

# Feature Article

特集論文

## インド自動車産業の現状と今後の見通し —自動車開発およびインフラ整備プロジェクトNATRIp—

### A Status of Indian Automotive Industries and Future Vision — Indian Automotive R&D and Infrastructure Project, NATRIp —

小松 達生, 鶴見 和也

Tatsuo KOMATSU, Kazuya TSURUMI

インド政府は、自動車産業を2016年までに1450億円規模の市場に成長させる施策の一環として、自動車試験および研究開発インフラ整備を目的としたプロジェクト(NATRIp)を立ち上げた。2009年9月、HORIBAは、本プロジェクトの排ガス計測設備受注に成功した。NATRIpに対してHORIBAが納入する排ガス計測設備は、世界各国の異なる排ガス規制に対応する柔軟性・広範性、およびインドにおける将来の排ガス技術の発展を見越した設備の拡張性、さらに複数研究拠点での排ガス計測設備の相関性を担保した仕様となっている。加えて、生産台数の多い2輪車・3輪車、重量車の主流となっている圧縮天然ガス(CNG)エンジンなど、インド特有の自動車事情も考慮した仕様となっている。

The Indian government has started up a project, NATRIp, targeting at the automotive R&D infrastructure development as a part of the political measure to develop the automotive industry. It is the market of 145 billion JPY scale by 2016. In September 2009, HORIBA has succeeded to receive an order for the exhaust gas measurement systems in this project. Each system has a wide application for several different automotive emission regulations in the world, and it has a future extendibility corresponding to the upcoming Indian automotive technologies evolution. Also the systems have correlation capabilities between several different test laboratories in NATRIp. Additionally, the systems have specifications to meet distinctiveness of Indian market, such as emission measurement capabilities for 2- and 3-wheelers and CNG engines.

#### はじめに

1990年代後半以降、インドはIT産業を中核に新興国として頭角を現し、いわゆる「BRICs」の一国として注目を集めるようになってきた。それに先立つ1980年代には、日系自動車メーカーがインド現地メーカーとの合弁企業を設立する動きが出始めた。HORIBAは、この頃からインドの自動車開発用途にエンジン排ガス測定装置を提供してきた。たとえば、ARAI\*1、iCAT\*2などと呼ばれる公的自動車認証機関に対しても装置を納入している。このようなインド国認証試験機関への納入実績なども評価され、インド

における自動車排ガス測定装置のHORIBAのマーケットシェアは現在80%に達しており、実質的にHORIBAの分析計はインド標準機のポジションを獲得している。このポジションをより強固なものとする為に、HORIBAグループは、インド自動車産業の成長を見込んで、2006年、現地法人「ホリバ・インド社(HIN)」\*3を新たに設立した。2010年時点で、主要自動車メーカーが集中するデリー、プネー、バンガロールに営業・サービス拠点を構えるなど、現地体制の強化を進めている(図1)。

2009年9月、このインドで政府主導の自動車試験ならびに、研究開発のインフラ事業NATRIp\*4に関連する設備

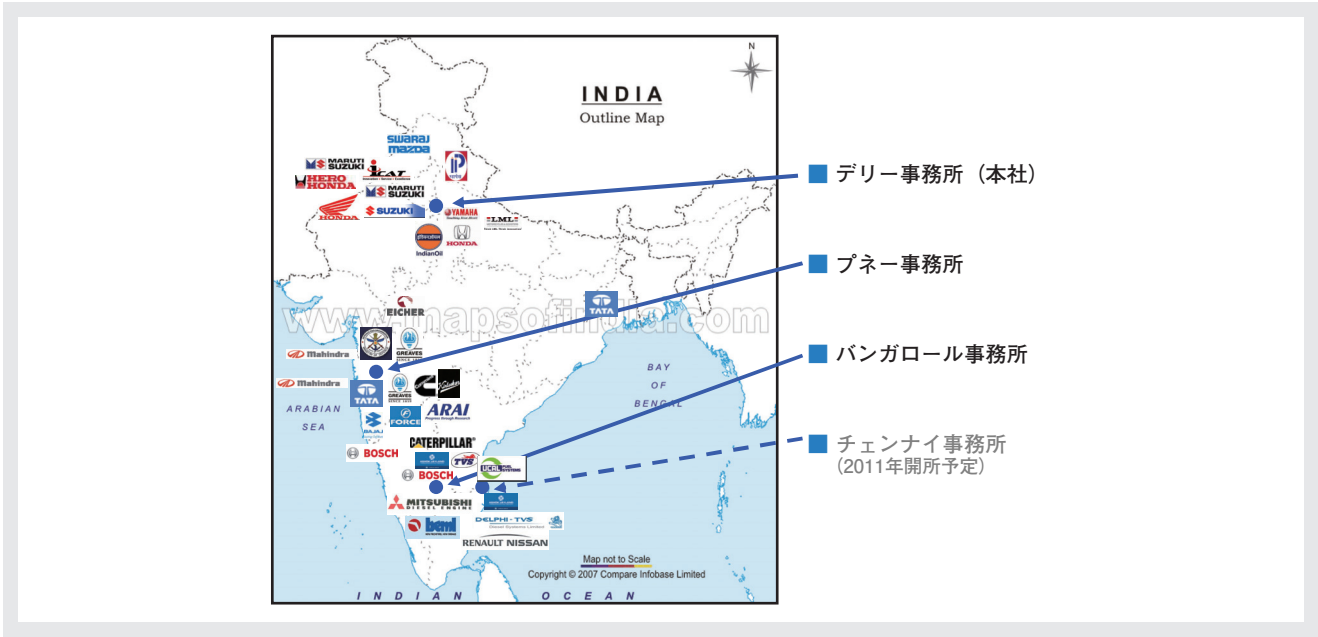


図1 HORIBA INDIA Pvt. Ltd.および主要顧客所在地

の入札がおこなわれた。HORIBAは、この入札においてエンジン排ガス計測設備を一括受注することに成功した。単に装置性能のみではなく、上述のようなインドにおけるHORIBAの継続したアクティビティと、長年にわたるインド自動車産業への貢献が評価された結果といえる。本稿では、今後インド自動車産業の成長に大きく寄与すると期待されるNATRiPへの導入設備について、インド自動車産業の動向と併せて紹介する。

- \*1: ARAI: Automotive Research Association of Indiaの略。インドの自動車認証機関のひとつ。1966年にインド西部の工業都市ブネーに設立。現在、政府と自動車産業の88社によって共同運営されており、主に自動車排ガス測定、車両評価、安全性能などの認証試験が行われる。
- \*2: iCAT: International Centre of Automotive Technologyの略。インドの自動車認証機関のひとつ。インド北部、デリー郊外のマネサル=グルガオン工業地帯に設立。認証試験のほか、自動車コンポーネント開発サポートや基礎開発研究が行われている。
- \*3: ホリバ・インド社(HIN): 正式名称はHORIBA India Private Limited。
- \*4: NATRiP: National Automotive Testing and R&D Infrastructure Projectの略。インド国内6ヶ所に整備される自動車研究開発・試験施設を拠点とし、第2次産業において世界に通用する中枢技術とノウハウの開発・育成を目的とする事業。

## インドの自動車市況

### インド自動車市場の特徴

インド政府は、2016年までに、国内の自動車産業を1450億円、GDPの10%以上を占める規模に成長させ、2500万人以上の雇用を創出することを、国策として中長期の目標に掲げている<sup>[1]</sup>。図2、図3に、インドにおける2003～

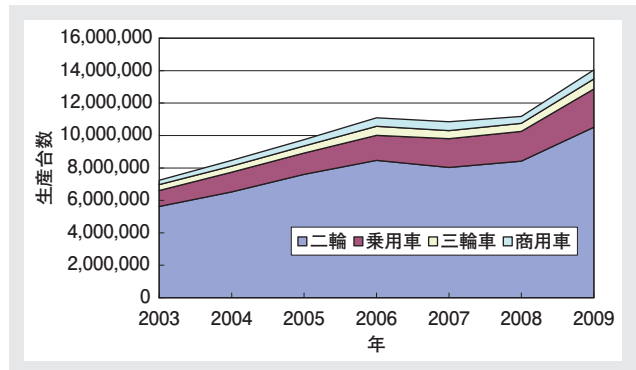


図2 インド国内自動車生産台数推移

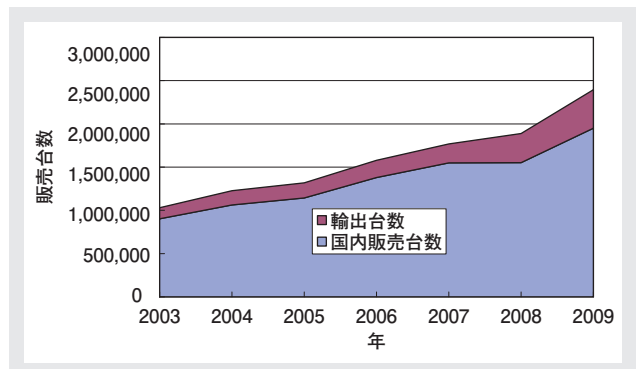


図3 乗用車販売台数の推移

# Feature Article 特集論文 インド自動車産業の現状と今後の見通し

2009年の自動車生産台数、乗用車販売台数の推移を示す<sup>[2]</sup>。2009年度の自動車(2輪車含む)の国内生産台数は1400万台(2009年10月統計)、また乗用車輸出実績は44万台以上で、それぞれ前年比26%増、33%増の伸びをみせている。引き続き大きな成長が見込まれるインド自動車産業で特筆すべき点は、他地域よりも「小型車」が重要な役割を担っていることである。価格、燃費に優れる小型車は、自動車を持つだけの経済力を確保しつつあるインドの中間所得者の心を掴み、着実に販売台数を増やしている。同時にインド政府は、自動車産業育成政策として策定した「自動車産業育成10年計画(AMP: Automotive Mission Plan 2006~2016)<sup>[1]</sup>」で小型車の生産・輸出の推進を目標に掲げ、小型車に優遇措置を講じている。たとえば、一般乗用車は本来24%の物品税(日本の消費税に相当)を課せられるところを、小型車の物品税は2006年に16%、さらに2008年には12%に引き下げられた。なお、ここでの小型車は、全長4 mで排気量1.2 L未満(ディーゼルの場合は1.5 L未満)のものを指す。

このような状況をふまえて、自動車メーカーの主たる投資も小型車開発に集中している。小型車生産を得意とし、乗用車部門においてインド国内5割のシェアを握るマルチ・スズキ社は、スズキグループにおける小型車開発のハブとして、外資系企業初の本格的なグローバルR&D拠点をインドに設立する。民族系乗用車メーカートップのタタモーターズ社は超低価格車Nanoを発売し、新たな小型車の可能性を世界に示した。また、トヨタ自動車は「ワンランク上」をテーマに開発した小型車Etiosを2010年末から生産開始、日産はマーチの同型車Micraを2010年5月からチェンナイ工場で生産開始している。

表1 2008-09 乗用車販売台数シェア

順位	企業名	シェア
1位	MARUTI SUZUKI INDIA Ltd.	47.7%
2位	HYUNDAI MOTOR INDIA Ltd.	16.1%
3位	TATA MOTORS Ltd.	14.3%
4位	MAHINDRA & MAHINDRA Ltd.	6.3%
5位	GENERAL MOTORS INDIA Pvt. Ltd.	3.6%
6位	HONDA SIEL CARS INDIA Ltd.	3.5%
7位	TOYOTA KIRLOSKAR MOTOR Pvt. Ltd.	3.1%
8位	FORD INDIA Pvt. Ltd.	1.8%
9位	SKODA AUTO INDIA Pvt. Ltd.	0.9%
10位	MAHINDRA RENAULT Pvt. Ltd.	0.9%

引用元: SIAM(Society of Indian Automobile Manufactures) [2]

このような小型車を中心とした地産地消は、増大する国内需要にも支えられ、今後も続くと思われるが、将来的には世界のグローバルマーケットをターゲットとした小型車の開発・生産拠点を目指し、低価格・安全品質を強みとしつつ環境にも配慮した、自動車産業の育成が、国家事業として推進されるものと考えられる。

## 自動車排ガス政策

インドでは、1989年から、首都デリーやいくつかの州を対象にエミッション規制が導入され始めた。さらに、1990年に連邦政府の自動車法が強化されたのを受け、インド全土にエミッション規制が適用されるようになった。インドの規制は、欧州の排ガス基準(Euro 1~6)に準じた「Bharat Stage<sup>\*5</sup>」で規定される。

図4に、インドと欧州の排ガス規制の比較を示す。インドでは、ディーゼル乗用車に対して1992年からマスマス

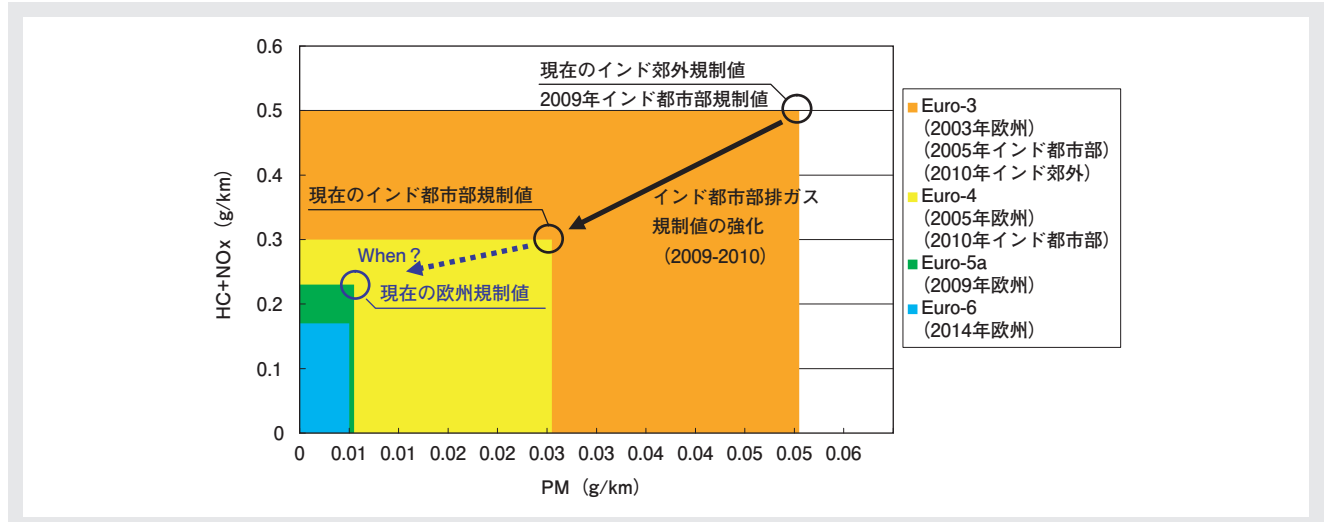


図4 インドにおける排ガス規制の動向(ディーゼル乗用車)

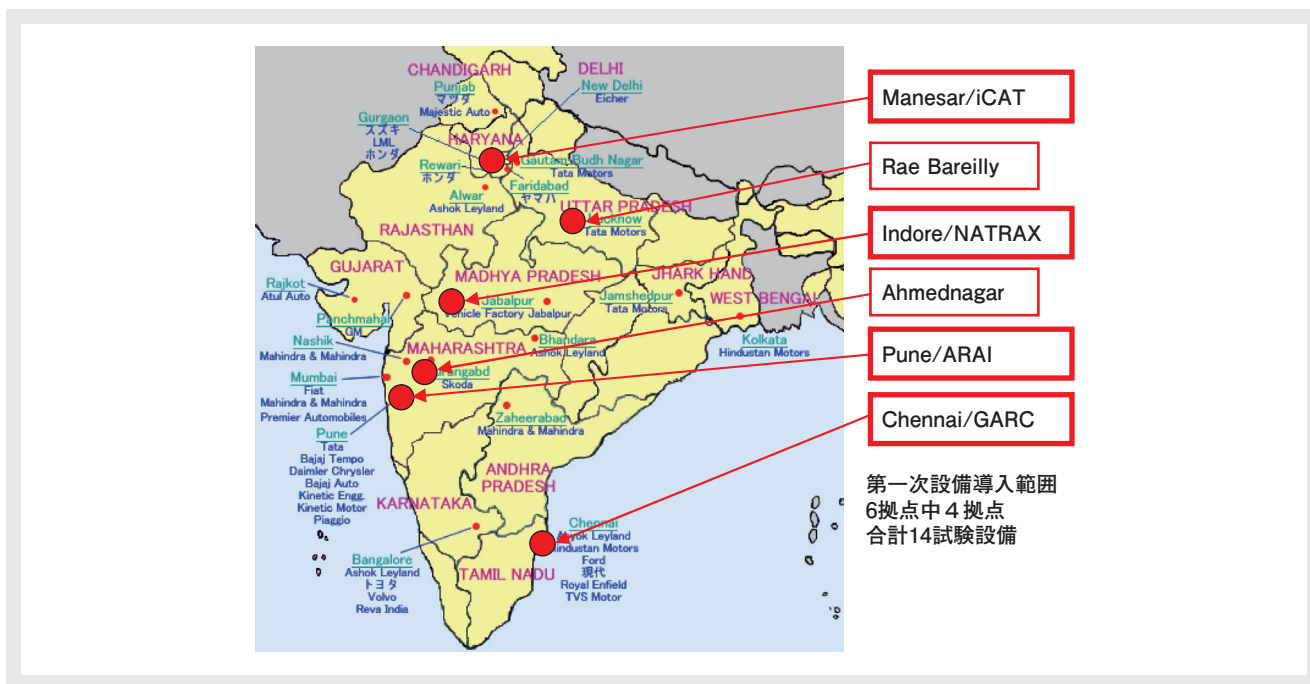


図5 NATRiP研究拠点

ション規制が適用され、2010年4月には郊外でBharat Stage II (Euro 2相当)、主要都市部ではBharat Stage III (Euro 3相当)が導入された。一方、欧州ではさらに厳しいEuro 5aがすでに適用されており、インドでもこれを追いかける形で、Bharat Stage IV (Euro 4相当)を2012～2013年度に都市部で導入することを検討している。このように欧州の排ガス基準の短期間での採用が進められている背景には、単に大気汚染の問題だけではなく、世界の自動車排ガス規制レベルに追い付くことで、技術力を担保すると同時に国際競争力を獲得する狙いもある。

\*5: Bharat Stage: インドの自動車排ガス認証法規の名称。11都市部とそれ以外の地域で排ガス規制値が異なる。乗用車走行サイクル (Bharat Stageサイクル)は、欧州で用いられているMVEG-B (ECE +EUDC)90 km/h運転サイクルと同等。

## NATRiPプロジェクト

### NATRiPの意義

NATRiPは、インド政府が自動車産業をIT産業に続く第二の主軸産業と位置づけ、世界に通用する中枢技術の開発・育成、世界市場における競争力の確保を目標に掲げて立ち上げたプロジェクトである。このプロジェクトは、単に自動車産業を育成するのみならず、電力・建設・鉄鋼・素材など自動車に関連する他産業の成長も目指すも

ので、インドにとって、国力強化に向けた極めて重要な国家戦略プロジェクトといえる。

図5に、プロジェクトで自動車試験施設が設立される予定地を示す。このように、NATRiPでは、現在既に公的認証機関 (ARAI, iCATなど)が存在する拠点と、まったく新規の拠点、合わせて6箇所が今後の研究開発拠点として運営される予定である。対象の研究施設は、エンジンや部品の研究開発棟から実走行試験用のテストコースまで多岐にわたり、いずれも世界先端レベルの設備が整備されていく予定である。一部既存設備が使用できる拠点もあるものの、基本的には新規に設備を導入する拠点多く、土地取得、建物・テストコースの建設費用まで含めると、これら拠点整備の費用総額は400億円にものぼる。インドは、この投資により国内自動車産業の基盤整備を行うとともに、世界水準に早期に追いつき、ひいてはグローバル自動車市場において存在感を示すことを目指している。

### 受注設備概要

HORIBAは、今回NATRiPより以下の設備を受注した。本節では設備概要について紹介する。

- ・重量車エンジン排ガス計測設備: 5式
- ・オフロードエンジン排ガス計測設備: 2式
- ・中・軽量車排ガス計測設備: 8式
- ・2輪車・3輪車排ガス計測設備: 1式

# Feature Article 特集論文 インド自動車産業の現状と今後の見通し

## NATrIPの設備に求められる要件

NATrIPに設備を導入するにあたり、排ガス計測設備に対して特に要求される要件が存在する。以下、簡単に解説する。

### (1) 世界各地域の排ガス規制への対応

インド自動車産業が国際競争力を獲得するためには、NATrIPに納入される設備は、世界各地域(特に欧州・北米)で採用されている排ガス規制の要件を満たす必要がある。具体的には、少なくとも、欧州経済共同体(EU)、国連欧州委員会(UN/ECE)、米国環境保護庁(EPA)、カリフォルニア州大気資源局(CARB)がそれぞれ規定する規制・基準を考慮することが必要となる。ところが、欧州と北米では、規制・基準の要求で異なる部分があるため、仕様決めの際には注意が必要である。図6に、欧州・北米両方の規制に対応した粒子状物質(PM)サンプリングシステムの例を示す。PM採取フィルタに関する要求が互いに異なるため、NATrIPではそれぞれ専用の装置を使う構成になっている。

### (2) インド国内の排ガス規制事情への対応

前述したように、インド国内においては、欧州の排ガス規制(Euro)に準拠したBharat Stageという規制が採用されている。したがって、国内規制対応計測設備に関しては欧州の要件を満たしていればよい。ただし、対象成分

の排出規制値は、欧米のレベルには追いついておらず、現在の欧州や北米で要求される排出ガス基準値と比べて約20倍高い値となっている。その結果、インドでは、輸出向けの場合、欧米並みのクリーンな排ガスの計測が求められる一方で、国内(特に非都市部)向けでは汚染物質濃度の高い排ガスの計測が同設備上で要求されるという状況にある。この場合、たとえば、欧州・北米向けの排ガス計測を実施する装置が、国内向け車両の排ガスによって汚染されてしまわない工夫が必要である。図7に、その対策として、低濃度排ガス用と高濃度排ガス用とでガス流路を分離した設備の例を示す。

### (3) 将来の法規動向を考慮した拡張性

現在、世界各国において、自動車のさらなる低エミッション化、省燃費化を目的とした規制強化の動きが活発である。欧州では、重量車の最新エミッション規制であるEuro VIが2014年から導入される。米国カリフォルニア州では、小型車の次期排ガス基準であるLEV III制定に向けた公聴会が開始された。また、国連の自動車基準世界調和フォーラムでは、以前からの基準調和・相互認証活動としてのUN/ECE規則に加え、相互認証を含まない世界統一基準(gtr)の制定もすすめられている。排ガス試験関連では、すでに2輪車(WMTC<sup>\*6</sup>)と重量車(WHDC<sup>\*7</sup>)のgtrが制定済みで、乗用車(WLTP<sup>\*8</sup>)についても検討が始まっている。さらに、地球温暖化問題・エネルギー問題にからんで、各地域で温室効果ガスの規

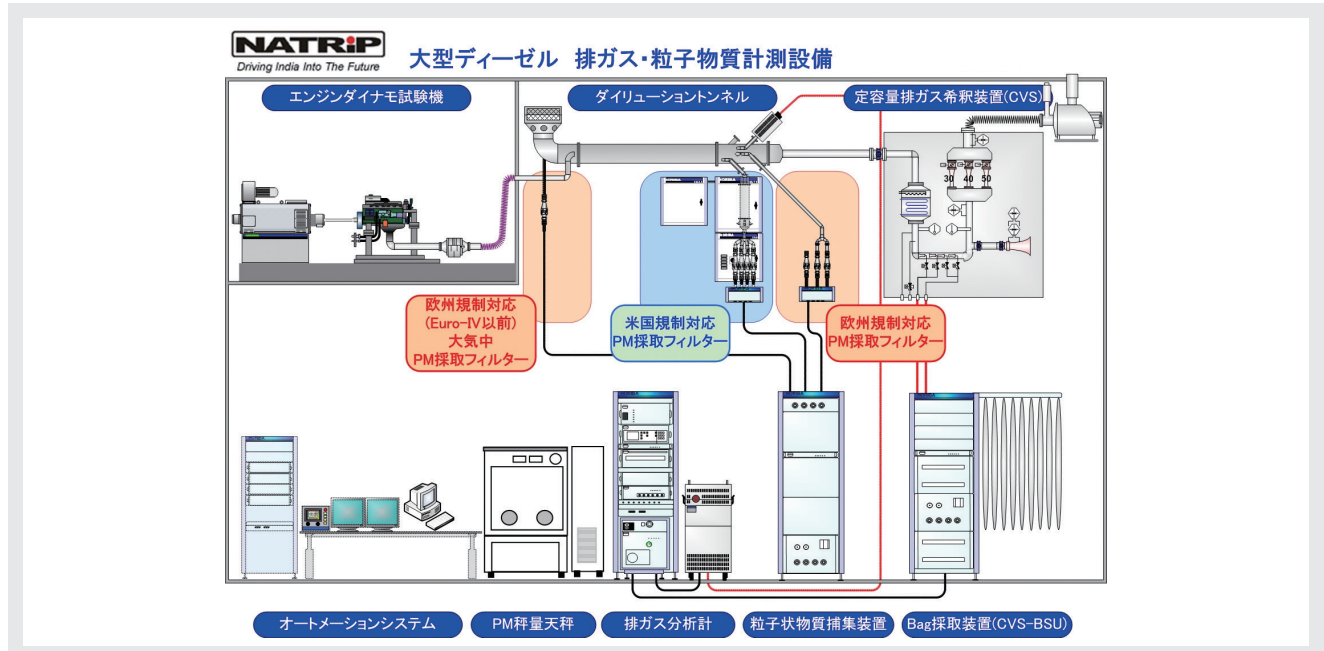


図6 欧州・米国PMサンプリングシステム

制や燃費計測法規の再整備の動きがある。  
NATRiPに導入される設備は、インド国家による排ガス認証設備でもあり、このような将来的な世界の法規動向を見据えたものでなければならない。少なくとも、予測できる範囲の要求変化にあわせて、設備のアップデートが可能な構造・構成であることが求められる。

- \*6: WMTC: Worldwide Harmonized Motorcycle Emission Certification Procedureの略。国連欧州委員会が定める、自動車二輪車排ガス計測手法の世界統一基準。gtr No.2。
- \*7: WHDC: Worldwide Harmonized Heavy-Duty Emission Certification Procedureの略。国連欧州委員会が定める、重量車エンジンの排ガス計測手法の世界統一基準。gtr No.4。
- \*8: WLTC: Worldwide Harmonized Light-Duty Emission Test Procedureの略。国連欧州委員会の作業部会で現在策定中の、中軽量車排ガス計測手法の世界統一基準。

#### (4) 研究拠点間での相関

インドでは、広大な国土のうち、北部のデリー、中部のブネー、南部のチェンナイ近辺に主たる自動車会社が分散して拠点を構えている。NATRiPでは、このような重要拠点それぞれに認証設備が設立される。これは、大半の自動車メーカーの研究開発拠点と環境保護庁(EPA)の認証設備が一箇所(ミシガン州)に集中する米国などと、大きく異なる点である。

このように国内に複数の認証拠点がある場合、基準となる各拠点で試験結果に差があることは許されない。すなわち、拠点間で排ガス計測結果に相関があることが極めて

重要となる。しかし、実際には、各拠点間での試験結果相関性確保は極めて困難である。ここに相関に影響する主要因をあげる。

- ・計測システム自体の機差：校正手法や調整の違い
- ・運転者の違い：(人間のドライバーが運転する場合)アクセルを踏み続ける時間や踏み方の個人差
- ・ダイナモメータの機差：エンジンダイナモやシャシダイナモの慣性・トルク校正の精度の違い
- ・環境条件：水温・油温、吸入空気の温湿度・気圧、触媒筒に当たる冷却風などの影響
- ・校正ガス精度：分析計を校正するガスボンベの精度

最終的な排ガス計測結果のばらつきを抑えるためには、各要因の影響を最小にする必要がある。たとえば、最初にあげた計測システムの機差については、校正方法を自動化することにより、校正作業者に起因する誤差を抑制する効果が期待できる。

#### 納入設備の特徴

##### (1) 重量車エンジン排ガス計測設備

図8に、NATRiPに納入する重量車エンジン排ガス計測システムのイメージを示す。重量車エンジンの試験では、エンジンを単体で運転し、ガス濃度計測用の希釈排ガスのサンプリング、およびPMのフィルタ捕集を行う。希釈には、全流希釈トンネル(フルトンネル)と定容量希釈サンプリング装置(CVS)の組み合わせを用いる。NATRiPの設備の特徴として、後述のようにディーゼル

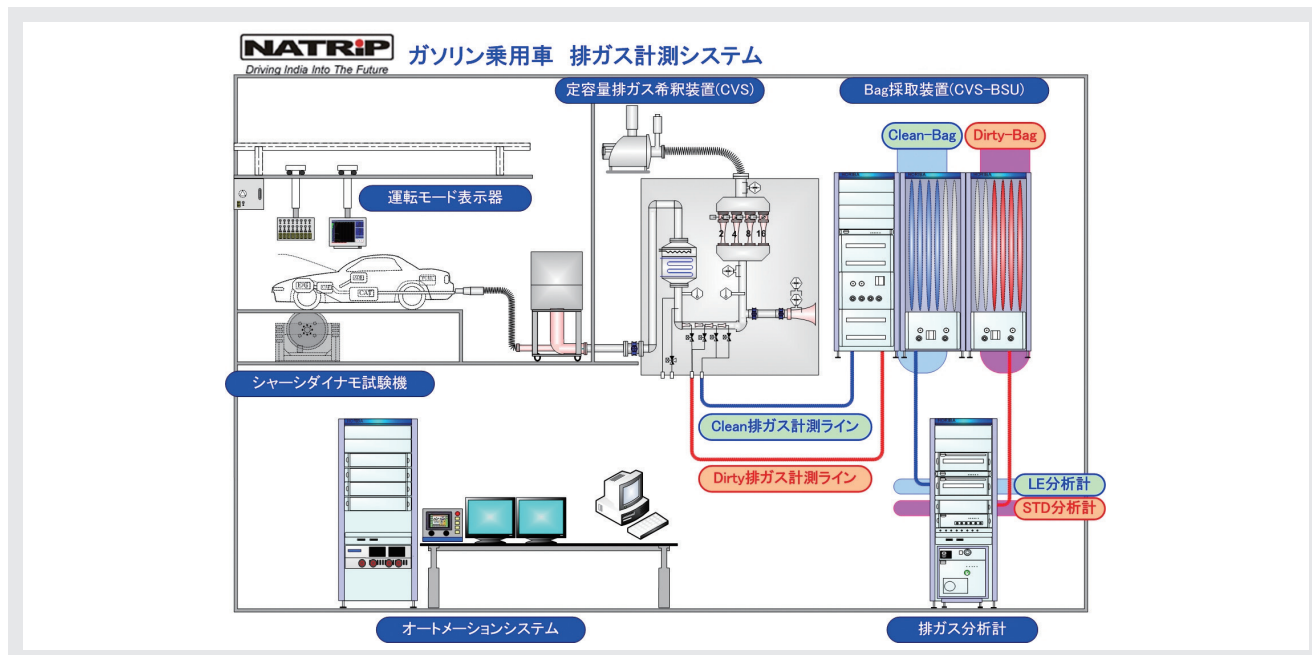


図7 Clean・Dirty排ガス計測フロー

# Feature Article 特集論文 インド自動車産業の現状と今後の見通し

エンジンのほかにCNGエンジン排ガスの計測を意識した仕様であることがあげられる。これは、一般的には重量車エンジンはディーゼルが主流であるのに対し、インドの場合は圧縮天然ガス(CNG)を燃料としたバスやトラックが都市部における主流であるためである。具体的には、以下のような構成となっている。

ディーゼル用・CNG用のライン分離：

ディーゼル排ガス計測では、希釈トンネル内壁をはじめ、サンプルラインにPMが付着しやすい。さらに、その付着PMには、高い確率で炭化水素(HC)などの排ガス成分が吸着する。そこで、ディーゼルエンジン用とCNGエンジン用とでサンプルラインを分離し、このような吸着成分がCNGエンジンの計測結果に与える影響を低減している。

HC分析計：

ディーゼル計測ではHCは加熱条件(191℃)下での計測が要求されるのに対し、CNG計測の場合はこのような規定がない。CNGは比較的低沸点のHCで構成されていることから、高温サンプリングの必要性は低く、むしろ191℃では燃焼してしまう成分もあると考えられる。このため、NATRiPの設備では加熱(191℃)・常温の両方のHC分析計を搭載している<sup>[3]</sup>。

また、メタン(CH<sub>4</sub>)分析計についてもノンメタンカット法、ガスクロマトグラフ法という2種類の方式のものが搭載されている。これは、欧州では前者による連続法が主流で

ある一方、北米の法規では後者による計測が要求されているためである。

## (2) オフロードエンジン排ガス計測設備

オフロードエンジンの排ガス計測は、ダイレクト分析計によるガス濃度計測と、分流希釈トンネル(マイクロトンネル)によるPMサンプリング手法を用いている。PMサンプリング部は、欧州法規による最新の動向を加味し、PM捕集フィルタを47℃±5℃で温度制御している。

## (3) 中・軽量車排ガス計測設備

図9に、ガソリン車およびディーゼル車共用の排ガス計測設備のイメージを示す。特徴としては、ディーゼルPMの残留による影響を低減するため、ディーゼル計測用・ガソリン計測用のラインを互いに分離した構成となっている。また、ガソリン車排ガスが将来さらに低濃度化することを想定し、CVS内のガソリン計測ラインについては、高濃度計測用と低濃度計測用を別々に設けている。そのほか、排ガスの希釈率を必要最低限にとどめるため、水分量0.25%(重量%)以下のレベルまで希釈空気を除湿し、CVSバッグも加熱可能な構成としている。これにより、一般的な手法と比べて約3倍の排ガス濃度を確保することが可能で、低濃度排ガスの計測に有利である。

## (4) 2輪車・3輪車排ガス計測設備

インドの街中では、オートリクシャと呼ばれる3輪タクシーが多数走っている。また、2輪車の台数も諸外国と比べて群を抜いて多く、2輪車・3輪車が国内自動車販売に占め

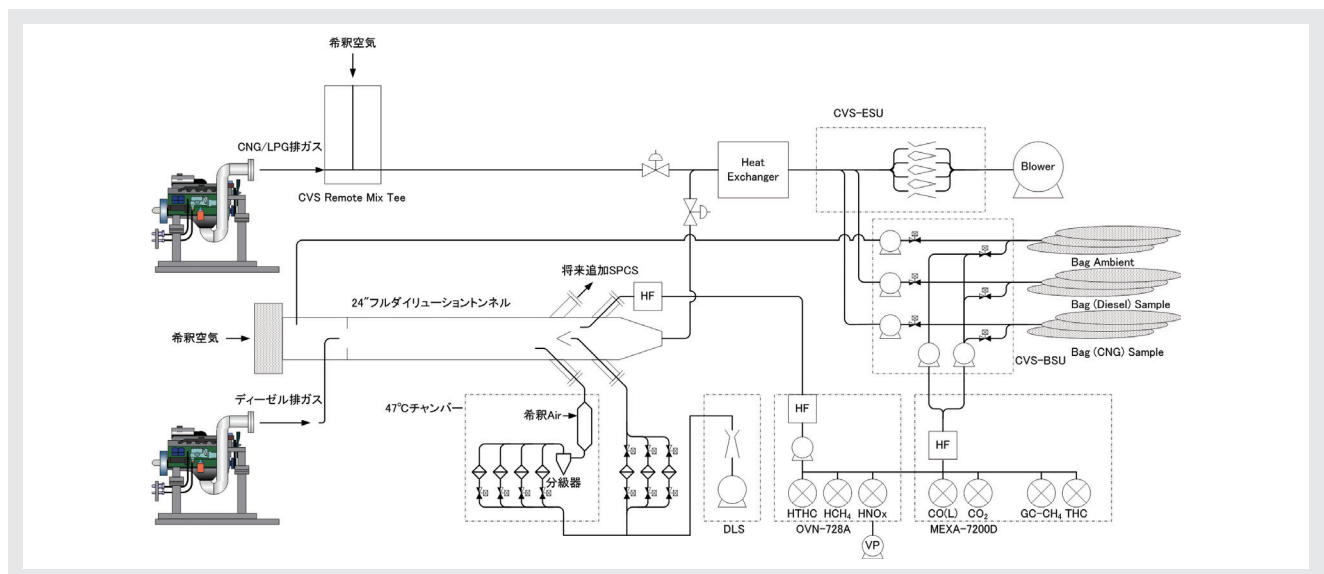


図8 大型エンジン排ガス計測システムフロー

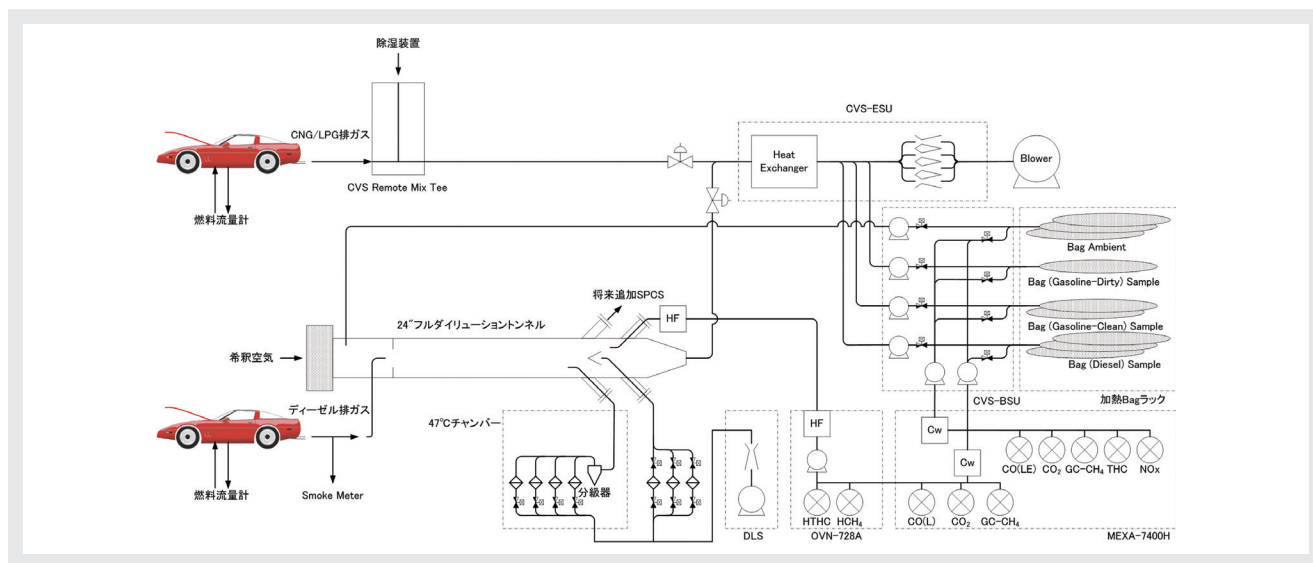


図9 乗用車排ガス計測システムフロー

る割合は80%にもものぼる(2009年)。このため、2輪車・3輪車用の排ガス計測需要も高い。NATRiPでは、今回1式のパイロットベンチの立ち上げを皮切りに、将来は全ての研究拠点に2輪車・3輪車の排ガス計測ラボを立ち上げる予定である。

2輪車・3輪車排ガス計測設備の場合、分析計・サンプリングシステムの構成は、ほぼ中・軽量車ベンチと同等である。ただし、排ガス流量の少ない50~200 ccの小型エンジンが主流となるため、CVSも標準より低流量(最低流量 $2\text{ m}^3/\text{min}$ )での運転が可能となっている。また、3輪車の場合、エンジンの種類や燃料は多岐に渡る。2ストロークエンジンも珍しくないため、排気管から出る潤滑油ミストのトラップを設けるなどの対応を行っている。

## 4. おわりに

今回NATRiPに納入する設備は、今後インドで生産販売あるいは輸出される自動車の排ガス測定に、インド標準機として使用されることになる。自動車の環境負荷が世界的に関心を集める昨今、インドのような新興国においても排ガス低減や燃費改善( $\text{CO}_2$ 排出抑制)は重要な課題であり、自動車の研究開発における排ガス測定装置の必要性は今以上に高まることは間違いない。今後も、これまでの経験と計測技術をベースに、排ガス計測のリーディングカンパニーとして各国独自の要求に確実に応えていくことが、HORIBAの使命である。

## 参考文献

- [1] Ministry of Heavy Industries & Public Enterprises Government of India. "Automotive Mission Plan 2006-2016, A Mission for Development of Indian Automotive Industry". 2006.
- [2] "Automobile Industry Statistics of India by Automobile Association of India". Society of Indian Automobile Manufacturers. <http://www.siamindia.com/scripts/industrystatistics.aspx>, (accessed 2010-08-16).
- [3] State of California Air Resource Board, "A Complete Set of the Speciated Emission Profiles used to Establish Light Duty RAFs for CNG and LPG and Medium Duty Baseline Specific Reactivity".



小松 達生

Tatsuo KOMATSU

自動車計測システム統括部  
自動車計測企画部  
副部長



鶴見 和也

Kazuya TSURUMI

自動車計測システム統括部  
プロジェクトマネジメント部  
マネジャー