

研究概要報告書

(1 / 3)

研究題目	静穏性と安全性を両立したHV/EVの接近報知音デザインに関する研究	報告書作成者	山内勝也
研究従事者	山内勝也		
研究目的	<p>近年、電気自動車やハイブリッド自動車などの次世代自動車が急速に普及しつつある。もその数は、温室効果ガス(greenhouse gas)削減や低炭素社会(low-carbon society)の実現という社会的要請によって、今後も増加すると見られている。これらの自動車は環境にやさしいという特徴に加えて、動力源に由来する騒音が非常に少なく、内燃機関自動車より先静かであるという特徴を有する。このような静穏性は、これまでの自動車騒音低減対策の一つの到達点として歓迎されるべきものでもある。しかし一方で、その静粛性のために、歩行者が自動車の存在に気付くことが困難で、これが危険であることが問題であるとの指摘が出てきている。このような「静音性問題」への対策として、車両の接近を知らせる音(接近報知音)を付加する装置の利用が検討されている。</p> <p>これに対して、単純な音の補償という対策には反論も多く、「せっかく静かになった車から音を出す」ということに対する違和感や拒否的感情も社会に存在しているが、現時点では聴覚的に情報を提示することが最も現実的で効果的な手法であると認識されつつある。ただし、後述するように国連の担当作業部会で2011? 12年末での国際的対策制定が目指されるなど、その検討は非常に性急である。現在の最大の問題点は、検討すべき課題が未整理のまま、なおかつ議論の基礎となる十分なデータが不足した状態で議論が進み、国際的な対策までもが定められつつあることであると考え。このような規格化、法制化の動きと同時に、国内メーカーから日本のガイドラインに準拠した接近通報装置が発売されるなど、日本の自動車メーカーを中心に、業界での設計努力も進んでいる。自動車の接近を意味する記号としてどのような音がふさわしいのか、各方面からの検討が続いている。</p> <p>このような接近通報音の基準化の議論、また接近通報装置を設計する現場において必要な音響学的知見は幅広いが、もっとも基礎的な課題のひとつとしてその音量が挙げられる。しかし、従来程度の音量が、実環境下で車両を認知するために十分であるのか、もしくは音環境への影響がどの程度であるのかについて、明確に答えられる知見は少ない。本研究では、自動車の接近報知音に求められる音量を解明し、静穏な環境と安全性の両立の可能性を議論する。</p> <p>また、このような評価は、評価者の属する文化に依存する要因も影響する可能性があり、自動車という国際的に流通する製品の音に関する評価であることを考えると、国際的な比較検討が不可欠である。そこで今回、日本およびドイツ在住の被験者を対象とした実験を行い、結果を比較した。</p>		

研究内容	<p>本研究では実環境を想定した感性評価実験によって、接近報知音に求められる音響特性を解明する。その上で安全性を確保しつつ、静穏な環境を維持できるサウンドデザインの可能性を検討する。</p> <p>実車を利用した実験には安全性確保の課題があり、多様な環境での系統的な検討は困難であるため、シミュレーション実験が有効である。本研究課題では、さまざまな音環境をバイノーラル録音や音響信号処理を用いて再現したシミュレーションによって、接近報知音に求められる音量および音質に関する音響心理評価実験を行い、その音響特性を系統的に検討する。</p> <p>加えて、このような評価は評価者の属する文化に依存する要因も大きく影響すると予想され、自動車という国際的に流通する製品の音に関する評価であることを考えると、国際的な比較が重要である。そのため、本研究ではミュンヘン工科大学ヒューマンマシンコミュニケーション研究所と連携したクロスカルチャラルな検討を実施した。</p> <p>本研究では、被験者にバイノーラル録音された環境音と接近報知音を提示し、提示された環境音条件下において接近報知音の音量を調整するよう求める実験を実施した。具体的には、以下のような実験を行った。</p> <p>実験方法</p> <p>実験刺激 本実験で評価対象とした接近報知音は、「エンジン音(Eng)」、「広帯域音(Bbs)」、「クラクション(Horn)」の3種類である。各音源は無響室内でダミーヘッドの右斜め後方2mの位置に設置されたスピーカから再生され、バイノーラル録音された。環境音刺激は4種類で、いずれも福岡市内の歩道上でHATSを用いて録音された。</p> <p>実験手順 被験者には、接近報知音が聞こえてきたら、右斜め後方2mの位置にいる車両から発せられていると想像し、その音量を手元の画面に表示されるスライダをマウスで操作して調整するよう求めた。評価は、「最適聴取レベル」と「検知レベル」の2種類の基準で行われた。ここで、最適聴取レベルは「考え事をしていたり、人と話していたりしていても車の存在に気づくためにちょうどいい音量」、検知レベルは「与えられた環境下で最低限聴こえる音量」と教示した。最適聴取レベルの評価には、環境音と接近報知音の全組み合わせ12組の刺激が提示された。刺激音は、環境音と接近報知音の全組み合わせをランダムな順序で提示された。それぞれの刺激対について2回ずつの評価を得た。</p> <p>被験者 ドイツ(ミュンヘン市域)在住の26歳～49歳(平均31.3歳)の男女15名(男性11名、女性4名)、および日本(長崎市域)在住の23歳～55歳(平均30.2歳)の男女16名(男性11名、女性5名)。いずれも聴力に異常はない。</p>
------	---

研究概要報告書

(3/3)

<p>研究のポイント</p>	<p>ハイブリット車等の静かな車(Quiet Vehicle)の接近通報音に求められる音量を明らかにするため、バイノーラル録音された接近通報音と環境音によって、各種環境音条件下での接近通報音の音量に関する音響心理実験を行った。これまでに、実車にスピーカを取り付け、発生させた音による車の存在認知効果の検証を行った事例もあるが、検証環境や検証対象音が極めて限定的である。加えて、実車を利用した実証には、安全性確保の課題や条件統制の困難さも存在する。そこで、本研究では、より現実的な環境音条件下で接近通報音に求められる音量の検討を行った。</p> <p>本研究の成果は、国連欧州経済委員会(UNECE)の自動車基準調和世界フォーラム 騒音専門委員会(WP29/GRB)内に設置された「静かな車(Quiet Road Transport Vehicle; QRTV)」作業部会で取り上げられ、国際ガイドラインや国際技術基準制定の議論に採用されている。</p>
<p>研究結果</p>	<p>本研究によって以下のような結果が示された。日本とドイツ在住の被験者群で、調整音量に差は見られなかった。いずれの被験者群でも、最適聴取レベルは環境騒音レベル± 5dB程度の範囲に分布した。接近通報音別では、クラクションが比較的大きく、広帯域音が比較的小さいレベルに調整され、より小さな音量で車の存在に気づかせられる接近通報音を設計できる可能性が示唆された。ただし、本実験で得たのは気付くために十分な音量の評価であり、音質の快適性(もしくは、うるささ)に関して別途検討する必要がある。検知レベルと環境騒音レベルの差は接近通報音によって異なり、10~20dB程度であり、広帯域音は、環境騒音下においても検知されやすい傾向にあることが読み取れた。加えて、ある環境で最適な音量は、そこより10~20dB程度うるさい環境下で検知できない可能性が指摘され、車両接近通報装置の設計や規格の制定において、音量設定に慎重な議論が必要であることを示した。</p>
<p>今後の課題</p>	<p>ハイブリット車等の静音性対策が、「音」にまつわる問題としては稀なほどの社会的注目を浴びており、音響関連学会でも議論は尽きていない。しかし、国連等での早急な検討を考慮すると、音を付けるべきかどうかの原理的な議論はさておき、「音をつけるとしたら」という現実的なデザインソリューションを提示することが求められている。今後EV/HEVの車種が多様化していくことが予想され、静かなことだけでは製品価値の訴求が必要となると考えられる。その中で、車の魅力を高める手段として音を積極的に利用することが求められると考えられる。</p> <p>ただし、音環境や社会全体のQOL向上という観点からは、低騒音車の走行音をマスクしてしまわない静穏な環境を創造することも重要であり、そのための議論を提供することも求められる。本研究を通して、現実的なソリューションを提供しつつ、本質的な議論喚起や音環境の重要性の啓蒙活動にも尽力したい。</p>

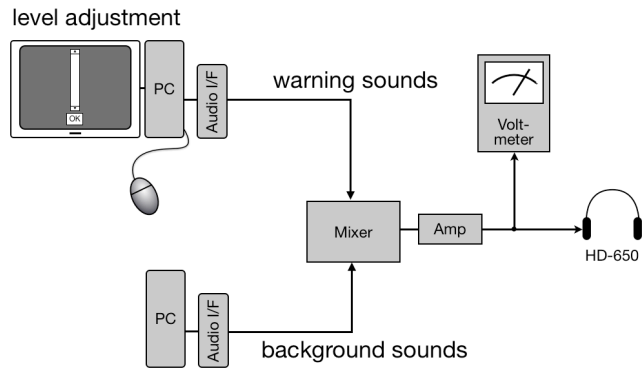


Fig.1 — Experimental set-up

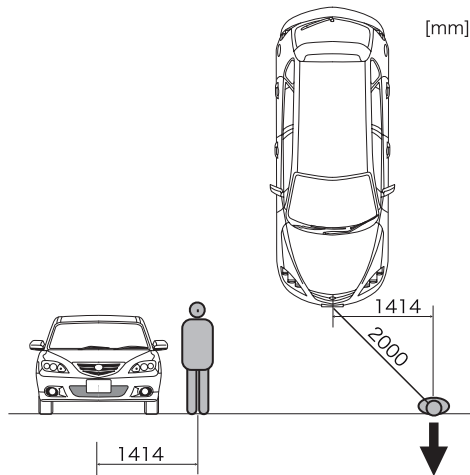


Fig.2 — Assumed relative position between the pedestrian and the vehicle providing the warning sounds

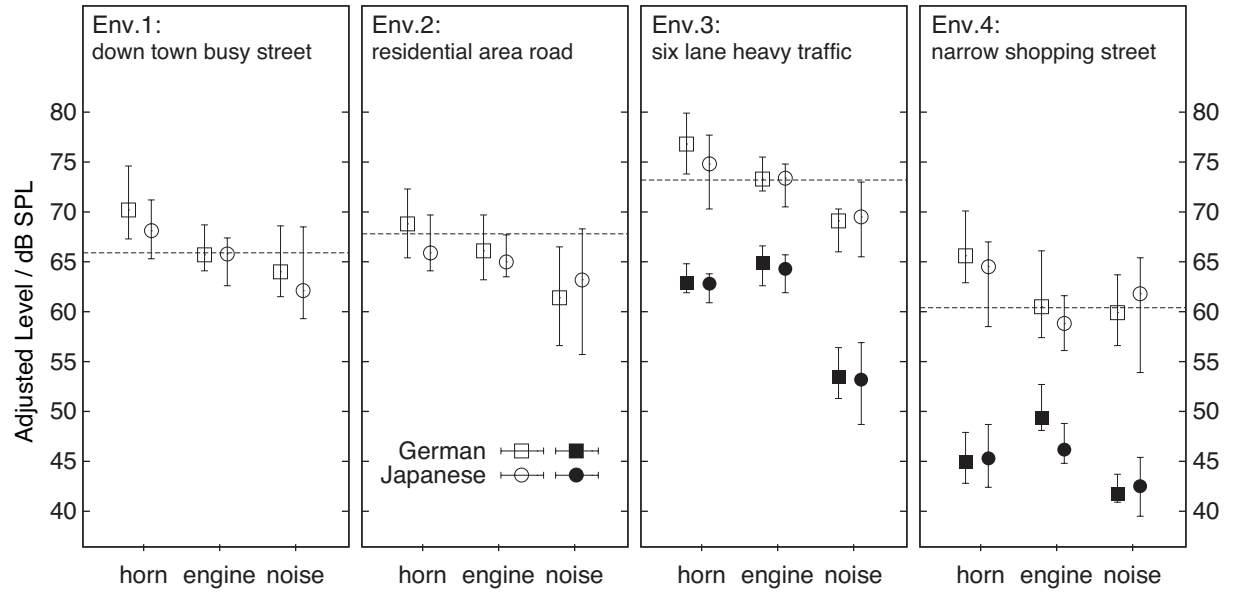


Fig.3 — Medians and interquartile ranges of the averaged adjusted levels between two trials per person. White symbols: warning sounds clearly audible. Black symbols: warning sounds just audible. Horizontal lines: level of environmental background sound.