

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年5月10日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22615028

 研究課題名（和文） 環境影響を考慮したコミュニケーションツールとしての  
警笛の感性的デザイン

 研究課題名（英文） Design of vehicle horn sound as a communication tool for drivers  
considering its environmental impact

研究代表者

高田 正幸（TAKADA MASAYUKI）

九州大学・大学院芸術工学研究院・助教

研究者番号：40315156

研究成果の概要（和文）：

本研究では、車両の安全を確保するための機能性を維持しつつ、車外の人間にも配慮した警笛のデザインについて検討するため、聴取実験と社会調査を実施した。調査から、警笛が本来の目的である危険回避の目的以外で用いられたり、歩行者が使用対象になることも多いことが分かった。聴取実験では音響的特徴と印象の関係について検討した。これらの結果から、現在の警笛の使用状況を考慮すると、より低い周波数帯域に主要成分を持つ警笛が望ましいと考えられる。

研究成果の概要（英文）：

To investigate the design of vehicle horn sound by taking into account the functionality as a warning signal and its effects on not only drivers but also people outside the vehicle, psychoacoustical experiments and questionnaire surveys concerning vehicle horn use were carried out. The survey revealed frequent vehicle horn uses for the purposes other than avoiding the dangerous situations (e.g., for expressing gratitude), and many pedestrians who had experienced being honked at by a car driver. Furthermore, the relationships between acoustical characteristics of horn sounds and auditory impressions were given by the experiments. Considering the current circumstances of vehicle horn use, the present study recommended that the horn sound with principle components in the low-frequency region was employed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：時限

科研費の分科・細目：デザイン学

キーワード：警笛，ドライバー，歩行者，音環境，音響特性，印象，デザイン

## 1. 研究開始当初の背景

警笛の音量や周波数特性などの音響特性は自動車内で聴き取れるように道路運送車

両の保安基準や JIS D 5701 (1982) などにより規定されている。自動車の車体の遮音効果により、他の車両の警笛を含む車外の音はか

なり減衰されて車内に伝達されるため、ドライバーにとって現行の警笛の音量が大きすぎるといった不都合はないように思われる。しかし、警笛の聴取印象を測定した先行研究では、現行の保安基準の下限に近い音量でも警笛の聴取者のネガティブな反応が見られた。この先行研究では車外での聴取に相当する条件で警笛が呈示されたが、車外の歩行者が車両に対して使用された警笛を耳にしたり、あるいは警笛が直接歩行者に向けて使用される場面も散見される。このような状況では、歩行者は相当な音量（100 dB 前後）の警笛に曝されることになり、その際の心理的負担は大きいと考えられる。

一方、別の視点から見ると、道路交通法で道路標識等により指定された場所以外での警笛の使用が禁じられているにもかかわらず、ドライバー同士が道を譲り合う際などに挨拶の代わりとして警笛が使用される。警笛の使用目的によっては、聴取したドライバーが不快な感情を持ち、最悪の場合交通トラブルに繋がることもある。これらは警笛がドライバー間のコミュニケーションツールとして用いられる例であるが、警笛の本来の目的からは逸脱した使用方法といえる。挨拶の警笛は車両が狭い道路を通行する際に用いられることも多いが、このような道路の周辺では住民が日常的に警笛に曝されている可能性もある。

現在警笛が騒音源とみなされることはあまりないが、前述の警笛に関する潜在的な問題はあられると思われる。警笛は車両の安全確保のために用いられるべきものであり、それに適した特性が求められるが、同時に車外の人間への配慮も必要であろう。本研究では、安全を確保するための警笛の機能性を維持しつつ、聴取する人間に優しい、音の感性的な側面を重視した警笛のデザインについて検討した。また、警笛をめぐる前述の問題を根本的に解決する上で必要と思われる、現行の警笛に代わる手法やシステムについても考察した。

## 2. 研究の目的

本研究では、警笛のコミュニケーションツールとして側面に着目し、警笛を使用したドライバーの動機や使用につながる各種要因、警笛の聴取者の心理と警笛の吹鳴パターンや警笛が使用された状況などの関連を社会調査により明らかにする。

さらに、警笛に対する印象など感性的側面と警笛の吹鳴パターンをはじめとする音響的特徴の関連を聴取実験により検討する。

以上の検討で得られる知見を総合し、車内と車外の両方で警笛を聴取する人間の感性に適合し、かつ安全面でも適切な条件を兼ね備えた警笛のデザインについて検討を行う。

また、警笛の使用時にドライバーが注意すべき点を明らかにすると共に、警笛に代わる手法やシステムについても併せて考察する。

## 3. 研究の方法

本研究では前述の目的に対し、(1)警笛の感性的側面の測定実験、(2)警笛の使用状況に関する社会調査、(3)道路周辺における警笛の実測調査を実施した。具体的な研究の方法は以下のとおりである。

### (1) 警笛の感性的側面の測定実験

自動車外の音は大幅に減衰されて車内に伝達されるため、車外と車内で聴取する警笛は量的、質的にかなり異なると思われる。ここではこの差異を考慮した実験を行う。具体的には、自動車の車外から車内への音の伝達特性を測定し、警笛の模擬音に考慮し、車内での聴取を想定した印象（快適性、うるささ、警告感など）の測定実験を行った。また車外から車内への音の伝達特性を考慮しない模擬警笛音を用い、車外での聴取に相当する印象の測定実験も行った。刺激として周波数特性の異なる3車種の警笛音を用意した。これらの音響特性（吹鳴時間、振幅特性等）を系統的に変化させ、音響特性と聴取印象の関係を明らかにし、自動車内外を問わず最適と思われる警笛のデザインについて考察した。

一方、警笛にはドライバー間のコミュニケーションツールとしての側面があり、挨拶や感謝の表現、危険報知など、目的によって警笛の吹鳴方法が使い分けられるとの報告がある。法令順守の観点からこのような警笛の使用は本来避けるべきではあるが、上記のような現状を考慮し、音響特性をさまざまに変化させた警笛音から相手ドライバーがどのような意図（例えば、挨拶、感謝表現、意思表示、依頼、要求、注意、危険報知、など）をもって警笛を使用したのかを判断する実験も行った。得られた結果から、警笛の音響特性がその使用意図の判断に及ぼす影響を検討し、感性的デザインとコミュニケーションツールとしての機能性が両立する警笛について考察した。

### (2) 警笛の使用状況に関する社会調査

警笛の使用状況や警笛に対する聴取者の反応について現状を把握するため、警笛を使用する側（ドライバー）と鳴らされる側（相手ドライバーや歩行者等の非ドライバー）の立場ごとに、警笛が使用された状況（時間帯、場所、交通量、使用目的、吹鳴方法等）と、警笛を鳴らされた時の心理状態、年齢や職業、運転歴などの個人属性などをアンケートによって調査した。

日本音響学会・社会調査手法調査研究委員会による「音環境に関する調査票」をベース

に、本研究の目的に合わせた質問項目を加えた調査票を作成した。調査票には日常曝されている騒音についての質問項目も含まれ、日常的な警笛による被害の有無についても検討可能である。

得られた結果に対してクロス集計や相関分析等の統計的分析を適用し、ドライバー自身の警笛の使用傾向や、警笛を鳴らされた時のドライバーや歩行者の心理と警笛の使用状況（場所、時間帯、交通量、吹鳴方法等）の関連などを分析した。

以上の調査を九州、関東および関西の複数地域で実施し（参加者はそれぞれ福岡、東京とその近県、神戸とその近郊など、主に都市部在住者）、調査結果を相互に比較した。

### (3) 道路周辺における警笛の実測調査

(2)の調査で現行の警笛が車内外の人間の心理に及ぼす影響について検討した。この結果は調査に参加した回答者の経験に基づいたものであったため、実地での警笛の発生状況の把握が必要と考えられる。そこで実際に道路周辺で発生する警笛の実測調査を行い、その使用状況や音環境への影響について現状把握を試みた。

調査は交通量が多い国道の交差点付近で、平日の延べ14日間、午前7時から午後8時までの間継続的に実施した。このとき調査地点の道路端で騒音計による騒音レベルの測定と音の録音を行った。また同時に交差点付近で発生した警笛を含む音事象の記録も行った。特に警笛に関しては、調査員が目視により状況を確認し、警笛の使用目的（警笛を使用したドライバーの意図）を記録した。

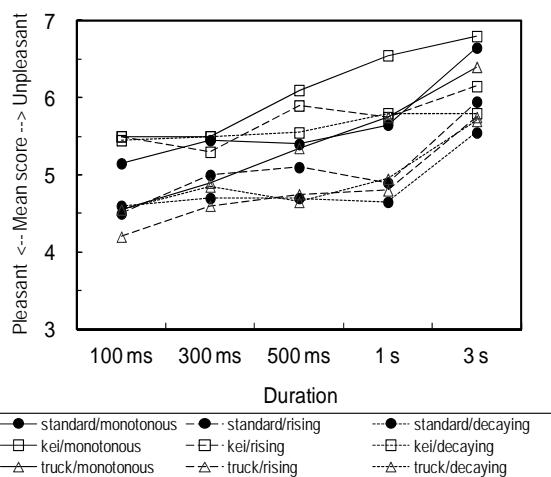


図1 車外での聴取を想定した条件における快適性の平均評定値

## 4. 研究成果

### (1) 警笛の感性的側面の測定実験

車外での聴取を想定した条件における快適性評価の結果を図1に示す。刺激長が長いほど、また振幅特性が一定、増幅、減衰の順に不快感が強いことが分かる。車種の比較では軽自動車の刺激の不快感が最も強い。軽自動車の刺激は高周波数帯域に主要な成分を有していたため、聴感的には鋭さやかん高さをとれない、結果的に不快感も強くなったと考えられる。車内での聴取を想定した条件（車外から車内への音の伝達特性を考慮した条件）の評定結果でも概ね同様の傾向が見られたが、全体的に車外条件よりも不快感が弱かった。これは、車内条件の刺激の提示レベルが車外条件の刺激に比べ40 dBほど低かったためと考えられる。

図2に車内条件の意図判断実験の結果を示す。100 msの短い刺激は挨拶やお礼・感謝の警笛と解釈されることが多い。300 msと500 msの刺激では回答傾向が似ており、特に振幅特性が一定や増幅の刺激では要求、注意・存在明示、危険報知の回答が多い。1 sの刺激では、振幅特性が一定や増幅の場合、要求、注意・存在明示、危険報知などに加え、腹立ち・苛立ちの回答も目立つ。一方、300 ms、500 ms、1 sの刺激の振幅特性が減衰の場合には、一定や増幅の刺激と回答傾向が異なり、挨拶やお礼・感謝の回答が多く見られる。

車内のドライバーだけではなく、車外の歩行者なども警笛を聴取する（せざるを得ない）ことを考えると、警笛の音質の変更が現状での一つの改善策と考えられる。

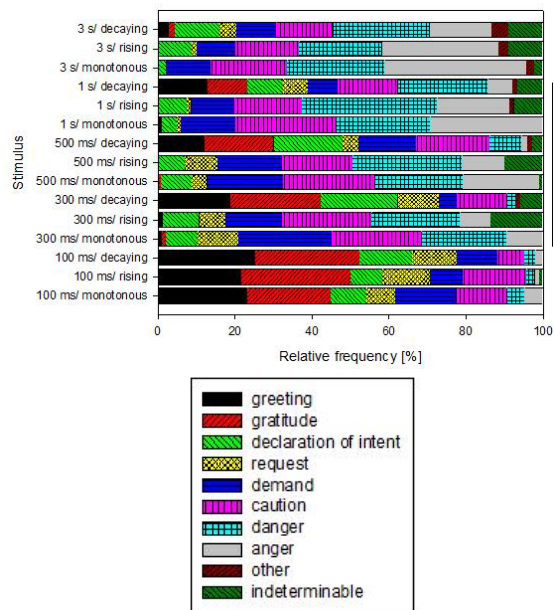


図2 車内での聴取を想定した条件における警笛の使用意図判断の回答の相対頻度

印象測定実験の結果（図1）から、通常警笛の振幅特性は一定だが、これを減衰させることにより不快感を軽減できると考えられる。しかし、使用意図判断実験の結果（図2）から、吹鳴時間が300 ms～1 sの場合、警笛音の振幅特性が変化すると使用意図の解釈も変わることが示唆された。警笛の本来の使用方法ではないが、ドライバー間のコミュニケーションの手段として見た場合、警笛の振幅特性が変更されると、使用者の意図とは異なった解釈がなされることも予想される。危険報知の警笛が挨拶のための警笛と勘違いされれば、事故につながる可能性もある。

以上を考慮すると、警笛のデザインの方向性として、周波数特性の変更が考えられる。周波数特性を変化させた普通自動車の警笛に対する印象測定実験を行ったところ、警笛の主要成分をより低い周波数とすることで不快感を軽減できることが分かった。さらに、この周波数特性の警笛に対する使用意図の判断は、元の警笛に対する判断と概ね同じであることも分かった。

以上のように警笛の主要成分を低域にシフトするような周波数特性の変更は、車内での聞き取りやすさの面でもメリットがある。車外から車内に音が伝わる際には高域の成分のエネルギーが大きく減衰し、低域の成分ほど伝わりやすい。他の雑音（走行時の車室内音など）との関係にも注意を払う必要があるが、車外から車内への伝達のしやすさという点でも、より低域に主要な成分を有する警笛が望ましいと考えられる。

## (2) 警笛の使用状況に関する社会調査

九州での調査結果より、警笛は車両だけではなく、歩行者に対しても使用されている現状が確認された（参加者の62.8%が歩行中に警笛を鳴らされた経験あり）。

回答の単純集計によると、運転中に他車に警笛を鳴らされたときのドライバーの心理的反応として、「特に何も思わなかった」「相手の車の通行を妨げていることが分かり、申し訳なく思った」の回答が全回答の半数近くに上ったが（鳴らされた経験があるドライバーの55.8%）、「驚いた、うるさく感じた、腹がたった」などの不快感に類する感情を持った回答者も多く見られた（同35.8%）。

一方、警笛を鳴らされた歩行者の心理的反応における「驚いた、うるさく感じた、腹がたった」の回答は、警笛を鳴らされた際に同様の感情を持ったドライバーの数に比べてかなり多かった（鳴らされた経験がある歩行者の60.0%）。

さらに警笛の吹鳴方法とドライバーや歩行者の心理的反応の関連などについて検討するため、ドライバーと歩行者の結果ごとに回答のクロス集計を行った。このとき名義相

関係数が統計的に有意であった対応関係について詳細に検討した。

結果として、警笛を使用した相手ドライバーの目的とドライバーとしての回答者の心理的反応の関係などが統計的に有意であった。

大多数のドライバーは相手ドライバーの警笛の使用目的を理解できたと回答した。この結果を踏まえた上で、相手ドライバーの警笛の使用目的と回答者（ドライバー）の心理的反応のクロス集計結果（図3）を見ると、相手ドライバーが「お礼の意味で」警笛を使用したと解釈した場合は「特に何も思わなかった」の回答が目立つ。また「注意を促すため」に警笛を使用したと解釈した場合には「相手の車の通行を妨げていることが分かり、申し訳なく思った」の回答が最も多いが、「驚いた、うるさく感じた、腹がたった」などのネガティブな感情を持つ回答者も少なからず見られた。

歩行者を対象とした場合も、警笛を使用した相手ドライバーの目的と回答者（歩行者）の心理的反応の関係は統計的に有意であった（図4）。警笛の使用目的の中で回答数が多かった「注意を促すため」の警笛に対する歩行者の反応の中で、「驚いた、うるさく感じた、腹がたった」の回答の合計は過半数を超えている（計56.3%）。次いで警笛の使用目的として回答数が多かった「危険を知らせるため」の警笛に対する同様の回答は、割合としてはさらに多い（計70.4%）。

以上の調査結果から、警笛がドライバー間のコミュニケーションの手段として用いら

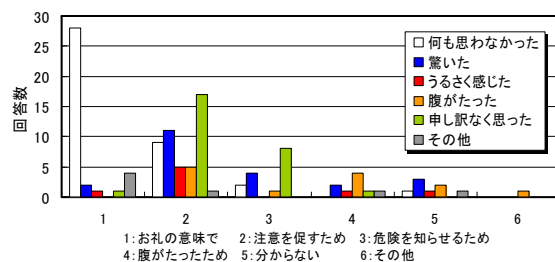


図3 警笛の使用目的と鳴らされたドライバーの心理の関係

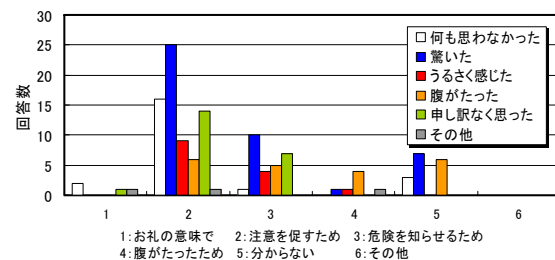


図4 警笛の使用目的と鳴らされた歩行者の心理の関係

れていることが確認された。また、歩行者が警笛を聞いた場合、どのような意図であってもネガティブな反応が多くなることが分かった。

本調査では、現状の警笛の音量や音質についても尋ね、ドライバーと非ドライバーごとに集計した。音量については、ドライバーと非ドライバーともに「ちょうどよい」の回答が最多であったが、次に多かった「やや大きい」については、ドライバーよりも非ドライバーの回答が多かった（ドライバー：35.7%，非ドライバー：44.8%）。音質に関する「耳につき、聞くと不快に感じる」の回答も、ドライバーより非ドライバーの方が多い（ドライバー：31.4%，非ドライバー：41.8%）。警笛の音量や音質については、特に非ドライバーの不満が多く見られた。

関東や関西でも同様の調査を行ったところ、九州を含む三つの地域でドライバーによる警笛の使用傾向に差は見られなかった。すなわち、お礼や感謝の表現や注意喚起のための吹鳴時間が短い警笛は、狭い路地から幹線道路に至るさまざまな場所で頻繁に用いられていることが分かった。また、歩行者に対しても注意喚起を目的とした短めの警笛が使用されていることが分かった。

### (3) 道路周辺における警笛の実測調査

以上のように、現行の警笛は特に車外の聴取者に心理的負担を与えていることが確認されたが、この結果は調査に参加した回答者の経験に基づいたものであった。そこで道路周辺で発生する警笛を実測調査し、警笛の使用状況や音環境への影響について現状把握を試みた。

結果として1時間当たり3~6.5回、1日平均で59回（測定期間中では計812回）の警笛が確認された。また交差点付近で発生した警笛の調査地点での騒音レベルはおよそ67~71 dBであり、周囲の音環境に比べて特に高いレベルではないことが分かった。

警笛の使用意図に関しては、目視による確認ができず、使用目的が不明であった事例も多く見られたが、確認された中では、何かを要求するため、注意喚起するため、危険報知のため、などの目的で使用された事例が多かった。一方、挨拶や感謝を表現するための警笛、腹立ちや苛立ちによると思われる警笛も少数ながら見られた。

本調査では、(2)の調査で指摘された歩行者などへの使用はそれほど多く見られなかったが、交通量が多い道路における注意喚起、危険報知の警笛の使用が実際に確認された。

### (4) 警笛のデザインと使用に関する今後のあり方について

本研究の結果を考慮すると、自動車外で聴

取する歩行者や周辺環境への影響と車内での聞き取りに配慮した警笛をデザインするのであれば、前述のように、警笛の周波数特性の変更が現状の改善には有効と思われる。しかし、車外に向けて吹鳴され、車内で聴き取れるように設計された現状の警笛が用いられる限り、車外の聴取者の心理的負担は無くないであろう。この点を解決するためには、現状の警笛の音量低減や、車外へ警笛を発するしくみの見直しが必要であろう。例えば、ドライバーだけが車内で警笛を聴取できるよう、無線による車両間コミュニケーションシステムなどを導入し、オートバイなどに対してはより音量を抑えた警笛を用いれば、現状を改善できるかもしれない。歩行者には基本的に警笛を用いるべきではなく、やむを得ない場合など、最低限の使用に止めるべきことをドライバー自身が再認識することも重要と考える。

### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計2件）

- ① Masayuki Takada, Yoko Fukuda and Shin-ichiro Iwamiya, Questionnaire survey on vehicle horn use and its effects on drivers and pedestrians, *Acoustical Science and Technology*, Vol.34, No.3, pp.187-196, 2013, 査読有.
- ② Masayuki Takada, Ayako Takeno and Shin-ichiro Iwamiya, Effects of vehicle horn acoustic properties on auditory impressions and the interpretation of reasons for horn use by other drivers, *Noise Control Engineering Journal*, Vol.58, Issue.3, pp.259-272, 2010, 査読有.

〔学会発表〕（計5件）

- ① Masayuki Takada, Honatsu Murasato and Shin-ichiro Iwamiya, Questionnaire survey on vehicle horn use in urban areas of Japan, *Proc. of InterNoise 2012*, paper No.305, 2012.8.20, New York City, USA, New York Marriott Marquis.
- ② 高田正幸, サイン音が聴取者の心理に及ぼす影響 - 警笛に関する事例研究一, 日本音響学会 2012 年春季研究発表会講演論文集, 2-8-5, 2012. 3. 14, 神奈川, 神奈川大学.
- ③ 高山徹也, 高田正幸, 岩宮眞一郎, 警笛の吹鳴パターンが使用意図の判断および聴取印象に及ぼす影響, 日本音響学会 2012 年春季研究発表会講演論文集, 2-8-13, 2012. 3. 14, 神奈川, 神奈川大学.

- ④ 高山徹也, 高田正幸, 岩宮眞一郎, 警笛の吹鳴回数が使用意図の判断および聴取印象に及ぼす影響, 第 14 回日本音響学会関西支部若手研究者交流研究発表会講演概要集, p. 29, 2011. 12. 18, 大阪, 産業技術総合研究所 関西センター.
- ⑤ 高山徹也, 高田正幸, 岩宮眞一郎, 自動車内及び車外での聴取を考慮した警笛のデザインについて, 日本音響学会騒音・振動研究会資料, N-2011-40, pp. 1-8, 2011. 8. 22, 長崎, 長崎大学.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

高田 正幸 (TAKADA MASAYUKI)  
九州大学・大学院芸術工学研究院・助教  
研究者番号: 40315156

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし