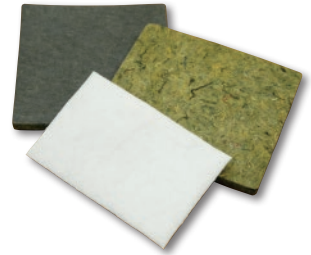




自動車が奏でる音の世界

富士重工業の自動車部門に約13年間勤務。自動車の振動、騒音問題について研究してきた黒沢先生の趣味は「音楽」。自動車を楽器に見立て、静かで軽い、人にも優しい構造の開発を目指している。



自動車に用いられる吸音材。

黒沢 良夫 くろさわ よしお

名古屋大学理学部数学科、筑波大学大学院物理学研究科修了。
富士重工業(株)にて振動騒音に関するCAEの研究・開発、
自動車の振動騒音に関する開発に従事。2004年に博士(工学)取得。
2012年5月より現職。

研究テーマ：自動車の静粛性、防音材の音響性能予測、弦楽器の振動、音色、防振手袋の開発
キーワード：音響、振動、自動車、防音材、CAE、FEM、弦楽器、防振

試作の前に予測する

自動車などの「もの」をつくる時、まずは機能や性能の目標を決め、設計し、試作品をつくり、実験によって狙った機能や性能を実現しているかどうかを確認し、修正点を見つけ、また試作して……という工程をくり返す。そんななか、黒沢先生が取り組んできたのは、CAE (Computer Aided Engineering) という手法だ。コンピュータを使って、試作品をつくる前にさまざまな条件を検討して仕様を規定する、「もの」がない状態でその性能を予測し設計するというものだ。試作と実験の大部分をコンピュータシミュレーションに置き換えることによって、開発スピードが上がる、試作の回数が減ってコストの削減ができる、などのメリットがある。

黒沢先生が動いていた富士重工業の自動車部門では、レガシーやインプレッサ、フォレスター等の車種について、5～6年に1回の頻度でフルモデルチェンジを行っていた。その際、現在販売されているモデルを基本にして、新しい部品を追加したり、パネルの板厚を変更したり、などの設計変更をコンピュータ上で先行、衝突、空力、操縦安定性、乗り心地、振動、騒音などの性能がどう変化するかをシミュレーションするのだ。

1か所の変更によって、すべての項目において性能が上がればよいが、こちらを立てればこちらが立たず、ということが必ず出てくる。たとえば、サスペンションのゴムをやわらかくすれば振動は伝わりにくく(小さく)なるが、走行中の急なカーブ等では車体が大きく揺さぶられるため操縦安定性は悪くなってしまふ。また、歩行者との交通事故では相手の頭がボンネットに当たる場合がある。衝突の衝撃でもエンジンプロッ

クなどのかたい部品に頭が当たらないよう十分なスペースが必要なため、吸音材を配置できなくなったりする。さらに、コストを抑え、重量を軽くして燃費をよくすることも重要だ。基本的には車内を静かにするには壁(たとえば窓ガラス)を厚くすればよいが、それでは重量・コストばかり上がってしまう。いろいろなモデルをつくって、すべての項目について目標性能をクリアできる仕様を検討していく。

目立つ音を抑えれば「うるさくない」

静かなほうがいいとはいえず、「まったく音の聞こえない」自動車の実現は無理だろう。そこで、ただ「静か」にするのではなく、「音色のいい」「うるさく感じない」自動車をつくる、という方向性も大切だ。「音量よりも、実は周波数(音の高さ)が大事なんです」と黒沢先生は言う。人間の耳が敏感な周波数は1000～4000Hz。この範囲に含まれる音は目立つため、うるさく感じやすいのだ。さらに、聞こえやすい周波数には個人差があり、年齢によっても違いがあるという。「年齢が高くなると、高い周波数の音が聞こえにくくなるのです。各車種にはだいたいこれくらいの年齢の人が乗る、というターゲットの年齢層が決まっているので、それに合わせて特にどの周波数の音を抑えるべきか考えます」。また、走行中ずっと回転しているタイヤからの騒音より、アクセル操作で音量が変わるエンジン音の方が目立ちやすい。そのため、タイヤからの騒音を抑えるより、エンジン音を抑えたいほうが、うるさく感じにくかったりするのだ。

バイオリンが鳴るしくみを研究に重ねて

小さいときから趣味で音楽に親しみ、大学ではバイ

オリンを弾くようになった。もともと、自動車や振動の研究に関心があったわけではないが、自動車もバイオリンと同じようなしくみで音が出ていることに気づいてからは、見える世界が変わった。バイオリンは弦の振動が駒へ、そして表板・裏板へ伝わって本体の空間と共鳴して音が放射される。自動車も、タイヤからサスペンション、ボディパネルへと振動が伝わり、ボディパネルから車室空間へ音が放射されており、振動と音が複雑に作用している。また、バイオリンは弓の毛が弦の上を滑ったり引っかかったりする「スティックスリップ」により弦が振動するが、プレーキの「鳴き」やワイパーのびびり振動も「スティックスリップ」が原因だ。「ただ、バイオリンは同じ強さで弾いたら大きい音が出る方がよい楽器ですけど、自動車は入力される振動が同じなら出る音は小さい方がいいです。どちらも「心地よい音」にできるのがよいですね」と黒沢先生は笑う。

今後は、自動車の騒音予測をCAEの計算によって実現したい、と考えている。この素材の吸音材をエンジンルームのここに貼ると、この周波数の音がこれだけ抑えられる、とか、この形状のパネルにはこういう吸音材を積層すると振動も音も抑えられる、といったことをモデル化し、計算するのだ。「素材を重ねたりすると吸音できる周波数が変わってきたり、まだまだわからないことがたくさんあります」。黒沢先生は研究に興味を重ねて楽しんできたが、プログラミングが好きな人、自動車をいじるのが好きな人も楽しめる研究なのだ。