

NISSAN TECHNICAL REVIEW

日産
技報

2020 No.86



造り込まれた高品質感

Thoughtful, High-quality Feel Engineering

NISSAN MOTOR CORPORATION



2020



NISSAN TECHNICAL REVIEW

No. 86

日産技報第86号

目次

2020年3月 発行

◆ 巻頭言

NIM時代のクルマを支える“高品質”技術 田沼 謹一 1

◆ 特集：造り込まれた高品質感

1. 「造り込まれた高品質感」特集に寄せて 成富 光義 3

2. 高品質を造り込むアプローチ 角田 浩康・佐々木治男・山本健太郎
浅田 和博・小塚由利子・孫 ジン 6

3. 高品質に感じる内装照明 斎藤 圭祐・寿原 雅也・張 洪永・森 壮一郎
五十嵐智貴・水江 俊之・伊藤 光仁・佐々木涼子 12

4. 握り心地の良いドアハンドル、ドアプルカップ 菅原はるか・天本奈々子
豊福 史・五十嵐智貴 19

5. 高品質に感じるドア閉じ音の開発 絹田 哲三・柴田 一喜・小野 亮
加藤 将俊・穂垣 周三・坂場 進 25

6. 握り心地の良いレザーステアリングホイール 横野 俊二・下楠蘭 学・魚谷明日香
鳥海 正義・秋田 賢吾・五十嵐智貴 33

7. 高品質に感じるスイッチ操作感 美記陽之介・本間 清隆・熊谷 秀徳・小川 明也
小沢 浩史・平尾 章成・中島 洋幸・田中 克則 38

◆ 技術紹介

8. 新型日産スカイラインのプロパイロット2.0 谷口 洋平・出川 勝彦・徳永 誠士
海野 友洋・伊藤 義徳・波田野麻耶 44

◆ 新車紹介

9. 新型ジューク商品概要 藤沢 直樹・松島 士乃 52

10. 新型ルークス商品概要 伊藤 潔・本島圭奈子 57

◆ 社外技術賞受賞一覧表 63

◆ 受賞技術概要

11. 自動走行における運転スタイル個人適合手法の提案 平松真知子・張 化先・伊藤 勇希
山崎 勝・寸田 剛司 67

———— CONTENTS ————

◆ Preface

- “High-quality Feel Engineering” supporting Nissan Intelligent Mobility 1
By Kinichi TANUMA
-

◆ Special Feature : Thoughtful, High-quality Feel Engineering

1. Overview of Thoughtful, High-quality Feel Engineering 3
By Mitsuyoshi NARITOMI
2. Nissan’s Approach to Thoughtful, High-quality Feel Engineering 6
By Hiroyasu TSUNODA, Haruo SASAKI, Kentaro YAMAMOTO,
Kazuhiro ASADA, Yuriko KOTSUKA, Jing SUN
3. Interior Lighting with Thoughtful, High-quality Feel Engineering 12
By Keisuke SAITO, Masaya SUHARA, Hongyong ZHANG, Souichirou MORI,
Tomotaka IGARASHI, Toshiyuki MIZUE, Mitsuhiro ITO, Ryoko SASAKI
4. Comfortable Feeling and Touch for Door Handle and Pull Cup 19
By Haruka SUGAHARA, Nanako AMAMOTO, Fumi TOYOFUKU, Tomotaka IGARASHI
5. Development of High-quality Door Closing Sound 25
By Tetsuzo KINUTA, Kazuki SHIBATA, Makoto ONO,
Masatoshi KATO, Shuzo HOGAKI, Susumu SAKABA
6. Comfortable Grip and Tactile Feeling for Leather Steering Wheel 33
By Shunji YOKONO, Manabu SHIMOKUSUZONO, Asuka UOTANI,
Masayoshi TORIUMI, Kengo AKITA, Tomotaka IGARASHI
7. High-quality Switch Operation Feeling 38
By Yonosuke MIKI, Kiyotaka HOMMA, Yoshinori KUMAGAI, Akinari OGAWA,
Hirosaki OZAWA, Akinari HIRAO, Hiroaki NAKAJIMA, Katsunori TANAKA

◆ **New Technologies**

8. ProPILOT 2.0 of New Nissan Skyline 44
By Yohei TANIGUCHI, Katsuhiko DEGAWA, Seiji TOKUNAGA,
Tomohiro UMINO, Yoshinori ITOU, Maya HATANO

◆ **New Models**

9. Product Overview of the New Juke 52
By Naoki FUJISAWA, Shino MATSUSHIMA
10. Product Overview of the New Roox..... 57
By Kiyoshi ITOH, Kanako MOTOJIMA

◆ **List of Technical Award Recipients** 63

◆ **Technical Award News**

11. Method of Driving Style Adaptation for Automated Vehicle 67
By Machiko HIRAMATSU, Hwaseon JANG, Yuki ITO, Masaru YAMAZAKI, Takashi SUNDA



NIM時代のクルマを支える“高品質”技術

常務執行役員 田沼 謹一

以前、ヨーロッパの開発拠点（Nissan Technical Center Europe）での駐在のため、英国に約4年間住んでいました。首都ロンドンには距離が近いこともあり、週末などに家族とよく出かけましたが、その際Rolls-RoyceやAston Martinといった伝統的高級ブランドのクルマを見かけることがありました。それらは恐らくハンドメイドであろう木目や本革がふんだんに使われた内装を持ち、その手入れの良さもあって、うっとり眺めたものです。ただこれらは限られた人にとってのもの、私たちフルラインナップOEMが目指すのとは異なったもの、と感じたのも事実です。

では、お客様がその製品であるクルマと接するにあたり、その“良さ”を感じてくださるのはどのような時なのでしょう。カッコいいスタイリングや伝統のパワーユニット、加速性能にこだわる方もいらっしゃるかもしれません。しかし、大多数の普通のお客様が普通に使って感じる“良さ”とは、“出来の良さ”ではないのでしょうか。つまり、ドアを開ける時の操作感、ハンドルに触れた時の握り心地、ものを動かした時の何気ない音（ノイズではなくて）、そういった日常の経験の積み重ねで、良く出来たクルマだ、いいクルマだね、と感じて頂けるのだと思います。

今、自動車業界は変革期を迎え、CASE（Connected, Autonomous, Shared and Electric）の時代になりつつあります。私たち日産自動車も、NIM（Nissan Intelligent Mobility）という取り組みを通じ、自動運転や電動化に特徴ある製品の開発を行っており、本号で紹介する新型スカイラインに搭載したプロパイロット2.0や、すでに2代目になった電気自動車の日産リーフなどを市場に投入しています。ただ、これら新しい世代においても、日常生活の中で感じて頂ける“出来の良さ”は、特に新興ブランドが台頭し始めたこの時代において、私たちがお客様に対し継続的にその価値を提供し続けるべき領域のひとつです。

日産自動車では、この“出来の良さ”を測り向上させる技術を“高品質”技術と定義し、研究開発を続けてきており、本号の特集においてその成果を、事例を交え紹介いたします。操作感や握り心地、といった技術は決して派手なものではありませんが、じわっとお客様にその価値が伝わるものです。以前は感覚に頼ることもあった目標値を、人を科学することで客観的に評価・判断出来るようにし、その基準を各プロジェクトに展開しています。日産車に触れた際にはその成果を感じて頂ければと思います。

“High-quality Feel Engineering” supporting Nissan Intelligent Mobility

Kinichi Tanuma
Corporate Vice President

Previously, I lived in the United Kingdom for about four years while I was assigned to Nissan Technical Center Europe, the company’s development center in Europe. Partly because of the close distance to London, the capital, I often went there with my family on weekends and at other times. On those occasions, I had a chance to see traditional luxury brand cars such as Rolls-Royce or Aston Martin vehicles. Their interior trim made abundant use of what was probably hand-crafted wood grain and wrapped real leather, and they were carefully maintained, so I was fascinated looking at them. However, such vehicles were limited to certain people, and in fact I felt that they were different from the products we were aiming for as a full-line OEM.

In coming in contact with a vehicle, what is it that customers feel its excellence as a product? There may be customers who are especially particular about cool styling, some legendary power unit or crazy about acceleration performance. However, I wonder if the vast majority of ordinary customers don’t perceive the excellence of a vehicle during everyday use in terms of being well made. For example, the feel of operating the door handle to open the door, the feel of a comfortable grip on the steering wheel, or the pleasant sound heard when operating something, which should not be noise! I think the accumulation of such everyday experiences is what gives customers the impression that they own an excellent, well-built vehicle.

The automotive industry is now undergoing a period of transformation that is coming to be characterized by the acronym CASE, which stands for connected, autonomous, shared and electric. In this regard, at Nissan we are moving ahead with the development of distinctive products for the future under a program called Nissan Intelligent Mobility (NIM), which includes autonomous driving and electrification. In particular, we have put on the market our ProPILOT 2.0 driver assistance technology, which is introduced in this issue and is featured on the new Skyline, and already the second generation of the Nissan LEAF electric vehicle, among other products. However, even in that case, the well-made feel that customers perceive in their everyday lives is one area where we must continue to provide value to our customers, especially in this age when emerging-market brands are beginning to come to the forefront.

At Nissan, we are continuing to research and develop “High-quality Feel Engineering,” which we have defined as ones for assessing and improving the impression of being well made. The special feature in this issue introduces specific examples of the results of these efforts. The technologies supporting a pleasing operational feel and a comfortable grip are definitely not ostentatious things, but they will gradually convey their value to customers during everyday use. Previously, some target values were determined by the sensibilities of the engineers in charge, but now we can evaluate and judge targets objectively by treating people scientifically. Those criteria are deployed in every development project. We hope that customers will feel the results of our work whenever they come in contact with Nissan vehicles.

「造り込まれた高品質感」特集に寄せて

Overview of Thoughtful, High-quality Feel Engineering



内外装技術開発部 成 富 光 義
Interior and Exterior Engineering Department Mitsuyoshi Naritomi

1. はじめに

日産自動車では、お客さまと車のすべてのタッチポイントで、“上質・高級を感じる造りの良さ”および“お客さまの期待値を超える考えられた演出”により喜びを感じていただけるための製品開発を進めている。Life On Board (LOB) の基本理念である“人を科学する”アプローチに基づき、人が五感で感じる「高品質感」を、技術指標へ落とし込むことで、定性的で曖昧になりがちな人の感覚を技術的に定義し、要素設計を行っている。

本活動は、お客さまの不満や不具合を解消する活動と一線を画し、お客さまに見て、触って、操作して、使っていただくことで、喜びや感動を感じてもらうことを目標として取り組んでいる（図1）。本特集では、本活動のアプローチと五つの具体的な取り組みについて紹介する。

2. 技術と市場の動向

近年、自動車業界を取り巻く環境は、急速に変化している。CASE（Connected, Autonomous, Shared and Electric）

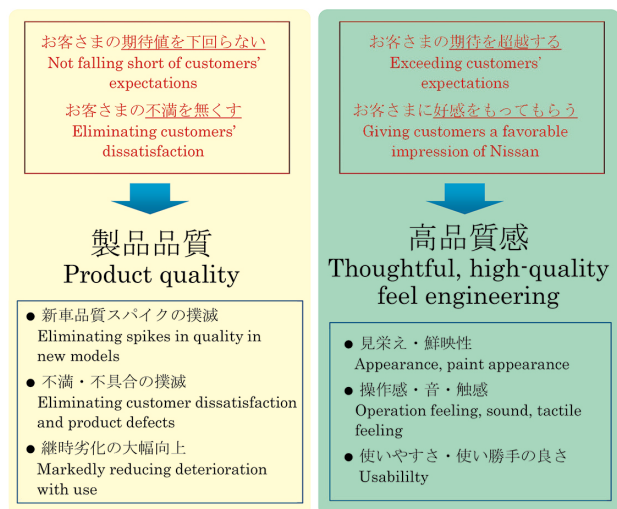


図-1 製品品質と造り込まれた高品質
Fig. 1 Product quality and thoughtful high quality

1. Introduction

At Nissan, we develop our products to enable customers to feel joy in every interface with their Nissan vehicles through built-in excellence for a high-quality/high-class impression and thoughtful execution exceeding their expectations. Based on our approach of analyzing people scientifically, which is the fundamental principle of Life On Board (LOB), we incorporate in our technology indicators “thoughtful, high-quality feel engineering” that people can perceive with their five senses. In this way, we define human sensibilities, which tend to be qualitative and ambiguous, in terms of technology and execute element designs accordingly.

These activities are clearly differentiated from ones aimed at eliminating customers' dissatisfaction and product defects. The objective of these efforts is to enable customers to feel joy and excitement when they see, touch, operate and use Nissan products (Fig. 1). This special feature explains our approach to thoughtful, high-quality feel engineering and introduces five specific activities.

2. Technology and Market Trends

The environment surrounding the automotive industry has been changing rapidly in recent years. In addition to the emergence of new competitors and intense competition in the areas of CASE, which stands for connected, autonomous, shared and electric, customers' values and the value of ownership are changing toward the value of User Experience (UX).

Amid this environment, we aim to provide thoughtful, high-quality feel engineering that exceeds customers' expectations and that they experience every day when they see, touch, operate and use our vehicles. We believe that by endowing all Nissan vehicles with this consistency, we can markedly enhance the value of our products.

3. Definition of Thoughtful, High-quality Feel Engineering

We define thoughtful, high-quality feel engineering as built-in excellence for a high-quality/high-class impression and thoughtful execution exceeding customers' expectations.

領域での競争、新たな競争相手の台頭のみならず、お客さまの価値観も、所有する価値からUX (User Experience) 価値へ変化している。

このような環境の中で、お客さまが日常的に、見て、触って、操作し、使っていただくことで感じる高品質を、お客さまの期待値を超えるレベルで提供し、すべての日産車で一貫性を持つことが、車の価値を大幅に高めていくことと考えている。

3. 高品質感の定義

「造り込まれた高品質」を、お客さまが車に近づいて、乗って、運転し、降車するまでの中で体感する“上質・高級を感じる造りの良さ”および“お客さまの期待値を超える考えられた演出”と定義し(図2)、設計基準と技術ソリューションの構築を行い、順次新車への投入を行っている(図3)。

4. 本特集で紹介する技術

本特集では、高品質感を造り込む活動成果の一部として下記の取り組みを紹介する。

1) 高品質を造りこむアプローチ

人を科学することにより、視覚・触覚・聴覚・体感で感じる高品質を技術的に機能展開し、高品質を感じる代用特性の目標値設定と設計に落とし込みを行うアプローチを紹介する。

2) 高品質を感じる内装照明

乗員の行動を分析し、対象物の形がはっきりわかる機能的価値を向上させた内装照明の充実度・点灯方法、機能的な照射場所、統一感のある光の色を紹介する。

3) 握り心地の良いドアハンドル、ドアプルカップ

握る際の手の特性分析により、指を掛けやすい、握りや

This is experienced in the course of approaching a Nissan vehicle, getting in, driving and until getting out (Fig. 2). We have established related design criteria and technical solutions and are incorporating them into our new models in turn (Fig. 3).

4. Technologies Introduced in This Special Feature

The following activities are introduced here as some examples of the results of our efforts to embody our vehicles with thoughtful, high-quality feel engineering.

(1) Approach to incorporating thoughtful, high-quality feel engineering

The approach described involves applying technical function deployment to thoughtful, high-quality feel engineering that is perceived visually, tactilely, audibly and by bodily sensations as a result of analyzing people scientifically. Target values are defined for substitute characteristics perceived as thoughtful, high-quality feel engineering and are embodied in product designs.

(2) Interior lighting for thoughtful, high-quality feel engineering

The improvement of interior lighting, lighting methods, functionally illuminated places and unified light colors are described for enhancing functional value by making the shapes of objects clearly understandable based on analyses of occupants' behavior.

(3) Comfortable feeling and touch for door handle and pull cup

The approach described is applied to establish shapes for the door handle and pull cup that are easy for the fingers to grasp, comfortable to grip and allow uniform application of pressure based on analyses of the characteristics of the hand when gripping something.

(4) Door closing sound for thoughtful, high-quality feel engineering

The approach described is applied to obtain a door closing sound with an impressive feeling and good convergence based on frequency analysis. This involves developing a door structure for increasing sound in the

- 上質・高級を感じる造りの良さ
Built-in excellence for a high-quality/high-class impression
- ✓ 一体感がある形状で、すっきりとした見栄え
Consistent shapes for a neat-looking appearance
 - ✓ 触感の良さ、統一感のある操作感・操作音
Comfortable to touch and a unified operation feeling and sound
 - ✓ 加飾、ステッチ処理から感じる豪華さ
Luxuriousness imparted by decorative trim and seat cover stitching
- お客さまの期待を超える考えられた演出
Thoughtful execution exceeding customers' expectations
- ✓ シーンに応じた演出(照明・音)
Providing lighting and sound matching the situation
 - ✓ 動きに変化を持たせた演出(開きもの)
Providing change in movement for things that open

図-2 造り込まれた高品質の定義

Fig. 2 Definition of thoughtful, high-quality feel engineering

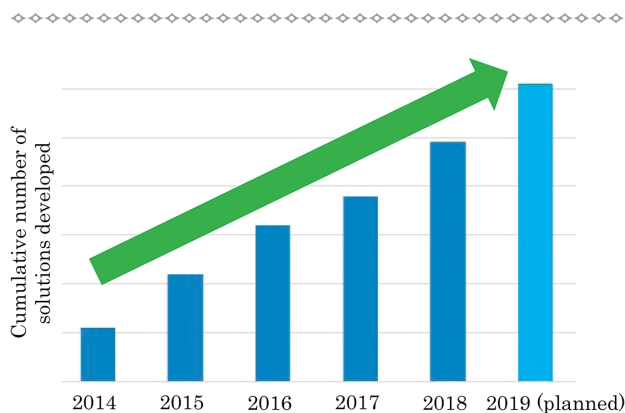


図-3 高品質を確立した技術ソリューションの累積数
 Fig. 3 Cumulative number of high-quality feel solutions developed

すい、均等に力をかけられる形状を策定したアプローチを紹介する。

4) 高品質に感じるドア閉じ音

周波数分析に基づき、重厚感があり収まりの良いドア閉じ音を実現する低周波域の音を増やしたドア構造、高周波域の音を減らすドアラッチ構造開発へのアプローチを紹介する。

5) 握り心地の良いレザーステアリングホイール

手のひらに広い面積で接触することで圧力を分散させた握りやすいグリップ断面の縦幅・横幅・角R形状、および高触感に感じる硬軟感・乾湿感・粗滑感を実現した絞深さと塗膜厚さの開発へのアプローチを紹介する。

6) 高品質に感じるスイッチ触感

プッシュスイッチ、コンプレバースイッチ、ロータリースイッチ、パドルスイッチ、プッシュプルスイッチの各操作タイプにおける操作時のクリック感、手ごたえ、しっかり感、なめらかさがよく高品質を感じる操作特性を策定したアプローチを紹介する。

5. お わ り に

日産自動車における高品質を造り込む活動は、お客さまに驚きと感動を与える車づくりを目指し、進化を続けてきている。今後もデザイン・機能の進化に伴い新たな技術領域で、人を科学することで五感に訴求できる開発を促進していく。

low-frequency region and a door latch structure for reducing sound in the high-frequency region.

(5) Comfortable feeling and touch for leather-covered steering wheel

The approach described is applied to develop the vertical width, lateral width and angle R shape of the grip cross section for ensuring gripping ease and distributing pressure by providing a large contact area with the palms of the hands. It is also used to develop the wheel cover with a wrinkle depth and coating thickness that provide suitable combinations of firmness/softness, dryness/moistness and roughness/smoothness, making it highly comfortable to touch.

(6) High-quality switch operation feeling

The approach described is applied to develop push switches, lever combination switches, rotary switches, paddle switches and push-pull switches. This involves defining the operation characteristic for imparting an impression of thoughtful, high-quality feel engineering through the click feeling, response, solid feeling and smoothness of each type of switch when operated.

5. Conclusion

These activities for incorporating thoughtful, high-quality feel engineering into our products are continuing to evolve with the aim of creating vehicles that astonish and excite customers. Based on our principal of analyzing people scientifically, we will continue to develop products that appeal to the five senses in new areas of technology accompanying the evolution of design and functionality.

高品質を造り込むアプローチ

Nissan's Approach to Thoughtful, High-quality Feel Engineering

角田 浩康*
Hiroyasu Tsunoda

佐々木 治 男*
Haruo Sasaki

山本 健太郎**
Kentaro Yamamoto

浅田 和博***
Kazuhiro Asada

小塚 由利子***
Yuriko Kotsuka

孫 ジ ン***
Jing Sun

抄 録 日産自動車では、お客さまが車に近づいて、乗って、運転し、車を降りるまでのすべてのシーンにおいて、“上質で高級を感じる造りの良さ”“期待値を超える考えられた演出”により造り込まれた高品質を感じていただける製品開発を行っている。人を科学することにより、視覚・触覚・聴覚・体感覚で高品質を感じる要素とは何かを定義し、実車や試作サンプルを用いた評価を行って高品質に感じる目標値を設定し、それを実現する設計に落とし込んでいる。取り組み事例の詳細については本特集の各記事にて紹介するが、ここでは高品質を造り込むアプローチについて紹介する。

Summary Nissan has been working to develop products with thoughtful, high-quality feel engineering so customers can recognize built-in excellence with a high-quality/high-class feel and well-considered execution exceeding their expectations. This can be experienced in all situations, including approaching a Nissan vehicle, getting in, driving and until getting out. By analyzing people scientifically, we define how customers perceive high quality visually, tactilely, audibly and by bodily sensations. Subjective evaluations are conducted with test vehicles and prototype samples, and targets are established for thoughtful, high-quality feel engineering. The target values are then incorporated in product designs and engineering solutions are developed to attain them. This article describes our approach to thoughtful, high-quality feel engineering and some specific examples are explained in latter articles.

Key words : Human Engineering, Research & Development, high quality, interior, exterior, five senses

1. はじめに

日米欧の自動車メーカーだけでなく、中国の現地自動車メーカーなども、先進装備の充実や、見栄えのよい加飾部品、競争力のある価格で商品魅力を格段に向上させてきている今日の環境下において、各メーカーは付加価値による商品力の向上にしのぎを削っている。本稿では、日産自動車の高品質を造り込むアプローチを紹介する。

2. 高品質を造り込むアプローチ

2.1 取り組みテーマの設定

はじめに、取り組むテーマの総数を把握することから行った。お客さまが車に近づき、ドアを開け、車両に乗り込み、運転の準備、物の出し入れ、操作、運転を行い、車内で過ごし、車両を降りるまでのすべてのシーンにおいて、「目に触れ」「操作し」「運転する」ことで視覚・触覚・

1. Introduction

Not only Japanese, American and European automakers but also local Chinese automakers and other companies have dramatically improved the customer appeal of their products at competitive prices. This includes the improvement and expansion of advanced equipment features and the provision of attractive decorative trim. In this environment, all automakers are striving vigorously to enhance the appeal of their products by building in added value. This article describes Nissan's approach to thoughtful, high-quality feel engineering.

2. Nissan's Approach to Thoughtful, High-quality Feel Engineering

2.1 Defining activity themes

The first task was to ascertain the total number of activity themes to be addressed. We identified activity themes by extracting the places and parts where customers can perceive thoughtful, high-quality feel engineering visually, tactilely, audibly or by bodily

*Nissan 第二製品開発部 / Nissan Product Development Department No. 2 **内外装技術開発部 / Interior and Exterior Engineering Department ***カスタマーパフォーマンス&車両実験部 / Customer Performance and Vehicle Test Engineering Department

聴覚・体感覚で高品質を感じる部位や部品を抽出し、取り組みテーマの洗い出しを行った（図1）。対象となる部品は、ヘッドランプ、インストルメントパネル、ステアリングホイールといった外装部品、内装部品、走行系部品などお客さまの目に触れる、あるいは操作する部品すべてである。内装部品における取り組みテーマの抽出例を図2に示す。

抽出した多岐にわたる取り組みテーマを、新型車および新規部品の開発に合わせて2014年より順次取り組んできた。

sensations as a result of looking at or operating them or driving the vehicle (Fig. 1). This encompassed all situations from approaching the vehicle until exiting it, including opening the door, entering, preparing to drive, taking out/putting away things, operating equipment, driving and spending time in the interior. The parts identified included the headlamps, instrument panel and the steering wheel, representing exterior and interior trim parts and a driving system part. These are all parts that customers either look at or operate. Figure 2 shows examples of extracted interior parts for activity themes and related situations.

シーン Situation	外装部品 Exterior parts	内装部品 Interior parts	走行系部品 Driving system parts
外から車両を見る／近づく Looking at/approaching a car			
ドアを開け、車両に乗り降りする Opening the door and getting in/out			
物を出し入れする Taking out/putting away things			
運転の準備をする Preparing for driving			
操作する Operating equipment			
車内で過ごす Spending time in the interior			
運転する Driving			

各シーンにおいて、五感で高品質を感じる部位や部品を選出して取り組みのテーマを抽出

Define activity themes for thoughtful, high-quality feel engineering perceived by the five senses in each situation

図-1 シーンと部位・部品から取り組みテーマを抽出
Fig. 1 Matrix of situations and parts for thoughtful, high-quality feel engineering

シーン／部品 Situation / Parts	内装部品 Interior parts																	
	シート Seat	インストルメントパネル Instrument panel	コンソール Console	エアベント Air vent	グローブボックス Glove box	ドアトリム Door trim	アシストグリップ Assist grip	サンバイザー Sunvisor	トランクトリム Trunk trim/Luggage	コンビネーションスイッチ Combination switch	シフトワイヤースイッチ Shift-by-wire switch	パワーウィンドウスイッチ Power window switch	空調スイッチ Air-conditioning switch	メータディスプレイ Meter display	ナビゲーションディスプレイ Navigation display	オーディオ/スピーカー Audio/Speaker	空調 HVAC	内装照明 Lighting
外から車両を見る／近づく Looking at/approaching a car																		●
ドアを開け、車両に乗り降りする Opening the door and getting in/out						●	●											●
物を出し入れする Taking out/putting away things			●		●				●									●
運転の準備をする Preparing for driving	●												●					●
操作する Operating equipment	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
車内で過ごす Spending time in the interior	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
運転する Driving	●											●	●	●	●	●	●	●

● 視覚 Visual ● 触覚 Tactile ● 聴覚 Audible ● 体感覚 Bodily sensation

図-2 内装部品の取り組みテーマ抽出例
Fig. 2 Examples of interior parts for thoughtful, high-quality feel engineering

2.2 取り組みテーマへのアプローチ

取り組みテーマに対し、「お客さまに提供する価値を定義」、「高品質を感じる代用特性の抽出と目標値の設定」、それを実現する「設計要素の決定」の三つのステップで機能展開を行う（図3）。

- ステップ1) お客さまへ提供する価値を定義
 取り組みテーマにおいて、お客さまの感性に訴えるポイントを明確にし、お客さまへ提供する価値を定義する。
- ステップ2) 高品質を感じる代用特性と目標値の決定
 実車や試作サンプルを用いた官能評価を行い、視覚・触覚・聴覚・体感覚に対して何がお客さまの感性に影響を与えているか明確にする。次に、代用特性の測定を行い官能評点との相関を調べ、高品質を感じる目標値の設定を行う。なお、官能評価は、評価者の体格、年齢、性別、居住国による影響を考慮し、主要マーケットである日米欧中の男女含めた評価者で行う。
- ステップ3) 設計要素の決定
 各代用特性の物理量を決定する因子に対し、構成部品の構造を基に設計要素に分解を行う。高品質に感じる目標値を達成する各設計要素への数値や寸法形状の割り付けを行い、設計ソリューションを決定する。ソリューションが決まったら、原理試作品にて再度官能評価を行い、狙い通りの高品質感が得られているかの検証を行う。確立したソリューションは設計基準化する。

2.3 アプローチの事例

本ステップでのアプローチ事例を二つ紹介する。

- 事例1) 高品質なセンターコンソールリッド
 機能展開例を図4に示す。お客さまへ提供する価値は、リッド開閉時の滑らかな動き、リッド閉時の高級な閉じ音、肘を置いた際の触り心地のなどである。リッドの滑らかな開きに対し、複数車種の開き速度の測定を行い、代用特性 (1) 滑らかな速度変化、(2) 緩やかな減速、(3) 停止するまでの時間の目標値を定め、リッド構成部品への割り付けを行う（図5、図6）。
- 事例2) 高品質に感じるトランクトリム
 機能展開例を図7に示す。実車での官能評価より、高品質

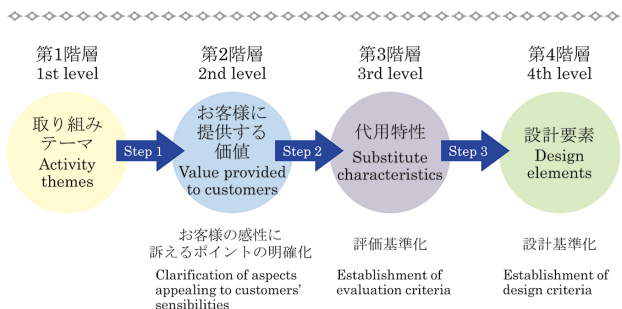


図-3 取り組みテーマへのアプローチ
 Fig. 3 Flowchart of approach to thoughtful, high-quality feel engineering

A wide range of activity themes were extracted, which we began working on in turn from 2014 in conjunction with the development of new models and entirely new parts.

2.2 Approach to addressing activity themes

Function deployment is carried out in three steps for activity themes: (1) defining the value to be provided to customers, (2) extracting substitute characteristics for thoughtful, high-quality feel engineering and setting target values, and (3) determining the design elements for achieving the targets (Fig. 3).

- Step 1: Defining the value to be provided to customers
 For each activity theme, aspects appealing to customers' sensibilities are made clear and the value to be provided to customers is defined.
- Step 2: Identifying substitute characteristics for thoughtful, high-quality feel engineering and setting target values
 Subjective evaluations are conducted using actual vehicles or prototype samples. The things that influence customers' sensibilities visually, tactily, audibly or by bodily sensations are made clear. Next, substitute

evaluations are conducted using actual vehicles or prototype samples. The things that influence customers' sensibilities visually, tactily, audibly or by bodily sensations are made clear. Next, substitute

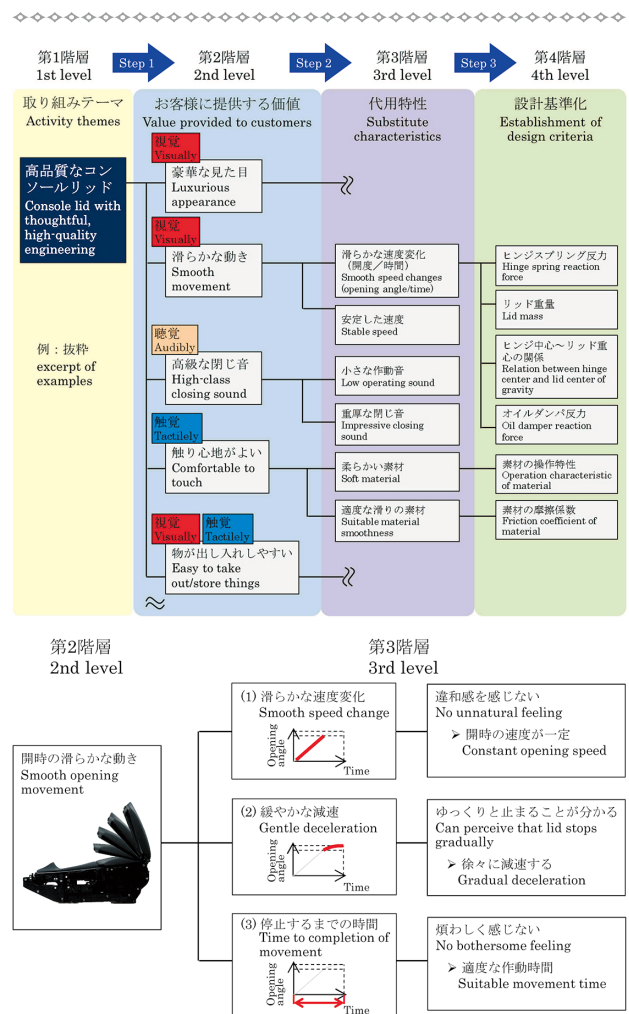


図-4 高品質を感じるコンソールリッドの機能展開
 Fig. 4 Example of function deployment diagram for thoughtful, high-quality feel engineering of console lid

質を感じる代用特性 (1) 側面の面の数、(2) 分割の直線性、(3) 底面の角度、(4) 端末形状の目標値を定めた (図8)。その適用後のすっきりした見栄えを図9に示す。

これまでにいくつかの取り組みテーマで検討を行ってきたことで、視覚・触覚・聴覚・体感覚で感じる高品質の代



影響因子 Influential factors	設計要素 Design elements
	(1) リッド開度 Lid opening angle
	(2) ヒンジセンタ Hinge center
	(3) リッド長 (ヒンジ～重心距離) Lid length (distance between hinge & center of gravity)
	(4) 質量 Mass
	(5) 重心 (ヒンジ～重心距離) Center of gravity (distance between hinge and center of gravity)
	(6) スプリング線直径 Spring wire diameter
	(7) スプリング巻き直径 Spring winding diameter
	(8) スプリング巻き数 No. of spring windings
	(9) 閉位置トルク Closed position torque
ダンパー反力 Damper reaction force	(10) 摩擦トルク or 粘性抵抗 Friction torque or viscous resistance
ストッパー反力 Stopper reaction force	(11) ストッパ Stopper

図-5 コンソールリッド開き速度の設計要素
Fig. 5 Design parameters of console lid opening speed

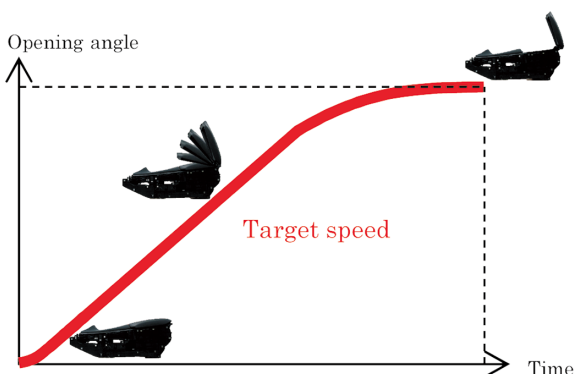


図-6 コンソールリッドの滑らかな開き速度目標値
Fig. 6 Target for smooth opening speed of console lid

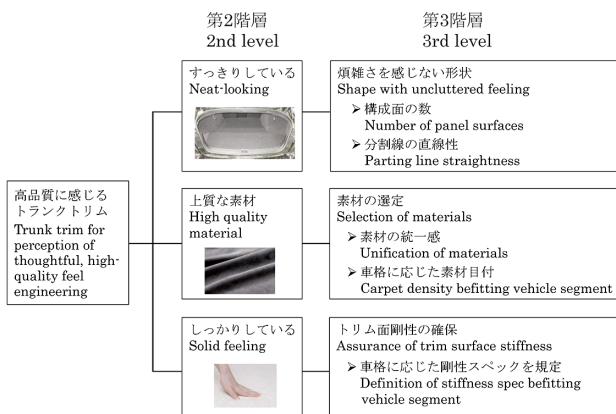


図-7 高品質を感じるトランクトリム見栄えの機能展開
Fig. 7 Example of thoughtful, high-quality feel engineering of trunk trim appearance

characteristics are measured and the correlation with subjective evaluation scores is investigated. Target values are then defined for the perception of thoughtful, high-quality feel engineering. Subjective evaluations are conducted with participation by male and female evaluators in the principal markets of Japan, America and Europe, taking into account the influence of their physique, age, gender and country of residence.

• Step 3: Determining design elements

The factors determining the physical quantities of the substitute characteristics are broken down into design elements on the basis of the structures of the component parts. Numerical values, dimensions and geometries are allocated to the design elements for attaining the target values defined for perceiving thoughtful, high-quality feel engineering and design solutions are determined. Once the solutions are determined, subjective evaluations are conducted again using prototypes for proof of concept. Whether thoughtful, high-quality feel engineering has been achieved as designed is validated on the basis of the results. Verified solutions become the basis for design criteria.

2.3 Examples of this approach

Two examples of this approach based on these three steps are explained here.

• Example 1: Center console lid with thoughtful, high-quality feel engineering

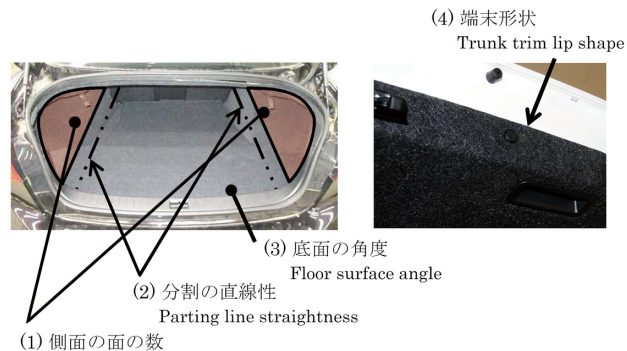


図-8 すっきりしたトランクトリム見栄えの代用特性
Fig. 8 Design parameters of trunk trim appearance

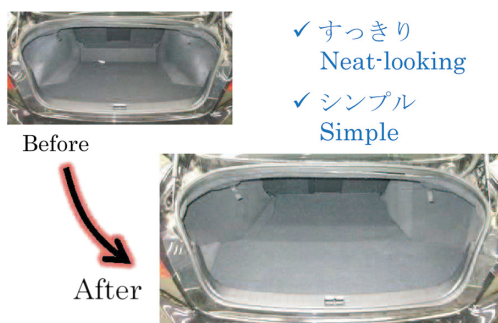


図-9 高品質を感じるトランクトリム適用事例
Fig. 9 Example of thoughtful, high-quality feel engineering of trunk trim

用特性には、さまざまな部位、部品に共通した考え方が適用できることが分かってきた（表1）。日産自動車では、お客さまが見て触って操作するすべての部品へ適用し、一貫した考え方に基づく製品開発を行っている。

3. 車両開発への適用

前述のアプローチで取り組み確立した代用特性の目標値および設計ソリューションは、開発基準に織り込み製品開発への適用を進めている。確実な適用を図るため、設計と実験の両エキスパートによる設計構想段階での適用チェックの実施、および量産フェーズで狙い通りに実物ができているかの車両評価会を行い、達成度を確認している。

4. おわりに

以上のような日産R&Dの高品質を造り込む活動は、競争力のある車づくりを目指して技術を構築し、進化を続けている。新型アルティマやQX50をはじめ新型車に採用を拡大し、市場から好評を得ている。本特集では、その主な適用事例について説明する。

表-1 代用特性の例
Table 1 Examples of characteristics

感覚 Sense	代用特性の例 Examples of substitute characteristics
視覚 Visual	<ul style="list-style-type: none"> 均一な光＝輝度均斉度 Uniform light = Luminance uniformity 開き物の滑らかな動き＝時間、開度 Smooth movement of opening parts = Time, opening angle 心地よい照明＝点灯・消灯時間 Comfortable illumination = Light-on & light-off time
触覚 Tactile	<ul style="list-style-type: none"> 触感の良さ＝温冷感（熱伝導率） ＝粗滑感（表面粗さ） ＝乾湿感（摩擦特性） ＝硬軟感（変形量） Comfortable to touch = Warm/cool feeling (thermal conductivity) = Rough/smooth feeling (surface roughness) = Dry/moist feeling (friction characteristic) = Firm/soft feeling (deflection amount) 握りやすい形状＝角R寸法、曲率 Easy-to-grip shape = Angle R dimension, curvature
聴覚 Audible	<ul style="list-style-type: none"> 重厚感がある＝低周波成分比率 Impressive feeling = Ratio of low frequency components 収まりが良い＝収束時間 Good convergence = Convergence time
体感覚 Bodily sensations	<ul style="list-style-type: none"> シートの座り心地＝面圧 Seat comfort = Surface pressure 操作の滑らかさ＝初期操作力、変動幅 Smoothness of operation = Initial operation force, fluctuation range

An example of the function deployment is shown in Fig. 4. The value to be provided to customers here includes the smooth opening/closing movement of the lid, a premium-feel lid closing sound, and a comfortable feeling when resting an elbow on the lid. The lid opening speed was measured in multiple models with regard to its smooth opening movement. Target values were set for three substitute characteristics: (1) smooth change in speed, (2) gentle deceleration and (3) the time to the completion of movement. The targets were then allocated to the constituent parts of the lid (Figs. 5 and 6).

- Example 2: Trunk trim for perception of thoughtful, high-quality feel engineering

An example of the function deployment is shown in Fig. 7. Based on the results of subjective evaluations conducted with actual vehicles, the following substitute characteristics were selected for the perception of thoughtful, high-quality feel engineering: (1) number of side panel surfaces, (2) straightness of parting lines, (3) angle of the floor and (4) trunk trim lip shape. Target values were defined for each one (Fig. 8). The neat-looking appearance obtained by applying the target values is shown in Fig. 9.

In the course of investigating a number of activity themes to date, it was found that the concepts shown in Fig. 10 can be applied in common to various places and parts among the substitute characteristics for the perception of thoughtful, high-quality feel engineering visually, tactilely, audibly and by bodily sensations. At Nissan, we apply them to all vehicle parts that customers see, touch or operate in order to develop products based on a consistent philosophy.

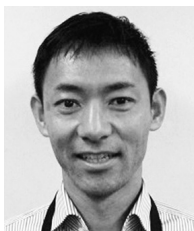
3. Application to Vehicle Development

The target values and design solutions for the substitute characteristics established by applying the approach described here to the activity themes are steadily being incorporated in our engineering criteria for product development. To ensure that they are applied reliably, both design and testing experts conduct application checks at the design conceptualization stage. Moreover, vehicle evaluation sessions are conducted in the mass production phase to investigate whether products have been designed and engineered according to the intended aims. The results confirm the level of accomplishment achieved.

4. Conclusion

In the activities described here for thoughtful, high-quality feel engineering in Nissan's R&D programs, we are continually establishing and evolving the necessary technologies with the aim of designing and developing highly competitive vehicles. We are continuing to expand their application to new models, beginning with the new Altima and the QX50, and have received favorable feedback from the market. This special feature presents examples of principal applications to date.

■ 著者 / Author(s) ■



角田 浩康
Hiroyasu Tsunoda



佐々木 治男
Sasaki Haruo



山本 健太郎
Kentaro Yamamoto



浅田 和博
Kazuhiro Asada



小塚 由利子
Yuriko Kotsuka



孫 ジン
Jing Sun

高品質に感じる内装照明

Interior Lighting with Thoughtful, High-quality Feel Engineering

斎藤 圭祐*
Keisuke Saito

寿原 雅也**
Masaya Suhara

張 洪永**
Hongyong Zhang

森 壮一郎**
Souichirou Mori

五十嵐 智貴*
Tomotaka Igarashi

水江 俊之**
Toshiyuki Mizue

伊藤 光仁***
Mitsuhiro Ito

佐々木 涼子*
Ryoko Sasaki

抄 録 近年の車両照明は灯体数が増加し、かつ多様な使われ方をするようになってきている。さらに、照明そのものの機能に加え、品質感も重視されるようになってきたため、内装照明の品質感の要因特性を明確にし、評価基準を設定した。ここでは照明の充実度・点灯方法、機能的な照射場所、統一感のある光の色の三項目について紹介する。

Summary In recent years, the number of vehicle interior lights has increased and are used for various purposes due to the application of light-emitting diodes (LEDs). Customers have come to consider lighting not only for its functionality but also for its quality. Therefore, we clarified factor characteristics regarding interior lighting quality and defined evaluation criteria. This article describes lighting sufficiency, lighting methods, functional illumination areas, and unified light color as elements of high-quality lighting.

Key words : Electric Equipment, interior lighting, lighting evaluation

1. はじめに

近年の車両照明はLED化が進み、灯体の小型化や色温度を変えることで内装照明の自由度が増え、白熱灯ではできなかった部位への採用や色温度の調整が可能になった。灯体数の増加、使われ方の変化に伴いお客様は照明の機

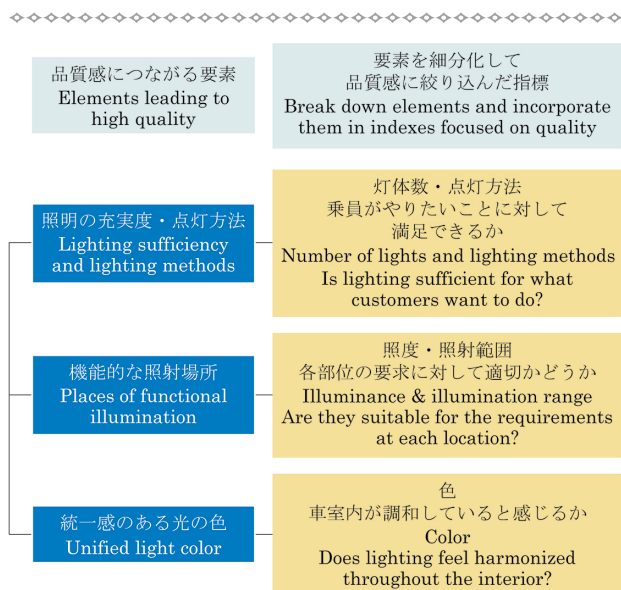


図-1 品質が高いと感じる内装照明の機能分解
Fig. 1 Functional breakdown of high-quality interior lighting

1. Introduction

The use of light-emitting diodes (LEDs) for vehicle lighting has been advancing in recent years. The smaller lamp size and ability to change the color temperature have increased the degrees of freedom for interior lighting. It is now possible to install LEDs in places where incandescent lights could not be positioned and to adjust the color temperature. The increased number of lights and changes in use have made customers more conscious of the quality of lighting, not just its functionality. Therefore, we clarified the factor characteristics related to the impression of lighting quality and defined the requirements for interior lighting with thoughtful, high-quality feel engineering.

Assuming that lighting which satisfies customers' requirements leads to an impression of quality, we defined

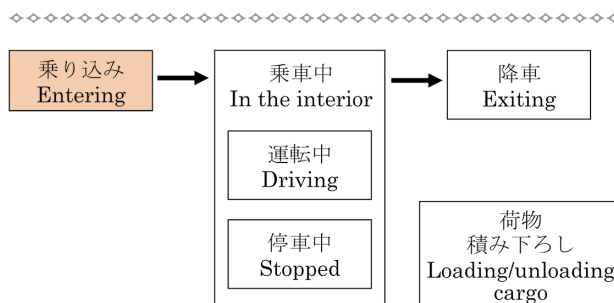


図-2 車両使用シーン
Fig. 2 Vehicle usage situations

*カスタマーパフォーマンス&車両実験部 / Customer Performance and Vehicle Test Engineering Department **内外装技術開発部 / Interior and Exterior Engineering Department ***バリューエンジニアリング部 / Value Engineering Department

能だけでなく、品質感を意識するようになってきた。そのため、品質感に関連する要因特性を明確にし、高い品質感を感じる要件を設定した。

内装照明の品質感の要素として、お客様の要求に対して照明が充実していることが品質感につながると考え「照明の充実度・点灯方法」を定義した。また、「対象物の形がはっきりわかる」などの機能的価値の向上として「機能的な照射場所」に取り組んだ。さらに、複数の照明が設定されているだけでなく、車室内が均一に照らされていることが望ましいため、「統一感のある光の色」を定義した。以上、三つの品質感の要素を満足させるために (1) 灯体数・点灯方法、(2) 適切な照度と照射範囲、(3) 色についての評価基準を定めた (図1)。

2. 評価項目

2.1 照明の充実度・点灯方法

車の使用シーンには乗り込み、乗車中 (運転中、停車中)、降車、荷物の積み下ろしがある (図2)。ここでは代表例として、夜間の乗り込みシーンを事例に紹介する。

夜間の乗り込みシーンを細分化するために、お客様の行動分析を行った。結果を図3に示す。3ステップ目までは、90%以上のお客様が車両に近づきシートに着座するという共通の行動を取るが、以降の順序は様々であった。夜間の乗り込み時に照明が必要となるシーンは (1) 車両に近づく、(2) ドアをアンロックする、(3) ドアを開ける、(4) ドアを閉じる、(5) エンジン始動であり、表1(a)に示す通り各シーンにおけるお客様がやりたいことは共通している。

“lighting sufficiency and lighting methods” as an element of high-quality lighting. In addition, we devoted efforts to “functional illumination areas” as a way of improving the functional value of lighting, such as making the shapes of objects clearly discernable. Moreover, we defined a “unified light color” as another element because illuminating the entire interior uniformly is desirable, rather than simply installing many lights. In order to satisfy these three elements of high-quality interior lighting, we determined evaluation criteria for (1) the number of lights and lighting methods, (2) optimal illuminance and illumination range, and (3) light color (Fig. 1).

2. Evaluation Items

2.1 Lighting sufficiency and lighting methods

Vehicle usage situations include entering, being in the interior (while driving and stopped), exiting and loading/unloading things (Fig. 2). A situation of entering a vehicle at night is described here as a typical example.

A driver behavior analysis was conducted to analyze in detail the situation of entering a vehicle at night. The results are shown in Fig. 3. Up to the third step, 90% of the drivers showed a common behavior pattern of approaching the vehicle and sitting in the driver’s seat, but they displayed different behavior patterns in the subsequent steps. Lighting is necessary for entering a vehicle at night with respect to the situations of (1) approaching the vehicle, (2) unlocking the door, (3) opening the door, (4) closing the door, and (5) starting the engine. As shown in Table 1(a), the things drivers want to do are shared in all the situations.

We investigated the types of lighting for satisfying customers’ requirements when entering a vehicle at night and the rates of installation in each vehicle class.

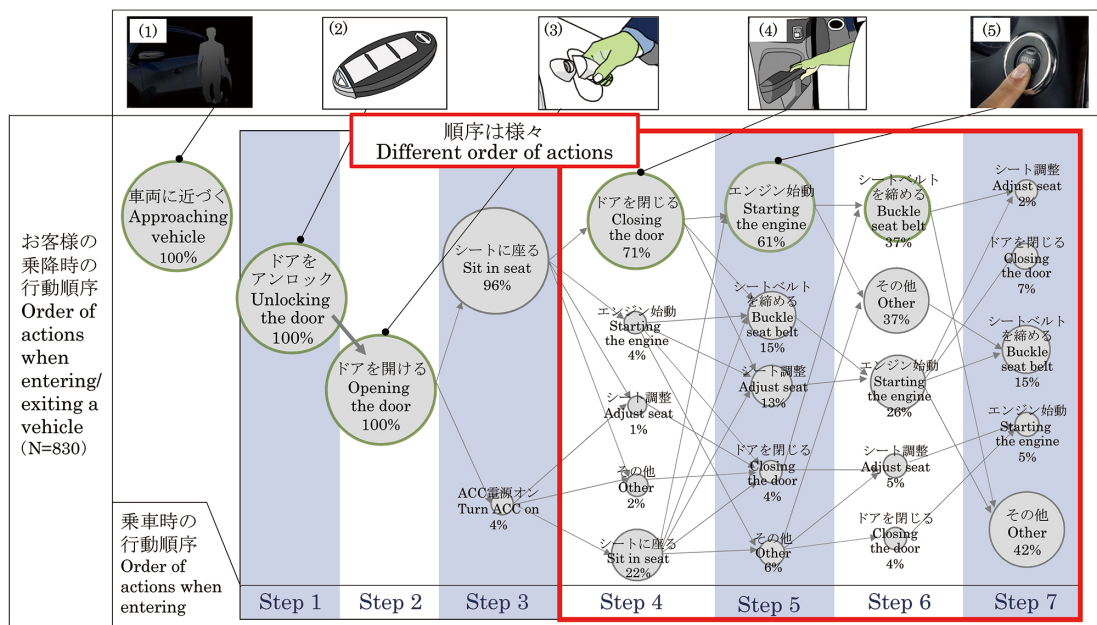


図-3 お客様の乗降時の行動順序
Fig. 3 Order of actions in entering/exiting a vehicle

乗り込みシーンでお客様の要求を実現できる照明及び設定率を車格ごとに調査した。結果を表1(b)に示す。調査対象は日米欧ブランドのプレミアムクラス5台、ミドルクラス15台、エントリクラス8台の計28台である。ドア開時に運転手側が照らされる照明とドア閉時に低照度になる照明の設定率は、プレミアムクラスでは高く、エントリクラスは0%であった。これは車室内全体が明るくなり、さらにドアを開けた運転手側が照らされる、室内照明が消える前に一度低照度になるという段階的な点灯をするものであり、機能照明を満足した上での演出的な側面もあることから、価格帯の高いプレミアムクラスやミドルクラスでの設定率が高いと考えられる。また、機能照明の中でもドアハンドル照明はフロア照明、コンソール上面照明に比べて設定率が低かった。この要因は、お客様がそれぞれの照明を使用する頻度で優先度をつけているためであると考えられる。ドアハンドル照明は、ドアを開ける一瞬であるが、フロア照明とコンソール上面照明は、乗り込み時の足元確認や暗がりでの車室内で物を探す行動の手助けとなるため、優先して設定していると考察できる。

高い品質感を実現するには、ルームランプのような基本的な照明に加え、プレミアムクラスで設定されているドア

The results are presented in Table 1(b). A total of 28 vehicles of Japanese, American and European brands were investigated, which consisted of 5 premium-class vehicles, 15 medium-class vehicles and 8 entry-class vehicles. The premium-class vehicles had high installation rates for lighting that illuminated the area near a person when opening a door and for lighting with low illuminance when closing a door. The installation rate for entry-class vehicles was 0%. This type of lighting illuminates the entire interior and also the area near a person who opens a door. It also provides phased illumination of low illuminance momentarily before the interior lighting is extinguished. In addition to satisfying the functional illumination requirement, this type of lighting has certain presentational aspects. Presumably, that is why the installation rate is higher for premium-class and medium-class vehicles in more expensive price ranges. Among the types of functional lighting, door handle lights have a low installation rate compared with floor lights and console lid light. That is probably because an order of priority is applied according to the frequency of using each type of lighting. Door handle lights are used momentarily when opening a door, whereas floor lights and the console lid light assist in confirming footing when entering a vehicle and when searching for something in a dark interior. That

表-1 お客様の行動及びお客様がやりたいこと、並びに車格別照明設定率
Table 1 Customers' behavior/requirements and lighting installation rate by vehicle class

(a) お客様の行動及びお客様がやりたいこと
Customers' behavior and desired actions

行動 Action	(1) 車両に近づく Approaching vehicle	(2) ドアをアンロックする Unlocking the door		(3) ドアを開ける Opening the door			(4) ドアを閉じる Closing the door	(5) エンジンを開始させる Starting the engine	
お客様がやりたいこと What customers want to do	自車の存在を確認したい Want to confirm vehicle's presence	ハンドルの位置を確認したい Want to confirm position of door handle	室内の様子を確認したい Want to confirm situation in interior	自分だけ特別扱いたい Want to feel only oneself is treated specially	足元やシートの安全を確認したい Want to confirm safe footing and seating	スタートスイッチを探さずエンジンスタートしたい Want to push engine start button without looking for it	運転準備に適した明るさにしたい Want lighting suitable for preparing to drive	運転のために室内を暗くしたい Want to darken interior for driving	走行中、コンソール上面がわかりやすい Want to find console lid easily while driving
照明方法 Illumination method	内装トリムが照らされている Interior trim is illuminated	ハンドルが照らされている Handle is illuminated	室内全体が明るくなる Entire interior is illuminated	乗り込むシートが周りより明るくなる One's seat is more illuminated than surrounding area	フロア面が明るくなる Floor is illuminated	スタートスイッチが点滅/点灯する Start button flashes on/off	室内全体が低照度になる Low illuminance for entire interior	室内全体の照明が消える All interior lights go off	コンソール上面が照らされる Console lid is illuminated

(b) 車格別照明設定率
Installation rates for each vehicle class

行動 Action	(1) 車両に近づく Approaching vehicle	(2) ドアをアンロックする Unlocking the door		(3) ドアを開ける Opening the door			(4) ドアを閉じる Closing the door	(5) エンジンを開始させる Starting the engine	
プレミアムクラス Premium class	20%	80%	100%	80%	100%	100%	80%	100%	100%
ミドルクラス Medium class	13%	40%	100%	13%	80%	47%	73%	100%	93%
エントリクラス Entry class	0%	0%	100%	0%	0%	0%	38%	100%	25%

■ : 0-49% ■ : 50-100%

ハンドル照明のような局所的な照明や、演出的な側面のある照明を設定し、照明の充実度を上げることが重要である。

2.2 機能的な照射場所

車の使用シーンに合わせ、車室内に配置される照明にはルーム照明や読書用照明、収納照明があり、部位に応じて照明の適切な照度・照射範囲が要求される。一方、この要求に対して実際のシーンでは、床に落ちた物が暗くて見えない、見えても物かどうか認識できない、暗くて近づかないと物を認識できない、など部位によって照明の明るさが足りず、または照射範囲が限られ物が見えづらくなる問題が生じている。このため、お客様に高い価値を提供するには、具体的なシーンから、対象物がどこにあるか、何であるかという物の視認性に関する認知行動に着目することが重要と考えた。そこで車室内での対象物がより認知しやすいと感じる照明の明るさと照射範囲について、新たな評価基準を定めた。

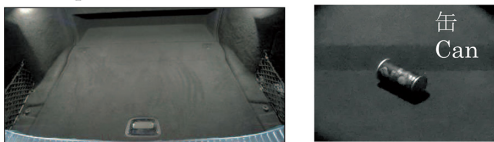
ここでは、夜間での荷物の積み下ろし時に収納エリアに使用されるラゲッジランプを具体例として、適切な照度と照射範囲を定義した内容を以下に説明する。

荷物の積み下ろしのシーンにおける適切な照度の目標値を決定するため、そのシーンから具体的な行動を抽出し、物の視認性について、物がどこにあるか、何であるかを、すぐに認識できるか、意識せず認識できるかといった認知行動の観点から官能評価水準を決定した。ラゲッジをオープンにして荷物を出し入れする時の評価水準0～5を以下に示す（図4）。

- 0：見えない
- 1：凝視すれば何かあると認識できる
- 2：何かあると認識できる
- 3：パッと見て何かあると認識できる
- 4：パッと見て何かあると認識・識別できる
- 5：日中と同じ感覚でパッと見て認識・識別できる

例1) 評点4

Example 1) Evaluation level 4



例2) 評点3

Example 2) Evaluation level 3



図-4 官能評価水準

Fig. 4 Examples of subjective evaluation criteria

can be considered as the reason why higher priority is given to their installation.

In addition to basic lighting such as the dome light, increasing lighting sufficiency is important for an impression of high-quality lighting. This includes the provision of local lights like door handle lights installed on premium-class vehicles as well as lights with presentational aspects.

2.2 Functional illumination areas

The interior lighting installed according to various usage situations includes the dome light, reading lights, and storage space lights. Suitable illuminance and illumination range are required according to the location. Meanwhile, various problems occur in actual usage situations with regard to lighting requirements. Depending on the location, the brightness of the lighting may be insufficient or an object may be hard to see because the illuminated area is limited. For example, something falls on the floor but cannot be seen because it is too dark. Even if something is visible, it cannot be confirmed if it is the object that fell. An object cannot be recognized in the dark without getting close to it. Therefore, we reasoned that it is essential to focus on recognition behavior concerning the visibility of objects with regard to the location of an object and what it is in concrete usage situations. Accordingly, new evaluation criteria were determined for lighting brightness and illumination range for more easy recognition of objects in the interior.

As a specific example here, we will explain the details of the suitable illuminance and illumination range defined for luggage area lights when loading/unloading cargo in that storage space at night.

In order to define target values for suitable illuminance in a situation for loading/unloading cargo, we first extracted the specific actions performed in this situation. Regarding the visibility of objects, we determined subjective evaluation criteria from the standpoint of recognition behavior concerning whether the location of an object and what it is can be recognized immediately and can be recognized unconsciously. Evaluation levels of 0 to 5 are shown below when loading/unloading cargo with the luggage area hatch open (Fig. 4).

- 0: Object cannot be seen
- 1: Can recognize something is there by staring hard
- 2: Can recognize something is there
- 3: Can recognize at a glance something is there
- 4: Can recognize at a glance something is there and can identify it
- 5: Can recognize at a glance something is there and identify it with the same feeling as during the daytime

Lighting for the perception of thoughtful, high-quality feel engineering was defined as an evaluation level of 4 or higher. This means being able to find an object without any hesitation in any corner of the luggage area when loading/unloading cargo with the luggage area hatch open.

ここで品質感の高い照明と感じられるのは、ラゲッジをオープンにして荷物を入れる／荷物を下ろす時にラゲッジの隅々まですぐに迷わずに見つけ出すことができるレベルとし、評価水準は4以上であることと定義した。

次に、高い品質感を感じるラゲッジエリアの照度について、モックアップを用い照度を変化させ官能評価を実施した。視感度レベル特性の通り、照度が低い暗所視では高感度となり、少しの照度差で評価が上がる結果となった。照度が上がるにつれ低感度となり、4点以上の照度では大きな変化は見られなかった(図5実線)。また、実車で評価結果もモックアップとほぼ同様の結果となった(図5A～G)。

このように、ラゲッジランプなどの室内照明において品質感の高い照明を実現するには、機能的な点からお客が使用する具体的なシーンにおける行動を分析した上で、照明の適切な明るさ・範囲を設定することが重要である。この手法をその他の部位にも適用し、各々において高い品質感を感じる適切な照度・照射範囲要件を決定した。

2.3 統一感のある光の色

光の色は人間の感情や情緒に大きく影響する。例えば住宅では生活シーンに適する光の色で雰囲気を変え、電車内では優先席と一般席の蛍光灯の色を変えることで差を作り、別の空間と認識させる試みがなされている¹⁾³⁾。しかし、一般的に同じ空間内で異なる照明色で照らされると空間の印象を損ない、違和感や品質を悪く感じるため、調和した光の色であるべきである。ここでは車室内で統一された色を実現するための手法について述べる。

光の色味を表す代表的な尺度は色温度であるが、一般的に人間の視覚で認識される色と色温度は比例関係に無いことが知られている。例えば、同じ100Kの変化量であっても、6000K周辺の高温度領域では色味の変化量を小さく感じ、3000Kの低温度領域では変化量を大きく感じる。そこで、Judd⁴⁾によって提案された人間の色の感じ方を等間隔に表わす色変化の尺度、逆色温度を用いて検討した。逆色温

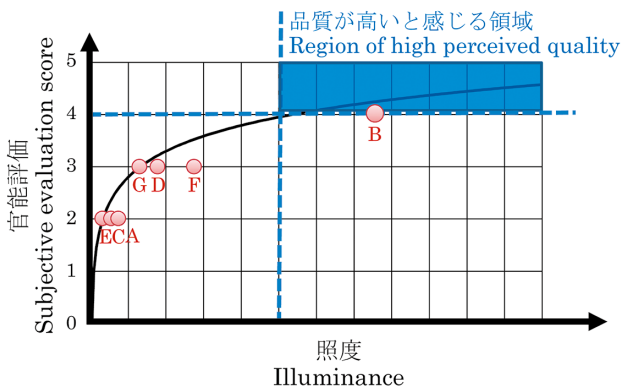


図-5 官能評価と照度
Fig. 5 Subjective evaluation and illuminance

Subjective evaluations were then conducted for various levels of illuminance using a vehicle mockup. The purpose was to investigate the illuminance needed in the luggage area for imparting an impression of high-quality lighting. Like the characteristics for the level of visibility, high sensitivity to the change was found in dark places where illuminance was low, and a slight difference in illuminance resulted in a higher evaluation. As the level of illuminance was increased, sensitivity to the change declined and no large difference was observed at an illuminance level of 4 or higher (solid line in Fig. 5). Evaluations conducted with actual vehicles yielded nearly the same results as for the mockup (Fig. 5 A-G).

As explained here, in order to achieve an impression of high-quality interior lighting, such as for luggage area lights, it is essential to define suitable brightness and illumination range from a functional standpoint based on an analysis of customers' behavior in actual usage situations. This method has also been applied to other locations for defining suitable illuminance and illumination range for an impression of high-quality lighting.

2.3 Unified light color

The color of light greatly influences human emotions and sentiments. For example, the atmosphere at home can be changed by adjusting the light color to match daily life situations. A difference between priority seats and ordinary seats on trains can be created by changing the color of the fluorescent lighting. Trials have been conducted for making participants aware of different types of spaces in this way.¹⁾³⁾ However, illuminating the same area with different colors of light generally affects the impression of the space, resulting in an unnatural feeling that detracts from quality. Consequently, it is better to harmonize the color of light. Here, we will explain a method for creating a unified light color in the interior.

Color temperature is a typical measure for expressing the color of light. It is known that the color perceived by human sight is generally not proportional to the color temperature. For example, in relation to an identical amount of change of 100 K, the change in the light color is perceived as being small in the high-temperature region around 6000 K but large in the low-

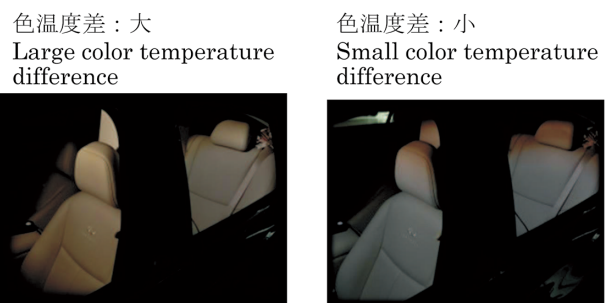


図-6 前後席の色温度差評価
Fig. 6 Evaluation of color temperature difference between front and rear seats

度をM、色温度をKとすると以下で表される。

$$M = K^{-1} \cdot 10^6$$

人間が同一な色と認識するためのしきい値は、Juddら⁴⁶⁾により5.5miredと報告されている。一方で、実際の車室内はシートバックや内装トリムが複雑な形状をしているため、お客様が目にする光は室内照明の光に加え、照射物の反射光の影響を受ける。そのため、同一な色と認識するためのしきい値は5.5miredと異なることが推測される。

お客様が車室内全体の照明の色味が統一されていると感じる要件を明確化するために、車室内の前席と後席の色温度を変化させ、色味が合っていると感じるかの官能評価を行った。前席と後席での色温度差の様子を図6に示す。色温度帯を3000K～6000K、前後席の差を200K～500Kで変化させた。

前席と後席の逆色温度の差、及び車室内の統一感の官能評価結果を図7に示す。色温度の絶対値によらず逆色温度の差が小さくなるにつれ評点が向上し、差異を感じなくなるレベルである4点の逆色温度を、評価結果より求めた。この値は先で述べた仮説通り、5.5miredよりも大きな値であった。車室内での光の色の感じ方に着目し、統一された光の色を実現するための基準を新たに定めたことで、高い品質感を実現することが可能となった。

3. おわりに

本稿では高い品質感を感じる照明を「照明の充実度・点灯方法」、「機能的な照射場所」、「統一感のある光の色」に分解した。今後は、機能上必要な照明に加え、演出性を兼ね備えた照明へのお客様の期待値が高まっていくと考えられる。機能性を向上させつつ、より人間の感性に訴えかける照明の実現が車両全体の価値を高めるため、お客様が品質の高い内装照明と感じるための指標化と技術開発を進めていく。

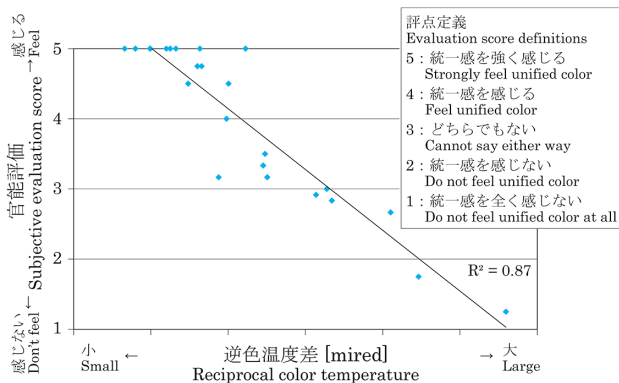


図-7 逆色温度と統一感の関係
Fig. 7 Relationship subjective evaluation levels and reciprocal color temperature

temperature region of 3000 K. Accordingly, the way proposed by Judd et al.⁴⁾ for human perception of color was investigated using a scale for expressing color changes in equal intervals and reciprocal color temperature. The following expression is formed by letting M represent the reciprocal color temperature and K the color temperature.

$$M = K^{-1} \cdot 10^6$$

It has been reported by Judd and others⁴⁶⁾ that a threshold value of 5.5 mired is necessary for people to recognize the same color. However, an actual vehicle interior has complex shapes owing to the seatbacks and trim parts. Therefore, in addition to light from the interior lighting, there is also the influence of reflected light from various objects. For that reason, it was hypothesized that the threshold value for recognizing the same color in the interior might differ from 5.5 mired.

Subjective evaluations were conducted in which participants were asked if they felt the light color was appropriate when the color temperature in the interior was varied between the front and rear seats. The purpose was to make clear the conditions whereby customers would perceive a unified light color from the lighting throughout the entire interior. The condition of the color temperature difference between the front and rear seats is shown in Fig. 6. The color temperature was varied in a range of 3000-6000 K and the difference between the front and rear seats ranged between 200-500 K.

The subjective evaluation results for the color temperature difference between the front and rear seats and the impression of a unified light color are shown in Fig. 7. It is seen that the evaluation scores rose as the reciprocal color temperature difference decreased, regardless of the absolute value of the color temperature. The reciprocal color temperature was found from the evaluation results at level 4 where the difference became imperceptible. As mentioned in the hypothesis above, the value was larger than 5.5 mired. Focusing on the way in which light color is perceived in the vehicle interior, we established a new criterion for representing unified light color, and that made it possible to achieve interior lighting with an impression of high quality.

3. Conclusion

This article analyzed interior lighting with thoughtful, high-quality feel engineering in terms of “lighting sufficiency and lighting methods,” “functional illumination areas” and “unified light color.” In the future, customers’ expectations will probably increase for lighting with presentational capabilities in addition to essential lighting functionality. The development of lighting that appeals to human sensibilities while at the same time providing improved functionality will enhance the overall value of our vehicles. Therefore, we intend to create lighting quality indexes and develop related technologies so that customers will perceive the high quality of our interior lighting systems.

4. 参 考 文 献

- 1) 中村肇ほか：照度・色温度と雰囲気の好ましさの関係、照明学会雑誌、Vol. 81、No. 8、pp. 687-694 (1997) .
- 2) 大井尚之ほか：生活行為を想定した室内照度・色温度の好ましさに関する模型実験、日本建築学会 環境系論文集、Vol. 72、No. 614、pp. 87-92 (2007).
- 3) P. R. Boyce et al. : Individual Lighting Control : Task Performance, Mood, and Illuminance, Journal of the Illuminating Engineering Society, Vol. 29, No. 1, pp. 131-142 (2000).
- 4) D. B. Judd et al. : Sensibility to color-temperature change as a function of temperature, Journal of the Optics Society of America, Vol. 23, pp. 127-134 (1933).
- 5) 三木光範ほか：色彩計測器を用いずに各執務者の要求した照度および色温度を実現する知的照明システム、照明学会雑誌、Vol. 99、No. 11、pp. 594-600 (2015).
- 6) 富永昌治ほか：Natural scene-illuminant estimation using the sensor correlation, Proc. of the IEEE, Vol. 90, No. 1, p. 42 (2002).

4. References

- 1) H. Nakamura et al, Relationship between Illuminance/Color Temperature and Preference of Atmosphere, Journal of the Illuminating Engineering Institute of Japan, Vol. 81, No. 8, pp. 687-694 (1997).
- 2) N. Oi et al., The Preference Of The Indoor Illuminance And Color Temperature: Scale Model Experiment Assuming Daily Activity, Transactions of AIJ. Journal of environmental engineering, Vol. 72, No. 614, p. 87-92 (2007).
- 3) P. R. Boyce et al., Individual Lighting Control : Task Performance, Mood, and Illuminance, Journal of the Illuminating Engineering Society, Vol. 29, No. 1, pp. 131-142 (2000).
- 4) D. B. Judd et al., Sensibility to color-temperature change as a function of temperature, Journal of Optics Society of America, Vol. 23, pp. 127-134 (1933).
- 5) M. Mitsumori et al., Providing Individual Illuminance and Color Temperature in an Intelligent Lighting System Without Using a Chroma Meter, Journal of the Illuminating Engineering Institute of Japan, Vol. 99, No. 11, pp. 594-600 (2015).
- 6) S. Tominaga et al., Natural scene-illuminant estimation using the sensor correlation, Proc. of the IEEE, Vol. 90, No. 1, p. 42-56 (2002).

■ 著者 / Author(s) ■



斎藤 圭祐
Keisuke Saito



寿原 雅也
Masaya Suhara



張 洪永
Hongyong Zhang



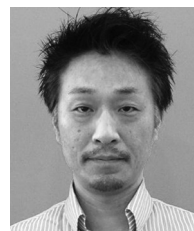
森 壮一郎
Souchirou Mori



五十嵐 智貴
Tomotaka Igarashi



水江 俊之
Toshiyuki Mizue



伊藤 光仁
Mitsuhiro Ito



佐々木 涼子
Ryoko Sasaki

握り心地の良いドアハンドル、ドアプルカップ

Comfortable Feeling and Touch for Door Handle and Pull Cup

菅原 はるか*
Haruka Sugahara

天本 奈々子**
Nanako Amamoto

豊福 史**
Fumi Toyofuku

五十嵐 智貴**
Tomotaka Igarashi

抄 録 握るという動作において、十分な操作スペースがあり操作に必要な力を無理なく加えることができること、また手に掛かる圧力が均一で握り心地が良いことが、その部位の品質感に大きく影響する。本稿では、ドアハンドルとドアプルカップを題材に、車における握って操作する部位の心地良さを人間特性に基づき分析し、新型アルティマをはじめ高品質な車づくりに貢献した事例を紹介する。

Summary When people hold and operate something, the area they grip should be large enough and comfortable to touch. In that case, their force is efficiently transmitted and their hand receives uniform pressure. As a result, people feel it is made well and has high quality. This article describes our activities to develop a comfortable gripping shape for door handles and door pull cups based on a human factor analysis in order to improve vehicle quality. The parts thus developed are applied to the new Altima and other models.

Key words : Human Engineering, Research & Development, interior, door, sensation, evaluation

1. はじめに

車の使用シーンにおいて、「握る」動作はドア開閉やアシストグリップによる体勢保持など、頻繁に行われる行為の一つである。こうした部位では、握る部分に十分な操作スペースがあり、握り心地が良いことが、操作性や品質感に大きく影響する。本稿では、お客様の車への最初の接点であるドア開閉時に握るドアハンドル、ドアプルカップにおける心地良さを人間特性に基づき分析し、高品質な車づくりに貢献した事例を紹介する。なお、ドアハンドルは、握り方の自由度が高く、一般的によく使われるグリップタイプを対象とした(図1)。

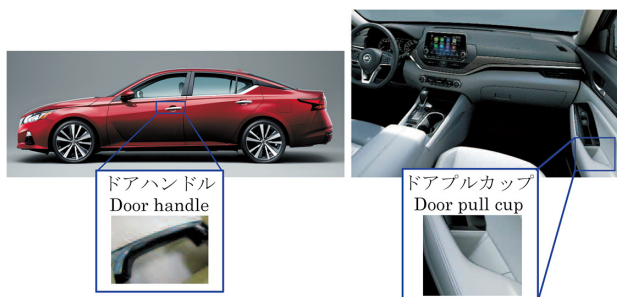


図-1 ドアハンドル、ドアプルカップ写真
Fig. 1 Picture of door handle and door pull cup

1. Introduction

The action of gripping something frequently occurs in the course of using a vehicle, such as gripping a door handle to open or close a door or gripping an assist grip to support one's posture. There is ample space for gripping the portion of these parts for the intended operation. A feeling of a comfortable grip significantly influences operability and the impression of quality. Door handles and door pull cups that customers grip to open or close the doors are often their initial point of contact with a vehicle. This article presents specific examples of analyses of a comfortable grip based on human characteristics and describes the resultant contribution to the engineering of high-quality vehicles. There are many degrees of freedom for the ways of gripping the door handle and commonly used grip-type handles were the object of this study (Fig. 1).

2. Factor Analysis of a Comfortable Gripping Shape

The factors contributing to a comfortable gripping shape for the operating portion of a heavy part like a vehicle door handle were analyzed by conducting a survey of the literature, a questionnaire survey and a subjective evaluation of actual vehicle handles. The results revealed that a comfortable gripping shape is mainly influenced by two factors: (1) the fundamental shape of a part that is easy to grip or easy to grasp with the fingers; (2) the surface shape with a feeling of fit that allows uniform application

*Nissan 第一製品開発部 / Nissan Product Development Department No. 1 **カスタマーパフォーマンス&車両実験部 / Customer Performance and Vehicle Test Engineering Department

2. 握り心地の良い形状の要因分析

車のドアのような重量物の操作部位における“握り心地の良い”形状の要因分析のため、文献調査およびアンケート調査、車両を用いた官能評価実験を行った。結果、“握り心地の良い”形状には、(1) 握りやすさ／指の掛けやすさという部品の基本形状と、(2) 均等に力がかかることのできるフィット感という表面形状が大きく影響していた。また、(1) 握りやすさ／指の掛けやすさには、指が滑らずしっかりと掛けられること、操作に必要な指を入れることのできる大きさ／空間が影響しており、(2) フィット感には、指との接触面積の広さが影響していた (図2)。

3. ドアハンドル

握り心地の良いドアハンドルの形状検討にあたり、人がドアハンドルをどのように握るのか、動作観察した。図3に示す通り、ドアハンドルの握り方は、下記3種類であった。

- (1) ドアハンドルの握り方は、上からと下からが半々
- (2) 力が弱い女性の約半数は、ドアハンドルを握って操作する
- (3) 上からと下からのいずれの握り方においても、大多数が第2関節をドアハンドルに掛けて操作する

この結果より、ドアハンドル操作時、指を第2関節まで掛けることを一般的な動作モードと定義した。

続いて、販売台数の多い車両群の中から異なる形状の



図-2 握り心地の良い形状の構成要因
Fig. 2 Factors in ease of gripping

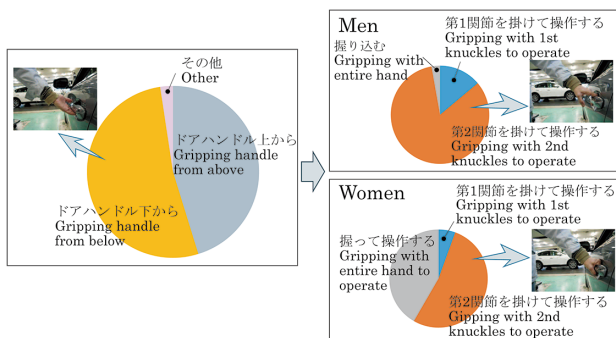


図-3 ドアハンドルの握り方
Fig. 3 Posture for operating door handle

of force. The first factor regarding ease of gripping/grasping is influenced by whether the fingers can grasp the part firmly without slipping and whether there is sufficient size or space for placing the fingers needed to perform the operation. The second factor regarding the feeling of fit is influenced by the size of the contact area with the fingers (Fig. 2).

3. Door Handle

The action of gripping the door handle was observed to examine how people actually grip the door handle in order to investigate a door handle shape that would be comfortable to grip. The results revealed the following three ways of gripping the door handle as illustrated in Fig. 3.

- (1) One-half of the participants gripped the door handle from above and one-half from below.
- (2) Approximately one-half of the female participants with a weaker gripping force gripped the door handle with their entire hand to operate it.
- (3) The majority of the participants who gripped the handle either from above or from below gripped the door handle with their second knuckles to operate it.

Based on these results, gripping the door handle with the fingers as far as the second knuckles was defined as the general operating mode.

Next, 23 vehicles with different door handle shapes were selected from among a group of vehicles having large sales volumes. The surface pressure distribution when operating the door handle in the defined mode was measured for 34 evaluators and subjective evaluations were made of the feeling of fit. The relationship between the cross-sectional shape of the door handle and the inner curved shape of the handle was analyzed based on the results. As shown in Fig. 4, when the cross-sectional shape of the handle followed the bending angle from the second knuckle to the fingertip, the area of contact with the fingers was larger and the feeling of fit increased. In addition, as shown in Fig. 5, a shape that provided contact with the inner surface of the handle from the index finger to the ring finger, which have high gripping force, enabled uniform force to be applied to the entire door handle, thus increasing the feeling of fit. Based on these study results, three substitute characteristics were defined as shown in Fig. 6.

Finally, an investigation was made of the range of the substitute characteristics for which the feeling of fit increased, and a prototype door handle was made that satisfied the specified requirements. Figure 7 presents the results of subjective evaluations of the prototype handle and other vehicle door handles of various shapes. Because the prototype door handle enabled force to be applied uniformly to the entire handle, the results show that the feeling of fit was higher and that it felt comfortable to grip.

4. Door Pull Cup

An investigation was made of a door pull cup shape

ドアハンドルを持つ車両23台を選定し、評価者34名で定義した動作モードにおける面圧分布測定、フィット感の官能評価を行い、ドアハンドルの断面形状とドアハンドル内側の曲線形状との関係を分析した。図4に示す通り、ドアハンドルの断面形状が第2関節から指先までの屈曲角度に沿っていると、指との接触面積が大きくなり、フィット感が高くなった。また、図5に示す通り、高い握力を持つ人差しから薬指がドアハンドル内側に面接触する形状にすると、ドアハンドル全体に均等に力をかけることができ、フィット感が高くなる。以上の検討結果より、代用特性三つを設定した(図6)。

最後に、フィット感の評価が高くなる代用特性値の範囲を検討し、要件を満たす試作品を作成した。図7に、試作品および様々なドアハンドル形状を持つ車両を用いて実施した官能評価結果を示す。試作品は、ドアハンドル全体に均等に力をかけることができることから、フィット感が高く握り心地が良いと感じることが確認できた。

4. ドアプルカップ

指に馴染んで操作しやすいドアプルカップ形状の検討にあたり、まず様々な体格の評価者を対象に、車に乗り込

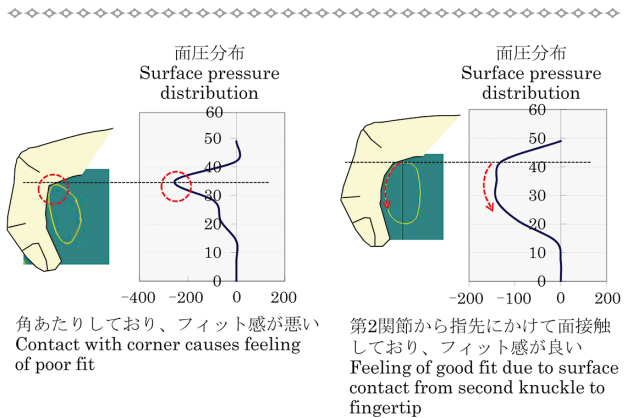


図-4 フィット感の高いドアハンドル断面形状
Fig. 4 Finger-fitting cross-sectional shape

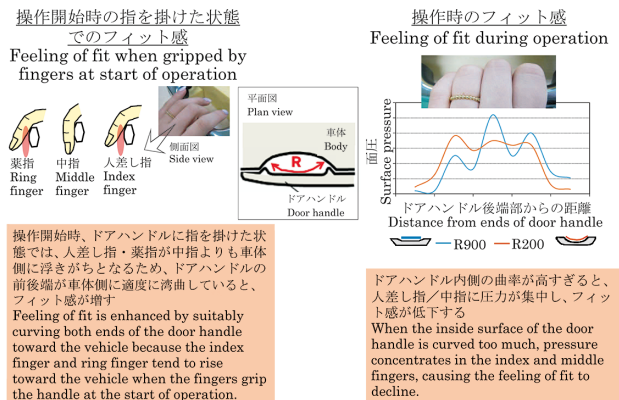


図-5 フィット感の高いドアハンドル内側の曲線形状
Fig. 5 Finger-fitting shape

that would fit the fingers well and allow easy operation. First, the operation posture of evaluators having different physiques was analyzed to examine how they gripped the door pull cup when entering a vehicle. As shown in Fig. 8, the operation of the door pull cup when entering a vehicle can be classified into the following four steps.

- Step 1: The door is held open as far as the check link position or wide enough for the person to pass through in entering the vehicle.
- Step 2: While sitting in the seat, the person reaches out a hand to the door pull cup.
- Step 3: The person inserts the fingers in the door pull cup with the fingertips bent at approximately a 45° angle.
- Step 4: The person grips the door pull cup opening with the second knuckles.

As was predicted in advance, the results verified that the requirements differ between the time of inserting the fingers in the door pull cup and after their insertion.

First, in steps 1-3, good access is necessary for inserting the fingers in the door pull cup at an angle with

	評価観点 Focus of evaluation	代用特性 Substitute characteristics
握り心地が良く操作しやすい Good grip for operation ease	(1) 指に面接触する断面形状 Cross-sectional shape for finger contact with surface	上下部R1 Vertical part R1 背面図断面 Cross section of rear view
	(2) 人差し〜薬指が面接触する形状 Shape for surface contact from index finger to ring finger	側面部R2 Side surface part R2 指の進入角 45° Angle of finger insertion 45° Vehicle side
握り心地が良く操作しやすい Good grip for operation ease	(1) 人差し〜薬指が面接触する形状 Shape for surface contact from index finger to ring finger	内側の曲線形状 Curved shape of inner surface 平面図断面 Cross section of plan view
	(2) 人差し〜中指にかかる力が均等になる形状 Shape for applying uniform force from index finger to middle finger	

図-6 代用特性まとめ
Fig. 6 Characteristics summary

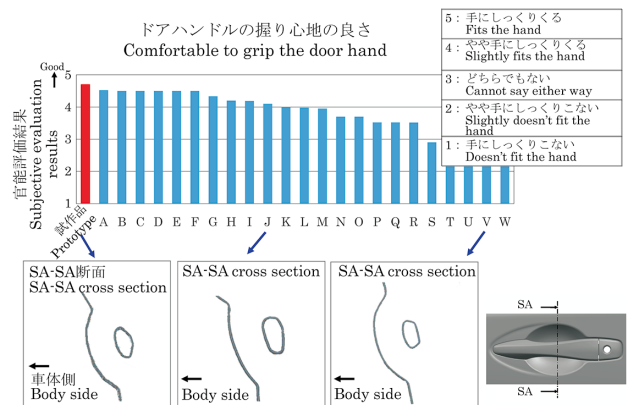


図-7 握り心地の官能評価結果
Fig. 7 Subjective evaluation results for comfortable grip

む際どのようにドアプルカップを握るのか、操作姿勢を分析した。図8に示すように、乗車時のドアプルカップ操作は、以下4ステップに分類できる。

- ステップ1) チェックリンク位置、または身幅が通れる位置でドアを固定し乗り込む
- ステップ2) 着座状態でドアプルカップへ手を伸ばす
- ステップ3) 指先の傾き約45°でドアプルカップへ指を挿入する
- ステップ4) ドアプルカップ開口に第2関節を掛ける

事前に予測した通り、ドアプルカップへの指の挿入時と挿入後ではそれぞれ求められる要件が異なることを検証できた。

まずステップ1~3では、手を伸ばした状態でドアプルカップへ指を入れるため、指が斜めに入る際のアクセシ性の良さと、大体格者の指もしっかりと掛けることができる開口が必要である。図9に示すように、ドアプルカップの幅については、指の挿入軌跡でドアプルカップ背面に指先が当たらないこと、そして操作時に指が背面に当たらないことを条件に、大体格者の中指厚と中指長から要件を設定した。また、ドアプルカップ前後寸法については、指を掛ける動作で指を曲げると他の指も追従する深指屈筋を使うため、大体格者が4本指でしっかりと握ることができるサイズが必要である。

次にステップ4では、ドアプルカップに第2関節を掛けた状態でドアを閉めるため、しっかりと力を伝えられるよう指掛かりの良さが求められる。具体的には、図10に示す通り、指が滑りにくいように操作方向に回り込む勾配があること、かつ指の接触面積を広くとるため接触エリアを面当たり形状にする必要がある。以上、操作姿勢から設定した代用特性を図11に示す。

最後に、ドアハンドルの官能評価と同様に、様々なプルカップ形状の車両で官能評価を実施した。結果、図12に

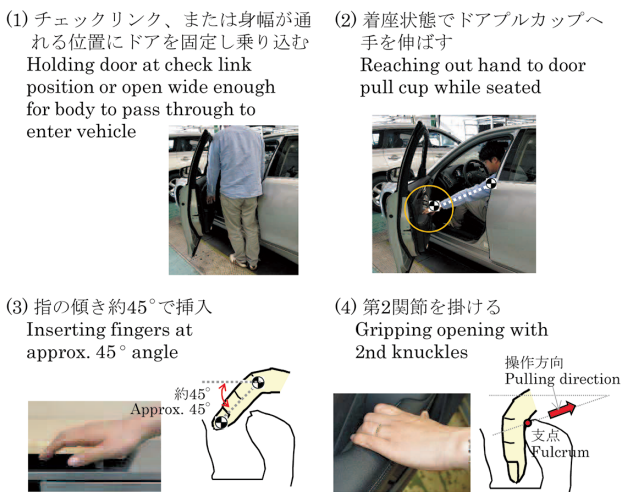


図-8 ドアプルカップの操作姿勢
Fig. 8 Door pull cup operation posture

the arm extended. A big enough opening is necessary so that even large-bodied persons can reliably grip the cup with their fingers. As shown in Fig. 9, the requirements for the width of the door pull cup are that the fingertips should not touch the back surface of the cup in the course of inserting the fingers and that the fingers should not touch the back surface when pulling on the cup to close the door. The requirements were defined on the basis of the middle finger thickness and length of large-bodied persons. The length of the door pull cup must be long enough so that a large-bodied person can firmly grip the cup with four fingers. That is because the deep flexor muscles of the fingers are used in the action of gripping the cup and when one finger bends, the other fingers also follow.

左右寸法(幅) Door pull cup width	
条件 Requirements	・アクセスする過程の中で背面に指先が当たらない Fingertips do not touch back surface in process of inserting fingers ・操作時、指が背面に当たらない Fingers do not touch back surface when pulling on cup
人体寸法 Human body dimension	(1) 中指の先端から第2関節長さ Length from fingertip to 2nd knuckle of middle finger
前後寸法 Door pull cup length	
条件 Requirement	・人差し~小指の4本入る Able to insert 4 fingers from index finger to little finger 指を掛ける動作は深指屈筋 FDS performs action of gripping with fingers → 筋がつながっているため、指を曲げると他の指も追従する When one finger bends, other fingers follow as muscles are connected
人体寸法 Human body dimension	(2) 第2関節の小指から人差し指までの幅 Width from 2nd knuckle of small finger to that of index finger

図-9 指のサイズに合う開口寸法
Fig. 9 Pull cup opening dimension fitting finger size

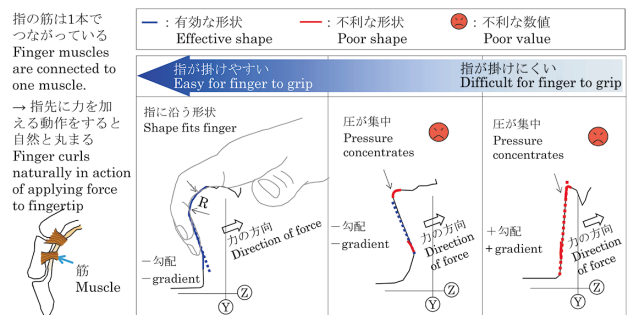


図-10 指が滑らない/指の屈曲角度に合う形状
Fig. 10 Anti-slip, finger-fitting shape

示す通り、操作分析より設定した代用特性について、操作方向に回り込む勾配があること、かつ開口角Rが指の屈曲角度に合う形状は、指の掛かりが良く官能評価が高いことを検証できた。

5. おわりに

今回の取り組みにより、ドア開閉操作部位の握り心地には、(1) 握りやすさ/指の掛けやすさという部品の基本形状と、(2) 均等に力がかかることのできるフィット感という表面形状が影響していることを確認した。また、各部位に対する詳細分析の結果、握り心地が良く、ドア開閉操作に必要な力を無理なく加えられ、操作のしやすいドアハンドル、ドアプルカップ形状を規定することができた。さらに、これらを新型アルティマ、QX50から適用し、日産、インフィニティ両ブランドの品質感を向上させた。

操作部位における“握り心地の良さ”は、一見気づきにくいですが、高品質なものを持つべき基本特性である。今後も、細部にも目を向け、研究を積み重ねることで、高品質な車づくりに貢献していきたい。最後に、この場をお借りし、

Next, in step 4, good finger grip is required so that force is reliably applied in order to close the door with the second knuckles gripping the door pull cup. Specifically, as shown in Fig. 10, a gradient that curves around inwardly in the pulling direction is needed so that the fingers are not likely to slip. In addition, the contact area should be shaped for surface contact in order to make the contact area with the fingers larger. The substitute characteristics defined on the basis of this operation posture are shown in Fig. 11.

Finally, vehicles with door pull cups of various shapes were used to conduct subjective evaluations like those done for the prototype door handle. Figure 12 presents the results obtained for the substitute characteristics defined on the basis of the operation analysis. The results confirmed that having a gradient which curves around inwardly in the pulling direction and an opening angle R that forms a shape following the bending angle of the fingers allow a good grip by the fingers, which was highly evaluated.

5. Conclusion

This study confirmed the influence of two factors affecting the comfortable grip of the door handle and door pull cup for opening/closing vehicle doors: (1) the fundamental shape of a part that is easy to grip or easy to grasp with the fingers; (2) the surface shape with a feeling of fit that allows uniform application of force. The results of detailed analyses of each part made it possible to define shapes for the door handle and door pull cup that make them comfortable to grip and enable easy door opening/closing action with uniform and effective application of the necessary force. The adoption of these parts beginning with the new Altima and the new QX50 has enhanced the perceived quality of both Nissan and INFINITI brand cars.

A comfortable grip for operating parts is difficult to notice immediately, but it is a fundamental characteristic that high-quality products should have. In the future, we intend to focus attention on finer details and accumulate further research in order to contribute to the engineering of high-quality vehicles.

評価観点 Focus of evaluation		代用特性 Substitute characteristics	
指に馴染んで操作しやすい Fits finger for operation ease	手の挿入スペース Space for inserting hand (1) 中指の先端から第2関節長さ Length from fingertip of middle finger to 2nd knuckle (2) 親指を除く4本指の寸法 Width of 4 fingers excluding thumb	左右寸法(幅) Width	背面図 Rear view
	指が滑らない Fingers don't slip 操作方向に対して正対する指かけ部形状 Shape of finger gripping area facing pulling direction	前後寸法 Length	平面図 Plan view
	接触面積が広い Large finger contact area (1) 爪先があたらない寸法 Dimension with no nail tip contact (3) 指に面接触する断面形状 Cross-sectional shape of surface for finger contact	面沿い寸法 Dimension along surface 角R Corner R	背面図 Rear view 面沿い寸法 Dimension along surface 操作方向 Pulling direction

図-11 代用特性まとめ
Fig. 11 Characteristics summary

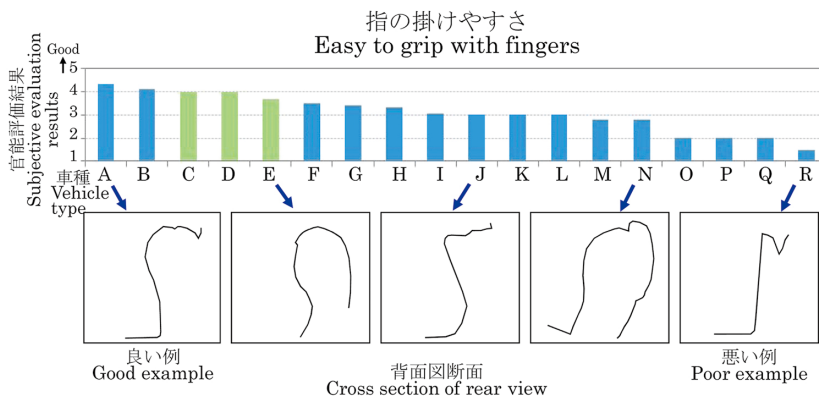


図-12 指の掛けやすさ官能評価結果
Fig. 12 Subjective evaluation results for how well fingers fit

本技術開発に関わった社内外の関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

6. 参考文献

- 1) 八高隆雄ほか：握り角度と握り力の関係、日本機械学会 福祉工学シンポジウム、機械力学・計測制御講演文集、W313、p. 329 (2001).
- 2) 高橋雅子ほか：指の握力に関する基礎研究、明和学園短期大学紀要、Vol. 21、pp. 77-80 (2011).

Finally, the authors would like to thank everyone inside and outside the company who was involved in the development of these parts for their invaluable cooperation.

6. References

- 1) T. Yakou et al., Relationship between Grip Angle and Force of Hand in Grasping Handrail, Proc. of Dynamics and Design Conference by the Japan Society of Mechanical Engineers, W313, p. 329 (2001).
- 2) T. Masako et al., Basic Study of Finger Power, Journal of Meiwa Gakuen Junior College, Vol. 21, p. 77-80 (2011).

■著者 / Author(s) ■



菅原 はるか
Haruka Sugahara



天本 奈々子
Nanako Amamoto



豊福 史
Fumi Toyofuku



五十嵐 智貴
Tomotaka Igarashi

高品質に感じるドア閉じ音の開発

Development of High-quality Door Closing Sound

絹田 哲三*
Tetsuzo Kinuta

柴田 一喜**
Kazuki Shibata

小野 亮*
Makoto Ono

加藤 将俊**
Masatoshi Kato

穂垣 周三**
Shuzo Hogaki

坂場 進*
Susumu Sakaba

抄 録 お客様が車を使用する際、最初にコンタクトする部位がドアである。ドアを閉じる際の音はその車両の品質感を印象付ける重要な要素であり、高品質に感じるドア閉じ音の設計可能化が求められる。本稿では、官能評価と物理評価の両面から高品質なドア閉じ音を定義し、評価手法を作成したうえで、その実現方策を設計した事例を紹介する。

Summary The doors are the first component customers come in contact with when using a vehicle, and the door closing sound is an important element of the impression of vehicle quality. Therefore, it is essential to provide a high-quality door closing sound. This article describes how we define, measure, evaluate and design for achieving a high-quality door closing sound.

Key words : Human Engineering, Body, Aerodynamics, door, sound, acoustics

1. はじめに — 開発の狙い —

車を使用する際に最初にコンタクトする部位はドアであり、ドア閉じ音は、お客様がその車両の品質感を判断するうえで重要な要素であることが広く知られており、音質改善を狙った先行研究が多数なされている^{1)~7)}。

これまでの車両開発においてもドア閉じ音の定量評価を実施していたが、より効果的に品質感を向上させるため、高品質なドア閉じ音を再定義し、測定および評価手法を作成し、その実現方策を複数車種で設計できるよう開発を行った。

2. お客様評価項目の抽出

今回高品質なドア閉じ音を開発するにあたり、まずどのような音がお客様にとって高品質と感じられるかを調査した。一般的には重厚な音が高級感を感じると言われているため、これまでの車両開発では音圧、低周波量の比較をもとにした評価を行っていたが、その2点のみで十分にお客様の音の感じ方を表現しきれているかを調べた。

調査はSD (Semantic Differential) 法*と主成分分析を組み合わせて行った。予備実験として、日・米・英・中よりそれぞれ25名、計100名を性別や年齢に偏りなく選定し、

1. Introduction—development aim

The doors are customers' first point of contact with a vehicle in ordinary usage situations. The door closing sound after entering a vehicle is a key element of customers' judgment of the quality of a vehicle. Therefore, many studies have tried to improve the sound quality^{1)~7)}.

We have been conducting quantitative evaluations of the door closing sound, but the accuracy of the evaluations has been an issue, so the results have not been fully incorporated in vehicle designs. In this work, we defined a high-quality door closing sound and established related measurement and evaluation methods. Measures have been developed for embodying the defined sound in the design of several models.

2. Identification of Items for Sound Evaluation by Customers

In order to develop a high-quality door closing sound in this work, we first investigated what type of sound would give customers an impression of high quality. The defined sound was broken down into various elements and evaluations were conducted. It is said that a solid sound generally imparts a high-quality impression, so evaluations conducted heretofore in the vehicle development process have been based on comparisons of sound pressure and the quantity of low frequencies. However, that approach alone does not fully represent customers' feeling of sound.

*車体技術開発部 / Body Engineering Department **カスタマーパフォーマンス & 車両実験部 / Customer Performance and Vehicle Test Engineering Department

以上の結果から、従来評価してきた通り重厚感や大きさは感度の高い指標であるものの、音の収まり感やガチャつき感も考慮に入れて評価を行う必要があることがわかった。

3. 音の物理特性の抽出と評価式の作成

高品質なドア閉じ音を設計していくためには、構造と音の対応関係を検討する前に、音のどのような物理的要素が各説明因子に影響を与えているかを特定する必要がある。そのため官能評価した音の物理量を抽出し、2章で明らかとなった説明因子との相関性を調査した。

物理量の抽出には過渡音という特徴を考慮し、従来のフーリエ変換による周波数分析と定常音ラウドネス分析 (ISO532B) に加え、非定常ラウドネス分析 (DIN 45631/A1) を使用して分析を行っている⁸⁾ (図5)。非定常ラウドネス分析は人の聴感特性を考慮した計算処理で「感じ方」を定量化できる。ポイントは、人の知覚分解能に対応した時間分解能力、後続する音に影響を及ぼす時間マスキング、近接する周波数の音に影響を及ぼす周波数マスキングの三つの聴覚特性を考慮した分析手法となっていることである (図6)。

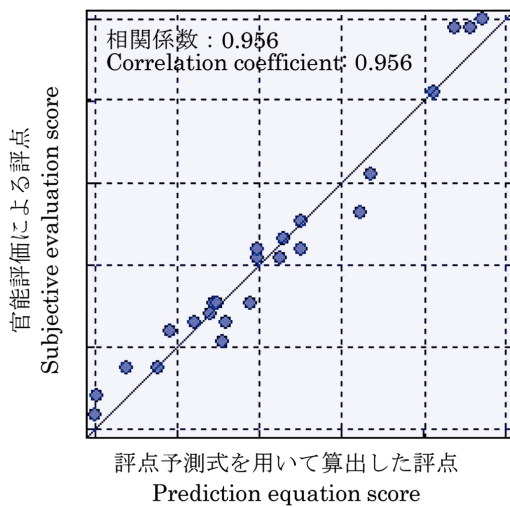


図-4 「高品質感」の官能評価評点と予測計算式による評点の関係
Fig. 4 Relationship between subjective evaluation scores and prediction equation scores

output of the headphones was adjusted to reproduce the actual sound pressure when the sounds were presented to the evaluators. Each explanatory factor was rated by the evaluators on a five-point scale (Fig. 2). The same video of closing a door was used for all the recorded sounds evaluation so as to conduct blind evaluations that were not influenced by visual or tactile factors (Fig. 3).

An equation for predicting the evaluation scores of a high-quality door closing sound was calculated in connection with the multiple regression analysis of the subjective evaluation results. The contribution of each explanatory factor was clarified. (Fig. 4).

$$\text{Evaluation score for high-quality door closing sound} = aX1 + bX2 + cX3 + dX4 + e$$

X1: score for a solid feeling, X2: score for damping, X3: score for metallic sound, X4: score for loudness, a-e: coefficient

Based on the foregoing results, a solid feeling was the index with the highest sensitivity, as seen in previous evaluations. Yet, it was also made clear that good damping and metallic sound must also be considered in sound evaluations.

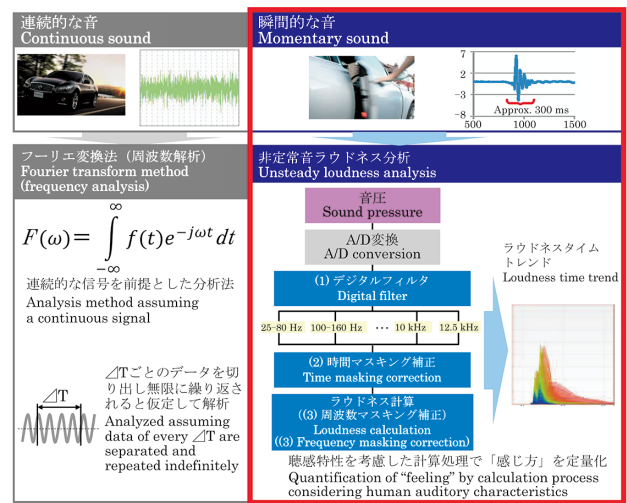


図-5 フーリエ変換法と非定常ラウドネス分析の比較
Fig. 5 Comparison of Fourier transform method and unsteady loudness analysis

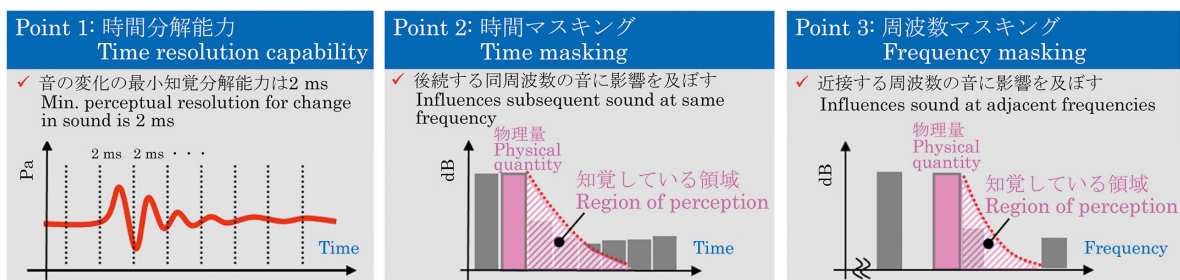


図-6 人が感じている音の定量化に必要な三つの聴覚特性
Fig. 6 Three human auditory characteristics needed for quantification of perceived sound

官能評価した各車種のドア閉じ音データを前述の複数の分析で定量化し、各説明因子評点と相関を期待できる200程度の物理量候補(図7)を抽出した後、各説明因子別の官能評点と重回帰分析を行った。結果、六つの物理量を用いることで、四つの説明因子を精度良く算出することができた。各説明因子の評価式は、重厚さは音の低さと収束の早さを、ガチャつきについては高い音の絶対量の割合を、収まり感については収束の早さと収束の滑らかさに着目することが重要であること示している(図8)。

<抽出した物理特性>

- Y1: 非定常ラウドネスの低周波成分の比率 (%)
- Y2: トータルラウドネスの収束時間 (sec)
- Y3: 非定常ラウドネスの高周波成分量 (sone)
- Y4: 非定常ラウドネスの高周波成分の比率 (%)
- Y5: 非定常ラウドネスの減衰回帰曲線の重回帰係数平均
- Y6: ラウドネスレベル (phon)

これにより、計測した音の物理値から高品質感の説明因子評点が予測可能となった。また、2章の予測式を用いることで高品質感評点も予測することができ、開発目標値の設定が可能となった。

4. 高品質ドア閉じ音の設計手法検討

検討を進める自社車両の改善ポイントを明確にするため、今回作成した評価手法にて自社検討車両および他社

OA音圧 OA sound pressure	ラフネス Roughness
低周波比率 Low frequency ratio	変動強度 Fluctuation intensity
収束時間 Convergence time	トーンリティ (音調性) Tonality
ラウドネス Loudness	収束時間率 Convergence time ratio
ラウドネスレベル Loudness level	ラウドネス変動量時間積和 Sum of products of amount of time fluctuation of loudness
シャープネス Sharpness	周波数別ピーク発生時間差和 Sum of time differences for occurrence of peak for each frequency

図-7 代用特性候補の一例
Fig. 7 Substitute characteristic candidates

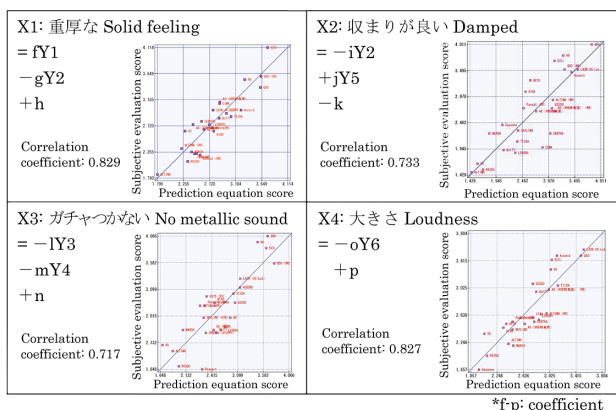


図-8 各説明因子の評価式
Fig. 8 Equation of each explanatory factors

3. Extraction of Physical Characteristics of Sound and Establishment of Evaluation Equations

In order to design a high-quality door closing sound, it is necessary to make clear what physical characteristics of sound influence explanatory factor. Toward that end, physical quantities were extracted for the sensory evaluated door closing sounds and correlations were studied with the explanatory factors clarified in section 2. In consideration of the characteristic of transient sound in the extraction of physical quantities, analysis was performed using time varying loudness analysis (DIN 45631/A1) in addition to the conventional Fast Fourier Transform (FFT) analysis and stationary sound loudness analysis (ISO532B). A comparison of the FFT and time verifying loudness methods are shown in Fig. 5.

Time varying loudness analysis is a method that has often been used in recent years in evaluations of transient sound quality. It enables "feeling" to be quantified by a calculation process that considers human auditory characteristics. The key point of this analysis method is that it takes into account three auditory characteristics: time resolution capability corresponding to human perceptual resolution, time masking that influences subsequent sound, and frequency masking that influences sound at adjacent frequencies (Fig. 6).

A time varying loudness analysis was performed on the door closing sound data measured for each vehicle model, and multiple physical characteristic candidates expected to correlate with the explanatory factors were extracted (Fig. 7). A multiple regression analysis was then performed on the subjective evaluation results for each explanatory factor. The results revealed that the four explanatory factors could be calculated accurately using six physical quantities. The evaluation equation for each explanatory factor showed that it is important to focus on low sound and fast damping with regard to a solid feeling, on the high sound share of the absolute quantity with regard to metallic sound, and damping speed and smoothness with regard to good damping (Fig. 8).

- Y1: low frequency ratio (%)
- Y2: convergence time (sec)
- Y3: high-frequency volume (sone)
- Y4: high frequency ratio (%)
- Y5: mean value of attenuation regression curve R2 in a graph of each frequency band from 45-5 kHz
- Y6: loudness level (phon)

It possible to predict the explanatory factor score of a high quality feeling from the measured physical value of the sound. Also, by using the prediction formula in Chapter 2, high quality evaluation scores can be predicted, and development goals can be set.

4. Incorporating Analysis Results in Design of High-quality Door Closing Sound

The measurement method established in this study was used to measure the door closing sound of multiple

車両を数車種測定し、評価式にて説明因子評点の予測値をレーダチャート化した結果は以下の通りである (図9)。チャートがいびつな四角形になっているのは、高品質感の説明因子の寄与度を考慮して面積が高品質感と対応することを狙い作図したためである。

自社検討車両は、高品質総合評点では他社トップベンチ車両と同等レベルであるが、各評価軸を見ると4軸のうち「重厚感」に関しては他社トップベンチ車両に比べて劣っていることがわかった (図10)。この重厚感の代用特性のうち、特に低周波成分の比率 (Y1) が劣っていたため低周波比率についてさらに細分化すると、低周波の増加、高周波の低下が必要とわかった。次節以降で、それぞれに対する取り組みを紹介する。

4.1 低周波音の発生メカニズムの増加方策

まず、評価車両の低周波音の発生場所の特定するために、音像解析を実施した。結果、低周波音 (45~225

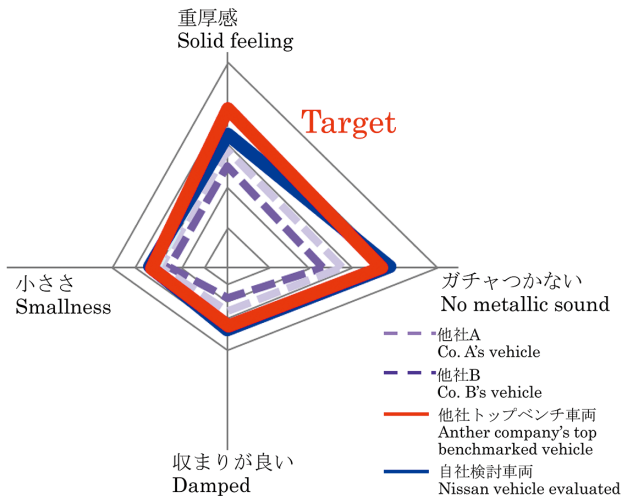


図-9 他社ベンチマーク結果 Fig. 9 Benchmarking

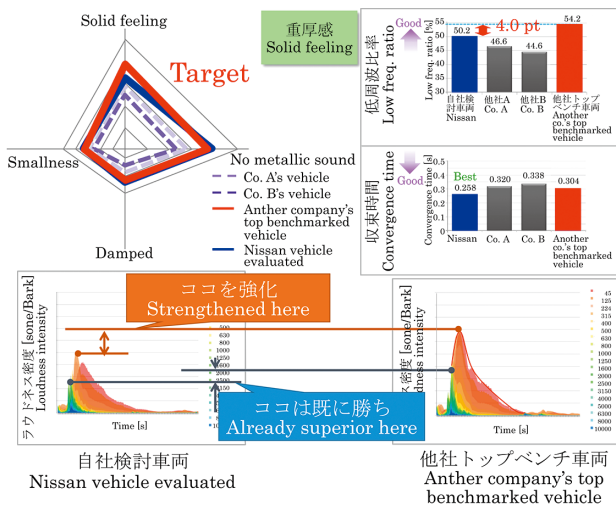


図-10 他社ベンチマーク結果 (評点/ラウドネス分析) Fig. 10 Benchmarking results: Evaluation scores and loudness analysis

vehicles, including the Nissan vehicle evaluated in this work and other companies' vehicles. The results obtained with the evaluation equations are described below and shown in Fig. 9. The reason why the chart is a distorted quadrangle is that the drawing was made in order to make the area correspond to the high quality feeling by considering the contribution factor of the high quality feeling explanatory factor.

The Nissan vehicle evaluated ranked equal to another company's top benchmarked vehicle in terms of the overall evaluation score for high quality. However, an examination of each of the four evaluation axes indicates that it ranked lower than another company's top benchmarked vehicle with respect to a "solid feeling" (Fig. 10). Among the substitute characteristics for a solid feeling, the Nissan vehicle ranked lower especially for the low frequency ratio. Upon analyzing the low frequency ratio further in more detail, it was concluded that the proportion of low frequencies should be increased and that of high frequencies should be reduced. The following section explains the efforts made to accomplish that.

4.1 Efforts for increasing the low frequency ratio

First, a sound image analysis was conducted to identify the places producing the low-frequency sound of

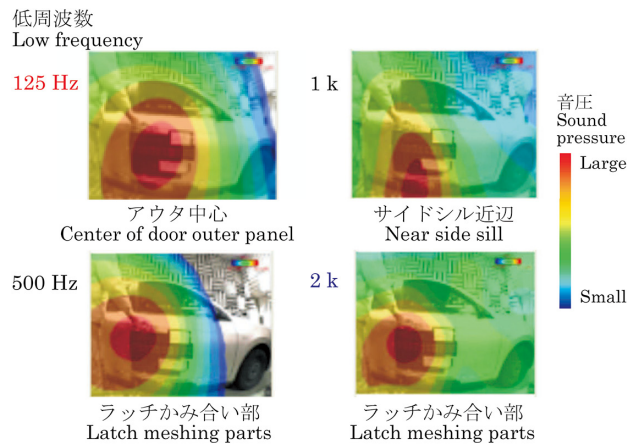


図-11 音像解析 Fig. 11 Sound image analysis

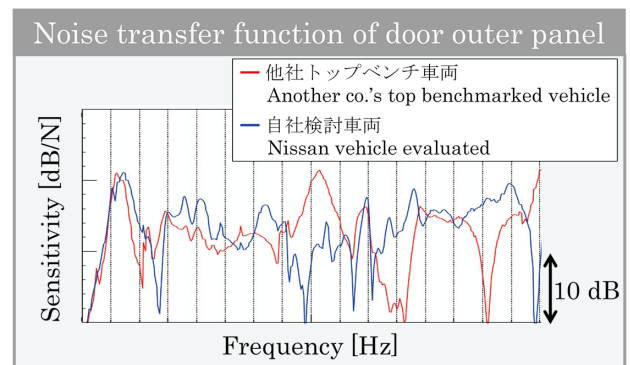


図-12 放射特性 Fig. 12 Comparison of radiation characteristics

Hz) はドアアウトパネル自体から発生していることがわかった (図11)。

次に、他社トップベンチ車両と自社検討車両のドアアウトパネルの音響放射特性を実測したところ、他社トップベンチ車両の低周波での音響放射特性が大きいことを確認した (図12)。

音響放射特性に着目し、設計方策としてドアアウトパネルの振動モード変更を狙った構造に改めて、車両に組み込み評価した。結果、低周波領域での放射特性が向上し、低周波音量を他社トップベンチ車両と同等レベルまで増加させることができた (図13)。

4.2 高周波音の発生メカニズムと低減方策

高周波音の発生場所は、低周波発生源の特定と同様に、高周波音の大部分がドアラッチのかみ合い部から発生していることを音像解析 (図11) から特定した。

主な発生メカニズムは、

- (1) ドアラッチとストライカの第一打撃音
- (2) ドアのばたつきによるドアラッチ内部の金属音

(1) ドアラッチとストライカの第一打撃音に関しては、ドアを閉じるときに剛性の高いストライカと剛性が高いドアラッチ内部の部品 (クロー) がぶつかることで高周波音が発生するため、その対策としてクローの先端に空洞を

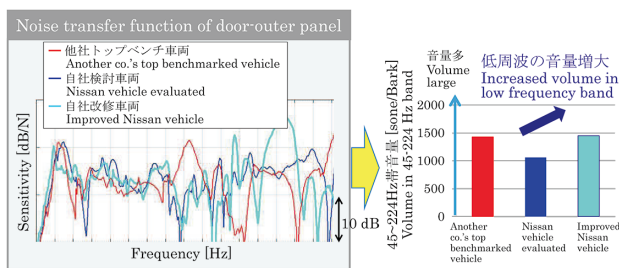


図- 13 試作織り込み結果
Fig. 13 Results obtained for improved prototype vehicle

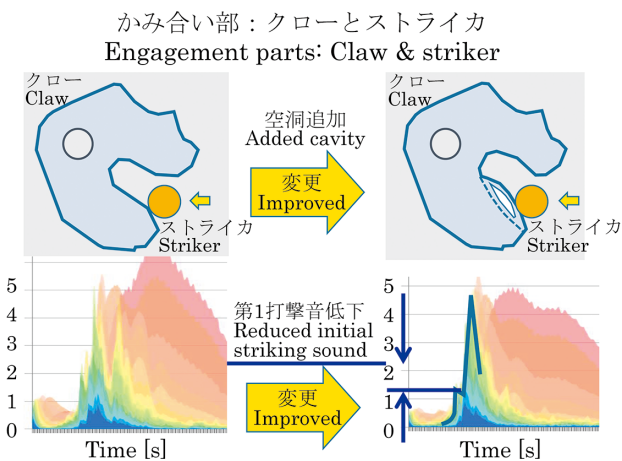


図- 14 第一打撃音
Fig. 14 Initial striking sound for claw-striker contact

the Nissan vehicle evaluated. The results revealed that the door outer panel itself produced a low-frequency sound at 45-225 Hz (Fig. 11).

Next, we measured the acoustic radiation characteristics of the door outer panel on another company's top benchmarked vehicle and the Nissan vehicle evaluated. It was found that the low-frequency radiation characteristic of another company's top benchmarked vehicle was larger (Fig. 12).

As a design measure, the door outer panel structure was changed focusing on the radiation characteristic by vibration mode changing; the door was then installed on a vehicle and evaluated. The results showed that radiation characteristics were improved in the vicinity of both 125 Hz and 155 Hz. The quantity of low frequencies was increased to the same level as that of another company's top benchmarked vehicle (Fig. 13).

4.2 Mechanism producing high-frequency sound and reduction measures

Similar to the identification of the place producing low-frequency sound, a sound image analysis identified the door latch engagement parts as the location producing most of the high-frequency sound (Fig. 11). It was assumed that the principal mechanism consists of the following elements:

- (1) Initial striking sound produced by contact between the door latch and striker
- (2) Metallic sound inside the door latch produced by door vibration

(1) Regarding the initial striking sound of the door latch and striker, the hitting of the highly stiff striker and the claw inside the highly stiff door latch produces a high-frequency sound when the door is closed. As a measure against that sound, a cavity was provided at the claw tip to reduce the stiffness of the contact area. This acts like a cushion to convert the contact force to elastic energy, thereby reducing the generation of high-frequency sound (Fig. 14).

(2) Regarding the metallic sound inside the door latch, the door overstrikes beyond its neutral position when it is closed. That causes the door itself to vibrate, inducing repeated contact between the claw and pawl,

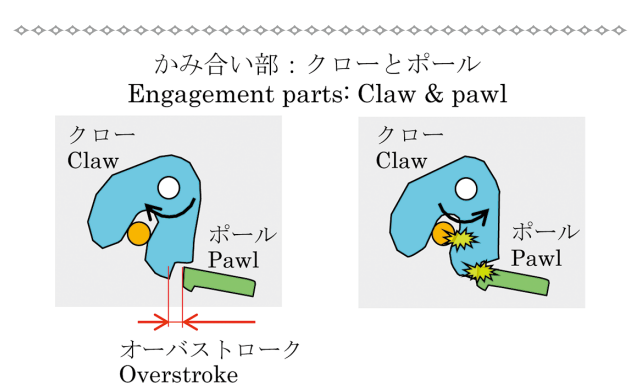


図- 15 ドアのばたつきによる音発生メカニズム
Fig. 15 Sound mechanism due to door vibration

設定し接触部の剛性を低下させ、クッションのように接触時の入力を弾性エネルギーに変換することで、高周波音の発生を軽減する(図14)。

(2)のドアラッチの内部の金属音に関しては、ドア閉時にドア自体が中立位置よりもオーバストロークすることでドア自体がばたつき、クロー同士が繰り返し接触することで音が発生するため、その対策としてドアラッチ内部にストoppaを設けオーバストローク量を短縮し、ドア自体のばたつきを低下させ、音の発生を軽減した(図15)。

以上の低周波音および高周波音への取り組みにより、自社検討車両は重厚感で他社トップベンチ車両を超え、高品質感評点が良くなることを確認した。

5. ま と め

ドア閉音に関する高品質感の説明因子を明確にし、音の定量値から高品質感およびその説明因子の評点予測を可能とした。今回織り込んだ対策を採用することで、他社に対してすぐれたドア閉音を造り込むことができた。

最後に、この場をお借りし、本技術開発に関わった社内外の関係者の皆様に深く感謝申し上げたい。

6. 参 考 文 献

- 1) 押谷泰男：ドア閉音の定量化、自動車技術、No. 12、pp. 64-69 (1991)。
- 2) 内田博志ほか：重厚ドア閉め音創出技術の開発、自動車技術会 学術講演会前刷集、No. 95-02、pp. 17-20 (2002)。
- 3) 木立純一ほか：実稼動モード解析と音響ホログラフイを用いたドア閉まり音メカニズムの研究、Honda R&D Technical Review、Vol. 19、No. 1、pp. 129-134 (2007)。
- 4) 木立純一ほか：自動車ドア閉まり音の音質改善、日本音響学会誌、No. 64、Vol. 9、pp. 576-582 (2008)。
- 5) J. H. Lee et al. : The Quantitative Evaluation Method of Door Slam Noise, FISITA 2008, F2008-12-118, pp. 352-359 (2008)。
- 6) 田中信雄ほか：振動放射音の制御に関する研究：キャンセレーション・メカニズムについて、日本機械学会論文集(C編)、Vol. 57、No. 537、pp. 1512-1519 (1991)。
- 7) 前田珠江ほか：ドア閉まり音 低音発生メカニズムに着目した音質向上技術の検討(第1報)、自動車技術会学術講演会前刷集、No. 22-12、pp. 17-22 (2012)。
- 8) 穂垣周三ほか：心理音響解析を用いたコンソールボックス閉音の定量化、自動車技術会 学術講演会前刷集、No. 153-13、pp. 1-5 (2013)。

which produces a sound. As a measure against that sound, a stopper was provided inside the door latch to shorten the overstroke amount and reduce door vibration. This measure effectively reduces the sound (Fig. 15).

As a result of these efforts to address low-frequency and high-frequency sounds, the solid door closing sound of the Nissan vehicle evaluated received the best evaluation score for a high-quality feeling, exceeding that of another company's top benchmarked model.

5. Conclusion

In this study, explanatory factors of high quality regarding door closing, and made it possible to predict high quality score and its explanatory factors score from quantitative sound physical characteristic. And measures for achieving the desired sound were incorporated in the design. The application of these measures has made it possible to create a high-quality door closing sound superior to that of other companies' vehicles.

Finally, the authors would like to take this opportunity to sincerely thank everyone concerned inside and outside the company for their cooperation with the development of the technology described here.

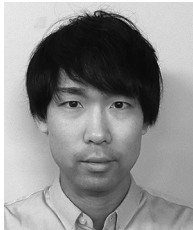
6. References

- 1) Y. Oshitani, Determination Quantity of Automotive Door Closing Sound, Journal of Society of Automotive Engineers of Japan, No. 12, pp. 64-69 (1991).
- 2) H. Uchida et al., Development of Solid Door Closing Sound, Proc. of JSAE, No. 95-02, pp. 17-20 (2002).
- 3) J. Kidachi, Study of Door Closing Sound Mechanism Using Operational Modal Analysis and Acoustic Holography, Honda R&D Technical Review, Vol. 19, No. 1, pp. 129-134 (2007).
- 4) J. Kidachi et al., Improvement of sound quality of car door closing sound, Journal of Acoustical Society of Japan, Vol. 64, Vol. 9, pp. 576-582 (2008).
- 5) J. H. Lee et al., The quantitative evaluation method of door slam noise, FISITA 2008, F2008-12-118, pp. 352-359 (2008).
- 6) N. Tanaka et al., Active Control of the Structure-Borne Sound, On the Cancellation Mechanism, Transactions of JSME. C, Vol. 57, No. 537, pp. 1512-1519 (1991).
- 7) T. Maeda et al., Study of Improvement Technology of Door Closing Sound Focused on Generation Mechanism of Low Frequency Sound (First Report), Proc. of JSAE, No. 22-12, pp. 17-22 (2012).
- 8) S. Hogaki et al., Psychoacoustic analysis based quantification for console box lid closing sound, Proc. of JSAE, No. 153-13, pp. 1-5 (2013).

■著者 / Author(s) ■



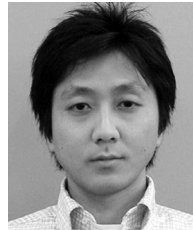
絹田 哲三
Tetsuzo Kinuta



柴田 一喜
Kazuki Shibata



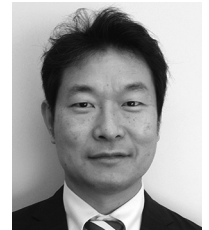
小野 亮
Makoto Ono



加藤 将俊
Masatoshi Kato



穂垣 周三
Shuzo Hogaki



坂場 進
Susumu Sakaba

握り心地の良いレザーステアリングホイール

Comfortable Grip and Tactile Feeling for Leather Steering Wheel

横野 俊二*
Shunji Yokono

下楠 蘭 学**
Manabu Shimokusuzono

魚谷 明日香***
Asuka Uotani

鳥海 正義***
Masayoshi Toriumi

秋田 賢 吾**
Kengo Akita

五十嵐 智 貴***
Tomotaka Igarashi

抄 録 ステアリングホイールの握り心地の良さは、グリップ形状に起因する握りやすさや、表面の触感が大きく影響している。本取り組みとして、人が触れて感じるメカニズムに着目し、適切な代用特性と目標値を設定することで、握り心地の良いグリップ形状、かつ触感が良いレザーステアリングホイールを設計することが可能になり、高品質なものづくりに貢献できた。

Summary The grip shape and surface sensation are major factors affecting the comfortable grip and pleasing tactile feeling of a leather steering wheel. This study focuses on the mechanism of tactile feeling, and the definition of appropriate requirements for designing a comfortable grip shape and a high-quality tactile feeling of a leather steering wheel.

Key words : Human Engineering, high-quality, interior, steering, material

1. はじめに

ステアリングホイールの握り方は、お客様の手のサイズや運転シーンに応じて異なるため、より多くのお客様に握り心地が良いと感じていただける工夫が必要である。また、ステアリングホイールは運転中に長時間握る部品のため、握り心地の良さはその品質感を判断するうえで重要な要素である。本稿では、握り心地の良さを向上させるため、ステアリングホイールの形状と触感に着目して検討し、人間特性に基づいた要件化の取り組みについて紹介する。

2. グリップの太さ・握りやすさ

2.1 グリップ断面調査と評価サンプルの選定

評価サンプル決定のため、国内外の車両についてグリップ断面の縦幅・横幅を調査し、比較した結果を図1に示す。日本や中国メーカーの車両は縦幅・横幅ともに短く、細い傾向にあるが、一方で北米、欧州メーカーの車両は縦幅・横幅ともに長く、太い傾向にあることがわかる。今回は握り心地の良いステアリングホイールの断面を求めるために、縦幅の広いサンプルAおよびサンプルB、縦幅・横幅ともに標準サイズのサンプルC、縦幅・横幅ともに狭いサンプルD、縦幅が狭く横幅は広いサンプルEを選定した。

1. Introduction

The grip of a steering wheel depends on many factors including the size of the customer hands and the driving situation and as such, defining a design that offers a good grip experience to a maximum of customers represents a challenge. The steering wheel is held for a very long time while driving, thus accounting for a large part of the global feeling of quality of a steering. This study will shed some light on designing requirements of the steering wheel based on human characteristics while focusing on its shape and tactile feeling for improving its grip comfort.

2. Grip Size and Gripping Ease

2.1 Grip cross section survey and selection of evaluation samples

In order to select steering wheel samples for evaluation, we studied the height and width of the grip cross section of both domestic and foreign brands, and compared the results in Fig. 1. The steering wheel grip cross section of Japanese and Chinese automakers tends to be shorter in both height and width with a narrower diameter. In contrast, the grip cross section of American and European automakers tends to be longer in both height and width with a wider diameter. To determine a steering wheel cross section for a comfortable grip in this study, we selected samples A and B with a tall height, sample C with both a standard height and width, sample D with both a short height and narrow width, and sample E with a short height and a broad width.

*Nissan Technical Center North America **内外装技術開発部 / Interior and Exterior Engineering Department ***カスタマーパフォーマンス&車両実験部 / Customer Performance and Vehicle Test Engineering Department

2.2 グリップ断面の代用特性の決定

どのようなグリップ断面が好まれるのか、実験参加者112名を対象に図1の5サンプル（A～E）を用いて嗜好調査を行った。調査は車種を特定できないように中央のエンブレムを隠し、外観の影響を排除した方法で「もっとも好き」「好き」「どちらでもない」「嫌い」「もっとも嫌い」の5段階で官能評価を実施した。評価の結果を図2に示す。サンプルA、B、Cは「もっとも好き」の比率が高かったが、「もっとも嫌い」という正反対の回答をする人もいた。これは手のサイズが人によって異なるためと推測される。そこで、コメントの詳細分析から、最適な断面形状の要件を求めることとした。

不満コメントを分析すると（1）太い、（2）細い、（3）角Rが不快、（4）手に当たる段差が不快、の四つに分類することができる（図3）。

各サンプルのグリップ断面を図4に示す。（1）（2）の「太さ」に関する不満は、サンプルC、Dが細いと指摘されていることから、共通点として縦幅が狭いことが要因になったと考えられる。一方、サンプルEは太いというコメントが多く、横幅が広いことが要因になったと考えられる。また、縦幅が広い特徴のあるサンプルA、Bは太さに関する不満が少ないことから、縦幅が握り心地に影響を与えると考えられる。検証実験として太さの異なる3サンプル（X、Y、Z）で接触面積の差を比較したところ、縦幅が太いス

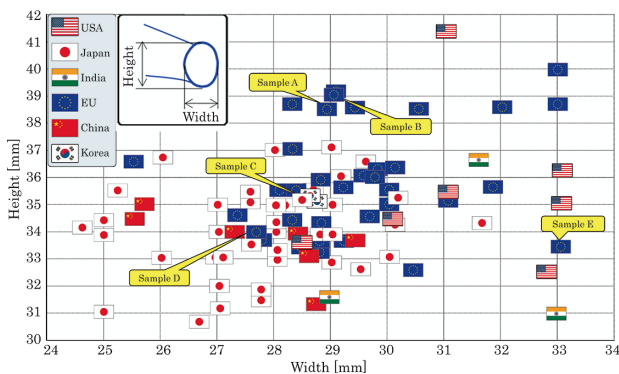
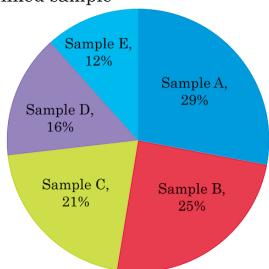


図-1 グリップ断面太さの調査
Fig. 1 Survey results for grip width and height

もっとも好きを選定した人の割合
Breakdown of subjects' most liked sample



もっとも嫌いを選定した人の割合
Breakdown of subjects' most disliked sample

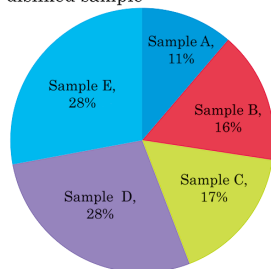


図-2 ステアリングホイールの嗜好調査結果
Fig. 2 Results of steering wheel preference survey

2.2 Determination of substitute characteristics for grip cross section

A preference survey was conducted among 112 test subjects using the five steering wheel samples A to E in Fig. 1 to investigate what type of grip cross section they preferred. The survey method excluded the influence of appearance and the center emblem of the steering wheel was covered so that the brand name could not be identified. Subjective evaluations were made using five levels designated as “like the most,” “like,” “cannot say either way,” “dislike,” and “dislike the most.” The evaluation results are presented in Fig. 2. Samples A, B and C had the highest percentages of “like the most,” but there were also subjects who gave the exact opposite response of “dislike the most.” Presumably, that was because hand size differs from one person to another. Therefore, we decided to determine the requirements for the optimal cross-section shape based on a detailed analysis of their evaluation comments.

An analysis of the dissatisfied comments revealed that they fell into four categories: (1) too wide, (2) too narrow, (3) unpleasant edge radius, and (4) unpleasant profile step in contact with the hand (Fig. 3).

We compared the cross-sectional grip shape of the samples in Fig. 4. Dissatisfaction with the width expressed by comments (1) and (2) and comments about samples C and D being too narrow were presumably due to a common factor of a short height. On the other hand, many subjects commented that sample E was too wide, which was probably due to the broad width of the wheel. There was little dissatisfaction with the width of samples A and B, which implies that a certain amount of height is necessary. Samples A and B with a tall height showed low level of

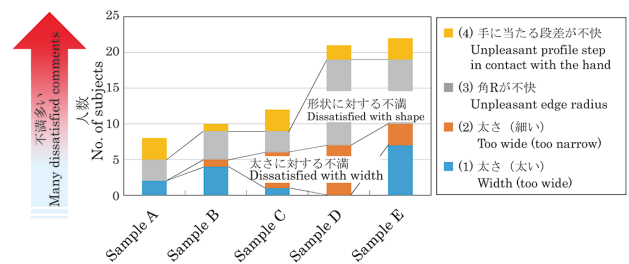


図-3 ステアリンググリップ形状の不満コメント
Fig. 3 Dissatisfied comments about grip shape

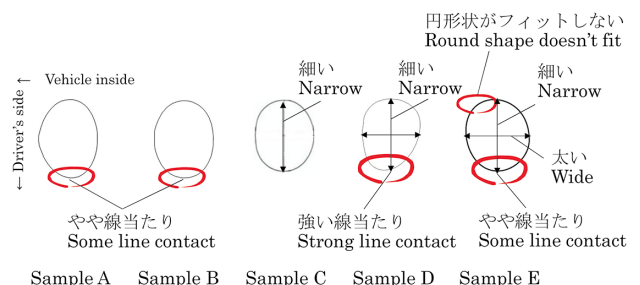


図-4 グリップ断面形状と不満コメントの関係
Fig. 4 Comparison of grip shapes

テアリングホイール形状がもっとも接触面積が広い結果となり、接触面積の広さが握りやすさと関係していることが示された (図5)。

(3) 角Rが不快の原因は、運転手側の角R (図6のE) による部分的な線上の接触 (線あたり) であり、適度な角Rが必要であることがわかった。

最後に (4) 手に当たる段差が不快は、リムに近い側のスポーク表面および裏面形状の段差があると違和感を覚えるため、両者ともに段差がない形状を再現することとした。

以上をもとに、図6のように縦幅・横幅、指の付け根の接触面積、角Rを七つの代用特性で示し、最適な断面形状を規定した。

3. ステアリングホイール表皮の触感

3.1 ステアリングホイール表皮触感の代用特性の決定

ステアリングホイールの手触りの良さを感じる感覚として、硬軟感 (変形量)、乾湿感 (摩擦特性)、粗滑感 (表面粗さ) があり、これらの特性に対する代用特性はショア硬度、平均摩擦係数 (MIU) / 平均摩擦偏差 (MMD)、絞深さと知られている³⁾。それぞれに対してステアリング触感として最適な定量値を求めるために、特性値と官能評価の関係性を調べた。図7～図9に示す通り、各特性値と官能評価の結果から、高品質に感じるゾーンを規定した。

3.2 高触感を実現するための設計手法

高触感達成の設計手法として、(1) 粗滑感 (絞深さ) については、絞パターンで決まるためスムースタイプを選定

dissatisfaction. Therefore a tall height has influence on grip comfort. A verification experiment was conducted to compare the difference in contact area of three samples (X, Y and Z) having different widths. The steering wheel shape with the greatest height has the largest contact area. The results indicated a correlation between the size of the contact area and the gripping ease (Fig. 5).

Dissatisfaction (3) unpleasant edge radius was caused by partial line contact due to edge radius (E in Fig. 6) on the driver's side. This revealed a necessity to define a suitable edge radius.

Finally, dissatisfaction (4) unpleasant profile step in contact with the hand was due to an unnatural feeling caused by large level difference between the spoke surface near the rim and the spoke backside shape. Therefore, we decided to reproduce a shape that would not cause a level difference between the two.

Based on the results explained here, the height, width, contact area at the base of the fingers and edge radius were expressed in terms of seven substitute characteristics, and the optimal cross-sectional shape was specified as shown in Fig. 6.

3. Tactile Feeling of Steering Wheel Cover

3.1 Determination of substitute characteristics for tactile feeling of steering wheel cover

The impressions for giving the steering wheel a pleasing tactile feeling include a firm/soft feeling (amount of deformation), a dry/moist feeling (friction characteristic), and a rough/smooth feeling (surface roughness). Substitute characteristics corresponding to these properties include shore hardness, mean frictional coefficient (MIU)/fluctuation of mean frictional coefficient (MMD), and grain depth.³⁾ The relationship between



図-5 握り手の接触面積の比較
Fig. 5 Comparison of contact area of gripping hand

した(図10)。また、(2) 乾湿感(塗膜厚)は、革表面と手との接触面積で決まるため、絞パターンに加え塗装の凹凸との組み合わせでコントロールすることとした。塗装はウレタン主成分の樹脂から成る2層(High haptic coatingとSpecial smooth layer)を調合してロールコートなどで革表面に薄く塗装することで、要求品質を達成した(図11)。本手法により、従来の本革(銀面付き、Top Leather)のみの適用ではなく、床革(Split Leather)へも拡大採用が可

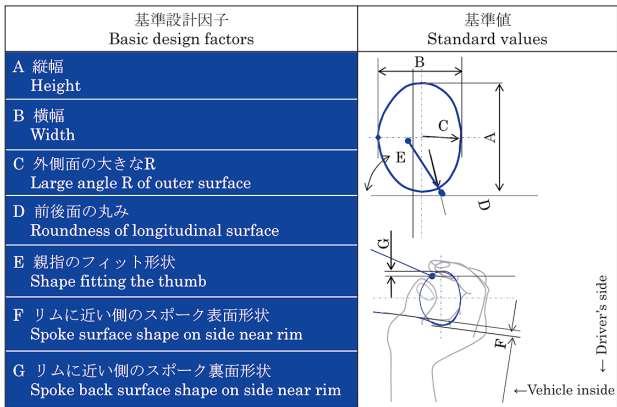


図-6 グリップ形状代用特性値
Fig. 6 Substitute characteristic values for grip shape

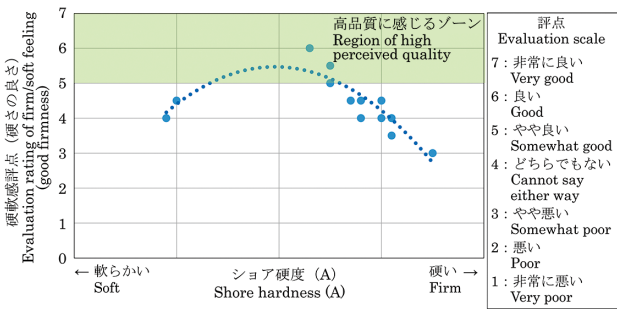


図-7 ステアリングホイール表皮代用特性値
Fig. 7 Substitute characteristics for steering wheel leather cover

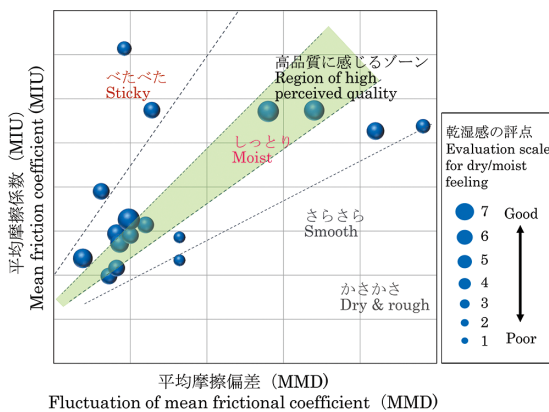


図-8 平均摩擦係数 (MIU) と平均摩擦偏差 (MMD) の関係
Fig. 8 Relationship between mean frictional coefficient (MIU) and fluctuation of mean frictional coefficient (MMD)

characteristic values and subjective evaluations was investigated in order to determine optimum quantities for obtaining the desired tactile feeling for the steering wheel. As shown in Figs. 7 to 9, the region of high perceived quality was specified based on the results obtained for the relationship between characteristic values and subjective evaluations.

3.2 Design techniques for obtaining a high-quality optimal tactile feeling

The following design techniques were applied to obtain a high-quality tactile feeling. (1) A smooth type was selected for the grain pattern that determines a rough/smooth feeling (grain depth) (Fig. 10). (2) Because dry/moist feeling (coating layer thickness) is determined by the contact area between the leather surface and the hand, it was decided to control it based on a concave/convex

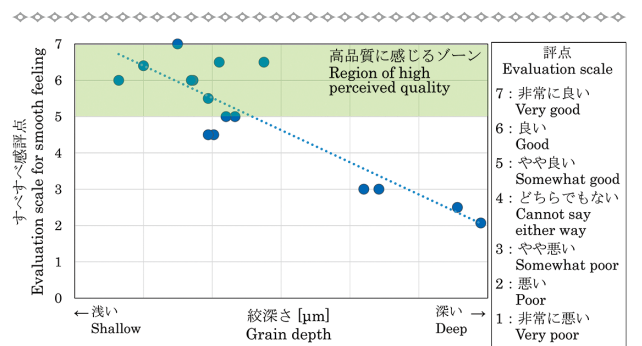


図-9 粗滑感と絞深さの関係
Fig. 9 Relationship between rough feeling and grain depth

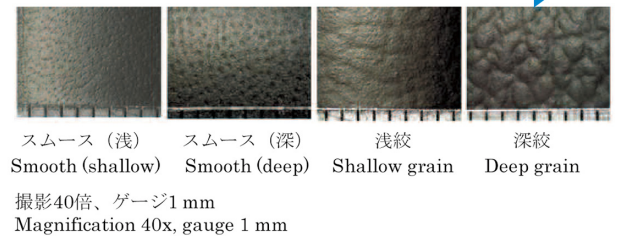
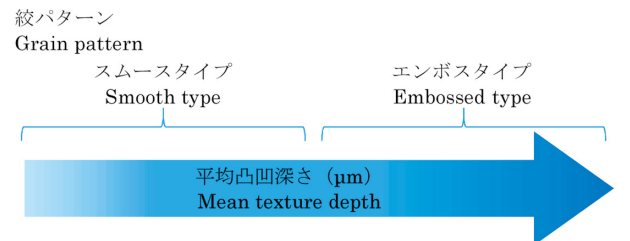


図-10 触感を実現する革表面手法
Fig. 10 Details of leather surface for different grain types

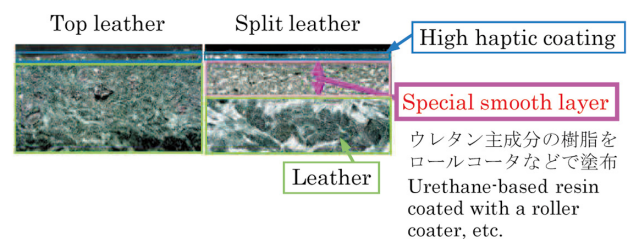


図-11 触感を実現する革表面手法
Fig. 11 Details of leather surface for coating and layer

能となった。

4. おわりに

今回の取り組みにより、従来に対して廉価であるが高触感を実現した握り心地の良いステアリングホイールを開発することができた。

本技術は、既に2018年に生産を開始したアルティマ以降の新型車より順次グローバルに採用を拡大している。そして、この高触感ステアリングホイールは、世界中の様々なお客様に満足いただけると信じている。

最後に本開発に多大なるご協力をいただいた社外、社内関係者の方々に深く感謝を申し上げます。

5. 参考文献

- 1) 坂根智昭ほか：自動車用本革・表皮の触感について、自動車技術会 学術講演会前刷集、No. 9-07、pp. 25-28 (2007).
- 2) 佐野香織ほか：触感を向上させた内装表皮材の開発、自動車技術会 学術講演会前刷集、No. 140-05、pp. 19-22 (2005).
- 3) 村田謙豪ほか：表面塗装が本革ステアリングホイールの「握り心地」評価に及ぼす影響、Journal of Textile Engineering, Vol. 57, No. 6, pp. 139-144 (2011).

surface combination in addition to the grain pattern. The coating is a resin compound with urethane as its principal component and consists of two layers comprising a high haptic coating and a special smooth layer. It is thinly applied to the leather surface using a roll coater or other similar equipment, to achieve the required quality (Fig. 11). The use of these techniques expands application possibilities to split leather, instead of just the full grain real leather conventionally used as the top leather.

4. Conclusion

In this work, we developed a new steering wheel with a comfortable grip and tactile feeling to give an impression of high quality, while reducing its cost. Application of this new steering wheel technology is expanding steadily to new models since it was adopted on the new Altima that went into production in 2018. We are confident that a wide range of customers worldwide are satisfied with this steering wheel featuring a high-quality tactile feeling.

Finally, the authors would like to thank everyone inside and outside the company for their tremendous cooperation with the development of this new steering wheel.

5. References

- 1) T. Sakane et al., Sense of touch of epidermal (genuine leather/synthetic leather/artificial leather), Proc. of JSAE, No. 9-07, pp. 25-28 (2007).
- 2) K. Sano et al., Developing Interior Material with Tactile Improvement, Proc. of JSAE, No. 140-05, pp. 19-22 (2005).
- 3) K. Murata et al., Influence of Surface Coating on Grip Comfort of Leather Steering Wheel, Journal of Textile Engineering, Vol. 57, No. 6, pp. 139-144 (2011).

■著者 / Author(s) ■



横野 俊二
Shunji Yokono



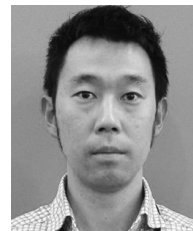
下楠 学
Manabu Shimokusuzono



魚谷 明日香
Asuka Uotani



鳥海 正義
Masayoshi Toriumi



秋田 賢吾
Kengo Akita



五十嵐 智貴
Tomotaka Igarashi

高品質に感じるスイッチ操作感

High-quality Switch Operation Feeling

美記 陽之介*
Yonosuke Miki

本間 清隆*
Kiyotaka Homma

熊谷 秀徳*
Yoshinori Kumagai

小川 明也*
Akinari Ogawa

小沢 浩史*
Hiroshi Ozawa

平尾 章成**
Akinari Hirao

中島 洋幸***
Hiroyuki Nakajima

田中 克則****
Katsunori Tanaka

抄 録 スイッチはコックピットの中でお客様が車と接する重要な接点である。そのためその操作感
は車全体の質感の印象に大きく影響する。日産では1980年代から目標値を決めて統一したスイッチ操作感
を実現してきたが、社会でのデジタル機器の普及に伴いユーザの好みも変化してきている。今回、ユーザの最
新の評価に基づき操作感の目標をアップデートし、高品質な操作感を達成した。

Summary Switches are important interfaces between users and vehicles. Consequently, the
operation feeling of switches very much influences the overall image of vehicle quality. Nissan
established an operation feeling target in the late 1980s. However, customers' preferences have been
changing due to the penetration of digital devices. We updated the target for operation feeling based on
the latest customer evaluations. A consistent modern operation feeling was established for all Nissan
and INFINITI vehicles.

Key words : Human Engineering, Electric Equipment, switch, human-machine interface,
sensation

1. はじめに

日産自動車では室内の高品質感の向上を目指し、1980
年代の後半からスイッチの操作感に取り組んできた。¹⁾ 当
時はちょうど高級車専用ブランドとしてINFINITIを立ち
上げた時代であり、さまざまなスイッチの操作感を一から
見直して定量的な基準を作成し、統一した操作感を実現
してきた。

しかし昨今、さまざまな家庭用機器で電子化が進みス
イッチに求められる操作感も変化してきているため、現代
のユーザの感覚にマッチした新しいスイッチの操作感を定
義し、今後開発される車両の操作感を造り込んでいる。

本稿では、コックピットのスイッチについての取り組み
を紹介する。

2. 取り組みの対象スイッチとアプローチ

対象とするスイッチはコックピットのほぼすべてのス
イッチで、分類すると以下ようになる (図1)。

- プッシュスイッチ

機能のON/OFF、モードなどの選択や、二つのプッ
シュスイッチを対にしてレベルのアップダウンに用いられ

1. Introduction

At Nissan, we have been working on the operation
feeling of switches since the latter half of the 1980s with
the aim of improving the high-quality feel of our vehicle
interiors.¹⁾ That was precisely the time when we launched
INFINITI as an exclusive luxury brand. We reviewed the
operation feeling of various switches from scratch and
created quantitative criteria for achieving a consistent
feeling for switch operation.

However, as digitization of various consumer



プッシュスイッチ
Push switches



コンビレバースイッチ
Lever combination switches



ロータリースイッチ
Rotary switch



パドルスイッチ
Paddle switch



プッシュプルスイッチ
Push-pull switches

図-1 スイッチのタイプ
Fig. 1 Types of switches

*内外装技術開発部 / Interior and Exterior Engineering Department **カスタマーパフォーマンス&車両実験部 / Customer Performance and Vehicle Test Engineering Department ***製品品質設計技術革新部 / Product Quality Design Technology Evolution Department ****シャシー開発部 / Chassis Engineering Department

る。オーディオや空調の基本的なスイッチのほか、さまざまな機能のスイッチに広く使われている。

• コンビレバースイッチ

ステアリングコラム上に取り付けられ、ハンドルに手を添えたまま上下前後に動かすことが可能である。走行中の操作に適しており、ターンシグナルやワイパ操作に用いられている。

• ロータリースイッチ

アナログ的な量の調整や、数多くの機能を切り替える用途で使われる。オーディオのボリューム調整、空調の温度調整、ライティングの切り替えなどに用いられている。

• パドルスイッチ

ハンドルの裏側に取り付けられ、ハンドルをしっかりと把持したまま操作でき、運転中のさまざまなシーンで確実に操作が可能のため、シフトのマニュアルモード操作に用いられる。²⁾

• プッシュプルスイッチ

回転ヒンジを中心に上下方向に操作でき、上昇下降の機能に割りつける。主に操作方向の対照づけのしやすいパワーウィンドウスイッチに用いられている。

上記のそれぞれのスイッチタイプについて、以下のような順序で検討をすすめた。

- (1) 各スイッチについて実際の使用状態でユーザが使ったときに感じたことを体系的に整理し、評価構造を明らかにする
- (2) 人間が感じたことと物理量との関係を明らかにする
- (3) 物理量で目標値を設定する
- (4) 目標値を達成するための設計解析を行い、設計値に落とし込む

3. 操作感の評価構造

各スイッチタイプにおいて、さまざまな操作感のスイッチを集め、一般のユーザに操作させ、そのときユーザが発した評価コメントをもとに評価構造を推定した。その結果、操作時に手で感じるユーザの評価構造は、大きく以下の四つにわけられることがわかった。

- (1) クリック感
- (2) 手ごたえ
- (3) しっかり感
- (4) なめらかさ

図2はコンビレバースイッチの操作感の官能評価結果を主成分分析した事例である。手ごたえ・クリックの軸となめらかさ軸、しっかり軸の3方向に分解されることがわかる。このような操作感の軸はスイッチの操作力 (F) とストローク (S) の変化で表すことができる。人はモノを押したときに起こる指や手・腕の関節まわりの筋力の変化を捉え「重い」「手

electronics devices has advanced in recent years, the operation feeling required of switches has also changed. Therefore, we defined a new operation feeling for switches that matches the sensibilities of today's customers. That operation feeling will be built into our new vehicles to be developed in the coming years.

This article describes our activities undertaken for cockpit switches.

2. Targeted Switches and Approach

Nearly all cockpit switches are the target of these activities and can be classified as explained below (Fig. 1).

• Push switches

These switches are used for turning something On/Off or mode selection. Two push switches are used as a pair to increase/decrease the level of something. Besides being the basic switches of audio and air-conditioning systems, they are widely used to control a variety of functions.

• Lever combination switches

These switches are incorporated in a lever attached to the steering column. They can be moved up/down and back/forth while keeping one hand on the steering wheel. Being suitable for operation while driving, they are used to activate the turn signals and operation of the wipers.

• Rotary switches

They are used for making analog quantitative adjustments and for switching among many different functions. Typical uses include for adjusting the audio system volume, the air-conditioner temperature and changing the lighting.

• Paddle switches

They are attached to the backside of the steering wheel and can be operated while the driver firmly grips the steering wheel. Because they can be operated reliably in various driving situations, they are used for manual mode shifting.²⁾

• Push-pull switches

They can be operated in up/down directions around a rotating hinge and are applied for the function of raising/lowering something. They are mainly used for power

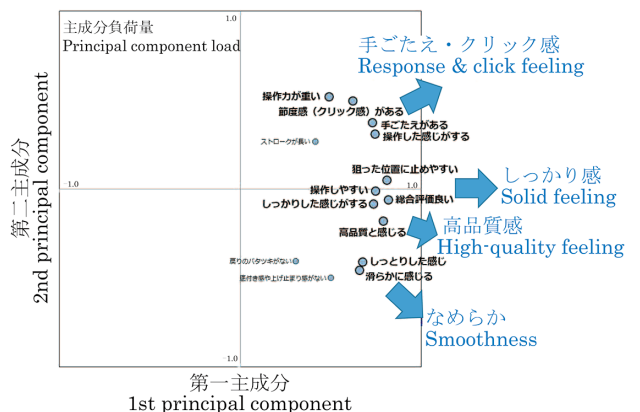


図-2 操作感の主成分分析例
Fig. 2 Example of principal component analysis of operation feeling

ごたえがある」「しっかりしている」などの感覚を動力学的に検知する（図3）。一方、波形のざらつきなどの微小な変化は皮膚に存在しているメルケル小体、マイスナー小体、パチニ小体などの触覚受容器³⁾で検知していると考えられる。

人にとって各操作感は、以下のような意味を持っている（図4）。

(1) クリック感

スイッチがON/OFFしたことを触覚的に理解させるために、スイッチの接点の位置で吸い込むような操作力の変化を微小に発生させ節度感を与える。変化が微小すぎるとフィードバック感が少なく違和感があるが、変化がなだらかすぎると精度感が損なわれ、歯切れが悪く感じられる。

(2) 手ごたえ

人がスイッチにどれだけ力を加えたかを表しており、指が発生させた仕事量に関係する。仕事量が大きくなるほど「押した感じ」が強くなる。適切な押した感じは、人間がイメージする機能の重大さとある程度の関連がある。また手ごたえの大きさと操作の楽しさは一般的には相反するものであり、適切なバランス点を見極める必要がある。しかしそのバランス点は時代によって変わってくると考えられ、

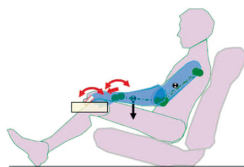


図-3 動力学的な操作感の感じ方³⁾
Fig. 3 Kinematic sense of operation feeling³⁾

window switches for which the direction of operation is easy to contrast.

This study was conducted in the following sequence for the types of switches noted here.

- (1) Sensations that users felt when actually using each type of switch were organized systematically and the evaluation structure was made clear.
- (2) The relationship between the sensations that users felt and physical quantities was made clear.
- (3) Target values were defined for the physical quantities.
- (4) Design simulations were conducted for attaining the target values, and the results were incorporated in the switch design values.

3. Evaluation Structure for Operation Feeling

Switches with various kinds of operation feeling were collected for each type of switch above. Users were asked to operate the switches and the evaluation structure was estimated based on their evaluation comments. The results indicated that users' evaluation structure of the tactile sensations felt when operating the switches could be divided into the following four elements:

- (1) Click feeling
- (2) Response
- (3) Solid feeling
- (4) Smoothness

Figure 2 presents an example of a principal component analysis of the subjective evaluation results for the operation feeling of lever combination switches. The results indicate that the operation feeling breaks down into three axes, namely, response/click axis, smoothness axis and solid feeling axis. These elements of the operation feeling can be represented by changes in the switch operation force (F) and stroke (S). Feelings of "heavy",

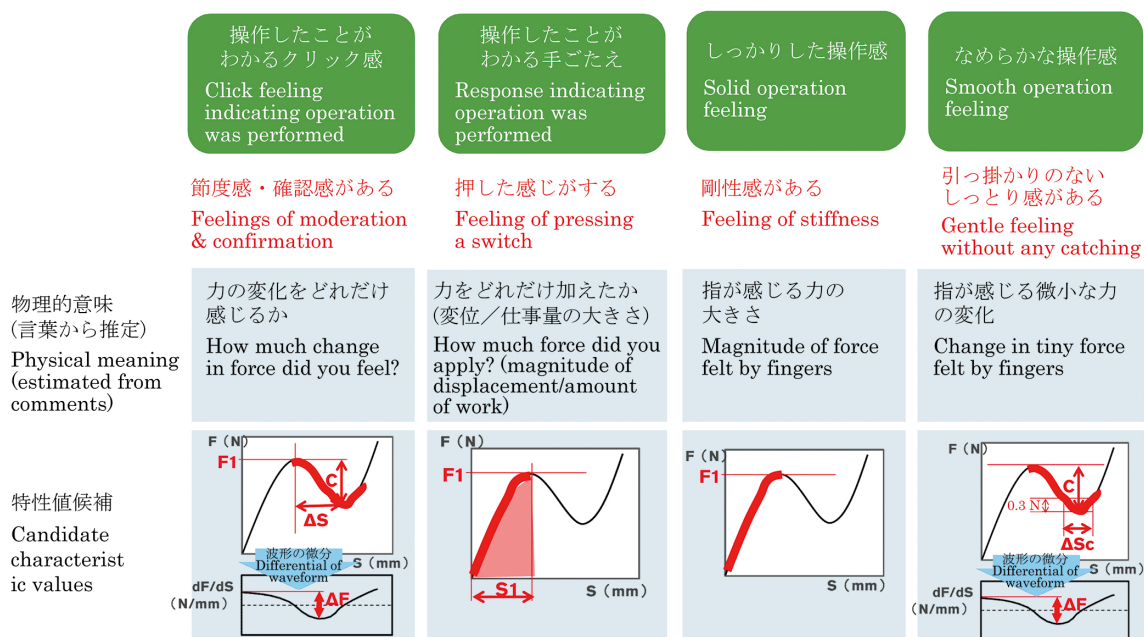


図-4 操作感の意味
Fig. 4 Meaning of operation feeling

機械的な操作が主であった時代はしっかりした手ごたえが求められていたが、徐々に操作力は小さくなりつつあり、現代人の感覚にマッチするバランス点を追求する必要がある。

(3) しっかり感

しっかり感には低加重時のスイッチの変位であるガタと、強く押し込んだときの剛性感の二つがある。前者は望小特性でありゼロが目標であるのは明らかなため、本稿では後者の強く押し込んだときの特性について述べる。しっかり感は指が感じる力の大きさに影響される。

(4) なめらかさ

応力-ひずみ (F-S) 線図がなめらかに変化すると、人間は引っ掛かりがなくなめらか、あるいはしっとりと感じる。力の変曲点での変化のなめらかさが評価に影響する。

4. スイッチの設計

評価結果をもとに各スイッチタイプに適した目標値を設定し、スイッチ設計を行った。

(1) プッシュスイッチ

過去の検討結果に比べ今回の検討では、明らかにショートストロークのほうが好まれる傾向にあることが確認されたため、クリックを早い位置で発生させ、その分操作力を重くした (図5)。プッシュスイッチはスイッチ内部のラバースカートの座屈でクリック感を発生させているため、スカートの肉厚や傾斜角度を最適化することで適正なクリック感を発生させた (図6)。

(2) コンビレバースイッチ

コンビレバースイッチの場合、操作力は現在でも適切と判断されたが、より一層のなめらかさが求められていることがわかった。そこでクリックを乗り越えるときの山の形状のなめらかさを規定して、なだらかでスムーズな山 (図7の3部分) ができるように目標設定した。

目標とされるなめらかさを得るために、操作感を決定するカム機構 (図8) のカム山などを調整し、目標を達成した。

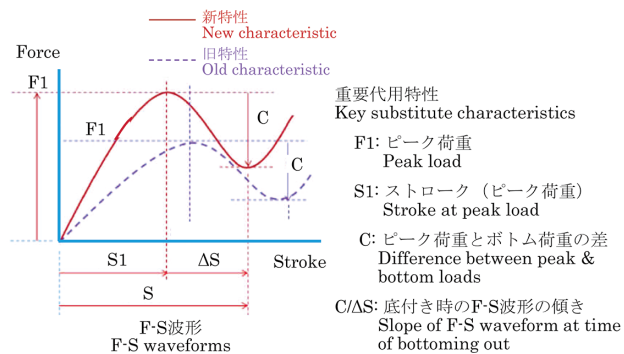


図-5 プッシュスイッチの目標 F-S
Fig. 5 Target for push switch operation feeling

“responsive” and “being solid” can be detected kinematically by capturing the change in muscle force that occurs in the fingers and around hand/arm joints when a person presses something (Fig. 3). Meanwhile, it is presumed that tiny changes indicated by waveform roughness can be detected with sensory receptors such as Merkel’s corpuscles, Meissner’s corpuscles and Pacinian corpuscles present in the skin.³⁾

Each element of the feeling of switch operation has the following meaning for people (Fig. 4).

(1) Click feeling

In order to enable people to understand the On/Off operation of a switch tactilely, a tiny change that occurs in the operation force absorbed at the switch contact position provides a feeling of moderation. If the change is too tiny, there is little feedback, creating an unnatural feeling. If the change is too smooth, it affects the sensation of accuracy and imparts a feeling of imprecision.

(2) Response

This expresses how much force a person applies to a switch and is related to the amount of work done by the fingers. The feeling of pressing becomes stronger as the amount of work increases. A suitable pressing feeling is related somewhat to the importance of the function envisioned by a person. The magnitude of the response and pleasure of operation are generally contradictory. It is necessary to carefully find a suitable point of balance between them. However, that point of balance presumably changes depending on the era. At a time when mechanical



		ピーク荷重 (F1) Peak load	ピーク荷重とボトム荷重の差 (C) Difference between peak and bottom loads	ピーク荷重のストローク (S1, S) Stroke at peak load	底付き時の F-S 波形の傾き (C/ΔS) Difference between peak and bottom loads
材料 Material	a) ラバー硬度 (HS) Higher rubber hardness	Higher	-	-	-
形状 Geometry	b) スカート角度 (°) Larger skirt angle	Higher	Greater	-	Greater
	c) ラバー肉厚 (mm) Greater rubber thickness	Higher	Less	-	Less
	d) 中央高さ (mm) Higher center height	-	-	Longer	-

図-6 プッシュスイッチの F-S チューニング
Fig. 6 Tuning of push switch operation feeling

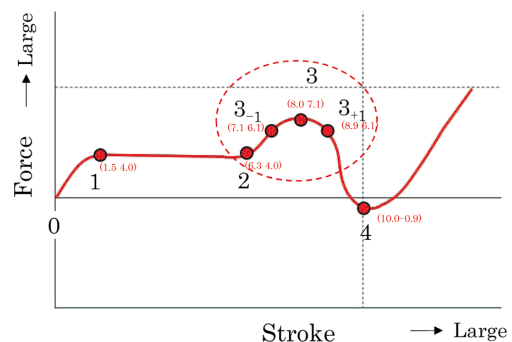


図-7 コンビレバースイッチの目標 F-S
Fig. 7 Target for combination switch operation feeling

(3) パワーウインドウスイッチ

プッシュタイプスイッチを用いるパワーウインドウスイッチも、従来に比べショートストロークと明確なクリック感が求められたため、目標の見直しを行った(図9)。初期の傾斜(図9a部分)を大きくし、図9b部分を長くすることで、明快で歯切れのよいフィーリングを実現する。

パワーウインドウスイッチの操作感は従来ラバーを用いて造っていたが、より明確なクリック感を出すために、カム機構を用いることとした(図10)。

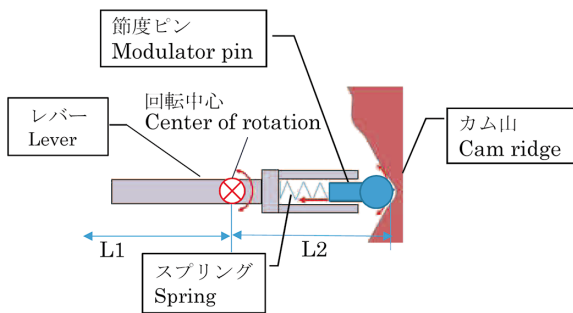


図-8 コンビレバースwitchのF-Sチューニング
Fig. 8 Tuning of combination switches

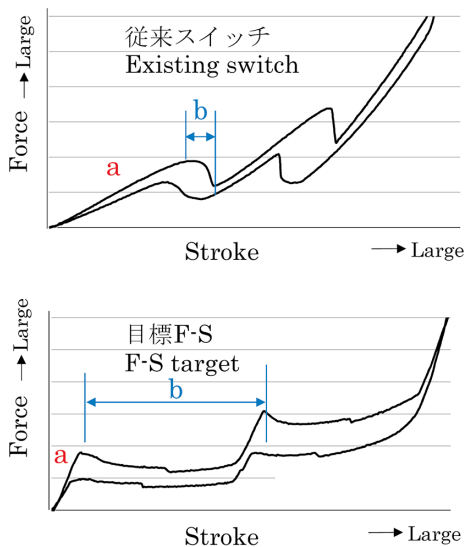


図-9 パワーウインドウスイッチの目標F-S
Fig. 9 Target for operation feeling of power window switches

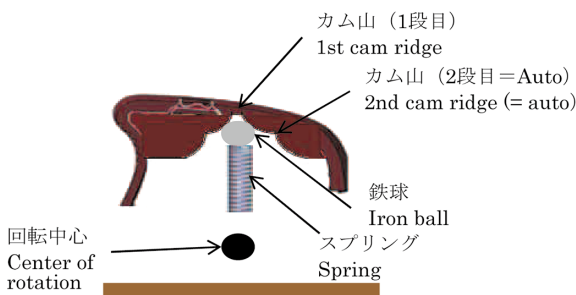


図-10 パワーウインドウスイッチの操作感チューニング
Fig. 10 Tuning of power window switch operation feeling

operations were the main type, a feeling of a solid response was demanded. As the operation force has been gradually decreasing, it is necessary to pursue a point of balance that matches the sensibilities of people today.

(3) Solid feeling

A solid feeling comprises two elements. One is the play of switch displacement at the time of a low load and the other is the feeling of stiffness when a switch is pressed hard. Because the former feeling is a small-is-better characteristic for which the obvious target is zero, this article describes the latter characteristic felt when pressing a switch hard. A solid feeling is influenced by the magnitude of the force felt by the fingers.

(4) Smoothness

People feel the operation of a switch is smooth or gentle without any catching when the curve of a stress-strain (F-S) diagram changes smoothly. The smoothness of the change at the inflection point of the force influences the evaluation.

4. Switch Design

The switches were designed by defining target values suitable for each type of switch based on the evaluation results.

(1) Push switches

Compared with the results of previous studies, the present study confirmed that users tend to have a clear preference for a shorter stroke. Therefore, the switch was designed to click at an earlier position and the operation force was made heavier to a corresponding extent (Fig. 5). A push switch produces a click feeling by the bending of a rubber skirt inside the switch. Accordingly, a suitable click feeling was produced by optimizing the thickness and inclination angle of the skirt (Fig. 6).

(2) Lever combination switches

It was found from the results that users wanted greater smoothness for the lever combination switches, while the current operation force was judged to be suitable. Therefore, the smoothness of the force peak after passing the click position was specified, and a target was set so as to obtain a gentle, smooth peak (area 3 in Fig. 7).

The cam ridge and other components of the cam mechanism (Fig. 8) that determine the operation feeling were tuned to obtain the targeted smoothness, and the target was attained.

(3) Power window switches

The results indicated that users also wanted a shorter stroke and a more distinct click feeling for the push-pull type of power window switches compared with previously. The design targets were reviewed accordingly (Fig. 9). The initial slope of the waveform ("a" portion in Fig. 9) was made steeper and the "b" portion was made longer, which achieved a clearer, crisper operation feeling.

The operation feeling of the power window switches was previously produced using a rubber component, but a cam mechanism was adopted instead in order to produce a distinct click feeling (Fig. 10).

5. おわりに

今回はいくつかの事例について説明したが、コックピットのほぼすべてのスイッチについて同様の取り組みを行い、室内全体で一貫した操作感を造ることを目指している。これらの取り組みは新型アルティマ、QX50から適用を開始している。

スイッチは運転操作以外でユーザが車とコミュニケーションをする重要なデバイスであり、その操作感は車全体の印象にも大きく影響するものである。今後も社会の変化も見据えてユーザを調査することで常に先進の印象をもつ操作感を実現していく。

最後に、この場をお借りし、本技術開発に関わった社内外の関係者の皆様に深く感謝申し上げたい。

6. 参考文献

- 1) 石郷岡喜代春ほか：スイッチの操作感分析、日産技報、No. 26、pp. 107-113 (1989)。
- 2) 松下詩穂ほか：人間工学的要因を考慮したステアリングホイール固定型パドルシフトの開発、自動車技術会論文集、Vol. 48、No. 2、pp. 451-456 (2017)。
- 3) 前野隆司：ヒト指腹部と触覚受容器の構造と機能、日本ロボット学会誌、Vol. 18、No. 6、pp. 772-775 (2000)。

5. Conclusion

This article has explained several examples of switches, but the same activities were undertaken for nearly all the cockpit switches with the aim of creating a consistent switch operation feeling for the entire interior. We began to undertake these activities starting with the new Altima and XQ50.

Switches are important communication interfaces between users and their vehicles in addition to the execution of driving operations. The operation feeling of switches significantly influences the overall impression of a vehicle. By carefully watching changes in society and conducting user surveys, we will continue to create an operation feeling that always imparts an advanced impression.

Finally, the authors would like to take this opportunity to sincerely thank everyone inside and outside the company who was involved in this switch development project for their fine cooperation.

6. References

- 1) K. Ishigouka et al., Analysis of Switch Feel, Nissan Technical Review, No. 26, pp. 107-113 (1989).
- 2) S. Matsushita et al., Development of Paddle Shifters Mounted on Steering Wheel Based on Ergonomic Factors, JSAE Transaction, Vol. 48, No. 2, pp. 451-456 (2017).
- 3) T. Maeno, Structure and Function of Finger Pad and Tactile Receptors, Journal of the Robotics Society of Japan, Vol. 18, No. 6, pp. 772-775 (2000).

■著者 / Author(s) ■



美 記 陽之介
Yonosuke Miki



本 間 清 隆
Kiyotaka Homma



熊 谷 秀 徳
Yoshinori Kumagai



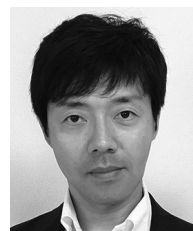
小 川 明 也
Akinari Ogawa



小 沢 浩 史
Hiroshi Ozawa



平 尾 章 成
Akinari Hirao



中 島 洋 幸
Hiroyuki Nakajima



田 中 克 則
Katsunori Tanaka

新型日産スカイラインのプロパイロット2.0

ProPILOT 2.0 of New Nissan Skyline

谷口 洋平*
Yohei Taniguchi

出川 勝彦*
Katsuhiko Degawa

徳永 誠士*
Seiji Tokunaga

海野 友洋*
Tomohiro Umino

伊藤 義徳**
Yoshinori Itou

波田野 麻耶**
Maya Hatano

抄 録 日産は20年以上にわたり運転支援技術のパイオニアとして技術革新をリードし、数多くの世界初の技術を開発してきた。今回新たに高速道路の複数車線をナビゲーションシステムと連動して設定したルートに従って走行する運転支援技術「プロパイロット2.0」を開発し、新型スカイラインに搭載した。本稿では、プロパイロット2.0の大きな特徴である車線維持機能における精確で滑らかなステアリング制御、及びナビゲーションシステムと連動したルート走行機能とそのインターフェースの詳細について紹介する。

Summary For more than 20 years, Nissan has led technological advancement in driver assistance systems as a pioneer in this field, engineering countless world's first technologies. The all-new Skyline is equipped with ProPILOT 2.0, incorporating the latest driver assistance technologies. These technologies provide driver assistance linked to the route entered in the navigation system on multi-lane highways. This article describes these technologies, which facilitate a lane-keeping function, a key feature of ProPILOT 2.0, including precise, smooth steering control, navigated route driving functionality and the details of the system interface.

Key words : Electronics, automatic driving system, intelligent vehicle, human-machine-interface, driver assist system

1. はじめに

日産は20年以上にわたり、運転支援技術のパイオニアとして技術革新をリードし、数多くの世界初の技術を開発してきた¹⁾⁸⁾。2016年には統合的に支援する高速道路単一車線の運転支援技術「プロパイロット」⁹⁾を実用化し、現在までに日本、北米、欧州、中国とグローバルで7モデルに採用を広げ、累計35万台を販売している。

そして今回プロパイロットを大きく進化させ、高速道路の複数車線をナビゲーションシステムと連動して設定したルートに従って走行（以下、ナビ連動ルート走行）する「プロパイロット2.0」（図1）を開発し、新型スカイラインに搭載した。

プロパイロット2.0は、ナビゲーションシステムで目的地を設定し高速道路の本線に合流するとナビ連動ルート走行を開始することができ、ナビ連動ルート走行を開始すると追い越しや分岐などを含めてシステムがルート上にある高速道路の出口までの運転操作を幅広く支援する新しい運転支援技術である。

本稿では、プロパイロット2.0の大きな特徴である車線

1. Introduction

Nissan has been a leader of technological innovation in driver assistance systems for over twenty years as a pioneer in this field, developing many world's first technologies.¹⁾⁸⁾ In 2016, ProPILOT⁹⁾ driver assistance technology was implemented on a production vehicle to provide comprehensive capabilities for helping drivers in single-lane highway driving. Application of the system has so far been extended to seven models globally in Japan, the U.S., Europe and China, and cumulative sales of Nissan vehicles equipped with ProPILOT have reached 350,000 units to date.

We have now substantially evolved our ProPILOT technology with the development of ProPILOT 2.0 (Fig. 1) that is featured on the new Skyline. This latest version operates with the navigation system and can follow a predefined route in multi-lane highway driving, which is referred to here as navigated route driving.

With ProPILOT 2.0, the driver first enters the destination in the navigation system. Once the vehicle enters a through traffic lane on the highway, navigated route driving can be activated. Upon activation, this new driver assistance system provides a wide range of support

*AD/ADAS先行技術開発部 / AD/ADAS Advanced Technology Engineering Department **カスタマーパフォーマンス&車両実験部 / Customer Performance and Vehicle Test Engineering Department

維持機能における精確で滑らかなステアリング制御、及びナビ連動ルート走行機能とそのインターフェースを中心に紹介する。

2. プロパイロット2.0の機能

プロパイロット2.0には、以下の機能がある。

2.1 車速・車間制御機能

ドライバーが設定した車速を維持するように速度制御を行う。先行車を検出すると、車速に応じた車間距離を保つように車間制御を行う。また、前方にカーブがあるときは、カーブの大きさに応じた速度制御を行う。

さらに、標識検知機能により検出した速度を設定車速にすることができる。

2.2 車線維持機能

車線中央付近を走行するようにステアリングを制御し、ドライバーのハンドル操作を支援する。ドライバーが常に前方に注意して道路・交通・自車両の状況に応じたただちにハンドルを確実に操作できる状態にある限りにおいて、ハンドルから手を離すことが可能となる。

2.3 車線変更支援機能

ドライバーが方向指示器を作動させると、ステアリングを制御し車線変更に必要なハンドル操作を支援する。

2.4 追い越し支援機能

ドライバーが設定した車速よりも遅い車両を前方に検出すると、ディスプレイへの表示でドライバーに追い越しを提案する。ドライバーがスイッチを押し提案を承認すると、ステアリングを制御し追い越し操作を支援する。

2.5 ルート走行支援機能

ナビゲーションシステムで目的地を設定している場合、ルートに従って走行するために必要な車線変更地点に到

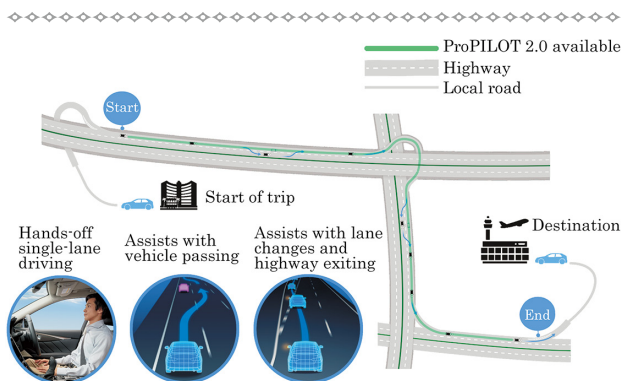


図-1 プロパイロット2.0
Fig. 1 ProPILOT 2.0

for driving operations until reaching the specified highway exit on the predefined route, including helping the driver with overtaking, lane changes, road branches and so on.

This article mainly describes the smooth, precise steering control of the lane-keeping function and the navigated route driving function and its interface, which are major distinctive features of ProPILOT 2.0.

2. Functions of ProPILOT 2.0

ProPILOT 2.0 includes the following principal functions.

2.1 Vehicle speed and headway distance control function

The system controls the vehicle speed to maintain the speed preset by the driver. Upon detecting a preceding vehicle, the system controls the headway distance so as to maintain a suitable distance to the vehicle ahead according to the ego vehicle speed. The system also controls vehicle speed according to the magnitude of upcoming curves in the road ahead.

Moreover, the system can set the vehicle speed according to the posted speed detected by its traffic sign recognition function.

2.2 Lane-keeping function

The system assists the driver with steering operations by controlling the steering so that the vehicle travels near the center of its lane. Drivers can remove their hands from the steering wheel so long as they are always attentive to the road ahead and are prepared to take manual control of the steering wheel immediately when the conditions of the road, traffic or own vehicle require it.

2.3 Lane change assist function

When the driver activates the turn signal, the system controls the steering to assist the driver in executing the steering maneuver needed to change lanes.

2.4 Overtaking assist function

Upon detecting a vehicle ahead that is traveling more slowly than the speed set by the driver, the system proposes overtaking the vehicle to the driver through an indication shown on the display. The driver can agree to the proposal by pushing a switch. The system then controls the steering to assist with the overtaking maneuver.

2.5 Navigated route driving assist function

When the vehicle reaches a point where a lane change should be made in order to follow the route to the destination entered in the navigation system, the system proposes changing lanes to the driver by means of an indication shown on the display and an auditory cue. By pushing a switch, the driver can agree to the proposal. The system then controls the steering to assist with the execution of the lane change maneuver.

達すると、ディスプレイへの表示と音でドライバーに車線変更を提案する。ドライバーがスイッチを押し提案を承認すると、ステアリングを制御し車線変更操作を支援する。

3. センサ構成

7個のカメラ、5個のレーダ、12個のソナーと、GNSS (Global Navigation Satellite System)、3D高精度地図データを有し、車両の周囲360度の情報と道路と自車両の正確な位置関係、道路前方の曲率、勾配などの道路形状を把握する。図2に360度センシングの概略図を、図3に3D高精度地図の一例を示す。

4. ステアリング制御

4.1 制御系の構成

図4に本システムのステアリング制御の構成を示す。本構成では、カメラで検知されるリアルタイムの車線形状情報と3D高精度地図の情報とを比較することで情報の信頼性を高め、また、カメラでは取得が難しいレーンの3D形状情報を3D高精度地図から取得することでレーン中央を走行するための目標舵角を精度よく演算する。本システムのステアリング制御性能を検証する目的で、弊社テストコースにおいて熟練ドライバーと本システムとの比較実験を行った。

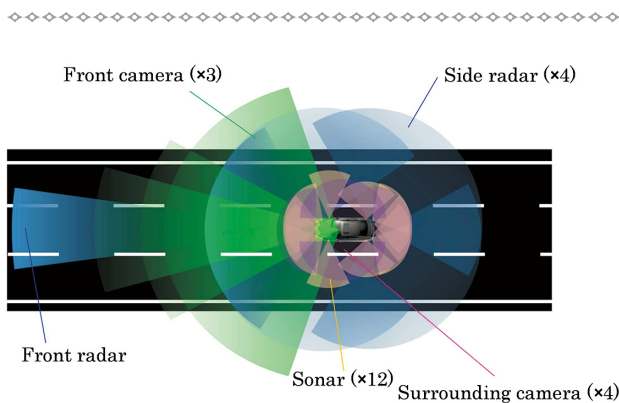


図-2 360° 周囲センシング
Fig. 2 360-degree sensing of surroundings

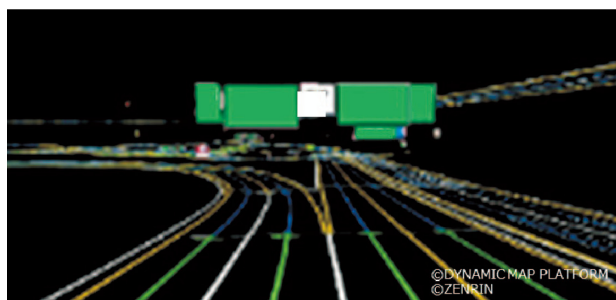


図-3 3D 高精度地図
Fig. 3 3D high-definition map data

3. Sensor Configuration

The sensor configuration consists of 7 cameras, 5 radar sensors, 12 sonar sensors, Global Navigation Satellite System (GNSS) capability and 3D high-definition map data for obtaining 360-degree information on the vehicle's surroundings, its precise position relative to the road, and the road configuration, including the curvature and gradient of the road ahead. Figure 2 illustrates the concept of 360-degree sensing of the surroundings, and Fig. 3 shows an example of 3D high-definition map data.

4. Steering Control

4.1 Control system configuration

Figure 4 is a block diagram of the steering control function incorporated in ProPILOT 2.0. With this control configuration, real-time lane configuration information detected with the cameras is compared with 3D high-definition map data to enhance the reliability of the information. When it is difficult to secure 3D lane configuration information with the cameras, it is obtained from a 3D high-definition map to enable accurate calculation of the steering angle needed for the vehicle to travel in the center of its lane. To verify the steering control capability of ProPILOT 2.0, tests were conducted on a Nissan test course to compare the performance of the system with that of a skilled test driver.

4.2 Test overview

Lane centering tests were conducted on a test course with a series of consecutive curves having a radius of 500 to 1000 m (500-1000 R). Data were measured and compared for a case with ProPILOT 2.0's lane centering control and a case where the skilled test driver drove the vehicle without any lane centering control. The test driver was instructed to drive in the center of the lane as much as possible.

4.3 Test results

Figure 5 shows the lateral position from the lane center obtained with ProPILOT 2.0's lane centering control and for the skilled test driver. The results indicate that the lateral position from the lane center was smaller with the control than for the skilled test driver, thereby confirming the high lane centering capability of ProPILOT 2.0.

Figure 6 shows the steering angle results measured for lane centering control and the skilled test driver. At the entrance and exit of curves where the

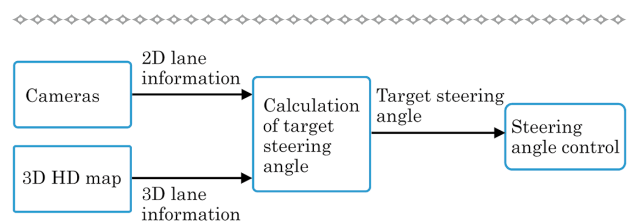


図-4 レーンセンタリング制御ブロック図
Fig. 4 Block diagram of lane centering control

4.2 実験概要

半径500~1000m (500~1000R) のカーブが続くテストコースにてレーンセンタリングの実験を行った。本システムでレーンセンタリング制御を行った場合と、本システムの制御なしに熟練ドライバーが運転した場合のデータを計測し比較した。実験では、熟練ドライバーは極力レーンの中央を走行するように運転した。

4.3 実験結果

図5に本システムのレーンセンタリング制御、及び熟練ドライバーの走行におけるレーン中央からの横位置を示す。制御ありの方が熟練ドライバーよりもレーン中央からの横位置が小さく、高いレーンセンタリング性能が確認できる。

図6に本システムのレーンセンタリング制御、及び熟練ドライバーの操舵角の結果を示す。操舵角が変化するコーナの出入り口では、レーンセンタリング制御は熟練ドライバーと同様にオーバーシュートなく滑らかに制御できていることがわかる。また、50~150秒付近のほぼ一定舵角のコーナでは、レーンセンタリング制御は、熟練ドライバーよりも舵角変化を小さく抑えることができています。

以上から、図4の制御構成とすることで、プロパイロット2.0は熟練ドライバーと同等以上の滑らかなステアリング制御が実現できた。

5. 3D高精度地図の車線変更支援機能への適用

本章では、3D高精度地図データの車線変更支援機能への適用の一例として、車線変更可否判断、車線レベルの走行計画について説明する。

5.1 車線変更可否判断

車線変更支援を実現するための課題の一つに、前方の車線に関する情報を取得することが挙げられる。車線変更を開始する時点では車線変更終了地点の車線情報をカメラでは計測しきれていない場合がある。このため、カメラのみの情報では車線変更中に車線変更禁止を表す区画線が現れ車線変更ができなくなる可能性がある。一方、3D

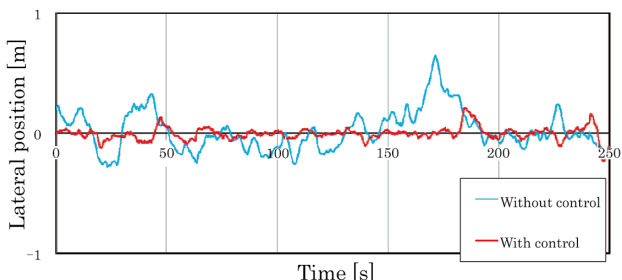


図-5 レーンセンタリング 比較結果
Fig. 5 Lateral position from lane center

steering angle changes, the data show that lane centering control smoothly controlled the steering angle without any overshoot just like the skilled test driver. In addition, on curves where the steering angle was nearly steady for approximately 50-150 s, lane centering control kept the steering angle change smaller than that seen for the skilled test driver.

These results confirmed that adopting a control configuration that shown in Fig. 4 enables ProPILOT 2.0 to provide smooth steering angle control equal to or better than that of a skilled test driver.

5. Application of 3D High-definition Map Data to Lane Change Assist Function

This section explains an example of the application of 3D high-definition map data to the lane change assist function with respect to judging the feasibility of a lane change and lane-level route planning.

5.1 Judgement of lane change feasibility

One issue that can be cited concerning the provision of lane change assistance is to obtain information on the adjacent lane in the forward direction. At the time a lane change is initiated, there are situations where the onboard cameras cannot fully measure lane information at the end point of the lane change. Accordingly, with camera-based information alone there is a possibility that a road marking prohibiting lane changes might appear in the course of changing lanes, making it impossible to execute the maneuver. On the other hand, because 3D high-definition maps contain lane-level information on the road curvature, road markings and other details, information can be obtained on the road configuration beyond the detection range of the cameras. This facilitates judgment of lane change feasibility, taking into account the entire process from an arbitrary lane change starting point to the end point.

5.2 Lane-level route planning

With the lane change assist function, the system proposes changing lanes at a suitable timing for the purpose of providing overtaking assistance and for proceeding along the route recommended by the navigation system. That judgment is made possible by the creation of

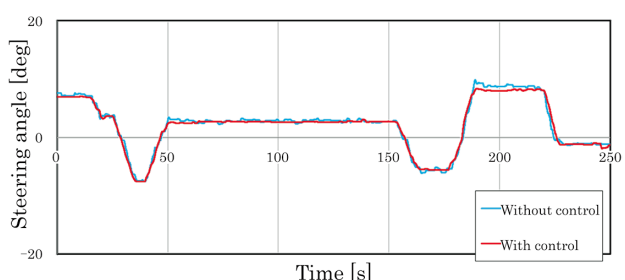


図-6 操舵角 比較結果
Fig. 6 Steering angle comparison

高精度地図は車線レベルで曲率や区画線などの情報を有しているため、カメラの検知範囲外の道路形状を取得することができ、任意の車線の開始地点から終了地点までを考慮した車線変更可否判断が可能となる。

5.2 車線レベルの走行計画

車線変更支援機能は、追い越し支援やナビゲーションシステムの推奨する経路に沿って進む目的でシステムが適切なタイミングを判断し車線変更を提案する。この判断はシステム内で3D高精度地図の持つ車線レベルの情報を用いて走行計画を作成することで可能となる。ここでいう走行計画とは、どの区間でどの車線を走行すべきかと、走行すべき車線に誘導するための計画を指す。

図7に車線レベルの走行計画を作成する過程を示す。まず、高速道路上で出口などの分岐が存在した場合に、ナビゲーションシステムの推奨する進路に移動するために必要な車線変更回数と、分岐に対して道なり距離とを計算し車線選択を行う。

次に、車線レベルの走行計画について例を用いて説明する。図8は高速道路の分岐付近の道路形状を模式的に表した図である。ナビゲーションシステムの推奨する経路が図中のP地点から出口に進むように設定されているとする。本線の右側車線にいる場合は、出口が近づくと車線Aに移動するまで左の車線に車線変更するようシステムが提案する。ここで車線Bに移ってしまうと、P地点を出るために必要な車線変更回数が増えてしまうため、車線Bへ移動する提案はしない。なお、はじめから車線Bを走行していた場合は、右への車線変更をシステムが提案し車線Aへと誘導する。このように、いずれの車線を走行していても、最終的には車線Aに誘導するように車線変更の提案がされる。

また、車線レベルでの走行計画を持つことで、前方車の追い越しにおいても適切なタイミングで提案ができる。例えば、進むべき進路が分岐の左方向にあり、かつその分岐までの距離が近い場合には、追い越しの提案をしないようシステムが判断している。

以上のように、3D高精度地図を用いた車線レベルの走行計画を持つことで、どの車線に移動するのが望ましいか

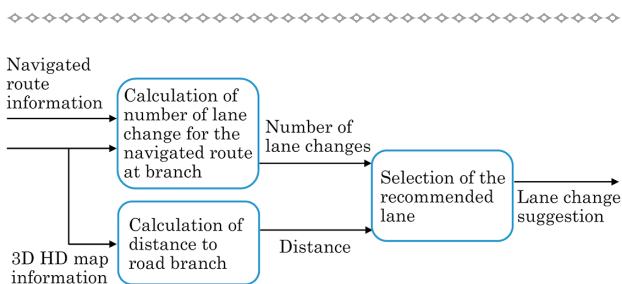


図-7 車線レベル経路生成ブロック図
Fig. 7 Block diagram of route planning function

a route plan using the lane-level data contained in the 3D high-definition maps possessed by the system. A route plan refers to an indication of the lane in which the vehicle should travel in each section of the trip and a lane change proposal plan for guiding the vehicle into the proper lane.

Figure 7 outlines the process for creating a lane-level route plan. First, the system calculates the number of lane changes needed to travel the route recommended by the navigation system in cases where the road branches, including highway exits. It also calculates the road distance to a branching point and selects the lane in which the vehicle should travel.

Next, we will present an example to explain lane-level route planning. Figure 8 schematically shows the road configuration near a highway branching point. Consider that the route recommended by the navigation system is defined as proceeding toward the exit from point P in the figure. If the vehicle is in the rightmost lane of the through traffic lanes as the exit approaches, the system recommends changing lanes toward the left until the vehicle is in lane A. The system does not recommend moving to lane B because doing so would increase the number of lane changes needed to exit from point P. If the vehicle is initially traveling in lane B, the system recommends changing lanes to the right and guides the vehicle into lane A. Regardless of which lane the vehicle is traveling in, the system recommends changing lanes so that the vehicle is ultimately guided into lane A as indicated here.

Having a lane-level route plan also enables the system to propose a suitable timing for overtaking a vehicle in front. For example, consider that the route to be followed specifies taking a branch road to the left and also that the distance to the branching point is close. In this case, the system judges that a proposal to overtake the preceding vehicle should not be given.

As explained here, having a lane-level route plan based on 3D high-definition map data enables the system to know in which lane the vehicle should travel. As a result, it can propose a suitable timing for changing lanes.

6. Intelligent Interface

This section explains the function for transmitting to the driver real-time information on surrounding vehicles and the interactive display for lane change assistance, which are capabilities included in the Intelligent Interface.

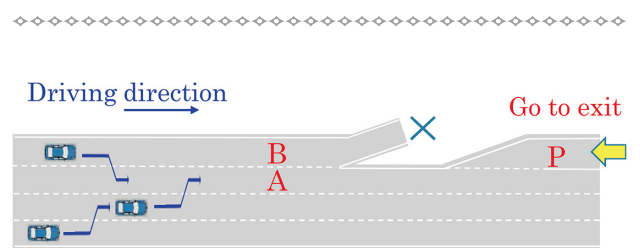


図-8 分岐付近での車線レベル経路生成
Fig. 8 Schema of a highway including branches

がわかり、その結果、適切なタイミングでの車線変更の提案が可能になる。

6. インテリジェントインターフェース

本章では、インテリジェントインターフェースについて、周辺車両をリアルタイムにドライバーに伝える機能と、車線変更支援におけるインタラクティブな表示について述べる。

6.1 周辺車両表示

ルート走行中の分岐や追い越しのために、車線変更の適切な開始タイミングをシステムが判断する上で重要な情報に周辺車両の情報がある。システムは車線変更の実行可否を判断する情報の一つとして、360度センシングされた情報を用いている。このセンシング情報をリアルタイムに表示し、システムが周辺車両をどのように認識しているかをドライバーに伝えることで、ドライバーがシステムの状態を理解しやすくなることことができる。

このため、単に周辺車両がいることを表示するだけではなく、システムが検知している詳細な情報をリアルタイムに表現する必要がある。この要件を満たすために、各種センサーが認識した種別やその車両までの距離に応じた位置をメータディスプレイに表示するように設計した（図9）。これにより、システムが周囲の状況をどのように認識しているかをドライバーに直観的にわかりやすく伝えている。

6.2 車線変更支援時の情報表示

周囲の交通状況を考慮し、システムは車線変更のタイミングを提案し、ドライバーが提案を承認すると車線変更支援を開始する。この車線変更支援の一連の流れの中で、ドライバーに対し車線変更支援の進捗状況を明確に伝える必要がある。

車線変更支援による車線変更中、ドライバーはハンドルを持たなければならない。車線変更の提案が承認されると、



図-9 周辺車両のディスプレイ表示
Fig. 9 Surrounding vehicle display

6.1 Surrounding vehicle display

Information on surrounding vehicles is essential for the system to judge a suitable timing for initiating a lane change to overtake a preceding vehicle or take a branch road while traveling the predefined route. The system uses information obtained by 360-degree sensing as part of the data for judging the feasibility of changing lanes. This sensing information is displayed in real time to convey to the driver how the system has recognized surrounding vehicles. This makes it easy for the driver to understand the current status of the system.

For that purpose, simply indicating just that surrounding vehicles are present is not sufficient. It is necessary to display detailed information that the system detects in real time. To satisfy that requirement, the system has been designed to show in the meter display the types of vehicles and their positions corresponding to the distance to them, which have been recognized by the various onboard sensors (Fig. 9). This information is conveyed to the driver in an intuitive, easy-to-understand format to indicate the surrounding circumstances recognized by the system.

6.2 Information displayed at the time of lane change assist

The system proposes a suitable timing for changing lanes based on consideration of the surrounding traffic situation. Once the driver accepts the proposal, lane change assist is activated. In the course of executing lane change assistance, it is necessary to convey clearly to the driver the progress of the assisted lane change maneuver.

The driver shall be holding the steering control during the execution by lane change assist. Upon the driver's approval of the lane change proposal, the color of the associated icon shown in the display changes to green to convey the driver that it is necessary to be holding the steering control (Figs. 10 and 11).

Before the execution of the lane change is actually



図-10 レーンチェンジ提案時のディスプレイ表示
Fig. 10 Lane change assist proposal display

アイコンや文字を緑色にしてハンドルを持つ必要があることをドライバーに伝える（図10、図11）。

提案が承認されてから実際に車線変更が開始されるまでの間、ヘッドアップディスプレイの手前から奥へ流れる矢印のアニメーション表現を用いて、まもなく車線変更が開始されることをドライバーに伝える（図11）。

続いてシステムが方向指示器を点滅させ車線変更が開始されると、ヘッドアップディスプレイの矢印を緑色点滅させて車線変更が進行中であることをドライバーに伝える（図12）。

これらの表現により、車線変更の進捗状況をドライバーに直観的にわかりやすく伝える。

7. おわりに

高速道路の複数車線をナビゲーションシステムと連動して設定したルートに従って走行するプロパイロット2.0を開発し、高速道路での幅広い運転操作支援を実現した。

今後このような技術がますます発展し、多くの人々が安全・安心で自由な移動ができる社会の実現に寄与することができれば幸いである。

最後に本稿では紹介しきれなかった技術開発も含め、プロパイロット2.0の開発及び商品化にあたり多大なるご協力を頂いた社内外の方々に深くお礼申し上げます。

8. 参考文献

- 1) 1) 定野温ほか：レーンキープサポートシステム、ブレーキアシスト（プレビュー機能付）の開発、日産技報、No. 48, pp. 13-17 (2001).
- 2) 瀬戸陽治ほか：低速追従機能付きACC（アダプティブクルーズコントロール）の開発、日産技報、No. 58、

initiated following the driver's approval, the arrow in the head-up display repeatedly changes color from the foreground into the lane in which the vehicle will change. This enables the driver to understand intuitively that the lane change is about to start. A message is thus conveyed to the driver to anticipate the lane change action to be performed (Fig. 11).

The system then blinks the turn signal indicator and the vehicle begins to change lanes. The arrow in the display blinks a green color to tell the driver that the lane change is under way (Fig. 12).

These display indications enable the driver to easily understand intuitively the progress of the lane change.

7. Conclusion

ProPILOT 2.0 has been developed to assist drivers with a wide range of driving operations in highway driving, operating in conjunction with the navigation system to follow a predefined route on multi-lane highways.

We hope that the technologies described here will increasingly evolve in the future and contribute to the attainment of a society in which many people can move about freely in their vehicles safely and confidently.

Finally, the authors would like to thank everyone involved inside and outside the company for their invaluable cooperation with the development and commercialization of ProPILOT 2.0, including the development of technologies that could not be fully described here.

8. References

- 1) O. Sadano et al., Development of the Lane Keep Support System and Brake Assist System with a Preview Function, Nissan Technical Review, No. 48, pp. 13-17 (2001).
- 2) Y. Seto et al., A development of an adaptive cruise control system with low speed following, Nissan Technical Review, No. 58, p. 81 (2006).



図-11 レーンチェンジ許可時のディスプレイ表示
Fig. 11 Lane change assist approved display



図-12 レーンチェンジ実行中のディスプレイ表示
Fig. 12 Lane change assist execution display

- p. 81 (2006).
- 3) 早川泰久ほか：レーンディパーチャープリベンション (LDP) システムの開発、日産技報、No. 63、pp. 11-14 (2008).
 - 4) 上村吉孝ほか：インテリジェントクルーズコントロール (ナビ協調機能) の開発、日産技報、No. 63、pp. 15-18 (2008).
 - 5) 金岡晃廣ほか：アラウンドビューモニターの開発、日産技報、No. 63、pp. 37-41 (2008).
 - 6) 小林雅裕ほか：ディスタンスコントロールアシストの開発、日産技報、No. 63、pp. 7-10 (2008).
 - 7) 早川泰久ほか：ブラインドスポットインターベンション (BSI) システムの開発、日産技報、No. 72、pp. 6-9 (2013).
 - 8) 菅野健ほか：バックアップコリジョンインターベンション (BCI) システムの開発、日産技報、No. 72、pp. 10-14 (2013).
 - 9) 日産ニュースリリース：<https://global.nissannews.com/ja-JP/releases/160713-02-j?source=nng&lang=ja-JP> (参照日：2019年11月7日).
- 3) Y. Hayakawa et al., Development of the LDP (Lane Departure Prevention) System, Nissan Technical Review, No. 63, pp. 11-14 (2008).
 - 4) Y. Uemura et al., Development of the Intelligent Cruise Control (Navigation-enabled Function) , Nissan Technical Review, No. 63, pp. 15-18 (2008).
 - 5) A. Kanaoka et al., Development of the Around View Monitor, Nissan Technical Review, No. 63, pp. 37-41 (2008).
 - 6) M. Kobayashi et al., Development of the Distance Control Assist System, Nissan Technical Review, No. 63, pp. 7-10 (2008).
 - 7) Y. Hayakawa et al., Blind Spot Intervention System Based on Yaw Moment Control, Nissan Technical Review, No. 72, pp. 6-9 (2013).
 - 8) T. Sugano et al., Development of Back-up Collision Intervention System Nissan Technical Review, No. 72, pp. 10-14 (2013).
 - 9) Nissan News Releases: <https://global.nissannews.com/en/releases/release-bc7b1fdaa007748e6f048ff37b018061-160713-02-e> (as of November 7, 2019).

■著者 / Author(s) ■



谷口 洋平
Yohei Taniguchi



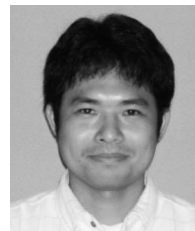
出川 勝彦
Katsuhiko Degawa



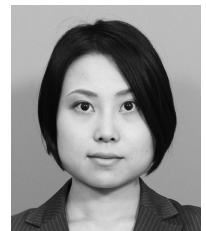
徳永 誠士
Seiji Tokunaga



海野 友洋
Tomohiro Umino



伊藤 義徳
Yoshinori Itou



波田野 麻耶
Maya Hatano

新型ジューク商品概要

Product Overview of the New Juke

藤 沢 直 樹*
Naoki Fujisawa

松 島 士 乃*
Shino Matsushima

抄 録 新型ジュークは、B-SUVセグメントの車であり、現行ジューク最大のマーケットである欧州事業を支える柱の一つとして位置づけられている。2代目となる新型ジュークは、2010年6月に発売した初代ジュークに続き、見た目のジュークらしさや走りの楽しさを維持しつつお客様の個性をより大事にし、安全性能や燃費にもこだわった新しいジュークを目指した。本稿では新型ジュークの商品概要を説明する。

Summary The all-new Juke, classified as a B-segment crossover, is intended to contribute to Nissan's business in Europe as one of the company's main core models. As the 2nd-generation model, the all-new Juke continues the distinctly unique design and fun-to-drive feeling provided by the first generation launched in June 2010. At the same time, it also meets various customer preferences while delivering improved safety and fuel efficiency. This article presents a product overview of the all-new Juke.

Key words : Automotive General, new model, Juke

1. はじめに

日産ジュークは2010年6月にBセグメントクロスオーバのパイオニアとして発売されてから、全世界で155万台販売してきた。初代ジュークは、「タフさと俊敏さを併せ持つデザイン」「先進技術に基づいたコントロールシステム」「きびきびした運転の楽しさ」などの強みを併せ持ったモデルとして価値を提供してきた。

今回2代目ジュークを開発するにあたり、初代ジュークで高い評価を得た欧州市場に向け、開発を行うこととした。欧州日産としてはキャッシュカイに次ぐ販売台数を狙い、同時に日産車のブランドイメージの向上に大きく貢献するという役目を持った、非常に重要なモデルとなる。初代の強みはそのままに、さらに正常進化をさせた新型ジュークの導入により、今まで日産車の購入を検討していなかったお客様にもご購入いただけることを目指している。

2. 商品コンセプト

新型ジュークの開発にあたり、ターゲットであるいつまでも若々しく自分自身の価値観をしっかりと持った人のため、欧州の典型的なドライビングシーンであるランアバウトで圧倒的な存在感を持って爽快に駆け抜けていける車というコンセプトを設定した。一目でジュークとわかる強烈な個性を持ったデザイン、乗り込むだけで気分が高揚する

1. Introduction

Since the Nissan Juke was released in June 2010 as the pioneer of the B-crossover segment, 1.55 million units have been sold worldwide. The first-generation Juke provided value as a model embodying various strong points, including a design combining toughness with agility, control systems based on advanced technologies and agile driving pleasure, among others.

This second-generation Juke has been developed for the European market where the first-generation model has been highly acclaimed. It is an extremely important model for Nissan Europe, which is aiming for the next highest sales volume after the Qashqai. At the same time, the Juke also has the role of contributing significantly to



図-1 新型ジューク
Fig. 1 All-new Juke

*商品企画部 / Product Planning Department

インテリア、エンジンをかけハンドルを握るといつまでも運転を続けていたくなるようなわくわくする運転性能など、こだわりを持ったお客様が求めるすべての期待値に、高い次元で応えることを目指した。

3. アピールポイント

3.1 エクステリアデザイン

エクステリアデザインは「Bold (大胆さ) & Authentic (本物感)」がコンセプトである。クーペ×SUVのクロスオーバーとして力強くダイナミックなプロポーションと面表現、さらに欧州Bセグメントの中ではトップクラスとなるスポーティな19インチホイールタイヤを採用することによりスタンスの力強さ、SUVの本物感を表現した。このBold & Authenticを両立することで、ジュークの存在感をより進化させている (図1)。

また初代より対全長比で106mmホイールベース長を伸ばし、かつ全幅も35mm拡大したことによって、より理想的なプロポーションに近づくことができた。これにより後席居住空間のさらなる確保にも成功している。

新型ジュークはVモーショングリルなどの日産ブランドとしての一貫性は保ちつつ、ジュークラしさを追求している。ヘッドランプに関しては、初代と同様に丸型を今回も採用しているが、全車多灯LED化したことによって、よりスポーティさと斬新さを演出している (図2)。

外装色に関しては、初代フェアレディーZを想起させる新色「Fuji Sunset」をはじめとした、魅力的な11色のボディカラーを用意した。また3色のルーフカラーを設定した2トーンカラーを採用することで、よりスポーティさを演出している。

3.2 気分が高揚するインテリア

インテリア (図3) では、乗り込むだけで気分が高揚する車を目指し、「視覚」「触覚」「聴覚」の向上に努めた。視覚、触覚に関しては、お客様の好みに合わせて選べる組み合わせを増やした。さらに間接照明を採用し、よりお



図-2 LEDヘッドランプ
Fig. 2 LED headlamps

enhancing the brand image of Nissan vehicles. The new Juke further advances the normal evolution of the series while retaining all the advantages of the first-generation model. Its introduction is aimed at securing sales even among customers who have not considered buying a Nissan vehicle in the past.

2. Product Concept

The concept defined for the development of the new Juke was to create a vehicle with overwhelming presence and providing exhilarating agility like a runabout in typical driving situations in Europe. The Juke is targeted at people who like to be forever young and possess their own definite values. It is aimed at satisfying all the expectations of even the most particular customers at the highest possible levels. This is accomplished by the distinctly individualistic design that distinguishes the Juke at a glance, an interior that uplifts the spirit just by entering it, and exciting driving performance that makes one want to drive forever upon starting the engine and gripping the steering wheel.

3. Appealing Features

3.1 Exterior design

The concept defined for the exterior design was “bold” and “authentic.” As a coupe-SUV crossover, the Juke features powerful, dynamic proportions and body panel expression. In addition, it is fitted with 19-inch wheels and tires that rank among the sportiest in the B-segment in Europe. These features express its powerful stance and authentic SUV character. This successful combination of bold and authentic further evolves the Juke’s striking presence (Fig. 1).

The wheelbase has been further extended to make the overall length 106 mm longer than that of the first generation and its overall width has also been increased by 35 mm. These larger dimensions made it possible to approach more idealistic proportions. As a result, larger, more comfortable rear-seat space was also successfully ensured.

While adopting the V-motion grille and other



図-3 前席部インテリア
Fig. 3 Cockpit area

お客様の気分が高揚するようなインテリア空間となっている(図4)。そしてドライバーのよく触れるニーパッド、アームレストなどにソフトパッドを採用し、質感を大幅に向上させた。また、聴覚に関してはBose® Personal® Plusサウンドシステムの採用により、初代では運転席のみの採用であったヘッドレストスピーカーを今回は運転席+助手席に拡大し、音にこだわるお客様に特別な空間を提供することに成功した(図5)。

さらに初代に対してホイールベースの延長やパッケージの効率化により増えた室内空間は、走行時の快適性もさることながら、後席の乗降性の向上にも貢献している。荷室は422 Lという初代より大きく向上させた空間を確保しつつ、最大開口部を下げ、さらに下部開口部の幅を広げたことにより、荷物の出し入れのしやすさを向上することに成功した(図6)。

また品質面では、窓ガラス厚、ドアミラーマウント位置、カーペットなどの改善により居室内の静粛性を向上させた結果、新型ジュークはクラストップの快適性を提供している。運転席回りのスイッチ類の配置にもこだわり、より操作性を重視し、運転を阻害することなく操作できるように配置した。これらにより、ストレスを感じることなく車を楽しんでもらえるように心がけた。

3.3 わくわくするドライビングプレジャー

初代よりBセグメントクロスオーバーの中では抜群のきびきびした運転の楽しさを提供してきたが、新型ジュークはそこにさらに磨きをかけることを目指した。ここで想定し



図-4 間接照明
Fig. 4 Ambient lighting

design cues for consistency with the Nissan brand, the new Juke further pursues its own unique identity. Like the first generation, the new Juke also adopts the same round headlamps. A more sporty and novel look is projected by the increased use of light-emitting diodes (LEDs) on all models (Fig. 2).

Eleven attractive body colors are available, including “Fuji Sunset” as a new exterior color reminiscent of the first-generation Fairlady Z. Sportiness is further heightened by the adoption of two-tone color combinations, including a selection of three roof colors.

3.2 Uplifting interior

Concerted efforts were made to improve the visual, tactile and auditory aspects of the interior (Fig. 3), with the aim of uplifting customers’ spirit as a result of simply entering the vehicle. With regard to visual and tactile aspects, trim combinations have been expanded to meet customers’ diverse preferences. Ambient lighting has also been adopted to provide an interior for further elevating customers’ mood (Fig. 4). Soft-touch pads have been adopted for the knee pads, armrest and other places that drivers often touch, thereby substantially improving perceived quality. With regard to auditory aspects, the Bose® Personal® Plus sound system expands the headrest speakers to both the driver’s seat and front passenger’s seat, whereas they were only applied to the driver’s seat on the first generation. This successfully creates a sound environment for customers who are particular about sound quality (Fig. 5).

Moreover, the longer wheelbase and more efficient packaging compared with the first generation make the interior space larger. In addition to providing greater comfort during driving, this also contributes to improving ease of rear-seat entry and exit. The luggage area capacity has been improved to 422 L for larger storage space than that of the first generation. Moreover, the height of the largest opening area has been lowered and the width of the lower opening has been expanded. These measures successfully improve ease of loading and unloading cargo (Fig. 6).

With regard to quality aspects, the thickness of the window glass, positions of the outside mirror mounts and the floor carpet have been improved, among other things, to create a quieter interior. Along with other improvements, the new Juke provides class-leading interior comfort. Special attention was also paid to the switch layout around the driver’s seat, with greater emphasis put on ease of operation. Consequently, switches are positioned where they can be easily operated without interfering with driving tasks. As a result of these special attentions, customers can enjoy driving the Juke without feeling any stress.

3.3 Exciting driving pleasure

While the first generation has provided outstanding driving pleasure with notably agile handling among B-segment crossovers, the new Juke aims to further refine

3.4 先進・安全技術

欧州市場ではキャッシュカイ、日産リーフに引き続き、新型ジュークはプロパイロットを搭載する。高速道路同一車線でドライバを支援し、長距離移動や渋滞時のドライバ負荷を軽減する。

安全性を追求することも忘れてはいない。世界中で最も厳しい基準の一つであるEuro NCAPの最高レベルの評価を獲得し、そのために必要なすべての安全装備を備えている。特に競合他車に先駆け日産としては欧州で初めてBSI (Blind Spot Intervention) を導入したほか、インテリジェントエマージェンシーブレーキやRCTA (後退時車両検知警報) など多くの安全技術を採用することで、お客様に安心を提供している。

これら先進技術により、日産が掲げるコンセプト「ニッサンインテリジェントモビリティ」へ貢献が期待される。

4. おわりに

新型ジュークは、初代の良さを継承しつつ、更なる進化を遂げることができた。欧州というより規制の厳しい市場の中でお客様に喜んでいただけるために、様々な知恵や技術が織り込まれている。これにより、お客様の日産車のブランドイメージの向上がより図られることを期待したい。

最後に、この新型ジュークの開発、デザイン、生産、マーケティング、販売、そして商品企画に携わっていただいた全ての皆様に、深く感謝と御礼を申し上げます。

driving in the same lane on highways and reduces the driver's workload during long-distance journeys and in congested traffic.

Thorough pursuit of safety performance was not overlooked either. With its full complement of necessary safety equipment, the Juke has obtained the highest evaluation in the European New Car Assessment Program (NCAP), which has the most rigorous standards of any such program worldwide. The new Juke notably features Nissan's first application of Blind Spot Intervention (BSI) in Europe ahead of other rival models in this segment. In addition, it comes with many other safety technologies including Intelligent Emergency Braking and Rear Cross Traffic Alert (RCTA), to provide customers with peace of mind while driving.

These advanced technologies are expected to contribute to the provision of Nissan Intelligent Mobility, the company's solution for future society.

4. Conclusion

The new Juke achieves a higher level of evolution while continuing the outstanding qualities of the first-generation model. It embodies various technologies and wisdom to enable customers to drive the vehicle with pleasure even in the European market with its more rigorous standards. As such, the new Juke is expected to contribute to enhancing the brand image of Nissan vehicles in that market.

Finally, the authors would like to sincerely thank everyone involved with the design, development, production, marketing, sales and product planning of the new Juke.

■著者 / Author(s) ■



藤 沢 直 樹
Naoki Fujisawa



松 島 士 乃
Shino Matsushima

新型ルークス商品概要

Product Overview of the New Roox

伊藤 潔*
Kiyoshi Itoh

本島 圭奈子*
Kanako Motojima

抄 録 新型ルークスは、国内最大である軽自動車市場において、日本事業を支える柱の一つとして位置づけられている。今回2代目となる新型ルークスは、2019年3月に発売したデイズに続き、先進運転支援技術である「プロパイロット」を採用したほか、ミニバンの使い勝手と軽の運転しやすさを両立した新しいカタチとして、使いやすさや快適空間にもこだわり、お客様の期待値に高い次元で応えることを目指した。本稿では新型ルークスの商品概要を説明する。

Summary The all-new Roox, classified in the minivehicle segment that is the largest sector of the Japanese car market, is intended to contribute to Nissan's business in Japan as one of the main core models. This 2nd-generation Roox is Nissan's second minivehicle model to be equipped with ProPILOT after the new Dayz that was launched in March 2019. In order to meet the high expectations of customers, the all-new Roox combines the best aspects of a minivan and a minivehicle to create a new product. Useful storage spaces, a minivan-like roomy, comfortable interior, and easy maneuverability are among the key highlights of this new model. This article presents a product overview of the all-new Roox.

Key words : Automotive General, new model, Roox

1. はじめに

日産デイズシリーズの第二弾として、2014年に発売を開始した先代デイズ ルークスは、「広さと使い勝手を両立したパッケージング」「毎日のための先進利便技術」「躍動感と広さを感じさせるエクステリアと上質なインテリア」などの強みを併せ持ったスーパーハイトワゴンタイプの軽自動車として価値を提供してきた。

一方、国内の軽自動車の競争環境は、限られた排気量での加速性能と燃費の向上、登録車にも普及していないレ

1. Introduction

The first generation of the Dayz Roox was launched in 2014 as the second model in the Nissan Dayz series. It has delivered excellent value as a super-high-roof wagon type of minivehicle combining many outstanding features. These include packaging that provides both roominess and convenience, advanced convenience features for comfortable everyday use, exterior styling suggestive of dynamic performance and spaciousness, and a superior quality interior, among other attributes.

The competitive environment in the minivehicle segment in Japan has been intensifying every year. There are demands for improvement of acceleration performance and fuel economy within the limited engine displacement allowed and for a level of advanced equipment features still not commonly seen even on registered vehicles. Today, the advantages of selecting a minivehicle are not limited to tax breaks. Rather, it now represents an attractive choice of a reasonably priced vehicle loaded with advanced technologies in a compact size. Amid the stagnant vehicle market growth in Japan in recent years, the demand for super-high-roof wagon-type minivehicles has continued to grow, and the overall demand for minivehicles has reached nearly 40% of new car sales.

For this largest market segment in Japan, Nissan has been emphasizing the development of attractive products with unique Nissan features, including the



図-1 新型ルークス
Fig. 1 All-new Roox

*商品企画部 / Product Planning Department

とした。Vモーショングリルとバンパへ配置したブーメランシェイプのシグネチャなどにより、日産ブランドとしての一貫性を持ちながら新鮮さを加えることも忘れていない。シャープな造形のLEDのヘッドランプ、さらには透過性の蒸着でレンズに加飾したライトを持ったアダプティブLEDヘッドライトが先進性を高めている（図3）。

品質面への配慮もぬかりはなく、ボンネットに潜り込むヘッドランプの合わせ方や、徐々に開口穴へと変化するハイウエイスターモデルのグリルデザインなどにより、高い品質感とデザイン性の両立を実現している。

インテリアでは、「洗練された」「直観的」「楽々簡単」をコンセプトに、使い勝手とルーミネスを両立し、快適で使いやすい室内空間を実現した。極力段差をなくしたフラットなデザインと、インストルメンタルパネルからドアへの一体感のあるデザインにより、登録車並の洗練された上質さを表現した（図4）。

初代から好評である静電タッチパネル式のオートエアコンをより進化させ、表示部とスイッチを一体化し直感的なオペレーションを実現する、使いやすさと美しさを両立したデザインとした（図5）。

またボディカラーは、華やかで楽しさにあふれる5種類の2トーンカラーを含めた合計17種類もの充実のバリエーションにより、軽自動車の幅広いカラーニーズに応えた。



図-3 アダプティブLEDヘッドライト
Fig. 3 Adaptive LED headlight



図-4 インテリア前席部
Fig. 4 Cockpit area

level differences to the extent possible and the integrated design linking the instrument panel and the doors create a refined, premium quality interior equal to that of registered vehicles (Fig. 4).

The automatic air-conditioner with electrostatic touch panel controls that has been a popular feature on the first-generation model has evolved further. The display and the control switches are now integrated to enable intuitive operation. The design combines ease of use with a beautiful appearance (Fig. 5).

The all-new Roox is available in a total of 17 body colors, including five varieties of two-tone color combinations imbued with a feeling of bright cheerfulness and fun. The improved and expanded color variations are intended to meet a wide range of customer needs for minivehicle body colors.

3.2 Proudly presenting advanced technologies exemplifying Nissan's engineering excellence

Nissan's advanced driver assistance technologies are fully incorporated in the Roox to make everyday driving a more confident, pleasant experience. Intelligent Emergency Braking and an assistance system for preventing a collision due to accelerator pedal misoperation are provided that were also installed on the first-generation model. In addition, the Roox is the first minivehicle to be equipped with Intelligent Forward Collision Warning (FCW) technology that detects two vehicles traveling in front and urges the driver by audible and visual warnings to be careful of potential risk ahead. It detects changes in the forward circumstances that the vehicle ahead blocks the driver from seeing and warns the driver of the risk of



スマートな使い勝手
Smart operation

静電タッチパネル：
表示部とスイッチが一体化し直観的なオペレーションを実現
Electrostatic touch panel：
Integration of display and switches for intuitive operation

図-5 静電タッチパネル式オートエアコン
Fig. 5 Electrostatic touch panel

3.2 技術の日産が誇る先進技術

日々の運転をより安心して楽しんで頂けるように、日産の先進運転支援技術を惜しみなくつぎ込んだ。先代モデルでも搭載のインテリジェントエマージェンシーブレーキや踏み間違い衝突防止アシストに加え、2台前を走る車両を検知し、前方に潜む危険に対して表示と音の警報でドライバに注意を促すインテリジェントFCW（前方衝突予測警報）を軽自動車ですべて初めて搭載する。先行車に遮られて見えない前方の状況の変化を検知し、玉突き事故や衝突事故の危険をドライバに知らせる。先代モデルで好評のアラウンドビューモニターには、移動物検知機能を追加し、より安心してお使い頂けるようにした。インテリジェントDA（ふらつき警報）、先行車発進お知らせ、標識検知機能などのドライバ支援技術も充実させ、より安心して使ってもらえるクルマを目指した（図6）。

新型ルークスは、新型デイズで好評の「SOSコール」をメーカーオプションとして設定している。先進運転支援技術により事故を未然に防ぐ取り組みと並行して、万が一事故にあった場合や突然の急病のような緊急時に、警察や消防へ迅速に連絡し緊急車両の手配をサポートする本システムを搭載することにより、更なる安心を手に入れることができる。また、昨今社会問題となっているあおり運転の被害に合った場合でも、SOSコールボタンを押すことで必要な支援を受けることができる（図7）。

近場での日常使いだけでなく、家族での旅行などにも安心して楽しめるように、新型デイズでも好評の「プロパイロット」をメーカーオプションとして設定し、高速道路の単調な渋滞走行と長時間の巡航走行で、アクセル、ブレーキ、

a multiple vehicle crash or a forward collision. The Around View Monitor, which has been a popular item on the first-generation model, now includes a moving object detection function for driving with greater peace of mind. Driver assistance technologies have been further improved with the provision of Intelligent Driver Alertness (DA), Lead Car Departure Notification and Traffic Sign Recognition, among other features aimed at enabling customers to drive the Rook with enhanced confidence (Fig. 6).

The new Rook is also available with SOS call, which has been a popular feature on the new Dayz, as a factory-installed option. In parallel with our efforts to prevent accidents in the first place by providing advanced driver assistance technologies, installation of this system gives customers further peace of mind when driving the Rook. In emergency situations, such as in the unlikely event of an accident or if a sudden illness should occur, this feature assists the driver in obtaining an ambulance by immediately notifying the police and the fire department. In addition, if the driver should become the victim of road rage, which has become a social issue recently, necessary help can be obtained by pushing the SOS call button (Fig.



図-7 SOSコール
Fig. 7 SOS call

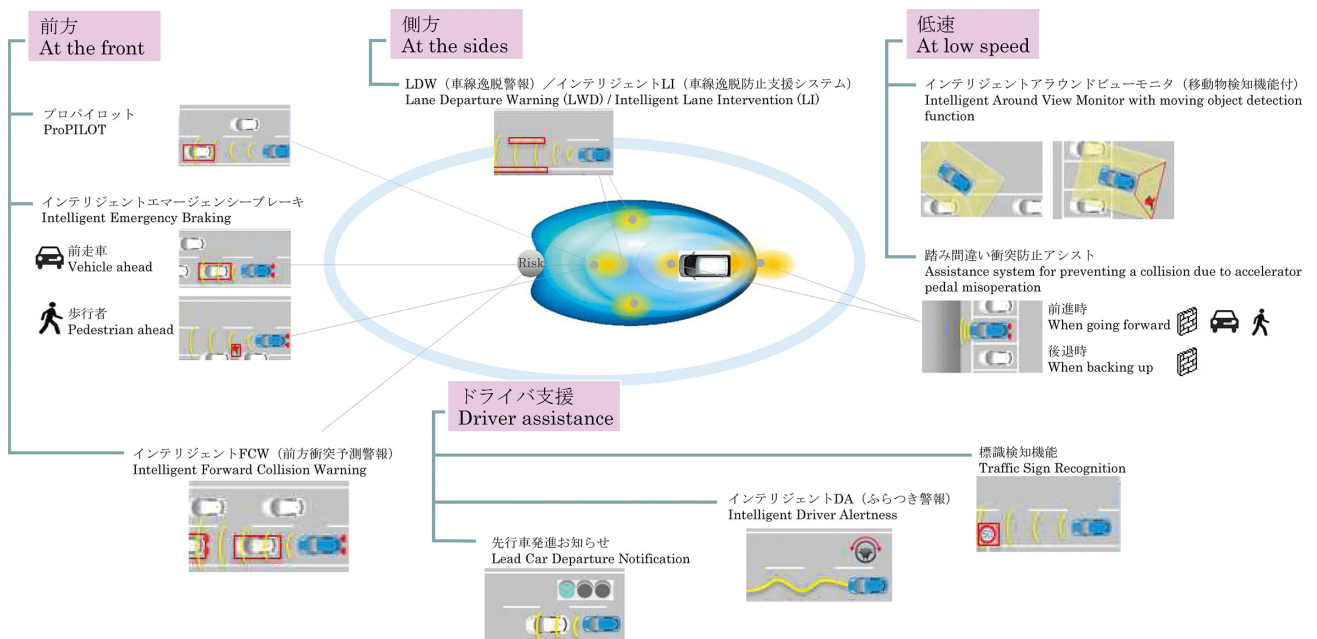


図-6 新型ルークスに採用された予防安全技術
Fig. 6 Active safety technologies

ハンドルの操作をアシストし、高速道路でのドライバの負担を軽減する（図8）。

3.3 考え抜かれた使いやすさ

抜群の見晴らしと取り回しの良さで、運転がちよっと苦手な方にも安心して使って頂けるクルマを目指した。アイポイントの高さはクラスNo. 1でミニバン並である。フードやウエストラインを下げることで運転視界を広くとり、運転時の安心感をアップさせた。

後席スライドドア開口は、幅を広げることはもちろんのこと、開口部足元をフラットにすることにより、小さなお子様やお年寄りもつまずく心配がなく、楽々乗り降り可能な仕様とした。更に、ハンズフリーオートスライドドアで、お子様の抱っこ時や手荷物、傘などで両手がふさがっていても、足だけで開閉が可能となっている（図9）。

小さなお子様と一緒にドライブを楽しむ方にも「楽」して使って頂けるよう、後席にロングスライド機構を設けた。320mmのスライドを前端にすることで、運転席に座ったまま後席のお子様のケアが「楽」にできる。これにより、他車のように助手席への移動や、Pレンジに入れて運転席を下げる煩わしさが無くなった（図10）。

また、この機構により後席に設置したチャイルドシートをドアの真横まで移動させることができるため、お子様を

7).

Nissan's ProPILOT, a popular item on the new Dayz, is also offered as a factory-installed option for confident, enjoyable driving not only in everyday use close to home but also on family trips and at other times. This system assists with the actions of accelerating, braking and steering during monotonous driving in congested traffic and long periods of cruising on expressways. In this way, it serves to reduce the driver's workload in expressway driving (Fig. 8).

3.3 Well-thought-out ease of use

Our aim was to create a vehicle that even persons who are not so good at driving can operate with confidence, thanks to its outstanding visibility and maneuverability. The height of the driver's eye point is the best in this class and equal to that of a minivan. The feeling of confidence while driving has been enhanced by enlarging the driver's field of view as a result of lowering the height of the hood and the waistline.

The opening of the rear-seat sliding doors has been widened as a matter of course and also the floor at the opening has been made flat. These specifications enable even small children and elderly persons to enter and exit easily without stumbling. In addition, the hands-free auto sliding doors can be opened and closed with a just a simple motion of sliding the foot under the door when carrying a child or when both hands are full with bags, an umbrella or other things (Fig. 9).

The rear seats have a long-sliding mechanism for greater ease of use and enjoyable driving by customers traveling with small children. By sliding a rear seat all the way forward by 320 mm, the driver can easily tend to a small child in the rear seat while sitting in the driver's seat. This mechanism eliminates the hassles that occur in other vehicles, such as moving to passenger seat then sliding the seat rearward or the driver putting the shift lever in Park and sliding the driver's seat rearward to tend to a child (Fig. 10).

In addition, this mechanism enables a child seat fitted in a rear seat to be moved just beside the side door. This makes it possible to transfer a child from one's arms to the seat or pick up a child from the seat without bending over and stepping inside the interior.

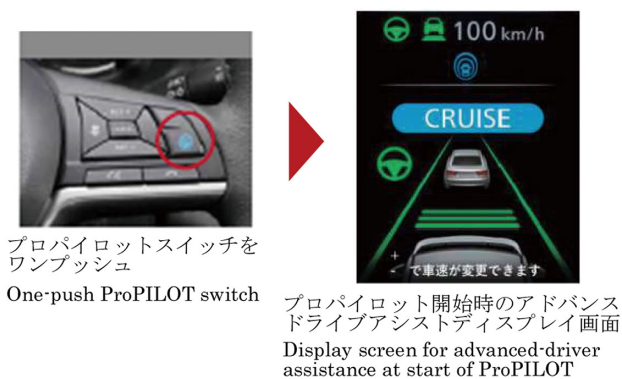


図-8 プロパイロットシステム
Fig. 8 ProPILOT system



図-9 ハンズフリーオートスライドドア
Fig. 9 Hands-free auto sliding door



図-10 後席ロングスライド
Fig. 10 Long-sliding rear seats

抱っこしたままの状態で、かがんで室内に一歩踏み込むことなく、乗せ降ろしが可能となった。

3.4 大人もゆったりくつろげる快適空間

ミニバンの使い勝手を代表する「居住性」と「大容量ラゲッジルーム」にこだわり、大人が4人乗っても広々空間でくつろげ、遠出でも疲れないクルマを目指した。クラストップのエルボールームや後席ニールームが「居住性」の向上に大きく貢献している。後席は、お子様の着替えやオムツ替えなどキッズルームのように使えるだけでなく、もう一つの荷室として床面にベビーカーや買い物かごを積むことができる。

後席ロングスライド機構と大容量のラゲッジルームにより、大人4人のスーツケースを積んだ国内旅行や、家族4人での日帰りバーベキュー、塾帰りの子供のお迎え時に自転車ごと積んで帰ってくるなど、多彩で使い勝手の良い空間を持ったクルマを実現した。

「快適性」にもこだわって造りこみを行った。ショックアブソーバのサイズアップと高応答バルブを採用することで、減衰力発生の応答性が速くなり、しなやかな乗り心地としっかりしたハンドリングを両立することができた。

静粛性については、エンジン骨格を高剛性化し、音源の音量を低減しつつ、車外と室内をつなぐ隙間を塞ぎ、音源となるエンジン回りやドア周りに効果的に吸音材を配置した。特に会話のしやすさに影響が大きい周波数帯の音を重点的に低減することで、「快適性」を向上させた。

4. おわりに

新型ルークスは、軽自動車という厳しい規格制約があるからこそ、開発、デザインなどを含めた全関係者の知恵と工夫が凝縮されており、この日本市場向けならではの気配り設計により、多くのお客様に訴求できるふさわしい商品に仕上がったと確信している。

最後に、この新型ルークスの開発、デザイン、生産、マーケティング、販売、そして商品企画に携わって頂いた全ての皆様に、深く感謝と御礼を申し上げます。

3.4 Comfortable interior for relaxing even for adults

Particular attention was paid to the comfortable roominess and large-capacity luggage space that typify the convenience of minivans. The aim was to create a vehicle in which four adults can relax in spacious comfort for traveling long distances without getting tired. Class-leading elbow room and knee room contribute substantially to improving comfortable roominess. Not only can the rear seats be used like a kids room for changing their clothing or diapers, the floor area can also be used as another luggage space for holding a stroller or a shopping basket.

The long-sliding rear seats and large-capacity luggage space give the Rook a highly convenient interior for versatile use. Examples include domestic trips carrying the suitcases of four adults, day-trip barbeque outings for a family of four, and picking up children from a tutoring school along with taking their bicycles home.

Special care was taken to build comfort into the Rook. The shock absorbers have been increased in size and incorporate a high-response valve to quicken responsiveness for generating damping force. As a result, the Rook provides both supple ride comfort and solid handling.

Quietness has been improved by increasing the stiffness of the engine framework and reducing the noise volume of noise sources. Gaps connecting the outside of the vehicle with the interior are blocked, and sound-absorbing materials are effectively placed around the engine and the doors that tend to be noise sources. Interior comfort has especially been enhanced by putting priority on reducing noise at frequencies that significantly influence the ease of conversation between occupants.

4. Conclusion

The wisdom and ingenuity of everyone involved in this project, beginning with the design and development people, have been concentrated in the new Rook for the very reason that it is subject to severe restrictions as a minivehicle. By executing the design in full consideration of the special characteristics of this Japanese market segment, we are confident that the new Rook has been suitably engineered as a product capable of appealing to many customers.

Finally, the authors would like to sincerely thank everyone involved in the product planning, design, development, production, marketing and sales of the new Rook.

■著者 / Author(s) ■



伊藤 潔
Kiyoshi Itoh



本島 圭奈子
Kanako Motojima

社外技術賞受賞一覧表

1. 技術賞

〈2018年11月～2019年10月〉

※主要な技術賞、論文賞、貢献・功労賞を対象に掲載しております。
 ※所属は受賞時の所属、()は研究開発当時の部署。
 ※敬称略。

受賞年月	賞名	受賞技術	受賞者
2018.11	平成30年秋の褒章 黄綬褒章 〔内閣府 厚生労働省関係〕	業務精励（鋳物工・卓越技能）	栃木工場 出頭 光好
2018.11	平成30年度厚生労働大臣表彰 卓越した技能者（現代の名工） 〔厚生労働省〕	第2部門 旋盤工 第4部門 械修理工	いわき工場 今野 和男 栃木工場 加藤 勇一
2018.11	平成30年度神奈川県技能者等表彰 〔神奈川県〕	卓越技能者 優秀技能者 青年優秀技能者 第55回技能五輪全国大会特別優秀技能者	実験試作部 谷 一彦 パワートレイン技術開発試作部 金澤 契佳 車体技術部 大浦 悟 車体技術部 山元 芳朗 横浜工場 安藤 淳 実験試作部 椎山 貴光 材料技術部 最上 操 実験試作部 阿部 直子 実験試作部 松田 卓 横浜工場 藤本 純弘 成形技術部 石本 直也 横浜工場 多田 紀子 車体技術部 和田 大樹 実験試作部 井上 景介 実験試作部 杉本 雅信 新車生産準備技術センター 永津 龍之介 実験試作部 朝久 英美佳 国内サービス部 内尾 咲斗 国内サービス部 佐藤 勇心 カスタマーパフォーマンス &車両実験部 櫻井 直 カスタマーパフォーマンス &車両実験部 朝來 晃基 車体技術部 藤近 大樹 実験試作部 東 尚輝 成形技術部 中島 健吾 パワートレイン・EVコン ポーネント開発部 菊地 優輝 成形技術部 松本 啓希 車体技術部 塗 和晃 新車生産準備技術センター 井手 寛太 生産技術研究開発センター 石崎 将太郎 車両品質技術部 吉井 悠哉

〈2018年11月～2019年10月〉

受賞年月	賞 名	受 賞 技 術	受 賞 者
		第56回技能五輪全国大会特別優秀技能者	成形技術部 中島 健吾 国内サービス部 内尾 咲斗 実験試作部 川久保 大成 新車生産準備技術センター 浦田 祥吾 実験試作部 吉田 克徳 成形技術部 気仙 大介 国内サービス部 佐藤 勇心 車体技術部 彌勒 友一 車体技術部 横田 皓大 実験試作部 松本 大雅 実験試作部 平田 彩華 新車生産準備技術センター 黒飛 健留 パワートレイン・EVコンポーネント開発部 西田 悠真 アフターセールスリテンション部 加治屋 駿
2018.11	平成30年度栃木県知事表彰 〔栃木県〕	卓越した技能者	成形技術部 山田 正
2018.11	平成30年度栃木県職業能力開発協会 会長表彰 〔栃木県〕	卓越した技能者 職業訓練功労者	栃 木 工 場 佐藤 靖 栃 木 工 場 野澤 威彦
2018.11	平成30年度福岡県優秀技能者表彰 〔福岡県〕	優秀技能者	日産自動車九州 竹森 義光
2018.11	平成30年度福岡県勤労者知事表彰 〔福岡県〕	製造業	日産自動車九州 大水 正博
2018.11	2018年度日本燃焼学会表彰 技術賞 〔一般社団法人日本燃焼学会〕	世界初量産型可変圧縮比エンジンの開発	パワートレイン・EVプロジェクト部 小島 周二 パワートレイン・EVプロジェクト部 木賀 新一 パワートレイン・EV先行技術開発部 (エンジン&ドライブトレイン技術開発部) 茂木 克也 パワートレイン・EVプロジェクト部 松岡 一哉 エンジン&ドライブトレイン技術開発部 高橋 英二
2019.3	2018年度日本機械学会賞 日本機械学会賞（論文） 日本機械学会賞（技術） 〔一般社団法人日本機械学会〕	電磁比例弁内のスプールに作用するクーロン摩擦力に起因した不安定振動の解析と安定化させるための設計法 量産型可変圧縮比エンジンの開発	パワートレイン・EV先行技術開発部 山藤 勝彦 東 海 大 学 山本 建 電 気 通 信 大 学 澤田 賢治 パワートレイン・EVプロジェクト部 木賀 新一 パワートレイン・EVプロジェクト部 小島 周二 パワートレイン・EV先行技術開発部 (エンジン&ドライブトレイン技術開発部) 茂木 克也 パワートレイン・EVプロジェクト部 松岡 一哉 エンジン&ドライブトレイン技術開発部 高橋 英二

〈2018年11月～2019年10月〉

受賞年月	賞名	受賞技術	受賞者
2019.4	2018 SAE/AISI Sydney H. Melbourne Award for Excellence in the Advancement of Automotive Sheet Steel 〔SAE International〕	Application of 980 MPa Grade Advanced High Strength Steel with High Formability	材料技術部 林 慎吾 材料技術部 平出 卓也 材料技術部 増尾 英樹 車体技術開発部 波入 厚 車体技術部 吉田 健 Nissan Technical Center North America (材料技術部) 石内 健太郎
2019.5	第69回自動車技術会賞 論文賞 技術開発賞 〔公益社団法人自動車技術会〕	自動走行における運転スタイル個人適合手 法の提案 世界初量産型可変圧縮比エンジンの開発	モビリティ&AI研究所 平松 真知子 元 日 産 張 化先 実験試作部 伊藤 勇希 実験試作部 山崎 勝 AD/ADAS先行技術開発部 寸田 剛司 パワートレイン・EV先行技術開発部 茂木 克也 (エンジン&ドライブトレイン技術開発部) パワートレイン・EVプロジェクト部 木賀 新一 パワートレイン・EVプロジェクト部 小島 周二 パワートレイン・EVプロジェクト部 松岡 一哉 パワートレイン・EV性能適合開発部 田中 儀明 (エンジン&ドライブトレイン技術開発部)
2019.6	第29回型技術協会 技術賞 〔一般社団法人技術協会〕	成形シミュレーションによるショックライ ン予測精度向上の取組み	プレス技術部 足立 尚久 プレス技術部 田中 美徳 プレス技術部 椎名 利行
2019.9	第五回永守賞 大賞 〔公益財団法人永守財団〕	可変磁束特性を用いた車両駆動用モータの 高効率化	EVシステム研究所 加藤 崇

2. 製品ほか受賞

〈2018年11月～2019年10月〉

※主要な製品賞を対象に掲載しております。

受賞年月	受賞車（製品）、その他	受賞名	主催
2018.11	e-POWER	第28回（2019年次）RJC カー オブ ザ イヤー ・ RJCテクノロジーオブザイヤー	日本自動車研究者ジャーナリスト会議（RJC）
2019.1	INFINITI QX Inspiration concept	2019 EyesOn Design Awards ・ Best Concept Vehicle ・ Best Designed Interior ・ Innovative Use of Color, Graphics or Materials	（米）2019 North American International Auto Show
2019.3	Nissan LEAF	2019 Canadian Green Car of the Year	（加）Automobile Journalists Association of Canada
2019.3	東風日産乗用車公司 産銷平衡体系	博遠賞 ・ 産業発展貢献賞	（中）環球時報
2019.3	日産（中国）投資有限公司 日産夢教室	博遠賞 ・ 産業社会協同賞	（中）環球時報
2019.4	新型シルフィ（軒逸）	最佳（全球）首发新車賞	（中）上海国際モーターショー 2019
2019.4	日産ブース	最佳設計展台賞	（中）上海国際モーターショー 2019
2019.7	e-POWER	2019 World New Energy Vehicle Congress ・ Global NEV Innovative Technologies Awards	（中）中国科学技術協会、海南省 人民政府
2019.10	日産デイズ（デイズ／デイズ ハイ ウェイスター）	2019年度グッドデザイン賞	公益財団法人日本デザイン振興 会
2019.10	日産自動車株式会社	PRIDE指標2019 ・ ゴールド	任意団体 work with Pride

第69回自動車技術会論文賞*

The 69th JSAE Awards: Outstanding Technical Paper Award

自動走行における運転スタイル個人適合手法の提案

Method of Driving Style Adaptation for Automated Vehicle

平松 真知子*
Machiko Hiramatsu

張 化先**
Hwaseon Jang

伊藤 勇希***
Yuki Ito

山崎 勝***
Masaru Yamazaki

寸田 剛司****
Takashi Sunda

1. はじめに

自動運転の導入期で、手動走行と自動走行を併用する段階では、運転の是非の基準はドライバー自身の運転スタイルであるため、個人の運転特性を自動走行に反映することで、ドライバーが受け入れやすい自動運転を実現できると考えられる。本研究は、従来ドライバー自身で設定していた自動追従の車間距離を、手動走行中に学習した個人特性で自動的に設定する技術を提案する。

2. 概要

本研究は三つのアプローチで行った。

まず、運転スタイルが異なるドライバーを幅広く選定し、一般道で追従走行データを収集した。一般道における追従時の車間距離は、運転シーンや交通環境の影響を受けやすく値が安定しない。そこで、運転シーン別に車間距離を調べた結果、減速中はドライバーが積極的に車間を維持するため、他のシーンに比べてばらつきが小さく、車間距離の個人特性のモデル化に適していることがわかった (図1)。

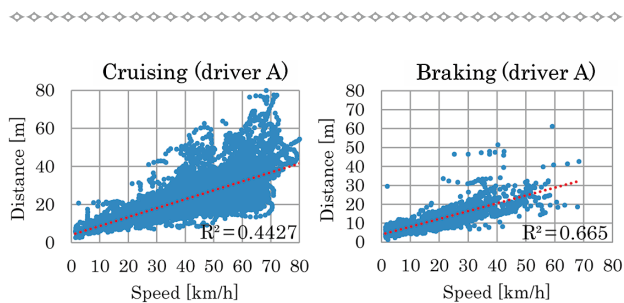


図-1 定常走行中と減速中の車間距離
Fig. 1 Distance to preceding vehicle in cruising and braking phases

1. Introduction

It is envisioned that the introductory period of automated driving will include a stage where vehicles will be equipped with both manual and automated driving systems. The criteria by which drivers will judge the suitability of automated driving operations will likely be their personal driving style. Accordingly, reflecting personal driving styles into automated driving technology may result in a system that is more readily acceptable to drivers. At present, drivers themselves preset the headway distance to a preceding vehicle for automatic following. The aim of this research is to propose a technology for automatically setting the headway distance to a preceding vehicle based on an individual's driving style that the system learns during manual driving.

2. Overview

This research was conducted on the basis of three approaches. First, vehicle-following data were collected on ordinary roads for a wide range of drivers who were selected for having different driving styles. The headway distance when following a preceding vehicle tends to be unstable on ordinary roads because it is easily influenced by driving situations and the traffic environment. Therefore, the headway distance was investigated separately for different driving situations. The results revealed that the headway distance showed less variation during vehicle deceleration compared with other situations because the drivers actively tried to maintain a certain distance. This indicated that deceleration was suitable for modeling individual driving characteristics regarding headway distance (Fig. 1).

Next, using the headway distance data obtained during deceleration, a method was conceived for modeling headway distance that reflects the sensitivity of individual drivers to the traffic environment. Because the headway distance D_f is dependent on the vehicle speed V_f , a multiple regression model was created, expressed basically as $D_f = aV_f + b$, where a is the time gap and b is the distance until stopping. They represent two coefficients

*モビリティ&AI研究所 / Mobility and AI Laboratory **モビリティ&AI研究所 (退職) / Mobility and AI Laboratory (Retired employee)
実験試作部 / Prototype and Test Department *AD/ADAS先行技術開発部 / AD/ADAS Advanced Technology Engineering Department

次に、減速中の車間距離データを用いて、個人の交通環境に対する感度を反映した車間距離のモデル化手法を考案した。車間距離 D_f は速度 V_f に依存するため、 $D_f = aV_f + b$ を基本モデルとし、 a (Time Gap)、 b (停止車間距離) を個人と環境に応じた係数とする重回帰モデルを作成した。交通環境は、将来的に車両で取得できると予想されるものを地図情報、カメラ映像をもとにアノテーションし、車間距離の変動要因を統計的に分析して、影響のあるものをモデルに組み込んだ。

最後に、テストコースで手動走行と自動走行の切り替え可能な実験車を使用し、本モデル化手法を用いて車間距離を個人適合した自動追従の評価実験を行った結果、個人適合した自動追従の車間距離は、個人の感覚と一致した (図2)。また、車間距離の一致度が高いと、ドライバの安心感と受容度が高いことがわかった (図3)。

3. おわりに

本研究は、自動走行の個人適合がドライバの受容性向上に貢献することを実車で初めて示した。今後の課題は、実路の様々な走行環境で本手法の評価を行い、車間距離の一致度や許容範囲を確認すること、本手法を交差点での制動タイミングや発進加速度など、個人差が大きく制御自由度の高い他の走行パラメータに拡張することである。自動走行の個人適合技術は、自動運転車普及の一助になるものとする。

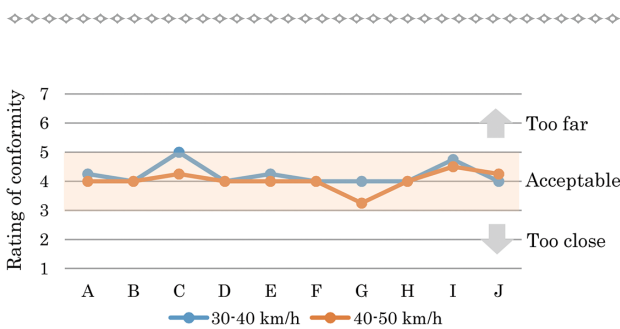


図-2 個人適合した自動追従の車間距離の評価
Fig. 2 Rating of conformity of auto following distance with that of manual driving (N=10)

corresponding to the individual driver and the traffic environment. The traffic environment was annotated on the basis of map information and camera images, assuming that vehicles would be able to obtain the traffic environment in the future. Factors thought to cause the headway distance to vary were analyzed statistically, and ones found to be influential were incorporated in the model.

Finally, the modeling method was used in experiments to evaluate automatic following where the headway distance was adapted to individual driving styles. The experiments were conducted on a proving ground course using a test vehicle capable of switching between manual and automated driving. The results showed that the headway distance for automatic following adapted to individual driving styles conformed to the drivers' feeling of it (Fig. 2). The results also revealed that the drivers' feeling of safety and acceptance of the automated driving system was high when their rating of conformity of the headway distance was high (Fig. 3).

3. Conclusion

This research demonstrated for the first time using a test vehicle that adapting automated driving to individual driving styles contributes to improving drivers' acceptance of the system. One task for future work is to verify the degree of conformity of the headway distance and its allowable range by conducting evaluations of the modeling method under various driving environments on actual roads. Another task is to extend the method to other driving parameters having many degrees of control freedom and large individual differences, such as in the case of braking timing at intersections and vehicle launch acceleration. It is assumed that the technology for adapting automated driving to individual driving styles will be helpful in promoting the diffusion of automated vehicles.

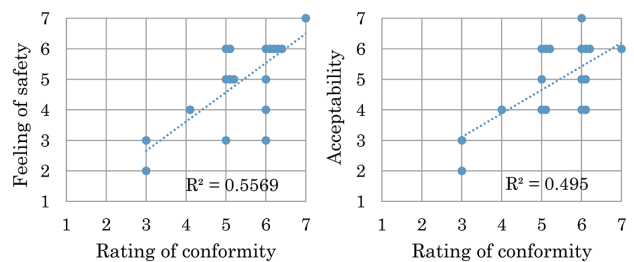


図-3 車間距離の一致度と安心感、受容度の関係
Fig. 3 Rating of conformity vs. feeling of safety and acceptability

※自動車技術会賞 論文賞とは、自動車技術に関係する優れた論文を発表した個人会員及びその共著者に贈られる。

The Outstanding Technical Paper Award is given by the Society of Automotive Engineers of Japan to an individual member (and their co-authors) for publishing an outstanding paper concerning automotive technology.

編 集 後 記

いつ頃からでしょうか、手洗い洗車をしなくなったのは。昔はバケツに溜めた洗剤水をスポンジにつけ、細部にわたって汚れを落とし、汗だくになりながら隅々までワックスをかけたものです。その工程の中でのひそかな楽しみが、細かな部品構造の発見でした。ドアハンドルの機構やバンパの合わせ、コンソールの蓋の動き方、その一つひとつはよく考えられ、設計者の工夫が随所にみとれました。

今号の特集はそんな子細な部位・部品の工夫、“高品質”です。対象となるのはいわゆる上屋部品が多くを占めますが、その開発担当者は、次から次に来るプロジェクトに追まわれ、これまで論文という形で成果をまとめたことが無い者も多いのですが、どうお客様は感じるだろうと悩んだこと、それを構造に落とし込んだ時の苦労、それが上手く機能した時の喜び、それを社内外の皆さんに伝えたく、この特集にまとめてみました。お客様、つまり人を理解することは、定量化が難しいのですが、今号で紹介した技術が、同じ悩みを持つエンジニアの方の助けになれば幸いです。

お陰様で INFINITI QX50 が米 Wards 社の 10 Best Interior に選ばれるなど、この活動は高い評価を頂いています。ただ、気を抜けないのがこの領域。特に IT (Information Technology) 化が進む中、この先は GUI (Graphical User Interface) の動きや、スクリーンに組み込まれたソフトスイッチのクリック感などに対し、これまで以上に高い質が求められています。“高品質”への挑戦は続きます。

— 日産技報編集委員・森 達 朗 —

2019 年度日産技報編集委員会

委員長	河 本 桂 二	パワートレイン・EV 計画部	
坂 元 宏 規	先端材料・プロセス研究所	楠 川 博 隆	エンジン&ドライブトレイン技術開発部
		小野山 泰 一	パワートレイン・EV 技術開発本部
副委員長	高 木 潔	技 術 企 画 部	
平 工 良 三	パワートレイン・EV 技術開発本部	森 春 仁	研 究 企 画 部
		山 村 智 弘	モビリティ& AI 研究所
委 員	長谷川 哲 男	グローバル技術渉外部	
天 田 正 秀	商 品 企 画 部	八 角 恭 介	車両生産技術統括部
佐 藤 正 晴	Infiniti 製品開発部	井 口 栄 二	パワートレイン技術企画部
細 井 秀 俊	Nissan 第三製品開発部		
森 達 朗	Infiniti 製品開発部		
大 石 賢 治	コネクテッドカー&サービス開発部	事 務 局	
大 西 孝 一	カスタマーパフォーマンス&車両実験部	柳 井 達 美	研 究 企 画 部
名 取 奏	統合 CAE・PLM 部	細 谷 裕 美	研 究 企 画 部

日産技報第86号

© 禁無断転載

発 行	2020年3月
発行・編集人	日産技報編集委員会
発行所	日産自動車株式会社 総合研究所 研究企画部 神奈川県厚木市森の里青山1番1号 〒243-0123
印刷所	相互印刷株式会社 東京都江東区森下3-13-5

Editorial Postscript

I wonder when it was that I stopped washing my car by hand. In the past, I filled a sponge with soapy water and washed off the dirt from one corner to another and then applied wax everywhere while sweating profusely. One private pleasure in that process was the discovery of the detailed part structures that the car had. It was possible to find the well-thought-out ideas and ingenuity of the designers everywhere, such as in the mechanism of the door handles, the fit & finish of the bumpers and the movement of the center console lid.

The special feature in this issue focuses on “High-quality Feel Engineering,” creatively embodied in the fine details of the parts. Most of the scope of this issue concerns upper body parts. The engineers who developed them are so busy pursuing one project after another that many people have not been able to describe the results of their work in the form of a manuscript. We are publishing this issue in order to convey to readers both inside and outside the company the engineers’ efforts in which they worried about customers’ perceptions, struggled to incorporate their ideas into concrete structures, also felt satisfaction when the parts they developed functioned well. It is very difficult to understand and quantify people, i.e., our customers, but we hope that the technologies introduced in this issue will be of some help to engineers who are distressed by this same problem.

As a result of everyone’s efforts, our activities have been highly acclaimed, as typified by the selection of the new INFINITI QX50 for Wards 10 Best Interiors list in the U.S. However, it is not easy to maintain this kind of advantage in the interior, especially as the incorporation of information technology (IT) in vehicles continues to advance, even higher levels of quality will be demanded in the future for such things as the movement of graphical user interfaces (GUIs) or the click sound of software switches embedded in display screens. The challenge of “High-quality Feel Engineering” continues.

Tatsuro Mori

Member of the Nissan Technical Review Editorial Committee

FY2019 Nissan Technical Review Editorial Committee

Chairman

Hiroki SAKAMOTO
Advanced Materials and Processing Laboratory

Vice-chairman

Ryozo HIRAKU
Powertrain and EV Engineering Division

Members

Masahide AMADA
Product Planning Department
Masaharu SATOU
Infiniti Product Development Department
Hidetoshi HOSOI
Nissan Product Development Department No. 3
Tatsuro MORI
Infiniti Product Development Department
Kenji OHISHI
Connected Car and Services Engineering Department
Koichi ONISHI
Customer Performance and Vehicle Test Engineering Department
Sou NATORI
Integrated CAE and PLM Department
Keiji KAWAMOTO
Powertrain and EV Planning Department

Hiroataka KUSUKAWA
Engine and Drivetrain Engineering Department
Taiichi ONOYAMA
Powertrain and EV Engineering Division
Kiyoshi TAKAGI
Technology Planning Department
Haruhito MORI
Research Planning Department
Tomohiro YAMAMURA
Mobility and AI Laboratory
Tetsuo HASEGAWA
Global Technical Affairs Department
Kiyosuke HAKKAKU
Vehicle Production Engineering Control Department
Eiji IGUCHI
Powertrain Planning Department

Organizer

Tatsumi YANAI
Research Planning Department
Hiromi HOSOYA
Research Planning Department

Nissan Technical Review 86

March, 2020

Publisher Nissan Technical Review
(Editor) Editorial Committee
Distributor Research Planning Department
Nissan Research Center
NISSAN MOTOR CO., LTD.
1-1, Morinosatoaoyama, Atsugi-shi
Kanagawa, 243-0123, Japan

Copyrights of all articles described in this Review have been preserved by NISSAN MOTOR CO., LTD.
For permission to reproduce articles in quantity or for use in other print material, contact the chairman of the editorial committee.

表紙コンセプト / Cover Design Concept

私が「人を科学し、感性に訴える機能・形状を造り込む」というコンセプトのもと、人の感覚・特性と車両の機能・形を定量的に結び付けて設計し、お客さまの期待を上回ることで高品質を感じて頂くための活動を担当して4年目となります。今回の表紙デザインは、車両に近づき、乗り込んで操作・運転するという、お客さまが車両を使用される多くのシーンを想定し、様々な部品・部位で高品質を感じて頂くことをイメージしました。本活動を通じて造り上げたアイテムが新型車に採用され、お客さまが実際に見て、触って、体感して頂けるようになってきています。より良い車造りに貢献できるよう、引き続き活動を推進していきます。

This is the fourth year that I have been responsible for activities to achieve thoughtful, high-quality feel engineering that exceeds customers' expectations. These activities are based on the concept of building into our vehicles functionality and shapes that appeal to human sensibilities as a result of analyzing people scientifically. To accomplish that, we develop designs that quantitatively link vehicle functionality and shapes to human senses and characteristics. The cover design of this issue envisages various situations related to customers' use of Nissan vehicles, including approaching the vehicle, entering, operating equipment and driving. The images incorporated in the cover design indicate that customers perceive thoughtful, high-quality feel engineering in the various vehicle parts and locations involved in these actions. The parts and technologies created through these activities are being adopted on our new models, enabling customers to actually see, touch and experience first-hand our thoughtful, high-quality feel engineering. We will continue to move ahead with these activities so as to contribute to the design and engineering of even better vehicles in years ahead.



佐々木 治男
Haruo Sasaki

Nissan 第二製品開発部
Nissan Product Development
Department No. 2
