

新型 ACCORD の加速時室内音の改良

— 主成分回帰法を用いた伝達経路解析手法の適用 —

Interior Sound Enhancement of Vehicle Acceleration for New Model ACCORD

– Transfer Path Analysis Using Principal Component Regression Method –

坂 本 淳*

Atsushi SAKAMOTO

尾 崎 睦*

Mutsuru OZAKI

要 旨

新型 ACCORD の開発において、加速時室内音を対象に、ターゲットユーザに応じた目標を設定し、それを達成するために、主成分回帰法を用いた伝達経路解析法を適用した。本手法は、室内音に対して、振動入力による伝達経路と、音響加振力による伝達経路の寄与度を明確にすることができ、得られた合成音は音質評価システムに組み合わせる事が可能である。その結果、目標室内音の達成のために、対策が必要な部位の抽出と、必要対策量の設定がなされて、新型 ACCORD の目標室内音を達成することができた。

ABSTRACT

The development of the new model ACCORD set targets for interior sound during acceleration based on target user characteristics, and analyzed sound transfer paths using the principal component regression method to enable these targets to be achieved. This method of analysis enabled the degree of contribution of structure-borne paths and airborne paths to interior sound to be clarified. Synthesized sound, produced on the basis of the results of the analysis, was incorporated in a sound quality evaluation system. This enabled identification of the areas in which measures should be applied, and the extent to which they should be applied, to satisfy interior sound targets. As a result, targets for interior sound in the new model ACCORD were achieved.

1. はじめに

近年、自動車の加速時室内音に対して、車両コンセプトに適合した音を求める傾向が強まってきている。例えば、同じカテゴリーであっても、セダンとスポーツクーペでは、そのコンセプトの違いから、ユーザが求める室内音は変化しており、市場の違いや嗜好性などを考慮した室内音設定の提案⁽¹⁾もなされている。

また、目標室内音の具現化のために有効な手法として、主成分回帰法を用いた伝達経路解析法⁽²⁾(以下、PCR-TPA と略す)が提案されている。この手法は、従来の伝達経路解析法に対して、以下のような特徴がある。

(1) 振動入力による伝達経路と、音響加振力による伝達経路を同時にあつかえるため、室内音全体に対する伝達寄与を評価できる。

(2) 寄与分離後に演算処理された合成音の再現性が高く、音質評価が可能である。

(3) 伝達経路解析結果を音質評価システムと組み合わせることで、目標音の達成に必要な対策部位の抽出と必要対策量が決定できる。

これらの特徴により、音圧低減が中心で、対象部位も主に振動入力による伝達経路に限定された従来の伝達経路解析から、音質改良に着目した室内音全体を対象とした伝達経路解析が可能となった。

本稿では、基本プラットフォームを共用した、新型 ACCORD セダンおよび ACCORD クーペの加速時室内音を対象として、車両コンセプトに応じた目標設定をおこない、その目標室内音を達成するために PCR-TPA を適用した結果について紹介する。

*四輪開発センター

2. 車両コンセプトに応じた室内音

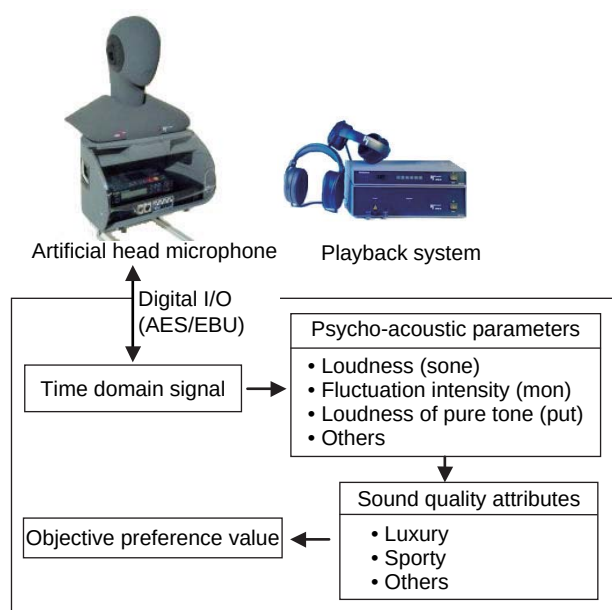
2.1. 対象車両

新型 ACCORD は、ボデー、エンジン、トランスミッションの組み合わせが数種類あるが、ここでは4ドアセダンボデーにV型6気筒ガソリンエンジンと5速オートマチックトランスミッションを搭載したタイプ(以下セダンと略す)と、2ドアクーペボデーにV型6気筒ガソリンエンジンと6速マニュアルトランスミッションを搭載したタイプ(以下クーペと略す)に対する検討結果を述べる。

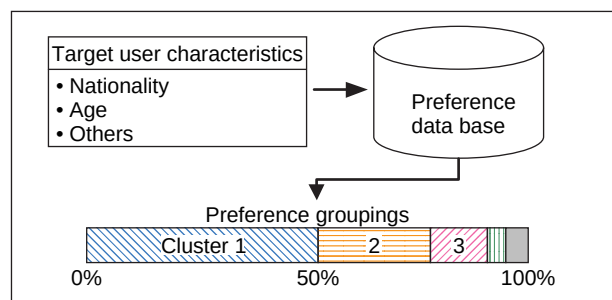
2.2. 目標音の設定

室内音の目標設定には、Fig. 1 に示す客観的嗜好度評価システム⁽³⁾を用いた。この客観的嗜好度とは「小さく滑らかな音」、「小さく軽快な音」、「迫力のある音」などにあらかじめ分類された室内音に対して、好まれる程度を客観的な数値で示したものである。

Fig. 1(a) では、前量産車を対象に、室内音をダミーヘッドマイクロフォンで計測し、客観的嗜好度評価システムで演算処理することで、「大きさ」、「変動強さ」などの聴覚刺



(a) Calculation of preference value



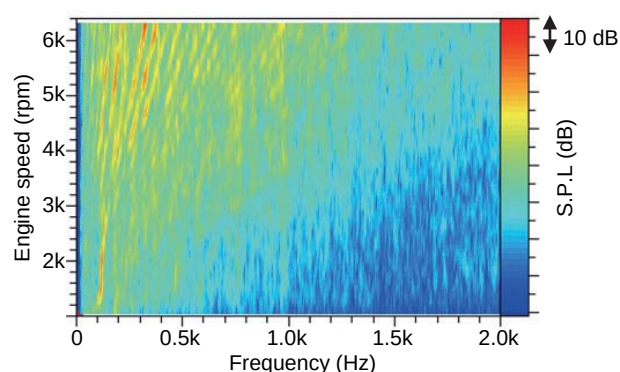
(b) Calculation of preference rate

Fig. 1 Preference evaluation system

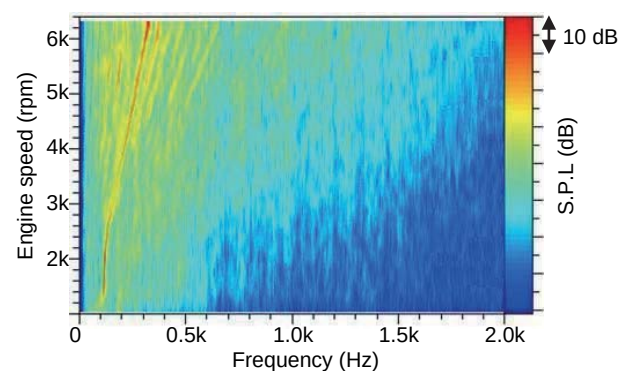
激量、「軽快感」、「滑らか感」などの複合的音質評価尺度を用いて、客観的嗜好度を算出した。

Fig. 1(b) では、新型 ACCORD セダンおよびクーペの車両開発コンセプトから、国籍、年齢などのターゲットユーザの条件と、嗜好性データベースを参照して、各々に対する客観的嗜好度を設定した。図中のクラスターが、「小さく滑らかな音」などを意味する。

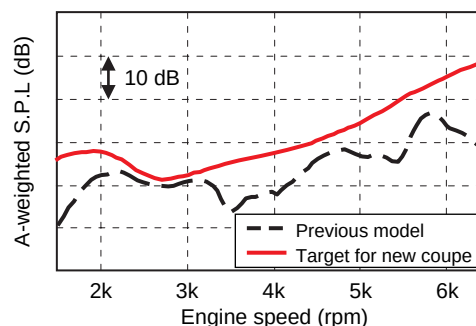
前量産車の室内音を加工して、新型 ACCORD セダンおよびクーペに対して設定した嗜好度に合致するように、各々の目標室内音を決定した。Fig. 2(a) は基準の前量産車を、(b) はセダンの目標室内音を各々カラーマップで示し、(c)はクーペの目標室内音と基準室内音である前量産車のエンジン回転3次成分を示す。



(a) Previous model



(b) Target for new sedan



(c) Target for new coupe (3rd order)

Fig. 2 Interior sound

セダンの目標室内音は、幅広いユーザーに対応することに重点を置き、前量産車よりも、高周波の突出成分を減少させながら、加速時は主要なエンジン回転次数成分をエンジン回転数に対してリニアで、適度に音圧上昇する設定とした。

クーペの目標室内音は、セダンよりも車への興味が高いユーザーに重点を置き、定常走行時はセダンと同様の室内音のままに、スロットル全開加速時には、エンジン回転数に対して3次成分の音圧を、セダンよりも強調する設定とした。

3. 室内音の改良

セダンおよびクーペの加速時室内音の目標に対して、基準車にて PCR-TPA をおこなった結果と音質評価を組み合わせた結果から、対策に必要な部位と対策量を明確化した。

3.1. 実験方法

4ドアセダンボデーのV型6気筒ガソリンエンジンと5速オートマチックトランスミッションを搭載した前量産車を使用した。

測定点は、振動入力による伝達経路と音響加振力による伝達経路を合わせて、Fig. 3に示すような経路に対して設定し、応答点は、助手席に搭載したダミーヘッドマイクロフォンによる左右耳位置の2箇所とした。車両は、駆動輪のトルクを吸収可能な台上試験装置上に設置して、負荷条件を変更し、それぞれ計測した。

3.2. セダンに対する検討

セダンの目標室内音を達成するために用いた PCR-TPA

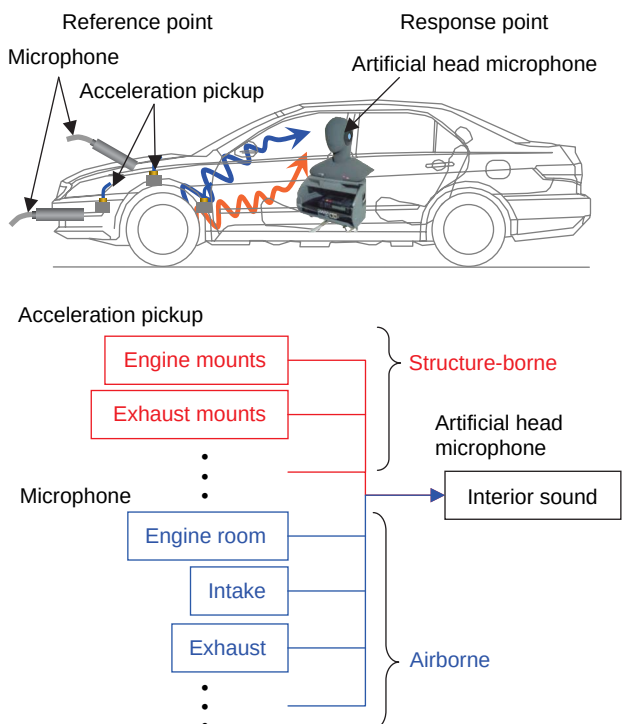


Fig. 3 Measurement setup

の結果から、代表として静粛性向上のための高周波成分の分析結果を Fig. 4 に示す。

Step 1にて室内音を、振動入力による伝達経路と音響加振力による伝達経路に大別した結果、1.2kHz以上の高周波成分は、音響加振力による伝達経路の寄与度が高いものの、

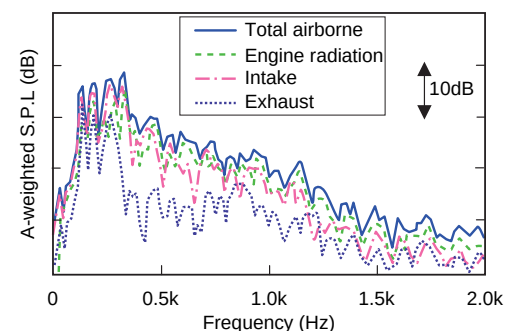
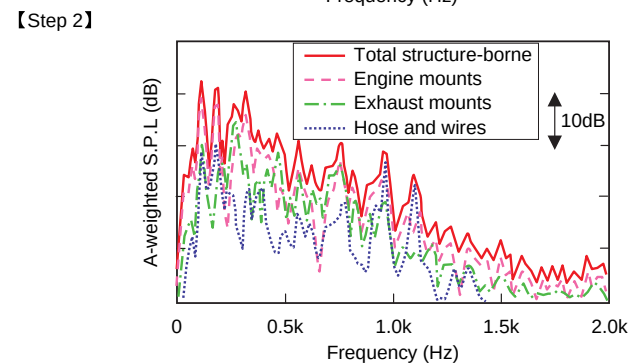
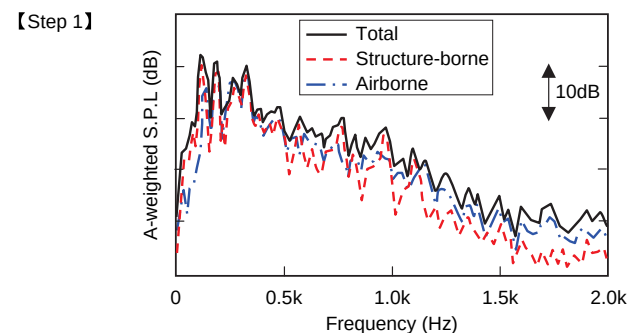
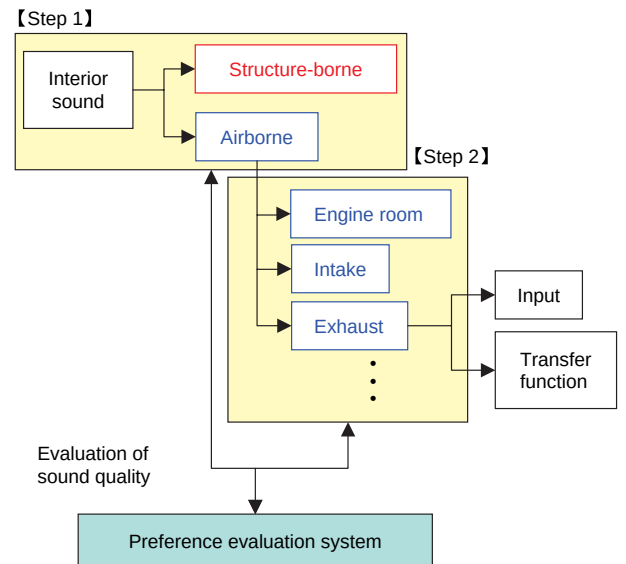


Fig. 4 Analysis result of PCR-TPA

750Hz, 1kHz, 1.1kHz 付近において振動入力による伝達経路の寄与が高いことがわかった。Step 2 では振動入力による伝達経路と音響加振力による伝達経路を、それぞれエンジンマウント、排気マウントやエンジン放射音、吸気音、排気音などに分離して、対策経路と対策量を設定した。解析の結果、前述の 750Hz は、エンジンマウントと排気マウントの経路の重複が要因であり、1kHz と 1.1kHz は、エンジンと車体をつなぐホースとワイヤの経路に主要因があることがわかった。音響加振力による伝達経路ではエンジンルームと吸気音の経路が検討対象にあげられた。これらの解析結果をもとに、対策すべき伝達経路を入力と伝達関数に分解して、主要な部位に対策を実施した。

最終的に、Fig. 5 に示す室内音を実現した。

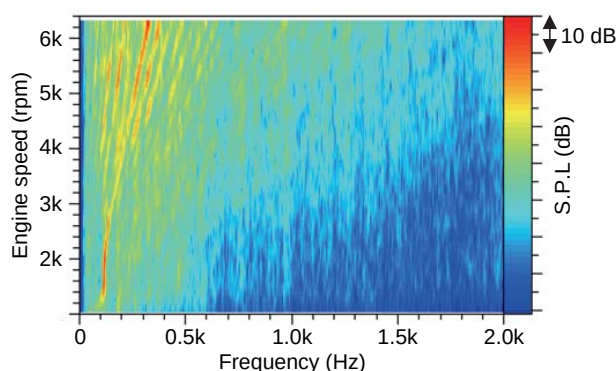


Fig. 5 Interior sound of new sedan

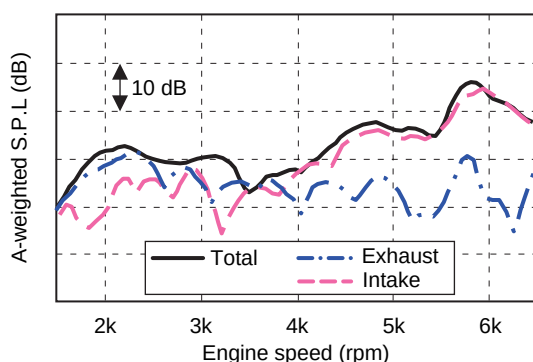


Fig. 6 Analysis result of PCR-TPA (3rd order)

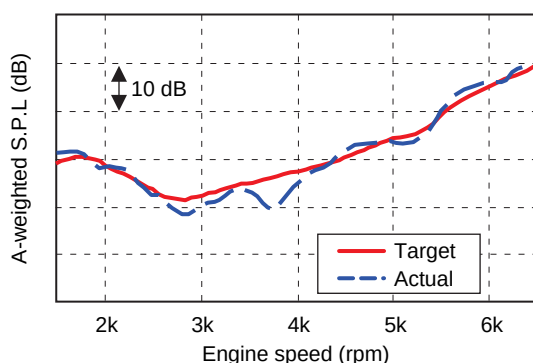


Fig. 7 Interior sound of new coupe (3rd order)

3.3. クーペに対する検討

クーペの目標室内音を達成するために用いた、スロットル全開加速時室内音のエンジン回転 3 次成分に対する、PCR-TPA の結果を Fig. 6 に示す。これによると、エンジン回転数 3000rpm 未満は排気音の伝達経路の寄与が高く、3000rpm 以上の回転数では吸気音の伝達経路の寄与が高いことがわかった。定常走行時においては、セダンと同様の室内音が目標であることも含めて考えると、振動入力による伝達経路で対応するよりも、排気音と吸気音の伝達経路での対応が適切である。この二つの経路に対して、入力と伝達関数に分解して、主要な部位に対策を実施した。

最終的に、Fig. 7 に示す室内音を実現した。

4. まとめ

以下に、PCR-TPA を用いた新型 ACCORD の加速時室内音改良について、まとめる。

- (1) セダンとクーペの室内音に対して、音質の観点から客観的嗜好度評価システムを用いて、ターゲットユーザーに応じた目標を設定した。
- (2) 基準車にて PCR-TPA をおこない、得られた合成音を音質評価システムで解析して、セダンとクーペの目標室内音の実現に必要な対策部位を特定し、対策をおこなうことで、目標室内音を達成した。
- (3) PCR-TPA が、目標室内音の達成において、振動入力による伝達経路と音響加振力による伝達経路を対象に、寄与度の高い部位を抽出することと、対策目標を設定する上で、有効な手法であることが確認された。

参考文献

- (1) 能村幸介, 吉田準史: 自動車室内音に対する, 市場の違いを考慮した高級感, スポーティ感の定量化, Honda R&D Technical Review, Vol.14, No.1, p.237-246
- (2) 能村幸介, 吉田準史: 主成分回帰法を用いた車内音の伝達経路解析手法, Honda R&D Technical Review, Vol.18, No.1, p.136-141
- (3) 能村幸介, 吉田準史: 加速運転時の室内音に対する嗜好性に関する研究, Honda R&D Technical Review, Vol.18, No.1, p.142-148

■ 著 者 ■



坂本 淳



尾崎 睦