

# 自動車の低騒音化による道路交通騒音の低減に関する一考察

吉永 弘志<sup>1</sup>・曾根 真理<sup>1</sup>

<sup>1</sup>正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路環境研究室 (〒305-0804 つくば市旭1番地)  
E-mail: dokan@nilim.go.jp

本論文では自動車の低騒音化による道路交通騒音の低減について、乗用車と中型貨物車の惰性走行時等における騒音の発生量，市街地走行における速度の記録例，および交差点近傍における等価騒音レベルの試算に基づいて考察した。自動車の低騒音化が進み，路面を良好に保つことができれば，等価騒音レベルは5 dB以上低減すると予測した。

**Key Words :** traffic noise, equivalent continuous A-weighted sound pressure level, A-weighted sound power level, electric vehicle, hybrid vehicle, noise abatement, signalized intersection

## 1. はじめに

国内の道路に面する地域においては評価対象の約10%にあたる約47万戸の住居等が騒音の環境基準を超過していると報告されており<sup>1)</sup>，さらなる騒音対策が必要である。公道を走行する自動車からの平均的な騒音の発生量<sup>2)</sup>は後述するようにタイヤ/路面音と比較して5 dB程度大きいこと，交差点の加速区間における等価騒音レベル $L_{Aeq}$ の増加量も明らかとなっている<sup>3)</sup> こと，およびハイブリッド車の電動走行や高級乗用車が静かであることを体感することから，低騒音化された自動車の普及による道路交通騒音の低減も可能であると考えられる。騒音の発生量の小さいハイブリッド車は着実に増加しており(図-1)，今後は電気自動車(平成19年度時点での保有台数約8900台)も増加するであろう。文献<sup>4)</sup>では大型車の電動化の可能性も十分にあるとされており，将来的には大型車の電動走行も考えられる。自動車の低騒音化による

騒音の低減量の予測値は，低騒音化された自動車からの騒音発生量，低騒音化された自動車の普及率，および加減速等の走行条件により大きく異なる。渡辺ら<sup>5)</sup>は電気自動車等の低騒音車の導入による道路交通騒音の減少を大型車混入率や転換の条件別に予測し，全ての自動車が低騒音車に転換した想定での最大で約6 dBと予測している。また，筆者ら<sup>7)</sup>は，電気自動車の騒音測定，一般車の市街地走行記録，および交差点近傍における騒音の測定値に基づいて平均的な騒音の低減量を約2 dBと予測している。一方で，定常走行の電気自動車の騒音の発生量が低速ではガソリン車より大きく高速ではガソリン車より小さかったとの報告<sup>8)</sup>もある。

本論文では乗用車と中型貨物車の惰性走行時等における騒音の発生量をA特性音響パワーレベル $L_{WA}$ として測定した結果，市街地走行における速度の記録，および交差点近傍における $L_{Aeq}$ の試算から自動車の低騒音化による道路交通騒音の低減について考察した。

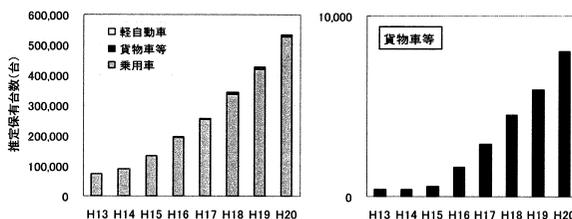


図-1 国内におけるハイブリッド車の保有台数<sup>4)</sup>

## 2. $L_{WA}$ の測定

### (1) 測定車両

測定車両と走行条件は表-1とした。CNG(天然ガス)貨物車はエンジンの圧縮比がディーゼルエンジンよりも小さいため、一般的なディーゼルエンジンの貨物車より $L_{WA}$ が小さい<sup>9)</sup>。惰性走行(エンジンをアイドリングにした走行)は $L_{WA}$ がタイヤ/路面音のみに起因する条件に近い。

### (2) 測定方法

音の発生量となる音響パワーレベル $L_W$ は式(1)で定義される。騒音は人の聴覚補正をしてA特性音響パワーレベル $L_{WA}$ と表記する。

$$L_W = 10 \cdot \lg \frac{P}{P_0} \quad (1)$$

ここで、 $L_W$ は音響パワーレベル(dB)、 $P_0 = 1p W = 10^{-12} W$ は基準の音響パワー(W)、 $\lg$ は底が10の対数、 $P$ は放射する音響パワー(W)である。一定の速度で走行する自動車から発生する $L_{WA}$ の測定は通過時の騒音レベルの最大値 $L_{A, Fmax}$ によるピーク法<sup>10)</sup>とし、式(2)で算出した。

$$L_{WA} = L_{A, Fmax} + 8 + 20 \cdot \lg l \quad (2)$$

ここで、 $l$ は測定点から自動車の走行中心までの最短距離(m)(図-2参照)。測定の概要を表-2に示す。

なお、気温および路面温度を測定したが、文献<sup>2)</sup>における $L_W$ の記載値は温度補正をしていない測定値に基づいていること及び温度補正に関する知見が確立されていないことから本論文では温度のデータを使用していない。また、風速は騒音の測定に影響がない5m/s以下であることを確認する目的で測定したものである。

### (3) 測定結果

図-3は乗用車(セダン)の惰性走行の測定結果である。

太線は $L_{WA} = a + b \lg V$ ( $a, b$ : 定数、 $V$ : 速度(km/h))で最小2乗近似した曲線であり、細線はASJ RTN-Model<sup>2)</sup>に準じ $b=30$ として近似した曲線である。他の測定値もこの例のように良好な近似曲線を得ることができた。

表-2 測定概要

項目	測定概要
機器	普通騒音計、データレコーダ、サウンドキヤリブレータ、気象観測装置他。
$L_A$ の測定位置	車線中心から7.5m、高さ1.2m。(JISD 1024に準ずる)
走行速度	一定区間を走行する時間より算出。
路面	密粒舗装
走行状態	定常走行 <sup>1)</sup>
測定値等	$L_{A, Fmax}$ 、車速、気温、路面温度、風速
測定箇所	国土技術政策総合研究所内
測定時間帯	昼間

\*1: 自動車がトップギアに近い状態で一定の速度で走行する状態。本論文では惰性走行での測定値も定常走行の測定値として扱う。

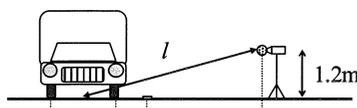


図-2 音源からマイクロホンまでの最短距離 $l$

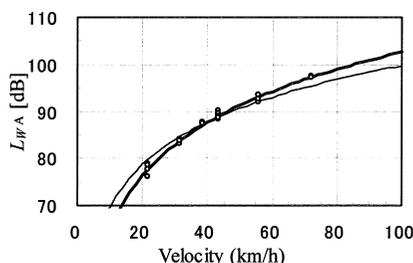


図-3 惰性走行(セダン)の測定結果

表-1 自動車の分類と測定車両

4車種分類	ナンバープレートの頭一文字及び分類条件 <sup>2)</sup>	測定車両と台数 ( )は初年度登録年度
乗用車	3, 5, 7, 4(バン) ・乗車定員10人以下	惰性走行 セダン 1台(H20), 1BOX 2台(H17, H20) 電気自動車 原付四輪 2台(H19, H19), 軽乗用 1台(H21)
小型貨物車	4(バンを除く), 6 ・排気量が50ccを超え、長さ4.7m以下	測定無
中型車	1, 2 ・長さが4.7mを超える貨物自動車で、大型車を除く ・乗車定員11人以上29人以下の中型バス	貨物車 ハイブリッド 2台(H19, H21) 貨物車 CNG 2台(H14, H19)
大型車	1 <sup>2)</sup> , 2 <sup>2)</sup> , 9, 0 ・車両総重量8t以上、又は最大積載量が5t以上の貨物自動車 ・乗車定員30人以上の大型バス ・大型特殊自動車	測定無

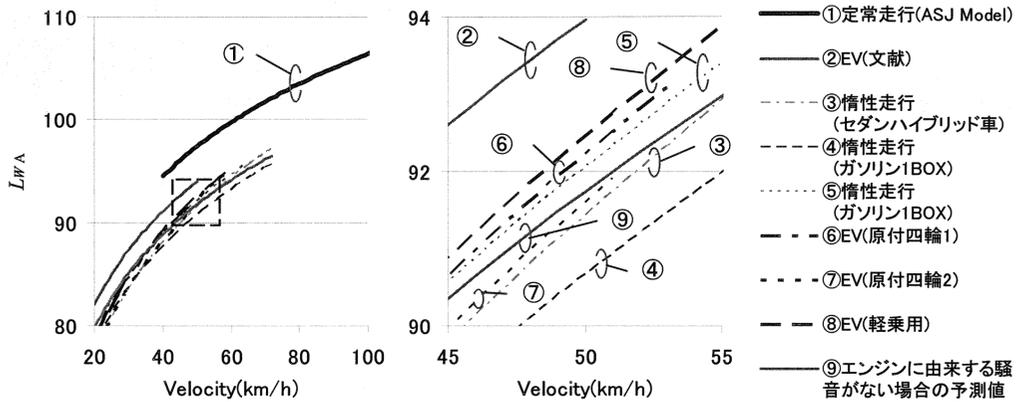


図4 乗用車の測定結果

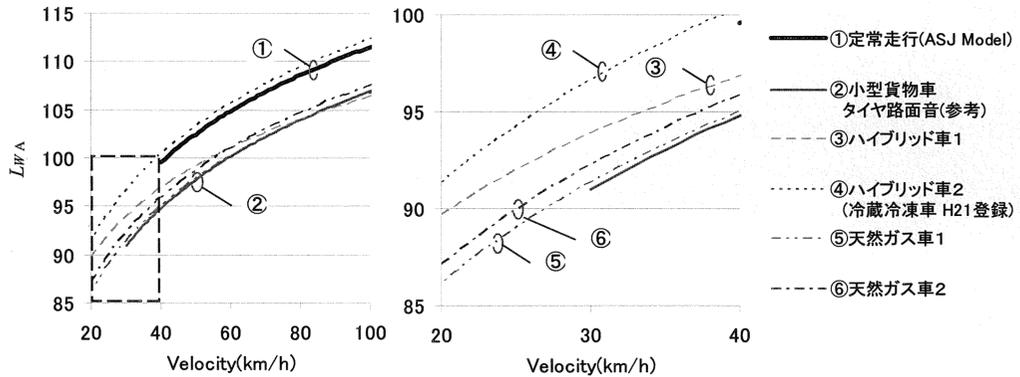


図5 中型車の測定結果

図-4は乗用車の測定結果をまとめたもので、図の右側は左側の図の破線の四角で囲った部分の拡大である。近似曲線は $L_{WA}=a+b \lg V$ とし、曲線の範囲は測定値の最小値から最大値までとしている。また、①公道走行している車両の平均的な値（以下、「一般車の値」という。）のASJ RTN-Model<sup>2)</sup>での記載値、②電気自動車等の文献値<sup>7)</sup>を併記している。文献<sup>7)</sup>ではASJ RTN-Model<sup>2)</sup>の定常走行より約4 dB小さな値となったことについて測定台数が2台と少なかったため、偶然の可能性を否定できないとされていたが、今回の測定値はさらに小さい値となった。b = 30とした③~⑧の平均的な曲線を⑨エンジンに由来する騒音がない場合の予測値として併記している。速度50 km/hにおける測定車両の平均値⑨は一般車の値①より約6 dB小さい値である。図-5は中型車の測定結果である。①一般車のASJ RTN-Model<sup>2)</sup>での記載

値、②小型貨物車のタイヤ路面音の測定値(表-2と異なる試験走路)を併記している。③、④のハイブリッド車より⑤、⑥の天然ガス車の方が小さく、②小型貨物車のタイヤ路面音に近い車両もある。③~⑥はエンジンを稼働させた状態で測定しているため低騒音化すれば最も小さい⑤よりも騒音発生量は小さく、②が限界に近いと予測できる。以上から、一般車の値①より約5 dB小さい⑤および②の程度まで騒音を低減させることができると予測した。

### 3. 考察

#### (1) 定常走行部での騒音の低減

2. の測定結果から、路面が良好な状態で維持され、自動車の低騒音化が進んだ理想的な条件では定常走行部で5~6 dBの $L_{WA}$ の低減が見込める。騒音の低減量を最大で約6 dBと予測した文献<sup>9</sup>および文献<sup>7</sup>の測定値が平均的な車両より約4 dB小さい値であったことも考慮して、定常走行部の沿道での $L_{Aeq}$ の低減量を約5 dBと予測する。

#### (2) 交差点を有する道路での騒音の低減

交差点近傍ではエンジン由来の騒音が卓越しており、自動車の低騒音化が進めば騒音低減の効果は大きいと考えられる。本論文では乗用車を事例とし、市街地における走行速度の記録事例に基づく沿道における騒音の試算および交差点近傍における加減速を考慮した騒音の試算をした。 $L_{WA}$ は表-3とし、図-6に図示した。一般の乗用車の $L_{WA}$ はASJ RTN-Model<sup>2</sup>の記載値とし、低騒音化された乗用車の定常走行、減速走行の $L_{WA}$ は一般車の定常走行、減速走行より5 dB小さい値とした。また、加速走行における $L_{WA}$ は定常走行、減速走行と同じ値を仮定した。電動走行では加速走行の $L_{WA}$ が定常走行、減速走行と一致することは文献<sup>7</sup>でも報告されている。

図-7は関東の地方都市における市街地走行の速度の記録と表-3による $L_{WA}$ の推移の一例を示したものである。0.1 sごとの速度を記録しており、この間に0.1 km/hを超えて大きくなった場合(自動車の平均的な加速度<sup>2)</sup>1.0 m/s<sup>2</sup>の約1/3に相当)は加速走行の $L_{WA}$ 、その他は定常走行、減速走行の $L_{WA}$ とした。全走行区間における $L_{WA}$ のエネルギー平均の差は約6 dBとなった。

次に、交差点部における騒音を試算した。対面2車線、規制速度60 km/hの交差点を通過する車両の単発騒音暴露レベル $L_{AE}$ を青現示で通過する車両と信号停止を経て通過する車両の2種類に分けて計算した(式(3))。環境基準等で騒音の評価量とされている $L_{Aeq}$ は単発騒音暴露量を車両の台数分積算し、単位時間当たりの平均的な値としたものなので $L_{AE}$ の差が $L_{Aeq}$ の差となる。

$$L_{AE} = 10 \cdot \lg \left[ \frac{\frac{1}{T_0} \int p_A^2 dt}{p_0^2} \right] = 10 \cdot \lg \int 10^{\frac{L_A}{10}} dt \quad (3)$$

ここで $T_0=1$  s(基準の時間)、 $p_A$ はA特性音圧(Pa)、 $p_0=20$   $\mu$  Pa(基準の音圧)、 $L_A$ は計算地点におけるA特性音

圧レベルである。積分時間は交差点を通過する前後60秒とした。座標は図-8のように設定し、停止線は $x=17$  m、車線間の距離は4 mとした。計算したエリアは最近車線から7~57 mの正方形とした。

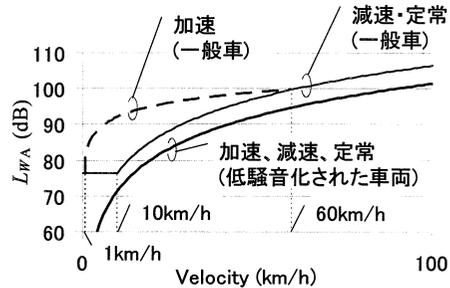


図-6 乗用車の $L_{WA}$

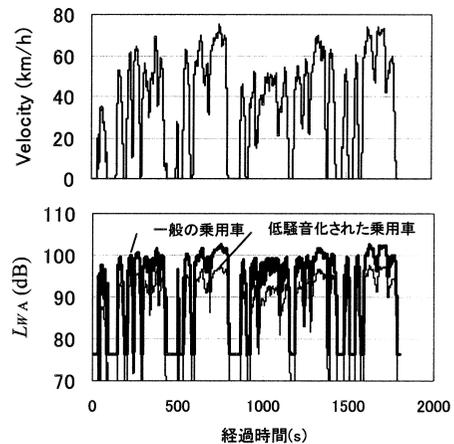


図-7 市街地走行の記録事例と $L_{WA}$ の推移

表-3 試算で仮定した $L_{WA}$ の定数 $a, b$

車種	定常走行 $40 \text{ km/h} \leq V \leq 140 \text{ km/h}$ 減速走行 $10 \text{ km/h} \leq V \leq 140 \text{ km/h}$ (一般の乗用車) 減速走行 $1 \text{ km/h} \leq V \leq 140 \text{ km/h}$ (静穏化された乗用車)		加速走行 $1 \text{ km/h} \leq V \leq 60 \text{ km/h}$		減速走行、停止 (一般の乗用車) $V \leq 10 \text{ km/h}$
	$a$	$b$	$a$	$b$	$L_{WA}$
一般の乗用車	46.4	30	82	10	76.4
低騒音化された乗用車	41.4		41.4	30	-

$L_{WA} = a + b \lg V$  としたパラメータ

低騒音化された乗用車は  $1 \text{ km/h}$  以下で騒音発生がないと仮定した。

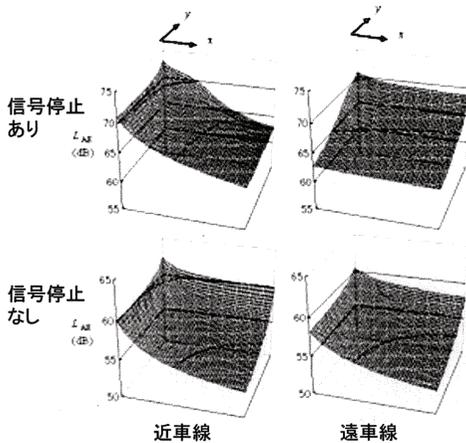


図-9 一般の乗用車による交差点近傍の $L_{AE}$  ①

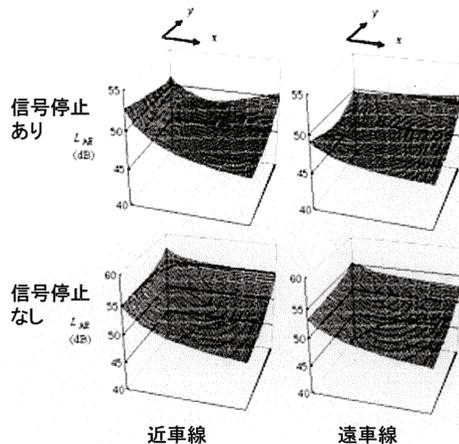


図-10 低騒音化された乗用車による交差点近傍の $L_{AE}$  ②

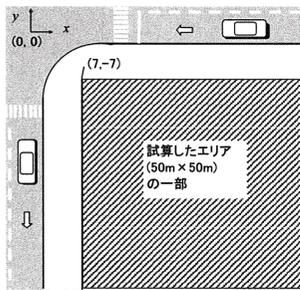


図-8 交差点近傍の試算

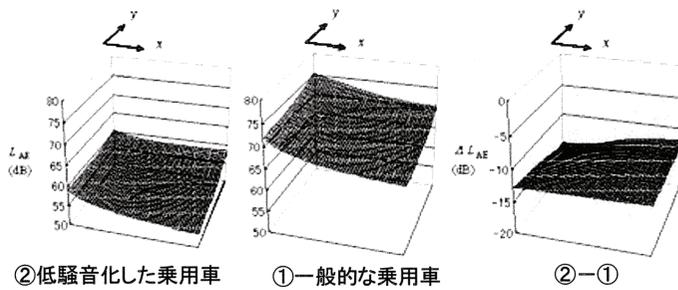


図-11 車種別の $L_{AE}$ の合成値と車種間の差

図-9は一般の乗用車の計算結果である。交差点の近くでは信号停止がなくても双方の道路の影響で $L_{AE}$ が大きくなり(図の下側)、信号停止し、発進加速して通過する場合には $L_{AE}$ はさらに大きくなる(図の上側)。図-10は低騒音化された乗用車の計算結果である。信号停

止しないで通過する車両による $L_{AE}$ は図-9より5 dB小さくなり(図の下側)、信号停止に伴う発進加速のある車両の $L_{AE}$ (図の上側)は信号停止しないで通過する車両の $L_{AE}$ (図の下側)より小さくなることは一般の乗用車とは逆である。このことは図-6に示すように加速時には

速度が小さいほど一般車と低騒音化された自動車の騒音発生量の差が大きいことに起因する。図-11は全車線、全走行状態を合計したものである。低騒音化した車両（図の左側）では全体的に騒音レベルが小さく、交差点の近くでも騒音レベルが大きくなる。図-11の右側に一般の乗用車と低騒音化された乗用車の差を示す。交差点の近傍では10 dB以上の騒音低減が見込め、交差点に最も近い位置での騒音レベルの低減が著しいことがわかる。

交差点近傍の交通条件は多様であり、赤現示の割合が小さく停止車両の割合が少ない箇所や渋滞等で騒音のほとんどがエンジン由来の箇所などもある。今回の試算は特定の交通条件における例示にすぎないが、交差点近傍では定常走行部よりも騒音低減が大きいことは明らかである。また、大型車は乗用車よりエンジン由来の騒音の割合が高いため、電気自動車や高級乗用車のようにエンジン由来の騒音を抑制することができれば、騒音低減効果は乗用車よりも大きいと予測できる。

#### 4. まとめ

自動車の低騒音化が進み、路面を良好に保つことができた場合の騒音の低減量について、乗用車と中型貨物車の惰性走行時等のA特性音響パワーレベルの測定値、乗用車の市街地走行の速度記録、および交差点近傍における走行の試算に基づいて考察して以下の結論を得

た。

・定常走行部では約5 dB低減し、交差点を有する道路の近傍では定常走行部よりもおおきな騒音低減が期待できる。

#### 参考文献

- 1) 環境省 水・大気環境局 自動車対策課:平成20年度 自動車交通騒音実態調査報告, p. 24, 2009.
- 2) 日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会: 道路交通騒音の予測モデル “ASJ RTN-Model 2008”, 日本音響学会誌, Vol. 65, No.4, pp. 179-232, 2009.
- 3) 吉永弘志, 並河良治, 山本裕一郎, 吉久光一: 信号交差点近傍における交通騒音の現場測定値の分析, 騒音制御, Vol. 33, No.1, pp. 65-75, 2009.
- 4) 一般社団法人 次世代自動車振興センター: <http://www.cev-pc.or.jp/>.
- 5) 清水浩: 電気自動車技術のトラックへの応用可能性, 物流と環境, 物流情報 2007年新年号.
- 6) 渡辺義則, 出口忠義: 電気自動車等の低騒音の車両導入による道路交通騒音の減少について, 土木計画学研究・論文集, No.13, pp. 939-947, 1996.
- 7) 吉永弘志, 並河良治: 車両の電動化による騒音低減の予測, (社)日本騒音制御工学会研究発表会論文集, pp. 89-92, 2008.
- 8) 京都市衛生公害研: 電気自動車の騒音測定, 京都市衛生公害研究所年報, No.58 (1991), pp. 168-176, 1992.
- 9) 岸田総太郎: 自動車単体の騒音対策としての天然ガス車, 音響技術, no. 102, pp.33-36, 1998.
- 10) 曾根敏夫, 香野俊一, 岩瀬昭雄: 自動車走行騒音のパワーレベルとスペクトル, 日本音響学会誌, Vol. 50, No. 3, pp. 233-239, 1994.

## A STUDY OF ROAD TRAFFIC NOISE REDUCTION BY REDUCING VEHICLE NOISE

Hiroshi YOSHINAGA and Shinri SONE

This paper discusses a study of the reduction of road traffic noise by reducing the noise of vehicles. It was based on noise generation values of passenger cars and medium heavy vehicles while cruising without engine load etc., an example of the velocity of a vehicle running in a city, and estimations of equivalent continuous A-weighted sound pressure levels near signalized intersections. It is predicted that if a method of reducing noise of vehicles is developed, road traffic noise will be reduced by about 5 dB in steady running sections and by more in the vicinity of signalized intersections.