

## FASTECH360S(新幹線高速試験電車) における快適性向上 の取組み



小島 彩\* 科野 良蔵\* 武藤 康司\* 松野 政夫\*

FASTECH360S(新幹線高速試験電車)では、お客さまの潜在的なニーズを満たす室内空間の実現を目指し、近未来の快適移動空間の開発を行った。客室のインテリアデザインは、マーケティング調査の結果を基に、車両毎に異なるコンセプトから構築し、また、トイレについてもアンケート調査結果を踏まえて、新たなサニタリースペースを実現させた。また、空調装置についても、加湿・除湿機能を備えた3方式の空調システムの開発や、速度360km/hの高速走行時における車内圧力変動抑制のための換気制御の開発、無線LANを用いた無線携帯端末(PDA)による空調コントロールの開発を実施し、試験によって効果を確認した。本件ではこれらの車内快適性向上の取組みについて報告する。

●キーワード：車内快適性、空調装置、加湿・除湿機能、無線携帯端末(PDA)

### 1 はじめに

近年、お客さまの価値観やニーズは多様化してきており、車内での快適な時を過ごせる空間が求められている。この快適性には、乗り心地や静粛性といった車両の性能のほか、移動体居住空間としての雰囲気の良い、過ごしやすさといった、個人の持つ感性によるものまで含まれる。

また、当社の中期経営構想「ニューフロンティア2008」の中では、「お客さまのご期待を実現するために私たちは挑戦します」を経営の基本姿勢として位置づけている。そこで、FASTECH360Sの開発に当たり、マーケティング調査を踏まえて車内快適性の向上に取り組み、近未来移動空間を提言した。

### 2 快適性の高い室内空間の実現

FASTECH360Sの室内デザインの全体コンセプトは、「近未来快適移動空間提案ステージ～お客さまニーズの実現と付加価値の創造をねらった、目的に合わせた時間を過ごせる空間の提案～」とし、3タイプの内装デザインで、快適性の高い室内空間を実現している(図1)。

表1に各号車のデザインコンセプトと特徴を示す。

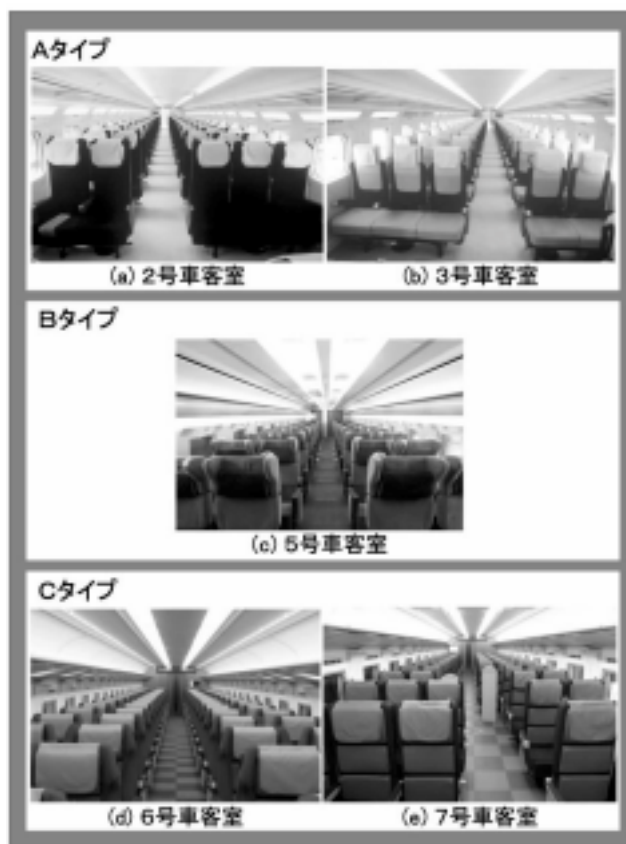


図1 快適性の高い室内空間

### 3 新たなサニタリースペースの実現

FASTECH360Sでは、室内空間の他にもサニタリースペースのイメージチェンジをはかっている。新たなサ

表1 各号車のデザインコンセプトと特徴

	2号車 (普通車・図1(a))	3号車 (普通車・図1(b))	5号車 (特別車・図1(c))	6号車 (普通車・図1(d))	7号車 (普通車・図1(e))
コンセプト	シンプルで明るく開放感のある空間の中に適度な私的空間を演出	シンプルで明るく開放感のある空間	リラックスできる高級感と心地よさを提供する快適な潜在空間	1ランク上の普通車。圧迫感のない軽快感のある清潔な空間	圧迫感のない軽快感と透明感のある清潔な空間
色彩	「未来的」、「人工的」な印象とともにグリーンのもつナチュラルなイメージをねらった色彩を用いた、重心を低く見せる配色	沿線の豊かな緑をイメージさせる抽象柄やグラデーションの適用した、ナチュラルで開放的な色彩を用いた、空間の重心を高く見せる配色	ナチュラルな色彩をベースに、重厚感のある無彩色で引き締めた、落ち着いたリラックスできる配色	清潔感があり明るく楽しい空間を白と赤を基調として演出	清潔感があり落ち着いた空間を白とブルーを基調として演出
照明	窓上直接照明、天井間接照明により開放感を演出	窓上直接照明、天井間接照明により開放感を演出	やわらかな間接照明とアクセント照明で深みのある空間を演出	高級感のある暖色系の間接照明	清潔感のある寒色系の間接照明
腰掛	・大きなヘッドレスト、背ずりの腰掛で私的空間を確保 ・シートピッチ(SP)：1040mm(従来の普通車より60mm拡大)	・腰掛の厚み、シルエットを抑え、開放的な空間を表現 ・SP：1040mm(従来の普通車より60mm拡大)	・くつろぎ感を与える電動リクライニング ・シャープですっきりとした形状により、重厚な高級感を演出 ・SP：1160mm(従来の特別車と同じ)	・特別車並の座面幅1200mm(従来の特別車1220mm) ・座面に換気機能付 ・SP：1000mm(従来の普通車より20mm拡大)	・圧迫感低減のため、腰掛配列を変更することにより、クランク形状の通路を構成 ・SP：1000mm(従来の普通車より20mm拡大)

ニタリースペースの実現にあたっては、まず、新幹線車両用トイレに対するお客さまのご要望やご期待を把握するため、新幹線に乗車されているお客さまへのアンケート調査を行った。以下に調査結果を示す。

◇新幹線トイレアンケート調査結果◇

- ・3人に1人は「できれば使用したくない」
- ・圧倒的に女性のイメージが悪く、女性の方がより快適なトイレ空間を期待している。
- ・女性の7割が男女共用を使用したくないという意見で、男女の切り分けを望んでいる。
- ・男女とも「利用中落ち着かない」「狭い」「汚い」「臭い」という意見が多く、共用スペースである通路と扉一枚隔てて用を足すことへの不安や、狭さなど、構造改善を期待する声が多い。

そこで、快適なトイレ空間が備える機能について洗い出しを行い、新たなサニタリースペースのデザインコンセプトを作成した。以下に快適なトイレ空間が備える機能と作成したコンセプトについて示す。

●快適なトイレ空間が備える機能

- ・落ち着き感を増す…リラックス、気分転換

- ・利便性が高い…化粧直し、着替え、おむつ交換
- ・清潔さを保つ…清潔感
- ・用をたす…本来の機能

●新たなサニタリースペースのデザインコンセプト

- ・女性化粧室をより充実したものに位置付け(気分転換・変身ステージ)
- ・便利で快適性の高い空間
- ・清潔で明るい空間 など

以上の機能とコンセプトをふまえて、FASTECH360Sをフィールドとして新たなサニタリースペースを実現した。図2は2号車サニタリースペースの写真である。サニタリースペースは、女性専用トイレ、男性小用トイレ、共用トイレの3つのスペースで構成されている。全体的に曲線を帯びたデザインとしたことで、実際よりも広く感じられ、リラックス感が高まるようにした。機能ごとの特徴は次の通りである。

(1) 落ち着き感、利便性向上に関する機能の充実

① トイレ設備

女性専用トイレには、フィッティングエリアと大型の鏡があるパウダーエリアを設けた。また、トイレを個室化し、通路からの視線に配慮した構造とした。従来の車

両用トイレより女性専用のスペースを充実させることで、女性がリラックスでき、快適に過ごせる空間を演出した。

さらに、特に要望が多かったベビーベッドをトイレ内に設置した。

② 通路

通路は、従来型の新幹線トイレの中廊下式とは異なる、ソフトなクランク動線を描く片廊下型とした。また、中央部に光の柱を配置するとともに窓を設置し、単なる通路ではなく、お客さまの気分転換スペースとなるようにした。

(2) 清潔感に関する機能の充実

① 色調

通路はグレー系を基調に落ち着いた雰囲気を出しているが、各個室内については、床面のビビットな配色と壁・天井面を白色で構成することで清潔感を与えると共に、リズム感を演出し、旅の雰囲気を沸き立たせる効果をねらった。



図2 新たなサニタリースペースの実現

② 照明

照明は、ダウンライトや白色光を組合せ、柔らかさと清潔感を演出した。通路は柔らかさを、その他のスペースは明るさを重視することで、アクセントをつけた。さらに、各個室内は在室時のみ照度が増す機能を持たせた。

4 快適空調装置の開発

4.1 空調装置の基本性能

高速新幹線車両に対応した仕様を満足し、さらに顧客価値の高い空調装置を開発することを目標として、3タイプの連続換気装置一体型空調装置を開発し、FASTECH360Sに搭載して性能確認試験を行っている。また、快適性向上策の一環として、加湿機能、除湿機能、脱臭フィルタ、無線携帯端末対応型制御器の要素開発・試験を行った。表2に空調装置の基本性能について示す。

表2 空調装置の基本性能

(1)搭載方式	床下集中方式(連続換気装置一体集中型)
(2)冷房能力	74.4kW(64,000kcal/h) / 台以上
(3)暖房能力	40kW / 台
(4)寸法	進行方向3,000mm×マクラギ方向2,200mm(最大)×高さ650mm

3タイプの空調システムの比較を図3に示す。

A方式 1~3号車	B方式 4-5号車	C方式 6~8号車
◆機器構成 圧縮機:6台 室外ファン:4台 室内ファン:1台	◆機器構成 圧縮機:4台 室外ファン:4台 室内ファン:2台	◆機器構成 圧縮機:4台 室外ファン:2台 室内ファン:2台
◆二オイ対策 室内フィルタに脱臭機能を採用	◆二オイ対策 光再生方式の脱臭フィルタ	◆二オイ対策 活性炭脱臭フィルタ
◆省エネルギー ヒートパイプによる換気熱交換	◆省エネルギー ヒートポンプ採用	◆省エネルギー 全熱交換器による換気熱交換

図3 3タイプの連続換気装置一体型空調装置

4.2 高速化への対応(“耳つん”対策)

高速走行時においては、車内の圧力変化による“耳つん”が、乗車中のお客さまに不快感をもたらすことがある。そこで、車内圧力変動を抑制するために、地点検知によりトンネル通過時に換気装置のファン回転数を制御する“耳つん”対策を検討した。

一般に、車内の大半のお客さまが不快に感じないと評価する車内圧力変動は、4秒間あたりの気圧差の最大値が2kPa以下程度とされている。また、品質の高い輸送サービスとして求められる車内圧力変動は、10~15kPa程度とされている。FASTECH360Sでは、1.0~1.5kPaを更に上回る0.8kPaを車内圧力変動の許容基準とし、4秒間あたりの気圧差の最大値が0.8kPa以下を満足するようにした。

図4に換気装置のファン回転数制御の概念図を示す。トンネル通過時には、換気装置のファン回転数を高回転とすることで、高い締切静圧(※)を持たせ、車内圧力変動の抑制をはかることにした。

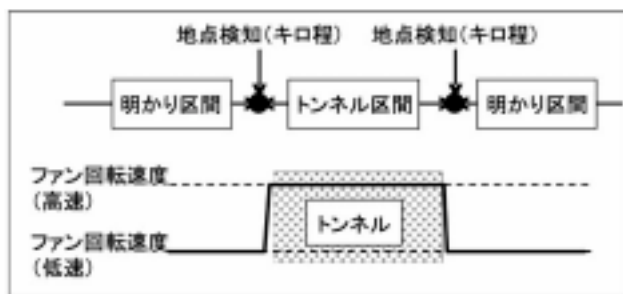


図4 換気装置ファン回転数制御の概念図

図5は、走行中に測定した車内圧力を用いて、4秒毎の車内圧力差を演算したものである。走行速度360km/hの条件で、圧力変動の許容基準の0.8kPa以内を満足した。

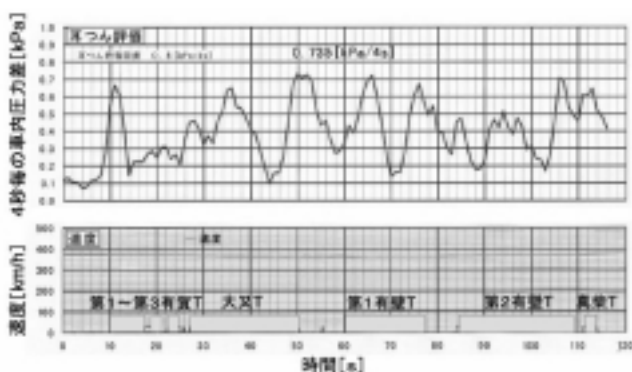


図5 車内圧力変動測定結果  
(くりこま高原・一ノ関間360km/h走行)

### 4.3 顧客価値の向上(加湿・除湿運転)

顧客価値の向上として車内快適性を高めるために、従来の冷房・暖房運転に加え、加湿・除湿運転を検討した。

加湿運転は、空調装置内部に組み込んだ加湿器で行う。空調の方式毎に異なる加湿器が搭載されているが、加湿

方式は、大別すると2方式となる。概要を次に示す。

#### (1) 滴下浸透気化式(2号車/7号車・図6(a)(b))

加湿器エレメント上部から滴下給水し水分を浸透させる。これに気流を通過させる。水分は気流と熱交換して気化蒸発し、高湿空気となって加湿する。加湿水供給用電磁弁を動作させる以外は、動力を必要としないが、加湿後は乾燥運転が必要である。

#### (2) 圧力噴霧式(5号車・図6(c))

小型ポンプと噴霧ノズルで構成される。ポンプで加圧した水をセラミック製ノズルの小孔から気流中に噴霧する。水粒子は気流との熱交換により蒸発加湿する。一般に耐久性に優れるが、加湿スペースを広く取る必要がある。

上記2方式の加湿器による加湿運転をそれぞれ行うことにより、車内の冬場のカラカラ感を解消し、湿度50%前後を目標とした快適な車内環境を実現可能とした。

また、除湿運転については、リヒート除湿(全号車)および冷凍サイクル除湿(1~3号車のみ)の採用により、湿度50%前後を目標とした制御で、快適な車内環境を実現可能とした。

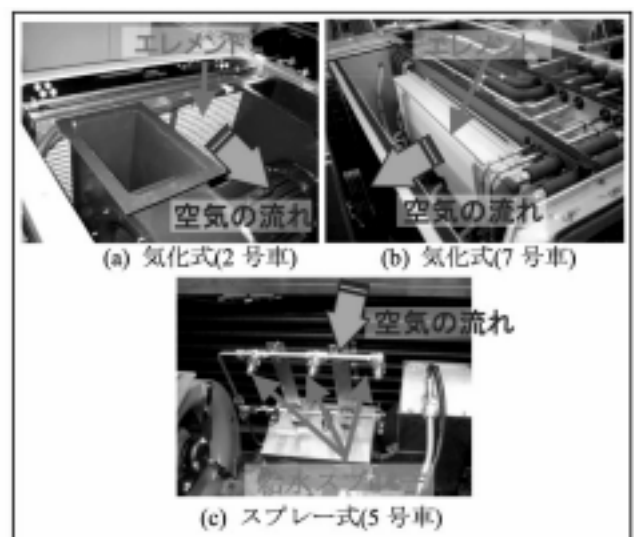


図6 加湿器

#### ※締切静圧

換気装置のファン風量が0で、ファンが空回りしている状態におけるファン前後(車内外)の気圧差。これが高い程車内は、車外からの気圧変動の影響を受けにくくなる。

#### 4.4 無線携帯端末対応型制御器の開発

車掌が車内のどこにおいても空調の状態確認と設定変更を可能とするため、無線携帯端末（PDA）により空調コントロールが可能なシステムを開発した。

まず、現車にて無線LAN（802.11b）の無線伝播確認試験を行った。2号車の3号車寄りデッキ部天井に無線LANのアンテナを設置し、アンテナ受信電波強度の測定を行った。測定結果は、図7および以下の通りである。

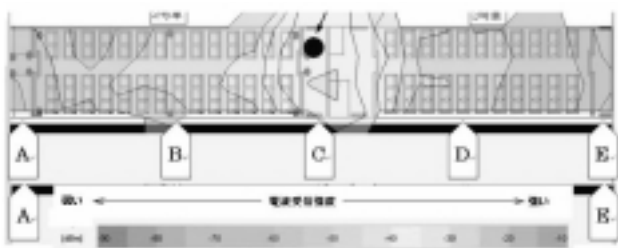


図7 無線LANアンテナ受信電波強度測定結果

- (1) アンテナ受信電波強度は、判定条件（ $-60\text{dB}$ 以上且つ、伝送速度 $11\text{Mbps}$ ）に対し、客室内およびデッキで問題ないレベルであることを確認した。
- (2) 2号車のデッキ部に設置されたアンテナで発信された電波は、2号車客室内だけでなく、3号車客室内まで届くことを確認した。

また、無線携帯端末（PDA）により、空調温度設定や空調モード切替（暖房、冷房等）等、問題無くコントロールできることを確認した。図8に無線携帯端末画面を示す。



図8 無線携帯端末（PDA）画面

## 5 おわりに

今回、近未来の快適移動空間の開発を行うべく、FASTECH360Sをフィールドとして、客室インテリア、サニタリースペース及び3方式の空調システムなどについて取組み、車内における快適性向上の可能性を得た。

今後、車内環境の快適性については、被験者による評価を行っていくとともに、耐久性の確認を行う計画である。この結果から、次世代新幹線車両への展開に向けた、優位性や課題に関する評価を行い、必要な改良や追加検証を実施する予定である。

### 参考文献

- 1) 鈴木他；鉄道総研報告、Vol.10、No.10、1996.10