

# 環境新技術の紹介



## エアロスター エコ ハイブリッドの開発・普及

三菱ふそうは、2007年9月にハイブリッド大型路線バス「エアロスター エコハイブリッド」を発売しました。2006年発売のハイブリッド小型トラック「キャンター エコハイブリッド」とともに、当社が自信を持って社会に投入した先進環境技術です。

ダイムラー・トラック部門としての環境に対する取り組み方針は、部門内でそれぞれの役割を明確にし、無駄のない開発体制を構築することにあります。なかでも三菱ふそうは、部門全体におけるHEVの開発拠点と位置付けられるとともに、2008年の8月には、川崎に「グローバルハイブリッドセンター（GHC）」が設置されました。

これらの背景を含め、三菱ふそうのハイブリッド技術開発への取り組みについて、アイケ・ブーム副社長と須々木マ



取締役副社長兼開発本部長  
アイケ・ブーム

ネージャーが説明致します。

**なぜ三菱ふそうが、HEVの要であるハイブリッドシステムの開発を任されているのでしょうか？**

ブーム：「最大の理由は、三菱ふそうにはハ

イブリッドシステムを開発する高い基本能力があることです。長年培ってきた、世界に通用する技術を有しています。2つめは、日本はバッテリーやソフトウェアなどのサプライヤーが充実していることです。持続可能性を考慮したとき、不可欠な要素といえるでしょう。3つめはダイムラーとしてグローバル・マトリクス視点から考えた結果です。ダイムラー・トラック部門がカバーすべきエリアはとても広く、多くの国や領域にまたがっています。その中でのグローバルなシェア獲得を考え、戦略的な決定として、三菱ふそうがハイブリッド開発を担うこととしたわけです。日本の社会や人々は、環境技術に対する知識が旺盛です。HEV技術が成長する土壌としては最適ではないでしょうか。

**今回のGHC発足のねらいは何ですか？**

ブーム：「従来の『HEVコンピテンスセンター』というの



は、実態はなく机上の空論でした。しかし8月以降、組織も順調に立ち上がり、必要性に応じた人員配置が整いました。今後もこの組織のパワーを増強するため、人員を増やしていく方向で考えています。彼らは皆、開発の専門家です。そして2つの専門領域をカバーしています。ひとつはハードウェア中心の専門領域、例えばバッテリーや変速機などの技術的な分野です。2つめはソフトウェアです。ここでのソフトウェアとは、お客様の使用状況を理解することです。都市型集配車と、長距離輸送車では、使われ方などがずいぶん違っています。これらの違いをよく把握することで、例えばバッテリー特性の最適化が行えるのです。このようなソフトウェアの専門領域はお客様の要望に対応するために重要です。」

**エアロスター エコ ハイブリッドはスムーズな発進加速が特長ですが、この「人に対して優しい」性能は、世界共通の要望でしょうか？**

ブーム：「もちろんそうだと思います。世界中で人の感覚はそう変わりません。スムーズな発進、滑らかな加速性能という美点は、ニューヨークでもシュツットガルトでも歓迎されるでしょう。優れた燃費性能やスムーズな走り、さらには高いメンテナンス性などは世界中どここの国でもメリットになりうると考えています。」

**エアロスター エコ ハイブリッドは、シリーズ式のハイブリッドシステムを採用していますが、パラレル方式の検討はあったのでしょうか？**

須々木：「三菱ふそうは1990年代の最初に“MBECS”という油圧によるパラレル方式の



開発本部 パワートレイン開発統括部  
HEVシステム開発部 マネージャー

**須々木 裕太**

ハイブリッドバスを作りました。その時の経験から、パラレル方式はパワートレインのレイアウトに制約が多いことや、駆動系のトルク特性のマッチングが難しいことが判りました。そこで今回、これらの点で有利なシリーズ式を採用した訳です。シリーズ式は、次々と変わる排ガス規制でエンジンのトルク特性が変わっても影響を受けにくく、レイアウトの自由度も高いのでバリアフリー化への対応（低床化）においても有利です。

**リチウムイオン電池を採用していますが、その理由について教えてください。**

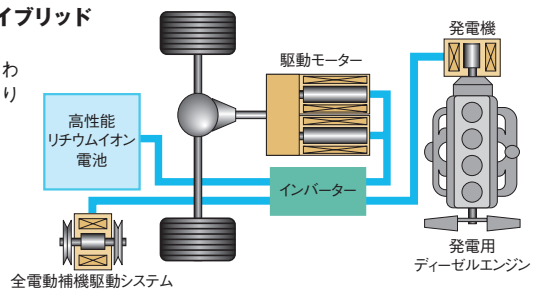
ブーム：「基本的にハイブリッド車のバッテリーには2つの機能が要求されます。ひとつは『キャパシティ』です。

**ハイブリッドの方式**

ハイブリッドシステムには大きく分けて「シリーズ式」「パラレル式」の2つのタイプがあります。シリーズ式とは、エンジンは発電を受け持ち、駆動力はモーターのみで生み出しています。制動エネルギーの回生効率が高いので、発進停止を繰り返す走行モード時に優れた燃費性能を発揮します。「エアロスター エコ ハイブリッド」は、このシリーズ式を採用しています。パラレル式はエンジンと発電機を兼ねるモーターとの両方で駆動力を生み出します。ベース車からの変更が少なく、低コスト化が可能です。「キャンター エコ ハイブリッド」は、このパラレル式を採用しています。

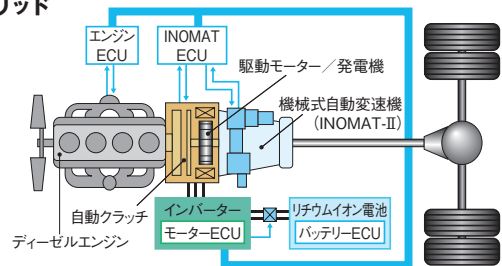
**■エアロスター エコ ハイブリッド (シリーズ式)**

無断変速機との組み合わせによるスムーズな走り  
が特長。



**■キャンター エコ ハイブリッド (パラレル式)**

汎用性の高い小型トラックを中心に採用されている方式。  
エネルギーの変換ロスが小さいことも特長。



# Topics

大きなエネルギーを蓄積し、長距離を走行できる機能です。もうひとつは『パワー』です。瞬時に高い出力を出せる機能です。この2つの両立は難しいので、使用状況からどちらを優先するのか考える必要があります。エアロスター エコ ハイブリッドの場合



リチウムイオン電池

ター エコ ハイブリッドの場合は発進・停止を繰り返す路線バスという走行条件を考慮し、『パワー』を重視してリチウムイオン電池を採用しました。」



ルーフ上のリチウムイオン電池ボックス

須々木:「ハイブリッド車のバッテリーはブレーキエネルギーを回生して再利用するという点に焦点を置いています。この観点だけで見れば、キャパシターでいいのではないかと疑問もあります

が、これでは絶対的な容量が足りません。平坦路だけならいいですが、坂道が続く路線ではある程度の容量も必要です。こうした理由から、リチウムイオン電池を採用しています。リチウムイオン電池は内部抵抗が小さく、急激にエネルギーを出し入れしてもあまり発熱しないという優れた特長があります。発熱が少ないということは電池が長寿命であることにも直結します。」

## バッテリーの寿命についてはいかがでしょうか？

須々木:「路線バスでもトラックでも、バッテリーは非常に高価なものですから、10~15年以上を確保することを第一のターゲットとして開発しています。そのためにバッテリーの充電レベルを細かくコントロールしています。」

## 寿命を迎えた後のバッテリーの廃棄方法についてはいかがでしょうか？

ブーム:「リサイクルは非常に重要な問題です。現在、数百台のハイブリッド車が市場に走っていますが、リサイクルシステムを確立していく必要があります。今から30年ほど前には存在していなかった鉛タイプのバッテリーにも、現在では一連のリサイクルシステムが確立されています。リチウムイオン電池のリサイクルシステムは今後確立すべき分野であり、これは我々の重要な義務です。適切な会社とともにリサイクルの方策を検討しています。今後も産業界に対して働きかけを行ってまいります。」

## 商用車におけるハイブリッドシステムの優位性や必要性をお客様に理解して頂くことは難しいのではないのでしょうか？

ブーム:「お客様の購買モチベーションには2つの種類があると思います。ひとつは環境意識による満足感です。また、“私は環境に配慮します”と周囲にアピールしたい側面もあります。もちろん、こうした理由による購入ケースもありますが、商用車ではもっと強力なモチベーションがあります。それは採算性です。商用車の場合、お客様は我々の商品である車両を使用して利益を生み出すことを目的としています。ハイブリッドによる低燃費はランニングコストの削減に直結するのです。また、エアロスター エコ ハイブリッドのような大型商用ハイブリッド車のアピールポイントは、故障が少ないことにもあると考えます。つまり故障により修理工場での休車している期間が短いほど、稼働率が高くなるので、利益を多く生み出すというメリットがあるのです。」

## 故障が少ないというのは、どのようなことなのでしょう？

ブーム:「例えば、ブレーキパッドは利用状況に応じて定期的に交換しなければなりません。エアロスター エコ ハ

## エアロスター エコ ハイブリッドは、卓越した燃費性能、排出ガス性能を実現しています。.....

■平成27年度重量車燃費基準値の4.23km/ℓをはるかに上回る燃費5.00km/ℓを達成しました。



平成27年度重量車燃費基準達成車

■新長期排出ガス規制値に対し、NOx（窒素酸化物）とPM（粒子状物質）の両方をさらに10%低減した、「NOx&PM10%低減低排出ガス車」の認定を取得しました。また、八都県市が指定する「H17年基準良低公害車」の認定も取得しています。



低排出ガス重量車  
(平成17年基準NOx&PM10%低減)



八都県市指定低公害車



イブリッドの場合、ブレーキがハイブリッドシステムと一体化しているので、ブレーキパッドの消耗が非常に少なくすみます。この点も経済的なメリットといえます。

**コスト削減が叫ばれるなか、部品の共有化は避けては通れないといわれています。ハイブリッドシステムの部品共有化についてはいかがですか？**

**ブーム:**「現在、主要トラックメーカーの多くがコスト削減のため、メーカー間でコンポーネントを共有しています。我々も同様です。例えば、メルセデス・ベンツとエンジンを共有する計画があります。」

**開発期間の短縮もコスト削減につながるのでしょうか？**

**ブーム:**「そう考えます。ただし、それには設計業務をうまく統合することが重要です。すでに存在する技術を自社で応用することができれば、結果的に開発時間の短縮となり、コストも削減します。また、プロセスの高効率化を図ることで、さらなる開発時間の短縮を目指していきたいと考えています。」

**ダイムラーがHEV開発拠点である三菱ふそうに期待する点は何でしょうか？**

**ブーム:**「非常に明確です。ダイムラー・トラック部門における小型から中型、大型トラックに提供できるハイブリッドシステムの開発を期待されています。これは世界でも初の試みではないでしょうか。さらに長期的には、例えばバイオ燃料や電気自動車など、まったく違う要望が出てくるかもしれません。」

**須々木:**「これまでは、どちらかというと日本市場を見てきました。しかし今後は、世界中の人々に使って頂く前提でソフトウェアなどの検討も行う必要があります。代替燃料などへの応用も含め、世界規模の市場を見ることが我々にプラスになると思います。」

**洞爺湖サミットにはエアロスター エコ ハイブリッドが提供されました。各国からの評価はいかがでしたか？**

**須々木:**「優れた燃費性能はもちろんのこと、スムーズな発進・加速による乗り心地も好評でした。期間中、標高差665mの区間を往復、延べ498kmを運行し、期間中の給油はたった1回でした。」

**今後のHEV技術の課題は何ですか？**

**ブーム:**「今すぐに、というわけではありませんが、将来的にはバイオ燃料などの代替燃料の使用や、燃料電池車、電気自動車への応用も考えています。現在まだ明確な計画はありませんが、将来的にはこれらの分野にチャレンジすることが使命であると思います。」

**須々木:**「優れたハイブリッドシステムも、さらに高い次元で統合的に制御することで、より優れた性能が引き出せます。また、ベースとなるエンジン自体の効率も重要です。また、ハイブリッド車として最適なプラットフォームの開発も必要です。現行シャシを活用し、最小限のパーツ交換でハイブリッド用プラットフォームを作るのが得策と考えています。」

**ブーム:**「例えハイブリッドカーであっても、全ての要素が優れていないとトータルでの高性能は得られません。そのためには、ベースとなる基礎技術が重要です。高性能なエンジンや変速機にハイブリッドシステムが結合されて初めて素晴らしい車が完成すると信じています。それが我々の哲学であり、No.1に値するテクノロジーです。」



環境性能を高めた発電用  
ディーゼルエンジン4M50

## 三菱ふそうHEVの欧州への初導入.....



ハイブリッド仕様の商用車分野のトップランナーであるダイムラーは、欧州においてハイブリッドトラックの導入試験を行っています。2008年1月には、第一段階として「キャンター エコ ハイブリッド」と「メルセデス・ベンツ アテーゴBluetec ハイブリッド」の2台を、欧州を代表する物流企業に導入しました。本格的な導入に向け走行試験データを収集しています。三菱ふそうは、ダイムラー・トラック部門におけるハイブリッド技術開発の中心的な役割を担っているのです。



## 三菱ふそうバス製造での環境取り組み



三菱ふそうバス製造株式会社  
取締役社長  
田中 真二

環境対策費用の捻出は企業の利益を圧迫するのでは…、  
といった懸念もあるようですが？

田中：「たしかに環境対策の中には費用がかかるものもあります。例えば、省エネルギー化を促進するために、初期投資が必要となる場合もあります。その点だけに焦点を当てれば一時的な減益かもしれません。しかし、CO<sub>2</sub>は削減すればするほど、省エネルギー効果が生まれます。これによって削減されたエネルギー費用は経費削減に直結するわけですから、環境対策はむしろ利益の向上につながるのではないかと考えています。つまり、初期投資だけにとらわれるのではなく、ランニングコストを下げるのが大切だと考えます。」

シリーズ式ハイブリッド大型路線バス「エアロスター エコ ハイブリッド」の製造は、富山県富山市に本社工場を構える「三菱ふそうバス製造株式会社」が受け持っています。年間2,300台のバス生産能力を有する同工場は、176,857㎡の敷地面積と53,804㎡の建物面積を誇り、2007年6月にフルモデルチェンジを行った「エアロクィーン&エアロエース」や、日本で唯一の2階建て大型観光バス「エアロキング」の製造なども担当しています。

省エネルギー化や環境負荷低減などの諸問題は、原材料から工業製品を生み出す工場にとって永遠の課題といわれています。今回は同社を代表する田中真二社長はじめ各部門の担当者から、同工場における環境への取り組みについて説明致します。

工場での環境保全活動はいつ頃から始めたのですか？

斎藤：「2003年12月にISO14001を取得しましたが、この時期から全社的な取り組みが本格的に稼働しました。もちろん、それまでも環境負荷低減への取り組みは行っていました。全社員が一丸となってこの問題に取り組み始めたという意味では、やはりここが転換点でした。具体例としては、工場運営全般に関する『環境方針』や『環境マニュアル』を作成したことが挙げられます。環境方針に基づいた環境目標



三菱ふそうバス製造株式会社  
品質管理部 品質統括G (ISO事務局)  
斎藤 三嗣



を設定し、対応策を社内の各部署で論議しています。年に4回、マネジメントレビューを開き、全社的な活動取りまとめを行っています。」



三菱ふそうバス製造株式会社  
購買部 同接資材G スペシャリスト  
前工場技術課長  
谷口 明広

谷口：「問題があれば、そのつど改善しています。2006年までは、年に2回のマネジメントレビューでしたが、2007年からは年4回になりました。各部長が責任者となって部内をまとめ、自らが設定した環境目標をフォローしています。全部で8部署

というコンパクト組織編成なので、話が通りやすいというメリットもあります。」

### 環境への意識を全社員に徹底させる方策は？

斎藤：「環境方針を明記したメッセージボードを社内の要所に貼り付けているほか、名刺サイズのカードに環境方針を印刷し、全社員に配布しています。2008年は『環境情報を積極的に公開する』といった一文を追加しました。」

### 「積極的に公開」とは、どのようなことでしょうか？

五十嵐：「インターネットで環境への取り組みなどの情報を2007年1月より公開しています。環境対策の目的と手段を中心に、水質の検査結果なども報告しています。」

谷口：「これまでは情報を一般に公開することはしていなかったのですが、現在は徹底して行っています。」

### 工場周辺は緑が多いですね。

斎藤：「工場立地法で定められているので、

それに則って植樹を行っています。ここ1、2年は工場周辺の住宅化が進んできたこともあり、従来よりもニオイヒバ（柑橘系に近い匂いを発するヒノキ科の植物）によるグリーンベルト（緑地帯）の面積を増やしました。環境基準は満たしているのですが、周辺住民の方々から臭気に対するご指摘を頂きましたので、早急に対応させて頂きました。」

谷口：「このほか、過去の例としては、日中に行なう走行テスト時の警報音に対するご指摘がありました。敷地内での

走行テストをする際の警報音が工場の外に漏れてしまっていたのです。そこで耳触りな警報音から、やわらかなメロディ音に変えるなど、早急な対策を施した経緯があります。」

田中：「音が原因で溶接技術が上がったというエピソードもあります。バスは乗用車に比べて手作業が多くなりますが、以前はハンマーでパネルを叩く作業者が多く、瞬間的ながらも大音量の打撃音が問題になりました。調べてみると、溶接品の形状を微調整するために叩いていたという事実が判明したのです。もとは溶接技術の伝承が目的で設置された『溶接道場』ですが、余分な音を発生させないための副次的な効果もありました。」

### CO<sub>2</sub>削減対策に対してはいかがですか？

谷口：「2008年度の省エネルギー化に関する取り組みとしては、消費電力の少ない省エネ型水銀灯への交換促進、電力やガス使用量の削減などを強化して織り込みました。」

### 水銀灯への転換はどれだけの電力削減効果があるのですか？

谷口：「通常の水銀灯は一灯あたり400Wの電力を消費します。全部で数百灯あるのですが、これを省エネ型に交換すると150Wと約1/3程度の電力消費量となります。少ない電力でも照度を保つために電灯フードの内側にはアルミを蒸着させて反射率を向上させました。また、通路の配置換えを行うことで、180カ所にも及ぶ水銀灯の消灯も実行しています。」

### 塗装工程での環境負荷低減への取り組みは？

谷口：「塗装工程の無駄を極力なくすことに注目して、オープン断熱の改善やブース風量の適正化等に取り組んできました。また、不沈降の電着塗料採用により夜間の塗料攪拌を停止し、攪拌ポンプ電力を削減する事も検討中です。」



溶接道場



ニオイヒバの緑地帯



水銀灯

# Topics

## 水の使用に関してはどうでしょうか？

谷口：「飲料水は上水、工場内での使用水には井水を800t/日という取水・排水制限を遵守した上で利用しています。実際には、制限値のおよそ半分程度の使用量で推移しています。上水に関しても、節水コマを全ての蛇口に取り付け使用量を削減しています。」

## 廃棄物の処理に関してはどうでしょうか？

五十嵐：「分別作業を徹底して行っています。分別（工場では全19種類に分類）を容易にするため、すべてのごみ箱には判別シートを貼り付けています。分別したものを有効活用するため、紙や鉄は確実なリサイクルを促進し、汚泥やシンナー、並びに廃塗料は焼却して量を



三菱ふそうバス製造株式会社  
総務部 人事G  
五十嵐 恵

減らした上で埋め立て処理を行っています。」

## 従業員の方々に対する健康管理はいかがでしょう？

谷口：「安全衛生の組織を編成し対応策を講じています。最近、AEDを6台導入しました。飲料

水の自動販売機と一体化したAEDも導入し、各休憩所に設置しています。」

田中：「作業環境の改善という意味では3年前から、工場全体にクーラーを設置しました。クーラーは確かに電力を消費しますが、作業効率の向上や、製造工程の精度をさらに高めることにもつながると判断し、導入を決定しました。また、気化熱を利用した冷却も行っています。屋根にスプリンクラーを設けて定期的に散水することで、屋根裏温度は5℃ほど減少させることにも成功しています。」



ごみ分別用の判別シート



工場の屋蓋に設置されたスプリンクラー

## エアロスター エコ ハイブリッドは、こうした環境に配慮した工場で生まれているのですね。

谷口：「ハイブリッド車の組み立てでは、高電圧を取り扱うので、携わる従業員全員に2

日間の社員研修を行うなど、安全を徹底するための教育を行っています。先進的な技術が盛り込まれたハイブリッド車ですが、だからといって必要以上に特別な作業が生じるわけではありません。バスはもともと事業者のニーズに応じて製造するため、1台ごとにより仕様異なるなど複雑です。そういった意味ではエアロスター エコ ハイブリッドは工程数が少しだけ増えたバス、というイメージですね。走行用のエンジンがなくなり、代わりに発電用の小さなエンジンになったわけですが、実際の作業時間は、通常のバスよりも少し増えました。電源ケーブルの数が多くことが要因のひとつだと思います。」

## 通電や漏電チェックなど電気的な部分のチェックはどのように行っているのですか？

谷口：「当初は、バッテリーやモーター本体を製造する専門メーカーの担当者との共同作業でしたが、今では、システム化を促進させPCを利用したチェックを行っています。さらに、将来予想されるエアロスター エコ ハイブリッドの需要増に対応するため、専属スタッフの数も確保しています。」

田中：「今後も、省エネルギー化や環境負荷低減に対して積極的に取り組んでいきますが、大切なことは、無理をせず、長期的な目標を立てて活動を継続することであると考えています。」



研修風景



リチウムイオン電池の取り付け



エンジン・モーター部の取り付け



シャシへのボデー取り付け



## 基幹バス路線にエアロスター エコ ハイブリッドを導入..... 名鉄路線バス

名古屋市を中心とする輸送事業を展開する名鉄バス株式会社は、2008年3月から4台のエアロスター エコ ハイブリッドを、バス専用レーンを走行する基幹バス路線に導入しています。そして、9月にはさらに10台が増車される予定です。エアロスター エコ ハイブリッドの高い燃費性能と優れた環境適合性に加えて、車内照度を高めシート背もたれ上部形状を角のない山型に変更。座面も体の保持性が高まるバケットタイプにするなど、独自の装備を施してさらなる快適性の向上に努めています。



## 空港連絡バスはより快適に.....羽田シャトルバス (羽田空港無料連絡バス)

羽田空港の旅客ターミナル無料連絡バスは、羽田京急バス株式会社が日本空港ビルデングより受託運行しているものです。このバスには低公害ノンステップ車両が3台導入され、2008年1月から第1・第2・国際線ターミナル間の循環輸送を担っており、そのうち2台がエアロスター エコ ハイブリッドです。導入にあたっては、国土交通省と東京都の低公害車普及に関する補助制度が利用されました。たとえ「立ち席」であっても、継ぎ目のないモーターのスムーズな加速により体が振られることが少ないため、荷物を抱えた乗客にも優しい乗り心地が好評です。



## 洞爺湖サミットでわが国の次世代自動車技術をアピール..... 洞爺湖サミットシャトルバス

2008年7月に開催されたG8・北海道洞爺湖サミット。メインテーマは環境問題でした。当社は、首脳会議場のウインザーホテル洞爺と入場ゲート間を結ぶシャトルバスとしてエアロスター エコ ハイブリッドを提供しました。期間中の総走行距離は498km、給油は1回だけ。700名以上の利用者が環境配慮型のハイブリッド技術を体験し、世界へ向けて日本の次世代自動車技術をアピールする絶好の機会となりました。G8終了後には、経産省製造産業局自動車課よりバス提供の礼状もいただきました。

