

理想の快適空調

垂井 茂幸

車両事業本部 研究開発部

「快適な居住空間」という言葉をよく耳にするが、それを簡単に実現することは難しい。

一般に騒音や空調（以下、空調とよぶ）の開発は商売にならないとよく言われる。うるさい所から静かな所に移ったとき、あるいは蒸し暑い所から涼しい所に移ったときなど、人は瞬間的に快適さを感じる。しかし時間が経つにつれ、その騒音環境や空調環境に慣れてしまい、より快適な環境を求めようになる。商売にならないと言われる理由である。

鉄道車両の空調環境も同じである。空調を決める要因としては、温度、湿度、風速が挙げられるが、同じ人間であっても、あるいは特急車両や通勤車両など車両の用途によっても求められる空調環境は異なる。

すなわち、特急車両のように客室に長時間同じ姿勢で動きが少ない状態では、ドラフト（室内気流速）を感じない静かな空調環境が望ましく、逆に通勤近郊車両では、たとえば猛暑のラッシュ時に車内に入ったときなど清涼感がありドラフトを感じる方が喜ばれる。このようなときドラフトがまったく感じられないと『クーラーは効いているのか』等の不満の声が出ることもあるようである。

● 快適な空調環境

「快適」を数値で表すとすればどうなるだろうか。鉄道車両における冷暖房時の温湿度標準条件は、快適性、経済性を勘案して JIS E 6603 では表 1 のように設定されている。また、人に対するドラフトについては一般に約 0.1~0.2 m/s とされている。

それでは、すべての車両に対して表 1 の環境が提供さ

表 1 快適な空調環境

	温度(℃)	相対湿度(%)	風速(m/s)
冷房	26	55	約0.1~0.2
暖房	20	52	

れば、乗客は満足するのだろうか。これらはあくまで一つの基準であり、車両の用途によって求められる快適性は異なるのではないだろうか。

● 特急車両に求められる「快適性」

新幹線を始めとする多くの特急車両では客室と車外の間に入出台があり、また乗客の出入りが通勤近郊車両に比べ少ないために客室の温度変化が小さい。また客室内では長時間同じ姿勢で動きが少ない状態が一般的である。**ドラフトを感じさせない**

このような環境では空調風を敏感に感じてしまうため、当然強いドラフトは不快と感じるが、快適な風速として推奨されている値でも、一方向ばかりから体にあっていると、いずれ不快感をもよおすと考えられる。このようにドラフトの観点からは、不快と感じない風速で、風向を可変できる空調環境が理想と考えられる。

均一な温度空間を提供

特急車両は、通勤近郊車両に比べ客室全体の温度変化は小さいが、客室内をみれば客室の両端は出入台に近く、仕切引戸の開閉による温度変化が客室中央に比べ大きい。また、空調装置が屋上あるいは床下の集中配置タイプの場合は、空調装置は車両中央付近に搭載されるため、空調装置から離れた客室両端はダクトロス等により空調風が計画どおりに供給されないこともある。

このように客室内での空調温度の不均一はサービス低下を招くため、客室内を均一空調とできる空調設計が望まれる。

● 通勤近郊車両に求められる「快適性」

通勤近郊車両では、特急車両に比べ側引戸の開閉頻度が高く、車内外の空気の入出りが直接的に行われるために、特に側引戸付近での温度変化が著しい。

ドラフトによる清涼感を与える

夏場、暑い屋外の駅ホームから乗車する乗客は車内に「涼」を求める。このような場合、体感的に急激な温度低下を感じる方策の一つとして、強いドラフトを与えることが考えられる。

現在、通勤近郊車両では横流ファン等でドラフトによる清涼感を与えているものもある。

場所により空調環境を変化させる

側引戸付近の温度変化が大きいことに対し、側引戸と側引戸の間の座席部は、乗客の移動も比較的少なく、温度変化も側引戸付近に比べ小さいと考えられる。

このように各室内で温度変化の大きい側引戸付近の設定温度を座席部に比べ、たとえば夏場は低くする、というように場所により空調環境を変化させることも必要ではないかと考える。

●現状の空調システム

次に空気の流れについて考えてみる。鉄道車両における空調システムの代表例を表2に示す。システムは空調

装置の搭載位置により大別した。屋根上搭載は在来線車両で多く見られる。床下搭載は新幹線車両のように低重心化に比重が置かれる車両に見られる。

いずれのシステムにおいても重心、ダクトロス、機器スペース等の観点からデメリットが生じてしまう。

また、空調風の給気位置は、我国の車両の場合はほとんどが天井付近から下向き、または荷物棚付近から斜め上向きとなっており、客室全体としては基本的の上から下への流れを形成している。

●空気は下から上の流れ

図1のように鉄道車両に限らず、居住空間の空気は人体の熱、機器等の熱、太陽により温められる熱、等により基本的に上昇する流れが支配的である(人の動き、窓の開放、冷暖房機器の稼働等があればこの限りではないが)。

また、車両における空調システムは、前述したように客室の上部(天井や荷物棚付近等)から空調風を吹出して

表2 空調システム

	屋根上搭載	床下搭載	セパレートタイプ
システム			
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・屋根上は機器が少なく空調装置を配置しやすい ・空調装置を給気ダクト近傍に配置できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・重心が低くできる ・保守が地上でできる 	<ul style="list-style-type: none"> ・各パーツが小スペースで取り付けることができる ・騒音源が分散できる
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・重心が高くなる ・保守が屋上作業となる 	<ul style="list-style-type: none"> ・床下は空調装置のスペースの制約を受けやすい ・空調装置と給気ダクトが遠いためダクトが複雑になる 	<ul style="list-style-type: none"> ・保守箇所が分散される ・冷媒配管が長くなりロスが発生する

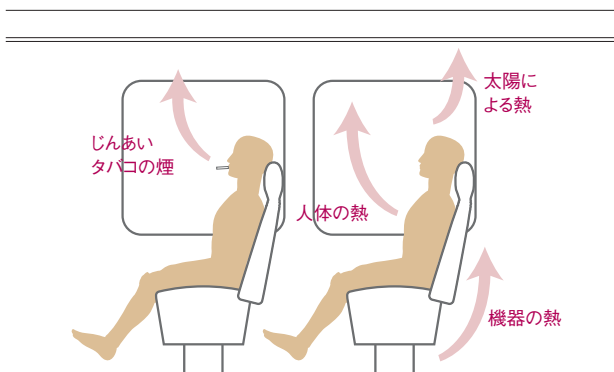


図1 熱による流れ

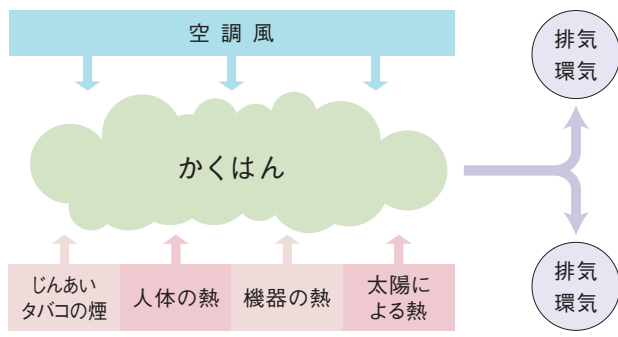
おり、人に遠い場所からの供給となるため、おのずと吹出し風速も大きくドラフトも強くなる傾向にある。

上記の居住空間に存在する空気の流れと、空調による空気の流れは相反する状態を形成する。これによりたとえば上向きに流れようとするタバコの煙と、下向きの空調風とがぶつかり、かくはんされることで、部屋中にタバコ臭が拡散してしまう(図2)。

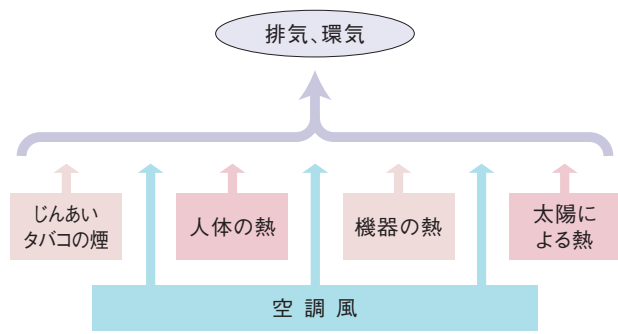
しかし、居住空間に基本的に存在する下から上への流れにしたがって空調風も室内の下部から供給することができれば、乗客に近い場所での供給となるため吹出し風速も小さく、ドラフトも弱くすることができる。さらに排気、環気口を上部に設けることで下から上への一方通行の流れとなり、タバコ臭等も部屋中に拡散することも少なくなると考えられるので、理想的な空調環境とすることができるのではないだろうか(図2)。

さらに、この環境を車両で実現することで、空調装置、給気ダクトの床下搭載となり、床下への設置スペースの問題がなければ、低重心でダクトロスが少ないシステムを構築することができるのではないかと考える。

以上、「理想の快適空調」について述べてきたが、理想を現実近づけるためには、さまざまな課題があると思われる。乗客にとって快適な車内環境を提供できるよう、たゆみない努力を続ける必要がある。



【上部吹出し】



【下部吹出し】

図2 空調風の上部、下部吹出し