

乗用車室内音の RASTI 法による評価

Sound Evaluation in Cars Using RASTI Method

中 村 光 勇 * 新 倉 始 *
Mitsuo Nakamura Hajime Niikura
Torben Jacobsen **

要 旨

自動車の室内騒音は、商品性の重要な要素となっているが、近年、音の大きさとしての騒音レベルの低減のみならず、その音質の改善も必要とされはじめている。そうした中で室内騒音低減目的の一つである会話明瞭度の改善に関しては、従来騒音のスペクトラムに着目した評価を主として行ってきた。今回、車室内を一つの音響空間と見なし、話し手と聞き手の間の RASTI 値を計測することにより、車室内での会話明瞭度評価を行える事が確認され、また車室内への吸音処理により、会話明瞭度の改善が可能である事が示された。

ABSTRACT

Car interior noise, an important product quality factor, has been mainly evaluated in terms of reducing loudness dB (A). Recently, in addition to the reduction of interior noise, the improvement of the quality of noise itself has come to be emphasized. Under such circumstances, the improvement of speech intelligibility, among other interior noise reduction goals, has usually been evaluated by noise spectrum.

In this paper, it is shown that regarding the cabin as an acoustic space, speech intelligibility can be evaluated by measuring the value of RASTI between the speaker and the listener. Also it has been proved that the speech intelligibility can be improved by treating absorbing materials on the interior surfaces.

1. ま え が き

最近まで RASTI(Rapid Speech Transmission Index)法は、主として室内での会話明瞭度や、拡声装置及び補助装置等の質を評価するための、迅速かつ容易な方法として用いられてきた。⁽¹⁾⁽²⁾しかし、近年航空機内での会話明瞭度、あるいは事務所内での会話プライバシーの評価といった、他の応用例もまた重要になりつつある。本報告では、車室内での会話状態の質と騒音の評価が、どのような関連性をもっているのか RASTI 法を用いて、論じたい。

車室内での騒音と音響的な“快適性”が検討される理由は何であろうか？これにはいくつかの理由がある。即ち、運転者と同乗者は、路面やタ

イヤ、トランスミッション、エンジン、風などの騒音にさらされ、またそのために、お互いに会話をする事や、ラジオ、カセットプレーヤを聞くことがしばしば困難となっている。このことは、ひいては疲労を誘発し、加えて後席の同乗者は、運転者と会話をするため、前席に近づいて好ましくない形で座らざるを得ないことになる。更に、自動車を開発する上で、室内の音質はどうあるべきか、またどのような音が、その車のコンセプトに合っているのか、といった事を評価し、具体的に設計に反映する必要が生じはじめている。

2. RASTI 法

RASTI法は、変調伝達関数 (Modulation Transfer

* 栃木研究所

** Brüel & Kjær 社 (Denmark)

Function, MTF)分析法を用いた音響伝達システムの実験にもとづいて開発された会話の明瞭度を評価するための計測方法である。⁽³⁾ この方法は、既に IEC により標準化されている。⁽⁴⁾ この RASTI 法を用いることにより、最終的に会話の明瞭度を 0 から 1 のスケール上に計測することができる。(図 1) また、1 回の計測は、8 秒以内に終了する。

RASTI システムは、話し手の位置に置かれるトランスミッタと、聞き取り手の位置に置かれるレシーバとから成る。これら 2 つの装置により、この 2 点間で会話明瞭度に関する状態を測定することが、可能となっている。

RASTI 法は、以下のような影響を考慮している。

- (1) 暗騒音。即ち今回の場合、タイヤ、路面、あるいはエンジン、風等からなる騒音、そして、
- (2) 残響と反射。車室内での残響と反射は、室内の内装材で決まる。即ちカーペットの種類や、シート、ルーフライニングと全ての反射面。

計測を行う場合、これらの現象のどちらも校正は全く必要なく自動的に取り込まれる。別の利点として、信号と騒音を分けて計測する必要がないため、テスト信号と暗騒音が同時に存在する条件下で、測定を行えるということがある。最終的に RASTI 直は、500Hz から 2KHz のオクターブバンドで、MTF 計測から算出される。

3. 車室内の騒音

車室内に侵入する音は、いくつかの騒音源から構成される。一般に騒音レベルは、騒音制御の評価値として用いられるが、むしろ騒音レベルの中の小さな違いが、重要な差として主観的に評価されることが多い。このため、大部分の自動車

メーカーは、騒音に対する主観的評価法を併用している。これは、余り正確な方法とは言えない。また RASTI 法は、会話明瞭度の計測方法であるが、従来の騒音レベルのみでは定義できない車室内騒音の音質を表現する一つの方法としても、可能性をもっていると思われる。

会話の明瞭度とラジオの聞き取りやすさの関連性において、問題は、騒音を出来る限り小さくするように車室を設計すべきであるということに対し、一方で会話の音声は、出来るだけ大きく残しておく方が良いということにある。言いかえると、会話の音声は、反射されながら車室内を、別のシートの方へ巡って行くのが望ましく、反対に騒音は、吸音される方が良いことになる。RASTI 法はトランスミッタ部から発せられる擬似ノイズを用いて計測を行うため、こうした反射／吸音等の車室内設計の変更による効果を容易に評価できる。

次の項では、運転者の隣の座席と、車室内の残りの座席との間の会話明瞭度を評価したいいくつかの測定結果について報告する。この考えは、自動車の設計に対する最終的な方向性を示すものではないが、RASTI 法による車室内の音響状態の測定が持つ意味を判断することは、可能と思う。

4. 計 測

4.1. 計測条件

計測は排気量 2 ℓ の小型乗用車の中で、Brüel & Kjær 社 3361 型スピーチ トランスミッションメータを用いて行われた。トランスミッタは、フロントガラスに向けて、前部助手席に、乗員の頭の高さで設置した。以下の計測は、全てこの位置で行っている。(図 2)

レシーバは、5 ケ所の異なった位置、即ち運転者の左耳位置より 0.2m(DS left)と右耳位置より 0.2m(DS right)及び後席の左、中央と右(RS left,

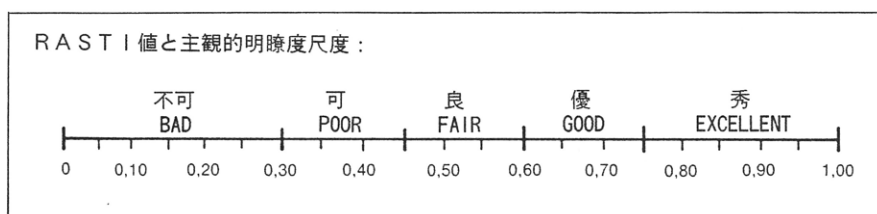


図 1 RASTI 値の定性的解釈

RS center, RS right) に設置した。

テスト車は、オートマチックトランスミッションであり、シフトポジション ニュートラルでエンジン回転数を変化させ、空転状態の測定を行い、さらに実走状態にて何種類か車速を変えて、吸音材の影響について計測した。

4.2. 結果と検討

図3に空転状態での各測定位置に対する結果を示す。

1000rpmと2000rpmでのRASTI値の各位置間での差異は、わずかであったが、回転数が高くなると増加し、特に3000rpmの場合には大きい。最もRASTI値が良いのは、DS left に対してであり、これはトランスミッタに最も近い位置で測定されているからである。

図4は、2つのオクターブバンド500Hz および2KHzのそれぞれについて、後席の2ヶ所の位置での結果を示す。この結果では、RS left については、3000rpmおよび4000rpm時の500HzバンドでRASTI値は高くなっている。これはおそらくトランスミッタの指向性パターンが、人間の指向性と等しいため、室内の形状による影響を受けたためと思われる。

運転席(DS right)での結果は、図には示されていないが500Hz バンドより2KHz バンドの方が

RASTI値はかなり高い。これはフロントガラス面からの反射による影響のためである。

図5は室内に何種類か異なった吸音材を適用した場合の測定例を示す。結果はすべてDS right に対する会話明瞭度を示し、

- (1) 標準の室内状態
- (2) 25mmの厚さのフェルトをルーフに装着
- (3) 4枚のドアの下部とフロアにフェルトを装着

した状態にて計測したものである。

これらのようなテストを行うことにより、騒音



図2 前部助手席でのスピーチトランスミッションメータのトランスミッタ部 (Type4225) 設置の様子

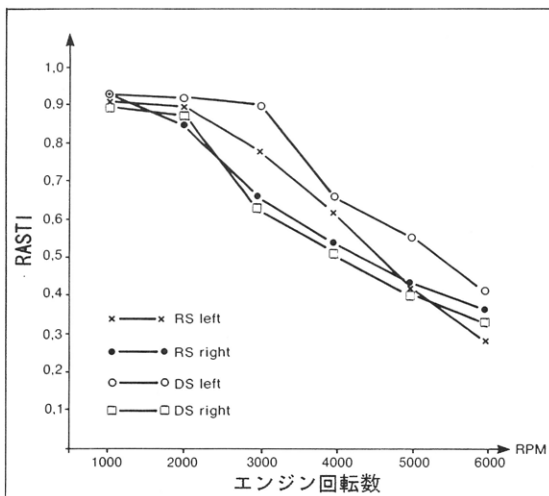


図3 空転状態でのRASTI測定結果

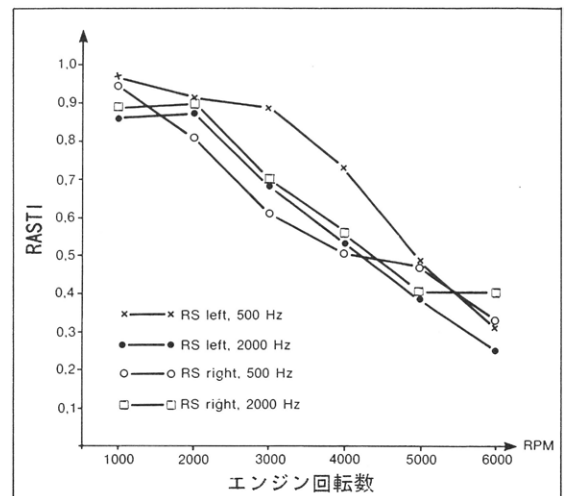


図4 図3から500Hzと2KHzオクターブバンドに対し個別にRASTI値を表示

や会話の反射を最適化し、会話明瞭度を出来る限り高めることが可能となる。

図 6 は、実走状態での結果を示す。この車にはラジアルタイヤが装着され、オートマチックトランスミッションの 2 レンジの位置で乾燥舗装路面上を走行した。また、エンジン回転数は測定中、一定に保たれており、無風の状態で走行計測を行った。

この結果、後席と助手席間に比べて、運転者と助手席間の方が、会話明瞭度はかなり良いことがわかる。

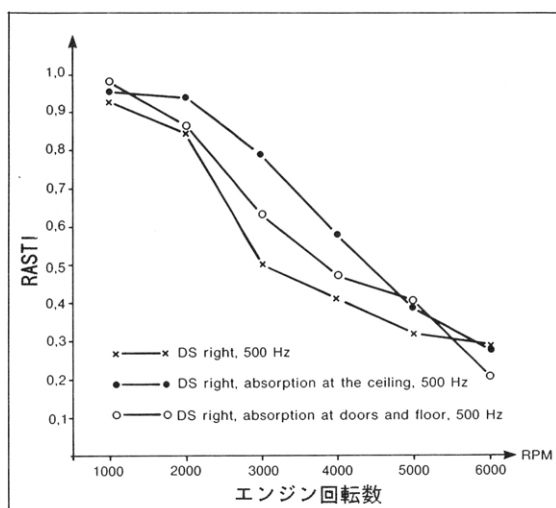


図 5 室内の各種吸音材に対する DS right の 500Hz での結果

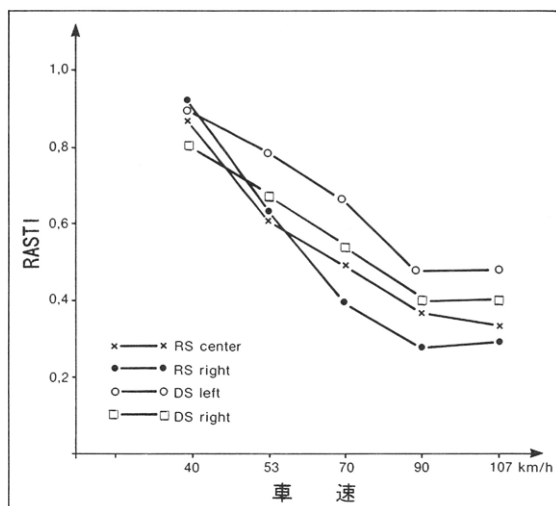


図 6 実走状態での RASTI 測定結果

5. ま と め

今回のテストによって得られた計測結果により、RASTI 法にて車室内の音響状態を定量化する事が可能であることが示された。また、吸音材とその位置に関するテストにより会話明瞭度を最適化できる可能性を示した。

本報告は、本田技術研究所が、Brüel & Kjær 社と共同で行った研究結果である。

参考文献

- (1) ANDERSON, J. & JACOBSEN, T.: "RASTI Measurements in St. Paul's Cathedral, London", Application Note Brüel & Kjær, Denmark 1985
- (2) HORRALL, T. R. & JACOBSEN, T.: "RASTI measurements: Demonstration of different applications", Application Note Brüel & Kjær, Denmark 1985
- (3) HOUTGAST, T. & STEENEKEN, H. J. M.: "A review of the MTF concept in Room Acoustics and its use for estimating speech intelligibility in auditoria", J. Acoust. Soc. Amer. 77(3), 1069-1077 (1985)
- (4) Draft IEC publication 268: Sound System Equipment-Part16: "Report on the RASTI method for the objective rating of speech intelligibility in auditoria"

■ 著 者 ■



中村 光 勇



新 倉 始



Torben Jacobsen