

# 近鉄50000系“しまかぜ”用空調装置

中村久信\*

Railcar Air Conditioning Unit for Kintetsu 50000 Series "Shimakaze"

Hisanobu Nakamura

## 要旨

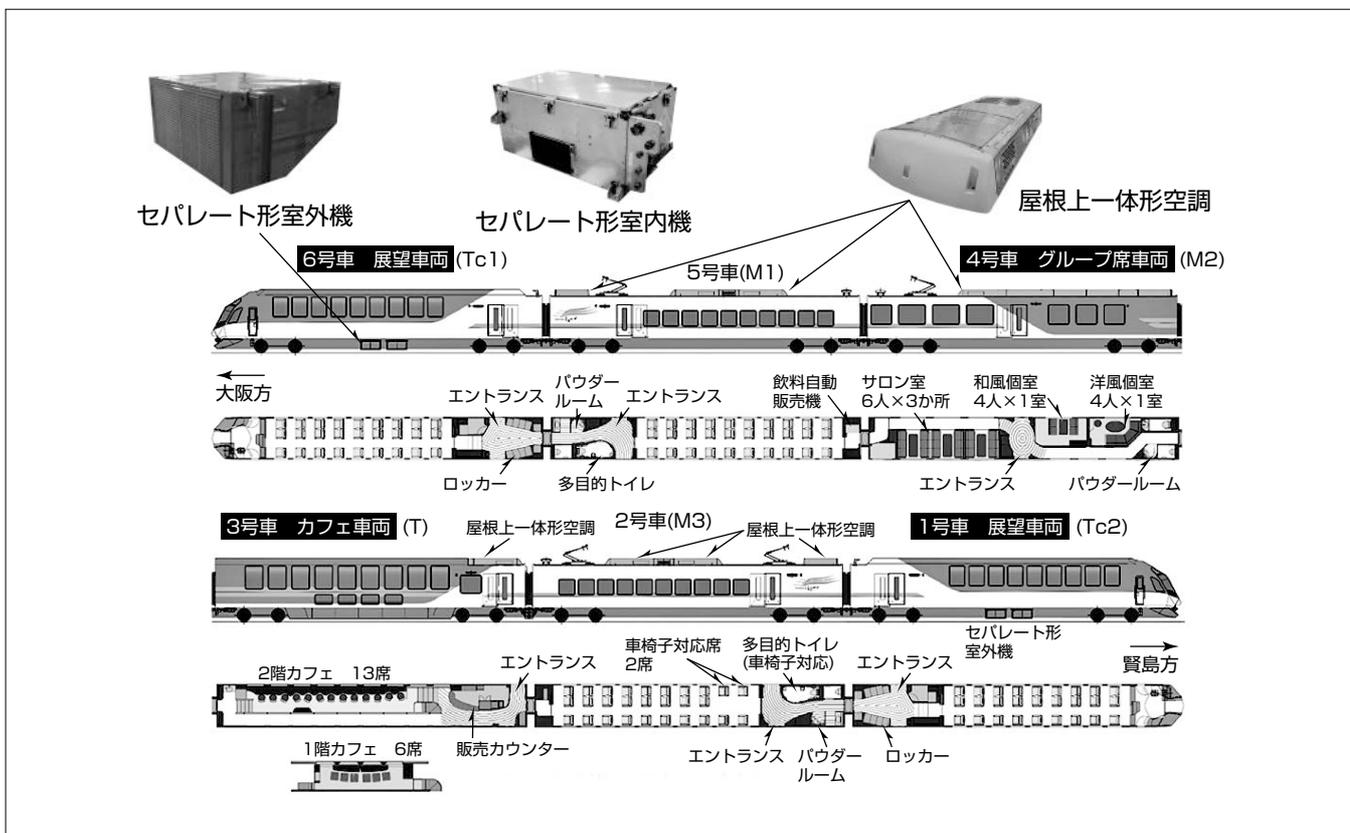
平成25年に伊勢神宮で執り行われる式年遷宮に合わせて近畿日本鉄道(株)では、2013年3月21日に新型観光特急“しまかぜ”の運行を開始した。この車両は、“移動手段としての電車を超越、乗ること自体が旅の目的となり、移動時間自体が楽しみとなるような特急”を目指している。展望車両や、カフェ車両、グループ席車両といった多様な車両構成であり、居住性の高いハイグレードな車両である。三菱電機では、このような多様な車両に対応し快適な環境を提供することを目的として各種空調装置を開発した。

室内機、室外機を一体化した屋根上一体形、室内機、室外機を別々としたセパレート形と設置タイプの異なる2種

類の空調装置とした。また、屋根上一体形、セパレート形それぞれ冷房能力の異なる2種類の構成とし、計4種類の空調装置で個室、サロン室といったこの車両独自の構成に対応した。

これらのニーズへの対応に加え、車両の静粛性向上のために、車内温度が安定した通常の冷房運転で送風量を抑え、送風による騒音を低減する機能を持った空調装置を開発して対応した。

本稿では、今回開発した4種類の空調装置とカフェ車両、グループ席車両といった個室空間へも対応した車両ごとの空調システムや空調制御について述べる。



## 近鉄50000系“しまかぜ”の車両構成

車両の構成を示す。展望車両、カフェ車両、グループ席車両等多様な車両構成となっており、各車両に対応した空調システムの開発が必要となり、計4種類の空調装置の開発を行った。

### 1. ま え が き

平成25年に伊勢神宮で執り行われる式年遷宮に合わせ近畿日本鉄道(株)では、2013年3月21日に新型観光特急“しまかぜ”の運行を開始した。この車両は、“移動手段としての電車を超える、乗ること自体が旅の目的となり、移動時間自体が楽しみとなるような特急”を目指している。展望車両や、カフェ車両、グループ席車両といった多様な車両構成であり居住性の高いハイグレードな車両である。当社では、このような多様な車両構成に対応し、快適な環境を提供することを目的として各種空調装置を開発した。

具体的には、室内機、室外機を一体とした屋根上一体形、及び各々別々としたセパレート形と設置タイプの異なる空調装置とした。また、屋根上一体形、セパレート形をそれぞれ冷房能力の異なる2種類の構成とし、計4種類の空調装置で個室、サロン室といったこの車両独自の構成への対応を図った。

本稿では、今回開発した4種類の空調装置とカフェ車両、グループ席車両といった個室空間へも対応した車両ごとの空調システムや空調制御について述べる。

### 2. 空調システムの要求仕様

“しまかぜ”の空調システムには、次の仕様要求があった。

- ・客室の静粛性を達成するため、低風量での冷房運転可能かつ快適な車内空間を提供すること。
- ・多様な車両構成に対応可能な空調システムであること。

### 3. 客室の静粛性及び快適な車内空間の提供

#### 3.1 冷房運転時の騒音低減

車両の温度が安定した後の通常の冷房運転で、送風量を抑えると同時に容量制御機構を持った圧縮機によって圧縮機の出力を制御することで、空調装置の送風による騒音を低減した。図1に圧縮機の容量制御機構を示す。スクロール圧縮機の圧縮室に設けたバイパスポートを制御することで圧縮量を制御している。

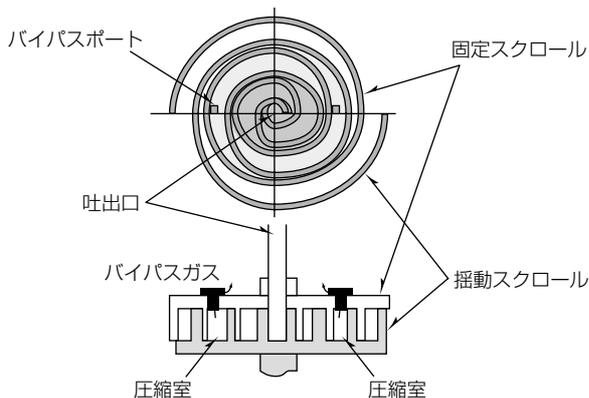


図1. 圧縮機の容量制御機構

#### 3.2 冷房運転の制御

図2に冷房運転時の運転領域パターンの例を、表1に冷房運転モードの例を示す。車内温度が高い強冷領域は、冷房能力最大の強送風となるが、冷房負荷が少ない弱冷領域、除湿A、B、Cは、中送風として送風による運転騒音を低減し、静粛環境が得られるように制御している。また、湿度が高い領域は、除湿運転を行い、空調装置内に設置された電気ヒーターによって冷風を再加熱することで車内温度の低下を抑制しながら、除湿効果が得られるように制御している。

#### 3.3 各種センサなどによる補正

図3に外気温度が一定温度以上のときに行う基準温度補正の例を示す。外気温度が高い場合、車内との温度差によるヒートショックを避けるため、基準温度を補正している。また、外気温度補正のほかに季節及び時刻によるカレンダー補正や運転室に設置されたモニタ装置からの伝送による遠隔補正機能を持っている。

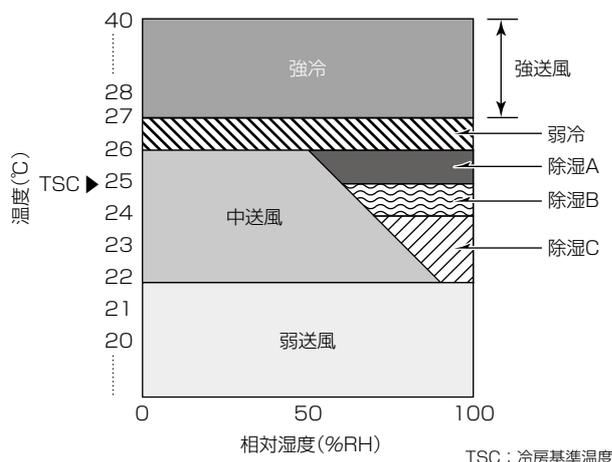


図2. 冷房運転時の運転領域パターン

表1. 冷房運転モード

領域	室内送風機	圧縮機	電気ヒータ
強冷	強送風	フル運転	-
弱冷	中送風	容量制御運転	-
除湿A	中送風	容量制御運転	間欠A
除湿B	中送風	容量制御運転	間欠B
除湿C	中送風	容量制御運転	連続
中送風	中送風	-	-
弱送風	弱送風	-	-

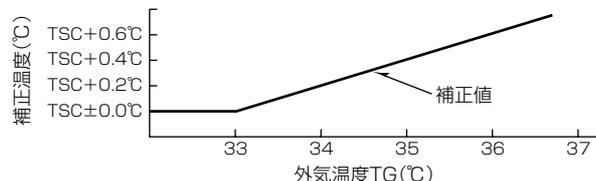


図3. 外気温度補正

3.4 重み付け制御

空調装置の温度制御を行うにあたり、車両内で代表とする温度が異なる場合や、客室やエントランスなどの複数のゾーンを1台の空調装置で制御する場合に、各部の温度に重み付けして制御する機能を持っている。これは、重み付けによって任意のゾーンを優先的に制御する機能である。重み付け係数を用いた温度計算式を式(1)に示す。

$$T0, TS0 = \frac{TR1 \times n1 + TR2 \times n2 + TS1 \times m1 + TS2 \times m2 + TS3 \times m3}{n1 + n2 + m1 + m2 + m3} \dots(1)$$

- T0, TS0 : 冷房, 暖房用車内温度
- TR1, TR2 : 空調リターン口温度
- TS1, TS2, TS3 : 座席部, エントランス部温度
- m1, m2, m3, m4 : 重み付け係数

4. 多様な車両構成に対応した空調システム

4.1 車両の構成と空調装置の諸元

“しまかぜ”は、表2のような6両編成で構成されている。景観を楽しめるよう、展望車両は、床を高くしたハイデッカーで構成され、カフェ車両は2階建で構成される。また、グループ席車両は、和、洋の個室とサロン室を備えている。

これらの構成に対応するため、室内機、室外機を一体化した屋根上一体形の空調装置と、室内機と室外機が別々のセパレート形空調装置を開発した。また、屋根上一体形、セパレート形それぞれに冷房能力の違いによって2種類があり、合計4種類の空調装置で構成している。

表3, 表4に4種類の空調装置諸元を示す。タイプ1及

表2. 車両の構成

車両名称	車種	備考
展望車両	Tc1, Tc2	ハイデッカー
一般車両	M1, M3	
カフェ車両	T	2階建
グループ席車両	M2	和個室, 洋個室, サロン室

表3. 空調装置諸元 (屋根上一体形)

タイプ	タイプ1	タイプ2
空調形名	CU7041	CU102
冷房能力(kW)	19.7	5.8
暖房能力(kW)	6	2
室内風量段階	強, 中, 弱	強, 弱
質量(kg)	420	270

表4. 空調装置諸元 (セパレート形)

タイプ	タイプ3	タイプ4
空調形名	CU207S	CU208S
冷房能力(kW)	18.6	9.3
暖房能力(kW)	5	4
室内風量段階	強, 中, 弱	強, 弱
質量(kg)	480	280

びタイプ3には、容量制御機構を持った低振動のスクロール圧縮機を1台搭載し、タイプ2及びタイプ4には小容量に対応した小型ロータリー圧縮機2台を搭載している。さらに、再熱除湿及び暖房用に電気ヒーターを備えている。図4にタイプ1とタイプ3の空調装置の外観を示す。

4.2 展望車両(Tc1, Tc2)の空調システム構成

図5に展望車両(Tc1, Tc2)の空調システム構成を示す。ハイデッカーの空調装置本体は、屋根上一体形の設置が困難であり、タイプ3のセパレート形空調装置を2台と、タイプ4のセパレート形空調装置を1台設置した。室内機は床中へ、室外機は床下へ設置した。

空調能力制御は、特急車ということもあり、車内の静粛性も考慮し、送風機の風量を3段階に制御して、圧縮機の容量制御と組み合わせることできめ細かく制御している。また、車内の温度が安定した後の通常の冷房運転では、風量を抑えて送風による騒音を低減し車内の静粛性に寄与している。車内の温度、湿度は、車内に設けた5個の温度センサと1個の湿度センサによって制御している。



(a) タイプ1空調装置(屋根上一体形)



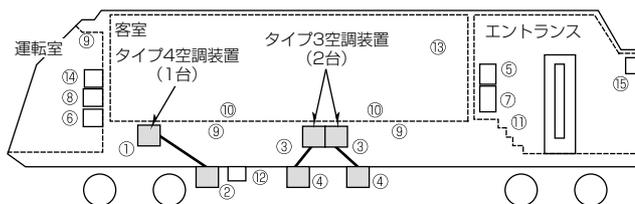
室外機



室内機

(b) タイプ3空調装置(セパレート形)

図4. 空調装置の外観



- ①タイプ4空調装置/室内機, ②タイプ4空調装置/室外機,
- ③タイプ3空調装置/室内機, ④タイプ3空調装置/室外機, ⑤空調制御器,
- ⑥運転室空調用分電盤, ⑦空調分電盤, ⑧運転室空調用電子サーモ,
- ⑨冷房用温度センサ(リターン口), ⑩暖房用温度センサ(座席部),
- ⑪暖房用温度センサ(出入口), ⑫外気温度センサ, ⑬湿度センサ,
- ⑭運転室クーラ用操作スイッチ, ⑮換気扇

図5. 展望車両(Tc1, Tc2)の空調システム構成

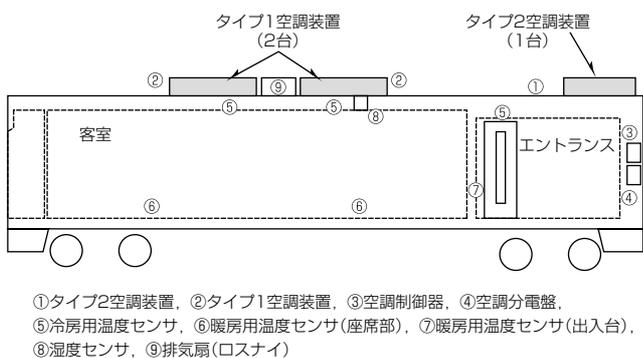


図6. 一般車両(M1, M3)の空調システム構成

### 4.3 一般車両(M1, M3)の空調システム構成

図6に一般車両(M1, M3)の空調システム構成を示す。客室の空調は、タイプ1の屋根上一体形空調装置を2台設置しており鉄道車両用としては、オーソドックスな構成である。この客室の空調能力制御は、展望車両(Tc1, Tc2)の空調装置と同様に車内の静粛性も考慮し、送風機の風量を3段階に制御して、圧縮機の容量制御と組み合わせることできめ細かく制御している。また、エントランス部は、パウダールームやトイレが設置されていることから、タイプ2の屋根上一体形空調装置を1台設置している。客室部の温度、湿度は、車内に設けた4個の温度センサと1個の湿度センサで制御している。エントランス部の温度は、2個の温度センサによって制御している。

### 4.4 カフェ車両(T)の空調システム構成

図7にカフェ車両(T)の空調システム構成を示す。

1, 2階の車両の構成に対応するため、2階カフェ部及び販売カウンター部分の空調を担当するタイプ1の屋根上一体形空調装置1台と1階のカフェ部分、2階カフェ、及び廊下の一部分を担当するタイプ4のセパレート形空調装置2台で構成している。

1階のカフェ部には、個別操作スイッチを設け乗客の個別の温度設定の要求に対応している。

### 4.5 グループ席車両(M2)の空調システム構成

図8にグループ席車両(M2)の空調システム構成を示す。

洋個室及び和個室対応として、各々に容量の小さなタイプ2の屋根上一体形空調装置を各1台設置し、トイレ・廊下用にも同様に容量の小さいタイプ2の空調装置を1台設置している。また、グループ席のサロン室用及び廊下用に、タイプ1の屋根上一体形空調装置1台を設置している。

空調能力制御は、洋個室、和個室それぞれに2個の温度センサを設置し温度を制御するとともに各個室に設置して

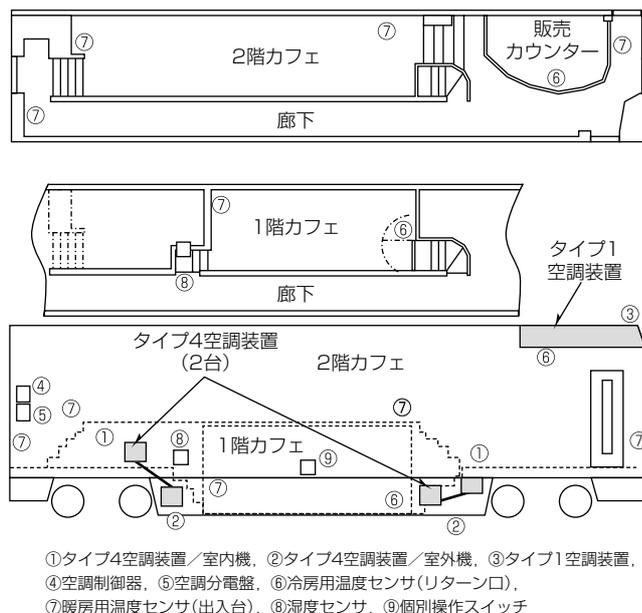


図7. カフェ車両(T)の空調システム構成

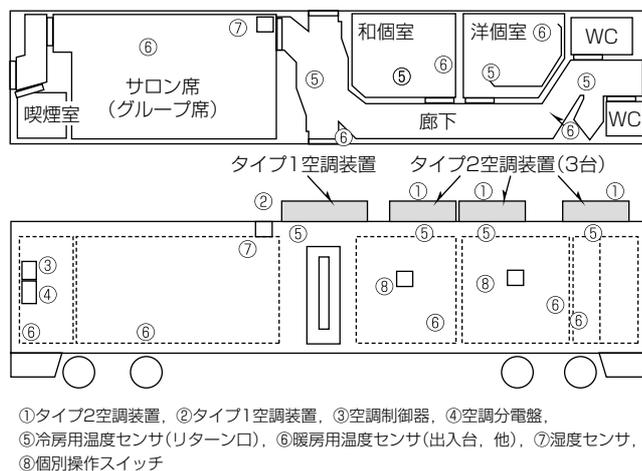


図8. グループ席車両(M2)の空調システム構成

ある個別操作スイッチによって洋個室、和個室、それぞれが乗客の好みに合わせて温度を設定できる。

## 5. む す び

社会の成熟化に伴い、鉄道車両についても、従来の、より速く便利な移動手段から、移動自身を旅として楽しむニーズが高まっている。本稿で述べた移動時間自体が楽しみとなるような個性的な車両は、今後増加していくことが予想される。今後も今回のようなハイグレード車両で最適な車内空間を提供するための空調システムの改善や制御ソフトウェアの充実化をしていく所存である。