

自動車の電化に伴う静音化が交通安全性に与える影響*

Influence of the Silence of Electric Vehicle on Traffic Safety *

飛田 祐作** 金 利昭***

by yusaku TOBITA **, Toshiaki KIN ***,

1. はじめに

自動車の技術革新の進む現在、ガソリン自動車の音は年々小さくなっているが、さらに電気自動車の出現によって自動車の静音化が急速に進むと予想される。

一部の歩行者や自転車利用者は、道路を横断する際に音だけを頼りに横断する傾向がある。今後、電気自動車等の静音自動車が普及した場合、音に頼ってしまったために車の存在に気づかず車と接触してしまうといった事故の発生が考えられる。たとえ事故が起らなかったとしても、突然自動車が現れる事は、人々に恐怖を与えることがあるだろう。実際、電気自動車利用者からは静音化による危険性が指摘されている。

今後、環境問題やエネルギー問題解決のために、電気自動車やハイブリット車を普及させることが望ましいが、そのためにも受け入れ状態を整えておく必要がある。しかしながら、このような静音自動車の危険性に対する懸念は、金・一瀬^{1)~3)}が主張しているだけであり他に研究はまったく見られない。そこで、このような懸念は杞憂に過ぎないのか、今後本格的に研究する必要があるのかを見定める必要があると考えた。

本研究の目的は様々なアプローチで自動車の静音化が交通安全性の低下へ与える影響を確認し危険場面の存在を明らかにする事である。

2. 静音自動車とは

表1 騒音発生要因

音源	種類
1 原動機	エンジン音
2	排気音
3	風切り音
4 ロードノイズ	タイヤからの発生音
5 動力伝達機構	ブレーキ音
6	変速機

走行中の自動車から出る騒音には、表1のようなものがある。これらの音は、速度が速くなるにつれて大きく

なっていく。本研究で対象とする静音自動車は1・2番の原動機からの騒音が極めて小さいものである。

3. 静音自動車への試乗による危険場面の確認

2002年12月3日(水)・18日(水)の2回、東京駅周辺にて二人乗り電気自動車であるハイパーミニの試乗を行った。試乗中何度か歩行者がこちらの車両を避けてくれない場面があった。その一例として図1は、背後からハイパーミニが近づいているにもかかわらず、女性が後方を確認せず道路を横断する場面である。この時ハイパーミニは約20km/hで走行していた。その後、女性の存在に気がつき減速して女性の後ろにつけた。このように、危険な場面が存在する事を実際に確認できた(図1)。

同様な試乗をプリウスでも行い(2002年10月21~23日)危険場面の存在を確認した。

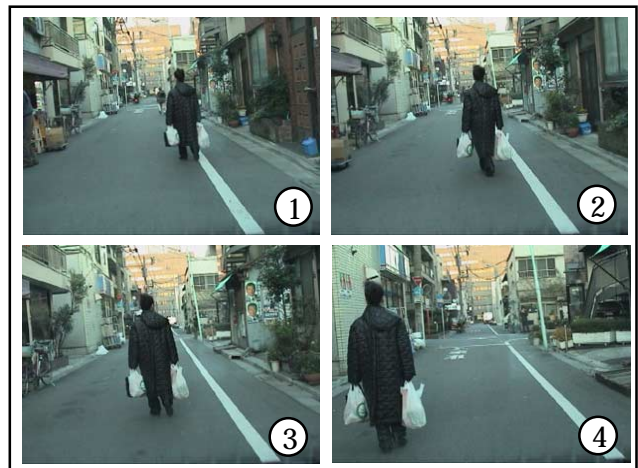


図1 道路を横断する女性

4. 静音自動車に対する気づきやすさの実験

静音自動車が走行する事により、歩行者等にどのような影響があるかをエンジンで走行する自動車(以下エンジン自動車)と比較分析を行った。今回の実験で用いた静音自動車はトヨタのプリウス、比較するエンジ自動車は同種のトヨタのカローラである。調査期間は2003年1月6日~10日である。

* キーワーズ：地区交通計画、道路計画、静音化

** 学生員、茨城大学大学院理工学研究科都市システム工学専攻

*** 正員、工博、茨城大学工学部都市システム工学科

(日立市中成沢町 4-12-1 Tel : 0294-38-5171

E-mail : tkin@mx.ibaraki.ac.jp)

(1)騒音計測データによる分析

a)道路上での騒音測定

この測定では、周囲が静かな状態でプリウス / カローラ単体が歩行者直近を通過する際の騒音レベルを計る事を目的としている。そのため、周囲が静かな日立市内の平和大霊園の付近（周囲の騒音レベルは約30dB）で測定を行った。測定は、モータープリウス(モーター駆動時) / エンジンプリウス(エンジン駆動時) / カローラで上下毎に計9ケース、走行速度10・20・30km/h で1回～8回の測定をした。モータプリウスとエンジンプリウスに区別する事によって、全くの同一車両のエンジンの有無によつての騒音の差を知ることができる。

表2にケース毎の騒音測定データを示す。また、その各ケースの騒音レベルの最小値と平均値を載せた。

表2 騒音レベル測定値

車種	道路勾配	騒音レベル(dB)							最小	平均
		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目		
モータープリウス	上り	67.4	67.2	66.7	69.4	66.8	66	66.0	67.3	
	下り	62.2	64.4	64.9	63.6	60.7		60.7	63.2	
エンジンプリウス	上り	70.3	69.4	69.1				69.1	69.6	
	下り	63.3	65.1	62.1				62.1	63.5	
カローラ	上り	66.5	66.4	66.9	66.6	66.3	66.8	66.4	66.6	
	下り	62.8	63	62.3	63.2	63.1	62.7	62.9	62.9	

車種	道路勾配	騒音レベル(dB)								最小	平均
		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目		
モータープリウス	上り	66.3	64.1	62.9	62.2	62.6	61	61.3	59.6	59.6	62.5
	下り	57.7	59	57.6	57.5	57.1	55.8	57.7		57.1	57.5
エンジンプリウス	上り	65.6	63.5	64.8						63.5	64.6
	下り	56.3	57.7	58.2						56.3	57.4
カローラ	上り	60.6	60.6	60.1	60.5	61				60.1	60.6
	下り	56.9	56.9	56.6	56.8	56.6				56.9	56.7

車種	道路勾配	最大騒音レベル(dB)					最小	平均
		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目		
モータープリウス	上り	50.2					50.2	50.2
	下り	50.9	51.2	47.6	46.1	45.4	45.4	48.2
エンジンプリウス	上り	55.6	56.5	57.9			55.6	56.7
	下り	50.2	51.1	49.8			49.8	50.4
カローラ	上り	55.8	56.3	56.9	56.5	55.1	55.1	56.1
	下り	49.5	50.1	51.7	51.7	49.8	49.5	50.6

・20 km/hと30 km/hでの比較

平均値を見てみるとモータープリウスの方がエンジンプリウスと比べて最大でも2 dB しか小さくないことがわかる。つまり、この速度域ではタイヤからのロードノイズなど他の騒音の占める割合が大きくエンジン音の有無がほとんど影響しないと考えられる。その結果、ロードノイズの小さいカローラが3種のうちで一番小さい値を示している。

・10 km/hでの比較

モータープリウスは他の2種と比べて上りで5 dB 以上、下りで4 dB ほど小さな値になっている。つまり、この速度域ではエンジン音の有無が騒音レベルに影響を及ぼしている場合がある。

以上の事から、騒音計測データ上は走行中のモータープリウスの音が一般の自動車と比べて小さくなるのは、10km/h程度の低速域だけであると言える。

b)発進時の騒音計測

この測定では、プリウス / カローラのアイドリングから走り始めるときの騒音レベルを計る事を目的としている。そこで、夜間に大学内の駐車場で測定を行った。対象車両は騒音計直近にアイドリング状態で待機。そこからゆっくりと加速していく。約30 m かけて15 km/hまで加速させた。

測定はそれぞれ5回ずつ行った。図2にモータプリウス / エンジンプリウス / カローラのそれぞれの発進時騒音レベルの時間変化の代表的なグラフを示す。また、発進時の騒音レベルとその平均値を表3に示す。

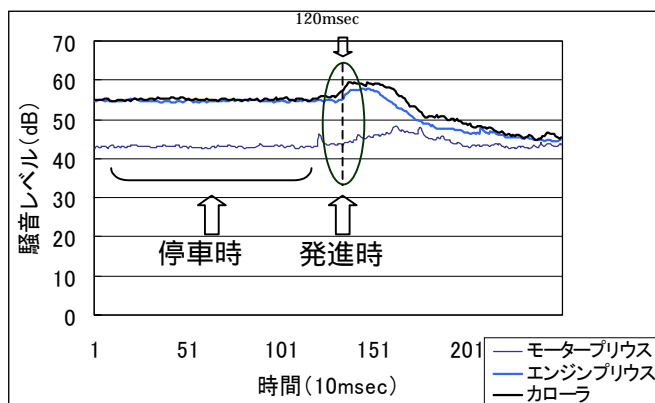


図2 発進時の騒音レベルの時間変化

表3 発進時の騒音レベル

	発進時の騒音計測データ(dB)					平均(dB)
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	
モータープリウス	62.6	47.7	50.1	48.6	48.2	51.4
エンジンプリウス	59.8	61.2	60.9	58.8	57.9	59.7
カローラ	59.7	62.1	59.6	60.7	61.2	60.7

図2の停車時の波形を見ると、実験時は周囲の騒音レベルが43 dB 前後だったので、モータープリウスのアイドリングはまさに無音と言って良い。停車時はモータプリウスと他の2種では、約13 dB の差となる。これは、音の聞こえ方としては2倍以上、音のエネルギーとしては10倍以上の差となる。

表3の平均を見ると、モータプリウス発進時の騒音レベルが他の2種と比べて約10 dB 低い事が分かる。モータープリウスの平均は51.4 dB である。この数値はアイドリング時の他の2種よりも小さい値である。つまり、モータープリウスが発進するとき、隣でエンジン自動車が発進していたら、その発進音に気づかない可能性がある。

(2)被験者による騒音評価

カローラとモータープリウスを交互に走らせそれぞれの音を聞いてもらい、プリウスの音をどう感じるか騒音評価実験を行った。音の評価の基準はカローラの音に比べてプリウスの音がどのように聞こえるかであ

る。選択肢は『1.気がつきやすい』『2.少し気がつきやすい』『3.変わらない』『4.少し気がつきにくい』『5.ほとんど気がつかない』『6.分からない』である。調査は、2003年1月8日(水)に行った。評価は茨城大学の学生10人に行ってもらった。

a) 発進時の騒音評価

結果は、図3のようになった。回答の90%以上がほとんど気がつかないを選択した。このことから、エンジンオフでの発進時は非常に静かで、気づきにくいことがわかる。このことは駐停車からの発進時の危険性につながる。

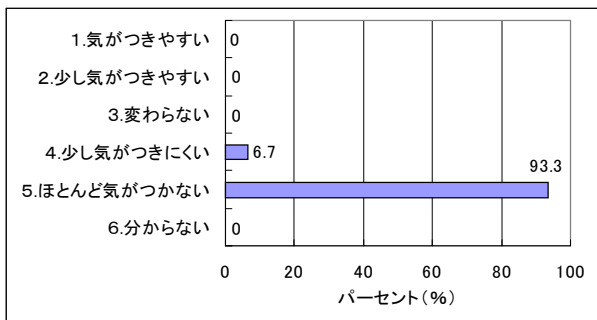


図3 発進音の評価

(3) 被験者が気づく距離

カローラとモータープリウスを20km/hで交互に走らせて、被験者が音によって車の存在に気づいたら手を挙げてもらった。それをデジタルビデオで撮影し後日ビデオの映像から手を挙げた時の車両位置を地図上にプロットして距離を測定した。調査は、2003年1月8日(水)に茨城大学の学生9人を被験者として行った。各測定毎の被験者9人の平均値を図4に示す。有効なデータはカローラで13回、プリウスで15回あった。

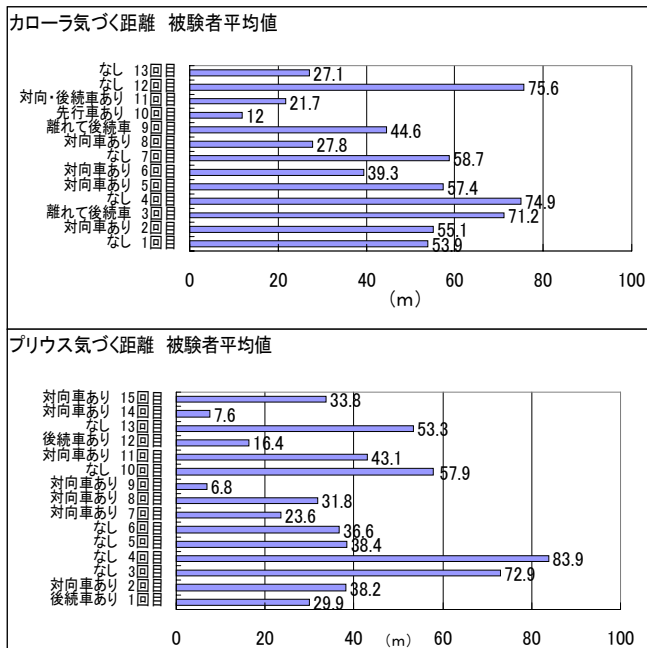


図4 プリウス / カローラに気づく距離

カローラ4・12回目やプリウス3・4回目のように気づく距離が70~80mと遠いのは、対向車や後続車がなく対象車両の音が聞き取りやすい場面である。カローラ10回目やプリウス9・14回目のように7~12mと小さい値が出ているのは対向車や後続車が存在する場合である。また、カローラ8・11回目やプリウス9・14回目では、最後まで対象車両の存在に気づかず合図をしなかった被験者が2~4名いた。つまり、2台の音は他の自動車の音に隠されてしまうと言う事ができる。

20km/hという速度で、カローラ及びプリウスが単独で走ってくると歩行者は30m~80mという安全を保てる距離で車の存在に気づく事ができる。しかし、他の車がいる場合カローラ及びプリウスの音が聞き取りにくくなり、気づく距離が最短で6mと非常に短くなる。特に、モータープリウスの場合その傾向が顕著に出る可能性がある。

5. 利用者へのアンケートによる影響把握

(1) 概要

静音自動車利用者(表4参照)に、2002年12月にアンケート調査を実施した。

表4 アンケートにおける調査対象

属性	利用車種	回収数
オリックスレンタカー社員	ハイパーミニ(電気自動車)	3部
トヨタレンタカー社員	プリウス (ハイブリットカー)	8部
ヤクルト配達員	MC1-EV (電気自動車)	14部

(2) 結果

a) 危険な場面の遭遇の有無

音が小さいことにより調査対象者の44%の人が何らかの危険な場面に遭遇したことがあると答えている。

b) 危険の種類

『人と接触しそうになった』『人と接触した』という事故経験者はいない(表5参照)。しかし、『相手がまったく気づかなかった』『人を驚かせた』という選択肢は合わせて14人が経験している。今回の調査対象者が十分注意して運転している事を考えると、今後一般人に普及した場合は事故の危険性や安心感の低下へつながると考えられる。

表5 利用者が体験した危険の種類

1. 相手が全く気づかなかった	10人	5. 動物を驚かせた	0人
2. 人を驚かせた	4人	6. 動物と接触しそうになった	0人
3. 人と接触しそうになった	0人	7. 動物と接触した	0人
4. 人と接触した	0人	8. その他	1人

6. 静音化の影響に関するまとめ

歩行者は背後から1台だけで来る静音自動車の存在に気づかない、もしくは気づくのが遅れると言うことが起こりえることが分かった。しかし、そういった事例は低速走行中(交差点 / 混雑した商店街 / 駐停車からの発進など)に限られるため歩行者と静音自動車の接触による直接の大きな被害はないと考えられる。だが、直前になってから自動車の存在に気づくという驚きは、歩行者に大きな不安感を与えるであろう。これは、交通における安心性を脅かす事になるだろう。

静音自動車が一般のエンジン自動車と同時に来る場合は様々な事態が予想できる。静音自動車とエンジン自動車が重なって来た場合静音自動車がある程度の速度で走っていても静音自動車の存在に気づかない・気がつくのが遅れるといった結果を得ている。その結果、図5のように一般の車の後に静音自動車が来た場合、1台目の車が通りすぎた後に、歩行者が静音自動車の存在に気づかず後ろを確認せずに道路の横断を開始するといったような場面が考えられる。この場合、静音自動車の速度は低速だけとは限らない。そのため、歩行者と静音自動車の接触によって大きな被害が出る事が懸念される。

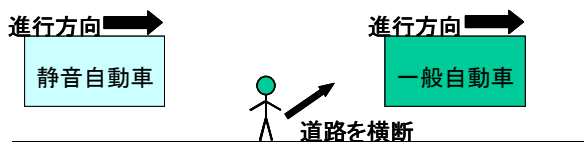


図5 考えられる危険な場面

静音自動車の存在に気づかないことは大きな事故のきっかけなる可能性があると考えられる。図6のように、たとえ静音自動車と歩行者が直接ぶつからなかったとしても、静音自動車の存在に気づかない歩行者のために静音自動車がとる行動により、他車を巻き込んだ2次的事故にまで発展する可能性がある(図6参照)。

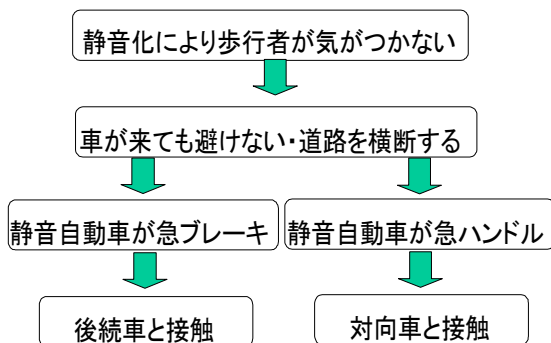


図6 歩行者が気づかない事による2次的事故の危険性

7. 結論

静音自動車の試乗と利用者へのアンケート等により、静音自動車による危険な場面、不安な場面がありうる事を確認した。

騒音計測、被験者による騒音評価、被験者が気づく距離の実験により、静音自動車の低速走行時や静音自動車が他車と同時に走った場合、人が静音自動車に気づくのが遅れる、あるいは気づかない事態が発生する可能性があることを確認した。

上記分析を通して、交通安全性が低下しうる場面として、アイドリングからの発進、10km/h 前後の低速走行中、他車と同時に走った場合等がある事が分かった。

8. 課題

測定中に感じたのはプリウスとカロラの走行音の違いである。カロラの場合エンジン自動車特有の低い音が聞こえてくるが、プリウスの場合『キーン』という独特の金属音のような音が聞こえてくる。筆者は、エンジン自動車の音に慣れてしまっているため、プリウスの音に気づかない可能性もある。こういった、音の違いによる人の気づきやすさの違いといったものは、騒音計の数値だけでは測定しきれないものである。実際、測定中に非常に気づきにくいと感じても数値レベルでは、カロラとプリウスでは明確な差が出ていない事もあった。また、超小型電気自動車や電動原付はプリウスと比べてロードノイズ等の騒音が少なく全体として非常に静かで静音化の影響範囲が大きいと予想できる。今後はそういった事もふまえて、実験方法・実験対象を考えていく必要がある。

参考文献

- 1) 金利昭、一瀬仁志：超小型自動車の出現と道路交通上の課題 第55回土木学会年次学術講演会 pp. 550~551 1998.10
- 2) 金利昭、一瀬仁志：多様化する私的距離交通手段の特性比較と共存性の考察 超小型自動車の出現とその課題 高速道路と自動車 第43回 第9号 pp. 14~25 2000.9
- 3) 白坂浩一、金利昭：私的短距離交通手段の共存性概念と分析ツールの試作 土木計画学会・講演集 No.23(2) pp. 327~330 2000.10