

中国・インドの環境規制動向と我が国大気環境改善技術の海外展開 (平成30年度主要国の大気環境分野における環境規制等動向把握及び我が国の大気環境改善技術等の海外展開に係る検討業務)

2019年3月19日

1. 調査の背景・目的

海外の大気環境規制の変化

- 中国・インドは名目GDP上位国となった。
- 経済発展と引き換えに深刻な大気汚染が問題となり、環境規制強化の取り組みがある。
- 大陸からの我が国への越境汚染の影響も問題となっている。

国内大気環境保全ビジネス環境の変化

- 環境対策装置の国内市場は飽和状態にある。
- 海外市場において我が国環境装置対策メーカーが、海外・現地企業と競合するケースが見られる。

中国・インドの最新の大気環境規制等を把握し、我が国の大気環境改善技術の海外展開の可能性について検討し、今後のアプローチ方策に資する情報として整理する。

- 経済発展の著しい中国・インドにおける大気汚染状況や大気環境規制等について情報収集、現地ヒアリング調査を行った。
- 中国・インドの大気環境改善対策に我が国としてどのようなアプローチ方策が可能であるかを検討するために、情報収集、現地ヒアリング調査を行った。

2. 調査結果(中国)

(1) 大気汚染の動向

- 規制の開始時期に符号して、2013年以降、大気質は改善しているとされており、PM₁₀、PM_{2.5}は減少傾向。O₃は増加傾向であり、現地有識者によるとPM_{2.5}の減少と関係か。(光を遮る効果が減少して光化学反応が進み、O₃が増加したのではないか。)
- ばい煙、SO₂、NO_xも減少傾向。ばい煙は2014年に急上昇したが、2015年に再び減少。
- 全国のガソリンスタンドからのVOC排出量は、2002年に約188×10³トン、対策を取らない場合は2030年に約1,200×10³トンに達すると推計※。

※出所)「我が国北方都市大気中VOCの組成と分布特徴」(「中国環境科学」2012年第32期)(著者:南開大学国家環境保護都市空気粒子物汚染対策重点実験室 曹文文、韓斌、王秀艶、白志鵬;昆明理工大学環境科学工程学院 史建武;遼寧省環境監督実験中心 彭躍、仇偉光、趙麗絹)

図1. 中国の大気汚染の経年推移 (74都市平均)

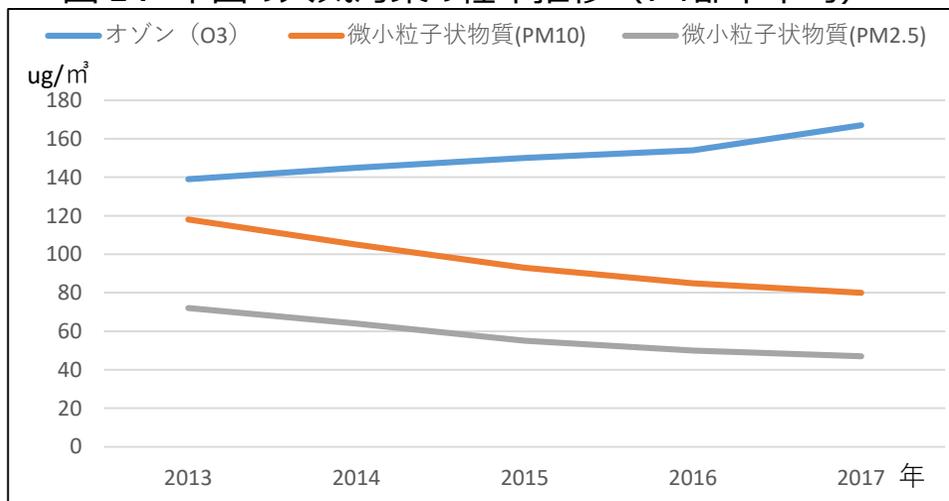
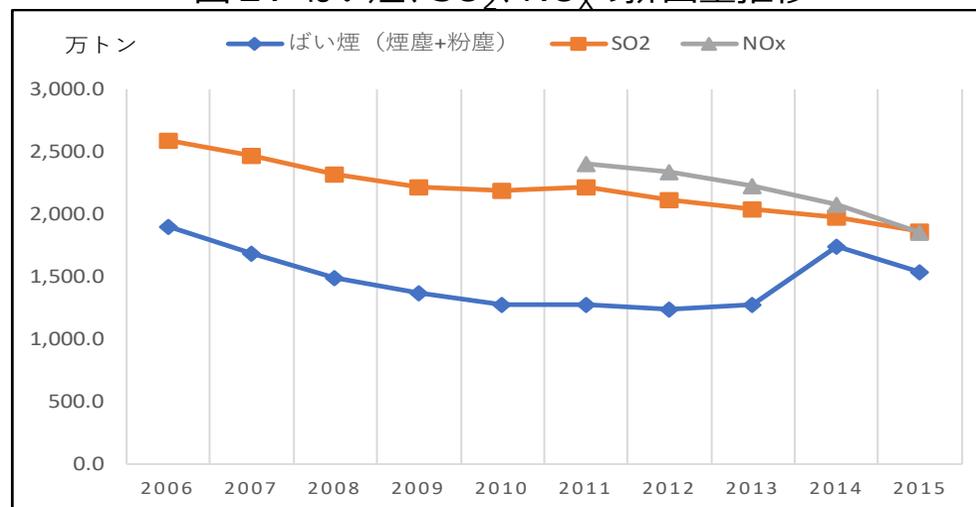


図2. ばい煙、SO₂、NO_xの排出量推移



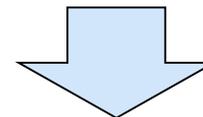
出所) 図1.「中国環境状況公報 (2013~2017)」より三菱総合研究所作成、図2.「中国環境統計年鑑2017年版」より三菱総合研究所作成

2. 調査結果(中国)

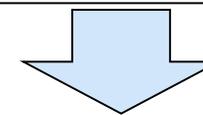
(2) 大気環境に係る規制の動向

- 1979 環境保護法制定
- 1983 環境質量制御基準 (GB3548-83) の実施
 - ・SO₂とTSP (総浮遊粒子物) のみを対象
 - ・1980年代以降、工業団地、火力発電所、ボイラを対象とした関連基準を制定
- 2011 第十二次五カ年計画開始 (-2015)
 - ・大気環境におけるSO₂とNO_xの排出削減の目標を掲げて達成
- 2013 大気汚染防止行動計画 (大気十条) 開始 (-2017)
 - ・従来の排出量抑制重視から地域大気質改善重視への転換
- 2016 第十三次五カ年計画開始 (-2020)
 - ・排出源対策に加えて大気質改善目標の達成を徹底
 - ・重点工業揮発性有機物削減行動計画 (-2018)
 - ・中央環境監査一巡目開始 (-2018)
- 2018 青空保護戦勝利3年行動計画開始 (-2020)
 - ・更に厳しい達成目標
 - ・環境関連部門が生態環境部に統合され機能・権限が強化
 - ・中央環境監査2巡目開始 (-2020)

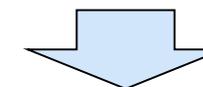
2000年以前より
大気環境対策への
取り組みが始まる



2013年 (習政権) 以降
規制強化、厳しい罰則



大気十条は2017年に
目標を達成して終了



環境規制を緩める方向にない

2. 調査結果(中国)

(3) 大気質改善の動向

- 大気汚染防止行動計画（大気十条 2013年制定）は、中長期的な大気質改善を目指して、PM_{2.5}等の排出削減を目標として掲げており、終了時期の2017年に目標を達成した。引き続き、更に厳しい達成目標を掲げて、青空保護戦勝利3年行動計画（2018-2020）を遂行中。
- 2016年からの中央環境監査をきっかけに、目標達成の責任が地方政府へ転換。中央直轄の監査チームにより実施され、地方政府役人が逮捕されたことも。各省政府も自ら環境査察チームを設立。

表1. 大気汚染防止行動計画（大気十条）の達成状況

地域	対象物質	達成目標※1	達成状況
全国の地方級以上の都市	粒子状物質	10%以上減	平均24%減
	優良天気日数※3	毎年増加	達成
京津冀※2	PM2.5	25%以上減	38.2%減
長江デルタ	PM2.5	20%以上減	31.7%減
珠江デルタ	PM2.5	15%以上減	25.6%減
北京市	PM2.5	年平均濃度 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	平均58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

表2. 青空保護戦勝利3年行動計画の達成目標

対象物質	達成目標（2020）
SO ₂	2015年比15%減
NO _x	2015年比15%減
PM2.5	基準未達成の地区級以上の都市の濃度：2015年比18%以上減
優良天気日数※3比率	年間の優良天気日数を80.0%以上にする。（2015年は76.7%）
重度以上汚染日数※4	2015年比25%以上減

※1 2012年比での削減目標

※2 京津冀（けいしんき）とは、北京市、天津市、河北省をまとめた地域のこと。

※3 優良天気日数とは、「環境空気質量指数技術規定」の分類上の「優」（1級）の日数と、「良」（2級）の日数を合計したもの。

※4 重度以上汚染日数とは、同規定の分類上の「重度汚染」（5級）の日数と、「嚴重汚染」（6級）の日数を合計したもの。

出所）表1.生態環境保護13.5計画及び現地ヒアリング調査結果、表2.青空保護勝利戦3年行動計画配布に関する國務院通知（2018年6月）

2. 調査結果(中国)

(4) 排出基準の動向

- 電力業界の近ゼロ排出規制（「近零排放」）：石炭火力発電所の存続又は新規設立許可獲得のため、国家標準（GB）より厳しい電力業界の自主規制を実施。
- 重点工業揮発性有機物削減行動計画（2016-2018）：工業分野におけるVOC排出量の2015年比330万トン削減が目標。一部地方政府では目標達成のため、更に厳しい地方標準（DB）をGBに先行して策定。
- 企業を対象とする取締りは中央政府（生態環境部）が実施。規制強化に伴い、罰則を受けた企業数と罰金総額は上昇傾向。罰則に国内企業、海外企業の区別は無い。
- 規制強化により、環境投資ができない企業の淘汰、工場の地方移転等、産業構造に変化が。

表3. 電力業界の近ゼロ排出規制と日米欧の規制の比較

単位：mg/m³

対象物質	米国	EU	日本	中国 (GB)	中国 (近ゼロ)
ばい煙	20	30	50	30	<u>10</u>
SO ₂	184	200	172	100	<u>35</u>
NOx	135	200	200	100	<u>50</u>

表4. 厳しいDB^{※1}の例（北京印刷業VOC排出濃度制限値）

単位：mg/m³

対象物質	第一段階 ^{※2}	第二段階 ^{※3}
ベンゼン	<u>0.5</u>	<u>0.5</u>
トルエンとキシレン合計	15	10
非メタン全炭化水素	50	30

※1 例えば、日本の大気汚染防止法では、ベンゼンを蒸発させるための大規模乾燥施設についての指定物質抑制基準は200mg/m³N 等である。

※2 第一段階：2015年7月1日～2016年12月31日の時期

※3 第二段階：2017年1月1日以降。

出所) 表3.各種資料より三菱総合研究所作成、表4.北京印刷業揮発性有機物排出基準（DB 11/1201—2015）

2. 調査結果(中国)

(5) 大気環境改善技術等の展開に係る情報①

- 中国の排出基準が日本より厳しくなっているため日本の技術を現地の基準に合わせる必要がある。
- 集塵、脱硝、脱硫等個別の装置に係る技術は中国企業が短期間でキャッチアップし競争力がついている。
- 第十三次五カ年計画（2016-2020）において、工場をオンライン監視するプラットフォームや、全国を網羅するリアルタイム・オンライン環境監視制御システムの構築を計画。モニタリング産業の市場規模は拡大傾向にあり、米国製品が先行しているが、日本製品も入ってきている。
- 規制強化に伴い、モニタリング装置の精度要求が高まり、日本技術にニーズがある。今後は、ライセンス生産のような売り切り型ビジネスモデルよりも、精度保証をするアフタートータルサービス型になる可能性がある。
- 中国企業は余剰生産設備対策として「一帯一路」を通じて第3国へ進出。中国主要電力会社、重電会社が活躍。

2. 調査結果(中国)

(5) 大気環境改善技術等の展開に係る情報②

- 第十三次五カ年計画（2016-2020）において、重点業種（石油化学、有機化学工業、塗装、包装印刷等）のVOC規制が強化されたため、塗装業界では低VOC塗料への代替や塗装プロセスと設備の改善を、印刷業界では低VOCインキへの代替や生産プロセスの改善を展開。給油所、石油貯蔵所、石油タンクローリーの蒸気回収対策も推進し、回収率を上げている。
- 任意の業種標準「環境標識製品の技術要件：水性塗料（HJ/T201-2005）」や「車内揮発性有機物質とアルデヒドケトン類物質のサンプリングと測定方法（HJ/T400-2007）」はあるものの、VOC規制における対象物質や測定方法は定まっていない。
- そのような中、日本企業が24時間VOCモニタリング装置の開発を加速中。

2. 調査結果(中国)

(5) 大気環境改善技術等の展開に係る情報③

分野	市場規模	成長率	備考
固定発生源 (電力)	<u>日本市場より大</u>	↓	<ul style="list-style-type: none"> ●石炭火力発電所における大規模な環境保全技術改造が今年でほぼ終了。 ●新設計画は規模縮小の方向だが、長期的な電力需要により新設案件はまだある。 ●脱硝触媒・センサ技術は日本技術ニーズ有り。
固定発生源 (非電力)	<u>日本市場より大</u>	↑	<ul style="list-style-type: none"> ●鉄鋼、セメント、自動車等における集塵と脱硫脱硝設備の導入・改造が中心 ●非電力分野への規制により深度の脱硫脱硝ニーズが今後大。 ●廃棄物焼却炉の炉材とバーナー等コアの部分は日本技術ニーズ有り。
移動発生源	—	—	<ul style="list-style-type: none"> ●自動車メーカーの責任としている。 ●エンジン排ガス分析装置は日本シェアが大きい。
計測・ モニタリング	<u>日本市場より大</u>	↑	<ul style="list-style-type: none"> ●火力発電所の汚染排出に係るモニタリング設備はほぼ導入済。環境基準の厳格化につれて、高精度ニーズ、水銀等他の汚染物質を対象としたニーズあり。 ●ごみ焼却施設の排ガスオンラインモニタリング装置の設置義務化。日本技術ニーズ有り。
VOC対策	<u>日本市場より大</u>	↑	<ul style="list-style-type: none"> ●VOCについて、非メタン全炭化水素のモニタリングが必要であるが、対象物質、測定方法が統一されてなく製品化が難しい。 ●24時間VOCモニタリング装置設置の義務づけに合わせ日本企業が開発を加速。

出所) 各種資料より三菱総合研究所作成

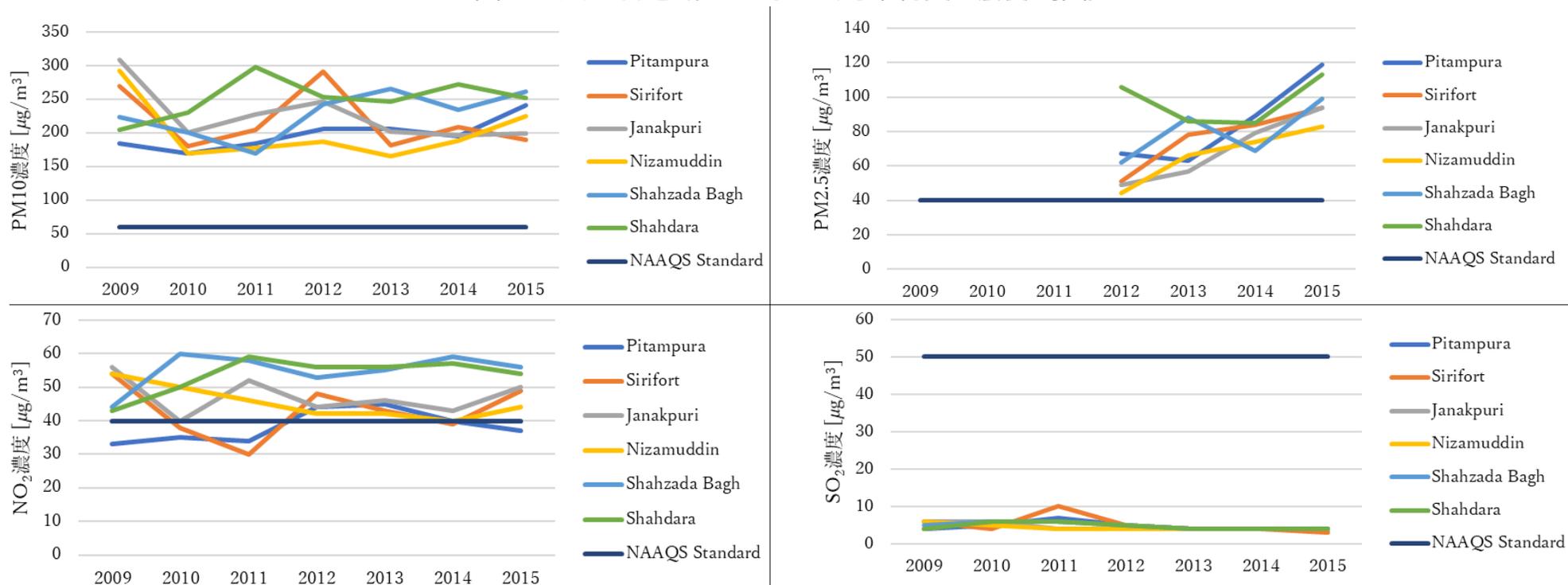
3. 調査結果(インド)

(1) 大気汚染の動向

- 大気汚染が深刻なデリー※を例に確認すると、PM₁₀、PM_{2.5}は環境基準値（NAAQS：National Ambient Air Quality Standards）を大きく上回る。
- SO₂は基準値を大きく下回り、NO₂は概ね基準値を上回る。

※ 世界保健機構（WHO）のPM_{2.5}濃度が高い世界の都市ランキングにおいて上位11のうち10がインドの都市。1位はカーンプル。デリーは6位。

図3. デリー各地域における大気汚染物質の濃度の推移



出所) CPCB「Annual Report」2009-10, 2010-11, 2012-13, 2013-14, 2014-15より三菱総研作成 <http://cpcb.nic.in/annual-report.php> (最終参照日: 2018年11月8日)

3. 調査結果(インド)

(2) 環境基準の動向

- NAAQS（1994年制定）は、2009年に改正され、多くの対象物質の基準が厳しくなった。新たに5対象物質（オゾン、ヒ素、ニッケル、ベンゼン、ベンゾaピレン）も追加された。住宅地域よりも基準が緩かった工業地帯についても、同一の基準が適用されることとなった。
- 特に環境被害が深刻な「Ecologically sensitive area」に指定された地域では、NO₂とSO₂の基準（年間平均値）が、他地域に比べ厳しく設定されている。

表5. NAAQSの環境基準値（日本の環境基準値との比較）

物質	インド		日本
	工業地帯、郊外、住宅地等	Ecologically Sensitive Area	
PM _{2.5}	<ul style="list-style-type: none"> ・年間平均：40.0 µg/m³ ・24時間平均：60.0 µg/m³ 	<ul style="list-style-type: none"> ・年間平均：40.0 µg/m³ ・24時間平均：60.0 µg/m³ 	<ul style="list-style-type: none"> ・1年平均値：15 µg/m³以下 ・1日平均値：35 µg/m³以下
NO ₂	<ul style="list-style-type: none"> ・年間平均：40.0 µg/m³ ・24時間平均：80.0 µg/m³ 	<ul style="list-style-type: none"> ・年間平均：30.0 µg/m³ ・24時間平均：80.0 µg/m³ 	<ul style="list-style-type: none"> ・1時間値の1日平均値 ：0.04ppm（約75.2 µg/m³）から0.06ppm（約112.8 µg/m³）までのゾーン内又はそれ以下
SO ₂	<ul style="list-style-type: none"> ・年間平均：50.0 µg/m³ ・24時間平均：80.0 µg/m³ 	<ul style="list-style-type: none"> ・年間平均：20.0 µg/m³ ・24時間平均：80.0 µg/m³ 	<ul style="list-style-type: none"> ・1時間値の1日平均値：0.04ppm（約104.8 µg/m³）以下 ・1時間値：0.1ppm（約261.9 µg/m³）以下

注）日本の環境基準は、工業専用地域、車道その他一般公衆が通常生活しない地域または場所については適用しない。

出所）環境省HP「大気汚染に係る環境基準」（<https://www.env.go.jp/kijun/taiki.html>／最終閲覧日：2019年2月28日）

MoEF「Environmental Standards- Revised National Ambient Air Quality Standards」より三菱総研抜粋

<http://www.moef.nic.in/sites/default/files/notification/Recved%20national.pdf>（最終参照日：2018年11月7日）

3. 調査結果(インド)

(3) 排出基準の動向

- 固定発生源の排出基準は、「Environmental (Protection) Rules」(環境(保護)規則：1986年制定、2012年、2015年改正)で定められている。
- 基準値は産業ごとに規定・改正される。例えば火力発電所では、設置時期ごとに基準値が異なり、新設に対してより厳しい基準値が適用される。
- 排出基準は強化されつつあり、対象事業者は排ガス処理装置の追加設置などの対応を迫られている。中には、一部発電所の廃止を決めた事業者や、逆に国際的な規制レベルに対応した処理装置を導入する事業者もいる。
- 排出基準が守られない場合は、州公害管理委員会 (State Pollution Control Board) などにより、操業の一時停止などが命じられる。科される罰則の内容は国家環境裁判所 (Nation Green Tribunal) において審議される。

表6. インドにおける排出基準について火力発電所の例 (2015年12月改定値)

物質	単位	2003年12月31日以前に 完成の発電所	2004年1月1日～2016年 12月31日に完成の発電所	2017年1月1日以降に 完成の発電所
PM	mg/Nm ³	100	50	30
SO ₂	mg/Nm ³	500MW未満 600 500MW以上 200	500MW未満 600 500MW以上 200	100
NO _x	mg/Nm ³	600	300	100

出所) MoEFホームページ「Environmental Standards」より抜粋 http://www.moef.nic.in/environmental_standards (最終参照日：2018年11月22日)

3. 調査結果(インド)

(4) 環境基準の動向

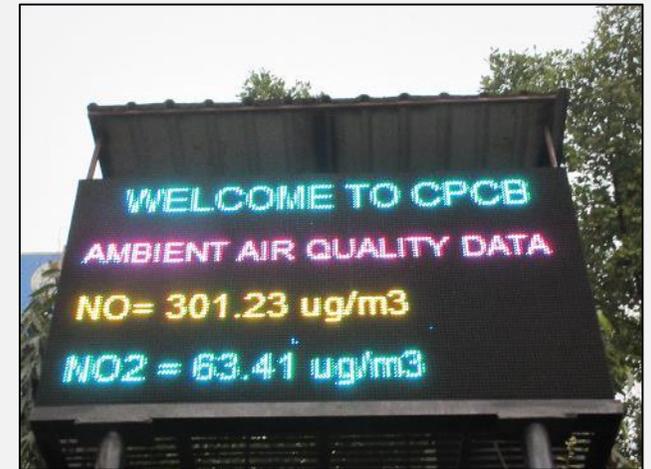
- 大気質の状況・動向を把握するための「NAMP (National Air Quality Monitoring Programme)」をCPCB (中央環境管理局) ※1が1984年から行っている。PM_{2.5}、PM₁₀、NO₂、SO₂などを対象としており、現時点でのモニタリングポイント数は、約900ヶ所 (自動測定器 約150ヶ所、それ以外 約750ヶ所)。環境基準値を厳しくするとともに、**モニタリングの強化**が進められ、今後もモニタリングポイントを増やしていくとのこと。モニタリングデータは、**リアルタイムにWebで国民に向けて情報提供**されている。

※1 CPCB : Central Pollution Control Board

- 近年の大気汚染の状況の悪化を受けて、全国的な大気質モニタリングネットワークの強化や、大気汚染の予防、管理、軽減のための包括的な取組を目的とするMoEF (環境森林省) ※2の大気浄化プログラム「NCAP (National Clean Air Program)」が2019年1月にスタート。大気汚染の悪化が著しいNAAQS未達成の102都市に対して5年間の中期行動計画を策定。PM_{2.5}、PM₁₀に関して、2024年までに20-30%削減目標を設定。

※2 MoEF : Ministry of Environment, Forest and Climate Change。NAAQSなど基準値の検討はMoEFの一部署であるCPCBが行い、最終的な公示はMoEFが行う。))

写真 CPCBの敷地入口に設置されているモニタリングデータ表示装置



3. 調査結果(インド)

(5) 大気環境改善技術等の展開に係る情報

- インドの**排出基準の強化**に伴い、排ガス処理装置を製造・販売している、インド進出済みの日本企業や、地場企業と日本企業による合弁会社にとって、**ビジネス機会の拡大**につながっている。
- NCAPでは、モニタリングシステムを必要としているが、現時点では不足しているため、衛星データを用いている。将来は、センサーベースのモニタリングシステムの構築を目指している。**自動計測可能な安価なセンサー**も求めており、日本企業が、**インドの求めるスペック・価格の装置を提供**できるようであれば、ビジネスの機会になる可能性がある。
- インド政府としては、**環境装置の普及だけでなく、インド企業の育成も視野**においており、関連市場への参入にあたっては、**合弁会社の設立などの戦略検討が必要**である。
- 政府開発援助という観点では、**大気汚染防止に関しては、直接的な支援要請はない**。メトロや道路の整備などにより、大気環境の改善につながっているのは確かだが、インド政府としてはインフラ整備としてとらえている。大気汚染防止・改善分野については、政府開発援助が活用されることは期待できないので、**ビジネスベースでの進出を検討することが必要**である。
- 日本企業のインド進出に関しては、日本の大企業の進出はほぼ一巡しているとの見方もある。今後は、**中小企業の進出が始まる可能性がある**。一方、インドの人件費が上昇しているため、**周辺国（ネパール、バングラデシュ、ブータンなど）に立地し、インド市場をターゲットとする戦略**もありうる。（ただし、関税などについての検討も必要である）