

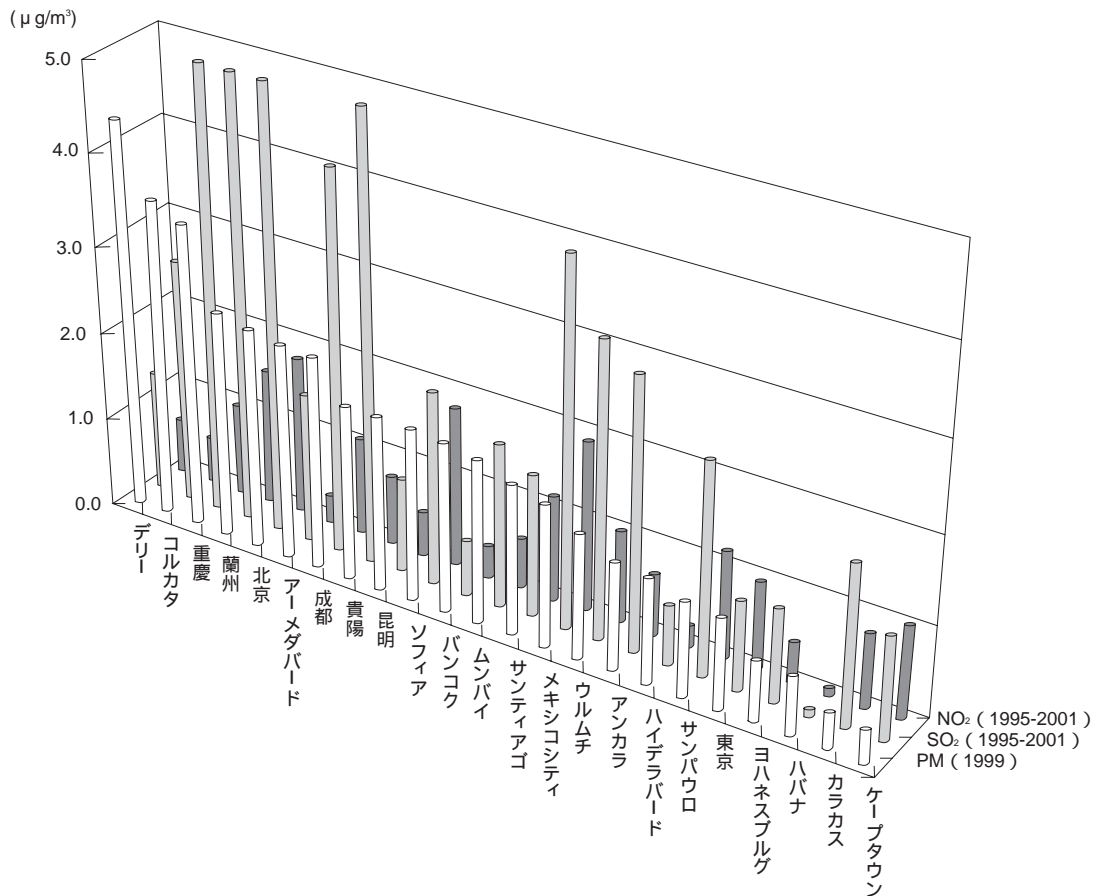
付録4 地域別の大気汚染の現状と優先課題

地域別の大気汚染

4 - 1 地域別の大気汚染

世界銀行のWorld Development Indicators 2004においてPM、SO₂、及びNO₂データがそろっている開発途上国の都市について、当該資料での東京の濃度と比較するため、それぞれの開発途上国都市の濃度 / 東京の濃度（東京が1.0となる）を図A4 - 1に示す。図からわかるように、各都市の大気汚染の様相は一概に論ずることはできず、またNO₂に比較してPM及びSO₂で高い都市が目立っている。

図A4 - 1 開発途上国の都市の大気汚染状況（PM、SO₂、NO₂）



注：縦軸は、開発途上国都市の値 / 東京の値。
 左から右へ、PM値の大から小の順。重慶、貴陽及び蘭州のSO₂はそれぞれ19、24、6である。
 出所：World Bank (2004)

このグラフで見ると、東京と比較してPMが1999年に2倍を超える都市として北京、成都、重慶、蘭州、アーメダバード、コルカタ、デリーがある。SO₂が1995～2001年に2倍を超えたのはサンパウロ、ソフィア、北京、成都、重慶、貴陽、蘭州、ウルムチ、コルカタ、メキシコシティ、アンカラである。NO₂に関しては、1995～2001年のデータで東京の2倍を超えた都市はなく、最高でメキシコシティの1.9倍である。なお、貴陽における2004年に終了したJICA開発調査によれば、貴陽の最近のSO₂濃度はここに掲げた値からの低下を示している。

以下、各地域の大気汚染に関する個別の情報を、国際協力機構 国際協力総合研修所（2001a）『第2次環境分野別援助研究会報告書』、及び最近の国別・及び地域別援助研究会もしくは援助検討会の報告書⁵を中心として記述する。

4-1-1 東アジア

中国では工場や発電所、家庭の暖房のほか、増大する自動車の排ガスによる都市部の大気汚染が深刻である。エネルギー源の80%弱を石炭に依存し、硫黄含有量の高い石炭が広く利用されている。最終エネルギー消費の大半が産業用であることから、汚染に対する産業からの寄与が最も大きい。また、工場の多くは国営企業であり経営的に破綻していても延命策が施されている場合、環境対策が迅速に進んでいるとはいえない。

沿海部では経済発展に伴い、タクシーや家用車、またディーゼル車を中心とした貨物自動車が増加しており、それらの排気ガスによる大気汚染も問題となっている。中国では人口数の多い都市が多いことも、車両排気ガスによる大気汚染問題を大きなものとしている。

中国のほとんどの都市で年平均全浮遊状粒孔（TSP）濃度が世界保健機関（WHO）の大気質指針値を超えている。特に西北地区で顕著である。二酸化硫黄の高い都市として、貴州、四川、広西、山西、山東、河北、甘粛省の都市や北京が挙げられる。窒素酸化物は人口が100万人を超える大都市、例えば北京、広州、上海、武漢などにおいて顕著である。

酸性雨が観測される地域は、主に長江以南に分布している。石炭中の高硫黄分による影響とともに、揚子江以南ではpH6以下の酸性土壌であるが、以北では塩基性土壌が分布している影響も考えられている。

黄砂はこれまで自然現象であると理解されていたが、最近、中国内での観測やわが国への飛来回数が増加しているといわれることなどから、中国での過放牧、農地転換による耕地拡大などによる人為的影響と認識されつ

中国では工場、発電所、家庭暖房による大気汚染が深刻である。エネルギー源の80%弱が石炭に依存していることが事態を深刻にしている。沿海部の都市では経済発展に伴う自動車の増加があり、車両排ガスによる大気汚染が見られる。酸性雨は主として長江以南に見られる。黄砂は人為的影響によるものと認識されつつある。

⁵ 国際協力事業団 国際協力総合研修所（2000a, 2000b, 2000c, 2001a, 2001b, 2001c, 2002a, 2002b, 2002c, 2003a, 2003b, 2003c）、国際協力機構 国際協力総合研修所（2003a, 2003b, 2004a, 2004b）

つある。

4 - 1 - 2 東南アジア

経済的に発展している東南アジアの諸都市では自動車排ガスによる大気汚染が引き起こされている。タイはSO₂に関する自国の環境基準を全国で達成している。ハイフォンの工業地帯は主要な汚染物質排出源である。

都市化が無秩序に進行し、環境面でのインフラ整備が遅れ、大気汚染が引き起こされている。その主因は自動車排ガスによる大気汚染であり、特に交通渋滞のひどい首都圏で深刻である。顕著な都市として、経済的に発展しているバンコク、マニラ首都圏、ホーチミン、ハノイ、プノンペンなどがある。

交通渋滞による大気汚染を減少させるために必要な道路網の整備、交通管理体制、公共交通手段の整備、砂塵などを減少させるための道路舗装が進んでいない。この点でマレーシアは比較的対策が進んでいる。

汚染物質の主なものは車の排気ガスからの粒子状物質や窒素酸化物、一酸化炭素であり、都市住民に気管支・肺疾患や心臓疾患などの健康影響が生じている。

カンボジアでは自家発電と自動車による都市での大気汚染がある。また、未舗装道路周辺は粉塵濃度が高くなっている。車両用の燃料では質の悪いものや鉛の含有に課題がある。プノンペンで1998年より実施されている調査によれば、NO₂、CO、ともにWHOガイドライン値と同水準かそれ以下である。

タイでは固定発生源としてタイ北部のリグナイト（低品位石炭）焼き火力発電所があるが、排煙脱硫装置が設置されている。タイの2000年のモニタリング結果では、SO₂に関して自国の環境基準は全国で達成しており、WHOガイドラインについてもほぼ達成しているが、一部の基準値についてのみバンコク首都圏の一部で達成していない。バンコク首都圏のNO₂に関して、自国の環境基準は達成しているが、WHOガイドラインは達成していない。

ベトナムのハイフォンの工業地帯からの硫黄酸化物、窒素酸化物なども主要な汚染源である。これらの大気汚染については、硫黄酸化物及び粉塵の規制があっても実施面が不十分で放置されている点にも問題が残されている。

4 - 1 - 3 その他のアジア

南アジアでは石炭燃料の使用や生産設備の老朽化による大気汚染が見られる。また、都市への人口集中に対してインフラ整備が遅れ大気汚染をきたしている。

インドについて、例としてデリー市の汚染状況をまとめると表A 4 - 1の通りである。デリーの人口は1970年代、1980年代に爆発的に増加した結

果、1951年の145万人が1991年には942万人、2001年には1378万人となっている。

デリーでは車両排気ガスによる汚染が重大であり、タクシー、オートリキシャ、バスのCNG化などの対策が進められている。

デリーでの車両からの大気汚染への寄与は、1970/71年の23%から2000/01年の72%と増加しており、最高裁は1998年7月、1990年以前のオートリキシャの代替と、1990年以降のオートリキシャとタクシーをclean fuelで走るように改造することを命じた。加えて、最高裁は8年以上のバスの退役と残りのバスの圧縮天然ガス（Compressed Natural Gas: CNG）への燃料転換、及びCNGステーションの増設を命じた。

このような最高裁の決定があり、その決定に沿うための努力によって、47,000台のオートリキシャの改善がなされた。そのために、所有者に対する販売税の免除、融資の利子補給が行われた。加えて2002年から2003年に、240万台の自動車の汚染チェックがなされた。その結果、1998年4月には約1,000台のCNG車しかなかったが、2003年までに70,249台のタクシー、オートリキシャと9,000台のバスがCNGだけを用いるようになった。なお、デリーではJBICの融資による地下鉄が2004年末に一部区間で供用を始めている。

デリーでは発電所などの固定発生源対策も進められている。

固定発生源では、デリー市汚染管理委員会は発電所に対して、環境森林省による150mg/Nm³の基準でなく50mg/Nm³とするように命じ、発電所は対策を検討中である。また、最高裁は、問題のある工場を閉鎖するための様々な命令を出した。

ネパールのカトマンズでは1990年代の調査ではSO₂及びNO₂はほとんどの地点でWHOのガイドラインを下回り、大気汚染の中心は道路脇に堆積するダストの再飛散である。規制は車の排気ガスに対するものが中心で、特にディーゼルの乗り合い三輪車に集中してきている。なお、カトマンズ空港は盆地にあり逆転層が発達しやすいが、1985年以降、空気の汚れによる視程の悪化が急速であるといわれている。

パキスタンでは自動車による汚染やレンガ焼き炉からの汚染が問題となっている。

パキスタンでは自動車、特にディーゼル車の黒煙による幹線道路周辺の汚染が顕著である。工場排気ガスによる汚染はセメント工場や街中に多数

表A4 - 1 環境基準とデリー市における2002年の大気汚染濃度概要

注記なき値はすべて、年平均値（μg/m³）

Pollutant	Residential Area		Industrial Area		Intersection濃度 (基準なし)
	基準	濃度	基準	濃度	
SO ₂	60	10	80	10	10
NO ₂	60	35	80	40	75
CO	8時間値：2000		8時間値：5000		2500
SPM	60	160	120	180	270

出所：Department of Environment, Government of NCT of Delhi, and Delhi Pollution Control Committee (2002)

中央アジア諸国ではかつて環境を無視した経済優先政策がとられたことから、工場からの汚染物質や自動車排ガスによる大気汚染が発生している。

あるレンガ焼き炉からのものが社会問題となっている。クエッタ市の場合、州政府が冬季に盆地内の特定地域のレンガ焼き炉の操業を禁止している。

中央アジア・コーカサス諸国は、かつてはソ連邦の一共和国に過ぎず、長期間ソ連という体制を維持するための一機能を担うことが求められ、ここでは環境保全をほとんど無視した経済優先の政策がとられた。このため、中央アジアではシルダリヤ川流域の綿花栽培に用いられたDDTの大気中の飛散、アゼルバイジャンでは首都バクー市に隣接するサムガイト市の石油精製に伴う大気汚染などが発生している。

ウズベキスタンでは固定発生源からの汚染物質は工業が集中しているタシケント州、カシカダリア州、ブハラ州及びフェルガナ州から多く排出されている。タシケント、アンディジャン、ブハラ、サマルカンド、グリスタンなどの都市では自動車からの大気汚染物質排出が大半を占めている。

カザフスタンの主な大気汚染源は都市における自動車排気ガスと、冶金工業、石油精製、化学工業、火力発電所、及び熱電併給プラントである。旧首都アルマティ市は無風に近い状態の日が多く、汚染物質が滞留しやすいと考えられている。

4 - 1 - 4 中南米

南米では都市への人口集中にインフラ整備が追いつかず、都市での大気汚染が発生している。地形的な悪条件と重なって、サンパウロ、サンティアゴ、メキシコシティでこのような大気汚染が顕著である。

南米では特に都市への人口の集中が激しくなっているが、都市インフラの整備などが追いつかず、浮遊粒子状物質を中心とした深刻な大気汚染が、大規模な都市で引き起こされている。また、自動車排ガスによる大気汚染では排ガス中の鉛による汚染が危惧されている。

ボリビアの場合は、都市部においても大気汚染は深刻なレベルにはまだ達していないが、ラパス、コチャバンバ、サンタクルスの3都市では人口が密集していることもあり、工場及び自動車からの大気汚染物質の削減が課題となっている。

ブラジルのサンパウロでは工場排煙及び自動車・トラックの排気ガスによる汚染が深刻である。すり鉢状の地形にあって、中心地へ集中する道路網と、老朽化した車両が多いことなどがあいまって汚染が引き起こされた。これに対し自動車排ガス規制の強化や中心部への乗り入れ制限などの対策をとり、大気質は若干改善してきている。

サンティアゴは、多数のディーゼルエンジン・バスと乗用車からの汚染物質が多量に排出されているが、アンデス山脈と海岸山脈に挟まれた盆地状の地形で冬季には風が弱く大気拡散の条件が悪いこともあり、粒子状物質やNO_x汚染が激しい。

メキシコシティでは人為的な汚染物質の排出量増大と、大気の拡散・移流が盆地にあるため小さいことがあいまって大気汚染の問題が生じたが、

汚染削減対策が進められ、1992年、1993年頃を転換点として、二酸化硫黄、一酸化炭素、オゾンについて改善傾向が見られている。

4 - 1 - 5 アフリカ

アフリカでも自動車排気ガスが都市における大気汚染の主要因である。南アフリカ共和国では石炭火力による、ザンビアでは銅鉱業による大気汚染がある。

アフリカにおいても自動車排気ガスが都市における大気汚染の主要因となっている。

また南アフリカ共和国の工業化の進んだ都市部においては石炭火力による大気汚染があるが、これはその燃料のほとんどが自国産の石炭であり、かつ硫黄分が高いことによるものである。

ザンビアでは経済の中心であったコッパーベルト州の銅鉱業による大気汚染が問題となっている。

4 - 1 - 6 中近東

中近東の中・低所得国での大規模都市で、自動車排気ガス、暖房用石炭、工場排気ガスによる大気汚染が顕在化してきている。

サウジアラビアの Riyadh、アラブ首長国連邦の Abu Dhabi、バーレーンなどの産油高所得国の都市は、規模が比較的小さく、風による拡散もあり大気汚染による住民の健康被害は起きていないと言われている。

そのほかの中・低所得国では数百万人規模の都市も多く、自動車排気ガス、暖房用石炭燃焼、工場からの排煙などによる大気汚染が顕在化してきている（エジプトやシリア、ヨルダンなど）。エジプトでは自動車排気ガス、工場排気ガス、農業廃棄物の野焼きによる浮遊粒子状物質汚染（黒煙問題）が重大課題となっている。

4 - 1 - 7 東欧

東欧では、従来からの産業が現在も活動している場合、大気汚染に結びつきやすくなっている。また、チェコ、旧東ドイツ、ポーランド国境地帯は酸性雨を含む大気汚染による被害が甚大である。

東欧では、化学、鉄鋼、アルミなどの金属精錬、セメントなどの公害型産業が経済の中心を占めていたことが多く、それらの産業が現在も活動を続けている場合、陳腐化した生産設備、不十分な公害対策設備の両面から大気汚染に結びつきやすくなっている。

チェコの北ボヘミア地方やポーランドのシレジア地方などの工業地帯では大量の褐炭の使用に伴う大気汚染が深刻である。またチェコ、旧東ドイツとポーランドの国境地帯は、ヨーロッパで最も美しい地帯の一つといわれてきたが、現在では黒い三角地帯と呼ばれるほど、酸性雨を含む大気汚染による森林被害が深刻である。

4 - 1 - 8 大洋州

大洋州では、フィジーのスバなどを除き大気汚染は問題とはなっていない。しかしながら、いずれの国でも車両台数が急激に増加しており、自動車起源の大気汚染が顕在化しつつある。

また、大気分野における大洋州を取り巻く状況としては、汚染者ではないにもかかわらず、気候変動などの影響を大きく受けるという大洋州特有の問題がある。

4 - 1 - 9 優先課題

大気汚染での優先課題は、無秩序な都市化に伴う大規模な都市での自動車排気ガスによる大気汚染、並びに石炭を燃料として使用することに伴う大気汚染である。対策にあたっては温室効果ガス削減も同時に進めることが必要である。

大気汚染に関して上に述べた状況から判断すると、無秩序な都市化に伴う大規模な都市での自動車排気ガスによる大気汚染並びに都市及び工業地帯での石炭を燃料として使用することに伴う大気汚染が大きな課題である。

大規模な都市での自動車排気ガスによる汚染は、経済活動の基盤となる人及び物の輸送に伴う課題であることから関係する要因が多岐にわたっているが、主要な側面は2つである。まず、交通流の制御であり、道路網の整備とその維持及び適切な管理並びに公共交通機関の整備が課題である。次いで、車両そのものの排気ガスの管理がある。このためには、トラック、バス、乗用車、三輪車、二輪車を含めた排気ガス規制とエンジンの効率向上や維持管理、並びに燃料の適正化が課題である。これらの課題には、環境行政を担当する部署のみでは到底対処できず、わが国の経験で明らかのように、交通インフラ、交通管理、車両管理、車両製造規制、燃料行政などを総合した取り組みが必要である。

都市及び工業地帯での石炭燃焼に伴う汚染は、ほかの汚染物質排出の少ない燃料に比較して安価な石炭を各家庭の暖房ないし地域暖房、発電、工業生産の熱源として大量に使用することによる。石炭は固体燃料であり燃焼の完結が難しく、また高灰分の炭種が多く、煤塵の問題を引き起こすことが多い。また硫黄分の高い炭種が多いことからSO₂濃度の高い排気ガスを発生する。従って、対策として、十分な燃焼管理の実施、より環境汚染の低い燃料への転換や排気ガスの処理、即ち集塵機及び脱硫装置の設置がある。これらの対策は、燃焼管理技術の向上を別として、投資もしくは燃料購入価格の増加に結びつくものであるため、規制のみでは対策が進み難く、経済的なインセンティブの導入が必要である。

これらの自動車排気ガスによる大気汚染及び石炭燃焼に伴う大気汚染ともに、その対策を検討するにあたっては、温室効果ガス削減の観点も加えることも必要である。

VOCやPOPsに対する汚染対策、地域的な酸性雨や黄砂対策も重要である。

さらに、横断的な評価の進んでいないVOCや世界的な取り組みの枠組みが2004年に発効したPOPsによる汚染がある。また地域的な枠組みによる対応が必要な酸性雨、黄砂などによる課題がある。これらの課題への取り組みではわが国の高度成長期の環境対策経験に加えて、ガバナンス強化、キャパシティ・ディベロップメント、及び地域的な枠組みづくりに関する

配慮を組み込んだアプローチが必要である。

地球温暖化

4 - 2 地球温暖化

4 - 2 - 1 地球温暖化の状況及び今後の予想

地球温暖化の状況及び今後の予想について、気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC）が2001年に取りまとめた第3次評価報告書より、“Summary for Policymakers - a Report of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change”の一部を参考のために抜粋する。この文書は2001年1月、上海において各国政府によって承認されたものである。

人間活動に起因する地球温暖化は、平均地上気温などの種々の観測情報により明らかにされている。

- ・地球の平均地上気温（陸域における地表付近の気温と海面水温の平均）は1861年以降上昇しているが、20世紀中に約0.6 上昇した。
- ・気温は、高さ 8 kmまでの大気において、過去40年間上昇してきた。その値は10年当たり0.1 である。
- ・雪氷面積は減少している。
- ・地球の平均海面水位は上昇し、海洋の貯熱量は増加した。
- ・近年得られた事実によると、最近50年間に観測された温暖化のほとんどは、人間活動に起因するものである。
- ・21世紀を通して、人間活動が大気組成を変化させ続けると見込まれる。
- ・地球の平均気温と平均海面水位は、IPCCシナリオに基づく予測結果のすべてにおいて上昇する。

4 - 2 - 2 二酸化炭素の排出状況

わが国の2000年度の温室効果ガス総排出量（各温室効果ガスの排出量に地球温暖化計数を乗じ、合算したもの）は約13億tであり、そのうち、二酸化炭素排出量は約12億tであった。World Development Indicators 2004によれば、主要開発途上国の二酸化炭素排出量は図A 4 - 2の通りである。

2000年の全世界からの二酸化炭素排出量は230億tであり、そのうちの約半分が低及び中所得国からの排出となっている。

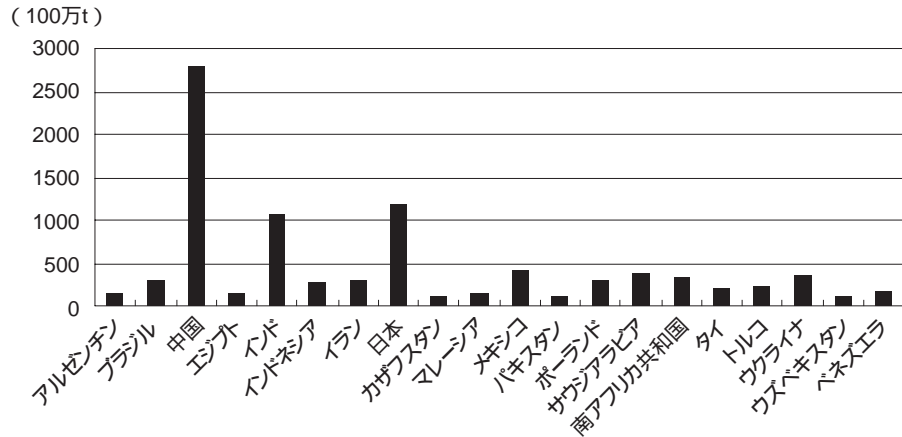
温室効果ガス排出量の増加を軽減していくために、CDMやJIの活用が必要である。CDMやJIは国際的に承認された方法で推進する必要があり、キャパシティ・ディベロップメントがその出発点である。

4 - 2 - 3 CDM（クリーン開発メカニズム）、JI（共同実施）の活用

開発途上国や市場経済移行国での温室効果ガス（二酸化炭素、メタンなど）の排出量の増加を軽減するため、国際協力の場合はCDMやJIの活用が重要である。

対象が燃焼に伴う二酸化炭素の場合には燃料転換や省エネルギーの導入があり、廃棄物埋立処分場から発生するメタンの場合、回収した上でフ

図A4 - 2 2000年の各国CO₂排出量
(1億t/年以上の開発途上国及び日本)



出所：World Bank (2004)

レアリング（燃焼させ二酸化炭素に転換する方法）やコジェネレーション（燃焼熱からエネルギーを取り出す方法）がある。これらの対策をCDMとして推進するには、承認された方法論を用いる場合であっても、案件の当該ホスト国及びわが国の指定国家機関（DNA）による承認、PDD（Project Design Document）の作成、PDDの指定運営組織（Designated Operational Entity: DOE）による有効化審査が必要である。その上で投資家を募り、排出削減購入契約書を作成するほか、CDMとしての登録を行い、プロジェクトを実施し、プロジェクト完成後にはモニタリングを行っていくことが必要である。JIについても同様の手順で案件を進める必要がある。

技術協力では、このようなCDMやJI案件が円滑に進められるように条件整備をしていくことが考えられる。その中心となるものは、上記のように複雑な手順をスムーズに推進できるようなキャパシティ・ディベロップメントへの協力である。具体的にはDNA職員の研修の実施、候補となるセクターの現状の調査報告、案件のF/S実施などが候補として挙げられる。

表A4 - 2 (参考) 開発途上国都市の大気汚染と東京との比較

開発途上国都市の大気汚染物質濃度 (PM値の降順)							
都市	国	PM $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1999)	SO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1995-2001*)	NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1995-2001*)	PM 各都市 / 東京	SO ₂ 各都市 / 東京	NO ₂ 各都市 / 東京
デリー	インド	187	24	41	4.35	1.33	0.60
コルカタ	インド	153	49	34	3.56	2.72	0.50
重慶	中国	147	340	70	3.42	18.89	1.03
蘭州	中国	109	102	104	2.53	5.67	1.53
北京	中国	106	90	122	2.47	0.00	1.79
アーメダバード	インド	104	30	21	2.42	1.67	0.31
成都	中国	103	77	74	2.40	0.00	1.09
貴陽	中国	84	424	53	1.95	23.56	0.78
昆明	中国	84	19	33	1.95	1.06	0.49
ソフィア	ブルガリア	83	39	122	1.93	0.00	1.79
バンコク	タイ	82	11	23	1.91	0.61	0.34
ムンバイ	インド	79	33	39	1.84	1.83	0.57
サンティアゴ	チリ	73	29	81	1.70	0.00	1.19
メキシコシティ	メキシコ	69	74	130	1.60	4.11	1.91
ウルムチ	中国	61	60	70	1.42	3.33	1.03
アンカラ	トルコ	53	55	46	1.23	3.06	0.68
ハイデラバード	インド	51	12	17	1.19	0.67	0.25
サンパウロ	ブラジル	46	43	83	1.07	2.39	1.22
東京	日本	43	18	68	1.00	1.00	1.00
ヨハネスブルグ	南アフリカ共和国	30	19	31	0.70	1.06	0.46
ハバナ	キューバ	28	1	5	0.65	0.06	0.07
カラカス	ベネズエラ	18	33	57	0.42	1.83	0.84
ケープタウン	南アフリカ共和国	15	21	72	0.35	1.17	1.06

* 1995～2001年で得られる最新データ

出所：World Bank (2004)