

S2000におけるオープン走行時の風処理と暖房

HONDA S2000 Convertible-Cabinroom Windflow Management and
Heater Performance under Open Top Conditions

鈴木 秀 男*
Hideo SUZUKI

若 生 真一郎*
Shinichiro WAKO

中 野 武*
Takeshi NAKANO

要 旨

新世代リアルオープンスポーツS2000の開発において、「オープン走行を快適に楽しめること」をテーマとして、「風処理」と「暖房性能」に関する以下の技術を開発した。

- (1) 風処理については、ロールバー形状により後方からの逆流風を低減するとともに、フロントピラー形状により外側からの風を心地良く感じられるように制御した。
- (2) また座席後方にエアロスクリーン(防風板)を設置することで逆流風を低減させ高速セミオープン走行においても快適な車室内の風環境を確保した。
- (3) 暖房性能については、腰や太ももを暖めるための吹き出し口を追加した「OPEN mode」と称する新しい配風モードを設定することによって、風処理では補えない腰のまわりの寒さ感を低減させ、冬期にも快適なオープン走行を楽しめる暖房性能を得た。

ABSTRACT

An important theme during the development of the “New Generation Real Open Sports” HONDA S2000 was to create a pleasant cabin feeling during open running conditions by controlling the wind flow in and around the cabin area, and also managing the performance of the heater/air-conditioner unit. These open running objectives were realized through the application of the following 3 items.

1) The shape of the rollover bar decreased the level of back-draft wind, while the A-pillar shape aids in the management of the frontal wind flow along the windshield.

2) A pleasant level of wind flow was achieved in a variety of open running conditions which contained a high speed region through the use of an aerodynamic wind screen.

3) A good level of heating distribution and overall heating feeling was attained during cold temperature conditions. This was achieved through the use of a new heater distribution method called “OPEN mode”.

1. まえがき

新世代リアルオープンスポーツS2000の開発においては、スポーツカー本来のダイナミック性能を追求する一方で、オープンカーであることを活かして「人車一体の開放感・心地良さ」を向上させることによる「走る楽しさ」の拡大を図った。

オープン走行時における車室内の風環境の改善は快適性向上の重要な課題である。オープン走行の心地よさである「気持ちよい風」を感じられるための重要な要素には、風の巻き込みをコントロールする「風処理」と、それと相まって特に冬期のオープン走行の快適性を助ける「暖房性能」とがある。本稿ではこれらの快適性を実現させるための手法およびその成果について述べる。

2. 開発のねらい

S2000での風処理においては、いかに人が心地良い風を感じて走ることができるかをめざし、特に100km/h程度までの速度域(以下、常用域という)で最もそう快に走ることを重点として、気持ち良さを感じる条件を抽出し定量化することによって目標値を定めた。

目標を達成するための風処理手法の検討においてはスタイリングを犠牲にしない範囲で車室周辺各部の形状を変え、その効果によって風の流れをコントロールすることを優先的に考慮した。あわせて常用域から高速域に至る幅広いオープン走行状態においてもそう快さが得られることをめざした。

暖房性能においては、風処理により室内に巻込む風が低減されても、冬期には腰近傍へのわずかな冷風の巻込みでもオープン走行を快適に楽しむ妨げとなるため、S2000では一年を通してできるだけ長い期間オープン走行を楽しめるように、冬期には腰近傍を暖房することにより、風処理では補えない冬場の快適空間を実現することをねらいとした。

3. 風処理の目標設定

3.1. フィーリング評価

常用域における「気持ちよい風」の目標を設定するにあたり、まず「気持ちよい風」の条件を抽出するために、市販のオープンカー(以下、比較車)4台を使用し、テストコースにおいて走行時の風のフィーリング評価を実施した。

サイドウィンドーを下げたフルオープン状態において、40~100km/hの速度範囲でFig.1に示す体の13部位への風の当たり方と感じ方を5点法によって評価して、その中で各車の評点に差が大きく現れた速度を評価速度とした。

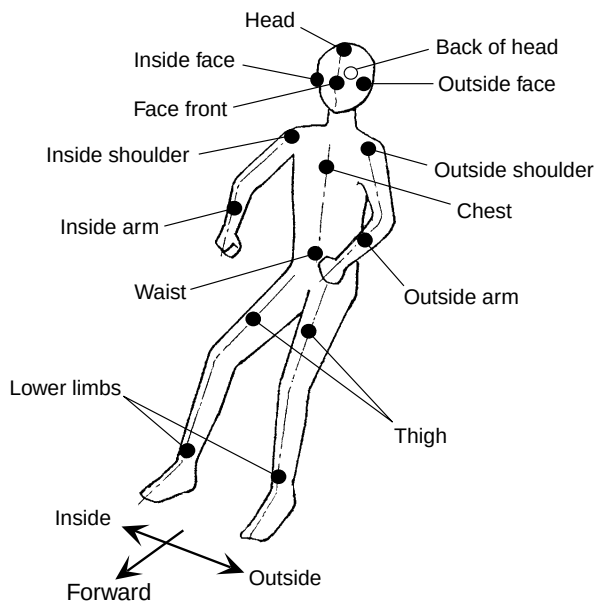


Fig.1 Feeling evaluation part of human body

評価速度における各比較車の評点平均値をFig.2に示す。この評点とパネリストのコメントを集約して以下の結果を得た。

- (1) 車両によってフィーリングに大きな差の出る部位は、車幅方向の中心側における顔側面部および外側の顔側面部(以下、それぞれ「内側顔」および「外側顔」という)である。
- (2) 比較車の中ではD車が内側顔および外側顔の評点が最も高く、全部位の合計点も高い。

- (3) パネリストの意見を総括すると、オープンカーとして心地よい条件とは

- ・内側顔への巻き込み風(逆風)は大変不快であるため、少ない方がよい。
- ・外側顔へは適度な風が必要である(オープンカーとして、ある程度の風を感じられる方がよい)。

以上の結果をふまえて風処理の目標を設定することとした。

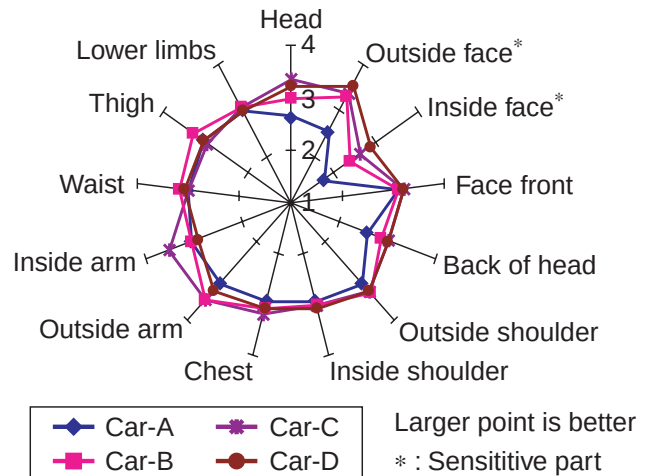


Fig.2 Feeling evaluation of wind in open car

3.2. 目標値の設定

「気持ちよい風」という感覚的特性をより具体的な物理量と関係づけるために、先のフィーリング評価で用いた比較車4台について、外側顔および内側顔における風速を実車風洞において測定し、フィーリング評点と風速の関係を求めた。車両はフィーリング評価時と同様にフルオープン状態とし、風速の設定は風洞の主流速度を前述の評価速度とした。乗員の内側顔および外側顔の耳位置付近を測定点とし、一次元の熱線風速計を用いて車両前後方向の風速成分のみを測定した。

Fig.3に、比較車のフィーリング評点(パネリストの平均点)と風速の関係から目標値を設定した方法を示す。5点法における3点を気持ちよい風の境界線とし、3点以上のエリアを目標とするゾーン(以下、心地よいゾーン)と定義した。

外側顔に対しては適度に風が当たるのが心地よく、最も評点の高いD車を中心に風速が高いほど、あるいは低いほど評点は低くなっていることがわかる。このことより、外側顔への風速目標値をこの範囲とした。

内側顔の風については、逆流風のわずらわしい風であることから風速が低いほど評点は高いので、評点3ポイント以上の心地よいゾーンに入る風速以下を内側顔の風速目標値とした。

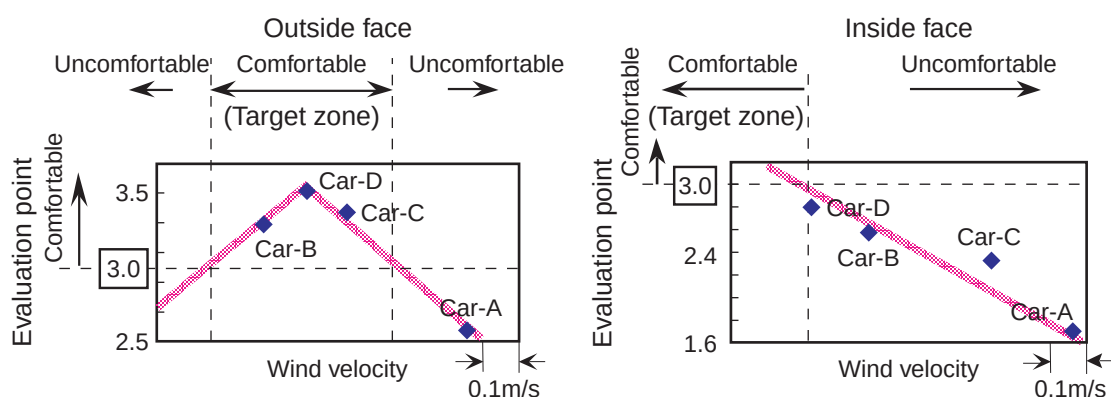


Fig.3 Settlement of target zone according to the correlation of wind velocity and feeling evaluation

4. 風処理の手法と効果

オープンカーにおける風巻き込み(乗員への風当たり)にはFig.4に示すように、フロントウィンドー上部ではなく離れた流れがキャビン後方より逆流として車室内(主に車体中央部の左右座席間)へ流入してくる風と、フロントピラーの後流による車体側面方向からの流入風の二つが大きく寄与している¹⁾。この二つの流れに着目し、設定した風処理の目標性能を達成するために開発初期段階からベースデザインに対し改良を加える実験的アプローチを重ねた。その手法と効果を以下に述べる。

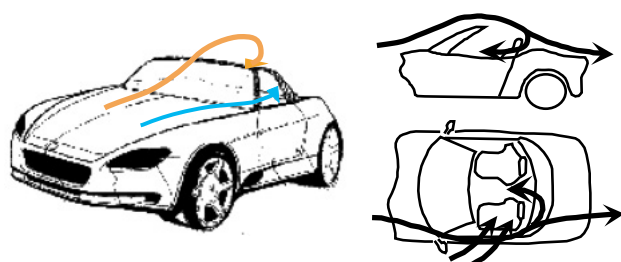


Fig.4 Wind in full-open condition

4. 1. 内側顔への風のコントロール

4. 1. 1. フロントウィンドー角度の影響

フロントウィンドーの最適角度について下記の方法で検討した。

(1) 1/4クレモデルによる解析

S2000のベースデザインのスケールモデルにより、模型用風洞においてスモークワイヤ法を用いて流れを可視化し、車体中央部の逆流域の風速を測定することでフロントウィンドーの角度と風速の関係を明らかにした。その結果をFig.5に示す。同図よりフロントウィンドーの角度を小さくするとキャビン後方の風の巻き込みが減少し、逆流風が低減することがわかる。

(2) 風処理テスト車による解析

フロントウィンドーの角度を調整できるようにしたテスト車輛(以下、テスト車という)を製作し、上記(1)

と同様の解析を行った。フロントウィンドーの角度を38°(ベースデザイン)、34°および30°とし、タフトを使った流れの把握と内側顔の風速測定の結果をFig.6に示す。前述の1/4クレモデルを用いた測定の結果と同様にフロントウィンドーの角度を小さくすることで内側顔の風速を低減できることが確認された。しかし、ベースデザインの角度38°では目標値と比較して内側顔の風速は大幅に超過し、目標値をクリアするためには角度を33°以下にすることが必要である。

フロントウィンドーの角度を小さくするには上部を後方に移動するか下部を前方に移動する必要があるが、衝突時の頭部衝撃保護および開放感やスタイリングの観点から、許容される範囲で下部を前方に移動してベースデザインの38°と目標風速が得られる角度である33°のほぼ中間の角度に決定したうえで、さらに内側顔の風速目標値を達成するために他の手法を併用した。

4. 1. 2. ロールバーのオフセット量の最適化

後方からの逆流風が乗員の内側顔に当たるのを防止するエアロスクリーン(防風板)効果を持つ部品として、座席後方部のリアデッキ上に設置されるロールバーに着目し、このロールバーガーニッシュの形状を工夫することで風処理の効果を得ることを試みた。Fig.7は、ロールバーが有る場合と無い場合での内側顔近傍における逆流風の車両前後方向成分の分布を示したものである。同図から、ロールバーによって内側顔の逆流風が低減しているのがわかる。

風処理に重要な因子は、座席のヘッドレストとロールバーとの車幅方向の相対位置(以下、オフセット量)であり、このオフセット量が大きい程内側顔への風当たり低減に効果があるが、後方視界とスタイリングを考慮した上で最適なオフセット量を設定した。

4. 2. 外側顔への風のコントロール

外側顔風速についてはフロントピラーを越えてくる側流の影響が大きいことからフロントピラーの形状を工夫して流れを制御することを試みた。

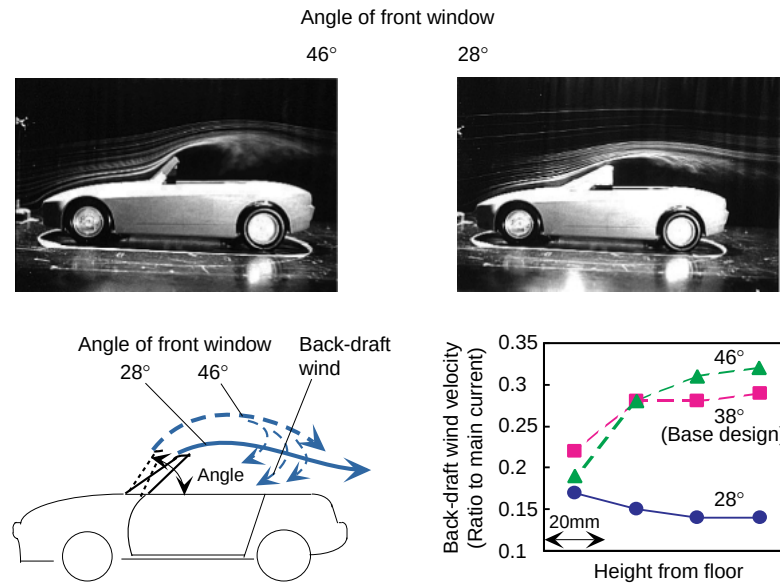


Fig.5 Analysis of back-draft wind using 1/4 scale clay model

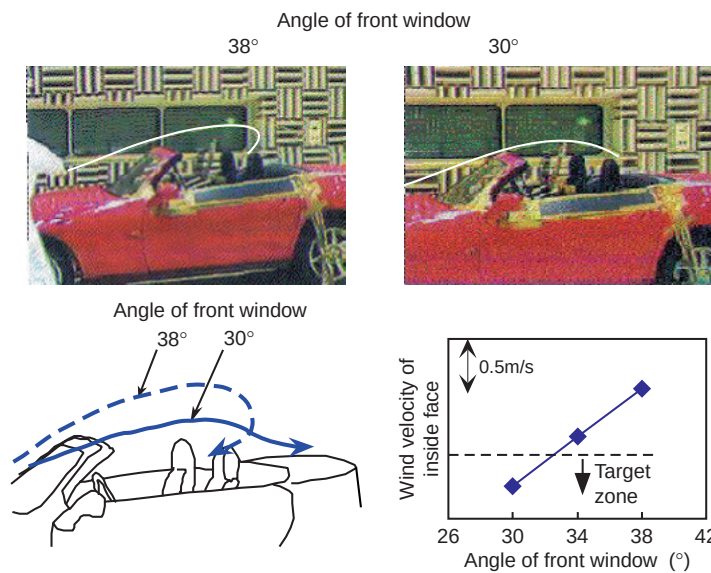


Fig.6 Analysis of back-draft wind using test car in the wind tunnel

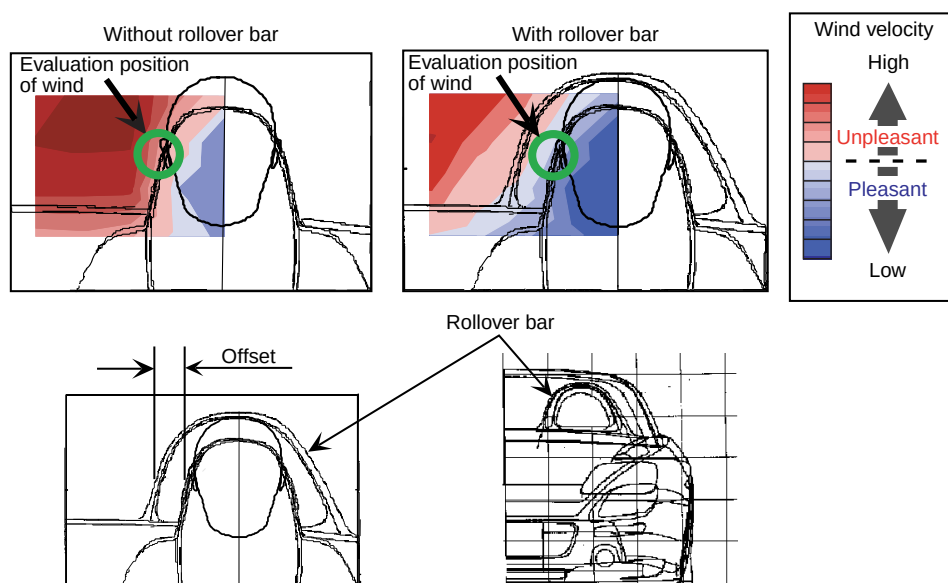


Fig.7 Influence of rollover bar on back-draft wind velocity at inside face

ベースデザイン形状における風の流れは、Fig.8に破線で示すようにフロントピラーではなく離れた流れの大半が比較的スムーズに後方へ流れるため、外側顔に対して適度な風速が得られていなかった。そこで同図中に示すようにドリップモール段差が設定されていないベースデザインに対しドリップ段差を付加することで、実線で示すようにフロントピラーまわりの流れを一たん車両外方向へはく離させた後に外側顔方向へ導くようにコントロールし、外側顔風速を増大させる効果を得た。さらに、フロントピラー面の角度をベースデザインより大きくすることでキャビン側への風の引き込み効果を大きくして、外側顔風速を目標ゾーンのほぼ中央とすることができた。

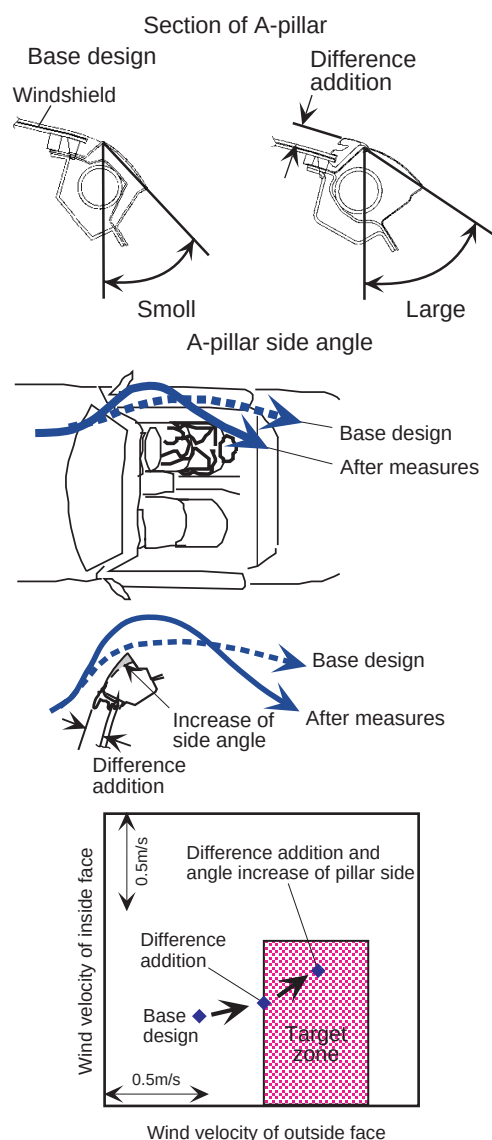


Fig.8 Control of wind velocity at outside face by A-pillar shape

テスト車において開発した以上の風処理手法を適用した結果、内側顔および外側顔ともFig.9に示すように目標とする風速の範囲に調整することができた。

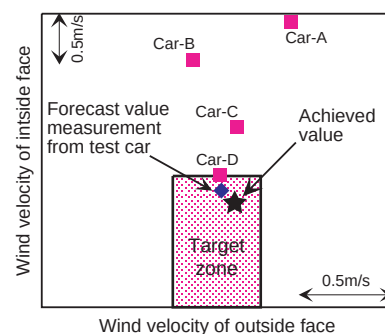


Fig.9 Velocity of the wind

4. 3. 高速走行における風処理

高速走行時にはサイドウィンドを上げたセミオープン状態での走行も考えられるがその場合、外側顔に当たる風がほとんどないため内側顔への逆風がフルオープン時より強い不快感の要因となる。この状態ではできるだけ風を入れないことが快適な室内環境のためには望ましく、その手法として乗員頭部後方(座席後方)の車両中心部にエアロスクリーンを装着して内側への逆風を低減させた。

エアロスクリーンの高さは実験的に求めた逆風低減効果と後方視界とを考慮して約100mmとした。

Fig.10にエアロスクリーンの形状を、Fig.11にエアロスクリーン装着による逆風低減効果を示す。同図より、セミオープン状態ではスクリーン装着によりかなりの高速域まで快適なレベルが確保されていることがわかる。

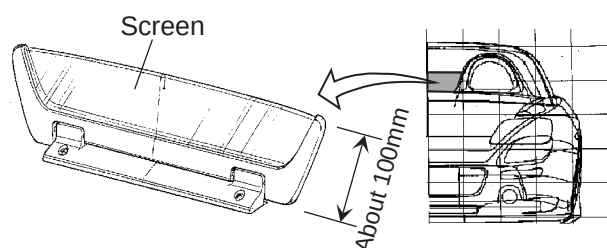


Fig.10 Aerodynamic wind screen

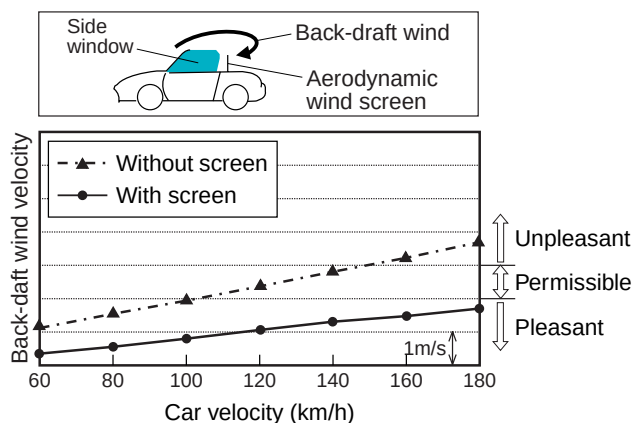


Fig.11 Effect of aerodynamic wind screen on back-draft wind velocity to inside face in semi-open condition

5. オープン走行時の暖房

5.1. オープン走行時の暖房の課題

一般的にオープン走行時にはセンターコンソール沿いに冷風が巻込んで腰や太ももに当たるため、冬期にオープン状態で走行することは快適ではない。その理由について各種オープンカーの試乗評価を行い、従来のヒータの配風は足を中心に配風されていることが多く、また風処理が不適切なためオープン状態ではひざから下の暖房効果しか得られないためであることが確認された。そこでS2000では、ヒータの配風改善により冬期のオープン走行の快適性を向上させることとした。

5.2. 「OPEN mode」の設定

Fig.12に示すように、インストルメントパネル中央に新たに腰や太ももを暖めるための吹出口を設け、従来の足元吹出口からの温風はひざから下を暖める、「OPEN mode」を設定した。このような配風を実現するために、足元の吹出口もダクトタイプとした。従来の横吹き出しタイプにはない、上から吹出すシャワータイプの配風が、このモードにおける暖房効果の向上に大きな役割を果たしている。

OPEN modeの暖房効果を定量的に解析するために、温度センサを組み込んだ人体模型とコンピュータグラフィックスを用いて人体温度分布を表示する測定を実施した。温度変化に対し敏感な顔や下腿部は測定間隔を細かく、鈍感な胴回りは粗く測定し、全体で60の温度センサを用いて温度

分布を測定した。数の限られたセンサから精度の高い温度分布を求めるために実測データからスプライン補間法によって各メッシュ格子点の温度を求めた。その結果を温度の高い所は赤系色、温度の低い所は青系色としてFig.13に示す。同図からわかるように従来のヒータのHEAT modeではひざまでしか暖房感を得られなかったが、OPEN modeによって腰から胸付近までを暖められるようになり、オープン走行時の暖房性能が大幅に向上したことが確認できた。

6. まとめ

「オープン走行を快適に楽しめること」をテーマとして、「風処理」と「暖房性能」の向上に取り組み、

- (1) 風処理において常用速度域のオープン走行での心地よい風の目標レベルを求めた。
- (2) ロールバーの形状効果により後方からの逆流風を低減させた。
- (3) フロントビラー形状の工夫により外側からの風を心地良く感じられるレベルにコントロールした。
- (4) エアロスクリーンの装着により高速域においても快適なセミオープン走行を可能とした。
- (5) エアコンに「OPEN mode」を設定し、腰から下の暖房性能を向上させることで冬期のオープン走行を快適なものとした。

その結果、さまざまなオープン走行状態において快適性を向上させることができた。

参考文献

- 1) Barnard, R., H. : Improving the wind environment in open cars, Veh NVH Refin, C487/021, I Mech E, p.73-78 (1994)

■ 著 者 ■



鈴木 秀男



若生真一郎



中野 武

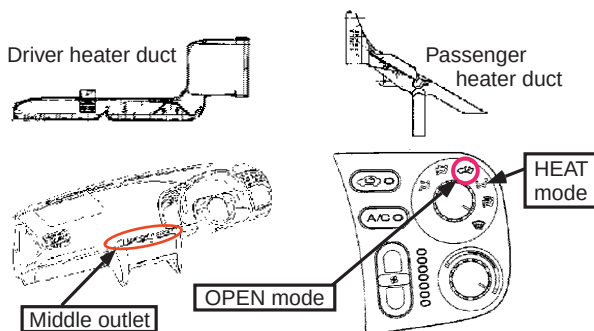


Fig.12 The outline of OPEN mode

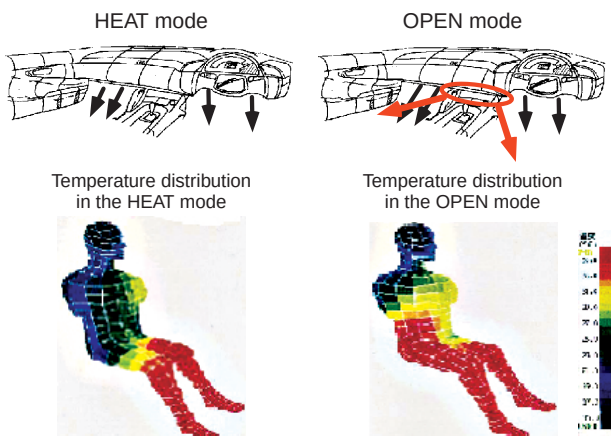


Fig.13 Effect of the OPEN mode