

特集：新型ロードスター

9

オープン走行時の快適性向上技術開発 Development of Comfortable Technology under Open Top Condition

矢野輝昭*1 坂倉忠則*2 小野正義*3 濱元克洋*4
Teruaki Yano Tadanori Sakakura Masayoshi Ono Katsuhiko Hamamoto
久我秀功*5 大平洋樹*6 久文陽子*7 十亀克維*8
Yoshiatsu Kuga Hiroki Oohira Youko Kyubun Katsumasa Sogame

要約

新型ロードスターにおいて、快適なオープン走行を提供するために、「巻き込み風のコントロール」と「オープン空調システム」の技術開発を行った。巻き込み風のコントロールでは、コンセプトデザインとの両立を図る車体要件を明確にし、またメッシュタイプのアエロボードを開発した。更にオープン走行時の空調システムでは、夏の日差しや冬の冷氣による不快感に対してウェストベントを新設し、従来の5つの空調モードに加えて2つのオープンモードを追加した。

これらによって、走行風と空調風を自在にコントロールする技術が確立でき、新型ロードスターは年間を通して快適なオープン走行が可能となった。

Summary

For all-new Roadster to offer the comfortable open top running, we developed a technology of "Wind flow control" and "Air-conditioning system for open running". For the wind flow control, the body requirement that would ensure compatibility with concept design was clarified and an aeroboard of mesh type was developed. For the air-conditioning system for open running, on the other hand, a waist vent was newly designed to improve uncomfortable feeling due to the sunlight of summer or the cold air of winter, and two open modes were added to five current air-conditioning modes.

The all-new Roadster have enabled comfortable open running throughout the year by the technology that provides wind flow and air-conditioning flow control.

1. はじめに

新型ロードスターでは、商品コンセプトの“人馬一体”を具現化する一つの要素として、オープンカー最大の提供価値であるオープンエアドライビングに着目し、先行段階から「より快適に、より長い期間、オープンエアドライビングを楽しめる新空調システム」の技術開発活動を進めてきた。その活動では、走行風の気持ち良さと空調の効きを向上させる「巻き込み風のコントロール」と、特に夏と冬の快適性を高める「オープン空調システム」の実現を目指した。

本稿では、この巻き込み風のコントロールと効果的な空調システムの具体的な実現手段について紹介する。

2. 開発の概要

まず、オープンカーの使用環境を知るため、日本・米国・欧州において使用実態調査を行い、オープン走行時の車速域を定義した。次に実車評価の結果から、気持ちの良い走行風と快適な空調空間を実現できる巻き込み風の目標値を設定し、以下の具現化活動に移行した。

「巻き込み風のコントロール」開発では、歴代ロードスターの特徴である軽快感と開放感を継承するため、低いベ

*1~4 装備開発部
Interior Components Development Dept.

*5~7 車両実研部
Vehicle Testing & Research Dept.

*8 企画設計部
Basic Design Dept.

ルトラインとの両立にチャレンジした(ベルトラインを高くすれば巻き込み風は容易に抑制できる)。巻き込み風とデザイン形状は密接に関係するため、試作車を用いて要件を抽出し、初期のデザイン検討に反映した。更に、「風をなだめる」エアロボードを考案し、狙い通りの「巻き込み風のコントロール」を実現した。

「オープン空調システム」開発では、夏の強い日射によるジリジリ感、及び冬の冷たい侵入風による底冷え感の改善に注力した。温度感度の高い人体部位を明らかにし、集中的に空調風を当てることで、2代目ロードスターよりも夏2か月、冬1.5か月も長くオープン走行を楽しむことが可能になった。

3. 巻き込み風のコントロール

3.1 「快適にオープン走行できる」巻き込み風

お客様にオープンエアの楽しさを満喫していただくため、「快適にオープン走行できる」巻き込み風を実現することを目標に掲げた。オープンカーで「快適にオープン走行できる」とはどういうことなのかを知るために、オープン走行時の好評点、不満点について、市場調査及び社内フィーリング評価を行った。この結果からどのような風が「快適にオープン走行できる」巻き込み風であるかを見いだし、その風を実現することを目標とした。

(1) ユーザの声

まず、ロードスターのメイン市場である欧州、北米、日本のユーザを対象にオープン走行時での風の好評点/不満点の市場調査を実施した。この結果、オープン走行時における好きな風は、開放感あふれる心地よい風と、頭周りの微風があげられ、嫌いな風は、顔や肩部の髪が大きく乱れるような後から前へ強く流れる風と、冬場の足元に吹き込む風が支配的であることがわかった (Fig.1)。

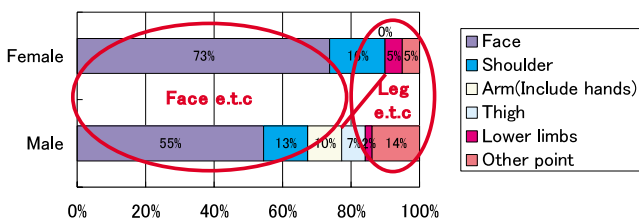


Fig.1 Bad Feeling by Back-draft Wind

(2) 「快適にオープン走行できる」巻き込み風の定義

上記結果を基に、2代目ロードスターを含むオープンカー6台を使用し、一般道、高速道、テストコースにおいて、「人馬一体風の巻き込みフィーリング評価会」を行った。市場調査と同様、後から前へ吹き込む強い風、足元へ吹き込む冷たい風が「嫌いな風」と感じられることを確認した。更に、「好きな風」として、オープン走行時、車室内を無

風状態にすることが必ずしも良いわけではなく、適度な風を車室内に送るとオープンエアを楽しめ、Zoom-Zoomを体感できることがわかった。この不快な風を抑え、適度な風を車室内に送ることを、「快適にオープン走行できる」巻き込み風と定義し、その実現を目標とした。

(3) 「快適にオープン走行できる」巻き込み風の定量化

市場調査及びフィーリング評価結果からわかった「嫌いな風」がどこからくる風なのか、「好きな風」はどのくらいの強さの風なのかを解明するため、実車風洞にて流れの解析と体の各部位での風量測定を行った。その結果、「嫌いな風」は「Aピラーから巻き込んで肩や頭に当たる風」「ヘッダで剥離した流れがデッキ上に当たり、逆流して車室内に入り、顔や足元に当たる風」の2種類の流れであることがわかった。すなわち、この2種類の流れを抑えることで「嫌いな風」をなくすことが可能であることがわかった。また、体に当たる風がそよそよと弱い風量である時、人が心地よく感じる事がわかった。これらの結果から、「快適にオープン走行できる」巻き込み風を定量化し、その風を実現するための目標として設定した。

3.2 「快適にオープン走行できる」巻き込み風の実現

(1) コンセプトデザイン

上述のようにオープンカーの風の巻き込みで「嫌いな風」は、Aピラーから巻き込んでくる風と、ヘッダで剥離した流れがデッキ上に当たり、逆流して車室内に入る風である。これら2種類の流れに着目し、目標を達成するため、開発初期段階から要件化を行い、以下の要件を初期デザイン検討に反映した (Fig.2)。

- フロントウインドウ傾斜角の最適化
- フロントウインドウの曲率とAピラーのR
- Aピラー位置 (三角窓の設定) (Fig.3)
- ショルダーの高さ
- ヘッダ位置の最適化
- トランクデッキ高さの最適化 (Fig.4)

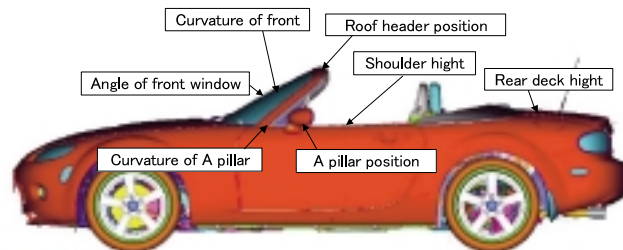


Fig.2 Adjustment Points

~ を織り込むことにより、Aピラーから巻き込んでくる風を抑制し、更にヘッダで剥離した流れがデッキ上に当たり逆流して車室内に強い風が入るのを抑制することが可能となった。

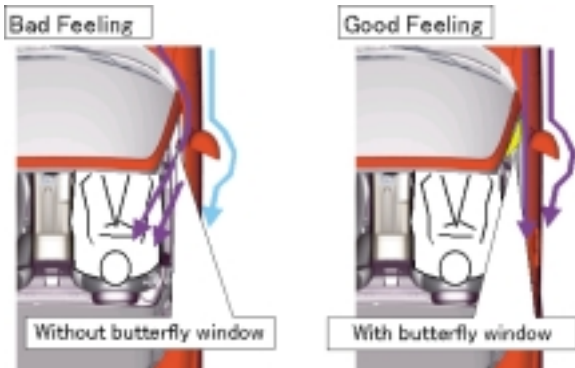


Fig.3 Effect of Butterfly Window

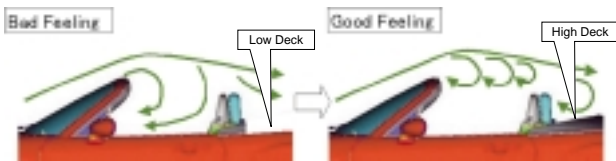


Fig.4 Effect of Rear Deck Height

(2) エアロボード

上述に加えて、「快適にオープン走行できる」巻き込み風を実現するために車室内に流入する風のコントロールを行った。

メッシュタイプのアロボードの設定

「快適にオープン走行できる」巻き込み風を実現するため、心地よい適度な風を車室内に入れなければならない。高速道路の防風壁から発想して、これを応用しメッシュタイプのアロボードを考案した (Fig.5)。このエアロボードは、エアロボード上を飛び越えてくる強い風を緩和し、心地よい風を車室内に導風することができた。更に、後方視界確保と巻き込み風の整合を取り、最適化した (Fig.6)。



Fig.5 Aeroboard of Mesh Type

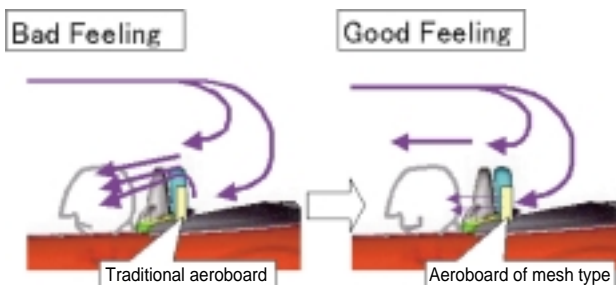


Fig.6 Effect of Aeroboard of Mesh Type

以上述べてきた初期デザインへの要件の織り込みと“風をなだめる”エアロボードの考案により、不快な風を抑制し、車室内に心地良い風を送ることが可能となった。すなわち、「快適にオープン走行できる」巻き込み風のコントロールを実現した。

4. オープン空調システム

4.1 オープン走行時の課題

一般的に、オープンカーでありながら夏季や冬季にオープン走行をしているユーザは残念ながら少ないのが実情である。オープン走行時の不満点として、夏季には直射日光で上半身から大腿部が暑く不快であり、また冬季には後方からセンターコンソールやドア側に巻き込んだ冷気によって腰や大腿部が寒く不快となる。そこで風の巻き込みの低減に加えて、1年を通してオープン走行が楽しめる空調システムを開発した。

(1) 暖房時の課題と対応

新型ロードスターでは、冷風の巻き込みを大幅に低減したが、コンソール沿いに冷気の侵入は若干残り、腰から大腿部にかけての不快感は完全に解消できなかった。これに対して従来の足元への吹き出しに加えて大腿部から腰への温風を出す吹き出し口を追加することが有効であることがわかった。

(2) 冷房時の課題と対応

オープン時の直射日光は、ウィンドガラスを透過した時の約2倍の強さとなり、これを和らげるために大腿部から上半身に冷風を流すことが必要となる。このためベント吹き出しのみではカバーできない大腿部から腰にかけて冷風を送る吹き出し口が必要となる。

そこで新型ロードスターでは温風から冷風まで吹き出すことが可能なウェストベント吹き出し口を設定した (Fig.7)。



Fig.7 Waist Vent

4.2 開発目標

調査の結果、オープンで快適に運転できる季節は、最も良好なオープンカーにおいても関東地方で約半年に過ぎないことがわかった。新型ロードスターでは、年間の4分の3にあたる9か月以上の期間、快適なオープン走行が楽しめるように目標を設定した。

Fig.8に東京の年間の気温を示す。すなわち、快適にオープン走行が可能な外気の保証温度を10~30 とすることで、大半の季節でオープン走行を楽しむことができる。

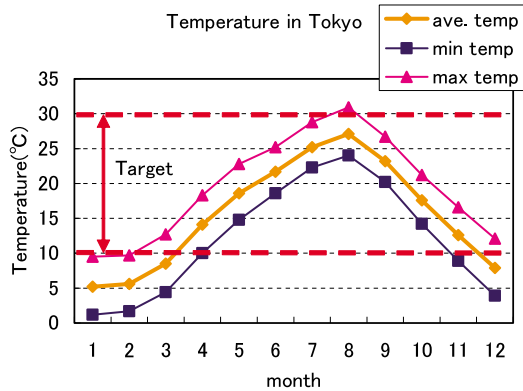


Fig.8 Temperature Target

4.3 HVACユニットの構造と特徴

(1) 小型軽量化ユニット

ヨー慣性モーメントを低減するために、空調ユニットを2代目ロードスターより7%小型化し、エンジンを135mm後方に移動することを可能とした。

高効率熱交換器やスライドドアの採用などで通風抵抗の低減を実現し、2代目ロードスターから能力を30%向上させ、クラストップの冷暖房や騒音性能を確保した。HVACユニットの構成とヒータコントロールパネルをFig.9に示す。

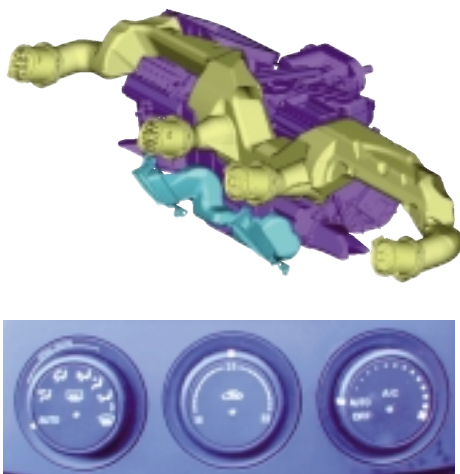


Fig.9 HVAC and Heater Control Panel

(2) ウェストベント

快適なオープン走行を実現するために、従来の5つの空調モードに加えて2つのモードを追加した。夏の暑い日に対応するためにベント/ウェストモードを設定し、冷風を上半身だけでなく、直射日光の当たる大腿部にも流すことで日射による暑さを和らげることができる (Fig.10)。

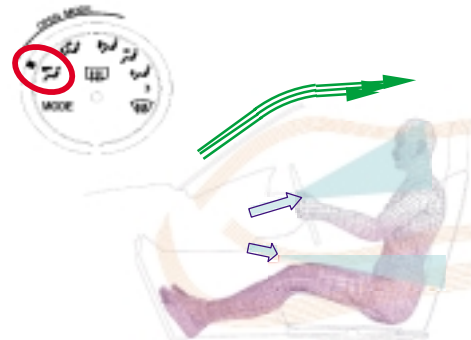


Fig.10 Vent/Waist Mode

また冬の寒い日に対してはフット/ウェストモードを設定することで、足元に加えて大腿部と腰周りにも温風を送風することで、冷気の侵入に対して下半身を快適にすることができる (Fig.11)。

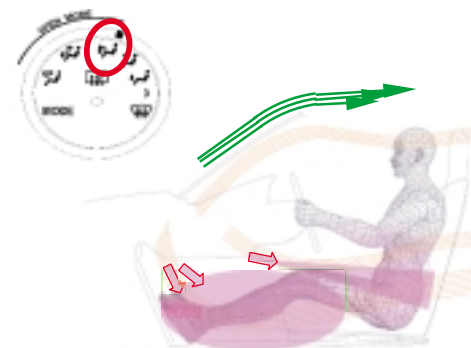


Fig.11 Foot/Waist Mode

吹き出しモードと吹き出し口の関係を表1に示す。

Table 1 Air Distribution

Mode \ Outlet	Vent	Waist	Foot	Def
Vent/Waist	○	○	×	×
B/L	○	○	○	×
Foot/Waist	×	○	○	×
Vent	○	×	×	×
Foot	×	×	○	○
Foot/Def	×	×	○	○
Def	×	×	×	○

4.4 オープン空調システムの効果

(1) 評価方法

乗員全身の温度や風速分布を正確に把握するために、アメニティマネキンを活用した。アメニティマネキンは、温度70点、風速24点、輻射12点、湿度2点の計測が可能であり、各部位の快適性の把握に有効である (Fig.12)。



Fig.12 Manikin

(2) 各部の温度比較

オープン走行での冬季と夏季の乗員の各部位での温度分布の測定結果をFig.13に示す。

冬季においては、冷気の巻き込みの低減により上半身の温度が上昇し、ウェストベントからの温風の効果で大腿部の温度が大幅に向上していることがわかる。また、夏季においても同様に、風の巻き込みの防止によりベント風が頭

部まで届くようになり、またウェストベントの冷風によって腰から大腿部の温度が大幅に低下している。

これらの効果により、ライトウエイトスポーツの中で最も快適なオープン空調が実現できた。

5. おわりに

以上、新型ロードスターにおいて開発した巻き込み風のコントロールとオープン空調システムの技術について紹介した。これらにより、人馬一体を実現できる心地よいオープンエアと高機能空調が提供でき、オープン走行をより多くのシーンで楽しんでいただけることが可能となった。

著者



矢野輝昭



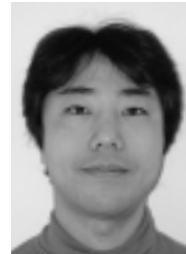
坂倉忠則



小野正義



濱元克洋



久我秀功



大平洋樹



十亀克維

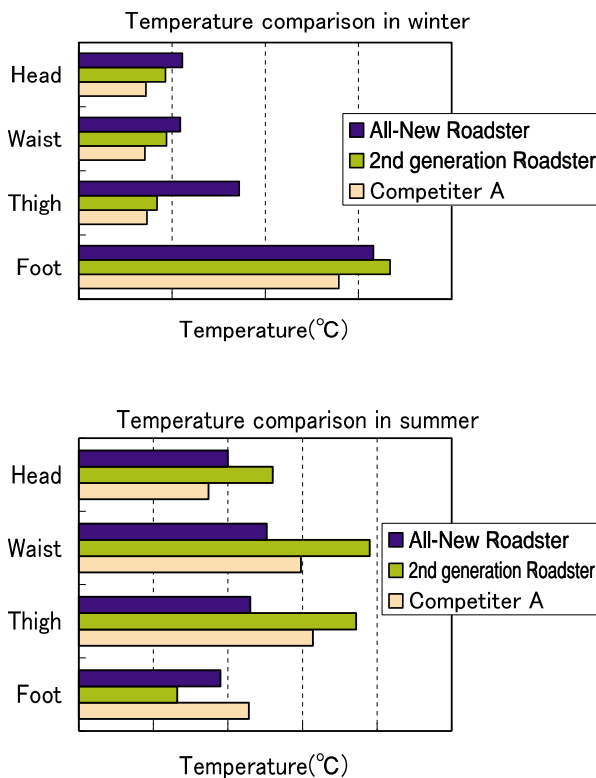


Fig.13 Comparison of Temperature