

東日本旅客鉄道(株)向けE235系車両用空調装置の特長とメンテナンス性向上

古賀知樹*

Features and Maintainability Improvement of Railcar Air Conditioning Unit for JR EAST E235 Series

Tomoki Koga

要 旨

東日本旅客鉄道(株)(以下“JR東日本”という。)では、次世代の新型通勤車としてE235系一般形直流電車量産先行車の営業運転を2015年から開始した。この車両は、“顧客サービスの向上”“環境性能の向上”“更なる安全性・安定性の向上”を特長としており、JR東日本での今後の通勤車のスタンダードモデルである。2017年から量産車の生産が随時進められており、今後現行通勤車との置換が予定されている。

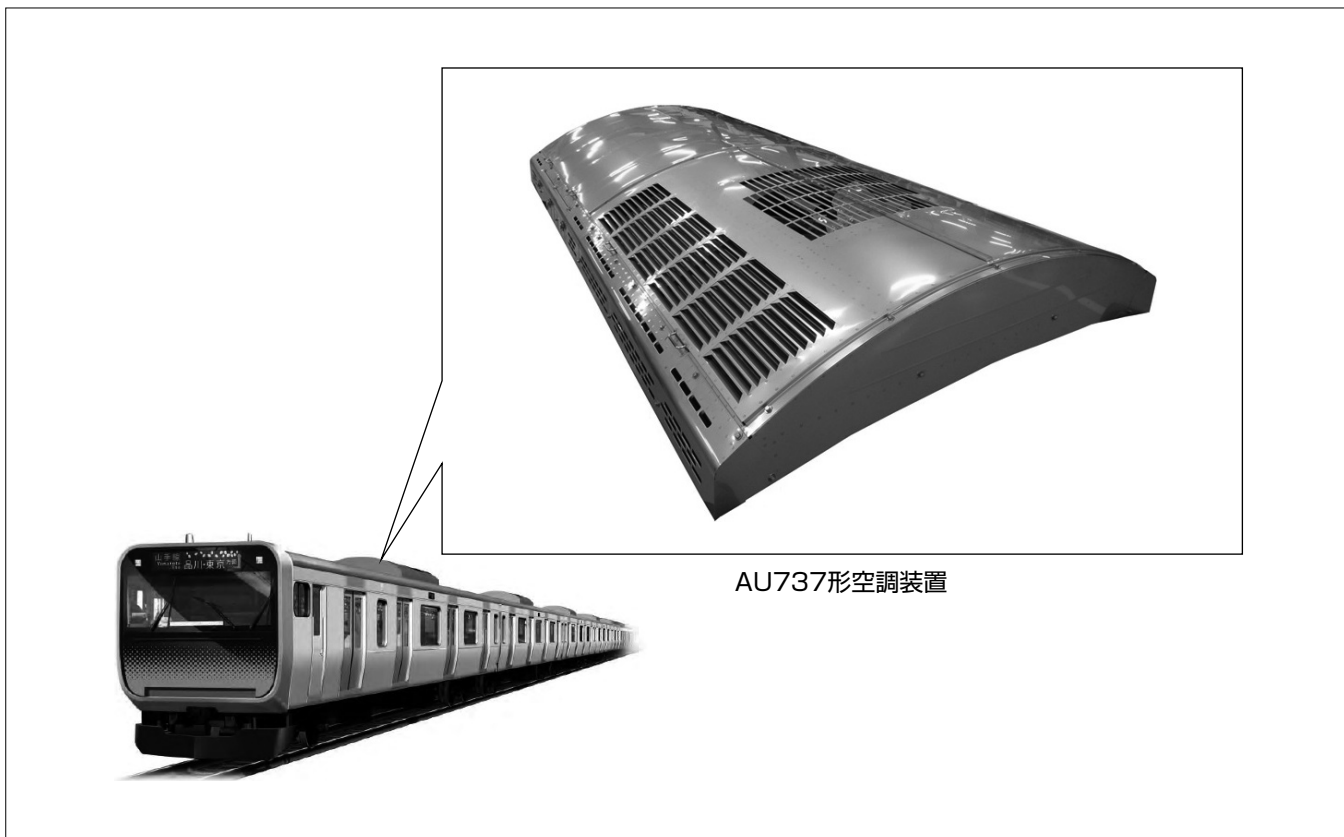
この車両に搭載されている三菱電機設計のAU737形空調装置は、2013年頃から本格的に開発を開始し、2014年末

に量産先行車向け空調装置の開発を完了した。この空調装置の特長は次のとおりである。

- (1) 主要部品の高性能化によって部品点数を削減
- (2) モジュール化によって組立て品質を向上
- (3) 定期保守での清掃性、メンテナンス性を向上
- (4) “状態監視”と“快適性制御”

メンテナンス性向上については、室内熱交換器洗浄、ドレンパン清掃及び送風機の軸受交換や羽根車清掃等でのメンテナンス性向上と状態監視強化に取り組んだ。

メンテナンスソリューション



AU737形空調装置

E235系車両用AU737形空調装置

E235系車両用AU737形空調装置は、車両の屋根上に1両当たり1台搭載している。現行E231系、E233系用AU726A形空調装置と同等の外形サイズであるが、部品点数削減・メンテナンス性向上・状態監視強化など品質及び信頼性向上を図った空調装置を開発した。

1. ま え が き

JR東日本では、次世代の新型通勤車としてE235系一般形直流電車量産先行車の営業運転を2015年から開始した。この車両は、“顧客のサービス向上”“環境性能の向上”“更なる安全性・安定性の向上”を特長としており、JR東日本の今後の通勤車のスタンダードモデルである。2017年から量産車の生産が随時進められており、今後現行通勤車との置換が予定されている。

この車両に搭載されている当社設計のAU737形空調装置(以下“AU737形”という。)は、2013年頃から本格的に開発を開始し、2014年末に量産先行車向け空調装置の開発を完了した。この空調装置の特長は次のとおりである。

- (1) 主要部品の高性能化によって部品点数を削減
- (2) モジュール化によって組立て品質を向上
- (3) 定期保守での清掃性、メンテナンス性を向上
- (4) “状態監視”と“快適性制御”

本稿では、この案件で開発した空調システム・空調装置・空調制御の特長について2章で述べる。また、量産先行車及び量産車で取り組んだメンテナンス性向上に着目し、現行E231、E233系向けAU726A形空調装置(以下“AU726A形”という。)からの改善点や新たな機能について3章で述べる。

2. E235系車両用空調システム

2.1 空調システム

E235系車両用空調システムの構成を図1、構成機器を表1に示す。空調装置は1両当たり1台車両屋根上に搭載され、空調接触器箱や空調制御装置は車両の天井裏に配置される。空調システムは、その他空調制御に使用するセンサ類やヒーター・ロールフィルタなどの空調制御対象機器で構成している。

2.2 AU737形

AU737形は電気ヒーター付き冷暖房用空調装置であり既存E231/E233系搭載のAU726A形をベースに開発した。車両屋根上に搭載された空調装置にはリターン口から車内の空気が吸い込まれ、室内熱交換器で熱交換を行い、冷やされた空気は車体ダクトを通り、車内に吹き出される。AU737形の特長を次の(1)~(4)で述べ、AU726A形との仕様の比較を表2に示す。

- (1) 主要部品の高性能化によって部品点数を削減

AU737形は基本的な電源仕様、冷暖房能力、外形寸法等はベースのAU726A形と同等であるが、圧縮機の大容量化や送風機の高静圧化など部品の高性能化によって主要機器点数を削減し、信頼性を向上させた。

- (2) モジュール化によって組立て品質を向上

交換可能な部品要素単位で組立てを行うモジュール設計を取り入れた。空調装置外でモジュールを組み立てることで組立て作業が容易になり、組立て品質が向上した。また、部品交換がモジュール単位で行えるため、容易にメンテナンス作業ができるようになった。

表1. E235系車両用空調システムの構成機器

No.	機器名称	員数	設置場所	備考
①	空調装置	1	車両屋根上	AU737形
	室内送風機	(1)	空調装置に内蔵	
	室外送風機	(1)		
	圧縮機	(2)		
	ヒーター	(1)		
	リターン温度センサ	(2)		
外気温度センサ	(2)			
②	空調接触器箱	1	天井裏	SRB98形
③	空調制御装置	1	天井裏	HS156形
④	温湿度センサ箱	1	壁部	
⑤	座席下ヒーター	一式	座席下	
⑥	壁掛けヒーター	1	車椅子スペース	
⑦	ラインフローファン	6	天井部	
⑧	ロールフィルタ	2	天井部	

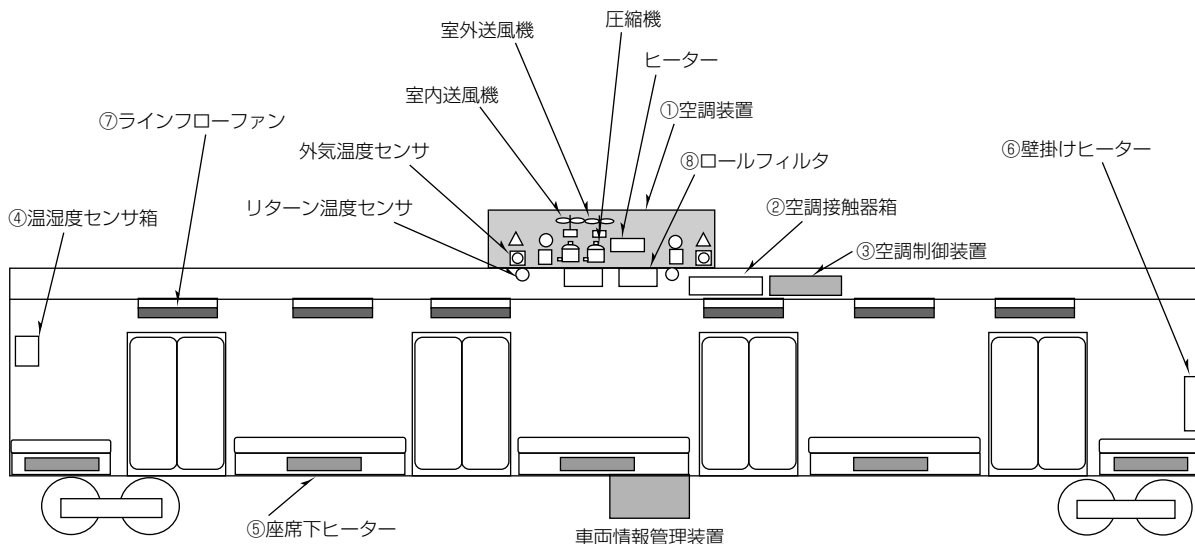


図1. E235系車両用空調システムの構成

表2. AU726A形とAU737形の仕様比較

空調装置形名		AU726A形	AU737形
電源	主回路	3相 440V 60Hz	
	制御回路	単相 100V 60Hz	
冷房能力		58.14kW	
暖房能力(電気ヒーター)		6kW	
循環風量		約120m ³ /min (新鮮外気量 26m ³ /min)	
冷媒		R407C	
外形寸法(L×W×H)		4,092.0×2,140.0×369.6 (mm)	4,092.0×2,140.0×376.0 (mm)
質量		約660kg	約670kg
機器構成	圧縮機	4台	2台
	室内送風機	1台	
	室外送風機	2台	1台
	電気ヒーター	1台	
	新鮮外気用ダンパ	2台	
センサ類	高/低圧圧力センサ	4系統	2系統
	リターン温度センサ	2個	
	外気温度センサ	2個	
	冷媒温度センサ	なし	6個

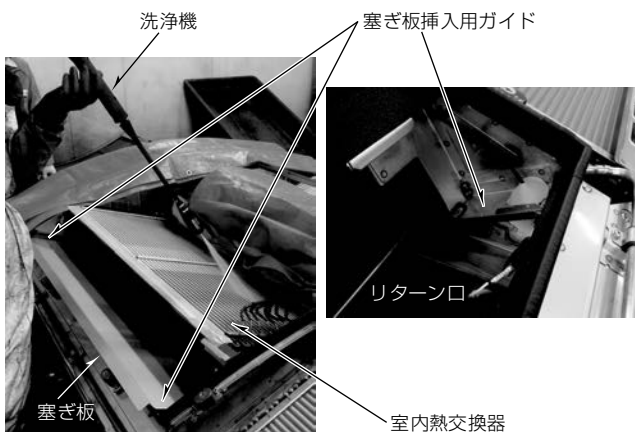


図2. リターン口養生塞ぎ板



(a) AU726A形 (b) AU737形

図3. リターン口配線束レス構造

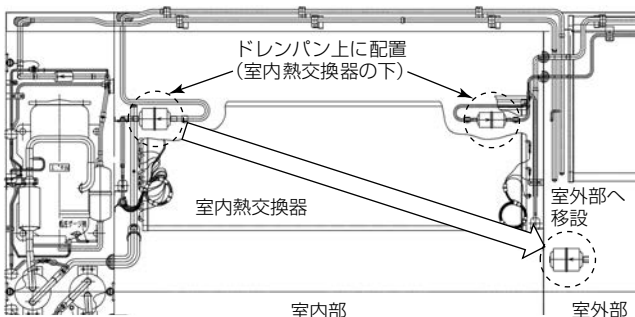


図4. ドライヤー配置変更

- (3) 定期保守での清掃性, メンテナンス性を向上
 室内熱交換器洗浄, ドレンパン清掃及び送風機の軸受交換や羽根車清掃等の清掃性, メンテナンス性を向上させた。
- (4) “状態監視”と“快適制御”

AU726形で既に設置していた圧力センサに加え, 各種センサを追加し, 状態監視を強化した。また, “ファジー制御”と“領域制御”のハイブリッド制御を適用するなどして, 車内快適性を向上させた。

2.3 空調制御

E235系で使用するHS156形空調制御装置は, 新規開発の基板を採用しており, 車両情報管理装置(INTEROS)との高速伝送方式に対応している。また, 車内温度の安定性や外乱に対する応答性が高い“ファジー制御”と即応性の高い“領域制御”のハイブリッド制御を適用するなど, 機能向上の要素を多く取り込んでおり, その中でもJR東日本と共同で取り組んだ冷房運転制御は, 車内快適性向上に寄与している。

3. メンテナンス性向上の取組み

AU737形でのメンテナンス性向上の取組み事例を次に述べる。

3.1 室内熱交換器洗浄でのメンテナンス性向上

JR東日本では1年に1回のペースで熱交換器を洗浄している。その多くは車両屋根上で行われるため, 洗浄時の作業性改善は安全性及びメンテナンス時間削減に大きく寄与する。AU737形では次のとおり改善した。

- (1) リターン口養生塞ぎ板挿入用のガイドを具備(図2)
- (2) AU726A形でリターン口に配置された配線束を底板裏面に移行して養生作業を簡易化(図3)

- (3) 電気ヒーターの形状を一部切り欠いて室内熱交換器下部の洗浄性を向上
- (4) その他配線ループ追加, コネクタ箱裏面へのパッキン追加, 保護チューブ径拡大など追加改善を量産車から適用

3.2 ドレンパン清掃でのメンテナンス性向上

JR東日本では熱交換器の洗浄と同様に1年に1回のペースでドレンパンと呼ばれるドレン水(冷房運転時に発生する結露水)の受け皿を清掃している。AU737形では次のとおり清掃性を改善した。

- (1) AU726A形でドレンパン上に配置していたドライヤー4個の設置場所を室外部に移動して清掃性を向上(図4)

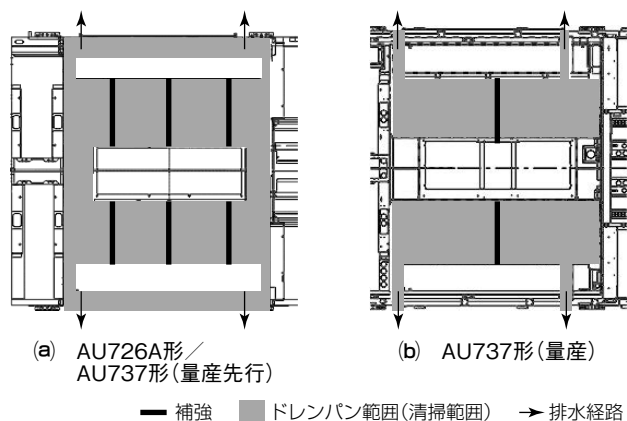


図5. ドレンパンの補強及びドレンパン範囲の削減

- (2) AU726A形/AU737形(量産先行)からAU737形(量産)ではドレンパン上の補強6本を2本に削減して清掃性を向上(リブ追加によってベコつき防止)(図5)
- (3) ドレン水の排水構造に排水管を採用してドレンパン清掃範囲を削減(図5)

3.3 送風機のメンテナンス性向上

JR東日本では指定保全時(4年に1回程度)に室内/外送風機を取り外し、軸受交換や羽根車清掃等のメンテナンスを行っている。E235系では、送風機を10年間メンテナンス不要にする要求があり、次のとおり設計に反映した。

- (1) 長寿命グリースを採用(フィールド試験で効果確認中)
- (2) 室内送風機材質にステンレスを採用(表3, 図6)
- (3) 室外送風機台数を2台から1台に削減(メンテナンス部品削減)

3.4 状態監視強化

現在、各鉄道事業者で状態監視のニーズが高まっており、様々な取組みが行われている。JR東日本では、定期検査をベースにしたTBM(Time Based Maintenance)から状態監視をベースにしたCBM(Condition Based Maintenance)へと保守体系の見直しを推進している。状態監視強化他、E235系の空調システムとして新たに採用した機能は次のとおりである。なお、次の機能の一部は車両情報管理装置の仕様による。

表3. 室内送風機仕様比較

	従来仕様	新仕様(AU737形量産)
羽根車材質	銅板(塗装)	ステンレス(無塗装)
ベース材質	ZAM ^(注1) 銅板	ステンレス(無塗装)
ケーシング材質	ZAM銅板	ステンレス(無塗装)
メンテナンス時間(割合) ^(注2)	100%	55%

(注1) ZAMは、日新製鋼(株)の登録商標である。
 (注2) 当社実施の場合(メンテナンス作業内容: 分解, ベアリング交換, 洗浄, 錆とり, 再塗装, バランス調整, 組立て, 動作試験等)

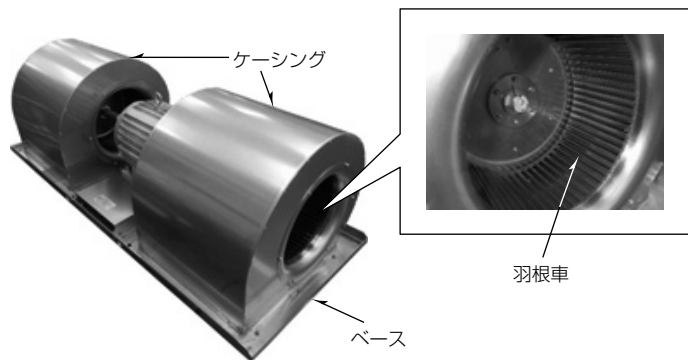


図6. 室内送風機(ステンレス)

- (1) AU726形で既に設置していた圧力センサに加え、各種センサを追加し、状態監視を強化。
- (2) 制御装置にメモリを設けて、通常稼働時及び故障発生前後のトレンドデータ(各機器稼働状況, 車内温度等)を一定期間保存可能とし、トラブルシューティングに活用。
- (3) 編成一括でソフトウェアローディング可能なりモーターローディング機能の採用によってローディング作業を省人化。

4. む す び

E235系車両用空調装置AU737形について、主要部品の高性能化による部品点数削減とモジュール化による組立品質向上について述べるとともに、空調システムとして実施したメンテナンス性向上策を具体的な例を示しながら述べた。また、新たな機能として状態監視強化についても述べた。

今後、この開発で培った技術及びメンテナンス性向上の考え方を他の空調装置及び空調システムへの展開を図り、長く愛用される製品づくりに取り組んでいく。