

論文・解説

19

## 傷・汚れ防止をした内装樹脂部品の表面の開発 Development of Scratch/Stain-Free Plastic Interior Parts

中村 信 弥<sup>\*1</sup> 貞野 雅 人<sup>\*2</sup> 山地 一 平<sup>\*3</sup>  
Shinya Nakamura Masato Sadano Ippei Yamachi  
阿部 智 行<sup>\*4</sup> 花田 庸 子<sup>\*5</sup> 福丸 孝 司<sup>\*6</sup>  
Tomoyuki Abe Yoko Hanada Takashi Fukumaru

### 要 約

市場情報からお客様が車の内装品質に不満を感じる項目に、傷付きやすい、汚れやすい、汚れが取れにくいことがある。これらの不満を解決するために、本開発では内装樹脂部品に対して、傷付きや手の皮膚の角質、手油、靴などによる様々な汚れがレイアウト上付きやすい部品を明確化し、それら部品の表面（シボ形状、色、艶など）に関して、傷、汚れの付きやすさ、取れにくさ、目立ちやすさに影響する要因を明らかにした。また、傷、汚れの付きやすさ、汚れの取れにくさの評価方法を確立した上で、それらの要因による影響度を、品質工学を用いて導き出した。その上で、各影響度を数値に置換し、評価点化することで、シボ形状、色、艶の組合せに対する傷や汚れ防止、目立ちにくさの度合い（性能）を判定する仕組み（シミュレーション）を作成した。これを導入することにより、これまで机上で予測が難しかった樹脂部品表面による傷、汚れに対する性能が明らかになり、デザイン開発初期に品質対策も考慮した表面仕様を決定することが可能となった。

### Summary

One of the frequently-raised customer complains is that interior parts are prone to scratch/stain and difficult to wipe it out. In case of this development, in order to meet these complaints, we have identified interior plastic parts which are easily scratched or stained by sebum, shoes and oil of fingertip, etc. from layout viewpoint. Regarding the surface of those parts (grain pattern, color, gloss, etc.), we have identified what kinds of factors lead to scratch or stain, make it difficult to wipe out, and make it conspicuous. By establishment of the method to evaluate scratch of stain, wiping out of stain, we rated their severity through the quality engineering method. By quantifying them to a numerical rating scale, we developed a simulation analysis method to determine the severity for each combination of different kinds of grain pattern, color, and gloss. Introducing this analysis method enables us to predict the scratch/stain-proneness of a certain plastic part thinking over the countermeasure of quality in the early stage of development of design, which had been difficult on a desk-top analysis basis in the past.

### 1. はじめに

近年、内装の質感向上や品質改善を各社とも強化しているが、その中で本活動では、内装樹脂表面（無塗装仕様）が傷付きやすい、汚れやすいという不満の改善に取り組んだ。傷・汚れが付きやすいだけでなく、付いて目立ちやすいか目立ちにくいのか、汚れを簡単に拭き取りやすいかそう

でないかの視点も加え、表面（シボ、艶、色など）を最適化する手法を開発した。その手法をデザイン開発初期に導入することで、シボ、艶、色のデザイン意図を反映し、質感を向上させることと、傷・汚れの品質確保を両立させる開発を可能とした。

\*1~5 装備開発部  
Interior & Exterior Components Development Dept.

\*6 車両実研部  
Vehicle Testing & Research Dept.

## 2. 傷・汚れ発生部位と要因

### 2.1 樹脂部品の表面

内装樹脂部品の表面には質感を持たせるためにシボと呼ばれる模様が設定されている。このシボの形状差により、傷や汚れの付き方、目立ちやすさに影響がでる。傷付きやすさに関しては、材質、特に硬度による影響がある。また、塗装した部品の場合、塗装成分によっても影響があるが、本開発では無塗装部品の表面（シボ、色、艶）に着目した。

Fig.1に示すようにシボの形状には様々な種類があり、革模様のシボや、幾何学模様のシボのような基本的なシボ種類に、それぞれ更に細かい複雑な模様が追加され、その組合せで数多くのシボが存在する。各車種の市場品質情報から、シボの種類によって、傷・汚れの付き方に差があることがわかった。

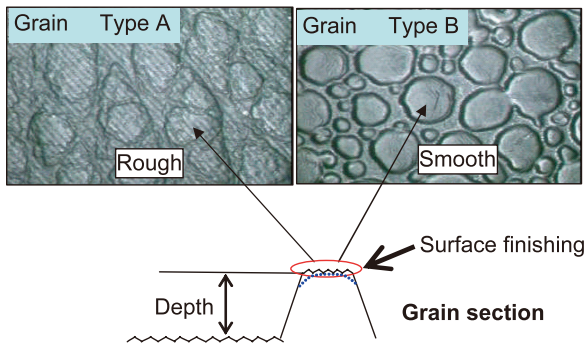


Fig.1 Variation of the Shape of Grain

また、表面にはシボだけでなく、デザイン意匠に基づいた色や艶が設定されており、これらによって傷付きや汚れ付着時の目立ちやすさに差があることもわかった。例えば、内装色が黒の場合、手の皮膚の角質や土など白っぽい汚れは目立ちやすい。また、黒い内装色の艶を低くすると傷が目立ちやすい傾向にある。以上から、内装樹脂部品の表面にはこれら3つの主要要素があり、シボに関しては、更に複数の要素がある。これら要素の組合せにより、傷・汚れへの影響度が決まる。

一方、部品の表面は、デザイン意匠に大きく影響するため、傷・汚れの品質対策を可能とし、かつデザイン意匠を満たす必要がある。そこで、開発段階で傷・汚れの影響度を予測できる手法を検討することにした。

### 2.2 傷・汚れの発生部位

最初に内装部品の傷・汚れが発生する部位を整理した。市場の情報から、傷付き発生は、室内、トランクルーム内の樹脂部品全般に渡って指摘があるが、汚れの発生部位は内装部品の位置によって異なる。例えば、ドアトリム上面部はお客様が車の乗降時に手を触れやすいことにより、手の皮膚の角質や指先の手油が付着しやすい。ドアトリムの下部（マップポケット部など）には、お客様が車の乗降時に靴を当てたりすることにより、傷や土の汚れ、靴の表面

のゴムが削れて付着する汚れなどが起こりやすい。Fig.2にそれら発生部位の分布の一部を示す。Fig.2に示すように、各部位、部品の汚れ対策を行う場合、それらに発生する汚れの項目の組合せに応じた対策が必要となる。

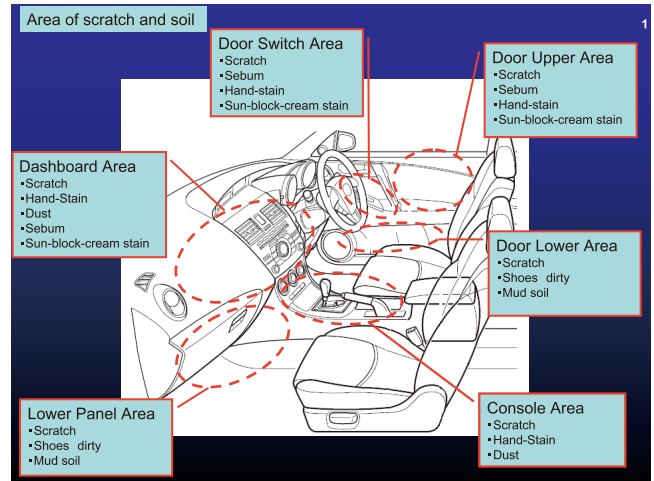


Fig.2 Area of Scratch and Soil

### 2.3 傷・汚れを発生させる要因

次に内装樹脂部品の表面の各要素を整理して、傷・汚れを発生させる要因を机上で可能な限り抽出した。具体的には、FT図などを用いメカニズム的に検討した。その検討経過の一部をFig.3に示す。この作業結果から多くの要因があることが判明した。これら各要因の傷・汚れへの影響度を導き、その影響度が大きい要因を傷・汚れ対策に有利な仕様・条件にすれば傷・汚れ防止ができるといえる。しかし、それらを実際に評価して決めるためには莫大な時間を有する。そこで、効率的に各要因の影響度を導くことができ、有利な条件を解明するために、品質工学を用いて検討、分析した。

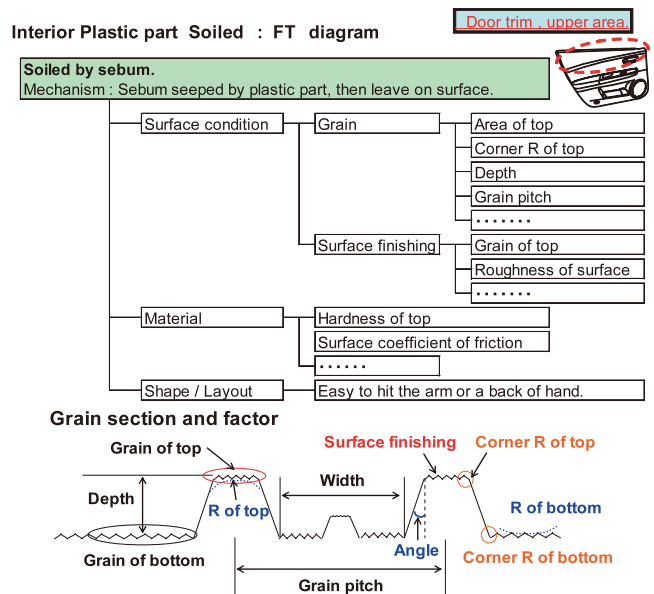


Fig.3 Example of FT Diagram for Investigation

### 3. 要因の影響度

#### 3.1 品質工学を用いた要因分析

##### (1) 因子の選定

要因の影響度を分析、導くためには実験計画法を用いることが適切であるが、抽出した要因の多さから全ての要因の影響度を実験計画法で評価できない。そこで、効率的に評価するためにTable 1に示す要因リストを作成し、傷・汚れに影響があるとメカニズム的に判断できる要因の重要度付け、絞り込みを行った。Table 1は、縦の行に各要因を示し、それら要因の傷・汚れへの影響度を数値化して列に示したものである。この絞り込み結果から、約30種類存在していた要因を10程度に絞り込んだ。その絞り込んだ要因を実験計画法の因子とし、各因子の影響度を導く方法を採用した。

Table 1 List of Factors

| Factor list of scratch and soil |              |                 | Scratch |    |    | Sebum |    |   |
|---------------------------------|--------------|-----------------|---------|----|----|-------|----|---|
| Factor                          | Level        | Value           | h       | r  | u  | e     | u  | a |
|                                 |              |                 | c       | s  | c  | a     | o  | W |
|                                 |              |                 | e       | o  | o  | n     | o  | b |
|                                 |              |                 | s       | o  | o  | e     | o  | i |
|                                 |              |                 | t       | o  | o  | o     | l  |   |
|                                 |              |                 | t       | o  | o  | o     | i  |   |
|                                 |              |                 | a       | h  | i  | g     | g  |   |
| Grain                           | Grain        | Area of top     | 3       | 3  | -  | 2     | 1  |   |
|                                 |              | R of top        | -1      | 1  | -2 | -     | -  |   |
|                                 |              | Corner R of top | -1      | -  | -3 | -     | -1 |   |
|                                 |              | Angle           | -1      | -  | -  | -     | -2 |   |
|                                 |              | Grain Pitch     | -       | -3 | -2 | -     | -3 |   |
|                                 |              | Depth           | -       | -2 | -  | -1    | 3  |   |
|                                 |              | Area of bottom  | -       | -  | -  | -     | -2 |   |
|                                 | Grain of top | R of top        | -2      | -  | -2 | -     | -  |   |
|                                 |              | Pitch           | -       | -2 | -2 | -     | -2 |   |
|                                 |              | Depth           | -       | -2 | -  | -     | 3  |   |
| Color                           |              | Lightness       | -       | -3 | -  | -3    | -  |   |

##### (2) 直交表の選択と評価組合せ

実験計画法の中で、本検討を効率的に行える直交表を検討し、L18直交表による組合せを用いることにした。表面形状(シボ)には多くの種類(要因)が存在するため、革シボ、幾何学シボなど4つの基本的なシボごとに個別に直交表を作成し、それぞれ評価を行った。シボの詳細形状、色、艶などを因子とし、絞り込んだ要因を7因子3水準+1因子2水準で評価することを決定した。Table 2に因子と水準の一部を示す。その上で、この直交表による因子、水準の組合せに従った評価用サンプルを作成した。Fig.4に示すような表面のシボや色、艶を変化させた評価用サンプル板を実際に製作し、色、艶も直交表の組合せに従って変化させた。

Table 2 Combination of Factors and Levels

| Grain A |       | Area of top | Corner R of top | Depth | Grain of top | Grain of top | Lightness | Gross  | Hardness |
|---------|-------|-------------|-----------------|-------|--------------|--------------|-----------|--------|----------|
| Factor  | Level |             |                 |       | Type         | Depth        |           |        |          |
| 1       | 60%   | Normal      | Shallow         | a     | Shallow      | Gray         | Low       | Soft   |          |
| 2       | Base  | Normal      | Normal          | b     | Normal       | Dark Gray    | Normal    | Normal |          |
| 3       | 140%  | Large       | Deep            | c     | Deep         | Black        | High      | Hard   |          |
| L18     | 1     | 2           | 3               | 4     | 5            | 6            | 7         | 8      |          |

| Grain B |       | Area of top | Grain pitch | Depth | Grain of top | Grain of top | Lightness | Gross  | Hardness |
|---------|-------|-------------|-------------|-------|--------------|--------------|-----------|--------|----------|
| Factor  | Level |             |             |       | Type         | Depth        |           |        |          |
| 1       | 70%   | 70%         | Shallow     | a     | Shallow      | Gray         | Low       | Soft   |          |
| 2       | Base  | 100%        | Normal      | b     | Normal       | Dark Gray    | Normal    | Normal |          |
| 3       | 120%  | 130%        | Deep        | b     | Deep         | Black        | High      | Hard   |          |
| L18     | 1     | 2           | 3           | 4     | 5            | 6            | 7         | 8      |          |

|   | a  | b   |
|---|--|---|
| A | Grain: Type①(60%)<br>Corner: Normal<br>Depth: Normal<br>Grain of top: Type I<br>Gross: Low | Grain: Type①(100%)<br>Corner: Normal<br>Depth: Deep<br>Grain of top: Type II<br>Grain: High |
| B | Grain: Type②(70%)<br>Pitch: 70%<br>Depth: Normal<br>Grain of top: Type I<br>Gross: Low     | Grain: Type②(100%)<br>Pitch: 100%<br>Depth: Deep<br>Grain of top: Type I<br>Gross: High     |
| C | Grain: Type③(70%)<br>Pitch: 100%<br>Depth: Shallow<br>Grain of top: Type I<br>Gross: Low   | Grain: Type③(100%)<br>Pitch: 125%<br>Depth: Deep<br>Grain of top: Type I<br>Gross: Low      |
| D | Grain: Type④<br>Depth: Shallow<br>Gross: Low   | Grain: Type⑤<br>Depth: Deep<br>Gross: High  |

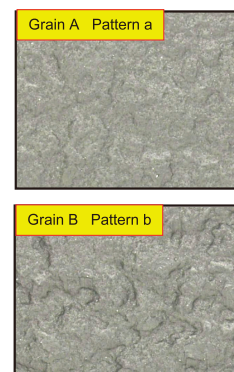


Fig.4 Specification of the Plate for Evaluation

#### 3.2 評価方法

##### (1) 傷・汚れの評価方法

影響度を導くための評価用サンプル製作までのプロセスを述べたが、実際に傷・汚れの付きやすさ、目立ちやすさ、拭取りやすさの優劣を、お客様視点、実際の付着物、付着シーンを想定した評価・判断をする方法が必要である。先に述べた各因子の汚れへの影響度を実験計画法で導くために、以前作成していた傷付きの評価方法に加え、今回、皮膚の角質、手油や靴汚れなどの評価方法、判断基準を決定した。これらの汚れは、実際の汚れ(皮膚の角質など)をそのまま評価に用いることができないので、実際の汚れに近い代替試料を選択した。また、その付着方法も乗降する人、運転中の人を汚れを付着させるシーンや付着時の荷重を想定して設定した。Fig.5に評価方法の事例の一部を示す。

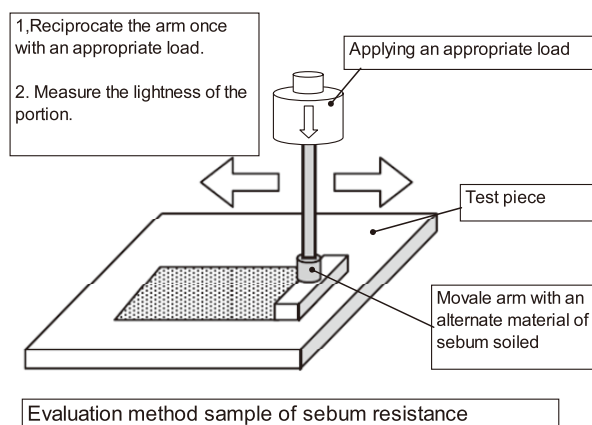


Fig.5 Example of the Evaluation Method

Fig.5に示す評価方法は、手の甲が部品に接触した時、手の甲の角質が部品に付着することを想定したものである。

##### (2) 傷・汚れ度合いの定量的判定

付着させた汚れが目立ちやすい、拭取り難い状態が、お客様が不満として持つか、持たないレベルなのかを客観的に判断するために、一部の汚れに対して、付着前後の表面



の差を計測器の測定数値で定量的に判断できる方法を決め、数値による優劣の判断を可能とした。また、定量的に判断ができない場合は、目視評価結果をランク付けすることで優劣の判断を可能とした。

### 3.3 要因効果図と表面仕様の最適化

#### (1) 要因効果図から影響度の数値化

先に述べてきた実験計画法L18直交表に基づいた評価用サンプル板と評価方法により、傷・汚れ（皮膚、手油、靴、日焼け止めクリームなど）に対して評価を実施し、要因効果図を導いた。Fig.6とFig.7に要因効果図の一部を示す。

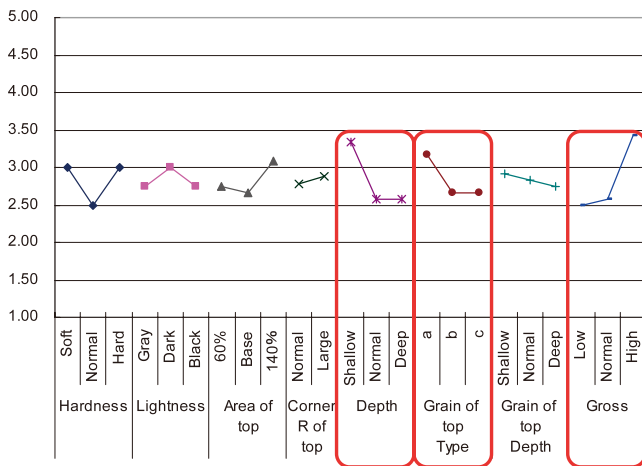


Fig.6 Figure of Factor's Effectiveness (Scratch)

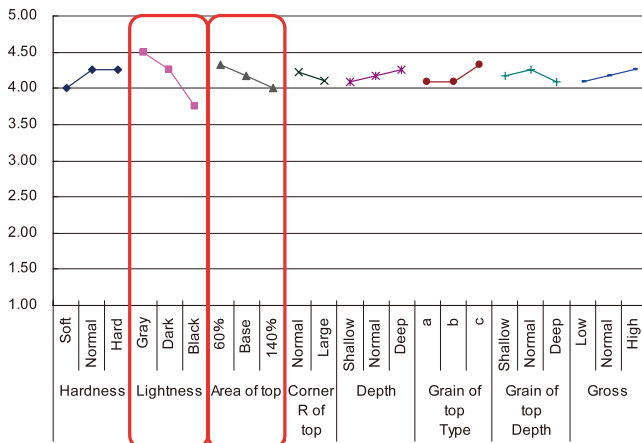


Fig.7 Figure of Factor's Effectiveness (Sebum)

Fig.6は、傷付きの要因効果図を示し、シボの深さや艶による影響度が大きいことが分かる。また、Fig.7は、皮膚の角質の要因効果図を示し、色（明度）やシボの上面部の面積による影響度が大きいことが分かる。

これら要因効果図により、傷・汚れに対する各因子の影響度と、その結果により傷・汚れに有利な仕様、形状を導くことができた。また、傷付きには有利であるが、皮膚の角質の付着には不利になるなど、相反する仕様や形状も明

確にすることができた。ここでポイントとなるのは、2.2で述べたように、内装部品の表面は、その部品の位置によって傷や汚れの付着の組合せが異なることである。したがって、要因効果図で得られた傷・汚れの個別の要因（因子）における有利な仕様の判断だけでは、それぞれの部品の傷・汚れ防止の最適な仕様を決めることはできない。

#### (2) 表面仕様の組合せ最適化手法

そこで、要因効果図から因子毎に、仕様差による傷・汚れの優劣を数値化した。更に、部品ごとの総合評価を行うために部位ごとに傷・汚れの重要度を決め、それらを掛け合わせて評価点を算出した。つまり部位（部品）と表面の仕様による評価点を算出する考え方である。この考え方をFig.8に示す。これは、ドアトリム上部と下部に対して、傷付き、皮膚の角質の付着の評価点を算出する考え方を示す。この評価点を比較することで部品毎に傷・汚れ対策の総合的な性能の優劣を示すことができる。

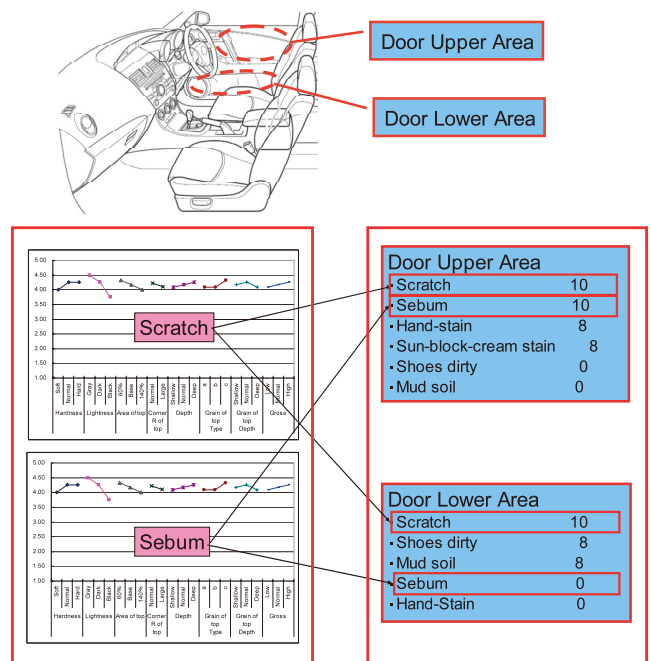


Fig.8 The Calculation Method of Point

この手法を用いれば、内装部品のどの部品に対しても、実際に部品評価をしなくても部品の表面の仕様が分かれば、傷・汚れ防止の優劣を評価点で示すことができ、現物が存在しない段階でも傷・汚れ対策の性能が評価可能となる。

#### 4. シミュレーション

この方法、要因効果図から導いた数値（評価点）のデータベースにより、樹脂部品の色々な表面の組合せごとに、傷・汚れ防止の性能をシミュレーションできる。更に、傷・汚れ防止の性能目標を設定し、それを評価点で設定しておけば、デザイン開発時に部品の表面（シボ、艶、色）の候補となる仕様の組合せのそれぞれが、傷・汚れ防止の目標を満たしているか判断ができる。このシミュレーションのシステムの一部をFig.9に示す。

|                      | Grain A                   | Score       |
|----------------------|---------------------------|-------------|
|                      |                           | <b>3.33</b> |
| Depth                | Normal                    | -0.04       |
| Grain of top (Type)  | a                         | 0.01        |
| Grain of top (Depth) | Normal                    | -0.15       |
| Area of top          | Shallow<br>Normal<br>Deep | -0.02       |
|                      |                           |             |
|                      |                           |             |
| Lightness            | Black                     | -0.19       |
| Gross                | High                      | -0.02       |
| <b>Total score</b>   |                           | <b>2.92</b> |

Fig.9 Format to Calculate the Points

この図では、シボの仕様を選択すれば、指定した部品（部位）の評価点を示すものである。

#### 5. まとめ

デザイン開発時に内装部品の表面（シボ、色、艶）の仕様を決定する時、それら仕様が市場で傷付きや汚れの品質問題を発生させるかどうかを予測する手法を持っていなかったが、この手法で予測が可能となった。一方、ここでは述べていないが、部品の表面に塗装有の場合も傷・汚れの影響が異なっており、塗装がある場合についても本内容に類似した方法で対策案を導いた。また、傷付きは材料の硬度や成分により影響度が変わる。このため、樹脂部品の傷・汚れ対策は多くの要素の組合せがあり、それらを総合的に考え、更にデザイン意匠と両立させることが重要である。我々は、この手法を今後の車種開発に展開していき、内装質感の更なる向上に貢献していきたい。

#### ■ 著 者 ■



中村信弥



貞野雅人



山地一平



阿部智行



花田庸子



福丸孝司