「断続パターン」「スペクトル構造」がウインカー報知音の機能イメージや音質に及ぼす影響を検討する。

第5章では、各章で得られた結果を総括し、自動車内の各種サイン音にとって望ましい音響特性の統合的な知見を示す。最後に、今後の展望について論述する。