

NISSAN TECHNICAL REVIEW

日産
技報

2013 No.72



「セーフティ・シールド」コンセプトに基づく安全技術

NISSAN



2013



NISSAN TECHNICAL REVIEW

No.72

日産技報第72号

目次

2013年3月 発行

◆ 巻頭言

| | | |
|--------------|------|---|
| グローバル視点の技術開発 | 篠原 稔 | 1 |
|--------------|------|---|

◆ 特集：「セーフティ・シールド」コンセプトに基づく安全技術

| | | |
|---------------------------------------|---|----|
| 1. 日産の安全技術への取り組み | 飯島 徹也 | 3 |
| 2. 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 | 早川 泰久・作井 寛史・中島 秀和 | 6 |
| 3. 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 | 菅野 健・後閑 利通・高江 康彦・田中 大介 餌取 成明・作井 寛史・有園 茂雄・奥田 恭弘 | 10 |
| 4. アラウンドビューモニターを用いた移動物検知機能の開発 | 田中 大介・作井 寛史・奥田 恭弘 | 15 |
| 5. リヤカメラを用いたITS警報システム (BSW) の開発 | 深田 修・早川 泰久・西田 雪徳・毛塚 実 | 20 |
| 6. 高速道路での逆走報知システムに関する技術開発 | 香西 秋彦・葛西 肇 | 25 |
| 7. エルグランド～衝突安全性能開発の取り組みと新JNCAP初の5★受賞 | 松永 強・神谷 智英・尾崎 龍哉・平井 亨 出口 貴嗣・牧田 匡史・福田 俊一・鈴木 寿治 酒井 昭人・渡辺 洋一・奥山 浩之・佐伯 秀司 | 29 |

◆ 技術紹介

| | | |
|---------------------------|--------------------------------------|----|
| 8. 新型セレナ搭載S-HYBRIDシステムの開発 | 渡邊 剛史・岩崎 隆之・内山 茂樹 武田 靖・林 豊幸・中川哲太郎 | 37 |
| 9. 新型マルチリンクリヤサスペンションの開発 | 小出 怜央・川辺 喜裕・中島 恵一・桐山 和博 | 42 |

◆ 新車紹介

| | | |
|------------------------|-----------------|----|
| 10. 新型ノート商品概要 | 小溝 徹・後藤 裕・堀 宏視 | 49 |
| 11. 新型シルフィ／セントラ商品概要 | 田川 博英・呉 越・中田 喜直 | 53 |
| 12. 日産リーフ・マイナーチェンジ商品概要 | 阿部 徹 | 57 |

| | | |
|--------------|--|----|
| ◆ 社外技術賞受賞一覧表 | | 60 |
|--------------|--|----|

———— CONTENTS ————

◆ **Preface**

| | |
|--|---|
| Technology Development in Global Perspective | 1 |
| By Minoru SHINOHARA | |

◆ **Special Feature : Safety Technology Development on “Safety Shield” Concept**

| | |
|--|----|
| 1. Safety Technologies Development in Nissan | 3 |
| By Tetsuya IJIMA | |
| 2. Blind Spot Intervention System based on Yaw Moment Control | 6 |
| By Yasuhisa HAYAKAWA, Hirofumi SAKUI, Hidekazu NAKAJIMA | |
| 3. Development of Back-up Collision Intervention System | 10 |
| By Takeshi SUGANO, Toshimichi GOKAN, Yasuhiko TAKAE, Daisuke TANAKA, Nariaki ETORI, Hirofumi SAKUI, Shigeo ARIZONO, Yasuhiro OKUDA | |
| 4. Development of Moving Object Detection Function using Around View Monitor System | 15 |
| By Daisuke TANAKA, Hirofumi SAKUI, Yasuhiro OKUDA | |
| 5. Development of ITS Warning System based on Back-up Camera Images | 20 |
| By Osamu FUKATA, Yasuhisa HAYAKAWA, Yukinori NISHIDA, Minoru KEZUKA | |
| 6. Development of Wrong-Way Driving Notification System for Expressways | 25 |
| By Akihiko KOUZAI, Hajime KASAI | |
| 7. ELGRAND – Development of Passive Safety Performance and Receipt of Five Stars under the New JNCAP Rating | 29 |
| By Tsuyoshi MATSUNAGA, Tomohide KAMIYA, Tatsuya OZAKI, Toru HIRAI, Takashi DEGUCHI, Masashi MAKITA, Shunichi FUKUDA, Toshiharu SUZUKI, Akito SAKAI, Yoichi WATANABE, Hiroyuki OKUYAMA, Hidetsugu SAEKI | |

| | |
|--|-----------|
| ◆ New Technologies | |
| 8. Development of Serena S-HYBRID System | 37 |
| By Takeshi WATANABE, Takayuki IWASAKI, Shigeki UCHIYAMA, Yasushi TAKEDA, Toyoyuki HAYASHI, Tetsutaro NAKAGAWA | |
| 9. Development of New Multi-link Rear Suspension | 42 |
| By Reo KOIDE, Yoshihiro KAWABE, Keiichi NAKAJIMA, Kazuhiro KIRIYAMA | |
| ◆ New Models | |
| 10. Product Outline of All-new NOTE | 49 |
| By Tooru KOMIZO, Hiroshi GOTOU, Hiroshi HORI | |
| 11. Product Outline of All-new SYLPHY/SENTRA | 53 |
| By Hirohide TAGAWA, Etsu Go, Yoshinao NAKADA | |
| 12. Product Outline of Updated Nissan LEAF | 57 |
| By Tooru ABE | |
| ◆ List of Technical Award Recipients | 60 |



グローバル視点の技術開発 ～Technology Development in Global Perspective～

常務執行役員 篠原 稔

グローバルな視点と活動の重要性については今更言うまでもありませんが、これからの日本のものづくりや自動車産業の発展のためには、皆が本当にこのことを認識して、本当に実行していかなくてはならないと思います。

車のマーケットは世界中に拡大していきます。今後は開発途上国が半分以上を占めます。そこには世界中の様々なプレーヤーが活動しており、大変な競争環境を形成しています。ここでは、エンジニアリングからみると、グローバルに通用する商品や技術を提供できるかがキーとなります。そのためには、マーケットの深い理解と、それに対応する商品や技術の開発が重要です。また、対応するだけでなく、マーケットを新たに形成していくという観点からの調査や技術開発も考えていく必要があります。日産では世界14カ国に開発拠点を設けて、グローバルに技術開発を進めてきていますが、今後もこの能力を強化するとともに、拡大していかねばなりません。

更に技術開発だけでなく、事業全般として、海外のパートナーとの協業や連携が重要になってきています。グローバルのニーズに対応した商品や技術の準備には多大なリソースが必要です。これらの商品や技術の補完、大規模な投資の分担、あるいはコストダウンのための部品・プラットフォームの共用化など、幅広いパートナーシップが競争力を高めていきます。今、日産が進めている様々な企業とのアライアンスは、そのための重要な方策のひとつとなります。

セーフティの領域をみても、国々でそのモータリゼーションの進化レベルが異なります。交通環境

や人の知識・意識も異なります。国ごとの事故実態やその背景を正しく理解して、適切な対応をしていくことが重要です。日産のセーフティ・シールド・コンセプトは、非常に普遍的な考え方ですが、そのベースとして大切なことは、「全ての技術開発は、マーケットの深い理解と洞察に基づいたものでなくてはならない」ということです。これは日本に居て、机に座ってデータを集めているだけでは到底出来ません。現地・現場で、そこのエンジニアの知恵や経験も活用しながら、政府や研究機関なども協力して進めいくことで、初めて可能になります。

これからはクロスボーダー、クロスインダストリーの発想と活動が重要です。日本で準備してそれから展開していくのではもはや世界の動きについていけない場面も多く、グローバルな活動を同時進行で進めていく必要があります。また、様々な異なる価値観や背景を持った人々とうまく協力しながら、新しい価値を創っていくことが重要です。そして、そういったことが出来る知識、経験、スキルを持った人材や組織を作っていくことこそが、日本の企業の競争力を高めていくための重要なキーだと思っています。

日産の安全技術への取り組み

Safety Technologies Development in Nissan



IT&ITS開発部 飯島 徹也
Tetsuya Iijima

1. はじめに

安全は、環境とともに自動車会社が果たすべき社会的責任である。日産自動車はこれまでに、安全技術コンセプト「セーフティ・シールド」を基本に、様々な安全技術の開発と市場への投入を推進してきた。

安全にかかわる、クルマを取り巻く状況は大きく変化しており、本号では、最新の安全技術を紹介する安全特集を組むこととした。

本キーノートでは、安全を取り巻く最近の状況と、当社の安全技術に対する取り組みを中心に解説する。

2. 安全を取り巻く最近の状況

2.1 交通事故

図1には日本における類型ごとの交通事故死者数の推移を、図2には2009年における年齢別、状態別の交通事故死傷者数の分布を示す。

これらによると、交通事故による死者数は年々減少していることがわかる。これは、車両の安全性能の向上や、全席シートベルトの着用義務化、飲酒運転の罰則強化など、様々な施策が功を奏した結果と考えられる。一方で、歩行

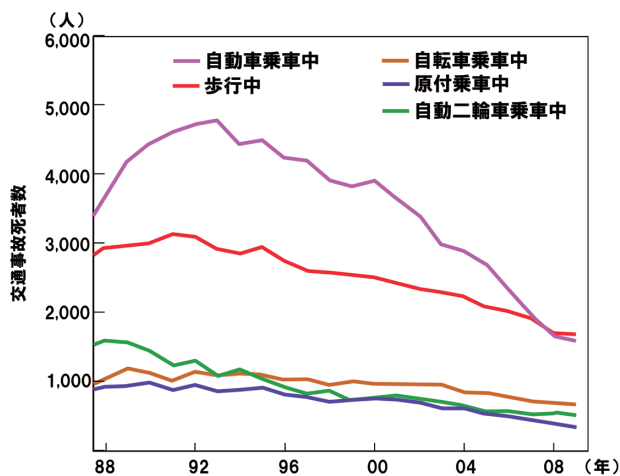


図-1 日本の交通事故死者数の推移
Fig. 1 Trend of traffic fatalities in Japan

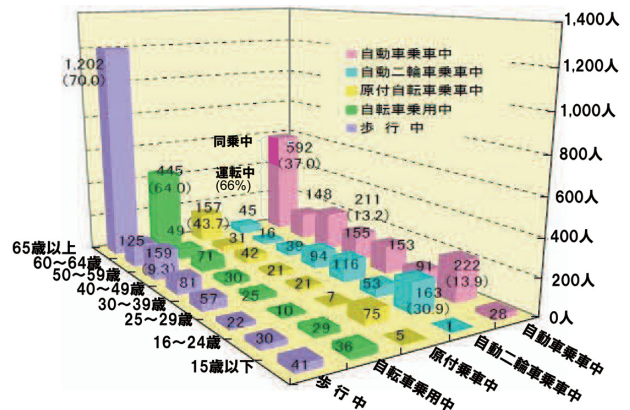


図-2 状態別・年齢別交通事故死傷者数
Fig. 2 Trend of traffic fatalities by road user type and age group

中の高齢者の割合が大きく、今後は歩行者や高齢者への対応が重要になってくると考えられる。

2.2 規制動向

安全技術に関する規制動向も年々変化している。

米国NHTSAは、新車アセスメントプログラム (NCAP) に新たにCrash Avoidance NCAP (CA NCAP) を導入し、2010年よりLDW (Lane Departure Warning)、FCW (Forward Collision Warning)、VDC (Vehicle Dynamics Control) の評価を開始した。さらに、車両後退時の事故への対応として、リヤビューカメラを法制化する動きも見られる。

また、米国の保険業界団体であるIIHSは、2012年より独自の小ラップ前突試験を導入している。

欧州においては、Euro NCAP総合レーティングに予防安全技術を2013年より順次導入する計画となっている。表1には、Euro NCAPに導入される予防安全技術の一覧を示す。

このように、安全に対する規制は年々厳しくなっており、その変化に対応するための安全技術開発の重要性が増してきている。

表-1 Euro NCAP への予防安全技術導入計画
Table 1 Euro NCAP crash avoidance technologies road map

| 導入年 | 名称 | 機能 |
|------|-----------------|------------------|
| 2013 | SLIF | 速度標識認識 |
| 2014 | AEB City | 衝突回避ブレーキ(対車両/低速) |
| | AEB Inter-Urban | 衝突回避ブレーキ(対車両/高速) |
| | LDW/LKA | 車線逸脱防止 |
| 2016 | AEB Pedestrian | 衝突回避ブレーキ(対歩行者) |

3. 日産の安全ビジョン

当社はこれまで、日産車がかかわる死亡・重傷者数を2015年までに1995年比で半減させることを目標にしてきたが、日本と英国においては、これを2009年に前倒して達成した。現在は2020年までに1995年比で1/4にする目標を掲げており、究極には死亡・重傷者数をゼロにすることを目指している(図3)。

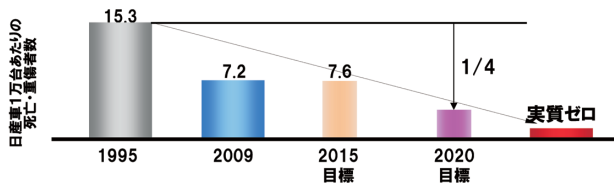


図-3 安全ビジョン (日本)
Fig. 3 Safety vision in Japan

4. ビジョン達成に向けた取り組み

交通事故の無い社会を目指すためには、クルマの切り口で安全対策を考えるだけでは不十分であり、社会インフラや人を含めた総合的な取り組みが必要である。そこで、当社は「クルマ」「人」「社会」という3つの階層で取り組む「トリプルレイヤードアプローチ」を推進している(図4)。



図-4 トリプルレイヤードアプローチ
Fig. 4 Triple-layered approach

4.1 クルマ

クルマそのものの安全性能向上において、当社は「セーフティ・シールド」コンセプトのもと、様々な安全技術の開発を進めている。「セーフティ・シールド」の詳細については次章で述べる。

4.2 人

より良いモビリティ社会を構築するために、安全意識の向上に向けた啓蒙活動や運転技術の向上などのソフト面からのアプローチも重要である。夕暮れ時のヘッドライト早期点灯を促す取り組み、「おもいやりライト運動」もこの一環である(図5)。



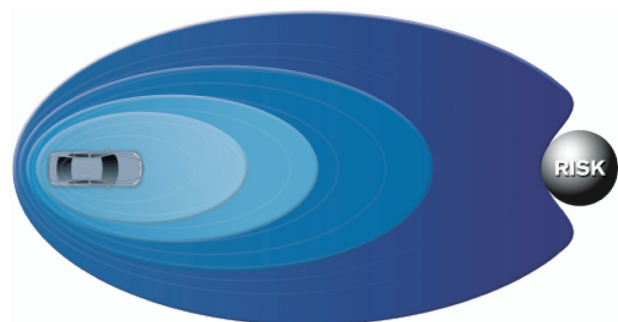
図-5 おもいやりライト運動のロゴ
Fig. 5 Omoiyari light promotion logo

4.3 社会

道路や信号といった交通環境の整備に加え、クルマを取り巻く交通環境情報をうまく活用することで、より良い交通社会の実現が可能になると考えられる。クルマとクルマ同士や、クルマと道路インフラが情報をやり取りすることで事故を減らすインフラ協調システムもその取り組みの一つである。

5. セーフティ・シールド

前章で述べているとおり、当社はクルマが人を守るという独自のコンセプト「セーフティ・シールド」を基本に安全技術開発を進めている(図6)。これは、クルマがおかれている状態を、「危険が顕在化していない」「危険が顕在化している」「衝突するかもしれない」「衝突が避けられない」「衝突」「衝突後」の6段階に分け、それぞれで適切



| | |
|-------------|---------------------------------------|
| 危険が顕在化していない | いつでも安心して運転できるようドライバーをサポートします。 |
| 危険が顕在化している | 危険な状態になりそうなきも安全な状態に戻すようドライバーをサポートします。 |
| 衝突するかもしれない | ドライバーをサポートします。 |
| 衝突が避けられない | |
| 衝突 | 万一衝突が避けられないときに被害を最小限にとどめます。 |
| 衝突後 | |

図-6 セーフティ・シールド
Fig. 6 Safety shield

な技術を提供することにより、ドライバを危険に近づけないというものである。

それぞれの段階における具体的な技術例を表2に示す。

表-2 セーフティ・シールド各段階の投入技術例
Table 2 Example of safety shield technologies

| | |
|-------------|--|
| 危険が顕在化していない | ・ディスタンスコントロールアシスト ・アクティブAFS |
| 危険が顕在化している | ・レーンディパーチャープリベンション ・4輪アクティブステア |
| 衝突するかもしれない | ・ABS(アンチロックブレーキシステム) ・VDC(ビークルダイナミクスコントロール) |
| 衝突が避けられない | ・インテリジェントブレーキアシスト ・前席緊急ブレーキ感応型プリクラッシュシートベルト |
| 衝突 | ・ゾーンボディ ・ポップアップエンジンフード |
| 衝突後 | ・エアバッグ展開運動ハザードランプ |

6. 最近の市場投入技術

近年、当社が市場に投入してきた新安全技術を表3に示す。その多くは世界初の技術である。

表-3 最近の新安全技術
Table 3 Latest safety technologies

| 投入年 | 技術 |
|------|---|
| 2009 | ・逆走注意喚起* ・ドアマウントカーテンエアバッグ ・ポップアップロールバー |
| 2010 | ・ブラインドスポットインターベンション* |
| 2011 | ・ムービングオブジェクトディテクション* |
| 2012 | ・バックアップコリジョンインターベンション* ・ツインチャンバーエアバッグ ・リヤカメラセーフティシールドパッケージ* ・シートベルトロックキングタンク |

*世界初

7. 今後の取組み

WHO（世界保健機関）によると、交通事故による死者数は全世界では年間約120万人規模で推移しており、その9割以上が発展途上国で発生している。発展途上国では事故データが整備されていない国も多く、実態が十分につかみきれていない状況ではあるが、今後のモータリゼーションの発展に伴い交通事故死者数の増大が予想され、これらの対応が重要な課題となってくる。

また、これまでに投入してきた安全技術を普及していくことに加えて、新たな事故形態への対応や対応可能な範囲の拡大など、安全性能のさらなる向上に向けた技術開発も重要な課題である。

8. ま と め

安全技術は命を守る重要な技術であり、多くの先人たちの高い志と努力によって、今日の技術が確立されてきた。一方で、交通事故をゼロとする世界の実現はまだはるか先にあり、確かな分析に裏付けられた新技術の開発と普及が不可欠である。今後も安全技術に携わる技術者全員の創意と工夫で安全な交通社会を築いていきたい。

9. 参 考 文 献

- 1) World Health Organization : Global status report on road safety: time for action (2009)
- 2) 公益財団法人 交通事故総合分析センター : 交通事故統計年報 平成21年版 (2010)

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

Blind Spot Intervention System based on Yaw Moment Control

早川 泰久*
Yasuhisa Hayakawa

作井 寛史*
Hirofumi Sakui

中島 秀和**
Hidekazu Nakajima

抄 録 車両における死傷事故の大半は車線逸脱に起因しており、北米の調査では死亡事故の約4割を占め最も比率が高い事故要因の一つといわれている。本報ではこうした背景をかんがみて、日産がこれまでに取り組んできた車線逸脱に関する研究開発の成果を周囲の状況に応じて制御するシステムへと拡張し、ブラインドスポットに存在している車両を対象とした支援システムとして構築したBSI (Blind Spot Intervention) システムの概要について説明する。

Summary The vast majority of road accidents are caused by lane departures. In fact, according to a survey, it is estimated that 40% of traffic accidents in the U.S. are caused by lane departures. Nissan has continuously carried out research to enhance the capability of its system to detect vehicle surroundings and effectively support drivers making intentional lane changes when vehicles are in blind spots. This article describes Nissan's Blind Spot Intervention system that helps reduce the number of accidents involving vehicles in blind spots.

Key words : *Research & Development, Safety, Blind Spot Intervention, direct yaw-moment control, Blind Spot Warning, lane marker recognition*

1. はじめに

近年車両システムにおける制御技術は、車の走行安全技術に対する関心の高まりに伴って、急速に普及が進んでいる。LKS¹⁾ (Lane Keep Support) やLDP²⁾ (Lane Departure Prevention) はこのような技術の一例であり、周囲の走行環境にあわせて、ドライバーの運転操作を支援する。こうした運転操作支援システムのニーズは今後益々高まることが予想される。

例えばLKSは、常に操舵トルクを発生させることで、車線のほぼ中央を走行するようにドライバーのステアリング操作を支援し、通常走行時の運転負荷を軽減する。LDPは、車線逸脱状態となった時にヨー運動を発生させることで、ドライバーの車線内に戻す操作を支援する。

今回、車線変更時のブラインドスポットでの車両に対するドライバーの運転操作支援に着目した。具体的には、自車両の後側方に存在する車両を検出し、音や表示による警報支援に加えて、ドライバーの車線変更によって後側方領域に車両が存在する方向の車線に自車両が接近している場合に、ダイレクトヨーモーメント制御を行うことで、ドライバーの自車両を車線中央に戻す運転操作を支援する。本稿では、本運転支援システムBSI (Blind Spot Intervention) の概要、及びシステムの概略について説明する。

2. システムの要件

次の3つの要件を満足するようにシステムを構成した。

A) 車線変更検出能力の向上

BSIシステムは、ヨー運動目標値に従って車両を制御しており、そのヨー運動目標値を生成する車線情報の正確さが必要となる。

そこで後側方車両を検知している際の車線変更操作は、車線との位置関係に基づいて検出を行うとともに、ヨーモーメント制御についても安定して検出可能なように、車線を基準として制御を行うこととした。

B) ヨー運動の適正化

システム作動時に、ドライバーが違和感を感じないように、ヨー運動を適正化する必要がある。

具体的には、後側方に車両が存在する際にドライバーが車線変更操作を行ったことを検出すると、ドライバーの自車両を車線中央に戻す操作をダイレクトヨーモーメントの発生によって支援する。その際にはドライバーによる運転行動特性を車両制御に反映させることで、ドライバーがシステム作動中の車両挙動を予測しやすいようにした。

*IT&ITS開発部 **実験試作部

C) ドライバの運転操作との協調

システムが作動した後であってもドライバーが周囲状況を認識し、追い越し操作を行う、もしくは車線内に戻す操作を行う際には、システムがドライバーの運転操作に干渉しないようにする必要がある。

そこで車両に搭載されるセンサでドライバーの操作介入を検出し、検出した際、滑らかに制御からドライバーの運転操作に移行できるようにシステムを構築した。

これらの要件に基づいてシステムを構成するにあたり、車両の旋回運動を実現する手段として、VDC (Vehicle Dynamics Control) で採用されている、ブレーキによるヨーモーメント制御に着目した (図1)。ヨーモーメント制御は、操舵力に依存せず自由に車両の姿勢を制御できると共に、ドライバーのステアリング操作時の反発力も小さい。

加えて、後側方車両を検知するためのミリ波レーダセンサ、車線検出を行うためのCMOS (相補性金属酸化膜半導体) カメラ、車両の運動状態を検出するためのヨーレートセンサ、ドライバーの操作状態を検出するための操舵角センサなどを備えている。

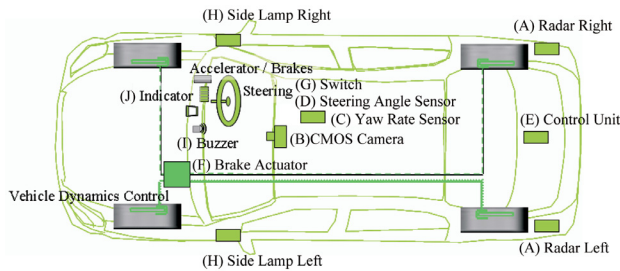


図-1 システム構成図
Fig. 1 System configuration

これらによって、後側方領域に存在する車両を検出している場合に、本システムは作動する。

具体的には前述の状態を検出し、且つドライバーの車線変更により後側方車両が存在する方向の車線に車両が接近した場合に、表示及び音でドライバーに報知するとともに、ドライバーの車線変更操作と反対方向に車両のヨーを発生させ、ドライバーの車両を車線中央に戻す操作を支援する。

3. システムの制御内容

3.1 車線接近状態の検出

車両の車線への接近状態の判断は、車頭時間 T_d 後の車両の予測位置を算出することによって行う。予測位置の算出は、左右の各車線に対する車両の現在位置、車両と車線とのヨー角、走行路の道路曲率、操舵角などによって行う。

具体的には、図2のように車頭時間 T_d 秒後の車両の予測位置を示す前方注視点を設定し、車線を基準に設定

した制御開始閾 (いき) 値からの前方注視点横変位 ΔY を求める。まず、車両ヨーレート γ_m と道路曲率から算出したヨーレート γ_{cur} より、走行路を基準とした相対ヨーレート γ に変換する。そして前方注視点横変位 ΔY を算出する。

$$\Delta Y = Y_{\beta\gamma} - Y_0 = VT_d \tan(\beta + \int \gamma dt) - Y_0 \approx VT_d (\beta + K_d \gamma T_d) - Y_0 \dots (1)$$

- β : 車線に対する自車両のヨー角
- γ : 走行路を基準とした自車両の相対ヨーレート
- Y_c : 制御開始閾値
- Y_0 : Y_c との変位
- $Y_{\beta\gamma}$: 前方注視点におけるヨー角成分の偏差
- K_d : 補正ゲイン T_d : 車頭時間 V : 自車速度

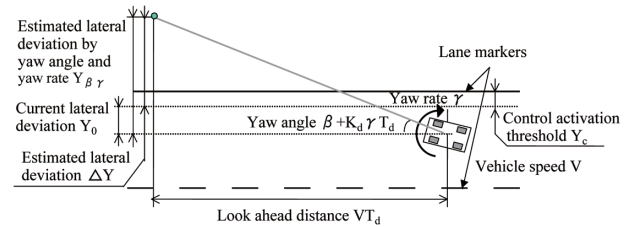


図-2 前方注視点の算出
Fig. 2 Calculation of look-ahead point

式(1)に示すとおり、前方注視点横変位の算出には、車線に対する自車両のヨー角 β に加え、走行路を基準とした自車両の相対ヨーレート γ を考慮している。これによりドライバーの操舵操作が加わったときに自車両の横位置変化を素早く予測可能としている。

相対ヨーレート γ は、操舵角情報から算出した自車両ヨーレート予測値である目標ヨーレート γ_m 、現在車両ヨーレート、及びCMOSカメラで検出した道路曲率から算出した走行路基準ヨーレート γ_{cur} を入力とし、センサの検出状態により最適な値に選択されるようにしている。また、差分演算後に生じる定常的オフセットを補償するため、積分フィルタも加えている。

システムは、前方注視点横変位 ΔY が正の値になった場合、つまり車頭時間 T_d 後の自車両の予測位置である前方注視点制御開始閾値を越えた場合は、後側方車両が存在する方向の車線に接近したと判断され、作動開始される。

作動判断は式(1)に示されるとおり、車線内走行時など定常的な状況では Y_c に、車線変更時など過渡的な状況では T_d に支配される。これらは支援効果、及び早期作動によるドライバーへ与える違和感の両極を考慮し、入力情報によって判定された走行状況に対応した値が選択されるように適正化されている。

3.2 ダイレクトヨーモーメント制御

図3のように左右の制駆動力差によりヨー運動を発生させるためのダイレクトヨーモーメントMは、次式で表せる。

$$M = \frac{2\{(F_{fl} + F_{rl}) - (F_{fr} + F_{rr})\}}{T_r} \quad \dots (2)$$

また発生する減速度D_mは次式となる。

$$D_m = \frac{F_{fl} + F_{rl} + F_{fr} + F_{rr}}{W} \quad \dots (3)$$

T_r: トレッド W: 車重

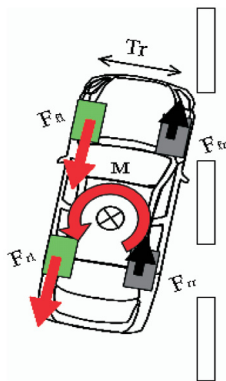


図-3 ダイレクトヨーモーメントの発生
Fig. 3 Generation of direct-yaw moment

ここで式(2)、(3)からわかるように同じ目標ヨーモーメントMを発生させる際、各輪に発生させる制動力Fには冗長性がある。例えば、外輪側のF_{fr}とF_{rr}に駆動力を、内輪側のF_{fl}とF_{rl}に等価の制動力を発生させることで、減速Gの発生なくヨーモーメント制御することも可能であるが、減速Gを発生させることでドライバーがシステム作動を認識しやすいように、制動力だけでヨーモーメント制御を行っている。

発生させるヨーモーメントの算出は、具体的には車線に対する自車両のヨー角β及び走行路を基準とした相対ヨーレートγによるT_c秒後のヨー角K_cγT_cが、車頭時間T_c秒後に目標ヨー角β_{ref} (ヨー角変化量がK(β+K_cγT_c)) となるとしてヨーモーメントを算出し、車両を制御する(図4)。

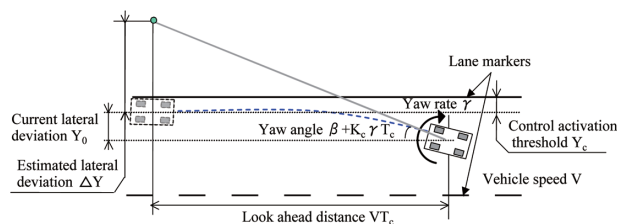


図-4 発生ヨーモーメントの算出
Fig. 4 Calculation of yaw moment

ヨーモーメントMは次の運動方程式に基づいて求める。

$$M = I \times \ddot{\beta} + M_c(Slip) \quad \dots (4)$$

β̈はヨー角加速度、Iは車両諸元で決まるヨー慣性モーメントであり、M_c(Slip)はコーナーリングフォースによって生じるヨーモーメントである。

上記においてヨー角加速度は次式のように表せるので、

$$\ddot{\beta} = \frac{K(\beta + K_c \gamma T_c)}{T_c^2} = \frac{K \tan\left(\frac{\Delta Y + Y_0}{VT_c}\right)}{T_c^2} \approx \frac{K(\Delta Y + Y_0)}{VT_c^3} \quad \dots (5)$$

式(4)、(5)から目標ヨーモーメントMを算出する。

$$M = \frac{KK_{drv}I}{VT_c^3}(\Delta Y + Y_0) + M_c(Slip) \quad \dots (6)$$

Y_c: 制御開始閾値

Y₀: Y_cとの変位

ΔY: 車頭時間T_c秒後の前方注視点横変位

K_c: 補正ゲイン K、K_{drv}: 制御ゲイン

T_c: 車頭時間 V: 自車速度

目標ヨーモーメントMは車線に対する自車両のヨー角βに加え、走行路を基準とした自車両の相対ヨーレートγを入力情報として使用している。これにより単純な車線への接近度だけでなく、ドライバーの車線変更操作状況によっても適正なヨーモーメント制御量を演算できる構成になっている。そのほか、制御ゲインK及びK_{drv}、制御継続時間も走行状況に応じて適正化されている。

4. システムの効果検証

ダイレクトヨーモーメント制御を使ったシステムが搭載された車両を用いて実験参加者による主観的評価を行い、一般ドライバーに対するシステムの受容性を検証している³⁾。評価結果によると、実験参加者からはシステムの作動が適正であり、後側方車両に対する意識性が向上したと感じるというポジティブな回答が得られており、ダイレクトヨーモーメント制御を使ったシステムの受容性は十分にあると考えられる。

また、車線変更時における本システムの支援状況を確認するために、ダイレクトヨーモーメント制御有り/無し of システムを使用して、各々におけるドライバーの操舵操作状況と車両状態のデータを取得し、その結果を比較した。

図5に、後側方車両が存在する方向にドライバーが車線変更した際に、システムによるダイレクトヨーモーメント制御を作動させた場合と作動させなかった場合の、車両状態の時系列変化を図示する。グラフには、各条件における目標ヨーレート[deg/s]、自車両のヨーレート[deg/s]、及びヨーモーメント制御量をプロットしている。なお、何れの場合も表示と音による警報機能は作動させている。

図5に示される制御作動時と非作動時のデータを比較す

ると、目標ヨーレートに対し制御作動時は車両で発生するヨーレートが小さくなっていることがわかる。これは、ドライバの操舵操作により発生する車両挙動変化を、制御の作動によって抑制しているためであり、ヨーモーメント制御によって後側方車両が存在する隣接車線への接近度合いが緩和している。また、その後の自車両を車線中央に戻すためのドライバ操舵操作が、より緩やかに収束する傾向があると言える。

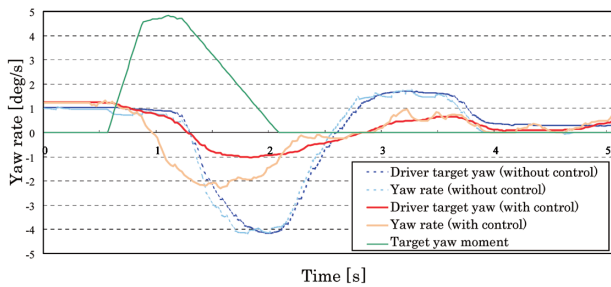


図-5 支援有り／無しによる車両挙動
Fig. 5 Vehicle behavior with and without control

図6は図5と同様の条件にて、制御作動時と非作動時における車線への接近度をプロットしたグラフである。縦軸は車線を基準(0)とした自車両側面の横変位量であり、正值は自車線内方向を、負値は隣接車線方向を示している。横軸は制御(もしくは警報機能)が作動開始した時の目標ヨーレート[deg/s]であり、車線変更時におけるドラ

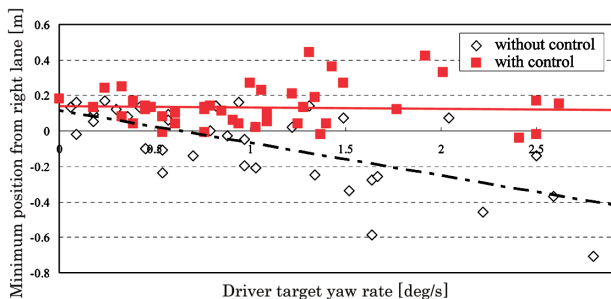


図-6 支援有り／無しによる車線との位置関係
Fig. 6 Relative position to lanes with and without control

イバの操舵操作の大きさを示している。

図6より、制御作動時は制御非作動時に対し、自車両が自車線内に留まりやすい傾向となることがわかる。この結果から、本システムによって発生するダイレクトヨーモーメント制御により、後側方領域に存在する車両に自車両が接近してしまうことが抑制されていると言える。

5. おわりに

自車両の後側方に存在する車両を検出し、音と表示による警報支援に加えて、ドライバが車線変更を開始するとダイレクトヨーモーメント制御を行うことで、ドライバが自車両を車線中央に戻す運転操作を支援する運転支援システムを構築した。

支援状況の確認結果より、ダイレクトヨーモーメント制御作動時は、非作動時に対して、ドライバの自車両を車線中央に戻す操舵操作がより緩やかに収束する傾向があること、及び自車両が自車線内に留まりやすい傾向があることを確認した。

これらの結果より、本システムは有効に後側方に対する運転支援が可能と考えられる。

6. 参考文献

- 1) 毛利宏ほか：拡張カルマンフィルタを用いた車線追従制御の検討、自動車技術会論文集、Vol.33、No.3、pp. 133-138 (2002)
- 2) Y. Hayakawa et al. : Design of a Lane Departure Prevention System with Enhanced Drivability, SAE Int. J. Passeng. Cars-Mech.Syst.2 (1), pp. 398-403 (2009)
- 3) P. Green et al. : Effectiveness of and Driver Reactions to Lateral Control and Warning systems, Technical Report UMTRI-2010-14 (2010)

■ 著 者 ■



早川 泰久 作井 寛史 中島 秀和

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

Development of Back-up Collision Intervention System

菅野 健*
Takeshi Sugano後閑 利通*
Toshimichi Gokan高江 康彦*
Yasuhiko Takae田中 大介*
Daisuke Tanaka餌取 成明*
Nariaki Etori作井 寛史*
Hirofumi Sakui有園 茂雄**
Shigeo Arizono奥田 恭弘***
Yasuhiro Okuda

抄 録 見通しの悪い駐車場からの後退操作はドライバーにとって負担の大きいものである。今回、後方の障害物または側方から近づいてくる障害物を検出した場合に、音と表示で報知し、ブレーキをかけることで、ドライバーのブレーキ操作を支援するBCI (Back-up Collision Intervention) システムを開発した。本稿では、作動事例や実験結果にもとづきながら本システムを紹介する。

Summary This article describes Nissan's BCI (Back-up Collision Intervention) system that was designed to assist drivers when backing out of a parking space. The system has the following functions that help to prevent the host vehicle from coming too close to objects behind it or vehicles approaching it from the rear or either side when reversing. Audible and visual warnings advise the driver of the presence of an approaching object. The system generates force to push back the accelerator pedal if it is being depressed by the driver. And it applies the brake if it judges that braking is needed.

Key words : Safety, driving assistance system, brake control, radar sensor, sonar sensor

1. はじめに

外界認識技術の発展に伴い近年、自車両の周辺状態をモニタして運転を支援するシステムの普及が進んでいる。日産自動車では運転の主体はドライバーであるという視点に立ち、クルマがおかれている状態を「危険が顕在化していない」状態から「衝突後」に至るまでと段階的に捉え、各状態において危険要因に対し適切なバリア機能を働かせることで、出来るだけ危険な状態に近づけないようにするという「セーフティ・シールド」の考え方にに基づき、システム開発と商品化を行っている。例えばICC (Intelligent Cruise Control) システムやDCA (Distance Control Assist) システム、LDP (Lane Departure Prevention) システムなどが既に商品化され、お客様に好評を頂いている。

本稿では今回「セーフティ・シールド」の考え方にに基づき、後退操作時のドライバーの支援に焦点をあてたBCI (Back-up Collision Intervention) システムを開発したので紹介する。

2. システム概要

2.1 システムの狙い

米国土道交通安全局 (NHTSA) のGES (General

Estimates System) データに基づくレポート¹⁾によると、後退時に他車両と衝突する事故は、北米において年間131,000件発生している。また19,000人のドライバーを対象に実施したJ. D. Power and Associatesの調査²⁾によると、後退時における運転支援に対しては、74%の回答者が強い関心を示している。これらの数字から駐車場などでの後退操作は多くのドライバーにとって事故のリスクと負担の大きいものであると推察される。

駐車場などからの後退操作を支援するため、ソナーなどのセンサにより障害物の接近を検出した場合に報知するシステムが実用化されている。今回のBCIでは報知だけでなく車両制御を連動させることで、更に危険に近づきにくくする世界初の運転支援機能を提供することを狙いとして開発を進めた。

今回開発したBCIは、駐車場から後退して出るときなどの状況で、車両の後方や側方に設置したセンサで自車両に接近してくる車両や、自車両の障害物への接近を検知し、表示と音によりドライバーに報知する。これによりドライバーのブレーキ操作をうながす。さらに車両や物体に接近し、減速が必要であるとシステムが判断した場合には、自動ブレーキにより車両を減速させる。ドライバーがアクセルペダルを踏んでいる場合には、自動ブレーキを作動させる前に、アクセルペダルを押し戻す方向に力を発生させる。こ

*IT&ITS開発部 **車両実験部 ***実験技術開発部

これらの機能により後退時のドライバーのブレーキ操作を支援することで、お客様に安心感を提供することを狙いとした。

2.2 システムの構成

BCIの構成を図1に示す。以下が主な特徴である。

- 後退時に自車両に接近する車両を検出するためのセンサとして、車両後側方にサイドレーダを備える。
- 自車両の後方の物体を検出するためのセンサとして、車両後方にソナーセンサを備える。
- 物体との接近をドライバーに報知するため、サイドミラー付近にインジケータ、ブザーを備える。
- 車両を減速制御するためのブレーキアクチュエータ、アクセルペダルを押し戻す方向に力を発生させるアクティブアクセルペダルを備える。

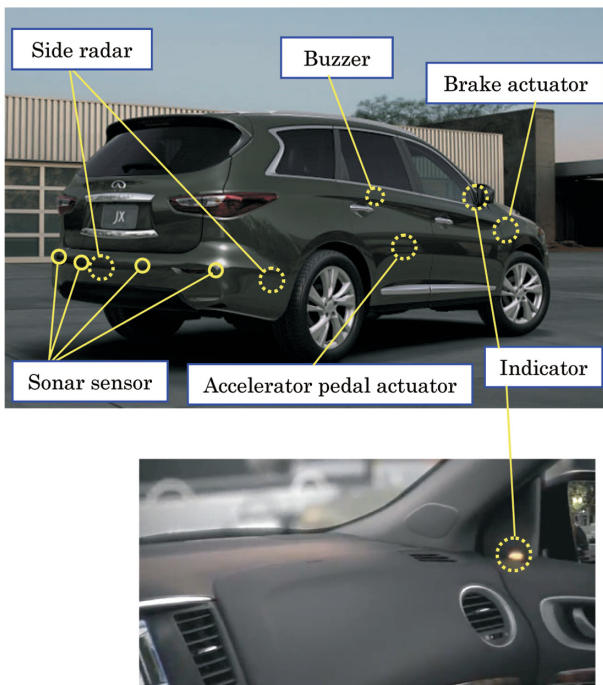


図-1 システム構成
Fig. 1 System configuration

2.3 システムの作動概要

BCIの基本的な作動を説明する。後退時にサイドレーダが側方から自車両に接近する車両を検出した場合（作動例1：図2）、報知音を発生し、サイドミラー付近のインジケータが点滅する。右から車両が接近している場合には右側、左から車両が接近している場合には左側のインジケータが点滅する。さらに、自車両が側方からの車両に接近し、減速が必要であるとシステムが判断した場合、新たな報知音とともに自動ブレーキを作動させる。

また後退時に自車両が後方の物体に接近している場合（作動例2：図3）、つまりソナーセンサが自車両の後方の物体に接近し、減速が必要であるとシステムが判断した場合、報知音とともに自動ブレーキを作動させる。

なお作動例1、2のいずれにおいてもドライバーがアクセルペダルを踏んでいるときは、アクセルペダルを押し戻す方向に力を発生させる。

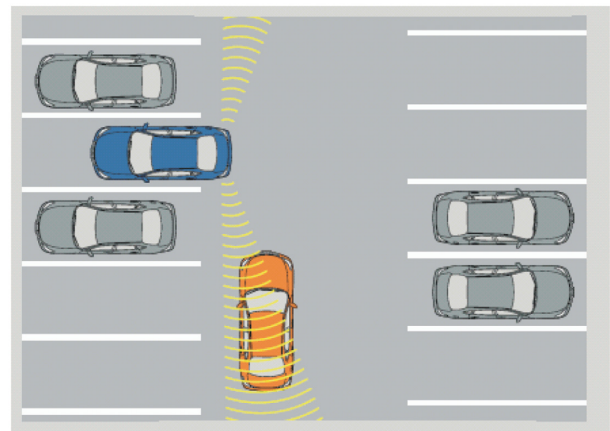


図-2 作動例1：側方から車両が接近している場合
Fig. 2 Typical situation 1: vehicle approaching from any sides

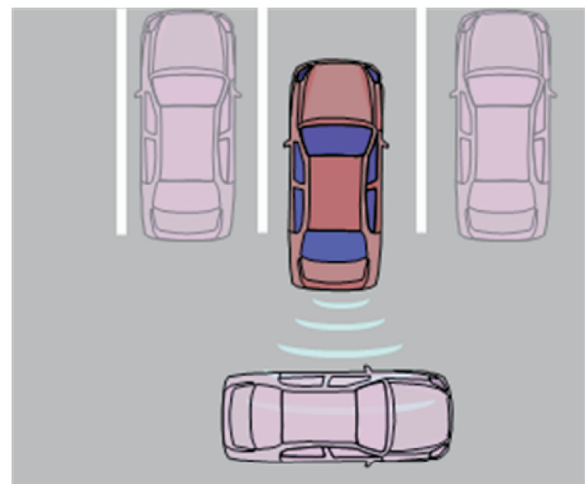


図-3 作動例2：自車両が物体に接近している場合
Fig. 3 Typical situation 2: host vehicle approaching to objects behind

3. 自動ブレーキの作動タイミングの検討

BCIでは、後方の障害物または側方から近づいてくる障害物を検出した場合に、音と表示で報知するだけでなく自動ブレーキをかけることで、できるだけ危険に近づきにくくする効果を高めることを狙っている。しかしながら自動ブレーキをかけるタイミングが早すぎた場合、ドライバーによっては煩わしいものとなりかねない。従って自動ブレーキをかけるタイミングの検討がBCIを開発する上でのポイントとなる。

本検討を行うため、もしドライバーが側方からの接近車両を見ることができたら、どこでブレーキ操作を行うかをパネラ実験により検証した。この実験では図4に示すように、左右の見通しのよい場所に駐車し、側方から車両が一定

の車速で接近する。その状況で自車両を後退させようとする状況をパネルドライバに想定させ、後退を止めてブレーキを踏みたいと感じる距離 $d1$ を回答させた。側方からの接近車両の速度 $v1$ が5、15、30km/hの場合の $d1$ の結果を図5に示す。縦軸はパネルドライバがブレーキを踏みたいと感じる距離 $d1$ 、横軸が側方からの接近車両の速度 $v1$ を示している。各点はパネルドライバがブレーキを踏んで減速したいと感じた距離をプロットしたものである。各 $v1$ においてパネルドライバに共通して減速をしたいと感じる距離は、その $v1$ でのプロット点の最小値よりも短い距離にあると考えられる。そこで自動ブレーキの作動を図5の青点線より短い距離で行うことで、煩わしさを感じさせない仕様とした。なお接近車両の接近の仕方や自車速度が異なっても違和感のないよう、自動ブレーキの作動タイミングを補正するようにしている。図5において $v1$ が5km/h以下では青点線がフラットになっているが、これは接近車両が極低速の場合、パネルドライバにとっては接近車両の速度を感じにくくなり、減速をしたいと感じる距離に差異が認められなかったことによる。

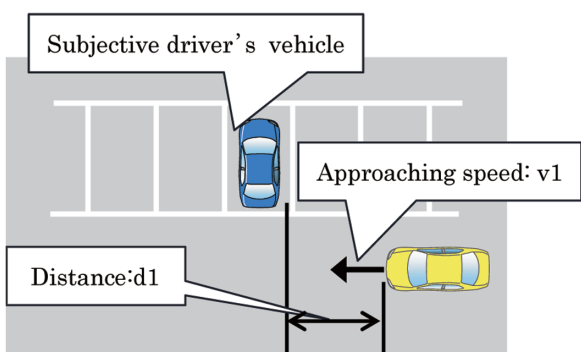


図-4 パネルドライバがブレーキを踏みたいと感じる距離 $d1$ の計測
Fig. 4 Conditions of subjective drivers' tests

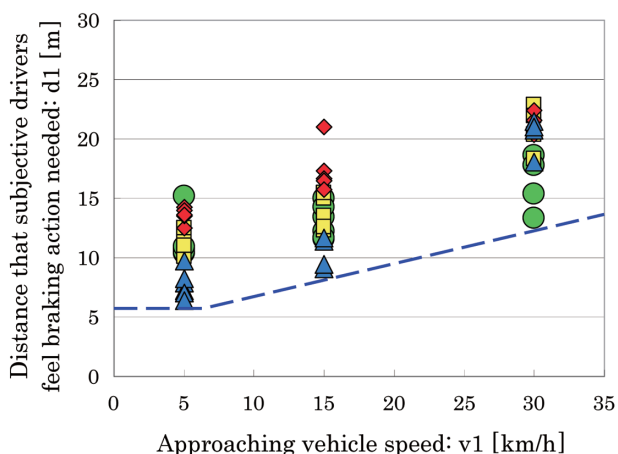


図-5 $d1$ の計測結果
Fig. 5 Result of subjective drivers' tests

4. 効果検証

4.1 テストコース内での実験結果

BCIの支援効果を確認するため、テストコース内で駐車場を模擬し、BCIの作動実験を実施した。

4.1.1 直角駐車からの後退時

図2に示すような、直角駐車からの後退を模擬した状況での実験結果を図6に示す。各グラフは、側方からの接近車両との距離、報知信号、BCIによるブレーキ作動、自車速度を示している。自車両の側方から接近する車両をサイドレーダが検知した場合に報知し、更に車両に接近した場合は、自動ブレーキが作動することで自車速度が低下し、側方からの車両へ接近しにくくなっていることを確認できた。

4.1.2 45度駐車からの後退時

図7に示すような45度駐車からの後退を模擬した状況での実験結果を図8に示す。直角駐車の場合と同様に、自車両の後方に左側から接近する車両をサイドレーダが検知した場合に報知し、更に車両に接近した場合は、自動ブレーキが作動することで、図6同様の確認ができた。

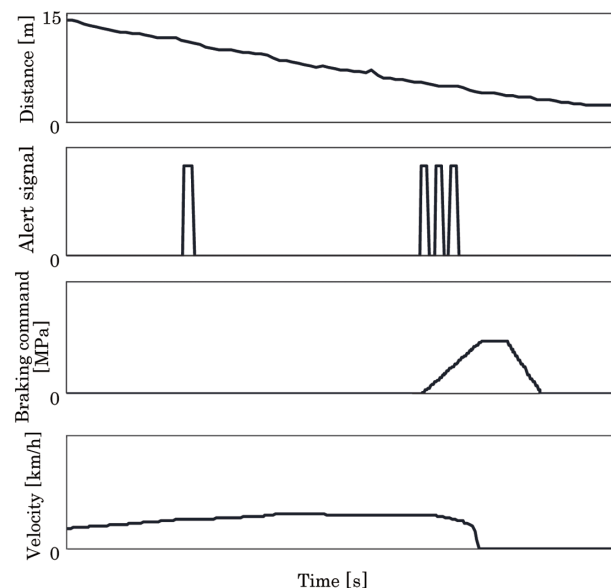


図-6 直角駐車から後退時の作動確認結果
Fig. 6 Test results of backing out from perpendicular parking space

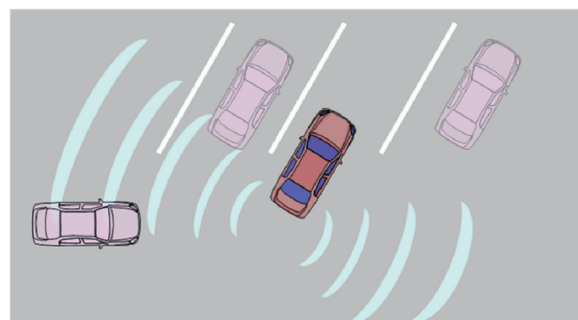


図-7 45度駐車からの後退
Fig. 7 Backing out from 45 degree angular parking

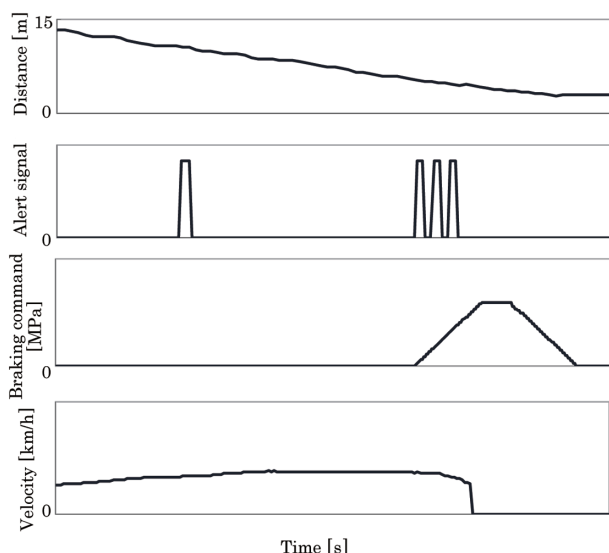


図-8 45度駐車から後退時の作動確認結果

Fig. 8 Test results of backing out from 45 degree angular parking

4.2 一般駐車場でのパネラ実験結果

実際の運転場面でBCIが有効に作動することを検証するため、パネラ実験を実施した。この実験では図9に示すように、実験車に複数のカメラを設置し、パネラドライバーの運転状況や自車両周囲の状況をモニタした。

モニタした画像を分析した結果、駐車場などからの後退シーンのいずれにおいても、パネラドライバーは目視やセンターディスプレイにより自車両周辺の他車両や物体の確認を行っていた。観察されたシーンの中には、他車両やショッピングカートなどの障害物の横切りが見られた。そのようなシーンに対してほとんどの場合は、パネラドライバーが先に自らブレーキ操作を行い障害物との衝突を回避していた。しかしながら、ほかの駐車車両によって接近する障害物が見えにくくなるなどの理由でドライバーのブレーキ

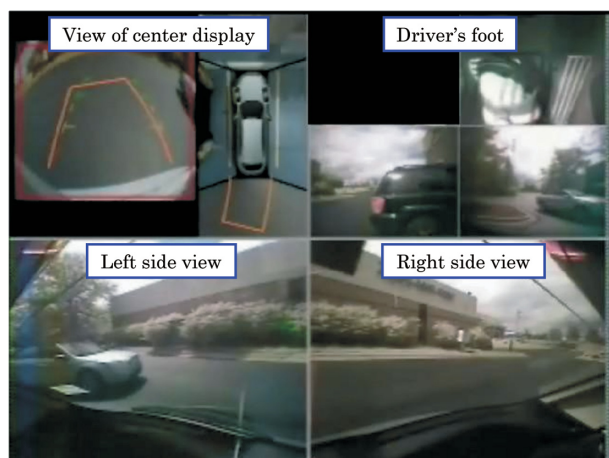


図-9 実験状況のモニタ

Fig. 9 Recorded images of tests

操作が遅れ、BCIによる自動ブレーキが作動した後にドライバーがブレーキを踏むシーンも見られた。そこでBCIの作動を経験したパネラドライバーにインタビューをしたところ、「後退時は不安なので、BCIがあると心強い」「万が一、障害物の確認が遅れてしまった場合にBCIはありがたいシステムだ」といったコメントが得られた。

以上のパネラ実験の結果から、運転の主体はドライバーであるという「セーフティ・シールド」のコンセプトに基づいた、後退時の運転操作を支援する本システムBCIの有効性を検証することができた。

5. まとめ

駐車場から後退して出るときなどの状況において、障害物に近づきにくくする運転操作の支援を目的とするBCIシステムを開発した。主な機能として以下が挙げられる。

- 後退時に、自車両に接近する車両や、自車両の後方の物体をセンサにより検知する。
- 自車両に接近する車両や物体の存在を音および表示でドライバーに報知する。
- 接近する車両や物体に対して減速が必要であるとシステムが判断した場合には、自動ブレーキにより自車両を減速させる。ドライバーがアクセルペダルを踏んでいる場合には、アクセルペダルを押し戻す方向に力を発生させる。

またBCIの効果を検証するため、テストコース内での実験および一般駐車場でのパネラ実験を行った。これらの実験結果から、後退時のドライバーのブレーキ操作を支援し、障害物に近づきにくくすることでお客様に安心感を提供するという開発の狙いが実現されていることが確認できた。BCIは北米向けInfiniti JXで商品化され、多くのお客様からご好評を頂いている。

最後に、多大な協力を頂きました社内外関係部署の皆様に、深く感謝致します。

6. 参考文献

- 1) W. G. Najm et al. : Definition Of A Pre-Crash Scenario Typology For Vehicle Safety Research, Paper No. 07-0412, Enhanced Safety Vehicles Conference (2007)
- 2) J.D. Power and Associates, "2008 U.S. Automotive Emerging Technologies Study", <http://content1.businesscenter.jdpower.com/JDPACContent/CorpComm/News/content/Releases/pdf/2008076.pdf>

■著者■



菅野 健



後閑 利通



高江 康彦



田中 大介



餌取 成明



作井 寛史



有園 茂雄



奥田 恭弘

アラウンドビューモニターを用いた移動物検知機能の開発

Development of Moving Object Detection Function using Around View Monitor System

田中 大介*
Daisuke Tanaka

作井 寛史*
Hirofumi Sakui

奥田 恭弘**
Yasuhiro Okuda

抄 録 駐車シーンにおいて視覚を補助するリヤビューモニターやアラウンドビューモニターなどのビジョンシステムに追加のセンサを必要とせず、画像処理ソフトウェアの追加と既存車載センサを組み合わせることによって実現し、ドライバに車両周辺の移動物の存在をお知らせし、駐車動作をサポートする移動物検知システムを開発した。本稿では、アラウンドビューモニターをベースとした移動物検知の手法とテスト結果を紹介する。

Summary Vision systems such as rear view monitors and the Around View Monitor system have been developed to aid driver vision in parking situations. Moving Object Detection function informs the driver of the existence of moving objects around the subject vehicle in order to help the driver make parking maneuvers. It is realized simply by adding image processing software to the vision system and does not require additional sensors. This article introduces a method for detecting moving objects based on the Around View Monitor system and describes test results.

Key words : Electronics, Safety, sensor, image processing, vision system, object detection

1. はじめに

近年、駐車時の運転支援を主な目的としたカメラシステムが実用化されている。代表的な例として、リヤビューモニター（図1）やサイドブラインドモニター（図2）がある。リヤビューモニターはギアがリバースに入っているときに、リヤのライセンスプレート付近に取り付けられたカメラで車両後方を撮影し、車室内のディスプレイに表示するものである。一方サイドブラインドモニターは、ドアミラーに内蔵されたカメラで助手席側の前輪付近の様子を撮影し、車室内のディスプレイに表示するものである。

これらカメラシステムの発展形として、アラウンドビューモニターが実用化されている。これは自車両の前後左右に取り付けられた複数カメラからの映像を合成して、ディスプレイに表示するものである。自車両を上方から見下ろしたような画像を提示することによって、より使いやすく、分かりやすいシステムとしている。

これらカメラシステムの機能は、カメラで撮影した映像をディスプレイに表示させる機能にこれまで限定されていたが、今回アラウンドビューモニターに画像認識処理機能を付加することにより、自車両周囲の移動物を検知する機能を開発したので、その内容について報告する。



図-1 リヤビューモニター
Fig. 1 Rear view monitor



図-2 サイドブラインドモニター
Fig. 2 Side blind monitor

*IT&ITS開発部 **実験技術開発部

2. システム構成

図3には今回開発した移動物検知システムの構成を示す。

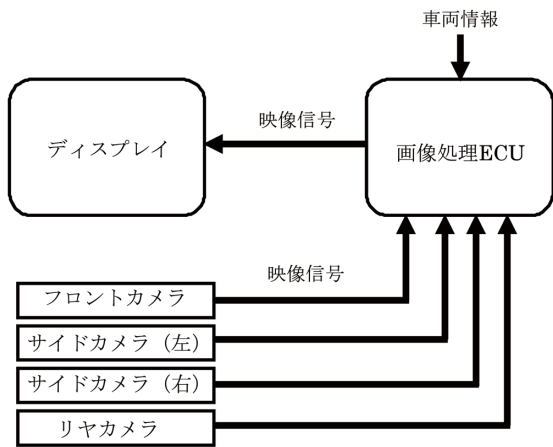


図-3 システム構成
Fig. 3 System configuration

システムは、車両周囲に取り付けられた4つのカメラ、カメラで取得した画像の視点変換・合成機能と移動物検知のための画像認識処理機能を持つ画像処理ECU、合成画像と移動物検知結果を表示するためのディスプレイで構成される。また、車速やギアポジションなど、システムを動作させる上で必要な車両情報をCAN通信などを通じて車両側から入手する構成となっている。

構成部品の搭載位置例を図4に示す。

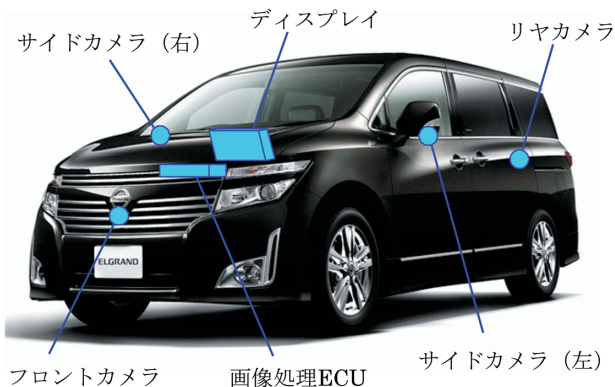


図-4 車両搭載位置
Fig. 4 Position of on-board parts

前方カメラはグリル付近に、左右カメラはドアミラー内に、後方カメラはリアのライセンスプレート付近に、画像処理ECUおよびディスプレイは車室内に搭載される。

3. アラウンドビューモニター概要

この章では移動物検知システムのベースとなるアラウンドビューモニターについて説明する。図5に4つのカメラ

を画像変換し、トップビューの映像を作る処理の概要を示す。

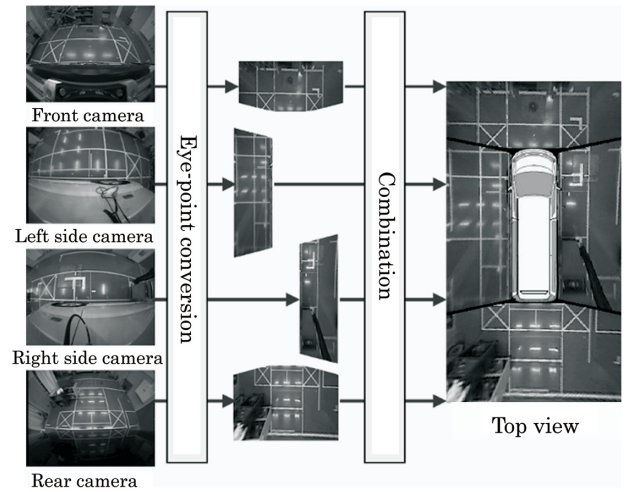


図-5 画像変換¹⁾
Fig. 5 Image transform

まず、各カメラの映像を車両情報から垂直下向きに見ているように視点変換を行う。次にこれらの視点変換した画像を合成し、トップビューを作る。これらの処理はリアルタイムに行われる。最後にこの映像をディスプレイに出力しドライバに提供する。

このようにして、自車両を上方から俯瞰（ふかん）した映像（トップビュー）を得ることができる。また、このトップビューは視点変換される前のカメラからの入力映像、またはそれを画像変換したほかのビューと組み合わせて表示することも可能である。例えば、図6に示されるように、左側にトップビューを、右側にリアビューを表示させることができる。

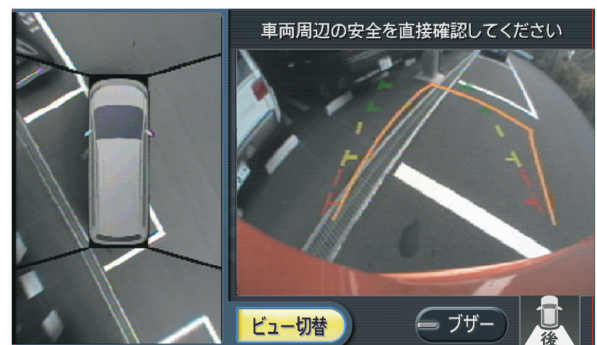


図-6 アラウンドビューモニター
Fig. 6 Around view monitor

4. 移動物検知機能

今回図6に示された画像を画像処理することにより、画像内の移動物を検知し、ドライバに情報提示する機能を開発した。開発した移動物検知機能は2つに分かれる。

- a) トップビューを利用した、自車両周囲の移動物検知
 - b) リヤビューもしくはフロントビューを利用した、自車両後方もしくは前方の移動物検知
- 図7に移動物検知のロジック概要を示す。

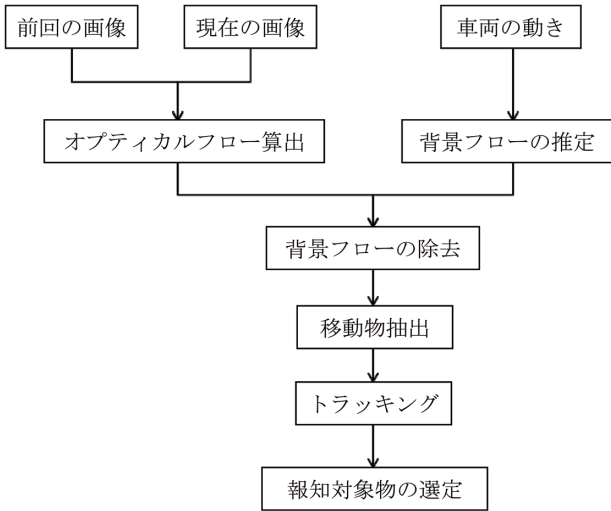


図-7 処理の流れ
Fig. 7 Processing flow

まず、今回取得した画像と前回取得した画像を比較して、物体の速度ベクトルを表すオプティカルフローを演算する。自車両が停止している場合にはオプティカルフローそのものが移動物を示しているが、自車両が動いている場合には、オプティカルフローの中に静止物に由来するフローが含まれている。したがって、自車両が移動しているときにも移動物のみを正しく検出するには、自車両の移動による静止物のオプティカルフロー（背景フロー）の影響を排除する必要がある。そのために、操舵角や自車速度に基づいて計算される自車両の動きから背景の動きを推定し、検出されたオプティカルフローから背景フローを差し引く演算を行う。このようにして移動物のみを特定し、その後検出された移動物をトラッキング処理する。

図8に、トップビューを用いた移動物検知の例を示す。この例では自車両が止まった状態で、その周辺を人が歩いている状況である。矢印が観測されたオプティカルフローを示す。このように自車両が止まっている場合は、容易に移動物を認識することができる。

図9に、リヤビューモニターを用いた移動物検知の例を示す。この例では、自車両はハンドルを切りながら後退し、その後方には2人の歩行者と、駐車車両が停車しているという状況である。自車両が動いているためにフローは歩行者と駐車車両ともに観測される。しかし車両の動きから背景の動きを推定することで、システムは移動物のみを認識することができる。

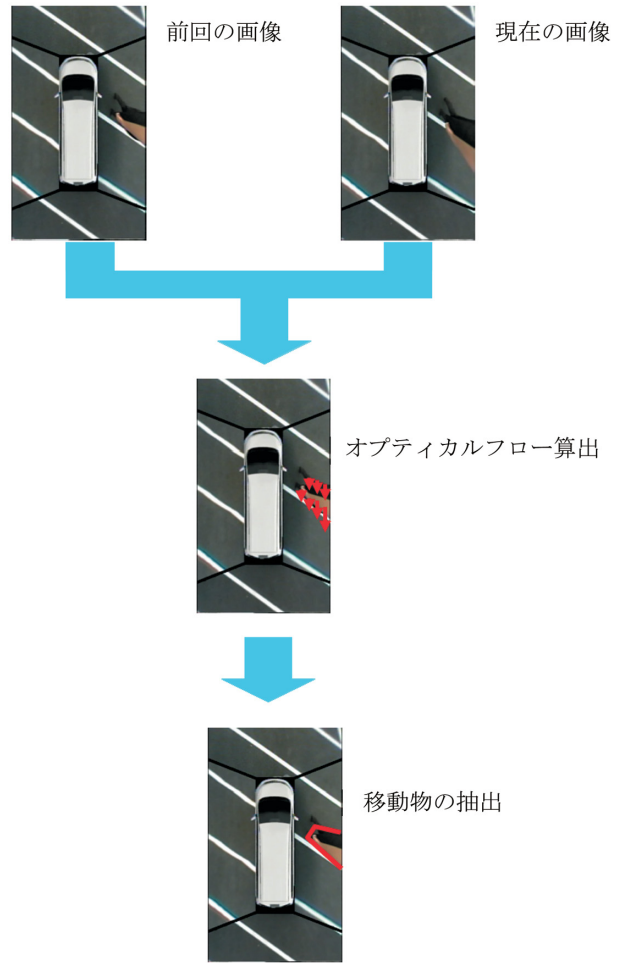


図-8 トップビューにおける移動物検知
Fig. 8 Moving object detection function based on top view

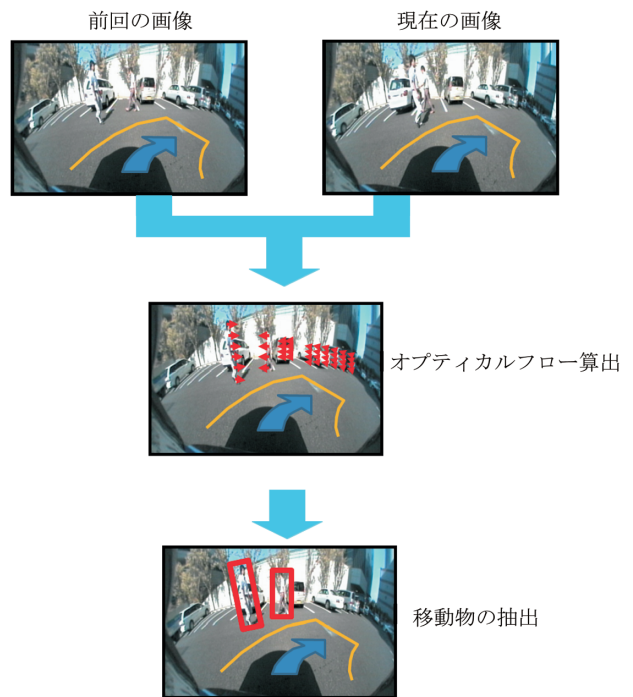


図-9 リヤビューにおける移動物検知
Fig. 9 Moving object detection function based on rear view

抽出された移動物の中からドライバーに報知する移動物を選別するために、いくつかのパラメータを設定した。以下に主なパラメータと詳細を説明する。

- a) 報知する移動物の存在するエリアの設定
- b) 報知する移動物の方向の設定
- c) 報知する移動物の形状の設定

a) 報知する移動物の存在するエリアの設定

ドライバーに報知する移動物のエリアを設定する。例えば、図10のように俯瞰した場合に長方形になるように設定する。処理画像は俯瞰されておらず、ゆがみを持っているために、カメラの設置位置、設置角度、レンズゆがみから、図11に示すようにエリアを変換して使用する。

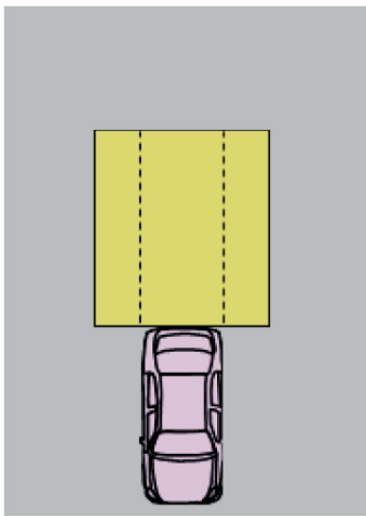


図-10 検知エリア
Fig. 10 Detection area

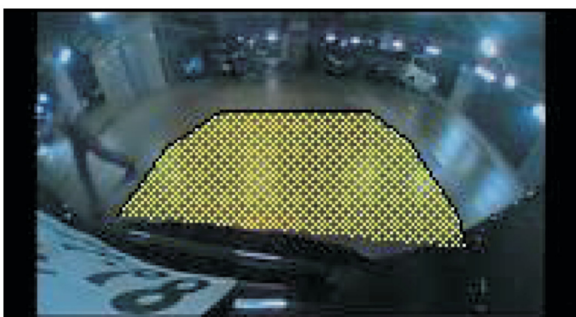


図-11 リヤビューにおける検知エリア
Fig. 11 Detection area based on rear view

b) 報知する移動物の方向の設定

ドライバーに報知する移動物の方向を設定する。例えば、車両後方の車幅内にある移動物に対しては移動方向によらず報知するものとし、車幅の外にある移動物に対しては車両外側へ移動する移動物には報知しないが、車両内側へ移動する移動物は報知するものとする。つまり図12に示すようにA、Cに対しては報知し、Bに対しては報知し

ないものとする。このエリアに関してa)と同様に、エリアを変換して使用する必要がある。

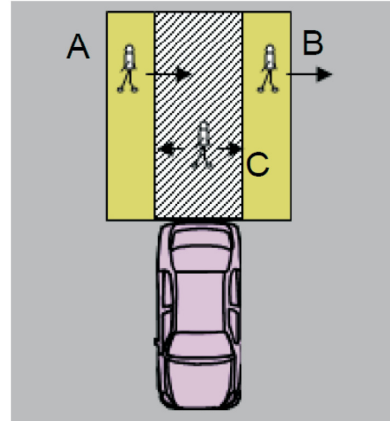


図-12 移動物の移動方向
Fig. 12 Direction of moving objects

c) 報知する移動物の形状の設定

ドライバーに報知する移動物の形状（サイズ、角度）を設定する。カメラに映る物体は遠方では小さく、近傍では大きくなる。また、カメラとの相対位置、設置角度、レンズのゆがみから、垂直な立体物も傾いて映る。同じ移動物が別々の場所に映っている例を図13に示す。カメラに近いAは大きく映り、カメラから遠いBは小さく映る。また画面の中央付近（カメラの正面）にいるAは垂直に映り、画面の端付近にいるBは斜めに映る。このように同じ移動物でも映像上に映る位置によってサイズ、角度が異なるため、報知する移動物を決めるにはこれらを考慮してパラメータを設定する必要がある。

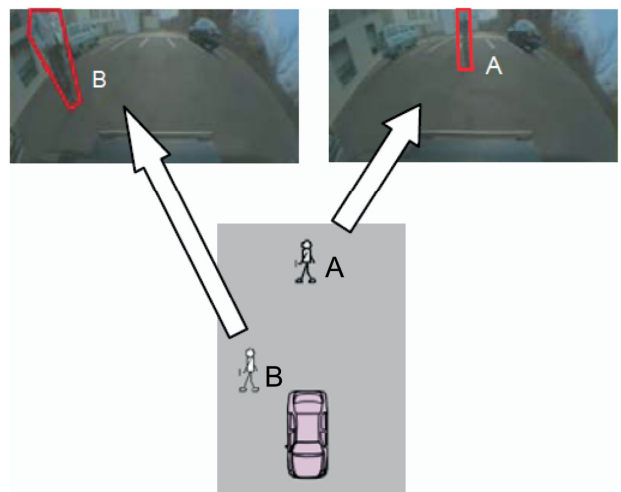


図-13 移動物のサイズと角度
Fig. 13 Size and slant of moving objects

5. 評価

本機能はアラウンドビューモニターで得られた画像に画像処理を付加することで実現している。アラウンドビューモニターは駐車時の運転支援を行うものであり、駐車操作時のシーンにおいて動作の確認を行った。

図14は、具体的なテストシーンの一例として、自車両が停止している状態で、自車両後方2mの位置を歩行者が横切るシーンを示す。これは、駐車場に前向きで車を駐車しており、そこから後退で駐車スペースから出るといった、日常生活でよく見られるシーンを想定したテストシーンである。

図15には、図14に示したシーンでの動作確認結果を示す。画像中央のラインは自車両からの距離を示しており、赤が0.5m、黄色が1m、緑が2mの位置を示す。移動物を検知した場合に画面全体にオーバーレイする黄色枠が表示され、自車両の後方約2mの位置を横切る歩行者を検知できていることがわかる。

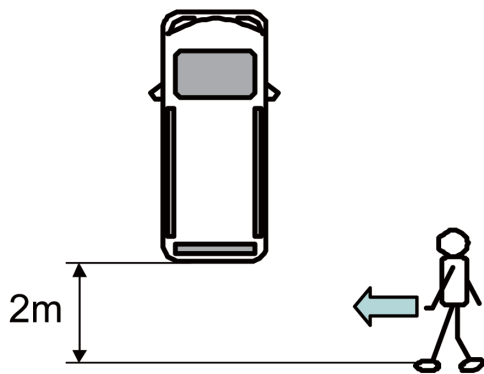


図-14 評価例
Fig. 14 Example of evaluation

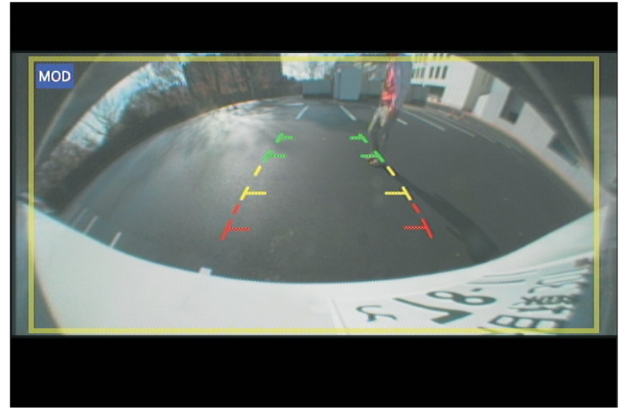


図-15 テスト結果
Fig. 15 Result of evaluation

6. おわりに

既存のカメラシステムを利用して、画像処理のみを追加することで移動物検知機能を実現した。また、利用するカメラシステムとして、車両の前後左右に取り付けたカメラを用いたアラウンドビューモニターを使用することにより、自車両周囲全体に対して移動物を検知することができる。

従来のカメラ機能は、撮像した映像をドライバーに提示するのみにとどまっていた。今回開発した技術は、従来のカメラに画像処理ソフトのみを追加することで実現でき、カメラの今後の機能拡張の方向性を示すものと考えている。

7. 参考文献

- 1) S. Chinomi et al. : Optimization of All-around View Image Quality and Camera Calibration Method, SAE Int. J. Passeng. Cars - Electron. Electr. Syst. 1 (1) : 269-274, 2009, doi : 10.4271/2008-01-0665

■ 著 者 ■



田 中 大 介 作 井 寛 史 奥 田 恭 弘

リヤカメラを用いたITS 警報システム (BSW) の開発

Development of ITS Warning System based on Back-up Camera Images

深田 修*
Osamu Fukata

早川 泰久*
Yasuhisa Hayakawa

西田 雪徳**
Yukinori Nishida

毛塚 実***
Minoru Kezuka

抄 録 リヤビューカメラの普及に伴い、リヤビューカメラを利用した安全運転支援システムのためのセンシング技術が着目されている。こうした背景から、日産ではリヤビューカメラをセンサとして利用した警報システムとして、死角検出警報 (BSW)、車線逸脱警報 (LDW)、移動物検知機能 (MOD) を開発した。本報ではこれら三つのうち BSW に関して報告する。

Summary With the popularization of back-up cameras, attention is being focused on sensing techniques for safe driving support systems that use these cameras. Against this background, we developed alert systems that employ back-up cameras as a sensor; specifically these are Blind Spot Warning system, Lane Departure Warning system, and Moving Object Detection function. This article reports on Blind Spot Warning system.

Key words : Safety, driver support, image processing, vehicle detection, ITS

1. はじめに

近年、日本ではリヤビューカメラを搭載した車両が一般的になってきている。また、米国では米国運輸省道路交通安全局 (NHTSA) が全車両にリヤビューカメラの搭載を義務化する規制案を提案している。これに伴い、急速にリヤビューカメラの利用が拡大することが予想される。

一方、安全運転支援システムのためのセンシング技術は多くの研究がなされており、自動車メーカー及び部品メーカーによって様々なアプリケーションが開発されている。

そこで、日産自動車ではリヤビューカメラをセンサとして利用した警報システムとして、死角検出警報システム (BSW: ブラインドスポットワーニング)、車線逸脱警報システム (LDW: レーンデパーチャーワーニング)、移動物検知機能 (MOD: ムービングオブジェクトディテクション) を開発した。本報ではこれら三つのうち BSW に関して報告する。

リヤビューカメラを搭載する車両の後端は左右の後側方が見渡せることから、検知対象を画像内に収めることができる一方、現在実用化されている多くの前方カメラによるセンシングシステムのように車室内に搭載することができないため、夜間の光量の不足や雨滴や汚れの付着といった問題が発生する。

本報では夜間の光量不足を補うための周辺車両のヘッドライトを利用した方法と、雨滴や汚れといった異物がレンズに付着した場合の外乱による車両誤検出の除去方法について取り上げる。具体的には、ベースとなる検知手法

に加えて、実走行環境において実用的な性能を実現するために構築した方法論と、その結果について紹介する。

2. システム概要

2.1 機能概要

図1に本システムの構成を示す。本システムはリヤビューカメラ、警報用インジケータ、警報用ブザーから構成されている。リヤビューカメラの映像から検出エリア内に車両が存在していることを検出すると、ピラーに取付けたインジケータが点灯する。さらに車両を検出中にターンシグナルを作動させると、インジケータの点滅と音によりドライバに報知する。



図-1 システム構成
Fig. 1 System configuration

2.2 車両検出処理フロー

単一のカメラを使った障害物検出の手法は、一般的に外観ベースとジオメトリベースの二つのタイプに分けるこ

*IT&ITS開発部 **実験試作部 ***実験技術開発部

とができる。外観ベースの手法は、画像エッジの特徴を用いるものであり、テンプレートマッチング法やHOG (Histograms of Oriented Gradients) 特徴量を用いたニューラルネットワークなど多くの方法が報告されている。遠方の車両の外観はあまり変化しないので、遠方車両の認識には適している。しかしながら、本システムでは近距離車両を認識するため、車両の外観が大幅にゆがむので、外観ベースの手法は適用が困難である。

一方、ジオメトリベースの手法の多くは、画像の時間差分を用いており、オプティカルフローを利用している。オプティカルフローは、最も一般的な幾何学的な特徴の一つである¹⁾。しかし、オプティカルフローの計算は一般的に時間がかかり、リアルタイムオンボードシステム用には実用的ではない。

処理時間のかからないジオメトリベースの手法として、時刻 t と時刻 $t-1$ の二つの連続する画像において、時刻 $t-1$ の画像に対し、車両の移動距離に基づいて時刻 t での予測画像を生成し、実際に観測した時刻 t の画像と予測画像を比較することによって、差分画像を生成する手法がある²⁾。これは明示的にオプティカルフローの計算を必要としないので、高速処理が可能である。このとき俯瞰(ふかん)画像を用い、車両の移動距離分、水平移動することで簡単に予測画像を生成することが可能である。そこで、本システムではジオメトリベースを基本とし、補助的に外観ベースを用いるアプローチを採用した。

本システムは障害物検出部、対象物の速度推定部、エッジ検出部、付着物判定部、車両検出部から成り、図2に示すリヤビューカメラ映像の俯瞰変換画像と車両速度から車両検出を行う。次章で認識メカニズムの詳細を説明する。

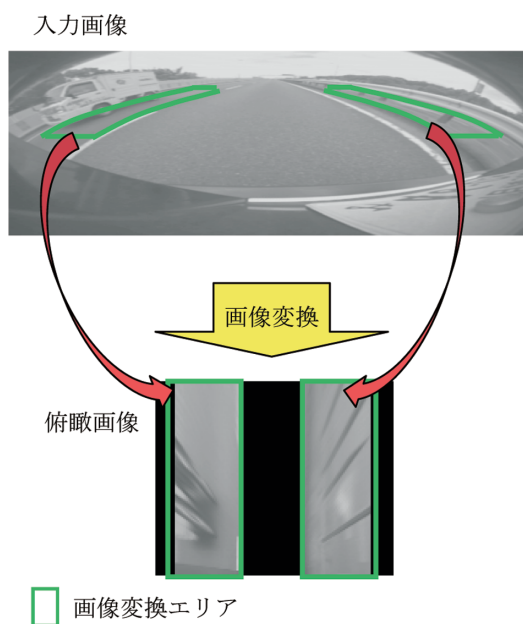


図-2 俯瞰変換
Fig. 2 Image transform to top view

3. 車両認識処理の概要

3.1 障害物検出

路面が完全に平面であり、カメラの向きが変化しないと仮定すると、俯瞰画像では路面上を走行する車両の運動による変化は、二つの連続したフレーム間の移動距離に対応している。したがって、自車両の速度と前フレームの画像に基づいて、観察される画像を簡単に予測することができる。そこで、障害物検出部では前述の俯瞰画像を元に、図3に示すように時刻 t での観測画像と、時刻 $t-1$ での観測画像から自車両の移動量分を考慮した予測画像とを比較し、差分画像を作成する。予測画像と観測画像との差分画像において、障害物に対応する領域では、路面に対応する領域よりもはるかに大きな差分が検出される。したがって、車両や障害物は、二つの画像間の差分を検出することによって識別することができると考えられる。本システムでは俯瞰画像において、路面に対して鉛直方向のエッジがカメラの中心から放射状に投影されることから、図4に示すように、得られた差分画像をカメラ中心と処理枠の中心線を所定本数で等分した点とを結ぶ直線で小領域に分割し、各小領域での差分量をヒストグラム化する。

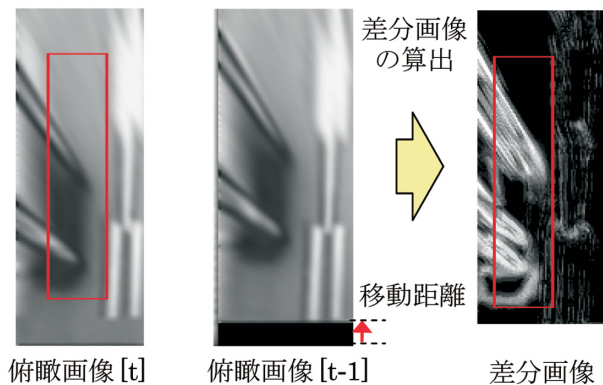


図-3 差分画像算出
Fig. 3 Calculate difference image

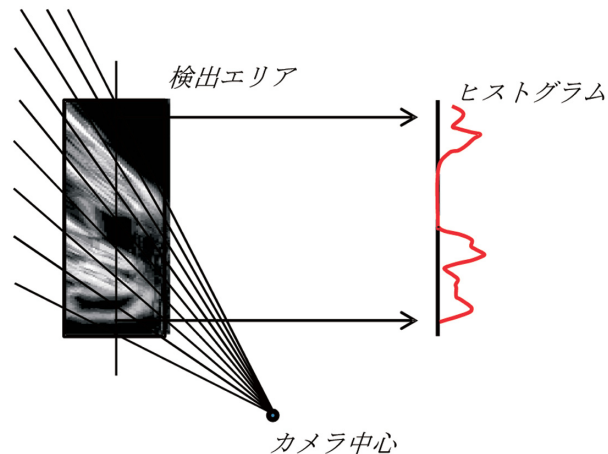


図-4 差分画像のヒストグラム
Fig. 4 Histogram of difference image

ヒストグラムの各ビンは大領域の面積で正規化した差分量の合計で構成されており、閾 (いき) 値を超えるビンの数により、障害物の有無を判定する。

3.2 対象物速度推定部

前述のヒストグラムの時間的推移は、対象車両の動きを反映しており、ヒストグラムは前項で説明した方法で生成されるので対象車両の移動によってシフトするが、ヒストグラムの形状は変化しない。したがって、自車両と対象車両の相対速度は、時刻tにおけるヒストグラムと、時刻t-1におけるヒストグラムの相互相関を求め、相互相関が最大となるシフト量 τ を式(1)により算出する。ヒストグラムのシフト量は式(1)によって求められる。

$$\tau = \arg \max_{\tau} \sum_i \{h_t(i) - \bar{h}_t\} \{h_{t-1}(i-\tau) - \bar{h}_{t-1}\} \quad \dots (1)$$

ここで、 $h_t(i)$ は時刻tにおけるヒストグラムのi番目のビンを表す。

算出された相対速度と相対速度の変化量 (相対加速度) がそれぞれ閾値以内にある場合に、車両として判定する。

3.3 エッジ検出部

3.3.1 エッジ検出処理

移動する自車両の影が路面上に投影されている場合などの平面移動物が存在する状況では、影が車両と共に移動するので、観測画像と予測画像との差分が算出される。さらに推定速度は車両とほぼ同じため、識別することが出来ない。影を検出する試みについて、いくつかの報告があるが、それらのほとんどは複雑な、時間のかかる計算を必要とする。

そこで、本システムでは、外観ベースの手法の特徴である鉛直方向のエッジ情報を使用し、影と車両の判別を行うこととした。前述のように俯瞰画像では、路面に対して鉛直方向のエッジがカメラの中心から放射状に投影されるため、俯瞰画像から放射状のエッジ成分を抽出する。

図5に示すように、カメラ中心から放射状に引いたライン上に基準点 p_i, q_i を設定し、式(2)で示すように p_i, q_i の輝度差が閾値 γ を超えている場合、スコアとしてカウントする。

$$score = \sum_{i=1, \dots, N} d(p_i, q_i)$$

$$d(p_i, q_i) = \begin{cases} 1 & |I(p_i) - I(q_i)| \geq \gamma \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad \dots (2)$$

ここで、 $I(p_i), I(q_i)$ はそれぞれ p_i, q_i での輝度値とする。

図5のように、車両に対してはタイヤ、ホイール周りや車両端部にエッジが検出されるが、影に対してはエッジが検出されず、影と車両とを識別することが可能である。

さらに、閾値 γ を超えた p_i, q_i での明暗とその前に閾値 γ を超えた p_j, q_j での明暗の関係が逆転している状況、すなわち

$$(I(p_i) - I(q_i))(I(p_j) - I(q_j)) \leq 0 \quad \dots (3)$$

となった回数を反転回数と定義し、反転回数をカウントする。

反転回数は路外物、特に草などの複雑なテクスチャの物体では多くなる傾向があるため、それらの外乱によってエッジが検出されることを防ぐためと、後述のレンズに付着した雨滴や汚れなどの除去に用いる。

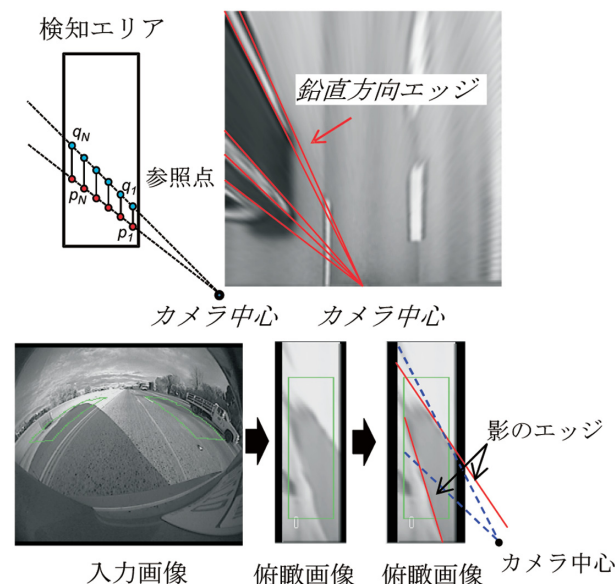


図-5 エッジ検出
Fig. 5 Edge detection

3.3.2 夜間低照度におけるエッジ検出

リヤビューカメラを使用した場合、前方カメラと異なり自車両のヘッドライトの光が無く、図6のように夜間や街灯のない道路を走行するような低照度の状況ではコントラストが低く、対象車両の車体でのエッジ検出が困難になる。対象車両のエッジを検出するためには、前述のエッジ判定閾値 γ を小さく設定すればよいが、閾値を小さくすると、外乱による誤検出が多くなってしまう。

そこで本システムでは、図7に示すようにヘッドライトと思われる光源を検出し、ヘッドライト後方には車両があると仮定できるので、車体が存在する可能性が高い領域のエッジ判定閾値を下げ、エッジ検出をしやすくする。

まず、入力画像から高輝度の領域を抽出し、光源を検出する。検出された光源を俯瞰画像上に投影する。前述のように、路面に鉛直なエッジは俯瞰画像上ではカメラ中心から放射状になるので、投影した光源とカメラ中心とを

結ぶ線と、検出枠の中心との交点を対象車両のヘッドライト位置と仮定し、その後方の領域のエッジ判定閾値を下げることで、対象車両の車体部分でのエッジ検出感度を上昇させ、低照度環境でのコントラスト低下状況にて、安定的に対象車両のエッジを検出できるようにする。エッジ判定閾値を下げる領域をヘッドライト後方の所定範囲に限定することにより、低照度による低コントラスト時の車体部分のエッジ検出と外乱による誤検出の抑制を両立させることができる。

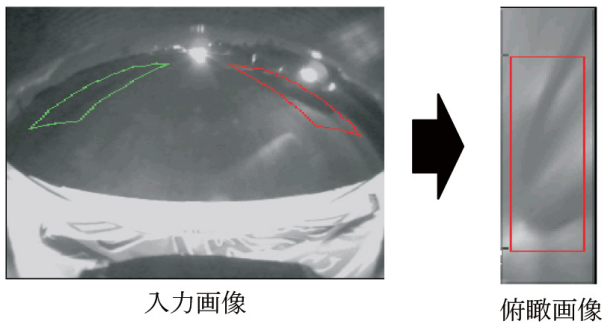


図-6 低コントラスト時映像
Fig. 6 Top view at low contrast condition

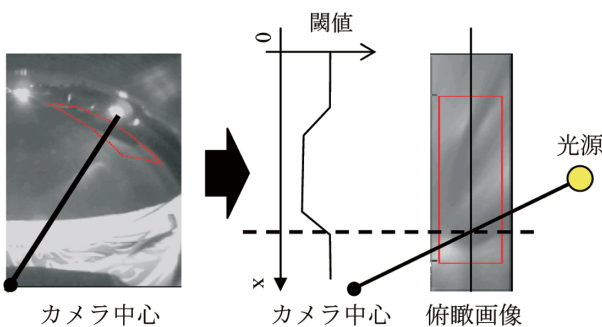


図-7 光源検知によるエッジ閾値補正
Fig. 7 Adjust threshold by light source detection

3.4 付着物判定部

リヤビューカメラは車室外に搭載されているため、雨滴や汚れなどの異物がレンズに付着しやすい。図8に異物が付着したレンズ状態での一例を示す。検出枠内に異物が付着した場合、自車両と共に移動するので差分が検出され、移動速度も自車両と同様となる。さらに異物の付着量、位置によってはエッジも検出されてしまい、車両として誤検出してしまふ。レンズに付着した異物を検出する方法はいくつか報告されているが、それらのほとんどは複雑な、時間のかかる計算を必要とする。

そこで本システムでは、対象車両の判定に用いている特徴量を利用することで、簡易的に異物付着状態を検出し、誤検出の抑制を行う。

前述のように、レンズに付着した物体は自車両と共に移動するので、相対速度はほぼ0になる。そのため、相対速度が0付近で長時間継続した場合、異物が付着している可

能性があると判断する。

また、異物が付着している場合、異物付着部分は常に同様の外観となる。したがって、前項で算出したエッジ特徴量である、スコアと反転回数がほぼ同様の値となる。すなわち、スコアと反転回数が長時間変動しないエッジは異物付着によるエッジと判断することができ、エッジ検出から除外する。

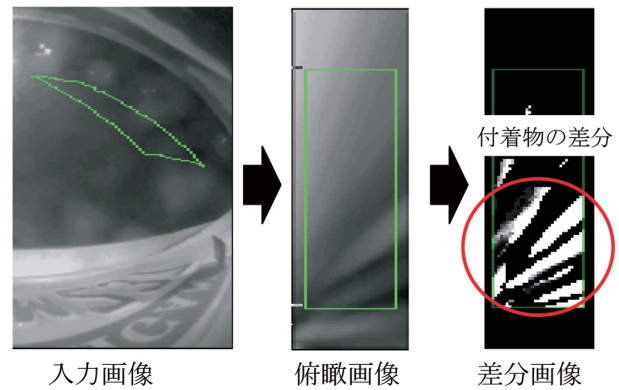


図-8 異物付着による差分
Fig. 8 Difference image with residue

3.5 対象車両検出部

対象車両検出部では、前述の障害物検出部、対象車両速度推定部、エッジ検出部、付着物判定部、及び前回の車両検知状態に基づいて対象車両の有無を判定する。これらの五つの要素は、独立して対象車両が存在している確率に寄与することが無いことを前提として、本システムでは単純ベイズ分類器を使用した判定を行った。

単純ベイズに基づいた意思決定ルールは式(4)で与えられる。O、V、E、F、Pはそれぞれ、障害物検結果、推定車速判定結果、エッジ検出結果、付着物判定結果、前回の車両検知結果を表している。

$$\begin{aligned} & \text{classify}(O, V, E, F, P) \\ & = \arg \max_c P(O|C)P(V|C)P(E|C)P(F|C)P(P|C)P(C) \end{aligned} \quad \dots (4)$$

さらに、出力にはチャタリングを防止するために、ヒステリシスを設けている。

4. 効果検証

4.1 実験条件

夜間低照度でのエッジ検出対策と付着物対策の効果検証を行うため、同一のデータに関して、各対策の有無による検出結果の比較を行った。

4.2 評価結果

図9、図10にそれぞれ夜間の低コントラスト状態、異物付着状態での対策の有無によるエッジ検出結果を示す。図

に示すエッジ結果は、前述のエッジスコアが所定値を超えて、かつ反転回数が所定範囲となるエッジから、付着物判定により付着物のエッジとして判定されたエッジを減算したエッジの本数を示している。

夜間の低コントラスト状態において、対策無しでは車両のエッジが検出できていないのに対し、対策により車両のエッジが検出できていることが分かる。

また、異物付着状態では、対策無しでは汚れによるエッジが多数検出され、閾値を超えて誤検出しているのに対し、対策によって汚れによるエッジが抑制され、誤検出が無くなっていることが分かる。一方で、汚れによる対策有りでも車両によるエッジは検出できており、汚れの抑制に

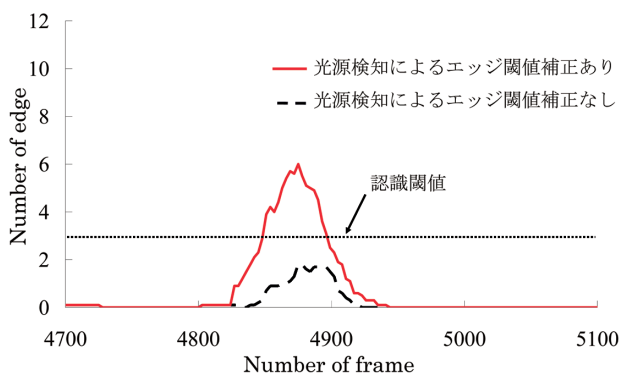


図-9 光源検知によるエッジ閾値補正効果

Fig. 9 Effect of adjusting threshold by light source detection

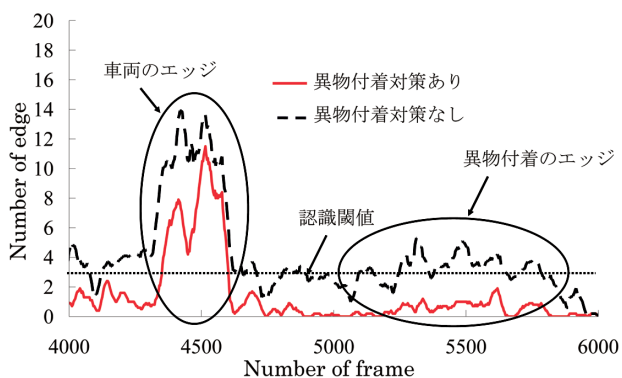


図-10 異物付着対策効果

Fig. 10 Effect of countermeasure of residue

よる車両検知への影響が少ないことが分かる。

これらのことから、本システムが対策により実走行環境において実用的な性能が確保できたことが示された。

5. おわりに

本報では、車載リヤビューカメラからの映像を基に、俯瞰画像の差分による後側方車両の検出方法をベースとした実用性能を確保するための方法論、及び実走行環境での評価を行った結果について取り上げた。以下にまとめる。

- 俯瞰変換の予測画像と観測画像の差分を取ることで、処理負荷を軽減しつつ、検知性能を確保することを可能とした。
- 鉛直エッジを利用することにより、影などの平面移動物体と、車両との識別性能を向上した。
- 画像差分及び鉛直エッジに基づいた処理に対して、光源検知の組み合わせにより、路面やレンズ状況の変化を受けやすい夜間においても、安定的なエッジの検出と誤検知の抑制を両立する手法を提案した。
- 付着物の判定により、レンズに雨滴や汚れなどの異物が付着した場合の誤検出低減手法を提案した。
- 本システムの検証を行った結果、提案した手法の有効性が示され、実走行環境において実用的な性能が確保できていることが確認された。

6. 参考文献

- 1) W. Enkelmann : "Obstacle Detection by Evaluation of Optical Flow Fields from Image Sequences", Image and Vision Computing, Vol. 9, No. 3, pp. 160-168 (1991)
- 2) P. H. Batavia et al. : "Overtaking Vehicle Detection Using Implicit Optical Flow, Proc. of the IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, pp. 729-734 (1997)

■ 著 者 ■



深田 修



早川 泰久



西田 雪徳



毛塚 実

高速道路での逆走報知システムに関する技術開発

Development of Wrong-Way Driving Notification System for Expressways

香西 秋彦*
Akihiko Kouzai

葛西 肇*
Hajime Kasai

抄 録 近年国内にて高齢者を中心とした逆走事故が発生している。特に高速道路での逆走事故は相対速度が高いため死亡事故へつながるケースが多い。本稿では日産自動車が開発したナビゲーションシステムを利用した高速道路での逆走報知システムについて述べる。高速道路での逆走事故の状況、逆走事故事例の分析結果、その結果に基づく逆走システムを解説する。

Summary Recently a spate of wrong-way driving accidents caused primarily by elderly drivers has come to light in Japan. Wrong-way driving on expressways, in particular, leads to fatal accidents because of the high speeds involved. This article describes a system developed by Nissan that provides notification of wrong-way driving. It first describes recent circumstances surrounding wrong-way driving accidents on expressways and an analysis of these accidents, and then provides details on the wrong-way driving notification system.

Key words : Electronics, Safety, navigation, wrong way going, highway

1. はじめに

現在世界各地に高速道路が敷設されており、高速道路は経済性、利便性など多様な役割を持って我々の生活を支えている。

その高速道路において逆走事故が発生しており、全国で1日数件程度と全事故総数から見ると少ない割合である。しかし高速道路での逆走事故は相対速度が高いため死亡事故の割合が高く、主幹高速道路での交通事故は人命損失という観点だけでなく、渋滞発生による経済損失・環境負荷という側面も持っている。

これらの逆走事故に対して日本国内の高速道路管理会社では、主に道路インフラ面から様々な事故防止施策を実施しており、一定の成果を上げている。しかし道路インフラからの対策だけではなく、車両側での事故防止対策も実施することでより多くの逆走事故を防止することが可能になるため、日産自動車においては逆走報知システムの開発に取り組むこととし、既に車両に搭載されているナビゲーションシステムを利用するものとした。ナビゲーションのソフトウェアに逆走報知機能を追加することで、ナビゲーションに搭載されている高精度センサ（GPS、ジャイロ）、高速なCPU、液晶モニタ、音響を利用可能になり、最小限のコストアップで、逆走の検出を実現した。

本稿では日産自動車が開発したナビゲーションシステムを使った逆走報知システムを紹介する。

2. 逆走事故の分析

システムを検討するにあたり、現状発生している事故の状況を調査・分析した。高速道路での逆走事故は近年微減少傾向ではあるものの、西日本高速道路株式会社（以下NEXCO西）管轄だけでも年間約400件の逆走事案が発生しており、全国での換算では1日に3～5件程度の逆走事案が高速道路で発生していると推測される。

2.1 逆走事故と年齢の相関

逆走事故の加害者と年齢の相関は高く、NEXCO西管轄内で実際に逆走をしたドライバーの年齢の割合は約半数が65歳以上の高齢ドライバーであった（図1）。高齢になるに

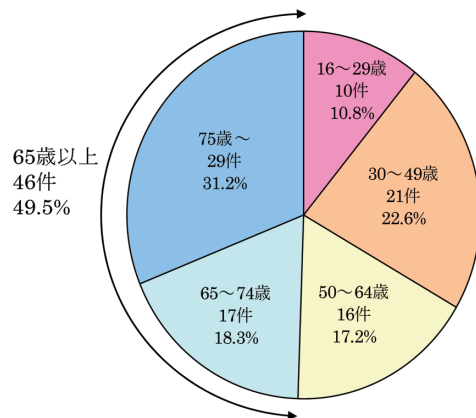


図-1 逆走ドライバーの年齢構成¹⁾
Fig. 1 Age composition of wrong-way going driver

*IT&ITS開発部

つれて認知・判断能力が低下してゆくため、高齢ドライバーの中には逆走中にも高速道路を走行している認識がなく、対面通行の道路と誤認識して走行している事例が散見された。一方で高齢者以外の壮年層と若年層でも逆走事案は発生しており、高齢者を中心として全年齢にて発生していると言える。

2.2 逆走開始場所

逆走事故防止システムを検討する上で、逆走の発生箇所を的確に察知することは重要な課題となる。図2はNEXCO西の事故レポート5年間分の中から、逆走発生箇所が判明している69件の内訳を示している。インターチェンジ（以下IC）での発生率が最も高く、次いで高速道路本線、サービスエリア・パーキングエリア（以下SA・PA）、高速道路分岐点（以下JCT）となっている。

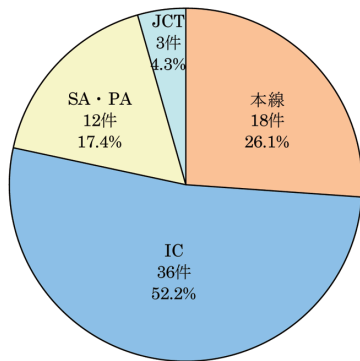


図-2 高速道路での逆走発生地点¹⁾

Fig. 2 Occurrence point of wrong-way going at expressways

次に図3はNEXCO西の事故レポート5年間分の中から最も逆走発生地点の多いICでの発生箇所詳細を示している。これによると、本線への導入路での鋭角ターンが多いことが見て取れ、また高速道路退出時の料金所手前でのUターンも多い。これらはICの乗り過ごしによる引き返しを試みたためと想定される。

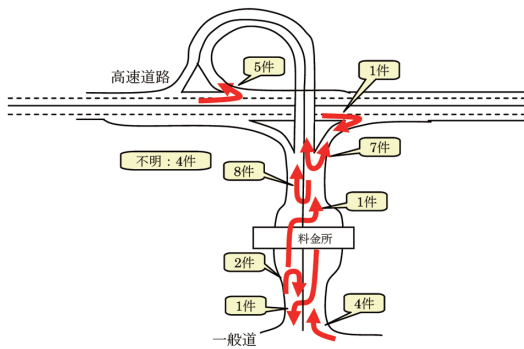


図-3 ICでの逆走発生地点¹⁾

Fig. 3 Occurrence point of wrong-way going at IC

3. 逆走検出口ジックの開発

3.1 逆走検出口ジック

逆走を検出する基本的なロジックの流れは下記になる(図4)。

- ①高速道路を走行中に自車両前方の分岐点を探索
- ②分岐点が存在する時は、その分岐点の各方向に逆走検出エリアを設定
- ③当該エリアの順方向での通過を検出
- ④順方向通過後にさらに逆方向で走行した際に、逆走をしていると判断
- ⑤ドライバーへの報知を実施

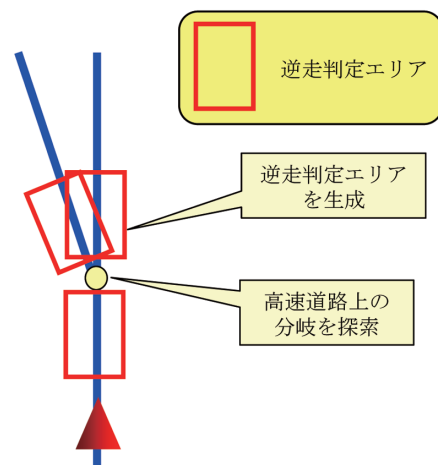


図-4 逆走検出エリア生成ロジック

Fig. 4 Logic of wrong-way going detection

本システムでは逆走判定を行う道路を高速道路に限定している。高速道路の形状の多くは数種の定型形状で建設されているおり、定型形状であれば検出口ジックを確立しやすく、実用的なレベルの検出が可能と判断したためである。一般道まで本システムを適用することは、技術的な観点から難易度が高いと言える。また前述のとおり、高速道路は一般道に比して相対速度が高いため重大事故へつながる確率が高く、システム投入時の効果が高いことにも着目した。

次に本ロジックでは、高速道路の分岐点に着目して逆走を検出している。これは、図2によると高速道路での逆走事案の約75%はIC、SA・PA、JCTで発生しており、これらにはすべて分岐点が含まれていること、また図3からも分岐点または分岐点付近で逆走が発生しているケースが多いことによる。

また、分岐点で検出し報知することにより、高速道路本線上に至る前に未然に防ぐ効果も高いため、分岐点での検出とした(図5)。

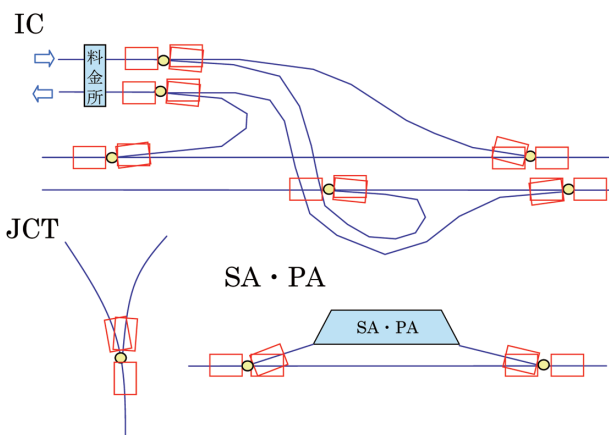


図-5 IC、JCT、SA・PAでの逆走報知エリア設定例
 Fig. 5 Introduction examples of wrong-way going detection at IC, JCT and SA/PA

3.2 自車両位置のハイブリッド測位

ここでは本システムで使用した自車両の位置測位手法を説明する。まず一般的なナビゲーションの自車両位置決定手法はGPSセンサ測定値、及び車速値、ジャイロセンサ測定値から位置を仮決定し、その後マップマッチング処理を行い、最終的に自車両位置を決定している。このマップマッチング処理はナビゲーションに内蔵されている地図情報の一方通行方向に沿う形で決定されている。言い換えれば、一般的なナビゲーションの自車両位置は搭載されている車両が逆走をしないことを前提に設計されているため、本システムに一般的なナビゲーションの位置決定手法をそのまま採用することはできない。

つまり上記マップマッチングを利用した位置情報だけでは逆走を検出できないため、最終的な逆走の有無判断にはGPSセンサの測定値をそのまま利用することとした。た

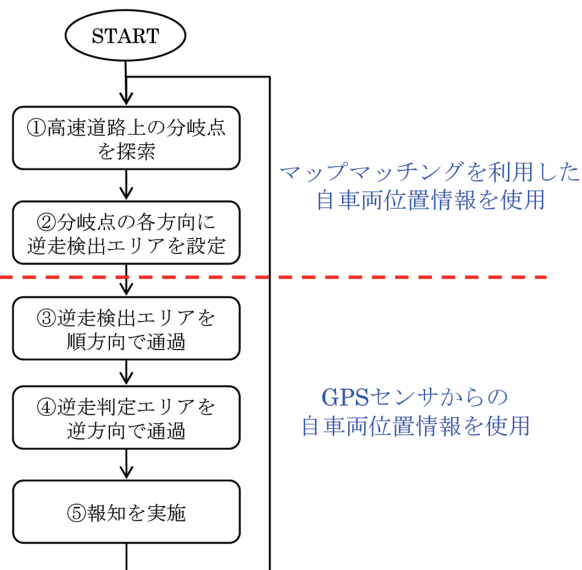


図-6 自車両位置情報の使用区分
 Fig. 6 Classification of vehicle position usage

だし前述したとおり、逆走事故は分岐点で多く発生しており、自車両周辺の情報を正確に把握することは必須である。よって逆走判定エリアを生成する際の位置情報にはマップマッチングを利用した位置情報を使用し、逆走判定エリア生成後はGPSセンサの生値を利用する自車両位置のハイブリッド測位手法を開発した。ハイブリッド測位手法における自車両位置情報の使用区分を図6に示す。

3.3 誤検知対策

3.3.1 GPSゆらぎへの対策

本システムではGPSセンサからの出力値をそのまま使用するため、GPSセンサ出力値のゆらぎ対策が必要になってくる。GPSセンサ出力値のゆらぎとは、GPSセンサは衛星からの信号を受信して位置を決定しているが、地球の電離層や大気中の水蒸気により電波の伝播速度に変化が発生し位置測位に誤差が生じることである。この誤差によって車両が停止している時にGPSセンサ出力値が前後左右に微小ながら移動し、微小距離ではあるが逆走状態が発生してしまう。つまり渋滞などにより逆走検出エリア上で停止した場合に、誤報知が発生する。

本誤報知への対策としては、逆走判定エリア生成直後は逆走検出を行わず逆走判定エリアを非アクティブ状態とし、生成後一度順方向に通過を検出することで当該エリアをアクティブ状態とする。アクティブ状態になった当該エリアを逆走方向に走行すると、逆走していると判断する手法とし、本問題を解決した(図7)。

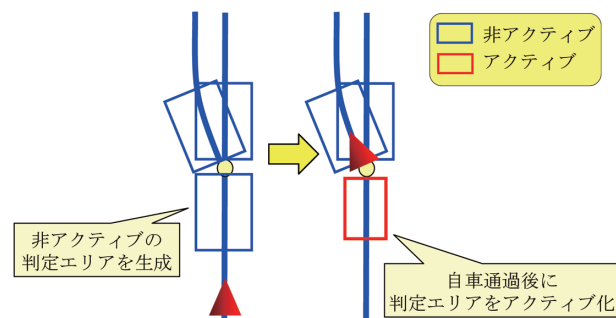


図-7 GPS センサ値揺らぎへの対策
 Fig. 7 Countermeasure for GPS fluctuation

3.3.2 高速道路退出後の一般道での誤報知防止

前述のとおり、本システムは高速道路を検出対象としているため、高速道路を退出後に高速道路上で生成した逆走判定エリアが生成されたままであると、高速退出後の一般道走行中に当該逆走判定エリア付近にて誤検出が発生することがある。本誤報知への対策として、高速道路料金所を通過、もしくは高速道路と一般道の接続点を通過したことを検出すると、全ての逆走判定エリアを消去する手法を採用した。本採用により、高速道路退出後の一般道走行中は逆走判定エリアが存在しないことになる。

3.3.3 様々な道路形状への対応

高速道路の道路線形を調査すると、大多数は定型形状であるが、中には例外形状が存在している。これら例外形状は特異な地勢の土地や大都市の狭小地での道路建設など理由はさまざまであるが、前述してきた分岐点の各方向への逆走判定エリア生成手法では誤検知が発生する形状が存在する。

これらの例外形状に対応するために、逆走判定エリアの生成時に順走路が逆走判定エリア内に存在する場合は逆走判定エリアを生成しない手法を採用した(図8)。

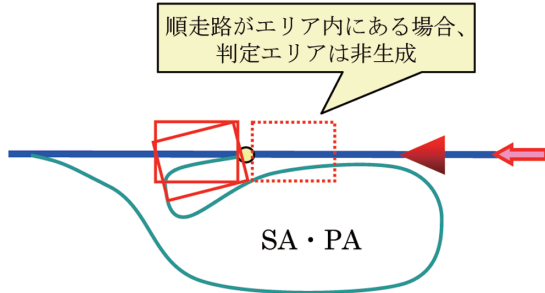


図-8 例外形状への対策
Fig. 8 Countermeasure for exceptional road shape

3.4 ヒューマンマシンインターフェース (HMI)

自車両の逆走を検出後に、ドライバーへ逆走している事実を伝達する手段がヒューマンマシンインターフェース(以下HMI)である。前述したとおり、高齢ドライバーの逆走事故が大半を占めているため、高齢ドライバーでもわかりやすいHMIを設計する必要がある。具体的にはナビゲーション液晶画面への表示(図9)と、音響を利用した音声発話を実施することとした。画面表示では見たときに瞬時



図-9 逆走報知中のナビゲーションモニタ画像
Fig. 9 Image of wrong-way going information

に逆走している事実が判断できることが重要であり、音声発話は必要最小限の内容を発話し、ドライバーがナビゲーションのボタンを操作して音声発話を取り消すまで繰り返し発話することとした。

4. 結 論

ナビゲーションシステムを利用した高速道路での逆走報知システムを開発した。本システムは追加機器なしにナビゲーションのソフトウェアに機能追加することによって実現した。

本システムを開発するに当たりご協力いただいた社内・社外の関係者の方々のご努力とご協力に感謝の意を表する。

5. 参 考 文 献

- 1) 西日本高速道路株式会社：高速道路における逆走事故とその対策について(2010)

■ 著 者 ■



香 西 秋 彦



葛 西 肇

エルグランド～衝突安全性能開発の取り組みと新JNCAP初の5★受賞

ELGRAND - Development of Passive Safety Performance and Receipt of Five Stars under the New JNCAP Rating

| | | | |
|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 松永 強* Tsuyoshi Matsunaga | 神谷 智英** Tomohide Kamiya | 尾崎 龍哉* Tatsuya Ozaki | 平井 亨*** Toru Hirai |
| 出口 貴嗣**** Takashi Deguchi | 牧田 匡史***** Masashi Makita | 福田 俊一***** Shunichi Fukuda | 鈴木 寿治* Toshiharu Suzuki |
| 酒井 昭人* Akito Sakai | 渡辺 洋一** Yoichi Watanabe | 奥山 浩之*** Hiroyuki Okuyama | 佐伯 秀司**** Hidetsugu Saeki |

抄 録 2011年度よりJNCAP (Japan New Car Assessment Program) のレーティングが変更され、新たに「新・安全性能総合評価」が導入された。従来の前面衝突・側面衝突時の乗員保護性能の評価に加えて、歩行者保護性能や鞭打ち（追突）に対する保護性能なども含めた評価になったため、より車両の安全性能の総合力が評価されるようになった。エルグランドは初年度に最高評価であるファイブスター（5★）を獲得し、車両の安全に対するレベルの高さを証明した（初年度の5★獲得車は3台のみ）。今回、JNCAP試験項目として注目される安全性能を中心に、最近の日産車の取り組みについてエルグランドを題材として技術の概要を紹介する。

Summary The JNCAP rating was changed in FY2011 to add “new overall evaluation of safety performance.” The new overall evaluation method includes not only frontal impact and side impact, but also pedestrian protection performance and whiplash, etc. Elgrand was awarded five stars under the rating, which was the best rating of its first year. This article uses Elgrand to illustrate Nissan’s recent development of passive safety performance in its domestically produced vehicles.

Key words : Safety, crash safety, frontal impact, side impact, pedestrian protection, whiplash, seatbelt access performance

1. はじめに

世界中で年間120万人以上の人々が交通事故により命を落としている。この現実を受けて日産自動車は、「交通事故による死亡・重傷者数を実質ゼロにする」という究極の目標“Vision Zero”に向けて、「クルマ」と「人」と「社



図-1 トリプルレイヤードアプローチ
Fig. 1 Triple layered approach

図-2 セーフティ・シールド
Fig. 2 Safety shield

会（交通環境）」の3つの階層による総合的な取り組みで交通事故を低減する「トリプルレイヤードアプローチ」を推進し、「クルマが人を守る」という、より高度で積極的な安全に対する考え方「セーフティ・シールド」に基づいた技術開発を推進している（図1、図2）。

本稿では、このコンセプトの基に開発され、自動車アセスメント（JNCAP：Japan New Car Assessment Program）で最高評価を獲得したエルグランドを題材に、日産の安全技術開発について紹介する。

2. 自動車アセスメント（JNCAP）とは

自動車アセスメント（JNCAP）の目的は、自動車ユーザの安全な車選びをしやすい環境を整えるとともに、自動車メーカーのより安全な車の開発を促進することによって、安全な車を普及促進しようとするものである。

*Nissan PV 第二製品開発部 **環境・安全技術渉外部 ***Nissan PV 第一製品開発部 ****車両性能開発部 *****統合CAE部
*****車両要素技術開発部

JNCAPは、国土交通省と独立行政法人自動車事故対策機構（NASVA）によって1995年より開始され、徐々に評価項目を増やしながらか進んできた。その効果は保安基準の規制強化とも相まって、2007年までの13年間で5,103人の死者数削減効果があったと推定されている¹⁾。これは同時に、JNCAPに真摯に向き合って開発を進めてきた自動車メーカーの努力の成果とも言える。

2011年度からは新たに乗員および歩行者の交通事故実態を勘案した「新・安全性能総合評価」が導入された。2010年度までは、乗員保護のみの評価で1～6つ星（以下、★と称す）で公表されていたが、「新・安全性能総合評価」では、これまでの乗員保護性能に加えて「歩行者保護性能や鞭打ち（追突）」も含めたより総合的な評価として1～5★で結果が公表されている²⁾。また、歩行中の交通事故死者数が自動車乗車中の交通事故死者数を上回っている交通事故実態を勘案し、総合評価内で歩行者保護性能評価が約半分を占めている（図3）。

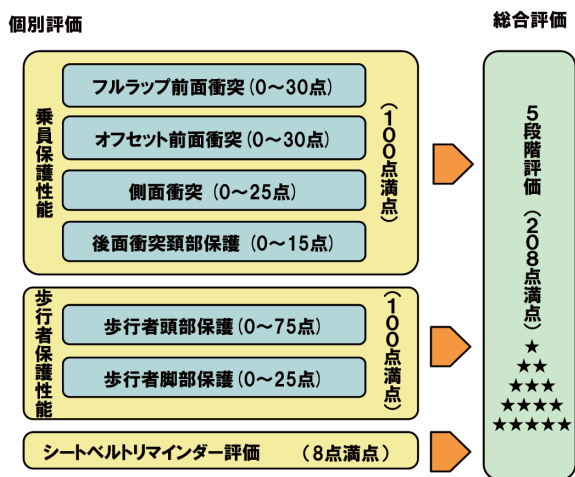


図-3 新・安全性能総合評価
Fig. 3 New overall evaluation of safety performance

3. 新しい性能要件

3.1 歩行者脚部保護性能

2011年度から頭部に加えて、脚部試験が新たに導入された。

現在欧州法規（EC 78/2009、EC 631/2009）では、歩行者脚部を模擬した脚部インパクト（以下、E-PLIと称す）を用いた試験法が採用されている。E-PLIは、膝関節を模擬した鉄プレートと、それによって連結される大腿部と脛部（スネ）を模擬する2本の鉄製の中実丸棒で構成され（図4）、脛部上部の減速度と膝部の曲げ角度および断変位で評価を行う。E-PLIでは、大腿骨と脛骨が剛体丸棒で模擬されており、骨折の評価は、脛骨上部の減速度で判定する。

一方、JNCAPでは、日本自動車工業会（JAMA）と日本自動車研究所（JARI）により開発された脚部インパク

タ（以下、Flex-PLIと称す）が採用されている。

Flex-PLIの大腿部と脛部はフレキシブルな構造を有しており、膝部には人体膝部と同様の4本の靭帯を模擬した4本のワイヤーを有している（図4）。これらによってFlex-PLIは、より人体に近い挙動を再現することが可能となった。また、脛部の骨折と靭帯損傷の発生リスクは、各々脛部の曲げモーメント、膝部のワイヤー伸び量を計測することで評価する。

現在Flex-PLIを開発した日本主導のもと、国連の衝突安全専門分科会（GRSP）にて、世界技術規則（UN-GTR）、ECE規則へのFlex-PLIの導入を審議している。2013年以降の日本法規にはすでにFlex-PLIの採用が決定されており、順次、韓国、欧州、米国などへの法規導入が計画されている。

日産では以前から、バンパ前面にエネルギー吸収パッドを装備するなど、歩行者脚部保護開発に着手してきた。エルグランドにおいては上記に加えて、バンパシステムの反力特性の最適化を行うなど、継続的な取り組みを進めることで脚部保護性能向上を図っており、JNCAPにおける高評価はその結果の一端である。

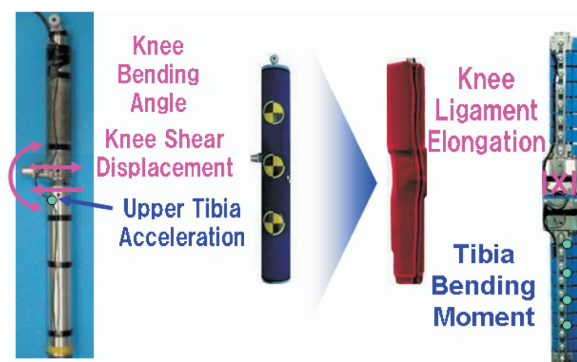


図-4 E-PLIとFLEX-PLIの構造
Fig. 4 Structure of E-PLI and FLEX-PLI

3.2 オフセット前面衝突試験（後席評価試験追加）

前面衝突では2008年より導入された後席シートベルトの着用義務化をきっかけに、後席乗員の安全性に対する関心が高まっていた³⁾。しかしながら、世界的に見ても後席乗員の安全性能評価は実施されていない状況であった。そこでJNCAPでは2009年度より、ほとんどの車両が最高評価の5★を取得していたオフセット前面衝突時の助手席男性ダミーの評価を廃止し、世界に先駆けて女性ダミーを搭載した後席乗員の保護性能評価を導入した⁴⁾。

本節では、後席評価試験導入における変更点および追加点について解説する。

3.2.1 オフセット前面衝突試験改正の概要

試験方法の主な変更内容は、これまで助手席に搭載していた成人男性サイズのHybrid III AM50ダミー（以下、AM50ダミーと称す）を廃止し、代わりに助手席側後席に

成人女性サイズのHybrid III AF05ダミー（以下、AF05ダミーと称す）を搭載することである（図5）。後席の評価ダミーとしてAF05ダミーが選択された背景は、後席乗員の国内の事故分析結果において、死亡・重傷者数が成人男性体格の乗員に比べて小柄な女性体格の乗員のほうが多いことに基づいている。

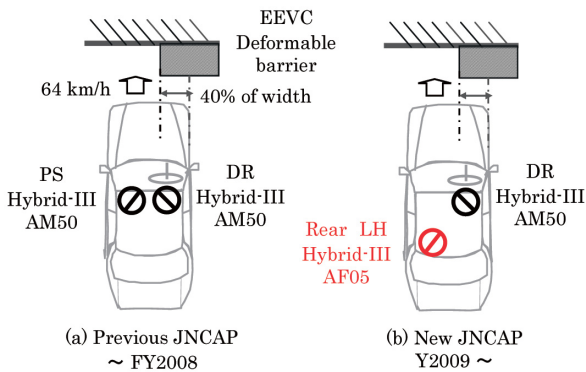


図-5 試験方法改正の概要
Fig. 5 Revision of test configuration

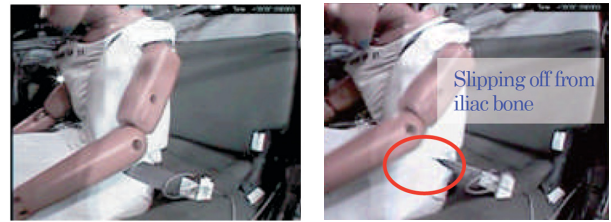
3.2.2 後席保護性能評価方法の概要

後席乗員保護性能の評価部位としては、前席に搭載されたAM50ダミーの評価と同様の頭部、頸部、胸部、大腿部に加え、新たに腹部に対する評価が追加された。各部位の傷害基準値については、米国前面衝突法規FMVSS208、および米国情報公開試験USNCAPのAF05ダミーの基準値を参考に設定された。

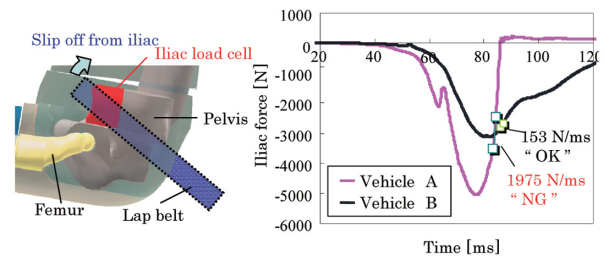
3.2.3 腹部の傷害評価（新規）

ここでは新たに追加された腹部の傷害評価について取り上げる。腹部の評価法は世界に前例がないため、日本自動車工業会と日本自動車研究所により開発された評価法が採用された。腹部の評価は、傷害基準値による評価ではなく、ラップベルトによる骨盤の拘束状態の良否をダミーの腸骨（腰骨）に取り付けられた腸骨荷重計（図6（b））の計測結果をもとに判定される。これは現在のダミーでは、腹部の傷害を直接的に評価できる計測装置が無いため、暫定的に採用された評価方法である。ラップベルトの拘束状態の判定には、左右それぞれの腸骨荷重の減少率を用い、腸骨荷重が1ミリ秒の間に1000N以上減少した場合、つまりラップベルトによる腸骨部への荷重入力が非連続的に下がった状態を、ラップベルトのずれ上がりが発生したものと判定する。図6（c）にラップベルトの腸骨部からのずれ上がり判定の一例として、Vehicle Aはベルトのずれ上がりの発生有り（NG）を、Vehicle Bはベルトのずれ上がりの発生無し（OK）の事例を示す。

腹部傷害評価であるラップベルトのずれ上がりに対しては、ベルトシステムやシートによる適切な腰部拘束が重要である。



(a) Lap belt and pelvis kinematics on board camera (Vehicle A case: slipping off from iliac bone)



(b) Pelvis and iliac load cell (c) Iliac force time history

図-6 ラップベルトの腸骨部からのずれ上がり判定
Fig. 6 Judgment for slipping off from iliac bone

3.3 鞭打ち性能（後面衝突頸部保護性能）

ヘッドレスト性能基準として静的強度要件が各国の安全法規に採用されているため、合理的な安全性能が提供されている。その上でさらなる向上を目指し、ダミーを用いた動的な評価が導入された。

3.3.1 実社会の追突事故と各頸部保護の取り組み

交通事故を事故類型で分類すると追突事故が最も多く、交通事故の約3割を占めており、そのうち約9割の運転者が軽度の頸部傷害を負っていると報告されている⁵⁾⁶⁾。この追突事故による頸部傷害は、その発生頻度と後遺障害の社会的損失との観点から諸外国においても重要な課題となっており、追突時の頸部傷害の低減を目的とした取り組みが国際的に行われている。

世界の保険会社により組織される国際鞭打ち症防止保険グループ（IIWPG：International Insurance Whiplash Prevention Group）を構成する米国道路安全保険協会（IIHS：Insurance Institute for Highway Safety）と英国保険協会（Thatcham）では2004年から、また消費者団体により設立されたEuroNCAP（European New Car Assessment Programme）では2008年より頸部傷害のアセスメントを行っている。一方、国連欧州経済委員会（ECE：Economic Commission for Europe）の自動車基準調和世界フォーラム（WP29：Working Party on the Construction of Vehicles）のGRSP（Global Road Safety Partnership）では、ヘッドレスト世界統一基準（HR-GTR：Head Restraint-Global Technical Regulation）の策定が行われている⁷⁾。

以下に2009年に独立行政法人自動車事故対策機構により導入された日本独自の評価方法の特徴を述べるとともに、各国NCAPのみならず実社会での追突事故を考慮した日産の頸部傷害低減技術の考え方を解説する。

3.3.2 日本の動的後面衝突頸部保護性能試験

日本では欧米の評価試験と同様に後面衝突評価用のBioRID II ダミー (ATD :Anthropomorphic Test Device) を搭載した車両の前席をスレッド試験機に設置し、そのスレッドを規定の速度変化(ΔV)で打ち出す(図7)。日本の自動車アセスメントの速度変化は、20km/hとしている。

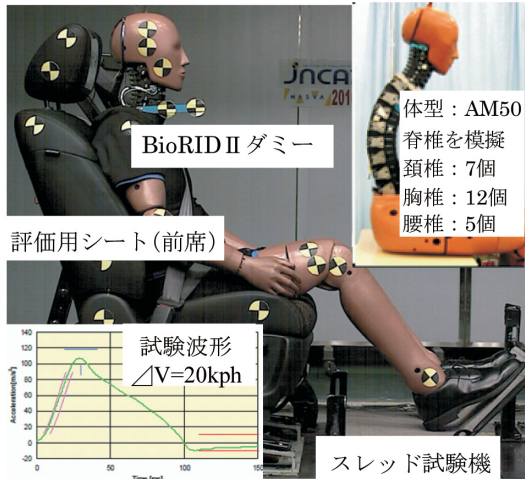


図-7 後面衝突頸部保護性能評価試験
Fig. 7 Experimental set-up for rear impact (whiplash) assessment

傷害指標は欧米の研究機関などから多々提案されており、その中から各アセスメントの方針に基づき指標が選定されている。日本では後面衝突時の乗員の挙動を、頭部がヘッドレストに接触し、頸部がS字変形するまで(Phase1)と、その後頭部が体幹に対して最も相対変位し、頭部の回転や頸部の伸展などが生じるまで(Phase2)との二つの局面に分け、それぞれに対応した指標を選定している(図8)。

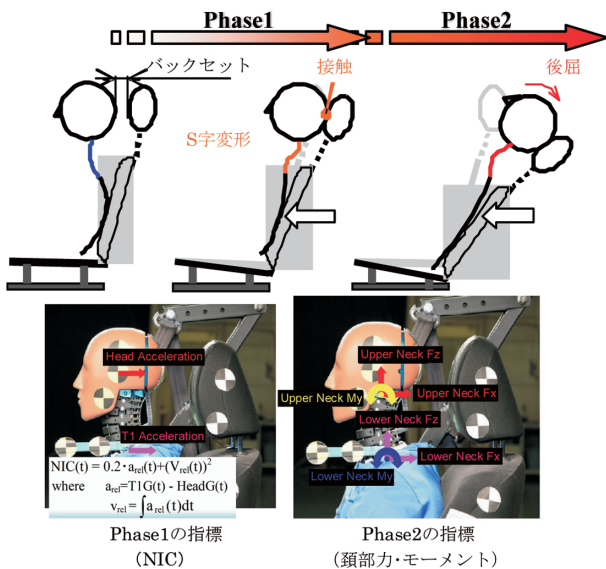


図-8 乗員挙動の模式図と評価指標
Fig. 8 Conceptual illustration of human behavior and measurement items

Phase1では、頸部のS字変形によって発生する脊柱管内の髄液の圧力変化を評価するためのNIC¹⁰⁾を、Phase2では頸部傷害メカニズムの一つ⁶⁾¹¹⁾として考えられている椎間関節包への損傷を及ぼすひずみや、ひずみ速度と相関の高い頸部力とモーメント(UpperFx、Fz、My、LowerFx、Fz、My)とを採用している。なお、NICもPhase1の領域にて高い相関が確認されている。

評価点数は、事故再現などの検討結果をもとに提案されたWAD (Whiplash Associated Disorders) 2+ (後遺障害を発生させるレベル)の傷害リスクカーブ¹²⁾の5%値と95%値との間をスライディングスケールとした点数換算表にて計算する(図9)。この評価点数そのものが傷害リスク(図10)、すなわち傷害の発生のしやすさを示す。これも、ほかのアセスメントと異なる日本の頸部保護性能評価試験の特徴の一つである。なお、Phase1とPhase2との評価点数は、市場で後遺障害率が既知であるシートを用いた検討や、事故再現シミュレーションによる検討結果を基に1:2の重みを付加される。

| 傷害指標 | 点数(a) | 重み(b) | 総合点(a)×(b) |
|--|-------------------------|-------|-----------------------------|
| 頸部傷害基準 (Neck Injury Criterion: NIC) | 0~4点 | 1 | 0~4点 |
| 頸部 (Upper Neck) | Fx (せん断荷重(後方向)) | 2 | 0~8点 (最低点数の傷害指標の点数のみを採用) |
| | Fz (引張り荷重(上方向)) | | |
| | My (左右方向軸まわりモーメント(屈曲側)) | | |
| | My (左右方向軸まわりモーメント(伸張側)) | | |
| | Fx (せん断荷重(後方向)) | | |
| | Fz (引張り荷重(上方向)) | | |
| 頸下部 (Lower Neck) | Fz (引張り荷重(上方向)) | | |
| | My (左右方向軸まわりモーメント(伸張側)) | | |
| 計 | | | 0~12点 |

図-9 評価点数の計算方法¹²⁾
Fig. 9 Computational procedure of rating¹²⁾

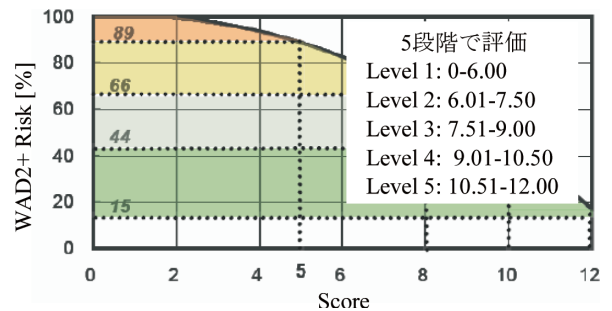


図-10 WAD2+ リスクと合計点との関係¹²⁾
Fig. 10 Relation between injury risk curve (WAD2+) and rating¹²⁾

3.3.3 頸部傷害低減のための技術思想

頸部負荷(頸部傷害)が少ない乗員挙動は、図11に示すように衝突過程(Phase1~2)において、頭部と体幹との相対変位が少ないと考えられる。

その乗員挙動を制御するためには、頭部を早期に確実に拘束出来るヘッドレストと、乗員を確実に保持し、運動エネルギーの吸収(衝撃の減衰)が可能な強固かつ柔軟なシートフレームとが必要であると考えられる。

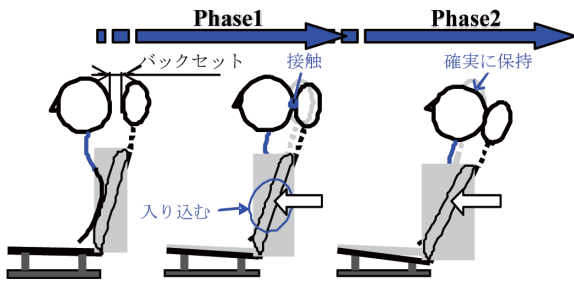


図-11 理想の乗員挙動の模式図
Fig. 11 Conceptual illustration of ideal human behavior in rear impact

図12を用いて簡単な具体例を示す。図中のK1はシートフレーム、K2はヘッドレスト、K3は主にパッドのパネと考える。まず最初に、頭部 (m) を早期に拘束するために、パネ定数を $K1 > K3$ にする。次に、頭部 (m) を確実に拘束するための頭部 (m) からの入力を考慮した K2 を決定し、最後にシートバックによる体幹 (M) の確実な拘束と、頭部 (m) と体幹 (M) との相対位置の保持 ($K2 > K1$) をしつつ、乗員の運動エネルギーの吸収が可能な K1 を決定する。このように乗員とシートとの相対位置 (ジオメトリ) の整合はもとより、特にシートフレームの乗員支持部は、乗員挙動を制御するために、各部位の間で剛性を適度にバランスさせることが良いと考える。

前記、後面衝突簡易マスバネモデルを用いて頸部傷害低減の考え方の一例を示したが、実社会の追突事故では乗員の体格・体重、そして乗車姿勢・シートの調整機構の位置、さらには衝突速度の違いなど、対象となる乗員や入力条件などは多岐にわたる。そのため、ATDを用いた動的評価での研究をすすめることで、このような様々な条件を想定したロバストな技術検討が行われるようになっていくと考える。

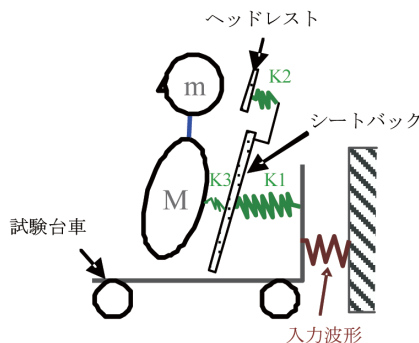


図-12 後面衝突簡易マスバネモデル
Fig. 12 Simplified seat-human model

3.4 後席のシートベルト使用性

2008年6月に後席シートベルトの着用が義務付けられたことなどを踏まえて、後席シートベルトの使用性評価が導入された。同評価の目的は、後席シートベルトの使用性を前席並にすることで、後席シートベルトの着用率を向上さ

せることである。評価項目は、以下の4項目 (窓側座席の標準位置および最前位置) であり、3段階評価の結果がレーダーチャートで表される¹³⁾。

3.4.1 シートベルトのアクセス性評価

アクセス性の評価では、HPマネキンの上胴基準点 (UTRP) からシートベルトウェビング中心までの最短距離を測定し、その距離に応じてシートベルトのアクセス性を評価する。図13に示す評価基準により、評価段が高いものほどアクセス性がよいものとなる。

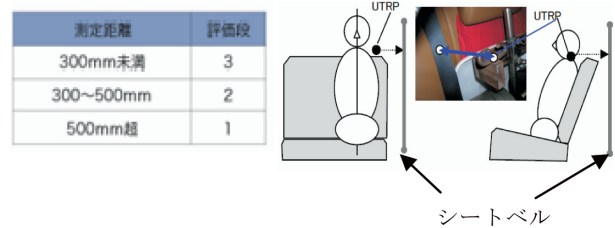


図-13 シートベルトアクセス性の評価方法
Fig. 13 Evaluation method of seat belt access performance

3.4.2 バックルの識別性評価

対象となる座席ベルトと中央座席などの隣接する座席のバックルを間違えて使用することがないかを、官能又は目視により評価する。図14に示す評価基準により、評価段が高いものほど識別性がよいものとなる。

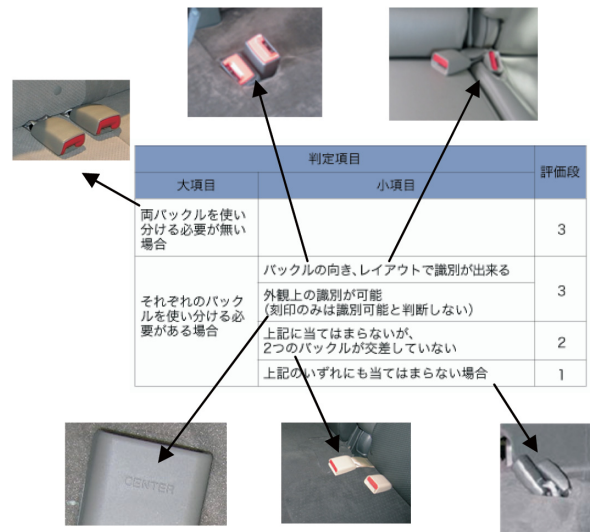


図-14 バックル識別性の評価方法
Fig. 14 Evaluation method of identification performance of seat belt buckle

3.4.3 バックルへのタンクの挿入性評価

評価者が、対象となる座席に着座してシートベルトの着脱を数回繰り返し行い、バックルへのタンク挿入のしやすさを官能及び目視により評価する。図15に示す評価基準により、評価段の高いものほど挿入性がよいものとなる。

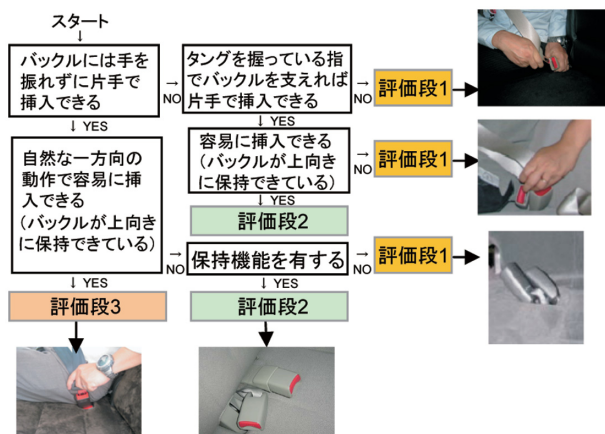
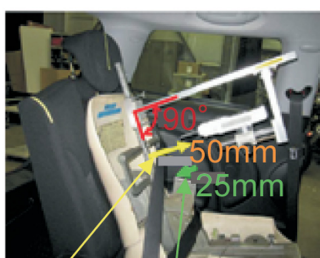


図-15 バックルへのタング挿入性評価方法
Fig. 15 Evaluation method of buckle insertion performance

3.4.4 シートベルト装着時の快適性評価

ショルダーベルトとHPマネキンの中心線が交わる点において、ウェビングがマネキンに接触している状態からの引き出し時と巻き取り時におけるシートベルトの接触力を測定する。それぞれの接触力に応じてシートベルトの快適性が判定される。図16に示す評価基準により、評価段の高いものほど快適性がよいものとなる。



| 引出し力 (0mm→50mm) | | 巻き取り力 (50mm→25mm) | | 合計点 | 評価段 |
|-----------------|----|-------------------|----|------|-----|
| 8N未満 | 2点 | 2.0N未満 | 2点 | | |
| 8N～11N | 1点 | 2.0N～2.5N | 1点 | 1.2点 | 2 |
| 11N超 | 0点 | 2.5N超 | 0点 | 0点 | 1 |

図-16 ベルト装着時の快適性評価方法
Fig. 16 Comfortable performance evaluation method in wearing seat belt

3.4.5 エルグランドの評価結果

エルグランドでは、日産が2008年度以降に組み入れている後席バックルの自立化および低フリクションベルトの採用により、片手で簡単にシートベルトがバックルへ装着できるようになっている。JNCAP評価結果を図17に示す。エルグランドは、2列目、3列目席の標準着座位置（赤線）、最前着座位置（青線）で良好な評価を得ており、これまでの継続的な取り組みが高評価につながった一例である。

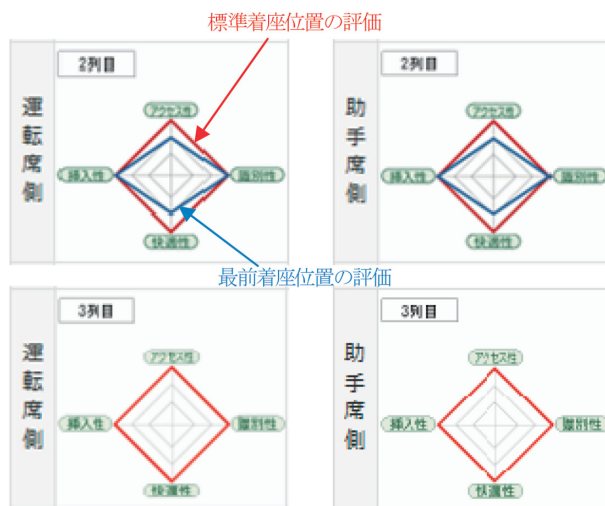


図-17 レーダーチャート（エルグランド評価結果）
Fig. 17 Radar chart (Elgrand evaluation result)

4. 従来からの性能向上として

本章では従来からの前面衝突、側面衝突について、新たにエルグランドに採用した技術内容を説明する。

前面衝突対応では、下肢の保護性能を向上させる方策の一つとして、ニーパッドを採用した。ニーパッドにより膝部拘束タイミングが早まるため、緩やかに膝部を止めることができる。その結果、脛骨に作用するモーメントに代表される下肢への負荷低減が可能となる（図18）。

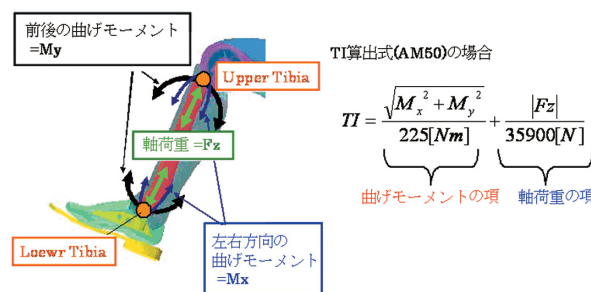


図-18 脛骨指数
Fig. 18 Tibia index

側面衝突対応では、サイドエアバック及び1列目から3列目までの乗員頭部を保護できる大型のカーテンエアバックを採用した（図19）。



図-19 エアバッグシステム
Fig. 19 Airbag system

車体には、衝突荷重を効率的に分散させるマルチロードパスコンセプトを採用し、クロスメンバなどの左右をつなぐ構造部材や、センターピラーとシルに配した大型レインフォースにより横方向強度を高め、側面衝突時の衝撃に対するエネルギー吸収性を向上させた(図20)。

同時にハイテン材を多く使用することで、強度を維持しながら、車体骨格で約15kgの軽量化を達成した(図21)。

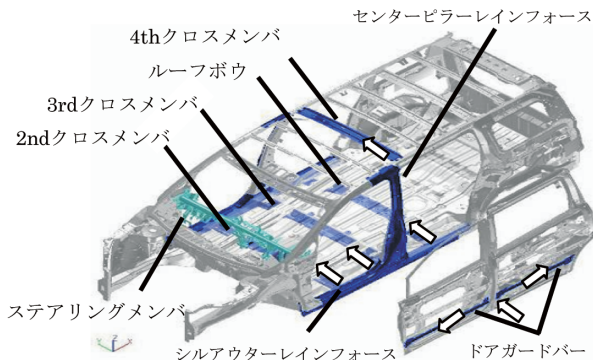


図-20 マルチロードパスコンセプト
Fig. 20 Multi-load path concept

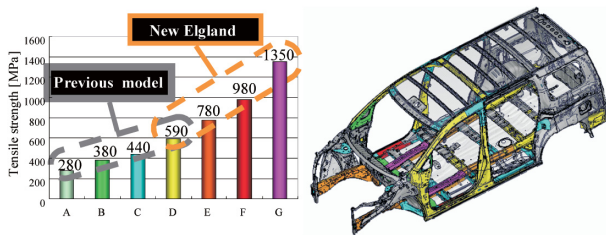


図-21 高強度鋼板の使用部位
Fig. 21 Parts of high strength steel

5. 平成23年度のJNCAPを振り返って

2011年度の結果発表会(図22)は「新・安全性能総合評価」が開始されたことにより、例年よりも大きくマスコミに取り上げられた。そのような節目に、エルグランドがほかの2車種と並んで最高評価5★の1台に選ばれたことは、エルグランドそして日産の「安全イメージ」の向上に大きく貢献するものと期待している。5★は宣伝で使用できるようになっており、現在、TVコマーシャル、ホームページ、カタログ、ステッカーなどで、積極的にアピールしている(図23)。



図-22 受賞風景(2012.4.25:ベルサール秋葉原にて)
Fig. 22 Awards ceremony



図-23 ファイブスター賞のメダル(左)とステッカー(右)
Fig. 23 Five star award medal and sticker

6. 参考文献

- 1) 独立行政法人自動車事故対策機構、クルマの安全性能ガイドBOOK(2012)
- 2) 独立行政法人自動車事故対策機構、新・安全性能総合評価の概要
<http://www.nasva.go.jp/mamoru/>(参照日2012年10月25日)
- 3) 上野昌範:自動車アセスメントにおける後席の乗員保護性能評価、自動車研究、Vol. 31、No. 9、pp. 475-480(2009)
- 4) 前突後席ダミー評価法の研究、平成20年度自工会受託研究報告書、日本自動車研究所
- 5) 公益財団法人交通事故総合分析センター、交通統計平成16年度版、pp. 12-13(2005)
- 6) 公益財団法人交通事故総合分析センター、イタルダインフォメーション、No. 66(2007)
- 7) UNECE (United Nation Economic Commission for Europe), Transport, Vehicle regulations, Working Party on Passive Safety (GRSP), Informal Group on gtr No. 7 (Head restraints) - 1st meeting, Terms of reference of the informal group on Head Restraints phase 2 (GTR7-01-08)
<http://www.unece.org/trans/doc/2009/wp29grsp/GTR7-01-08e.pdf>
- 8) EEVC WG12 Report., Document Number 505C Summary Report: Requirements and Assessment of Low-Speed Rear Impact Whiplash Dummies Date October, 2008
- 9) K. Ono et al.: Prediction of Neck Injury Risk Based on the Analysis of Localized Cervical Vertebral Motion of Human Volunteers during Low-Speed Rear Impacts, Proc. IRCOBI Conf, pp.103-114(2006)
- 10) O. Bostron et al.: A New Neck Injury Criterion Candidate Based on Injury Findings in the Cervical Spinal Ganglia after Experimental Neck Extension Trauma, Proc. IRCOBI Conf., pp.123-136(1997)
- 11) K. Kaneoka et al.: Motion Analysis of Human Cervical Vertebrae During Whiplash Loading. Spine,

Vol. 24, No. 8, pp. 763-769 (1999)

- 12) http://www.nasva.go.jp/mamoru/assessment_car/crackup_measure.html (参照日 2012年10月10日)
- 13) 独立行政法人自動車事故対策機構、後席シートベル

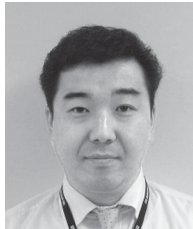
ト使用性試験法の概要

http://www.nasva.go.jp/mamoru/assessment_car/seatbelt_test.html (参照日 2012年10月25日)

■ 著 者 ■



松 永 強



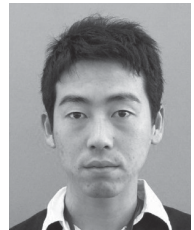
神 谷 智 英



尾 崎 龍 哉



平 井 亨



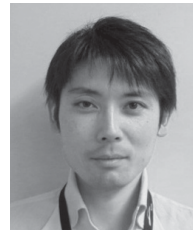
出 口 貴 嗣



牧 田 匡 史



福 田 俊 一



鈴 木 寿 治



酒 井 昭 人



渡 辺 洋 一



奥 山 浩 之



佐 伯 秀 司

新型セレナ搭載S-HYBRIDシステムの開発

Development of Serena S-HYBRID System

渡邊 剛 史*
Takeshi Watanabe

岩崎 隆 之*
Takayuki Iwasaki

内山 茂 樹**
Shigeki Uchiyama

武田 靖***
Yasushi Takeda

林 豊 幸****
Toyoyuki Hayashi

中川 哲太郎*****
Tetsutaro Nakagawa

抄 録 セレナS-HYBRIDは、スマートでシンプルなハイブリッドという基本コンセプトの下に開発され、2012年8月に国内で発売された。S-HYBRIDシステムでは減速エネルギー回生、アイドリングストップ、エンジンアシストという3つの基本要素から成るトータルエネルギー管理を取り入れた。本稿では、その考え方と各要素技術の開発について記載する。

Summary The Serena S-HYBRID model was developed based on the “smart and simple hybrid” concept and released in the Japanese market in August 2012. S-HYBRID system incorporates total energy management that is comprised of three principle elements: ECO motor regeneration, an idling stop system, and an engine assist system. In this article, we describe the concept and development of each of the elemental technologies.

Key words : Automotive General, hybrid vehicle, total energy management, regeneration, idling stop, engine assist, ECO motor, Pb-battery

1. はじめに

近年の環境意識の高まりから低燃費への要求が高まっており、それはスペースユティリティを目的とするミニバンにおいても例外ではない。その中で2010年に発表したセレナにおいては、新型MR20DDエンジンとエクストロニックCVTの搭載、及びアイドリングストップの採用により、低燃費と滑らかな走り、そして静かで高レスポンスなアイドリングストップからの始動が、ミニバンNo.1の高評価に貢献をしてきた。



図-1 セレナ S-HYBRID 外観
Fig. 1 Serena S-HYBRID exterior

今回パワートレインと電源系の改良を行い、これまでのアイドリングストップ車より更に進化したスマートシンプルハイブリッド (S-HYBRID) 車を開発した (図1)。

本稿では、このS-HYBRIDシステムの技術について紹介する。

2. S-HYBRIDシステムの特徴

2.1 S-HYBRIDとは

セレナS-HYBRIDは、こどもと家族のために考え抜かれたハイブリッド、室内空間を犠牲にしない広いハイブリッド、お求めやすい低価格のハイブリッドをコンセプトに開発した。

このハイブリッドを実現するために、トータルエネルギー管理技術の導入、及びECO (Energy Control) モータの改良、2バッテリーシステムの採用、エンジン制御やCVTの改良などを行った。これらの追加、改良の全てをエンジンルーム内に納めることでS-HYBRIDのコンセプトを具現化することができた。

ここでは、この中で代表的なトータルエネルギー管理について詳しく触れる。

2.2 S-HYBRIDシステムの構成

S-HYBRIDシステムの構成図を図2に示す。

*パワートレイン性能開発部 **パワートレイン第一製品開発部 ***パワートレイン第二技術開発部
****パワートレイン第三製品開発部 *****ボディエレクトロニクス開発部

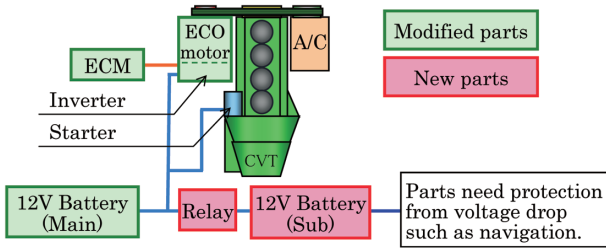


図-2 S-HYBRID システム図
Fig. 2 Diagram of S-HYBRID system

アイドリングストップ機能のない従来車両に対する追加、変更箇所として注目すべき点は、オルタネータの搭載箇所にECOモータを搭載していること、及び通常1台の鉛酸バッテリーを本車両では2台搭載していることである。ECOモータは従来のセレナのアイドリングストップ車でも搭載しており、アイドリングストップからの再始動時の静粛性に寄与するベルト式スタータ機能のほか、S-HYBRID車では新たにエンジンアシスト機能も追加した。

また、従来の鉛酸バッテリーに加えてもう1台をサブバッテリーとして追加した目的は、後に述べる減速エネルギー回生量の増大と、電装品をエンジンアシスト時の瞬低から保護することである。

エンジンアシスト時にはECOモータが発電機能を停止し、メインバッテリーから大電流を持ち出すため、車両電源の瞬間的な電圧低下が発生する。車両電装品のうち、その電圧低下により機能的な影響が発生するものはサブバッテリーに接続した。エンジンアシスト時はバッテリー間のリレーを切り離すことで、サブバッテリーに接続される電装品を瞬低から保護することができる。

また、電圧低下に耐えうる電装品はメインバッテリーに接続することにより、サブバッテリーを最適なサイズとすることができた。

2.3 トータルエネルギーマネジメントとは

S-HYBRIDシステムにおいては、トータルエネルギーマネジメントの技術を用いることで燃費向上を図っている。これは、車両減速時にブレーキで廃棄しているエネルギーをECOモータの回生発電によりバッテリーに蓄え、走行時とアイドリングストップ時の電装品やエンジンアシストによる駆動力に再利用するものである (図3)。

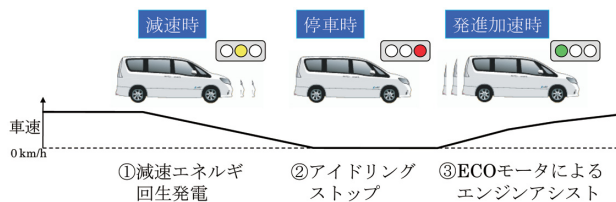


図-3 S-HYBRID システムの基本動作
Fig. 3 Basic motion of S-HYBRID system

これによる燃費向上のためには、図4に示すような各構成要素の改善が必要である。バッテリーにできるだけ多くの電力を蓄えること、そして蓄えた電力を効率よく使用することの両面が必要である。各々について以下に説明する。

| | | | |
|---------------------|---------------------|------------------|---------------------------------|
| トータルエネルギー マネジメント | 回生量の増大 | ECOモータの発電量向上 | |
| | | バッテリーの 充電能力向上 | バッテリー単体の 充電能力向上 2バッテリーの採用 |
| | アイドリングストップ 時間の拡大 | 従来機能 | |
| | エンジンアシストの 実現 | ECOモータの出力向上 | |
| ECOモータのトルク制御 | | | |
| | | バッテリーの出力向上 | |

図-4 トータルエネルギーマネジメントの要素技術
Fig. 4 Elemental technology of total energy management

2.3.1 電力分配のマネジメント技術

蓄えた電力を効率よく使用するためには、走行時やアイドリングストップ時の消費電力を抑制する従来技術をより進化させ、できた余裕の電力を用いてエンジンアシストを実施することが必要となった。

また有限な電力供給は、走行時の電装品への供給が最も優先され、アイドリングストップ時の電装品への供給、エンジンアシスト時のECOモータへの供給の順に用いられる。つまり、渋滞路が連続した状況などで減速エネルギー回生で得られる電力に対して使用する電力が上回るような場合は、エンジンアシスト、アイドリングストップの順に機能停止、解除を行う。また、それでも電力不足が発生した場合は、必要に応じて減速エネルギー回生時以外にもECOモータの発電を実施する (図5)。

このように、トータルエネルギーマネジメントの技術を用いることにより、燃費最適となるような電源マネジメントを可能とした。

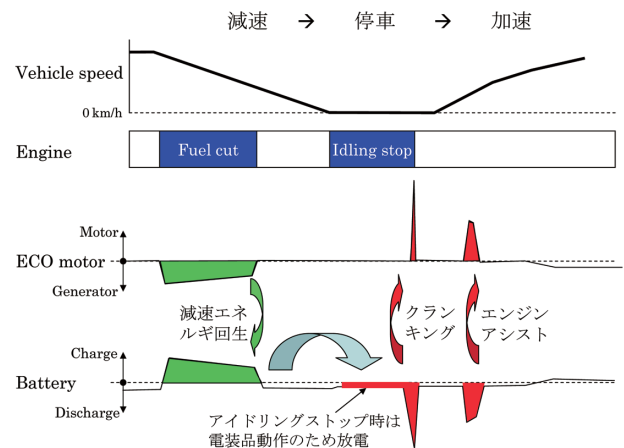


図-5 S-HYBRID システムのトータルエネルギーマネジメント
Fig. 5 Total energy management of S-HYBRID system

2.3.2 減速エネルギー回生量向上のための技術

減速エネルギー回生量を増大させることは、アイドリングストップやエンジンアシストの頻度増大のほか、走行中の発電量の低減をも可能にする。この増大のためには、次に示す3要素をともに向上させることが必要となる。

- ①ECOモータの発電最大能力
- ②バッテリーの最大充電能力
- ③コースト時の減速Gにより制限されるECOモータ発電許容値

③は、ドライバがアクセルペダルから足を放している惰性走行（コースト）時にECOモータ発電量を増大させたことによりエンジンへの負荷トルクが増大し、結果的に車両減速度が過剰となることを防止するために必要な要素である。例えば、減速時のタイヤ転がり抵抗を低減することにより、ECOモータ以外の減速度を低減する技術がこれにあたる。

図6は、車両減速時の各車速における①～③それぞれの値を示したものである。図に示すように、①～③の最小値が減速エネルギー回生の許容量となるため、3要素各々の増大が必要となる。なお、③の減速度については、S-HYBRIDシステム以外の技術となるため、次章では①、②について述べる。

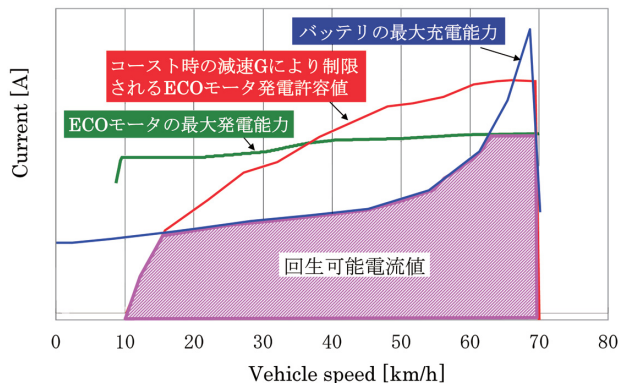


図-6 減速回生量を決定する要素
Fig. 6 Factor determining regeneration acceptability

3. トータルエネルギーマネージメントを支える技術

3.1 ECOモータの改善

3.1.1 ECOモータの働き

ECOモータは、従来のオルタネータと同様な発電機としての機能のほか、アイドリングストップからの再始動と、エンジンアシストの機能を併わせ持つユニットである。

再始動やアシスト時にはECOモータからエンジンに対して駆動力を発生させる必要があるため、インバータ制御を採用した。

モータはランデル型で永久磁石を埋め込むことにより、出力・効率を向上させている。インバータは三相電流を生成するMOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect

Transistor) 内蔵のパワーモジュール、及びMOSFETの制御とエンジンコントロールユニットとの通信をつかさどるコントロールモジュールから成っている (図7)。

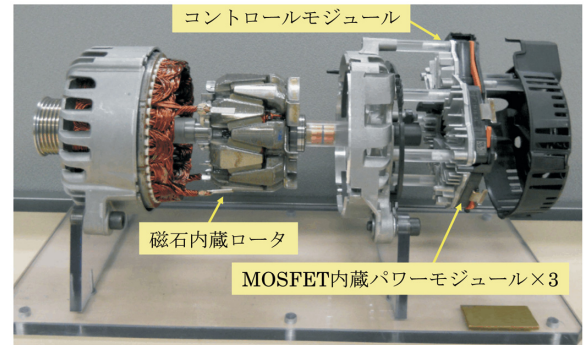


図-7 ECOモータのカットモデル
Fig. 7 ECO motor cutaway model

このようなECOモータのコンパクト化を図るために、インバータを内蔵した機電一体型のモータとするほか、エンジンコントロールユニットと制御分担を実施した。ECOモータを制御するために、エンジンコントロールユニットがドライバの運転状態と車両の状態をモニタし、ECOモータに以下のような動作の指令を送っている (図8)。

- ①動作モード (クランキング、エンジンアシスト、発電、ニュートラル)
- ②発電目標電圧
- ③出力制御指令 (モードごと)

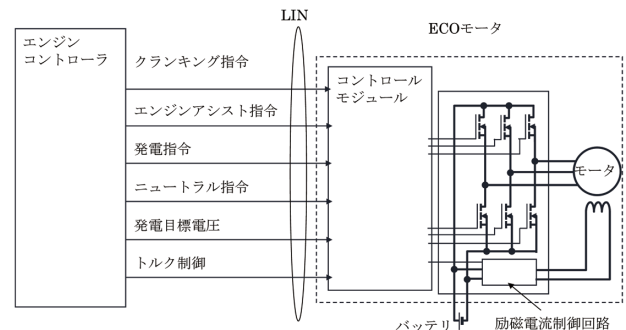


図-8 ECOモータの入力信号
Fig. 8 Input signal of ECO motor

ECOモータのコントロールモジュールでは上記指令を受け、指令通りにモータが動作するように、励磁電流及び三相駆動電流を制御している。

このようにエンジンコントローラとECOモータの制御を分離することによって、ECOモータのコントロールモジュールの機能を簡素化でき、小型化が可能となった。

3.1.2 ECOモータの発電量の増大

従来のアイドリングストップシステムで採用されたECOモータに対して、以下の変更を行い、発電量を増大させた。

- ①ロータ及びステータ径の大型化
- ②ロータの極数の増加
- ③ロータの埋め込み磁石数の増加

アイドリングストップからのエンジン再始動時の補機ベルトスリップ対策としては、トルクが過大とならないようにエンジンコントローラからECOモータのトルクを制限している。

また、減速エネルギー回生量向上のためにECOモータの最大発電量を増大させたことにより、走行中の補機ベルトスリップも課題となった。対策としては、大きな発電を要する減速エネルギー回生時はエンジン負荷が低いため最大の発電を許容するが、大きな発電量を要せず、かつ補機ベルトスリップが生じやすいアクセルを踏んでいるシーンにおいては発電制限を実施することで、必要なシーンにおける最大発電を可能とした。

3.1.3 ECOモータのトルク制御

エンジンアシストは停車後の加速時に実行されるが、一度にECOモータにトルクを加えると、エンジンやトランスミッションを通じて車両にトルクがダイレクトに伝わり、加速時に前後方向へのショックが発生する課題があった。前後方向にショックを感じることがないようにするために、エンジンアシスト時にトルクを段階的に増加・減少させる制御を追加した。

また従来のアイドリングストップ車では、力行制御はエンジン始動時のみであったためアイドリング回転数付近までしかトルクを発生しなかったが、走行中も力行（エンジンアシスト）が可能となるように、力行制御の回転数を常用回転域まで広げた。

3.2 バッテリーの性能向上

バッテリーについては、エンジンアシストに必要な出力性能、耐久性能、充電性能を向上させる技術のひとつとして、低抵抗格子（ファインメッシュ）を採用した。格子（メッシュ）とは、鉛酸バッテリーの正極／負極に用いられる集電体で、両極の酸化／還元反応で作られ電流を運搬する役割を果たす要素である。つまり、この電圧降下を低減させることが出力性能向上や充電性能向上に役立つことが分かっている。図9は、格子抵抗シミュレーションで極板1枚あたり37.5Aの電流を流した場合の単位格子ごとの電圧降下を示したものである。

本図は電圧降下を色分けして表示しており、従来品「①ラージメッシュ」は電圧降下が大きいことを示す青の部分が多く、極板上部に放電が集中する格子デザインで、放電時に電圧降下が発生し、出力性能が低下していることがわかる。一方、今回採用した「③ファインメッシュ」は電圧降下が比較的小さいことを示す橙や緑の部分が多く、放電時の電圧降下分布を均一にした格子であり、従来品に対して単位格子ごとの電圧降下が少ない。その結果、図10に示すように、バッテリーとしての出力性能を約30%向上することができた。

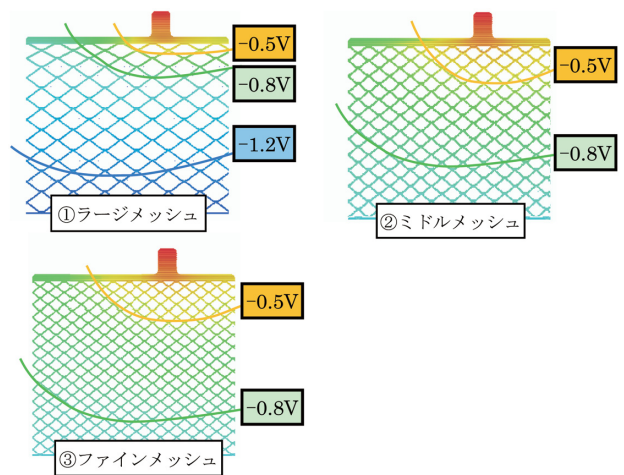


図-9 バッテリー格子メッシュ粗さの電圧降下影響
Fig. 9 Voltage drop of battery grid design

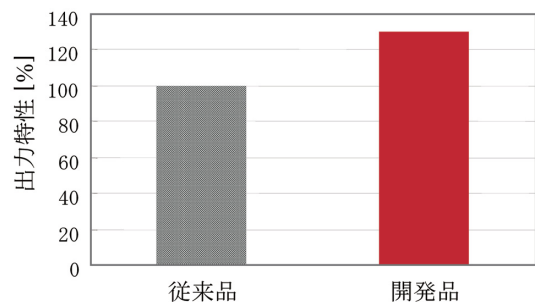


図-10 バッテリー出力性能の向上
Fig. 10 Improvement of battery power performance

また、この低抵抗格子（ファインメッシュ）を採用することでバッテリー単体の充電性能も向上することができ、更に本バッテリーを2台搭載することで、車両トータルとしての充電能力を大幅に向上させることができた。

3.3 2バッテリーによる減速エネルギー回生システム

S-HYBRIDシステムにおいては、2.2節で述べたとおり2台のバッテリーを並列で搭載している。エンジンアシスト時を除く走行時はバッテリー間リレーを接続することで、減速エネルギー回生時は2つのバッテリーへ同時に充電することを可能とした。3.2節で示したバッテリーの充電能力の向上と合わせて、車両トータルとしてのバッテリーの充電能力を従来と比べて3～4割向上させることができた。

2台のバッテリーは、各々電流センサが設置されており、コントローラにより各々の充放電量を監視している。これにより、片方のバッテリーのみが容量低下するなどの2バッテリーシステム固有の問題が発生することを防止している。

4. そのほかのS-HYBRID技術

4.1 S-HYBRID表示

S-HYBRIDシステムの特徴として挙げられる減速エネ

ルギ回生、アイドリングストップ、エンジンアシストの3つの機能が作動したことを図11のようなメータのインジケータに表示した。これにより、S-HYBRID機能の動作によるエコ感を演出すると共にエコ運転の意識向上を意図している。

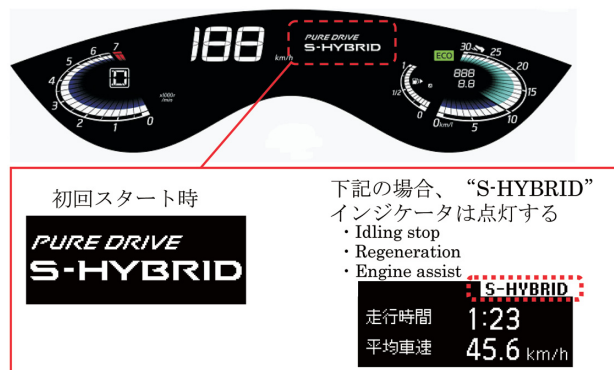


図-11 S-HYBRID機能のメータ表示
Fig. 11 S-HYBRID function display in meter

アイドリングストップ機能やエンジンアシスト機能は、インジケータ点灯により、これらの作動を実感しやすくした。

また、減速エネルギー回生は従来から搭載されている機能ではあったが、本インジケータにより回生機能をドライバーが実感できるようになったため、赤信号で停車する場合に早めにアクセルオフするなど、エコドライブ促進の効果も見込んでいる。

4.2 エンジン、トランスミッションなどの技術

トータルエネルギーマネージメント以外でもS-HYBRID

システムの魅力を支えるための技術を採用した。

そのひとつが、直噴ガソリンエンジンMR20DDである。アイドリングストップからの再始動時に、直噴による一圧縮目から燃焼させる技術と前述のECOモータを採用することで、約0.3秒の早期エンジン始動と静粛性を実現した。

また、新世代エクストロニックCVTについては、変速比幅を従来から約17%拡大することで、高速走行時の静粛性向上と力強い発進加速を実現させた。更に制御の改良によって、より滑らかに素早く変速することも可能とした。

最後に、ミニバンにもエコタイヤを採用することで、制動性能、旋回性能、ウェット性能を維持したまま、タイヤ転がり抵抗の低減を図った。

5. おわりに

スマートでシンプルなS-HYBRIDシステムを採用することで、広い室内空間と使い勝手の良さを犠牲することのないハイブリッド車を開発することができた。シンプルな機構を高い次元でバランスさせることで、セレナS-HYBRIDはミニバンNo.1燃費（JC08、1660kg - 1760kgクラス）を達成することができ、その燃費とクリーンな排出ガスから免税処置の適用を受けた。またその機構から、国土交通省よりハイブリッド車の型式認定を取得した。これらの効果もあり、ミニバン販売台数No.1をお陰さまで継続している。

最後に、本編では紹介しきれなかった技術開発も含め、本S-HYBRIDシステムの開発及び製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。

■ 著 者 ■



渡邊 剛 史



岩崎 隆 之



内山 茂 樹



武田 靖



林 豊 幸



中川 哲 太 郎

新型マルチリンクリヤサスペンションの開発

Development of New Multi-link Rear Suspension

小出 怜 央*
Reo Koide

川 辺 喜 裕**
Yoshihiro Kawabe

中 島 恵 一*
Keiichi Nakajima

桐 山 和 博***
Kazuhiro Kiriyama

抄 録 近年のグローバルでの市場拡大や各地域での車両使用要件の多様化により、サスペンションに求められる要件は複雑化してきている。これまでのドライバの意のままの走りを実現する安心感のある操縦安定性だけでなく、世界各国の様々な路面での快適な乗り心地を確保することも重要性を増している。また地球環境保護の観点から、燃費向上に貢献する軽量化を図ることも必須である。これらの多岐にわたる要求を具現化するため、シンプルなリンク構成と、ロアリンクに日産独自のコネクティングブッシュ機構を有する新型マルチリンクリヤサスペンションを開発した。この新しい発想により、高剛性化と十分なコンプライアンスステアを確保することで高い操縦安定性に寄与するとともに、路面不整によるタイヤ挙動を適切にコントロールして乗り心地向上に貢献し、高性能乗用車にふさわしい安心で快適な走りを実現した。また従来のマルチリンクサスペンションに対して部品数の削減やリンク配置の工夫により、軽量化も達成した。本稿では、本サスペンションの狙い、構造、特性、効果について紹介する。

Summary We have developed a new multi-link rear suspension that has a simple link configuration and a lower link that features a connecting bushing mechanism developed by Nissan. This innovative new connecting bushing mechanism not only helps to provide better handling stability by ensuring high stiffness and an adequate level of compliance steer, but also helps to improve ride comfort by suitably controlling the behavior of tires when they encounter irregularities in the road surface, thereby providing a safe and comfortable driving experience suitable for a high-performance passenger vehicle. The new link layout enabled us to reduce the number of components compared with current multi-link suspensions. We have also achieved weight reductions by precisely controlling the load transmitted to links and suspension members.

Key words : Chassis, vehicle dynamics, suspension system, driving stability, ride comfort, road noise, weight reduction, platform

1. はじめに

近年のグローバルでの市場拡大や各地域での車両使用要件の多様化により、サスペンションに求められる要件は複雑化してきている。これまでのドライバの意のままの走りを実現する安心感のある操縦安定性だけでなく、世界各国の様々な路面での快適な乗り心地を確保することも重要性を増している。また、地球環境保護の観点から、燃費向上に貢献する軽量化を図ることも必須である。

これらの多岐にわたる要求を具体化するため、シンプルなリンク構成と、ロアリンクに日産独自のコネクティングブッシュ機構を有する、新型マルチリンクリヤサスペンションを開発した。この新しい発想によるコネクティングブッシュ機構により、高剛性化と十分なコンプライアンスステアを確保することで高い操縦安定性に寄与するとともに、路面不整によるタイヤ挙動を適切にコントロールして

乗り心地向上に貢献し、高性能乗用車にふさわしい安心で快適な走りを実現した。

また、現行型のマルチリンクリヤサスペンション¹⁾に対して、部品点数の削減や、サスペンションメンバ、リンクに入る荷重伝達経路を工夫することで軽量化を達成し、新たなリンク配置によりコンパクトなサスペンションレイアウトも実現した。

本稿では、本サスペンションの狙い、構造、特性、効果について紹介する。

2. 開発の狙い

現行型のマルチリンクリヤサスペンションは、Nissan AltimaやInfiniti G37などの幅広い車種に採用され、優れた操縦安定性や乗り心地を併せ持った車両としてお客様より高い評価を受けてきた。新型マルチリンクリヤサスペ

*シャシー技術開発部 **株式会社日産テクノ ***Nissan PV第一製品開発部

ンションでは下記3つの観点から、さらに進化させることを目標に開発を行った。

- ① 高い操縦安定性と乗り心地性能のより一層の向上と、ロードノイズ低減という相反する性能を両立させること
- ② 軽量化により燃費低減に貢献すること
- ③ コンパクトなサスペンションレイアウトにより車両パッケージングの自由度を上げること

3. 基本構造

新型リヤサスペンションは図1に示す通り、アッパーリンクとフロント側ロアリンク、リヤ側ロアリンクの3本で構成され、フロント側ロアリンクとリヤ側ロアリンクは図2、3に示す通り、コネクティングブッシュを介して弾性結合した。両者はリヤ側ロアリンクに設けたコネクティングピンに、フロント側ロアリンクに設けたコネクティングブッシュを挿入し、ボルトによって締結されている。また、サ

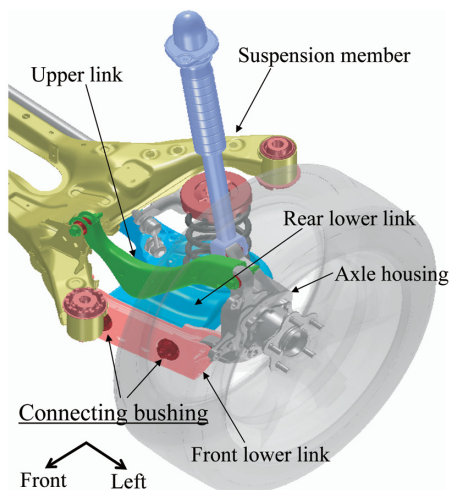


図-1 新型リヤサスペンション
Fig. 1 New multi-link rear suspension

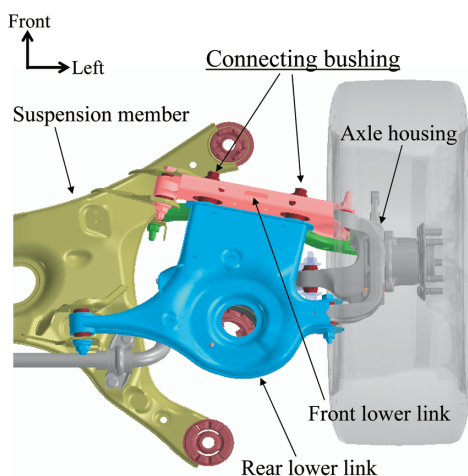


図-2 新型リヤサスペンション (下面視)
Fig. 2 Bottom-view of new rear suspension

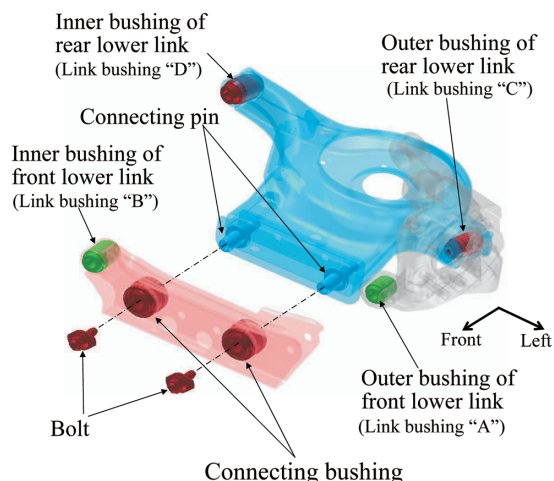


図-3 ロアリンクの部品構成
Fig. 3 Structure of lower link

スペンションメンバとアクスルハウジング間は、各リンク両端に設けられたリンクブッシュによって弾性結合した。

4. 特徴

4.1 操縦安定性と乗り心地の観点からリヤサスペンションに求められる性能

車両の狙いである優れた操縦安定性や乗り心地を、現行型リヤサスペンションよりもさらに進化させるため、新型ではリヤサスペンションが受け持つ様々な特性の両立を目指して開発を行った。

コーナーリング時に、転舵した前輪タイヤによって発生した横力（コーナーリングフォース）により車体のヨー運動が始まると、後輪タイヤでもスリップ角を生じ横力が発生する。このとき、前輪に対する後輪タイヤの横力の発生タイミングの遅れを極力小さくし、車体に加わる遠心力と前後輪合わせた横力をすばやくつり合わせるためには、サスペンションリンクのブッシュの変形により旋回外輪側の後輪タイヤが車両内側に変位することを抑える、すなわちリヤサスペンションに高い横剛性を持たせることが効果的である。結果として、ステアリング操作に対する俊敏な車両挙動の実現に貢献する。この高い横剛性と、リヤサスペンションの下記3つの特性との両立に着目した。

- ① 横力コンプライアンスステアのアンダーステア化
- ② 低い前後剛性
- ③ 前後力コンプライアンスステアの制動時トーイン化

新型リヤサスペンションでは、フロント側とリヤ側ロアリンクをコネクティングブッシュで結合する本サスペンション独自の構造とリンク配置を採用し、さらにコネクティングブッシュおよびリンクブッシュの剛性を適切にコントロールすることで、これらの性能の両立を高いレベルで実現した。その特徴を次節以降で紹介する。

4.2 高い横剛性と横力コンプライアンスステアのアンダーステア化の両立

旋回時や車線変更時に、後輪タイヤに旋回内側方向のタイヤスリップ角（トーイン）をつける、すなわちリヤサスペンションの横力コンプライアンスステアをトーインにすることで、コーナーリングフォースを増大させ車両挙動が安定（アンダーステア化）する。

図4に示す通り、フロント側ロアリンクの外側と内側のリンクブッシュを結ぶ軸線A-Bと軸線C-Dの交点を、タイヤ横力入力点に対して車両後方に配置した（2つの点の前後距離X）。これによりトーイン方向のトルクが発生し、アクスルハウジングのフロント側取付点（点A）はリヤ側取付点（点C）に対して相対的に車両内側に引き込みながら、コネクティングブッシュをたわませるリンク挙動となり、横力コンプライアンスステアのトーイン θ_1 を確保した。

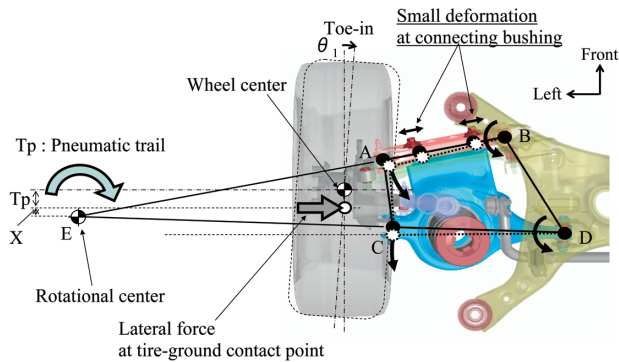


図-4 横力負荷時のロアリンク挙動 (コネクティングブッシュ変形分)

Fig. 4 Link motion with deformation of connecting bushings by lateral force input

次に図5に示す通り、フロント側ロアリンクの外側と内側の2箇所のリンクブッシュの軸直剛性を、リヤ側ロアリンクの外側と内側の2箇所の軸直剛性に対して低くすることで、フロント側ロアリンクとリヤ側ロアリンクが一体の

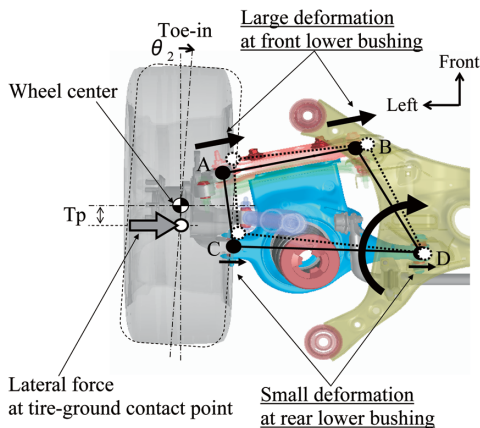


図-5 横力負荷時のロアリンク挙動 (ロアリンクブッシュ変形分)

Fig. 5 Link motion with deformation of lower link bushings by lateral force input

台形リンクとして回転するリンク挙動となり、横力コンプライアンスステアのトーイン θ_2 を確保した。

これらトーイン θ_1 と θ_2 の足し合わせにより、旋回時の横力コンプライアンスステアの十分なトーインを確保することができた。

一方、高い横剛性を確保するため、リヤ側ロアリンクの外側と内側の2箇所のリンクブッシュの軸直剛性を高くした。前述の横力コンプライアンスステアのトーインを、図4のコネクティングブッシュのたわみによる方法で確保した分、フロント側ロアリンクのリンクブッシュ剛性を上げられる自由度も増したため、結果として横剛性を上げるポテンシャルが向上した。以上から高い横剛性と横力コンプライアンスステアのアンダーステア化を、高いレベルで両立することができた（図6）。

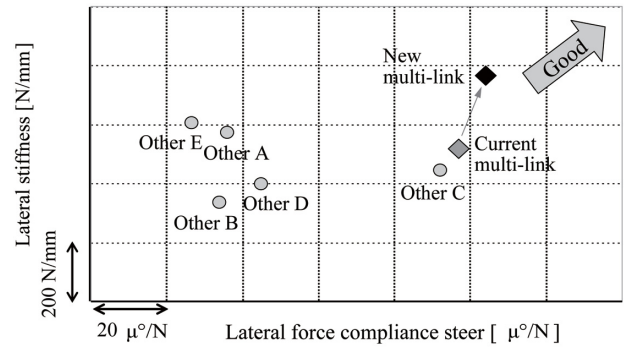


図-6 横力コンプライアンスステアと横剛性

Fig. 6 Relation between lateral force compliance steer and lateral stiffness

以上の新型リヤサスペンションの特性による車両での効果を確認するため、車速120km/hでのパルス操舵過渡応答試験を実施した。図7にそのとき得られた結果として、横軸にヨー共振周波数、縦軸に横加速度／操舵角の伝達特性における0.5Hz時の位相遅れをプロットした図を示す。一般にヨー共振周波数が高いほど操舵に対する応答性が向上し、操舵角に対する横加速度発生位相遅れが

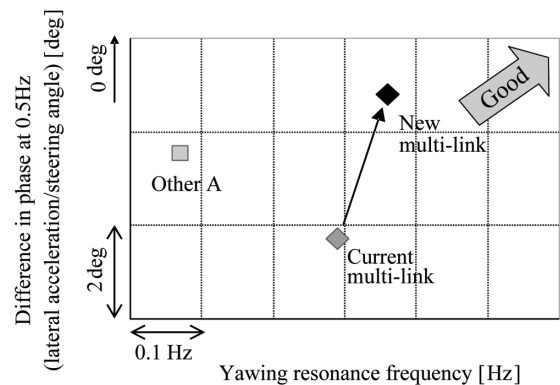


図-7 ヨー共振周波数と横加速度／操舵角の伝達特性における0.5Hz時の位相遅れ

Fig. 7 Yawing resonance frequency and difference in phase

小さいほど後輪の追従性が高いことが知られている²⁾。新型リヤサスペンションを搭載した車両は両指標において、現行型搭載車両に対してさらに性能向上し、優れた操縦安定性を確保することができた。

4.3 高い横剛性と低い前後剛性の両立

路面の突起や舗装継目を車両が通過する際、ホイールセンタで発生する衝撃入力に起因するハーシュネスの前後振動レベルを低下させるには、ホイールセンタ入力に対する前後剛性の低減が効果的である。

図8に示す通り、突起からホイールセンタに車両後方への入力を受けるとコネクティングブッシュがたわむことで、タイヤを後方に変位させて、サスペンションの前後剛性を低減する。このとき、フロント側ロアリンクとリヤ側ロアリンクの両端にある4箇所リンクブッシュは軸直方向にたわむ必要がなく、これらのリンクブッシュ剛性を高いまま設定できるため、高い横剛性と低い前後剛性を両立することができた(図9)。なおこのコネクティングブッシュは、ロスファクタの高いゴム材料を選定し、突起乗越し後の前後振動のダンピングも向上させている。

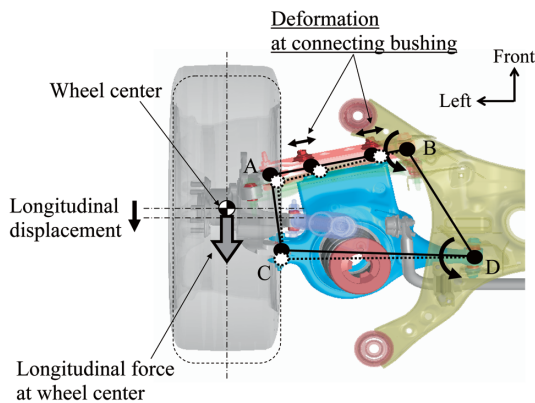


図-8 ホイールセンタ前後力負荷時のコネクティングブッシュ変形によるロアリンク挙動

Fig. 8 Link motion with deformation of connecting bushing by longitudinal force input at wheel center

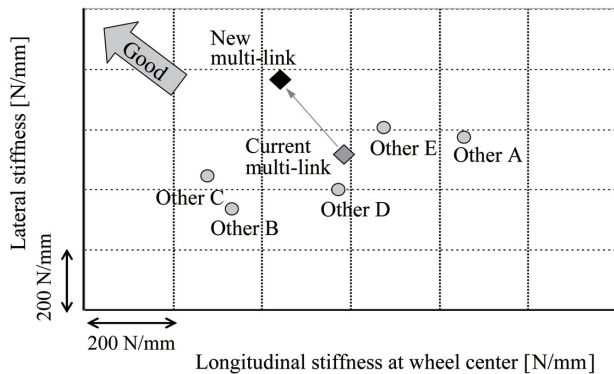


図-9 前後剛性と横剛性

Fig. 9 Relation between longitudinal stiffness at wheel center and lateral stiffness

ハーシュネスの前後振動レベルの低減には、車両側方から見たサスペンションのホイールセンタ軌跡傾斜角の後傾化も効果的³⁾である。新型リヤサスペンションでは、ロアリンク配置を最適化することで、制動時の車両のピッチング方向の姿勢変化を抑えるアンチリフト角を適切な角度に設定しながら、現行型に対してホイールセンタ軌跡傾斜角を後傾化することができた(図10)。

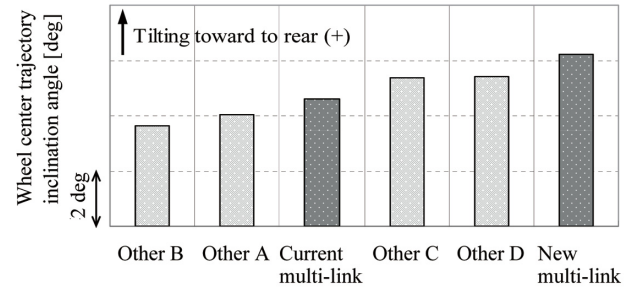


図-10 ホイールセンタ軌跡傾斜角の比較

Fig. 10 Comparison of wheel center trajectory inclination angles

以上のホイールセンタ入力の前後剛性の低減、ホイールセンタ軌跡傾斜角の後傾化による効果を確認するため、首都高速道路の継目相当の路面突起を車速80km/hで走行したときの、後輪乗越し時の後席フロア前後加速度P-P値を比較した結果を図11に示す。新型リヤサスペンションを搭載した車両の前後振動レベルは現行型搭載車両に対してさらに低減し、乗り心地の指標であるショック感の低減を狙い通り達成していることが確認できた。

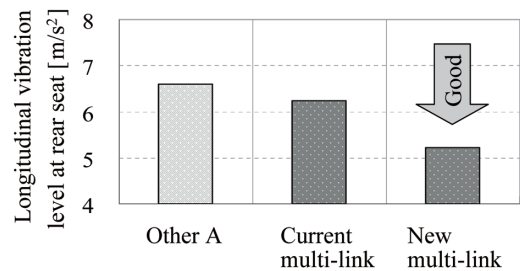


図-11 後輪乗越し時の後席フロア前後振動の比較

Fig. 11 Comparison of longitudinal vibration levels at rear floor

4.4 前後力コンプライアンスステアの制動時トーイン化の実現

旋回中にブレーキングしたとき、旋回外輪側はタイヤ接地地点で発生する制動力に対してトーインにする、すなわち前後力コンプライアンスステアを制動時にトーインとすることで、車両挙動を安定化することができる。

図12に示す通り、軸線A-Bと軸線C-Dの交点を車両上方から見てタイヤ外側に配置した。これによりタイヤ接地地点に制動力が負荷されたとき、コネクティングブッシュが軸線A-B方向にたわみながら、アクスルハウジングのフロント側取付点(点A)はリヤ側取付点(点C)に対して相

対的に車両内側に引き込みトーイン θ_3 をなす。結果として、現行型に対して前後力コンプライアンスステアの更なる制動時トーイン量を確保することができた (図13)。

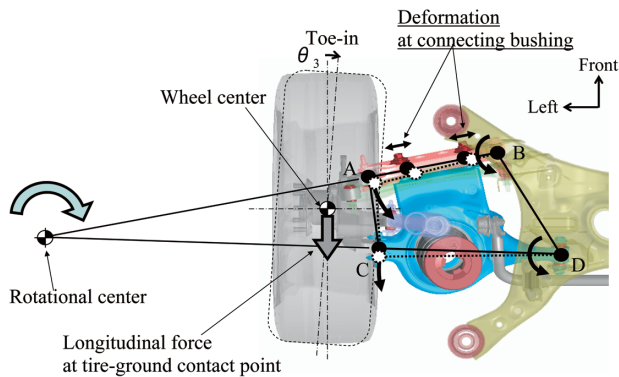


図-12 接地点前後力負荷時のコネクティングブッシュ変形によるロアリンク挙動

Fig. 12 Link motion with deformation of connecting bushings by longitudinal force input at tire-ground contact point

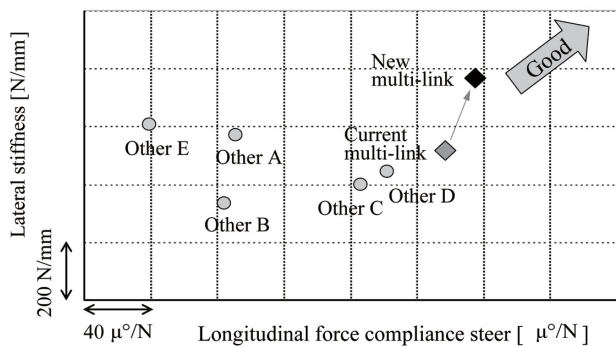


図-13 前後力コンプライアンスステアと横剛性

Fig. 13 Relation between longitudinal force compliance steer and lateral stiffness

図14は、車速120km/hの定常円旋回の状態から制動したときの、車両重心位置でのヨーレートの時系列変化を示す。また、図15はその走行シーンでの各車両の制動前の定常ヨーレート ψ_0 に対する制動後の最大発生ヨーレート

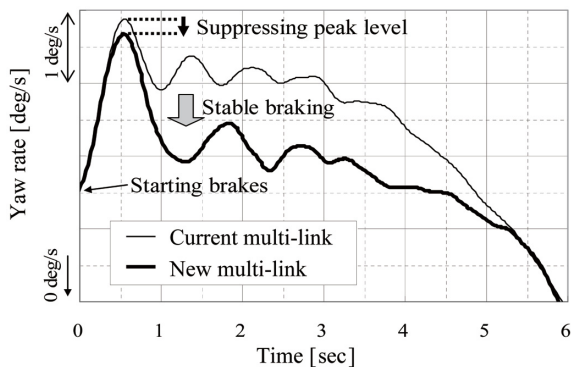


図-14 旋回制動時のヨーレート時系列変化

Fig. 14 Time series of yaw rate during braking-in-turn situation

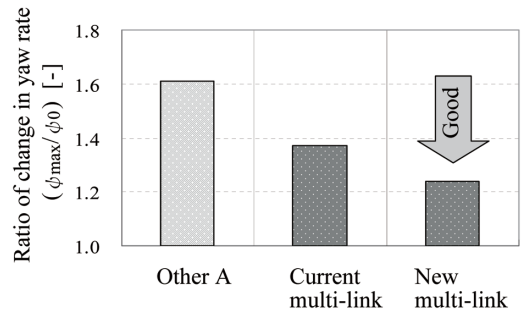


図-15 旋回制動前後でのヨーレート変化率の比較
Fig. 15 Comparison of change ratio in yaw rate

ψ_{max} の比率を示し、値が小さいほど制動による車両のヨー方向の挙動変化が少ないことを示す。現行型リヤサスペンションを搭載した車両でも旋回制動時の挙動変化は少ないが (図15)、新型リヤサスペンションを搭載した車両では減速によるヨーレート発生を全域で抑制しており (図14)、前後力コンプライアンスステアの制動時トーイン量の増加による効果を確認できた。

4.5 ロードノイズ性能の向上

ロードノイズ性能を向上するため、全てのリンクを車体に直接取付けず防振サスペンションメンバを介して取付けるとともに、サスペンションメンバの弾性振動を励起しにくい位置にリンクの取付点を配置することが効果的である⁴⁾。

新型リヤサスペンションでは図1、2に示す通りアッパーリンクとフロント側ロアリンク、リヤ側ロアリンクの3箇所のサスペンションメンバ側の取付点を、サスペンションメンバの前後の車体取付点の間に配置した。また、リンクブッシュおよびコネクティングブッシュの剛性配分を適正化することにより、リンクからサスペンションメンバに伝達される加振力も抑制した。これにより、車室内空洞共鳴の周波数域で発生し、ロードノイズ悪化の要因の一つであるサスペンションメンバの弾性ねじり一次モード (図16)を励起しにくくした。同一の路面を走行し、同一の車両にて新型リヤサスペンションを搭載した場合と、現行型を搭載した場合での前席側のロードノイズレベルを比較した結果、前述の工夫によるロードノイズ性能の向上を確認できた (図17)。

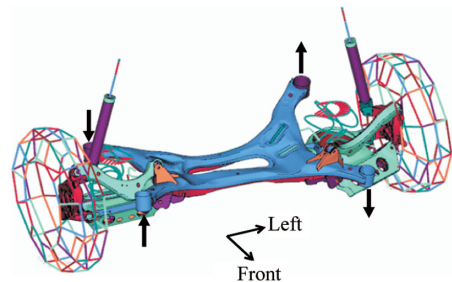


図-16 サスペンションメンバの弾性ねじり一次モード
Fig. 16 First twisting mode of suspension member

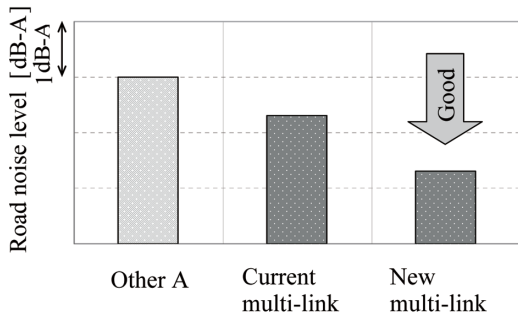
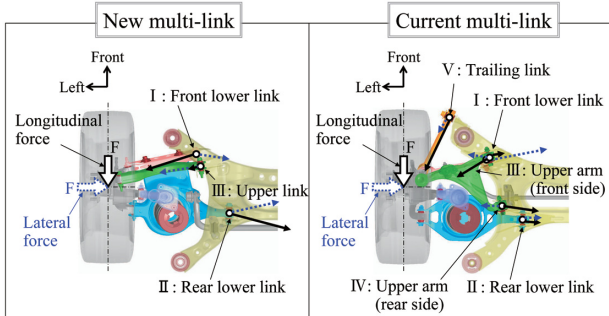


図-17 ロードノイズレベルの比較
Fig. 17 Comparison of measured road noise levels

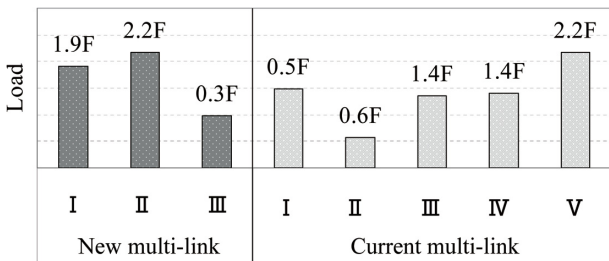
4.6 軽量化

新型リヤサスペンションは、現行型に対して構成するリンク本数が4本から3本になったことにより、リンク数削減だけでなく、リンクをサスペンションメンバに取付けるブラケットやブッシュ、締結部品を減らすことで軽量化を図った。また、路面からの車両前後、左右方向の入力に対して、新型リヤサスペンションではフロント側とリヤ側のロアリンクでアクスルハウジングの挙動を制御することが可能になったため、現行型のA型に対して軽量のI型のアップーリンクに変更することが可能となった。サスペンションの各構成部品はアクスルハウジングを除いてアルミニウムを使わず、鉄を使って軽量化した。



— Reaction force by longitudinal force
..... Reaction force by lateral force

(a) 前後力・左右力負荷時の伝達力ベクトル
(a) Vector diagram at longitudinal and lateral force input



(b) 各リンク取付点での最大伝達力
(b) Absolute maximum force value of each attachment point

図-18 各リンク取付点におけるサスペンションメンバ伝達力の比較
Fig. 18 Comparison of forces transmitted to suspension at attachment points

新型リヤサスペンションでは、路面からの車両前後、左右方向の入力をサスペンションメンバへと伝える荷重経路を考慮し、リンク配置も工夫している。図18(a)は前後力Fおよび左右力Fをタイヤ接地点に加えたときの、車両上方から見た各リンク取付点でのサスペンションメンバへの伝達力のベクトル図を、図18(b)は前後力もしくは左右力を加えたときの各点における伝達力の最大値を比較している。

タイヤからの前後および左右入力に対して、現行型リヤサスペンションは、サスペンションメンバの各リンクの取付点5箇所まで前後、左右の様々な方向の荷重が負荷される。一方で新型リヤサスペンションでは、フロント側、リヤ側ロアリンクの取付点I、IIとアップーリンクの取付点IIIの各3点の反力が、主に左右方向に統一化されるため、サスペンションメンバの骨格構造を、左右入力荷重に対して合理的に設計することができる。

以上の工夫により、現行型に対して新型のサスペンションメンバでは各部板厚や骨格構造を効率的に設計することが可能になり、21%の軽量化を達成することができた。

4.7 コンパクトなサスペンションレイアウト

新型リヤサスペンションは車両前後方向に伸びるリンクが存在せず、サスペンションが前後方向で占有するスペースを少なくできるメリットがある。図19に示す通り、車両側方から見た車体のサイドメンバの折れ曲がり位置を後退することができ、例えば後席乗員の前後方向配置の自由度が増し、結果として足元スペースの拡大や車両全高を低くすることができる。また、4輪駆動車に適用する場合には、アップーリンクがI型の1本のみであることから、アップーリンクをドライブシャフトと同じ高さで配置できる自由度があり、荷室床面の高さを低くすることができる。

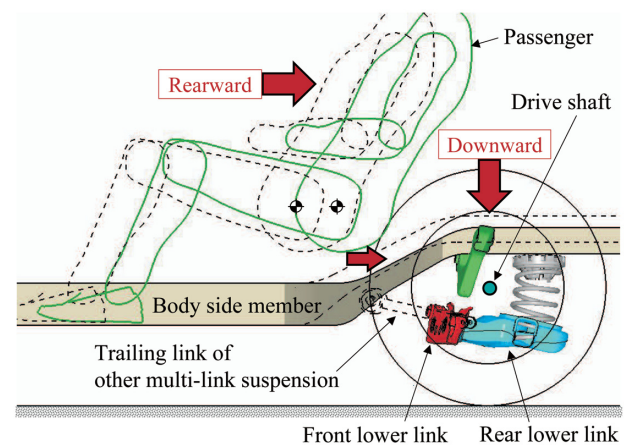


図-19 新型リヤサスペンション採用によるリヤフロアレイアウト自由度の拡大

Fig. 19 High degree of freedom in rear floor layout with new rear suspension

なお本稿で紹介した新型リヤサスペンションは、この高いレイアウト自由度を生かし、現行型リヤサスペンションを搭載し高い評価を受けてきた現行車の車体骨格に変更を

加えないことを前提として、サスペンションのリンク配置を決定した。

5. ま と め

本新型マルチリンクリヤサスペンションは、米国にて2012年6月に発売された新型Nissan Altimaより採用され、本文で述べてきた特徴を生かし当初の狙いである高性能乗用車にふさわしい安心で快適な走りの実現と、軽量化による燃費低減に貢献した。今後のお客様の評価に期待したい。

最後に、本開発にあたりご協力を頂いた多くの方々に深く感謝の意を表する。

6. 参 考 文 献

- 1) 佐藤正晴ほか：新型マルチリンクリヤサスペンションの開発（第一報）、自動車技術会学術講演会前刷集、No. 90-99、pp. 17-20（1999）
- 2) 芝端康二ほか：リヤサスペンション特性が操安性向上におよぼす影響、日産技報、No. 19、pp. 22-40（1983）
- 3) 平原道人ほか：ホイールセンタ軌跡傾斜角度とハーシュネス振動との関係に関するメカニズム検討、自動車技術会学術講演会前刷集、No. 99-00、pp. 5-8（2000）
- 4) 鈴木厚史ほか：FR車用新リヤサスペンションの開発、自動車技術会学術講演会前刷集、No. 27-10、pp. 17-20（2010）

■ 著 者 ■



小 出 怜 央



川 辺 喜 裕



中 島 恵 一



桐 山 和 博

新型ノート商品概要

Product Outline of All-new NOTE

小 溝 徹*
Tooru Komizo

後 藤 裕**
Hiroshi Gotou

堀 宏 視**
Hiroshi Hori

抄 録 新型「ノート」は、前型モデルで築いた「ひとクラス上のコンパクトカー」というポジションをしっかりと継承している。また複数保有のお客様にも、この車をファーストカーとしてご使用いただけるように想定して開発し、「毎日乗って便利に使える、毎日乗って楽しめる」車を目指した。

Summary The new NOTE has inherited the status of being “one class above” that was first achieved by the previous NOTE / VERSA. The new NOTE has been developed so that the customer can use the vehicle every day and in any scene. The new NOTE is a vehicle that is easy to use and also fun to drive in daily life. The following is an overall product outline of the new NOTE.

Key words : Automotive General, new car, NOTE, compact

1. はじめに

コンパクトカー市場は競合車が多いこともあり、新型ノートはお客様のニーズにしっかりとお応えできるものにしたと考え、開発してきた。前型モデルで築いた高い品質感、広さを持つ「ひとクラス上のコンパクトカー」というポジションをしっかりと継承しつつ、さらに毎日使われるお客様のニーズに合わせ、燃費や使い勝手などの改善を図ってきた。本稿では、この新型ノートの商品概要を説明する。

2. 商品の狙い—お客様が求める相反価値を、高次元で融合

新型ノートは、ファーストカーとして使われる使用頻度の高さを想定して造られた。ファーストカーとして使うとなると毎日の使い勝手が重視されるため、コンパクトカーでも室内が広いことが必要であり、燃費の良さも求められる。また、持ってうれしい、乗って楽しい部分も望まれる。

これらを叶えることは非常に難しかったが、「新世代スタンダードカー with スマートテクノロジー」というコンセプトのもと、「低燃費」「ストレスフリー」「スタイリッシュ」という、相反する3つの要素を高いレベルで融合させた。

3. 室内が広いのに、燃費はトップクラス

新型ノートはVプラットフォームの基本の考え方である「メカミニマム／マンマキシマム」を最大限に活用した。

具体的には、ボディからサスペンション、エンジン、ガソリンタンクに至るまでのメカ部分を小さくすることで、ひとクラス上のセダンに匹敵する室内の広さを実現することができた。

一般的には室内が広いこと＝車両サイズも大きく燃費が悪いというイメージがあるが、新型ノートではすでにマーチで体感していただいている、違和感がなくいつも通りの操作でエコドライブができるアイドリングストップを2WD全車に設定したことをはじめ、直噴高圧縮比ミラーサイクルのスーパーチャージャーを搭載した新開発のHR12DDRエンジン、空力性能の向上、車両の軽量化、新世代エクストロニックCVTなどにより、ガソリン登録車クラスNo. 1*の低燃費25.2km/L (S DIG-S) を実現した。(*排気量1000cc以上ハイブリッド車除く(2012年8月現在日産調べ))

また、前型モデルのキビキビ走るという強みも継承している。

3.1 室内広さ

3.1.1 メカミニマム／マンマキシマム

アクセルペダル位置の20mm前出しや、燃料タンク形状のシンプル化を図るなど、メカスペースを最小限に抑えることで、より広い室内空間を確保した(図1)。

*商品戦略・企画室 **商品企画室

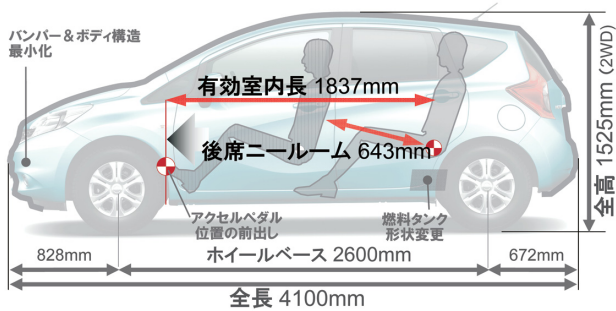
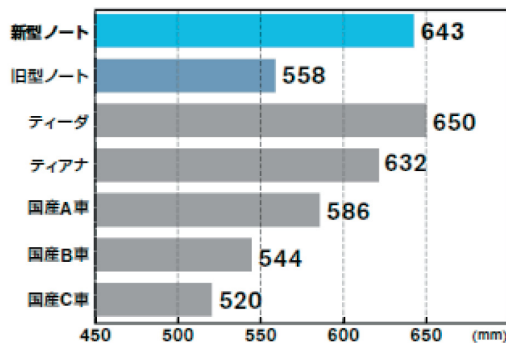


図-1 寸法
Fig. 1 Dimensions

3.1.2 クラストップの後席ニールーム

ティアナの有効室内長: 1845mm、後席ニールーム: 632mm に対し、新型ノートは有効室内長: 1837mm、後席ニールーム: 643mm であり、ティアナクラスの広々とした室内空間を確保している (図2)。

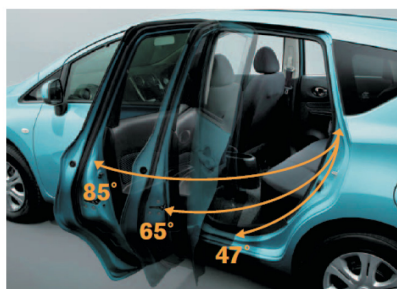


※ ハイブリッド車を除く 1.0-1.5Lクラスのコンパクトハッチバック (2012年8月現在 日産調べ)

図-2 後席ニールーム比較
Fig. 2 Rear knee room

3.1.3 乗り降りしやすい大きな開口のドア

85度開く後席ドアにより、乗り降りしやすく、赤ちゃんを抱いても楽にアクセスできる (図3)。



| | 新型ノート | 旧型ノート | ティーダ | 国産A車 | 国産E車 |
|--------|-------|-------|------|------|------|
| 後席ドア開度 | 85° | 65° | 70° | 80° | 75° |

図-3 後席ドア開口角度
Fig. 3 Rear door opening angle

3.2 燃費

3.2.1 新開発HR12DDRエンジン

新開発HR12DDRエンジン (図4) は高効率ルーツタイプ

プのスーパーチャージャー (図5) を採用することにより、スーパーチャージャーならではの高い応答性を生かして1.5L並みの力強いトルクを発生し、キビキビとした気持ちよい走りとは燃費を両立させた (図6)。

実用領域の運転シーンではスーパーチャージャーを切り離し (OFF)、ドライバーの加速意図に応じてスーパーチャージャーを接続させ (ON)、強力な走りをサポートする。



図-4 HR12DDR エンジン
Fig. 4 HR12DDR engine



図-5 ルーツタイプスーパーチャージャー
Fig. 5 Roots type supercharger

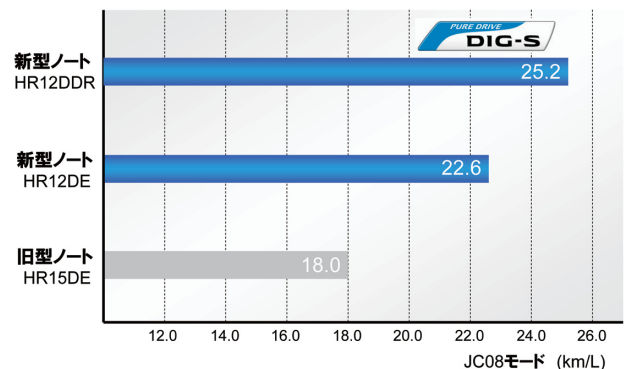


図-6 燃費比較
Fig. 6 Fuel economy

また、低燃費を実現するため、熱効率向上、ポンピングロス (吸排気損失) 低減、フリクション低減を図っている。

それぞれに採用している技術を以下に紹介する。

(1) 熱効率向上

- 3気筒化
- 高圧縮比12
- 直噴システム
- ミラーサイクル
- ピストンクーリングチャンネル
- 高熱伝導ピストンリング
- ナトリウム (Na) 封入バルブ
- 真鍮バルブガイド

(2) ポンプロス (吸排気損失) 低減

- ミラーサイクル
- CVTC (Continuous Valve Timing Control) 制御による4サイクルからミラーサイクルへの切り替え
- Internal EGR (Exhaust Gas Recirculation)
- External EGR

(3) フリクション低減

- 水素フリーDLC (Diamond Like Carbon) コーティングピストンリング
- 水素フリーDLCコーティングバルブリフター
- 可変容量オイルポンプ
- 回転変動吸収クランクプーリー

3.2.2 空力性能の向上

細部まで形状や構造を見直すことで、ボディの空力性能の向上と軽量化を実現した。空力性能向上に貢献した技術を図7に示す。



※ ハイブリッド車を除く 1.0-1.5Lクラスのコンパクトハッチバック (2012年9月現在 日産調べ)

図-7 空力抵抗低減のための技術
Fig. 7 Aero dynamics

また、リヤコンビネーションランプに空気の通り道としてリップを設定することで、スムーズな空気の流れを実現した (図8)。

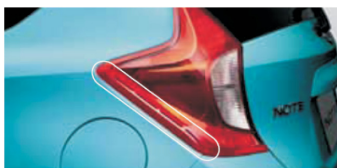


図-8 リップ付リヤコンビネーションランプ
Fig. 8 Rear combination lamp with lip

ボディサイドを流れる空気が、ボディ後方で渦を巻くことがなくきれいに流れるため、空気抵抗を最小限に抑えられる。

これらの採用によりボディ全体の空気抵抗が低減し、クラストップのC_D値0.29*を実現し、低燃費に貢献している。 (*社内測定値)

4. 広さを維持し、スタイリッシュなデザインを実現

室内を広くしようと普通に考えると、効率のよいシルエット=四角い車に近づいていくが、それではダイナミックな形が造れず、スタイリッシュさを失ってしまう。

新型ノートでは、広さやユーティリティを犠牲することなく、空力性能や燃費性能にもよいスタイリッシュな印象を出すために、たとえばAピラーを前倒しさせたり、ルーファインなどに抑揚を出したりすることで、全体のシルエットが流麗になるようにデザインしている。

また、ボディサイドにはスカッシュのプレイヤーがスマッシュをしたときのような俊敏なボールの動き、軌跡をモチーフとした「スカッシュライン」(図10)を採用し、



図-9 一目で印象に残るフロントフェイス
Fig. 9 Impressive front design at a glance



図-10 ボディサイドのスカッシュライン
Fig. 10 Dynamic body-side "Squash Line"



図-11 ユニークなブーメランシェイプのリヤスタイル
Fig. 11 Rear styling characterized by unique boomerang shape

快活でダイナミックに見せる工夫をしたほか、グリルとヘッドライトが勘合した目力のあるフロントフェイス（図9）や、フェアレディZやジュークにも見られるリヤウインドウからリヤコンビネーションランプにつながる「ブーメランシェイプ」（図11）を採用するなど、日産らしいユニークなデザインを追求した。

5. 自然に使える進化した利便装備

新型ノートには誰もが毎日使える便利な新技術を盛り込んでいる。たとえば、コンパクトクラスで初となるア라운드ビューモニター（図12）を採用し、日産エコメーター*（図13）も搭載している（*HR12DDRエンジン搭載車に標準装備）。



図-12 ア라운드ビューモニター ON 時のルームミラー
Fig. 12 Around view monitor in inside mirror



図-13 日産エコメーター
Fig. 13 Nissan Eco-meter

ア라운드ビューモニターはナビゲーションがなくてもルームミラーに表示するタイプとすることで、多くのお客さまに手軽にその便利さを感じていただけるようにした。

雨の日や夜間でも、車の周りが確認しやすく、運転に不安がなくても、サイズがコンパクトでも、一度使うともう手放せない、いわば第2のインテリジェントキーのような存在になるのではないかと考えている。

また、日産エコメーターは走行中でも自然に視界に入るエコドライブインジケーターやエコペダルガイド、運転後のエコドライブレポート機能により、身構えることなくエコドライブをサポートする。運転を楽しみながら、自然なエコドライブで実燃費向上に貢献する。

それぞれの特長を以下に紹介する。

- (1) エコドライブインジケーター（運転中表示）
 - 視認性に優れた高輝度LEDで、エコドライブ状況を3段階で評価&表示
 - 周辺視野で捉えることのできる位置にレイアウトし、運転中に注視せずにエコ度合いが把握可能
- (2) エコペダルガイド（運転中表示）
 - アクセルペダル操作をイメージさせる表示で、ペダル開度の状況をお知らせし燃費向上をサポート
- (3) エコドライブレポート（運転後表示）
 - センターディスプレイおよびエコドライブインジケーターの点灯で、3段階にスコアを表示
 - ゲーム感覚でエコドライブを楽しめる

こうした新型ノートの自然に使える便利な進化を、ぜひたくさんのお客さまに体験していただきたい。

6. おわりに

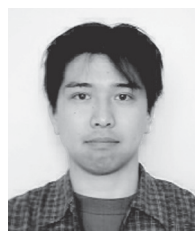
新型ノートは、前型モデルの高い品質感、広さといった強みを継承しつつ、さらに毎日使われるお客様のニーズに合わせ、燃費や使い勝手などを強化した。相反する性能を両立させることにより、コンパクトカーをご購入されるお客様のニーズにお応えできると確信している。

最後に、この相反する性能を達成するために携わっていただいたデザイン・開発・購買・生産の方々、また商品の良さお客様に伝えるマーケティングコミュニケーション・セールスに携わってきたすべての関係者の方々に、深く御礼を申し上げたい。

■ 著 者 ■



小 溝 徹



後 藤 裕



堀 宏 視

新型シルフィ／セントラ商品概要

Product Outline of All-new SYLPHY/SENTRA

田川 博 英*
Hirohide Tagawa

呉 越**
Etsu Go

中田 喜直**
Yoshinao Nakada

抄 録 新型「シルフィ／セントラ」は、旧型モデルの強みである品質の高さ、室内の広さ、乗ったときの快適性を継承・強化すると共に、弱みであったプロポーションを改善した。正常進化でありながら、乗ったお客様のすべてに「ひとクラス上の快適性」を感じてもらえるように、企画・開発してきた。本稿では、この新型「シルフィ／セントラ」の商品概要を説明する。

Summary The new SYLPHY/SENTRA has been improved over the previous model with not only enhanced perceived quality, roominess, and riding comfort but also modifications to address its weakness: vehicle proportions. It was developed to provide a sense of being “one class above” to all customers as a 2nd generation evolution. In this article, we give an overall product outline of this new SYLPHY/SENTRA.

Key words : Automotive General, new car, SENTRA, SYLPHY

1. はじめに

新型シルフィ（北米名：セントラ）は、セダンが主流となっているグローバルな市場に向けて開発した。競争の激しい市場に向けて、デザイン、品質感、快適性のすべてを高いレベルでバランスさせた本格セダンとして誕生した。

• Balance: 豊かになった自分に見合ったライフスタイルを求めたい。

新型シルフィのターゲットカスタマーは、家族や友人を大切に、いろいろなものにチャレンジをするライフスタイルを求め、自分の価値感を持っているお客様と想定した。

2. 商品の狙い

2.1 役割

新型シルフィに課せられた役割は、グローバルなCセグメントセダンとして、

- 1) 台数と利益への貢献
- 2) 日産ブランド力向上への貢献となる。

2.2 ターゲットカスタマー

商品企画を行うに当たり、メインマーケットである北米と中国での調査から、以下のようなターゲットカスタマーの特徴が挙げられる。

- Passion: 家族や友人との時間を大切にしたい。
- Proficiency: いろいろなものにチャレンジして、自分を磨いている。
- Pride: 物を選ぶ際、自分の基準がある。周りに対して優越感を感じたい。
- Harmony: 家族や友人に快適に思ってもらいたい。

3. 商品コンセプト

ターゲットカスタマーのニーズを考慮し、「Emotive “Mainstream Sedan”」というコンセプトを掲げて、開発を進めてきた。

4. アピールポイント

新型シルフィの開発において、アピールポイントを以下の三つに設定した。

- 1) Energetic Sedan Expression
セダン本来の美しさとダイナミックさを追求したデザイン
 - 2) Delight for All
ひとクラス上の快適さをすべての席に
 - 3) Clever Efficiency
低燃費と運転のしやすさ
- 本章では、それぞれのアピールポイントの詳細について説明する。

*先行商品企画室 **商品企画室

4.1 Energetic Sedan Expression

4.1.1 エクステリアデザイン

新型シルフィは、バランスのよいワイド&ロープロポーションとした（図1、図2）。特に幅が65mm広がったことでデザインの自由度が高まり、エモーショナルな表現が可能になった。エクステリアのポイントに、サイドの美しく抑揚のある面を強調するように入っているシャープなキャラクターラインがある。フロントフェンダーが盛り上がってボリュームを感じさせながら後方へ流れ行くロアボディと、アッパーキャビンのバランスがよく仕上がっている、セダンらしい表現となっている。ヘッドランプとリヤコンビランプにはLEDを多用して、ハイテクかつ高品質感を演出している。フロントグリルは、堂々としたサイズ感と緻密な造り込みを行っている。そのような部分も加えて、セダンらしい品質感やフォーマリティを醸し出すことを追求した。



図-1 エクステリアデザイン（フロントクォータービュー）
Fig. 1 Exterior design (Front quarter view)



図-2 エクステリアデザイン（リヤクォータービュー）
Fig. 2 Exterior design (Rear quarter view)

4.1.2 インテリアデザイン

インテリアの特徴はインストルメントパネルである。ボリュームのあるセンター部分から鳥が翼を広げたような流れのあるデザインを採用し、エモーショナル感と横方向への広々感をつくり出している。空間も室内幅が30mm広がったことで、これまで高さで生み出していた広々感に、さらに横方向が加わり、空間のバランスがとてもよくなっている（図3）。いままでのMクラスセダンでは成し得なかったデザインの実現が、新型シルフィの価値となっている。



図-3 インテリアデザイン
Fig. 3 Interior design

4.2 Delight for All

4.2.1 Lクラス並みの快適性を追及した後席

ロングホイールベースや室内パッケージングの最適化などにより好評であった旧型モデルと同様に、ゆとりのリヤニールームを確保した（図4）。また、リヤシートは背もたれのサイド部の張り出しをおさえた新しい形状を採用することで、後席に2人座った際のしっかりとサポート性だけでなく、後席に3人座った際のゆったり感を実現した（図5）。

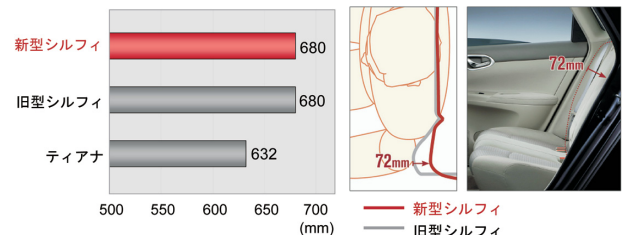


図-4 後席ニールーム
Fig. 4 Rear knee room

図-5 後席シート形状
Fig. 5 Rear seat shape

4.2.2 ひとクラス上の静粛性

快適な空間をつくり上げるために、音振性能への要求がグローバルに高まっている。新型シルフィは、「ひとクラス上の静粛性」をコンセプトに、ボディ剛性を高めて振動を抑制することで、静粛性を向上させている。さらに音の侵入経路となる隙間を徹底的に排除し、吸音材を効率よく配置することで、静かで快適な室内を実現した（図6）。



図-6 走行シーンによる静粛性比較
Fig. 6 Quietness by driving scene

4.2.3 エアコンの左右独立温度調整機能を追加

前席、後席ともに快適に過ごせるよう、上級車で採用しているエアコンの左右独立温度調整機能とリヤベントを採用した（図7）。



図-7 オートエアコン（左）とリヤベント（右）
Fig. 7 Automatic air conditioner and rear air vents

4.3 Clever Efficiency

4.3.1 エンジンラインアップ

新型シルフィは、お客様にストレスのない運転を提供するために、新開発の自然吸気エンジンMRA8DEとHR16DEを採用し、各国の要望に合わせてられるようラインナップを充実させた。

4.3.2 新開発MRA8DEエンジン

新型シルフィは、旧型モデルに対しダウンサイズとなるが、ロングストローク化を始め、燃焼効率の向上、吸排気効率の向上、フリクションの低減を行ったMRA8DEエンジンを採用することで、力強くスムーズな走りとは低燃費を両立させた（図8、図9）。

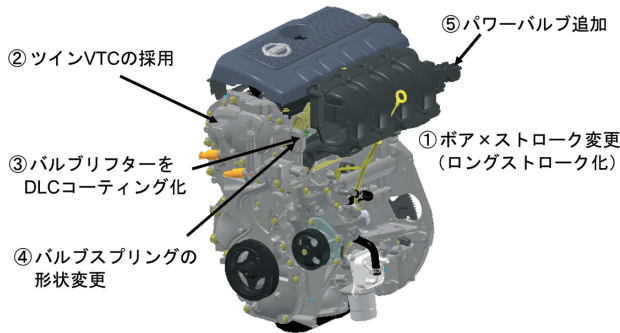


図-8 MR18DE からの変更点
Fig. 8 Modifications from MR18DE

| | 新型シルフィ (MRA8DE) | 旧型シルフィ (MR20DE) | ウイングロード (MR18DE) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 内径×行程(mm) | 79.7×90.1 | 84.0×90.1 | 84.0×81.1 |
| 総排気量(cc) | 1798 | 1997 | 1797 |
| 最高出力(kW) | 96 | 98 | 94 |
| 最大トルク(N·m) | 174 | 191 | 176 |
| JCO8モード燃費(km/L) | 15.6 | 13.4 | 14.0 |

図-9 エンジン主要諸元
Fig. 9 Engine specifications

4.3.3 副変速機付エクストロニックCVT

ジュークやノートと同じ、副変速機を備えた構造のエクストロニックCVTを採用した。副変速機を備え、ワイドな変速比幅を持つことで、発進時や低速走行時でのレス

ポンス向上と、高速走行時のエンジン回転数の低回転化を両立し、燃費の向上を実現させた（図10）。

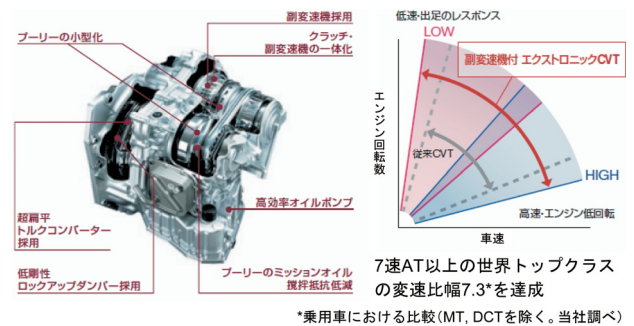


図-10 エクストロニック CVT
Fig. 10 XTRONIC CVT

4.3.4 燃費・動力性能

新型シルフィは、MRA8DEエンジンとエクストロニックCVTとの組み合わせでは、従来の2.0Lと変わらぬ加速性能でありながら燃費を大幅に向上させた（図11、図12）。新型シルフィは旧型モデル（MR20DE）に対して、約16%燃費向上を実現している。

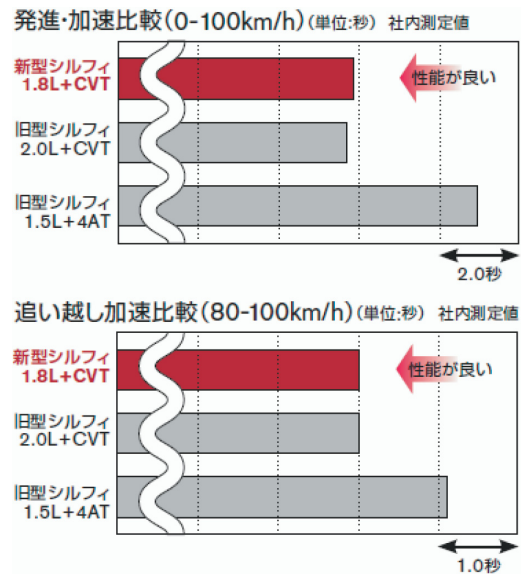


図-11 加速性能
Fig. 11 Acceleration performance

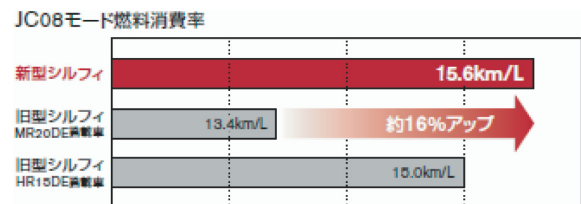


図-12 燃費
Fig. 12 Fuel economy

4.3.5 運転のしやすさ

新型シルフィは、運転のしやすさにも配慮した。駐車時

の切り返しなどが軽快に行えるよう、パワーステアリングのモーターの伝達特性を向上させ、ステアリング操作力を

低減している。高速時のしっかり感、市街地でのスムーズな操舵感は従来通りとして、軽快かつ安心感が持てるハンドリングを実現した（図13）。

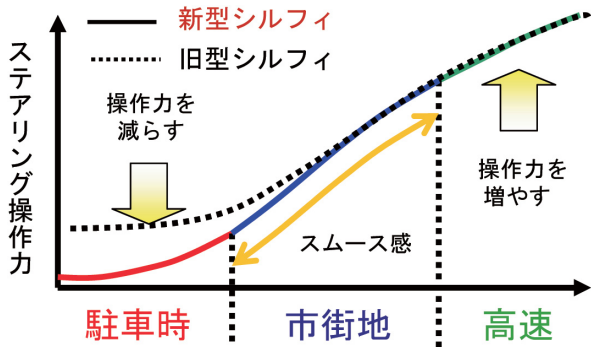


図-13 ステアリング操作力
Fig. 13 Handling

5. おわりに

新型シルフィは、高い品質感、広さといった強みをさらに発展させ、弱みであったプロポーションを改善した。正常進化でありながら、より強い商品にすべく企画、デザイン、開発、生産、マーケティング部門が一丸となり、開発を進めてきた。この新型シルフィの魅力は、きっとお客様に十分ご満足していただくことができると信じている。

最後に、開発に携わってきたすべての関係者の方々に、深く御礼を申し上げます。

■著者■



田川 博 英



呉 越



中 田 喜 直

日産リーフ・マイナーチェンジ商品概要

Product Outline of Updated Nissan LEAF

阿部 徹*
Tooru Abe

抄 録 日産リーフは初の量販電気自動車（EV）として2010年12月の発売以来、2013年2月時点でグローバルに5万台以上を販売し、まさに量販EVという狙いを実現しつつある。100%電気自動車ならではの「走行中の排出ガスゼロ」に加えて、動力性能や静粛性、さらにはEVの運転をサポートする専用のICTシステムなど、高い評価をいただいている。今回のマイナーチェンジでは発売後のお客さまの声、技術的な見直しなどを反映し、「EVとしての性能」、「クルマとしての魅力」、「お買い求めやすさ」の3つをポイントとしている。本稿では、この日産リーフのマイナーチェンジの概要を紹介する。

Summary Since its launch in December 2010, Nissan LEAF has sold more than 50,000 units globally, thereby realizing its role as a mass-market electric vehicle (EV). As a 100% EV that produces no emissions when driven, it has been highly rated in terms of its acceleration, quietness, and dedicated EV ICT system that supports EV driving. Here, we present an outline of minor changes that were made to Nissan LEAF to reflect customer preferences after launch and technical updates. These changes are focused on three points: "EV performance," "attractiveness as a car" and "affordability."

Key words : Automotive General, electric vehicle (EV), minor change, LEAF

1. はじめに

日産自動車では地球温暖化問題への対応として、走行中の排出ガスがゼロであるゼロ・エミッション車の市場導入でリーダーシップを取ることを目指している。2010年12月に発売された日産リーフはこの戦略に則り、初の量販電気自動車（EV）としてグローバルに多くのお客さまに受け入れられることを狙って開発され、これまでに5万台以上というEVとしては異例な販売台数を達成している。お客さまからは、100%電気自動車ならではの「走行中の排出ガスゼロ」に加えて、動力性能や静粛性、さらにはEVの運転をサポートする専用のEV-ITシステムなど、高い評価をいただいている。今回、発売後のお客さまの声、技術的な見直しなどを反映してマイナーチェンジを実施した。

2. マイナーチェンジのポイント

今回のマイナーチェンジでは、更なる量販に向けて商品力向上のため、「EVとしての性能」、「クルマとしての魅力」、「お買い求めやすさ」の3つをポイントとし、開発・商品化を行った（図1）。



図-1 外観デザイン
Fig. 1 Exterior design

2.1 EVとしての性能：航続距離228km

車両全体での約80kgの軽量化や新型電動パワートレイン、回生ブレーキ領域拡大などの消費電力低減技術の採用により、JC08モード航続距離228kmを達成した（図2）。また、モード走行には反映されないエアコン使用時のような実用面でも、消費電力の少ないヒートポンプ式室内ヒーターの採用（X、Gグレード）とともに、身体を直接温めることで室内ヒーターの控えめな使用につながるクイックコンフォートシートヒーター（運転席・助手席）、ステアリングヒーター、後席クッションヒーターを全車に標準装備した。さらに、夏のエアコン消費電力に対しても効果のある遮熱天井を採用した。これはルーフトリムにアルミフィルムを貼ったものである。また、これまではベンチ

*ゼロエミッション事業本部

内装色ではシックでエレガントなブラックを追加し、さらに内装では本革仕様（ブラックのみ、オプション；図9）も設定した。また空力性能も考慮した、スポーティでスタイリッシュな専用デザインの17インチアルミホイール（Gグレード；図10）を新設した。



図-8 新車体色
(ブリリアントホワイトパール(左)、ダークメタルグレー(右))
Fig. 8 New body colors



図-9 ブラック内装（本革仕様）
Fig. 9 Black interior color (leather)



図-10 17インチアルミホイール
Fig. 10 17-inch aluminum-alloy wheels

そのほかの魅力装備として、上級オーディオ（省電力を考慮した7スピーカーシステムBOSE® Energy Efficient Series）や、日産車で採用を進めているアラウンドビューモニター、高濃度プラズマクラスターエアコンなどを追加した（オプションまたはグレード別装備）。日産リーフはプラズマクラスターエアコンと「乗る前エアコン」機能の併用により、乗車前に車室内の空気を清潔、快適にしておくことができる。

2.3 お買い求めやすさ

従来のX、Gグレードに加えて今回、仕様装備を簡素化したSグレードを設定した。主としてフリートのお客さま

などいつも決まったルートを走る使い方を想定して、ICTシステム（ナビゲーション、電力消費／充電スポット関連情報、リモート機能など）は装備していないが、タイマー充電やタイマーエアコン、80%充電モードなどのEV独自の基本機能は使用可能としている。

3. そのほか環境への配慮

今回日産リーフのマイナーチェンジでは電動パワートレインやバッテリーを始めとして、車両の各所にいたる構造の見直しや合理化などにより、約80kgの軽量化（日本向けXグレード）を実現し、消費電力の向上に貢献している。また、これまでGグレードのみの装備であったASCD（オートスピードコントロール装置）をXグレードにも設定し、高速道路において一定速走行による省エネ運転を促進している。

さらに、電動パワートレインでは、モーターの永久磁石に使用しているレアアース（ジスプロシウム）の分布拡散方法を変えることにより、使用量を40%削減することにも成功している。これは、ネオジム磁石の耐熱性を高めるジスプロシウムを従来の均質な分布ではなく、磁石の結晶粒界（結晶の境目）に分布させる粒界拡散技術によるものである。

4. おわりに

以上、日産リーフ・マイナーチェンジの商品概要について説明した。電気自動車は航続距離、充電インフラ、価格などの点でまだ受容されないお客さまも多いため、今以上の販売台数拡大を実現するためには、これらの改善がまず必要である。今回のマイナーチェンジでは、これらの中でクルマとして現在実現可能な改良とともに、更なるクルマとしての商品魅力の向上を図った。電気自動車は技術的には未成熟でもあるため、今後も技術の進歩を織り込みながら、継続して改良、商品力向上をしていきたい。

最後に、本マイナーチェンジに関わったすべての皆様に深く御礼申し上げます。

■ 著 者 ■



阿 部 徹

社外技術賞受賞一覧表

1. 技術賞

〈2011年10月～2012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 |
|---------|---|---|--|
| 2011.11 | 平成23年秋の黄綬褒章 〔厚生労働省〕 | 多年配電制御装置修理工としてよく職務に精励したこと | 栃木工場 和気 義雄 |
| 2011.11 | 平成23年度福岡県勤労者知事表彰 〔福岡県〕 | | 日産自動車九州 中山 憲明 |
| 2011.11 | 平成23年度福岡県優秀技能者等知事表彰 〔福岡県〕 | 福岡県優秀技能者 | 日産自動車九州 波戸口 利治 |
| 2011.11 | 平成23年度栃木県知事表彰 〔栃木県〕 | 卓越した技能者 | 成形技術部 櫻岡 勤 |
| 2011.11 | 平成23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 鈴木 昌樹 成形技術部 三浦 龍一 |
| 2011.11 | 第8回エコプロダクツ大賞 エコプロダクツ部門 国土交通大臣賞 〔エコプロダクツ大賞推進協議会〕 | 日産リーフ | 日産自動車 |
| 2011.11 | 平成23年度関東地方発明表彰 発明奨励賞 〔公益社団法人発明協会〕 | EV向け高応答加速度システムの発明 (特許第3508742号) 超低貴金属触媒の発明 (特許第4562776号) 電動車用リチウムイオンバッテリーの発明 (特許第4462386号) | EVパワートレイン開発部 荻込 卓明 EVパワートレイン開発部 伊藤 健 先端材料研究所 若松 広憲 先端材料研究所 中村 雅紀 先端材料研究所 白鳥 一幸 実験試作部 青山 誠 実験試作部 池澤 純 研究企画部 菅 克雄 EVエネルギー開発部 安田 博文 車両技術開発試作部 瀬川 輝夫 車両技術開発試作部 渡辺 正司 車両技術開発試作部 太田 正保 車両技術開発試作部 榎田 剛 EVエネルギー開発部 丹上 雄児 先行商品企画室 岸本 洋明 EVエネルギー開発部 雨谷 竜一 |
| 2011.12 | 平成23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 | 車両技術開発試作部 大沼 義夫 車体技術部 酒井 透 パワートレイン実験部 井上 覚 追浜工場 製造部 斉藤 隆史 車両技術開発試作部 笹目 茂 追浜工場 鈴木 勝美 実験技術開発部 竹下 敏彦 実験試作部 竹田 和宏 パワートレイン実験部 仲田 智彦 実験試作部 野地 昭吉 |

〈2011年10月～2012年10月〉

| 受賞年月 | 賞名 | 受賞技術 | 受賞者 |
|--------|--|---|---|
| | | 青年優秀技能者 | 実験試作部 西尾直樹 パワートレイン実験部 駒形悟 車両技術開発試作部 齋藤謙 追浜工場 藤井慎吾 実験試作部 松井亮 |
| 2012.2 | 2011年秋季大会学術講演会 優秀講演発表賞 〔公益社団法人自動車技術会〕 | 抵抗スポット溶接によるMg合金と鋼との 異種材接合 | 先端材料研究所 宮本健二 |
| 2012.2 | 第4回ものづくり日本大賞 内閣総理大臣表彰 厚生労働省関係 〔経済産業省・国土交通省・ 厚生労働省・文部科学省〕 | 技能五輪国際大会金メダリスト | 日産自動車九州 川辺祐也 車体技術部 三品英則 車両実験部 武田将大 |
| 2012.2 | 第9回新機械振興賞 機械振興協会会長賞 〔一般財団法人機械振興協会〕 | 1モーター2クラッチ式パラレルハイブリッ ドシステム | パワートレイン第四製品開発部 早崎康市 パワートレイン第四製品開発部 阿部達夫 EVパワートレイン開発部 安達和孝 パワートレイン第四製品開発部 山村吉典 パワートレイン計画部 中条桂介 |
| 2012.3 | 第44回市村産業賞 貢献賞 〔公益財団法人新技術開発財団〕 | 1モーター 2クラッチ パラレルフルハイブ リッドシステムの開発 | パワートレイン第四製品開発部 早崎康市 パワートレイン第四製品開発部 阿部達夫 パワートレイン計画部 中条桂介 |
| 2012.4 | 平成23年度科学分野の文部科学大 臣表彰 創意工夫功労者賞 〔文部科学省〕 | 燃料電池小型化のための薄型ガス拡散層の考案 主軸スピンドルツールクランプ潤滑装置の考案 主軸スピンドルツールクランプ潤滑装置の考案 鋼板切断機械のアルム鋼板搬送方法の考案 加工機扉の開閉動力による部品自動搬出装置の考案 バンパー搬送用吸着パッドの考案 前進使用AGVでの台車バック走行運搬の考案 産業廃棄物削減に向けた塗料粕含水量の改善 | 実験試作部 日吉孝則 横浜工場 西澤正哲 横浜工場 鈴木裕次 追浜工場 村山英雄 栃木工場 山崎明 栃木工場 星真一 日産自動車九州 菅野秀則 日産自動車九州 西田隆則 |
| 2012.4 | 2011年度日本機械学会賞 日本機械学会賞（技術） 〔一般社団法人日本機械学会〕 | 1モータ2クラッチパラレルフルハイブリッ ドシステムの開発 | パワートレイン第四製品開発部 早崎康市 EVパワートレイン開発部 安達和孝 パワートレイン計画部 中条桂介 パワートレイン第四製品開発部 山村吉典 ジャヤトコ株式会社 大曾根竜也 |
| 2012.5 | 第62回自動車技術会賞 技術開発賞 〔公益社団法人自動車技術会〕 | 高性能電動パワートレインおよび高応答加 速度制御技術の開発 | EVパワートレイン開発部 伊藤健 EVパワートレイン開発部 石川茂明 EVパワートレイン開発部 大久保孝仁 EVパワートレイン開発部 阿部誠 EVパワートレイン開発部 佐藤義則 |
| | | 綺麗を科学した内装防汚および洗浄技術の 開発 | 材料技術部 高橋香帆 材料技術部 小暮成夫 材料技術部 福井孝之 材料技術部 吉田智也 材料技術部 村上憲太郎 |

〈2011年10月～2012年10月〉

| 受賞年月 | 賞名 | 受賞技術 | 受賞者 |
|---------|--|---|---|
| 2012.5 | 平成24年度クボタ賞 〔公益社団法人日本鋳造工学会〕 | アルミニウム合金鋳物・ダイカストの基礎研究、 新工法開発による鋳造技術発展への貢献 | パートレイン技術開発試作部 神戸 洋史 |
| 2012.6 | 平成24年度全国発明表彰 発明協会会長賞 発明実施功績賞 〔公益社団法人発明協会〕 | グローバルゼロエミッションEV（電気自動車）の意匠 （意匠第1389080号） | プロダクトデザイン部 山崎 一樹 プロダクトデザイン部 藤原 正英 取締役社長 カロス ゴーン |
| 2012.8 | 2011年度技術部門貢献賞 〔公益社団法人自動車技術会〕 | 電気動力技術部門委員会 振動騒音部門委員会 インパクトバイオメカニクス部門委員会 トラフィックセイフティ部門委員会 ヒューマンファクター部門委員会 | 技術企画部 松永 康郎 実験技術開発部 波頭 伸哉 車両性能開発部 村上 大介 モビリティ・サービス研究所 清水 洋志 モビリティ・サービス研究所 萩野 光明 |
| 2012.8 | 2012年春季大会学術講演会 優秀講演発表賞 〔公益社団法人自動車技術会〕 | 品質ばらつき抑制プロセスを適用したステアリングシミー改善 | Nissan PV第二製品開発部 木村 修一 |
| 2012.9 | 平成24年度卓越した技能者表彰 （現代の名工） 〔厚生労働省〕 | 木型木工（自動車用鋳造部品の木型製作において卓越した技能を有している。量産時と同じ試作部品ができる木型加工法を開発したほか、CAD・CAM工法を導入し木型の製作期間の大幅な短縮も実現するなど、生産性の向上や品質向上、原価低減に努め、木型の信頼性向上に大きく貢献した。また、後進の指導・育成にも尽力している） | 成形技術部 齊藤 丈二 |
| 2012.10 | 2012年度部門一般表彰 優秀講演表彰 〔日本機械学会 動力エネルギーシステム部門〕 | 部分空間同定法を用いたスタック状態計測 （2011年次大会） | EVシステム研究所 浅井 祥朋 |
| 2012.10 | 米国メディアパネル・イノベーションアワード2012 自動車関連分野 〔CEATEC JAPAN 実施協議会〕 | 自動運転機能搭載NSC-2015 | 日産自動車 |

2. 製品ほか受賞

〈2011年10月～2012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 |
|---------|---|--|---------------------------------|
| 2011.10 | セレナ | 2011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 |
| 2011.10 | 日産自動車 | 平成23年度証券アナリストによるディスクロージャー優良企業選定 ・自動車・同部品・タイヤ部門 第1位 | 公益社団法人日本証券アナリスト協会 デスクロージャー研究会 |
| 2011.11 | 日産自動車 | 2011年度（第16回）IR優良企業賞 ・IR優良企業賞 | 一般社団法人日本IR協議会 |
| 2011.11 | Juke | MobilMotor Indonesian Car of the Year 2011 | (インドネシア)「Mobilmotor」誌 |
| 2011.11 | Juke | MobilMotor Indonesian Car of the Year 2011 ・Best Small SUV | (インドネシア)「Mobilmotor」誌 |
| 2011.11 | Grand Livina 1.5 XV | MobilMotor Indonesian Car of the Year 2011 ・Best Fuel Efficiency | (インドネシア)「Mobilmotor」誌 |
| 2011.11 | 日産リーフ | 2012年次RJC カーオブザイヤー ・最優秀賞 | NPO法人日本自動車研究者ジャーナリスト会議 |
| 2011.11 | 日産リーフ | 2011-2012日本自動車殿堂イヤー賞 ・2011-2012日本自動車殿堂カーオブザイヤー ・2011-2012日本自動車殿堂カーデザインオブザイヤー | 特定非営利活動法人日本自動車殿堂 |
| 2011.12 | 日産リーフ | 2011-2012 日本カー・オブ・ザ・イヤー | 日本カー・オブ・ザ・イヤー実行委員会 |
| 2011.12 | 3.5L DOHC V-6 HEV (Infiniti M35h) | 10ベストエンジン賞 (2012 Ward's 10 Best Engines) | (米) ワーズコミュニケーション社 |
| 2011.12 | スカイライン クロスオーバー 「セラミックブルー（外装）／ブラウン（内装）」 | オートカラーアウォード2012 ・グランプリ ・文化学園大学セレクション | 一般社団法人日本流行色協会 (JAFCA) |
| 2011.11 | 东风日产 启辰D50 (東風日産 ヴェヌーシア「D50」) | 最佳即将上市新车奖 (最も期待される新車賞) | 2011广州车展组委会 (広州モーターショー組織委員会) |
| 2011.11 | 东风日产 (東風日産) | 最佳汽车制造商奖 (最優秀製造メーカー賞) | 2011广州车展组委会 (広州モーターショー組織委員会) |
| 2011.12 | 日産自動車グローバルサイト | 第5回企業ウェブ・グランプリ ・コンセプト&アーキテクト部門グランプリ | ウェブ関係者の参加企業による 自主運営 |
| 2011.12 | THE PLANET ZERO | 第5回企業ウェブ・グランプリ ・コンテンツ企画&ライティング (B2C) 部門グランプリ | ウェブ関係者の参加企業による 自主運営 |

〈2011年10月～2012年10月〉

| 受賞年月 | 受賞車（製品）、その他 | 受賞名 | 主催 |
|---------|---|--|-----------------------------------|
| 2011.12 | 太陽光発電と日産リーフ用バッテリーを組み合わせた電気自動車用充電システムの開発 | 第2回（平成23年度）かながわ地球温暖化対策大賞 ・ 温室効果ガス削減技術開発部門 | 神奈川県 |
| 2011.12 | リローンチ広告の成功の鍵は「視点」が握る ～日産マーチの事例から～（宣伝部 黄珊瑚） | 第38回JAA 広告論文 ・ JAA 銀賞 | 公益社団法人日本アドバタイザーズ協会（JAA） |
| 2011.12 | 100年に一度の変革 ～100年に一度のマーケティングを目指して～ 電気自動車の市場導入～（販売促進部 大村昌宏） | 第38回JAA 広告論文 ・ 優秀賞 | 公益社団法人日本アドバタイザーズ協会（JAA） |
| 2012.3 | 日産自動車 | 2012（第5回）J-Win ダイバーシティ・アワード ・ 準大賞 | 特定非営利活動法人ジャパン・ウイメンズ・イノベティブ・ネットワーク |
| 2012.8 | 東風日産乗用車公司 広州風神汽車有限公司 花都工場 | 2012年度（第2回）GOOD FACTORY 賞 ・ ファクトリーマネジメント賞 | 一般社団法人日本能率協会 |
| 2012.10 | シーマ | 2012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 |
| 2012.10 | NV350 キャラバン | 2012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 |
| 2012.10 | ノート | 2012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 |
| 2012.10 | 日産スマートハウスー2012 | 2012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 |
| 2012.10 | 日産新型急速充電器 | 2012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 |
| 2012.10 | 日産自動車 | 平成24年度証券アナリストによるディスクロージャー優良企業選定 ・ 自動車・同部品・タイヤ部門 第1位 | 公益社団法人日本証券アナリスト協会 ディスクロージャー研究会 |

編 集 後 記

日産技報第72号をお届けします。本号では、「セーフティ・シールド」コンセプトに基づく安全技術を集約し、技術紹介では「セレナに搭載したS-HYBRIDシステム」、「新型マルチリンクサスペンション」を、新車紹介では「ノート」、「シルフィ／セントラ」、「日産リーフ」を取り上げています。予防安全技術については、幾つかの国内自動車メーカーがTVコマーシャルを積極的に活用し宣伝合戦も熱を帯びてきていますが、当社も数年前より「セーフティ・シールド」コンセプトに基づいた最先端安全技術の積極的な市場投入を進めるなど、交通事故死亡・重傷者撲滅に向けたVision Zero構想を着実に実行してきております。特に、今号でご紹介しているITS (Intelligent Transport Systems) 技術を活用した安全システムは、長年に渡り当社が重点的に育ててきた技術であり、近未来の自動運転につながる重要領域と言えます。他方、こうした技術は安全装備であるものの、量産車両への本格採用には大きなコスト制約があり、一層の低コスト化が求められております。そのような環境の中、当社エンジニアならびに部品開発サプライヤ様の普及促進のための低コスト化努力により、その搭載率は大きく向上し、カメラやレーダシステムなどは、なくてはならない必須アイテムに成長してきております。本誌は、当社の第一任者が精力込めて執筆した充実した内容で構成しておりますので、是非、御一読頂ければ幸いです。また、技術紹介ならびに新車紹介におきましても、今後の当社の商品を牽引する技術が多数紹介されておりますので、合わせてご覧ください。

末筆ですが、今号に寄稿頂きました方々に、改めて厚く感謝申し上げます。

— 日産技報編集委員・木村敏也 —

2012年度日産技報編集委員会 (Editorial Committee)

委員長 (Chairman)

原 田 宏 昭
(Hiroaki HARATA)

副委員長

小野川 馨

委 員

今 西 朗 夫

高 城 龍 吾

佐 藤 正 晴

斎 藤 康 裕

山 田 晃 央

木 村 敏 也

波 頭 伸 哉

古 谷 宏 次

先端材料研究所

パワートレイン開発本部

商品戦略室

技術企画部

Infiniti製品開発部

Infiniti製品開発部

Infiniti製品開発部

IT&ITS開発部

実験技術開発部

パワートレイン第三製品開発部

坂 元 宏 規

中 野 正 樹

三 田 村 健

中 条 桂 介

長 谷 川 哲 男

田 井 中 信 人

大 井 進

藤 谷 克 郎

事務局

小 宮 山 晋

丸 山 高 澄

細 谷 裕 美

研究企画部

EVシステム研究所

モビリティ・サービス研究所

パワートレイン計画部

環境・安全技術渉外部

車両生産技術統括部

パワートレイン技術企画部

生産・SCMシステム部

研究企画部

研究企画部

研究企画部

日 産 技 報 第 7 2 号

© 禁無断転載

発 行

2013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 046(290)0870

印刷所

相互印刷株式会社

東京都江東区森下3-13-5

Nissan Technical Review 72

March, 2013

Publisher Nissan Technical Review

(Editor) Editorial Committee

Distributor Society and Frontier Laboratory

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

デザイン本部で INFINITI を担当している山本です。ぶつからないクルマの実現に向け、日産はセーフティ・シールド（クルマが人を守る）コンセプトに基づき、世界に先駆けて安全技術の開発を推進しています。今回の表紙デザインは、全方位に対する運転を支援するシステムによってドライバーのみならず全ての乗員がクルマによって守られている、というイメージを表現したいと考え、緻密に制御されている運転支援システムの様子をクルマのトップビューと周りの解析グラフを用い未来的な表現にまとめあげました。



プロダクトデザイン部
山本 孝紀
