

全世界

全世界大気環境管理セクター一
情報収集・確認調査

業務完了報告書

2022年3月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 数理計画

日本工営株式会社

環境
JR
22-065

目次

1.	要約	1
2.	業務の概要	2
2.1.	業務の背景	2
2.1.1.	大気環境管理セクターを取り巻く概況	2
2.1.2.	JICAの大気汚染分野への協力の歴史と変遷	5
2.2.	調査の目的・実施方針	7
2.3.	調査団と調査工程	7
2.4.	調査スケジュール	8
3.	調査対象国/都市における大気環境管理に係る概況	10
3.1.	スクリーニングのクライテリア	10
3.2.	調査対象国/都市の選定	11
3.3.	情報収集	12
3.4.	情報整理フォーマットおよび基礎的チェックリスト	29
3.4.1.	情報整理フォーマット	29
3.4.2.	基礎的チェックリスト	31
3.5.	統計分析による課題の類型化	32
4.	重点調査国/都市における大気環境管理の概況	47
4.1.	重点調査国/都市の選定	47
4.2.	第1段階の補完調査	48
4.2.1.	エジプト	49
4.2.2.	ケニア	52
4.2.3.	ベトナム	64
4.2.4.	セルビア	76
4.2.5.	メキシコ	81
4.3.	社会経済的発展・大気環境管理体制の変遷と大気汚染状況との相関	86
4.3.1.	エジプト	86

4.3.2.	ケニア	87
4.3.3.	ベトナム	88
4.3.4.	セルビア	90
4.3.5.	メキシコ	92
4.4.	5か国／5都市にかかる考察.....	93
4.4.1.	各国の大気環境管理状況と大気環境改善効果に関する定性的考察.....	93
4.4.2.	統計解析	102
4.5.	本調査を通して得られた知見の整理.....	107
4.5.1.	途上国の大気環境管理の課題に関する知見	107
4.5.2.	今回の調査において残された課題や、今後の追加的調査の方向性.....	108
4.5.3.	今後の JICA の支援ニーズ特定・効果的な支援実施に向けた知見	108
4.6.	都市レベルでの支援ニーズに係るヒアリング結果	109
4.6.1.	エジプト	109
4.6.2.	ケニア	109
4.6.3.	ベトナム	110
4.6.4.	セルビア	110
4.6.5.	メキシコ	112

表一覧

表 2-1	大気環境管理分野のスキーム別協力概要および今後想定される関連セクターとの連携コンポーネントの概要.....	3
表 2-2	大気環境管理に係る各種活動と調査項目との関係	5
表 2-3	JICAによる大気環境管理セクターにおける支援のレビュー	6
表 2-4	調査団の構成、配置、担当分野	8
表 2-5	要員計画	8
表 3-1	第一段階調査対象国選定のクライテリア	10
表 3-2	第一段階調査対象国のスクリーニング.....	12
表 3-3	情報整理の方針.....	14
表 3-4	分類 A（社会経済指標）に関わる情報収集概要	16
表 3-5	分類 B（大気環境管理）に関わる情報収集結果概要	17
表 3-6	分類 C（経済協力実績）に関わる情報収集結果概要	19
表 3-7	WHOによる PM _{2.5} 年平均値の Metadata.....	20
表 3-8	気象情報を収集した地点と収集データ	22
表 3-9	分類 F（治安・安定度）に関わる情報収集結果概要	29
表 3-10	情報整理フォーマット（抜粋）	30
表 3-11	基礎的チェックリスト	31
表 3-12	本分析で活用したデータ	32
表 3-13	環境行政システムの発展過程.....	33
表 3-14	7つのグループの類型化	45
表 4-1	重点調査対象国選定のクライテリア及びそれに基づく地域別対象国・都市	47
表 4-2	グループ別・地域別の重点調査対象候補国・都市	48
表 4-3	第二段階の調査項目	49
表 4-4	ケニア国／ナイロビ市における大気環境管理に係る関連法の制定.....	53
表 4-5	ケニア国における大気環境基準	54
表 4-6	自動車発生源に関わる排出規制	56
表 4-7	野焼き、住宅暖房に関わる規制	56
表 4-8	ケニア国をターゲットにした大気環境管理にかかるドナー支援	57
表 4-9	ナイロビ市における大気質測定局（移動観測機材含む）	59
表 4-10	収集した主要な社会経済データ（ケニア国）	60
表 4-11	ベトナム国／ハノイ市における大気環境管理に係る関連法の制定	64
表 4-12	ベトナム国における大気環境管理に係る主要な機関及び責務.....	66
表 4-13	ベトナム国における大気環境管理に係る主要な基準（国家技術規制） .	67
表 4-14	ベトナム国における大気環境基準.....	68
表 4-15	ベトナム国・ハノイ市をターゲットにした大気環境管理にかかるドナー支援.....	69

表 4-16	ベトナム国・ハノイ市で環境関係の事故やイベント	70
表 4-17	ハノイ市の大気質測定局（DONRE、MONRE 所管）	71
表 4-18	収集した主要な社会経済データ（ベトナム国ハノイ市）	73
表 4-19	セルビアの大気環境基準値の変遷	78
表 4-20	5 か国／5 都市の大気環境管理及び大気環境の状況	95
表 4-21	メキシコにおける主なドナー支援・海外協力の事例	100
表 4-22	メキシコの大気環境管理セクターの予算と人員	100

図一覧

図 2-1	途上国における都市人口の急増	2
図 2-2	都市化が環境へ及ぼす影響	2
図 2-3	大気汚染物質の地球温暖化の関係	4
図 2-4	大気汚染対策に関する 4 つのフェーズ	4
図 2-5	大気環境管理分野の課題と取組の方向性	7
図 2-6	業務フローチャート	9
図 2-7	作業計画	9
図 3-1	2010 年～2016 年の人口加重平均 PM _{2.5} 年平均値	21
図 3-2	調査対象都市の標高	22
図 3-3	調査対象都市の年平均気温	23
図 3-4	調査対象都市の年平均風速	23
図 3-5	東南アジア、東アジア、南アジア、中南米の各地点の月平均気温の変化	24
図 3-6	アフリカ、中東、欧州の各地点の月平均気温の変化	25
図 3-7	東南アジア、東アジア、南アジア、中南米の各地点の月平均風速の変化	26
図 3-8	アフリカ、中東、欧州の各地点の月平均風速の変化	27
図 3-9	調査対象都市の年平均日射量（晴天時・全天日射量）	28
図 3-10	一人当たり GDP と PM _{2.5} 国平均暴露値の変化（2011 年、2016 年）	33
図 3-11	一人当たり GDP 年平均成長率（%）（2011～2016 年）	34
図 3-12	都市化率（2010-2015 年）と PM _{2.5} 国平均暴露値（2011-2016 年）の変化	34
図 3-13	PM _{2.5} 国平均暴露値の年平均変化率（2011 年～2016 年）	35
図 3-14	PM _{2.5} 暴露値（最小値・平均値・最大値）（WHO データ：2016 年）	36
図 3-15	一人当たりエネルギー消費量及び化石燃料割合の変化（2010 年、2015 年）	36
図 3-16	最終エネルギー消費量に占めるバイオ燃料の割合（%）（2015 年）	38
図 3-17	PM _{2.5} 国平均暴露値（2011 年、2016 年）	40
図 3-18	グループ D における化石燃料消費量の変化（2010 年、2015 年）	40
図 3-19	各国の最終エネルギー消費量（燃料別）（2015 年）	44
図 3-20	7 つのグループの類型化チャート	44

図 4-1	ケニアの大気環境管理に関わる行政機関	54
図 4-2	ナイロビ市の大気質測定局	60
図 4-3	NEMA 保有の移動測定局	60
図 4-4	ケニア国における GDP の推移 (2000 年～2020 年)	62
図 4-5	ケニアにおける石油消費量 (1985 年～2019 年)	62
図 4-6	ケニアにおける電力消費量 (1985 年～2019 年)	63
図 4-7	識字率の変化	63
図 4-8	平均余命の変化.....	64
図 4-9	ハノイ市の大気質測定局 (DONRE、MONRE 所管)	72
図 4-10	ハノイ市各 3 測定局の大気質経年変化 (年平均値)	72
図 4-11	ハノイ市における大気質経年変化/年平均値 (2007 年～2019 年・SO ₂ 、 NO ₂ 、NO _x 、PM ₁₀ 、PM _{2.5})	73
図 4-12	ベトナム国における燃料別エネルギー消費量及び一人当たり GDP の推移 (1990 年～2019 年)	75
図 4-13	ベトナム国における総車両数及び 1000 人当たり車両保有数 (2016 年～ 2020 年)	75
図 4-14	GHG 排出量 (1996 年～2018 年)	75
図 4-15	識字率、5 歳未満死亡率、出生時平均余命の変化 (国、ハノイ市)	76
図 4-16	エジプトの大気環境管理の変遷	87
図 4-17	エジプトの大気環境濃度の変遷と関連するイベント	87
図 4-18	ケニアの大気環境管理の変遷.....	88
図 4-19	ベトナムの大気環境管理の変遷	90
図 4-20	ベトナムの大気環境濃度の変遷と関連するイベント	90
図 4-21	セルビアの大気環境管理の変遷	91
図 4-22	セルビアの大気環境濃度の変遷と関連するイベント	91
図 4-23	メキシコの大気環境管理の変遷	92
図 4-24	メキシコの大気環境濃度の変遷と関連するイベント	93
図 4-25	大気汚染対策に関する 4 つのフェーズ.....	93
図 4-26	大気環境管理を構成する分野別の進展度	98
図 4-27	大気汚染対策に関する 4 つのフェーズにかかる対応モデル	98
図 4-28	大気汚染物質濃度にかかる各都市の推移 (上段: SO ₂ /NO ₂ 、下段: PM ₁₀ /PM _{2.5})	99
図 4-29	本調査で検討した回帰モデル概念図	102
図 4-30	比較に使用した一人当たり GDP 及びエネルギー強度の経年変化.....	103
図 4-31	大気汚染濃度 (SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀) と一人当たり GDP/エネルギー強度	106

略語表 Abbreviation

略語 Abbreviation	日本語/English
AQI	大気質指標 Air Quality Index
AQMS	大気環境測定局 Air Quality Monitoring System
ASEA	安全保障・エネルギー・環境庁 The Security, Energy and Environment Agency
BC	ブラックカーボン（すす） Black Carbon
CAIP	カイロ大気環境改善プロジェクト Cairo Air Improvement Project
CAMe	The Environmental Commission of the Megalopolis (CAMe) メガロポリス環境委員会 (CAMe)
CAMS	Copernicus 大気質モニタリングサービス Copernicus Atmosphere Monitoring Service
CICA	The Air Quality Information Center (CICA) 大気質情報センター
CNG	圧縮天然ガス Compressed Natural Gas
CO	一酸化炭素 Carbon Monoxide
CO ₂	二酸化炭素 Carbon Dioxide
DANIDA	デンマーク国際開発庁 Danish International Development Agency
DONRE	天然資源環境局 Department of Natural Resources and Environment
EANET	東アジア酸性雨モニタリングネットワーク Acid Deposition Monitoring Network in East Asia
ECMWF	欧州中期予報センター European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
Euro <i>x</i>	欧州排ガス規制 European emission standards for vehicle
EEA	欧州環境省 European Environment Agency
EEAA	エジプト環境庁 Egyptian Environmental Affairs Agency
EIMP	環境情報モニタリングプログラム Environmental Information and Monitoring Programme
ELV	欧州排出規制値 Emission Limit Values
EMCA	環境管理総合法 The Environmental Management and Coordination Act
EMEP	欧州モニタリング評価プログラム European Monitoring and Evaluation Programme
EPI	環境パフォーマンス指標

	Environmental Performance Index
EU	欧州連合 European Union
GDP	国内総生産 Gross Domestic Product
GNI	国民総所得 Gross National Income
GHG	温室効果ガス Green House Gas
GRDP	名目域内総生産 Gross Regional Domestic Product
HEPA	ハノイ市環境保護庁 Hanoi Environmental Protection Agency
IEA	国際エネルギー機関 International Energy Agency
JMA	日本国気象庁 Japan Meteorological Agency
HP	ホームページ Homepage
IDD	IDD (ds335.0) Historical Unidata Internet Data Distribution
IEECC	メキシコエネルギー気候変動研究所 Institute of Energy and Climate Change of the State of Mexico
INECC	国立生態学気候変動研究所 The National Institute of Ecology and Climate Change
IPCC	国連気候変動に関する政府間パネル Intergovernmental Panel on Climate Chang
JICA	独立行政法人国際協力機構 Japan International Cooperation Agency
LAA	環境分析ラボラトリ The Environmental Analysis Laboratory
LDC	後発開発途上国 Least Developed Country
LEP	環境保護法 Law on Environmental Protection
LRTAP	長距離越境大気汚染条約 Convention on Long-range Trans-boundary Air Pollution
LGEEPA	生態系バランスと環境保護に関する一般法 General Law of Ecological Balance and Environmental Protection
MARD	農業農村開発省 Ministry of Agriculture and Rural Development
MCMA	メキシコシティ都市圏 Mexico City Metropolitan Area, MCMA
MEP	環境保護省 Ministry of Environmental Protection
MOIT	商工省 Ministry of Industry and Trade
MONRE	天然資源環境省 Ministry of Natural Resources and Environment

MOST	科学技術省 Ministry of Science and Technology
MOT	交通省 Ministry of Transportation
NCAR/UCAR	米国大気研究センター National Center for Atmospheric Research University Corporation for Atmospheric Research
NCCG	ナイロビ市郡政府 Nairobi City County Government
NEMA	国家環境管理局 The National Environment Management Authority
NOM	メキシコ公式規格 Norma Oficial Mexicana
NO	一酸化窒素 Nitrogen Monoxide
NO ₂	二酸化窒素 Nitrogen Dioxides
NO _x	窒素酸化物 Nitrogen Oxides
O ₃	オゾン Ozone
OECC	海外環境協力センター Overseas Environmental Cooperation Center
PAOT	メキシコシティ環境・土地利用検察庁 Mexico City's Environmental and Land Use Attorney
PM	粒子状物質 Particle Matter
PM ₁₀	— (Particulate Matter with a diameter of 10 micrometers or less)
PM _{2.5}	— (Particulate Matter with a diameter of 2.5 micrometers or less)
PROFEPA	環境保護連邦検察庁 The Federal Attorney for Environmental Protection
PROPAEM	メキシコ州環境保護弁護士事務所 The Environmental Protection Attorney of the State of Mexico
QCVN	国家技術基準 National Technical Regulation
RAMA	大気自動モニタリングネットワーク The Automatic Atmospheric Monitoring Network
REDDA	大気中降下物ネットワーク The Atmospheric Deposit Network (REDDA)
REDMA	大気手動モニタリングネットワーク The Atmospheric Monitoring Manual Network
REDMET	太陽気象・放射ネットワーク The Solar Meteorology and Radiation Network
SCCF	特別気候変動基金 Special Climate Change Fund
SDG	持続可能な開発のための目標 Sustainable Development Goal
SEDEMA	メキシコシティ環境事務局

	The Secretariat of Environment of Mexico City
SEMARNAT	環境・天然資源事務局 The Secretariat of Environment and Natural Resources
SEPA	セルビア環境保護庁 Serbian Environmental Protection Agency
SIINEM	メキシコ国家排出インベントリ Subsistema de Información del Inventario Nacional de Emisiones de Mexico
SLCP	短寿命気候汚染物質 Short-Lived Climate Pollutants
SMA	メキシコ州環境局 Secretariat of Environment of the State of Mexico
SO ₂	二酸化硫黄 Sulfur Dioxides
TIER	ティア Technology Innovation and Emissions Reduction
TSP	総浮遊粒子状物質 Total Suspended Matter
UN	国際連合 United Nations
UNDP	国際連合開発計画 United Nations Development Programme
UNECE	国際連合欧州経済委員会 United Nations Economic Commission for Europe
UNEP	国際連合環境計画 United Nations Environment Programme
USAID	アメリカ合衆国国際開発庁 U.S. Agency for International Development
USEPA	アメリカ合衆国環境保護庁 U.S. Environmental Protection Agency
USD	米ドル The United States Dollar
UTC	協定標準時 Coordinated Universal Time
VEA	環境品質管理局 Department of Environmental Quality Management
VND	ベトナムドン Vietnam Dong
VOCs	揮発性有機化合物 Volatile Organic Compounds
WB	世界銀行 The World Bank
WHO	世界保健機構 World Health Organization
WMO	国際気象機関 World Meteorological Organization
WMOID	国際地点番号 World Meteorological Organization Identification Number
ZMVM	メキシコ首都圏 Metropolitan Zone of the Valley of Mexico

1. 要約

本業務の概要、目的、および進捗状況を以下のとおり要約する。

業務概要

1. 業務の背景

産業活動や自動車交通に起因する大気汚染は、世界人口の約 76% が住む途上国の都市住民の健康に大きな被害を与えている。WHO によれば 2016 年時点では世界人口の 9 割以上が PM_{2.5} の WHO 基準を満たさない環境下で生活し、このうち半数以上が同基準の 2.5 倍以上の大気環境下にあるとされている。

日本は、大気汚染をはじめとした深刻な公害を段階的に克服してきた経験に基づき、一定の経済発展が進んだ国を主対象として技術協力・資金協力を通じた大気汚染対策を支援してきた。これらの多くの途上国では、汚染物質や発生源の特定に必要な科学的手法・技術の不足のみならず、現状把握に必要な大気汚染状況に関する基礎的な情報が未整備となっていることが課題となっている。

2. 業務の概要

本調査は、大気汚染対策に対するニーズが見込まれる全世界の調査対象候補国に対して、大気汚染関連情報の入手方法及びリソースを確認のうえ、汚染状況を把握し、協力ニーズ及び将来的な協力可能性の検討を行うものである。また複数の国・地域を対象に共通の項目に基づき大気汚染の状況を分析・比較することにより、共通性や特異性、更に支援の緊急性や優先度についても検討する。

3. 対象地域：

JICA が指定する調査対象候補国をスクリーニングし、調査対象国・都市を決定する。

4. 業務の目的：

以下の 2 段階に分けた調査・解析を行う事を目的とする。

【第 1 段階】 調査対象国/都市において、大気汚染に関する基礎的な情報を収集し、現状と課題の概要を把握するとともに、課題の類型化及び対策実施状況等に基づく分類を実施する。

【第 2 段階】 各国/都市の基礎情報を比較検討の結果、協力ニーズ、現地体制等のクライテリアを設定し、重点調査国/都市の絞り込みを行った上で、支援ニーズを特定するとともに、協力の方向性検討に向けた情報整理及び留意点の抽出を行う。

5. 活動

特記仕様書に提示された調査対象候補国 43 か国を対象に、第一段階の調査対象国/都市を絞り込むため、クライテリアを作成した。

調査対象国を選定する過程においては、候補国 43 か国以外も含めて、十分な情報が収集できる可能性が高く、かつ支援ニーズのある国を幅広く検討した結果、新たに 3 か国を調査対象に追加することを、JICA との協議の上決定した。

第 1 段階の調査項目を JICA と協議の上設定し、調査対象 32 か国/33 都市に対して、情報収集を行った。収集したデータは、一覧性を重視して主に数値情報のみを記載する「情報整理フォーマット」と、定性的な情報を国ごとに記載する「個別表」に分けて整理することとした。

また収集した情報をもとに、PM_{2.5} 暴露値と社会経済指標を用いて対象国をグルーピングし、各グループから重点調査対象国としてエジプト、ケニア、ベトナム、セルビア、メキシコを選定した。

第 2 段階調査において、これらの重点調査対象国に対して現地庸人を備上して調査を行い、詳細な情報の取と支援ニーズ・協力可能性を調査した。また 5 か国の比較から社会経済的發展、大気環境管理体制の發展と大気汚染状況との相関を解析した。

2. 業務の概要

2.1. 業務の背景

2.1.1. 大気環境管理セクターを取り巻く概況

2.1.1.1. 都市と環境問題

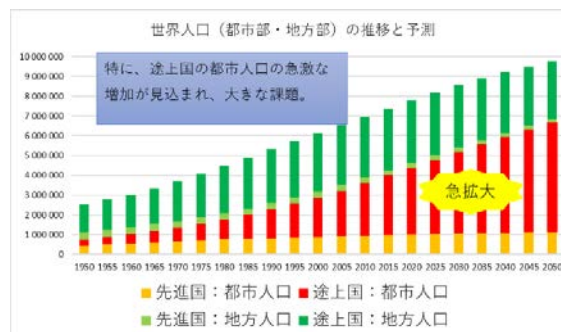
1940年代以降の著しい経済発展に支えられ、途上国では特に都市部において急激な人口増加が起きている。(図 2-1、国連資料¹を基に調査団作成)。

図 2-2 に示すように、発展途上国における急激な都市人口増と開発に伴う都市化は、都市基盤が未整備で環境保全対策も不十分な状況下で、都市環境を大きく変容させ、環境悪化を引き起こしている。

産業活動や自動車交通、家庭等の社会経済活動に起因する大気汚染は、世界人口の約 76%が住む途上国の都市住民の健康に大きな影響を与えている。

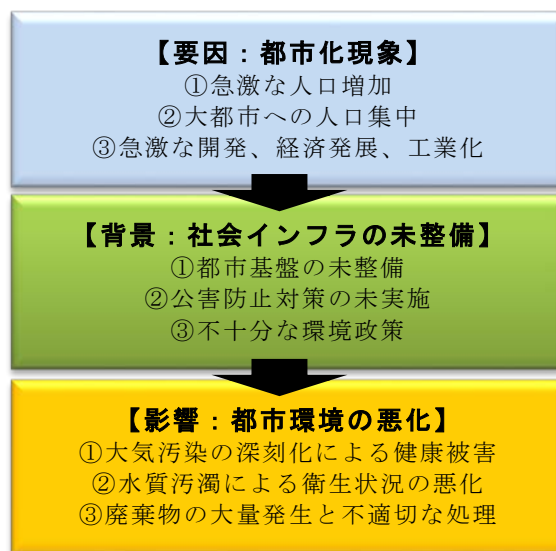
日本は、高度経済成長期以降、大気汚染をはじめとした深刻な公害に直面し、法規制の着実な整備と執行体制の強化、環境科学・技術の向上による汚染対策の強化等を通じて段階的に克服してきた。この経験から得られた知見・示唆・教訓が、現在数多くの途上国において直面している都市化による環境問題の解決に求められている。

こうした日本の経験に基づき、これまで実施されてきたような大気環境管理を主目的とした、行政機関の能力向上を主体とした技術協力プロジェクト、モニタリング・分析機材の供与等の無償資金協力等は、引き続き大気汚染に係る開発課題を解決するための協力の柱になると想定される。それに加えて都市・地域開発セクターや運輸セクター等との連携により、協力事業の一つのコンポーネントとして組み込む事ができれば、開発課題へのアプローチとして有効であり、SDGs のゴール、ターゲットへの貢献に資する協力となる可能性がある。表 2-1 に、従来実施されてきた大気環境管理分野のスキーム別協力概要と、今後想定される関連セクターとの連携協力事業の概要を示す。



出典：文中に記載

図 2-1 途上国における都市人口の急増



出典：調査団作成

図 2-2 都市化が環境へ及ぼす影響

¹ <https://population.un.org/wup/Download/>

表 2-1 大気環境管理分野のスキーム別協力概要および今後想定される関連セクターとの連携コンポーネントの概要

区分	テーマ	協力事業／コンポーネントの概要
大気環境管理分野のスキーム別協力概要	大気環境管理能力向上の技術協力プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> - 対象国／都市の行政組織の大気環境管理の能力強化・向上を支援するプロジェクト。大気汚染の現状、先方政府機関のニーズに応じて、①大気質や発生源のモニタリング、②排出インベントリ・シミュレーション等の発生源解析技術、③政策・対策の立案・評価、④法的枠組み構築、⑤発生源対策、などを実施。 - 上記の大気環境管理にかかる技術協力と、都市における中長期の環境管理計画・ロードマップ策定等の政策面での支援との連携。 - 火力発電所等の大規模固定発生源の排出抑制対策、渋滞抑制を考慮した自動車対策や、改質燃料・改良ボイラ普及など、汚染削減に関連する施策導入支援。
	大気環境管理に係る無償資金協力	大気環境モニタリング／発生源モニタリングに係る分析機材供与及びソフトコンポーネントから構成される無償資金協力事業。
	既往協力成果を活用した知見の共有・普及	過去 JICA が支援を実施してきた国の成果・知見を近隣国に展開するための協力プロジェクト。 例：タイ、ベトナムの知見を隣国であるラオス、カンボジア等に展開。 例：酸性雨モニタリングネットワーク等の国際枠組の参加国間で知見を共有。
関連セクターとの連携した協力(技術協力、資金協力含む)	開発計画・地域開発における大気環境管理	<ul style="list-style-type: none"> - 都市開発・地域開発マスタープラン策定の中に大気環境管理実現のための開発計画を策定するコンポーネントを追加。 - スマートシティ開発において、カーボンニュートラル、RE100、ゼロエミッション等を達成するための活動に大気環境管理の項目や評価要素を追加。 - グリーン成長を実現するための地域開発及び関連パイロットプロジェクトの中に大気環境管理のコンポーネントを追加。
	運輸セクターにおける大気環境管理	道路整備事業や関連技術協力プロジェクトにおいて、大気環境管理のコンポーネントの追加(燃料規制等の導入による燃料転換の促進、渋滞緩和による大気汚染削減、都市部への老朽車両の乗り入れ規制、低排出ガス自動車税優遇措置、等の大気環境管理政策の検討・大気汚染削減効果の評価)。本調査では特に都市部において自動車交通が大気汚染の要因となっている例が多く、大気環境改善効果は高いと考えられる。一方で、世帯収入の低さから車両の買い替え・整備が進まない例や、規制の執行能力に課題がある例などが見られた。
	エネルギーセクターと連携した大気環境管理	<ul style="list-style-type: none"> - 省エネルギー推進事業の燃焼機器の更新・効率化を進める活動に大気汚染物質の排出削減の効果を考察するコベネフィット評価の活動の追加。 - カーボンニュートラルを念頭に置いた再生可能エネルギーの促進、発電所のリハビリ、燃料転換等の事業に大気汚染対策の効果の検証の組み込み。特に石炭火力発電所対策はベトナム、セルビア等、今回の調査対象国でも喫緊の課題となっており、対策ニーズは高いと考えられる。
	経済開発と連携した大気環境管理	工業団地開発の整備促進事業に Eco Industrial Park の概念を取り入れ、税優遇等の措置と組み合わせた大気汚染排出量の削減(燃料転換の促進、再エネ導入)を支援するコンポーネントを追加。
	農業セクターと連携した大気汚染管理	野焼きによる大気汚染を防止する対策として、農業セクターの事業の一つに堆肥化や資源化(バイオマスエネルギー)を支援するコンポーネントを追加。野焼きによる被害は東南アジア諸国をはじめ世界的に課題となっている国が多くみられた。エジプトでは野焼きによる危険性と共に農業残渣の商品としての有用性を広報する啓発活動によって野焼きを削減するプロジェクトが実施されている。

出典：調査団作成

2.1.1.2. 地球規模の課題としての大気環境問題

大気汚染物質の主要な発生源は、人間の活動に伴う化石燃料の燃焼であるが、燃焼によって温室効果ガスである CO₂ も同時に排出されるため、大気汚染物質と温室効果ガスの発生源や対策技術は、多くが重複する関係にある。

また短寿命気候汚染物質 (SLCP: Short-Lived Climate Pollutants) は、CO₂ 等の GHG に比べ、大気中の滞在時間(寿命)が短く、局地的な大気汚染に繋がる物質であり、かつ

広域的に大気を温める作用を併せ持っている。このように SLCP は、地球温暖化と大気汚染の双方に影響を与える物質である。地球温暖化問題と大気汚染問題の同時解決に向けて、近年、SLCP の削減対策が急速に注目されている²。主要な SLCP には、PM_{2.5} の一成分であるすす（BC: Black Carbon）や、光化学オキシダントの主成分である対流圏オゾン（O₃）が挙げられる。今後数十年の近未来における地球温暖化を効果的に抑止するためには CO₂ のみならず SLCP の削減が有効であることが近年判明してきている。O₃ の前駆物質は NO_x と VOCs であり、これらの大気汚染物質も間接的な SLCP である（図 2-3）。SLCP の削減は、大気汚染物質としての健康影響や農作物被害の改善に加えて、気候変動対策としての重要性も増しており、多面的な便益をもたらす。

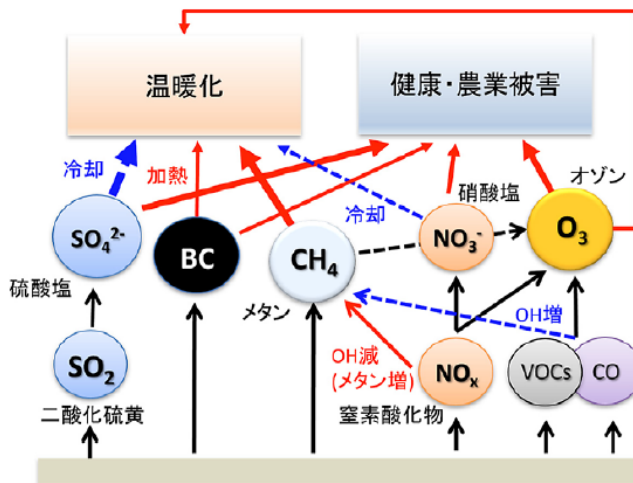


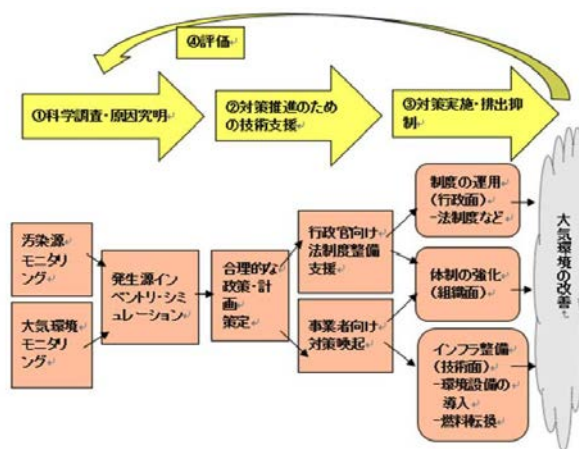
図 2-3 大気汚染物質の地球温暖化の関係

日本のみならず、世界的にこれら SLCP としての BC や対流圏オゾンが問題となっており、大気汚染対策として、これらの物質の削減が実現できれば、地球環境と健康・環境影響の双方に大きなメリットがある。

2.1.1.3. 途上国における大気環境問題

近年、経済成長や都市化の急速な進展により、東南アジア、南アジア諸国をはじめとする途上国においても大気汚染が顕在化している。他方で、汚染物質や発生源の特定に必要な科学的的手法・技術力の不足から、大気汚染状況に関する基礎的な情報が未整備となっている。更に、経済発展の進展に応じて市民に広く社会の問題として大気汚染問題が認識されることで政策課題となるという側面があり、多くの国で大気環境問題に十分な対応ができていない。

途上国において大気環境管理を継続的に実施していくためには、図 2-4 の①科学調査・原因究明、②対策推進のための技術支援、③対策実施・排出抑制、④評価から成るサイクルを円滑に実施できることが必要である。本調査に関わるコンサルタントが別途受注し協力事業を実施しているモンゴル、コソボ、モルドバ等各国で見られる事例として、米国、EU 等の先進国の法制度を模して十分な法体系ができていたとしても、それに基づいた行政措



出典：Policy Note Vol.06 (JICA 研究所／タイ事務所)

図 2-4 大気汚染対策に関する 4 つのフェーズ

² https://www.nies.go.jp/social/topics_SLCP.html

置（監査、規制、許認可等）を行うための体制、設備や技術力の不足や関連省庁や排出源である民間や市民との調整、合意形成にかかる枠組の未整備から、法の実効性がない場合がある。このように、サイクルの一部に不足がある場合は、他の要素に投入を行っても全体が進行しない恐れがある。新興国の支援にあたっては、これらの大気環境管理の情報を網羅的に把握したうえで課題・ニーズを検討することが必要である。

大気環境管理のために必要な各プロセスに関わる事項を表 2-2 に示す。大気環境管理プロセスと第 1 段階の調査項目 B-1～B-14（「表 3-3 情報整理の方針」に示す分類 B 大気環境管理にかかる項目）との関係を示す。

表 2-2 大気環境管理に係る各種活動と調査項目との関係

大気環境管理のプロセス		調査項目との対応
科学調査・原因究明	・発生源の寄与解析による汚染構造解明	B-12 大気汚染対策のツールの整備状況（発生源寄与解析のツール、拡散シミュレーションモデル、PM の成分分析・レセプターモデル等）
対策推進のための技術支援	・法規制の枠組み構築 ・大気環境管理計画／戦略 ・対策案評価のためのツール	B-1 法体系、基本法、個別法、地方レベル条例 B-2 環境基準 B-4 環境管理政策、大気質管理計画、大気測定計画 B-6 大気環境管理に携わる行政組織 B-7 大気環境改善のための関連する省庁間の連携や調整メカニズム B-8 大気環境モニタリング体制 B-12 大気汚染対策のツールの整備状況（拡散シミュレーションモデルによる対策効果予測）
対策実施・排出抑制	・発生源の監視 ・排出抑制対策	B-3 大気汚染物質排出削減に関わる施策及び規制基準 B-5 大気環境管理に係るガイドライン・マニュアル B-10 発生源の監視体制 B-11 主要産業界の取組状況
評価	・大気環境監視 ・大気汚染対策効果の評価	B-9 大気環境モニタリングの現況 B-12 大気汚染対策ツールの整備状況（排出インベントリ） B-13 関連情報（エネルギー消費量、GHG 排出量）によるレビュー B-14 大気汚染対策の立案・実施・改定状況

出典：調査団, Policy Note Vol.06 (JICA 研究所/タイ事務所)、及び課題別研修「大気環境管理に向けたキャンペーンビルディング」General Information の関連項目を参考に項目分け

2.1.2. JICA の大気汚染分野への協力の歴史と変遷

2.1.2.1. JICA による大気環境管理セクターにおける支援のレビュー

近年の JICA による大気環境管理セクターにおける支援内容は表 2-3 のとおりである。大気質監視分野では、メキシコやルーマニアでの主に環境ラボラトリーにおける支援の経験・知見が、ウランバートル市、テヘラン市やコソボにおける大気環境測定局の設置支援、管理能力の強化に繋がっている。拡散シミュレーションや発生源寄与解析等の大気汚染対策ツールについても、先行するプロジェクトでの技術協力を通じて得られた知見が、他のプロジェクトに活用される等、大気環境管理セクターの支援内容の高度化・効率化が図られつつ、各国の状況に応じた支援が実施されている。

表 2-3 JICA による大気環境管理セクターにおける支援のレビュー

タイ ³ (2002-2003)	タイ全体とバンコクを対象に排出インベントリを作成し、それぞれの地域で異なるシミュレーションモデルを用いて大気環境濃度の評価を行った。大気環境濃度の評価結果に基づき自動車、火力発電所、家庭等の大気汚染対策を策定した。
メキシコ ⁴ (2004-2008)	メキシコ国の環境研究研修センターを実施機関として、メキシコ全国の大気質モニタリング能力向上を目的として、大気質のモニタリング能力向上支援、排出インベントリ作成支援と大気汚染予測モデルの能力強化支援、これらを統合した大気質モニタリングデータの管理・解析と政策への適用支援などを行った。
ルーマニア ⁵ (2007-2008)	国家の大気質レベルを監視するための信頼性の高い精度を持った大気質モニタリングシステムを導入・普及することを目標として実施され、主に国立環境レファレンスラボラトリーのスタッフの能力強化が図られた。
ウランバートル市 ⁶ (2010-2024)	火力発電所・家庭用暖房等での固体化石燃料を主要発生源とする深刻な大気汚染に対し、フェーズ1～3までの長期に渡り継続的な支援を行っている。大気環境測定設備の整備、ボイラ監査制度による発生源情報の収集、大気汚染構造の解析や対策効果の評価、パイロット事業による対策実施まで、大気汚染対策に必要な活動を段階的に実施してきている。
中国 ⁷ (2013-2016)	モデル都市に対し、固定発生源に対するNOx排出抑制に関する技術指導、およびその対策による改善効果把握をシミュレーションモデルにより行った。
テヘラン市 ⁸ (2017-2022)	自動車排ガスが中心、汚染構造の解析や対策効果についての知見が、各種測定、データ収集、モデル解析等により得られつつある。
コソボ ⁹ (2017-2021)	汚染構造の解析により家庭の固体燃料からの大気汚染への寄与が大きいとの知見が得られ、対策効果についての検討が行われている。また、排出ガス測定、大気環境モニタリング局のリハビリ、排出インベントリの整備、拡散シミュレーションなどを通じて、大気汚染対策の評価に必要なスタッフの能力強化も行った。
ベトナム (2013-2015)	ベトナム大気質管理制度構築支援プロジェクトにおいて、今後、省及び市が大気質管理計画の策定及び実行を行うにあたり、必要な課題整理とロードマップ作成が行われた。

出典：調査団作成

このように各プロジェクトで得られた知見や教訓は、他のプロジェクトに展開されているが、プロジェクトを都市環境管理体制や社会経済的発展の変遷などの視点から俯瞰的に評価することや、プロジェクト間で分析・比較評価し、共通性や特異性を検討するなどの事後的な評価が十分ではないため、各プロジェクトで実施してきた支援内容の他国への展開の可能性などが十分に検討できていない。

2.1.2.2. 大気環境管理セクターに係る現状の JICA の課題

JICA の事業展開の方向性¹⁰は、1) 「質の高い成長」と格差是正、2) 普遍的価値の共有と平和構築の推進、3) 地球規模課題・援助潮流への取り組みの強化、4) 戦略的パートナーシップの拡大・深化、5) 開発途上国における女性の活躍と社会進出支援、に大別される。この中で、大気環境管理セクターにおいては、大気汚染問題を地球規模の課題でありかつ途上国の多くの市民の健康被害の問題として捉え、日本の知見・経験を活用して、相手国の自助努力と統治能力の強化につながる人材育成、経済社会インフラの整備を支援していく必要がある。

³ 正式名称：タイ国酸性雨対策戦略調査

⁴ 正式名称：メキシコ国全国大気汚染モニタリング強化支援プロジェクト

⁵ 正式名称：ルーマニア国国立環境レファレンスラボラトリー強化プロジェクト

⁶ 正式名称：モンゴル国ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト（フェーズ1～フェーズ3）

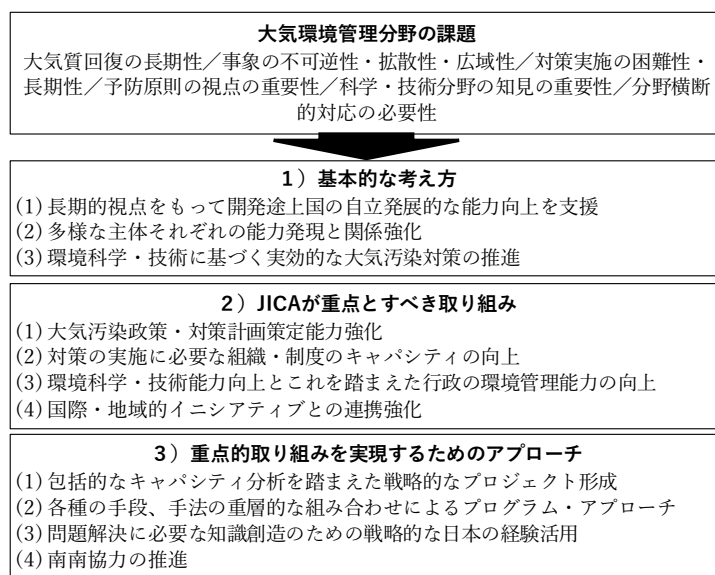
⁷ 正式名称：中華人民共和国大気中の窒素酸化物総量抑制プロジェクト

⁸ 正式名称：イラン国テヘラン市大気汚染管理能力向上プロジェクト

⁹ 正式名称：コソボ国大気汚染対策能力向上プロジェクト

¹⁰ <https://www.jica.go.jp/about/direction/index.html>

JICA は、図 2-5 に示す認識の下、これまでに中国、タイ、ベトナム、モンゴル、イラン、コソボ、メキシコ等、一定の経済発展が進んだ国を主対象として技術協力・資金協力を通じた大気汚染対策を支援してきた。近年、上記現状認識のような状況の中、東南アジアや南アジア諸国等の新興国における大気汚染対策の支援ニーズが高まっている。途上国・新興国の社会経済状況は様々であり、社会経済的観点から協力ニーズ及び将来的な協力可能性の検討が必要だが、情報発信が十分でない国が多い中で、環境管理政策の実情を把握し、比較検討する事は困難である。効率的かつ効果的な支援事業の実施のためには、各国の大気汚染状況や大気環境管理の実態（経験・知見・人材・資金等）を分析・比較することにより、共通性や特異性、更に支援の緊急性や優先度を検討・把握することが必要である。更に、基礎的な社会経済指標との相関分析等から、支援の実効性が高いグループを抽出する事により、今後の支援対象国の選択・検討を、より効率的に行う事ができる。加えて、これまで JICA は多くの国を対象に大気環境管理分野での協力を実施してきており、国内外に蓄積された人的ネットワークや戦略的パートナーシップを発展させて、相互学習・相互発展に貢献し、新たな開発パートナーの育成につながる南南協力和三角協力の一層の推進の段階にも入っている。これらの JICA としての支援の方向性も合わせて検討する必要がある。



出典：JICA「開発課題に対する効果的アプローチ」（2005年12月）及び JICA 課題別指針「環境管理（大気・水）」（2009年7月）を編集

図 2-5 大気環境管理分野の課題と取組の方向性

2.2. 調査の目的・実施方針

本調査は、大気汚染対策に対するニーズが見込まれる全世界の調査対象候補国のうちスクリーニングにより調査対象国・都市を決定し、大気汚染に関する基礎的な情報を収集し、現状と課題の概要を把握するとともに、課題の類型化および対策実施状況などに基づく分類を行う（第1段階）。また、協力ニーズ、現地体制等のクライテリアにより選定した重点調査国/都市については詳細な調査を行い、支援ニーズを特定するとともに、協力の方向性検討に向けた情報整理及び留意点の抽出を行う（第2段階）ことを目的とする。また複数の国・地域を対象に共通の項目に基づき大気汚染の状況を分析・比較することにより、共通性や特異性、更に支援の緊急性や優先度について検討する。

2.3. 調査団と調査工程

調査団の構成・配置・担当分野を表 2-4 に、また各団員の要員計画を表 2-5 に示す。

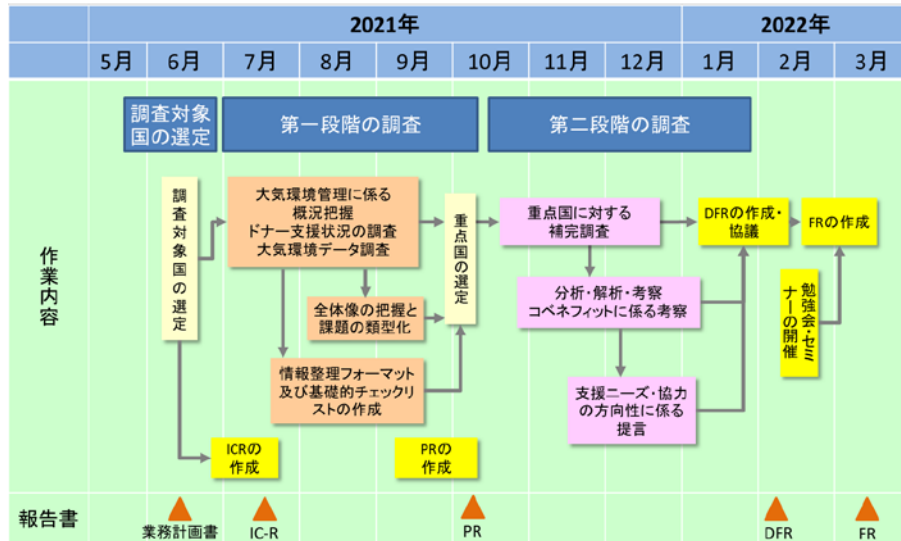


図 2-6 業務フローチャート

出典：調査団作成

活動	2021												2022		
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
1 【国内】調査対象国の選定															
(1) 調査対象国/都市の選定															
(2) インセプションレポートの作成															
(3) インセプションレポート等のJICA説明・協議及び最終化															
2 【国内】第1段階の調査															
(4) 調査対象国/都市の大気環境管理に係る概況把握															
(5) JICAおよび主要他ドナーによる支援状況の調査															
(6) 大気環境データによる汚染レベルおよび経年変化の調査															
(7) 課題の類型化、対策実施状況に基づく分類および教訓抽出															
(8) 大気環境管理の概況にかかる情報整理フォーマット及び基礎的チェックリスト															
(9) 重点調査国/都市の絞り込み															
(10) 業務進捗報告書の作成															
(11) 業務進捗報告書の作成等のJICA説明・協議及び最終化															
3 【国内】第2段階の調査															
(12) 第1段階の補完調査															
(13) 統計分析、解析、考察															
(14) コベネフィット効果に係る考察															
(15) 都市レベルでの支援ニーズおよび協力の方向性に関する提言															
(16) ドラフト・ファイナルレポートの作成															
(17) 勉強会、セミナーの開催															
(18) ドラフト・ファイナルレポート等のJICA説明・協議及び最終化															
(19) ファイナル・レポートの作成															
(20) ファイナル・レポートの最終化															
各報告書の提出															

■ 国内作業

図 2-7 作業計画

3. 調査対象国/都市における大気環境管理に係る概況

3.1. スクリーニングのクライテリア

特記仕様書に提示された調査対象候補国 43 か国を対象に、第一段階の調査対象国/都市を絞り込むため、表 3-1 に示すクライテリアを作成した。

調査対象国を選定する過程においては、候補国 43 か国以外も含めて、十分な情報が収集できる可能性が高く、かつ支援ニーズのある国を幅広く検討した。その結果、候補国以外から新たに 3 か国を調査対象に追加することを、JICA との協議の上決定した。候補国/都市の追加を含め、クライテリア設定の考え方は以下のとおりである。

1. 主に第一段階調査での情報収集のしやすさの観点から、JICA で環境管理分野での調査・支援実績がある国の中でも、大気環境管理分野に絞って実績がある国を抽出した。これらの国では既存の調査内容資料をもとに、詳細な基礎情報が収集可能であり、多国間の比較を行う際のベンチマークとなりうることを想定する。
2. 大気環境管理に係る課題別研修「大気環境管理に向けたキャパシティビルディング」の過去 10 年の参加国 22 か国については、カントリーレポートを端緒とする事で一定の情報収集が見込める事、また研修参加の意思がある事から支援ニーズもあると想定されるため、全て対象として追加した。
3. 情報収集のしやすさに関わらず、大気汚染が特に深刻で支援ニーズが高いと想定される国では収集を試みるべきと考え、WHO 統計資料に基づき、各地域内で汚染寄与度が上位 3 か国となっている国を追加した。
4. 外務省「国別開発協力方針」において環境分野への支援に言及されている国は支援ニーズ及び協力可能性が高いと考え、方針の重点分野（中目標）に「都市環境」「大気汚染」のキーワードに言及している国を追加した。
5. 当調査に関わるコンサルタントが別途実施中の調査等の関連から、情報入手が見込め、かつ支援ニーズがあると思われる国を、追加提案国として追加した。

表 3-1 第一段階調査対象国選定のクライテリア

	クライテリア	情報収集可能性等	対象国
1	大気環境管理分野で JICA の支援・調査が進行中、または過去に支援実績がある国	<ul style="list-style-type: none"> 既存の調査内容資料を基に、至近の詳細な基礎情報が収集可能。C/P が特定されており、追加的な情報収集も容易。 他国の比較対象（ベンチマーク国）となることを想定する。 	モンゴル、イラン、コソボ、ウガンダ 中国、タイ、メキシコ、ベトナム
2	課題別研修「大気環境管理に向けたキャパシティビルディング」の過去 10 年の参加国	<ul style="list-style-type: none"> 研修で作成されたカントリーレポート等を基に、一定の基礎情報が収集可能と想定。 大気分野の担当者へコンタクト可能であり、第二段階での調査もスムーズと想定 	カンボジア、タイ、ベトナム、マレーシア、中国、モンゴル、アフガニスタン、インド、スリランカ、パキスタン、アルゼンチン、エクアドル、チリ、ブラジル、メキシコ、スーダン、アルジェリア、イラン、エジプト、モロッコ、コソボ、ボスニアヘルツェゴビナの 22 か国

3	World health statistics 2020 (WHO)において各地域内で汚染寄与度上位3か国となっている国	<ul style="list-style-type: none"> 大気汚染が特に深刻と想定される国は、支援ニーズの観点から情報の入手しやすさに関わらず積極的に入手を試みる。該当国については現地リソースを情報収集に最大限活用。 	ベトナム、タイ、ラオス、中国、モンゴル、ネパール、バングラデシュ、チリ、メキシコ、エクアドル、スーダン、ウガンダ、ナイジェリア、アルジェリア、イラン、エジプト、セルビア、ボスニアヘルツェゴビナ
4	国別開発協力方針（外務省）での言及	<ul style="list-style-type: none"> 国別開発協力方針(外務省)の重点分野(注目標)において、「都市環境」または「大気汚染」への協力が言及されている国に対しては、支援ニーズの観点から情報入手を試みる。 	ベトナム、ネパール、アルゼンチン、ブラジル、エクアドル、ケニア、イラン、コソボ
5	<p>【追加提案国】 情報入手が見込め、かつ JICA の環境管理分野での支援実績・ニーズがある国</p>	<p>モルドバ 現在進行中の JICA 調査¹¹に当調査団が大気分野で参加しており、基礎情報が入手可能</p> <p>北マケドニア 当調査団が技プロを実施中のコソボの近隣国であり、情報収集が比較的容易。大気測定局の無償供与が JICA で実施された実績がある。現地コンタクト先を入手済。</p> <p>アルバニア 当調査団が技プロを実施中のコソボの近隣国であり、情報収集が比較的容易。JICA で廃棄物管理プロジェクトの実績がある。現地コンタクト先を入手済。</p>	モルドバ、アルバニア、北マケドニア

出典：調査団作成

3.2. 調査対象国／都市の選定

上記のクライテリアに基づき調査対象国を選定した結果を表 3-2 に示す。上述の追加提案国も含め、この表で選定された調査対象国 32 か国／33 都市を第一段階調査の対象候補国として計画する。なおベトナムは上記 1~4 までのクライテリアに全て合致する重要な対象候補国である事から、ハノイとホーチミンの 2 都市を対象とした。

¹¹ 正式名称：モルドバ国都市環境セクターに係る情報収集・確認調査

表 3-2 第一段階調査対象国のスクリーニング

地域区分	国	都市	備考（対象都市など）	クライテリア					第一段階 調査対象 候補国・都市
				課題別研修 参加国	大気汚染度 (PM2.5：地域区 分内上位3位)	大気環境管理分野 での支援・調査実 績あり	外務省の国別開発 協力方針の重点分 野での言及	追加 提案国	
東南アジア	ベトナム (1か国2都市対象 を提案)	ハノイ	首都。本JVが大気環境に係るJICA技プロを実施。	○	1	○	○		○
		ホーチミン	ホーチミンは人口最大。本JVがJICAプロジェクトでGHGインベントリー作成。						○
		カンボジア	首都	○					○
		タイ	バンコク	首都 本JVで環境政策調査中	○	2			○
		マレーシア	クアラルンプール	首都	○				○
		サモア	アピア	首都。人口約3.6万人。					-
		パプアニューギニア	ポートモレスビー	首都。					-
		フィジー	スバ	首都。人口約8.5万人。人口最大都市はナシヌー（約8.8万人）。					-
		東ティモール	ディリ	首都。人口約15万人。					-
		ラオス	ヴィエンチャン			3			○
		インドネシア	ジャカルタ	首都は大きすぎるため、地方都市を対象とする？					-
		フィリピン	マニラ	首都					-
東アジア	中国	北京	首都	○	1	○			○
	モンゴル	ウランバートル	首都。JICAによる技術協力プロジェクトが実施中。本調査ベンチマーク国	○	2	○			○
南アジア	アフガニスタン	カーブル	首都	○					○
	インド	ニューデリー	首都：数多くの大都市があるが、首都のみを対象とする。	○	2				○
	スリランカ	コロンボ	最大都市。首都のスリ・ジャヤワルダナプラ・コッテはコロンボ市に隣接	○					○
	ネパール	カトマンズ	首都：大気汚染（PM2.5）が世界の中でも深刻である。		1		○		○
	パキスタン	イスラマバード	首都：カラチなど数多くの大都市があるが、首都のみを対象とする。	○					○
	バングラディッシュ	ダッカ	首都：大気汚染（PM2.5）が世界の中でも深刻である。		3				○
中南米	アルゼンチン	ブエノスアイレス	首都：一極集中が進んでいる。	○			○		○
	ブラジル	ブラジリア	(首都：対象外)						
		サンパウロ	対象都市とする。	○			○		○
		リオデジャネイロ	(対象外)						
	チリ	サンチャゴ	首都	○	1				○
	メキシコ	メキシコシティ	首都	○	2				○
	エクアドル	キト	首都：内陸にあり、大気汚染が深刻と想定 (対象外) 大気環境データが不十分の可能性。港湾都市。	○	3		○		○
	ジャマイカ	キングストン	首都						-
ドミニカ共和国	サントドミンゴ	首都						-	
アフリカ	スーダン	ハルツーム	首都：対象都市とする。将来は、下記2都市を合わせて検討すべきと想定。	○	3				○
		オムドゥルマン	(対象外) 首都に隣接するため。						
		アル・ハルツーム	(対象外) 首都に隣接するため。						
	ウガンダ	カンバラ	首都：JICAの別業務（本JVが実施）による調査が進行中である。ベンチマークの一つとなり得る。		2	○			○
	エチオピア	アディスアベバ	首都						-
	ケニア	ナイロビ	首都				○		○
		モンバサ	経済特区開発中						
	コートジボワール	アビジャン	旧首都：経済の中心で人口は470万人。首都はヤムスクロ市で約35.6万人。						-
	ナイジェリア	ラゴス	首都はアブジャ（人口約98万人）だが最大都市は旧首都のラゴス（約800万人）のためラゴスを選択。		1				○
モザンビーク	マプト	首都						-	
中東	アルジェリア	アルジェ	首都	○	2				○
	イラン	テヘラン	首都：JICAによる技術協力プロジェクトが実施中。本調査ベンチマーク国	○	3	○	○		○
	エジプト	カイロ	首都。他にアレクサンドリア等大都市があるが対象外とする。	○	1				○
	モロッコ	ラバト	首都。最大都市はカサブランカ。都市化はそれほど進んでいない。	○					○
	チュニジア	チュニス	首都						-
	パレスチナ	東エルサレム	首都。対象地域を設定するのは難しい。						-
欧州	コソボ	プリシュティナ	首都：JICAによる技術協力プロジェクトが実施中。本調査ベンチマーク国	○		○	○		○
	ウクライナ	キエフ	首都						-
	セルビア	ベオグラード	首都		3				○
	ボスニア・ヘルツェゴビナ	サラエボ	首都	○	2				○
	北マケドニア	スコピエ	首都：JICAによる大気環境測定監視局の支援が実施されている。(追加提案)		1		○	○	○
	アルバニア	ティラナ	首都：環境管理分野の協力事業を実施している。(追加提案)					○	○
	モルドバ	シンナウ	首都：JICAの別業務（本JVが実施）による調査が進行中である。ベンチマークの一つとなり得る。(追加提案)					○	○
		合計			22	20	6		3

出典：調査団作成

3.3. 情報収集

スクリーニングされた調査対象国に対し、文献調査及び Web サイト等により情報収集を行った。特記仕様書の調査項目に加え、分析のための基礎資料や、第 2 段階調査国選定の材料として有望な指標を検討し、基礎的社会的経済指標、自然条件、治安情報等を追加収集した。

(a) 作業の進め方

情報収集調査は主にインターネットを用いた HP・文献等の収集によるデスクサーベイによって行った。情報源は国によって異なるが、まず課題別研修カントリーレポート、Air Quality Policies 2015 (UNEP)、環境インフラ海外展開プラットフォーム（環境省

12) 等、多くの国で並列に概要が整理されたソースから基礎情報を入手し、それに基づいて国ごとに個別の情報を収集する。主たる情報収集源は分類ごとに後述する。

情報収集作業においては、各担当者の作業レベルを合わせ、共通認識に基づいて情報を収集できるよう、留意点を下記のように定めて収集作業を行った。

情報収集作業における留意点

- 出典を明記する（①，②...の資料番号を情報ごとに付記し、対応する出典を最下部の表にまとめる）。
- 省庁名、法律名等の固有名詞は英文の場合は英文のまま、日英を(できるだけ)併記とする。
- 情報の記載がないのか、「〇〇はない」という情報なのか区別できるように記載する。
- 都市に関する情報がない場合は国レベルの情報でよいが、特定の都市に関する情報の場合は分かるように明記する。
- いつの時点の情報かできるだけ記載する。
- 後述する情報整理方針に記載の分類 B の項目のうち、可能なものは発生源種類別にまとめる。発生源種類は
 - ・ 工業（鉄鋼業、セメント工業、小規模工場など、産業別が望ましい）
 - ・ 電力
 - ・ 自動車
 - ・ 船舶・航空
 - ・ 家庭
 - ・ 野焼き・農業程度にまとめる。

(b) 情報整理の方針

収集するデータは、各国／都市について統計等から数値情報として表せるものと、各国個別に定性的な情報を収集するものに大別される。収集されたデータは「情報整理フォーマット」に基づいて整理することとなっているが、定性的な記述までを一枚の表にまとめた場合一覧性が悪くなり、多国間での横並びの比較がしにくくなる。3.1.5 に示す統計分析による課題の類型化や、調査対象 33 都市の横並びでの比較がやりやすい一覧性の高い資料とするため、「情報整理フォーマット」では主に数値データのみを記載することとし、そこに書ききれないような定性的な情報は、国ごとに「個別表」を作成して、そちらに記載することとした。情報整理の方針を表 3-3 に示す。

「情報整理フォーマット」の概要は 3.4.1 に、全体版は別添資料 1 に、個別表は別添資料 2 に示す。

また各情報の出典が明確となるよう、「個別表」には引用元文献のリストを作成し、遡って出典資料の信頼性や情報の新旧を確認できるよう留意した。

12 <https://www.oecc.or.jp/jprsi/>

表 3-3 情報整理の方針

分類	項目	基本的な記載事項	情報整理フォーマット	個別表
A-0	都市環境の概要【追加】	主要な環境汚染問題、主要な発生源、都市の特徴などの概要		○
A-1	人口	人口	○	
A-2	面積	面積	○	
A-3	GDP(GNI)/capita	GDP/capita	○	
A-4	都市化率	都市化率	○	
A-5	経済成長率	経済成長率	○	
A-6	主要産業	産業別生産額？産業別就業者数？	○	
A-7	エネルギー消費量 エネルギー消費量/人口	燃料種別エネルギー消費量	○	
A-8	大気汚染系疾病数	大気汚染起因の死亡者数 大気汚染起因の死亡率	○	
A-9	夜間光	対象都市における夜間光平均値（衛星観測データより作成することを想定）	○	
A-10	識字率	識字率（2018年度）	○	
A-11	社会の成熟度	5歳未満児死亡率（出生数1000人当たりの死亡数）2018	○	
A-12	SDG Index	SDG Index (2021)		
A-13	Environmental Performance Index	EPI (2020)	○	
B-1	法体系、基本法、個別法、 地方レベル条例	環境汚染に関する基本法 の有無（制定年） 大気環境管理に関する個別法 の有無（制定年） 対象都市における大気汚染管理に関する条例 の有無（制定年）	有無のみ記載	○
B-2	環境基準	大気汚染物質に係る環境基準 の有無	有無のみ記載	○
B-3	大気汚染物質排出削減施策 及び規制基準	<u>工業</u> ボイラ等の排出ガス規制基準 の有無 使用燃料・品質に係る規制基準 の有無 <u>自動車</u> 自動車排出ガス規制基準 の有無（EURO規制等） 自動車燃料品質基準 の有無（EURO規制、硫黄分、鉛規制など） 中古車の輸入規制 の有無	有無のみ記載	○
B-4	大気環境管理政策	環境保全に関する基本方針・政策 の有無(国/都市) 大気環境管理に関する基本方針・政策 の有無(国/都市) 大気測定計画 の有無 その他大気環境に関わる政策・計画等 の有無		○
B-5	大気環境管理に関わるガイドライン・マニュアル	大気環境測定に関するガイドライン・マニュアル の有無 排ガス測定・工場監査に関するガイドライン・マニュアル の有無	有無のみ記載	○
B-6	大気環境管理に携わる中央/ 主要都市の行政組織	大気環境管理を所掌する中央官庁 の有無（名称） 大気環境管理を所掌する市の部局 の有無（名称）		○
B-7	大気環境改善の省庁間連携 や調整メカニズム	大気環境管理に関する省庁間合同委員会など の有無		○

B-8	大気環境モニタリング体制	大気環境測定局の有無（と局数） 大気汚染物質測定項目 PM _{2.5/10} , NO _x , SO _x 等 大気環境年報の有無 環境分析ラボの有無	有無の記載 測定局数	○
B-9	大気環境モニタリングの現況	大気中の各汚染物質のモニタリング濃度についての概要		○
B-10	発生源（工場・事業場）の監視体制	工場に対する監視体制の有無（排ガス監査・モニタリング義務付け等）		○
B-11	当該国/都市における主要産業界の取組状況	主要産業で対策をとっている事業者の大凡の割合？ 主要産業で規制対象となる事業者の規模？		○
B-12	大気汚染対策ツールの整備状況	大気汚染物質の排出インベントリの作成・公開・更新頻度 の有無 大気拡散シミュレーションの実施例の有無 PM成分分析・レセプターモデルの実施例の有無		○
B-13	エネルギー消費量	燃料種別エネルギー消費量	○	
B-14	GHG 排出量データ	産業別 GHG 排出量	○	
B-15	大気汚染対策の立案・実施・改定状況	主要な大気汚染関連の法・計画の変遷		○
B-16	条約・国際的枠組み等	大気汚染関連の条約等の加盟状況、EU加盟志向等		○
C-1	日本による支援実績	円借款/無償資金協力/技術協力の支援額（2018年度及び類型、億円）	○	
C-2	主要ドナー（バイ）による経済協力実績	上位3か国の支援額（2017年度、百万ドル）	○	
C-3	国際機関（マルチ）による経済協力実績	上位3機関の支援額（2017年度、百万ドル）	○	
D-1	PM _{2.5} , O ₃ , NO ₂ , SO ₂ , CO, 有害物質のうち入手可能な測定データ	PM _{2.5} 年平均値（年平均値）、経年変化	○	○
E-1	標高	対象都市代表地点の標高（気象観測点、または対象市中心部の標高を抽出）	○	
E-2	年間平均気温	代表地点の年平均気温、月別平均値	○	
E-3	年平均風速	代表地点の年平均風速、月別平均値	○	
E-4	日射量	代表地点の平均日射量	○	
F-1	治安	外務省危険情報	○	
F-2	政治・社会安定度	政治の安定と暴力の不在度ランク 2019年 (分析対象国約210か国中のパーセンタイル値で示す。 100に近いほど良好であることを示す)	○	
追加	人口/都市	人口/都市	○	
追加	人口密度	人口密度	○	
追加	自動車排ガス対策関連施策の有無（車検制度の有無、排ガス規制、輸入車に対する規制有無）	Euro 規制レベル	○	
追加	自動車燃料基準・規制の有無（硫黄分濃度 ppm）		○	
追加	就学率（大学等高等教育）		○	
追加	政府の公衆衛生政策の指標	千人あたりの医師数	○	

※ 「分類」欄に「追加」とあるものは、フォーマット作成後に追加調査を行った項目。

(c) 調査項目・結果

以下、各分類ごとに、調査項目および項目ごとの調査結果の概要を記載する。各国横断的に比較できる数値データは「情報整理フォーマット」に記載することとし、そこに

書ききれないような定性的な情報は、国ごとに「個別表」を作成して別添資料 2 として取りまとめている。

分類 A：社会経済指標

社会経済指標として収集した項目および出典は、表 3-4 のとおりである。「A-0 都市環境の概要」を除き、定量的なデータを収集できる。「A-3 一人当たり GDP」、「A-4 都市化率」、「A-7 エネルギー消費量」といった情報は PM_{2.5} の曝露値とも相関がみられた (3.5 に分析結果を示す)。

表 3-4 分類 A (社会経済指標) に関わる情報収集概要

No.	項目	基本的な記載事項	対象	データ出典
A-0	都市環境の概要	主要な環境汚染問題、主要な発生源、都市の特徴などの概要	国・都市	UNEP が発行する各国の "Air Quality Policies" や、インターネット上で確認できた二次情報を踏まえて整理
A-1	人口	人口	国	World Population Prospect 2019 (UN Population Division) 2020 年データ
A-2	面積	面積	国	UN- Demographic Yearbook System 2019 (km ²)
A-3	GDP(GNI) /capita	一人当たり GDP	国	UN- National Accounts - Analysis of Main Aggregates (data of 2019)
A-4	都市化率	都市化率	国	2018 Revision of World Urbanization Prospects (data of 2020 estimate)
A-5	経済成長率	経済成長率	国	UN- National Accounts - Analysis of Main Aggregates (data of 2019)
A-6	主要産業	主要産業 (ISIC) /産業別付加価値	国	UN- National Accounts - Analysis of Main Aggregates (AMA) (USD, data of 2019) (d)
A-7	エネルギー消費量	燃料種別エネルギー消費量	国	IEA 統計資料
A-8	大気汚染系疾病数	大気汚染起因の死亡者数	国	WHO: Ambient and household air pollution attribute death rate (per 100 000 population), 2016
A-9	夜間光	対象都市における夜間光平均値 (衛星観測データをもとに、GIS を用いて取得)	都市	Version 4 DMSP-OLS Nighttime Lights Time Series by NOAA
A-10	識字率	識字率 (2018 年度)	国	WB Databank
A-11	社会の成熟度	5 歳未満児死亡率 (出生数 1000 人当たりの死亡数) 2018 年度	国	UNICEF 世界子供白書 2019
A-12	SDG Index	SDG Index (2021)	国	Jeffrey D. Sachs 他, Sustainable Development Report 2021
追加	Environmental Performance Index (EPI)	EPI (2020)	国	EPI ウェブサイト

出典：調査団作成

分類 B：大気環境管理

大気環境管理に関して収集した項目および結果概要は、表 3-5 のとおりである。なお、情報収集にあたっては、JICA より提供された 2010 年～2020 年までの課題別研修「大気環境管理に向けたキャパシティビルディング」のカントリーレポート、Air Quality Policies(UNEP)、環境インフラ海外展開プラットフォーム 国・都市別情報(OECC)、Environmental Performance Review(UNECE)等を基礎資料としながら、主にインターネットでの検索により入手した、対象国・都市で実施された既往の調査結果や二次資料等を参考とした。

政策や環境基準、排出基準等の基礎的な項目についての情報は、ほとんどの国で比較的情報を得やすかったが、一方で B-7「大気環境改善の省庁間連携や調整メカニズム」や B-11「主要産業界の取組状況」等は、多くの対象国で入手が困難であった。どこからそのような情報が発信されているかがケースバイケースで想定しにくく、また実際そのような活動が途上国では少ないためと考えられる。

また東南アジアであれば EANET、中欧諸国(EU 加盟候補国)であれば Environmental Performance Review (UNECE)というように、同じ枠組みの中にある国は共通した項目の情報得やすく、相互比較がしやすいと考えられる。

また国レベルでの情報は得られても、都市レベルの情報には到達できない場合も多くみられた。都市レベルでの情報発信は、国レベルに比べて少ないこと、またあったとしても現地語のみでの発信となっている場合が多いと推測される。

表 3-5 分類 B (大気環境管理) に関わる情報収集結果概要

No.	項目	基本的な記載事項	結果概要
B-1	法体系、基本法、個別法、地方レベル条例	<ul style="list-style-type: none"> 環境汚染に関する基本法の有無（制定年） 大気環境管理に関する個別法の有無（制定年） 対象都市における大気汚染管理に関する条例の有無（制定年） 	<ul style="list-style-type: none"> 全ての対象国において、環境基本法もしくはそれに準ずる法律が存在することを確認できた。 一方、国によって法体系が異なることから、個別法や条例に関しては、情報収集が困難であり、また横並びの比較も困難であった。 入手できた場合は、法の概要、章題程度を個別表に記載している。
B-2	環境基準	大気汚染物質に係る環境基準の有無	<ul style="list-style-type: none"> ほとんどの対象国において、一般大気環境基準が存在することを確認できた。 入手できた場合は、対象物質と基準値・平均化時間等を個別表に記載している。
B-3	大気汚染物質排出削減施策及び規制基準	<u>工業</u> <ul style="list-style-type: none"> ボイラ等の排出ガス規制基準の有無 使用燃料・品質に係る規制基準の有無 <u>自動車</u> <ul style="list-style-type: none"> 自動車排出ガス規制基準の有無（EURO 規制等） 	<ul style="list-style-type: none"> 多くの対象国において、工業に関わる排出基準が存在することを確認できた。一方、排出基準の存在を確認することが困難な国があり、また現在大気環境に関わる JICA 事業を実施している国等において、排出基準が存在

No.	項目	基本的な記載事項	結果概要
		<ul style="list-style-type: none"> 自動車燃料品質基準の有無（EURO規制、硫黄分、鉛規制など） 中古車の輸入規制の有無 	<p>しないことを確認できた国もあった（ウガンダ等）。</p> <ul style="list-style-type: none"> 自動車の排ガス規制については、東南アジアやヨーロッパで比較的確認することができた一方、中南米等の非英語圏、アフリカ等を中心に、情報収集が困難な国もあった。 数値化可能な指標として、可能ならば各国のEURO規制相当、燃料中硫黄分を抽出して情報整理フォーマットに記載した。
B-4	大気環境管理政策	<ul style="list-style-type: none"> 環境保全に関する基本方針・政策の有無(国レベル/都市レベル) 大気環境管理に関する基本方針・政策の有無(国レベル/都市レベル) 大気測定計画の有無 その他大気環境に関わる政策・計画等の有無（都市・交通計画等） 	<ul style="list-style-type: none"> JICAによる技術協力プロジェクトの実施国や東南アジアやヨーロッパでは、比較的容易に情報を収集することができた。中南米等の非英語圏、アフリカ等を中心に、情報収集が困難な国もあった。
B-5	大気環境管理に関わるガイドライン・マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> 大気環境測定に関するガイドライン・マニュアルの有無 排ガス測定・工場監査に関するガイドライン・マニュアルの有無 	同上
B-6	大気環境管理に携わる中央/主要都市の行政組織	<ul style="list-style-type: none"> 大気環境管理を所掌する中央官庁の有無（名称） 大気環境管理を所掌する対象都市の部局の有無（名称） 	<ul style="list-style-type: none"> ほとんどの対象国において、情報を収集できた。 入手できた場合は、組織図、人員数等を個別表に記載している。
B-7	大気環境改善の省庁間連携や調整メカニズム	大気環境管理に関する省庁間合同委員会などの有無	<ul style="list-style-type: none"> JICAによる技術協力プロジェクトを実施している一部の国を除き、情報収集が困難であった。
B-8	大気環境モニタリング体制	<ul style="list-style-type: none"> 大気環境測定局の有無（と局数） 大気汚染物質測定項目 PM_{2.5/10}, NO_x, SO_x 等 大気環境年報の有無 環境分析ラボの有無 	<ul style="list-style-type: none"> アフリカを除き、多くの国で大気環境測定局の有無や局数の情報を得られた一方、測定局の種類や測定項目、測定精度による整理のための情報は、多くの国で収集が困難であった。 大気環境年報や環境分析ラボの有無についても、情報を入手しやすい国としづらい国でバラツキがあった。
B-9	大気環境モニタリングの現況	大気中の各汚染物質のモニタリング濃度についての概要	<ul style="list-style-type: none"> 情報を入手しやすい国としづらい国でバラツキがあった。調査対象国には、大気環境モニタリング局が多く設置されている国から全くない測定を行っていない国がある。また、モニタリング局の設置が進んでいる国であっても、モニタリングデータを解析して活用する意識や技術がないため、公開する情報がない場合もあった。
B-10	発生源（工場・事業場）の監視体制	工場に対する監視体制の有無（排ガス監査・モニタリング義務付け等）	同上

No.	項目	基本的な記載事項	結果概要
B-11	当該国/都市における主要産業界の取組状況	<ul style="list-style-type: none"> 主要産業で対策をとっている事業者の大凡の割合 主要産業で規制対象となる事業者の規模 	<ul style="list-style-type: none"> JICAによる技術協力プロジェクトを実施している一部の国を除き、情報収集が困難であった。
B-12	大気汚染対策ツールの整備状況	<ul style="list-style-type: none"> 大気汚染物質の排出インベントリの作成・公開・更新頻度の有無 大気拡散シミュレーションの実施例の有無 PM成分分析・レセプターモデルの実施例の有無 	<ul style="list-style-type: none"> JICAによる技術協力プロジェクトを実施している一部の国を除き、情報収集が困難であった。
B-13	エネルギー消費量	燃料種別エネルギー消費量	A-7と重複
B-14	GHG排出量データ	産業別GHG排出量	「CO ₂ emissions without LULUCF / LUCF, UNFCCC」を参照し、パキスタンとコソボを除いて収集できた。
B-15	大気汚染対策の立案・実施・改定状況	主要な大気汚染関連の法・計画の変遷	<ul style="list-style-type: none"> 一部収集できたものの、国によって法体系が異なることから、横並びの比較も困難であった。
B-16	条約・国際的枠組み等	大気汚染関連の条約等の加盟状況、EU加盟志向等	

出典：調査団作成

分類 C：経済協力実績

経済協力実績については、政府開発援助国別データ集（外務省）に基づき、表 3-6 に示すデータを収集した。全ての国について統一的な情報源から得られたため、データの年度も同じであり、多国間の比較に適したデータが得られた。

一方で、対象が国レベルであること、またいずれも支援の総額であるため、環境管理分野での支援実績の大小とは一致しないことには注意が必要である。

表 3-6 分類 C（経済協力実績）に関わる情報収集結果概要

No.	項目	基本的な記載事項	対象	データ出典
C-1	日本による支援実績	円借款/無償資金協力/技術協力の支援額（2018年度及び類型、億円）	国	政府開発援助国別データ集（外務省）
C-2	主要ドナー（バイ）による経済協力実績	上位3か国の支援額（2017年度、百万ドル）	国	政府開発援助国別データ集（外務省）
C-3	国際機関（マルチ）による経済協力実績	上位3機関の支援額（2017年度、百万ドル）	国	政府開発援助国別データ集（外務省）

出典：調査団作成

分類 D：大気環境データ

大気環境データとして収集したのは、以下のデータである。データは、インターネットを通じて入手した。データの概要について、以下に示す。

C-1 PM _{2.5} ,O ₃ ,NO ₂ ,SO ₂ ,CO,有害物質のうち入手可能な測定データ
<p>○名称：SDG Indicator 11.6.2 Concentrations of fine particulate matter (PM_{2.5})①</p> <p>○主なデータ項目</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象年：2010年～2016年 ・対象国：世界194か国 ・対象地域：Urban, Rural, Totalの3区分 ・PM_{2.5}濃度年平均値 (FactValueNumeric)、最大値 (FactValueNumericHigh)、最小値 (FactValueNumericLow)

出典：①WHO, [https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/concentrations-of-fine-particulate-matter-\(pm2-5\)](https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/concentrations-of-fine-particulate-matter-(pm2-5))

「SDG Indicator 11.6.2 Concentrations of fine particulate matter (PM_{2.5})」は、世界各国の都市部における人口加重平均されたPM_{2.5}濃度の年平均値のデータである。データは、194か国について、2010年～2016年までのPM_{2.5}年平均濃度が都市部、郊外、合計の3区分で集計されている。データの精度や信頼性の確認として、Metadataの情報を表3-7に示す。

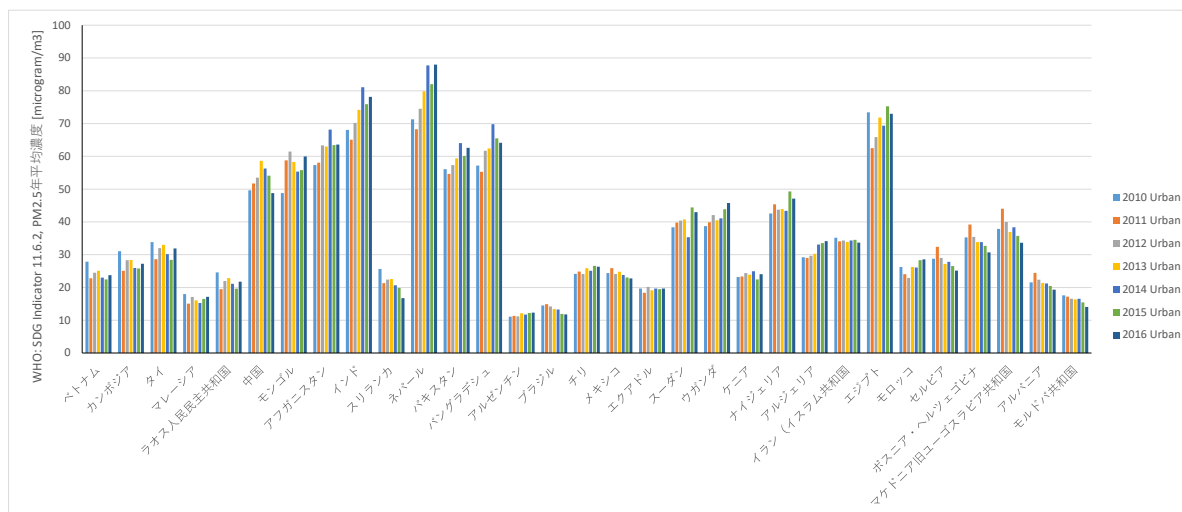
表 3-7 WHOによるPM_{2.5}年平均値のMetadata

項目	内容
定義	人口加重平均PM _{2.5} 濃度 [microgram/m ³]
注意事項	<ul style="list-style-type: none"> ・データ品質は、高所得国では概ね良好である。 ・都市部や農村部の定義は、国によって異なる場合がある。
PM _{2.5} 濃度算定手法	衛星リモートセンシング、人口推計、地形、地上観測結果によるデータ統合の結果を用いたモデリングにより推定されている (WHO, 2016a; Shaddick et al, 2016)
解像度と範囲	水平解像度 0.1° × 0.1°、世界194か国
PM _{2.5} 濃度推定手法	<p>以下の算式で人口加重平均濃度値としている。</p> $Cagg = \text{SUM} (Cnat \times Pnat) / \text{SUM} (Pnat)$ <p>Cagg: 都市や地域別の推定結果 Cnat: 各国の推計値 Pnat: 各国の人口</p>
品質保証	推定に用いたインプットデータは、公式に公表されたデータである。推定結果は、慎重にクロスチェックされ、地上観測結果と比較されている。

出典：SDG Indicator Metadata Institutional information, Metadata on SDGs Indicator 11.6.2 Indicator category: Tier I

図3-1に、調査対象国の2010年～2016年の人口加重平均PM_{2.5}年平均値を示す。PM_{2.5}年平均濃度は、地域別では全体的にアジア地域が高濃度で、次いでアフリカや中東諸国が高い傾向となっていた。

年別では、上昇傾向にある国と、横ばい、または減少傾向にある国に分けられる。とくにアジア地域では、比較的高い上昇傾向を示している国が多い。



出典：調査団作成（SDG Indicator 11.6.2, WHO）

図 3-1 2010 年～2016 年の人口加重平均 PM_{2.5} 年平均値

分類 E：自然条件

分類 E の自然条件データのうち、E-1 標高、E-2 年間平均気温、E-3 年平均風速のデータとして収集したのは、以下のデータである。データは、インターネットを通じて入手した。データの概要について、以下に示す。

E-1 標高、E-2 年間平均気温、E-3 年平均風速
○名称：Historical Unidata Internet Data Distribution (IDD) Global Observational Data①
○主なデータ項目
・測定項目：気温、風速、風向、気圧等の気象要素
・測定地点属性：WMOID、緯度、経度、標高
・測定地点数：29,500 地点（2020 年 1 月 1 日 00 [UTC]）
・時間間隔：1 日 4 回 6 時間間隔（00, 06, 12, 18 [UTC]）
○名称：気象庁：世界の地点別平年値②
○主なデータ項目
・世界各地の気温、降水量の平年値（1991～2020 年の観測値による平均値）

出典：①NCAR/UCAR, <https://rda.ucar.edu/datasets/ds336.0/>

②気象庁, <https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/monitor/normal/>

「Historical Unidata Internet Data Distribution (IDD) Global Observational Data」と「気象庁：世界の地点別平年値」のデータをもとにして、調査対象国の主要都市や空港にある測定地点のデータを収集した。収集対象期間は、2020 年である。データの精度や信頼性については、各国の気象機関から出されている気象通報の公表値であるため、十分と思われる。

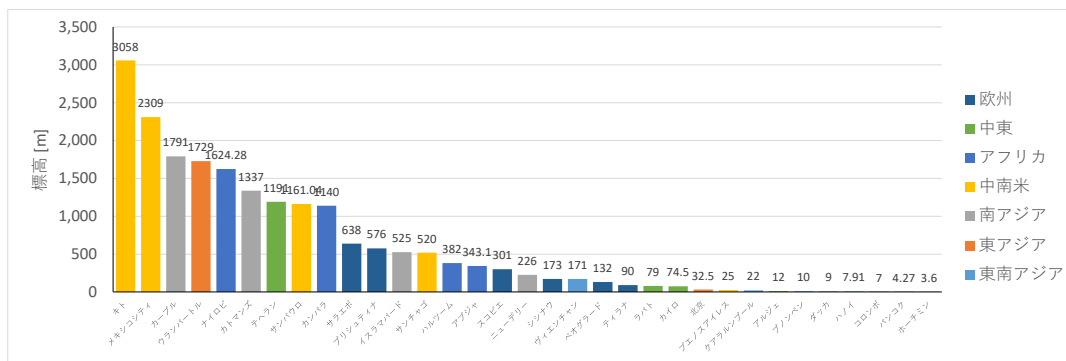
収集した地点と収集データについて以下に示す。スーダンではデータが得られなかったため、「気象庁：世界の地点別平年値」より標高と平均気温を取得した。また、コソボも同様に国内のデータが得られなかったため、近隣のセルビアの南部にある VRANJE 地点のデータを用いた。

表 3-8 気象情報を収集した地点と収集データ

地域区分	国	都市	地点名	標高 [m]①③	平均気温 [°C]②③	平均風速 [m/s]②	WMOID①	(緯度, 経度)①③
東南アジア	ベトナム	ハノイ	HA DONG	7.91	25.0	1.9	48825	(20 58 00N, 105 46 00E)
		ホーチミン	NHA BE	3.6	28.2	1.4	48894	(10 39 00N, 106 43 00E)
	カンボジア	プノンペン	PHNOM-PENH (KHMROUGH)	10	26.2	1.2	48991	(11 36 00N, 104 52 00E)
	タイ	バンコク	BANGKOK METROPOLIS	4.27	29.2	0.6	48455	(13 43 35N, 100 33 36E)
	マレーシア	クアラルンプール	KUALA LUMPUR/SUBANG	22	28.1	1.2	48647	(03 07 00N, 101 33 00E)
ラオス	ヴィエンチャン	VIENTIANE	171	27.1	1.4	48940	(17 57 00N, 102 34 00E)	
東アジア	中国	北京	BEIJING	32.5	13.8	2.0	54511	(39 56 00N, 116 17 00E)
	モンゴル	ウランバートル	ULAAABAATAR	1729	1.0	1.4	44292	(47 55 00N, 106 52 00E)
南アジア	アフガニスタン	カーブル	KABUL AIRPORT	1791	17.1	1.7	40948	(34 33 00N, 69 13 00E)
	インド	ニューデリー	NEW DELHI/PALAM	226	24.7	2.0	42181	(28 34 00N, 77 07 00E)
	スリランカ	コロンボ	COLOMBO	7	28.4	0.7	43466	(06 54 00N, 79 52 00E)
	ネパール	カトマンズ	KATHMANDU AIRPORT	1337	15.2	1.4	44454	(27 42 00N, 85 22 00E)
	パキスタン	イスラマバード	ISLAMABAD AIRPORT	525	21.9	2.8	41571	(33 37 00N, 73 06 00E)
	バングラディッシュ	ダッカ	DHAKA	9	27.1	0.6	41923	(23 46 00N, 90 23 00E)
	アルゼンチン	フェノスアイレス	BUENOS AIRES OBSERVATORIO	25	18.4	2.2	87585	(34 35 00S, 58 29 00W)
中南米	ブラジル	サンパウロ	SAO PAULO (AERO)	1161.04	21.1	3.5	83780	(23 37 00S, 46 39 00W)
	チリ	サンチャゴ	QUINTA NORMAL	520	15.4	0.7	85577	(33 26 42S, 70 40 57W)
	メキシコ	メキシコシティ	MEXICO (CENTRAL), D.F.	2309	20.3	2.2	76680	(19 24 00N, 99 11 00W)
	エクアドル	キト	IZOBAMBA	3058	12.6	0.5	84088	(00 22 00S, 78 33 00W)
アフリカ	スーダン	ハルツーム	ハルツーム	382	30.5	-	-	(15 36 00N, 32 33 00E)
	ウガンダ	カンパラ	ENTEBBE AIRPORT	1140	22.8	3.0	63705	(00 03 00N, 32 27 00E)
	ケニア	ナイロビ	JOMO KENYATTA INTERNATIONAL AIRPORT	1624.28	19.7	3.1	63740	(01 19 39S, 36 54 59E)
	ナイジェリア	アブジャ	ABUJA	343.1	26.9	2.2	65125	(09 15 00N, 07 00 00E)
	中東	アルジェリア	アルジェ	ALGER-PORT	12	20.2	1.3	60369
イラン		テヘラン	TEHRAN-MEHRABAD	1191	17.9	3.0	40754	(35 41 00N, 51 19 00E)
エジプト		カイロ	CAIRO	74.5	22.7	4.1	62366	(30 06 41N, 31 24 50E)
モロッコ	ラバト	RABAT-SALE	79	17.6	2.6	60135	(34 02 46N, 06 45 29W)	
欧州	コソボ	プリシュティナ	VRANJE	576	11.9	1.6	13489	(42 33 00N, 21 55 00E)
	セルビア	ベオグラード	BEOGRAD	132	13.7	1.9	13274	(44 48 00N, 20 28 00E)
	スロバキア	ブラチスラヴァ	SARAJEVO-BJELAVE	638	11.1	1.9	14654	(43 52 00N, 18 26 00E)
	北マケドニア	スコピエ	SKOPJE-ZAJCEV RID	301	13.9	2.2	13588	(42 01 00N, 21 24 00E)
	アルバニア	ティラナ	TIRANA	90	16.9	2.1	13615	(41 20 00N, 19 47 00E)
	モルドバ	シナウ	CHISINAU	173	12.1	3.0	33815	(47 01 00N, 28 59 00E)
	ポーランド	ワルシャワ	WARSAWA	112	9.0	1.7	13777	(52 03 00N, 21 03 00E)
	ドイツ	ベルリン	BERLIN	34	9.0	1.7	13777	(52 03 00N, 21 03 00E)
	フランス	パリ	PARIS	35	10.0	1.7	13777	(48 28 00N, 2 29 00E)
	イタリア	ローマ	ROME	21	13.5	1.7	13777	(41 54 00N, 12 29 00E)

出典：①気象庁「国際地点番号表」<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/station/station.html>
 ②NCAR/UCAR「Historical Unidata (ds336.0)」<https://rda.ucar.edu/datasets/ds336.0/>
 ③気象庁「世界の地点別平年値」<https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/monitor/normal/>

E-1 標高のデータ分布について図 3-2 に示す。収集したデータの中で最も標高が高かったのは、エクアドルのキトで 3,058 [m] であった。逆に最も低かったのはベトナムのホーチミンで 3.6 [m] であった。

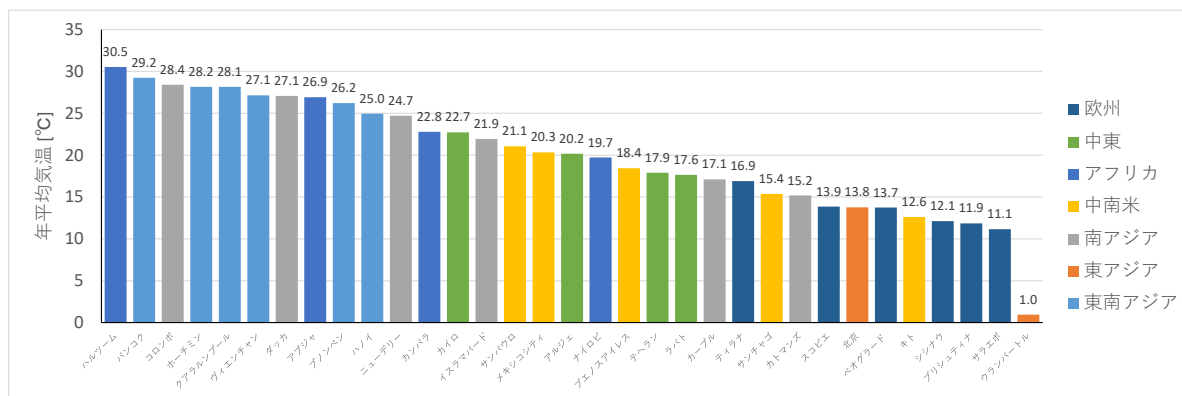


出典：気象庁「国際地点番号表」<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/station/station.html> 気象庁「世界の地点別平年値」<https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/monitor/normal/> より調査団作成

図 3-2 調査対象都市の標高

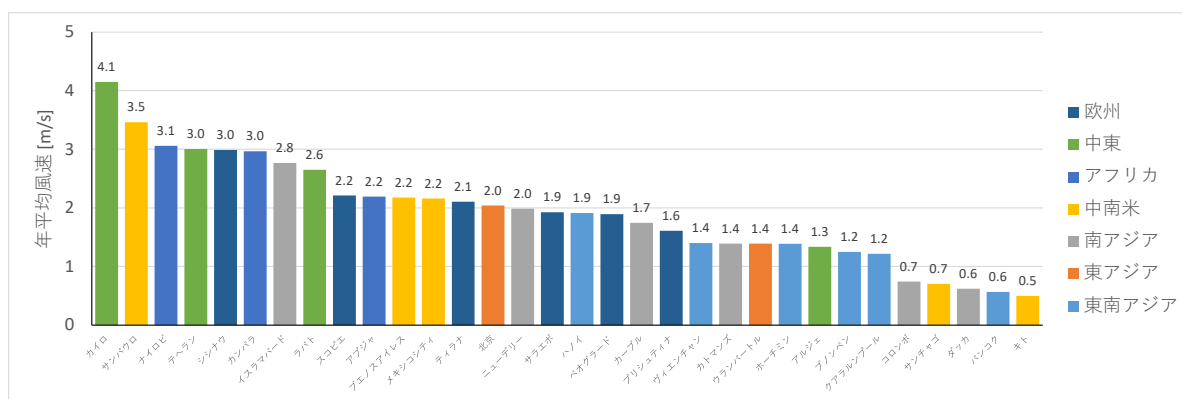
E-2 年間平均気温と E-3 年平均風速のデータ分布について示す。収集したデータの中で最も年平均気温が高かったのは、スーダンのハルツームで 30.5 [°C] であった。逆に最も低かったのはモンゴルのウランバートルで 1.0 [°C] であった。年平均気温に関しては、東南アジア諸国が高めで、逆に東アジアや欧州諸国が低めになっている傾向が確認でき

る。年平均風速が最も強かったのは、エジプトのカイロで 4.1 [m/s] であった。逆に最も弱かったのは、エクアドルのキトで 0.5 [m/s] であった。



出典：NCAR/UCAR「Historical Unidata (ds336.0)」<https://rda.ucar.edu/datasets/ds336.0/> 気象庁「世界の地点別平年値」<https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/monitor/normal/> より調査団作成

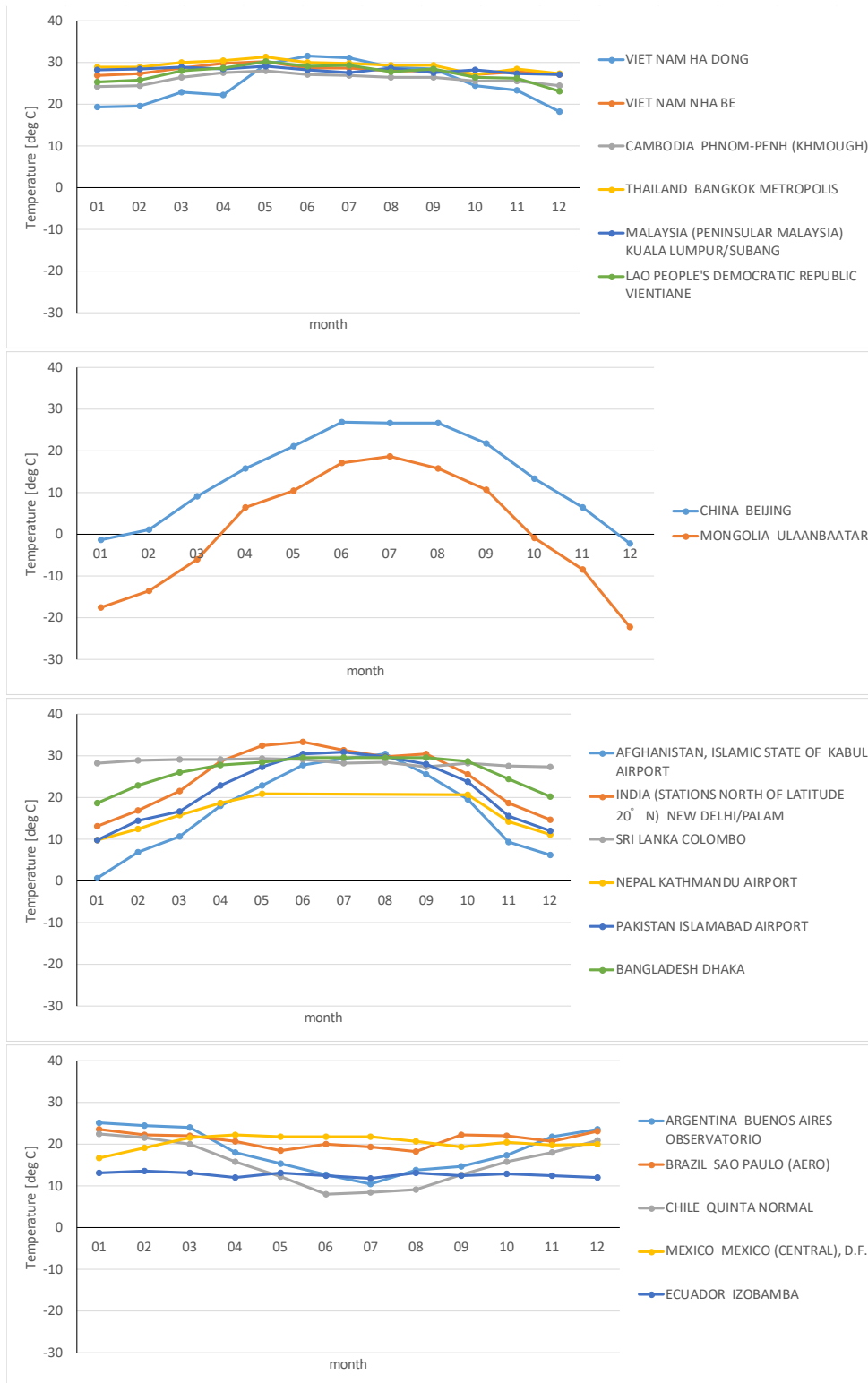
図 3-3 調査対象都市の年平均気温



出典：NCAR/UCAR「Historical Unidata (ds336.0)」<https://rda.ucar.edu/datasets/ds336.0/> より調査団作成

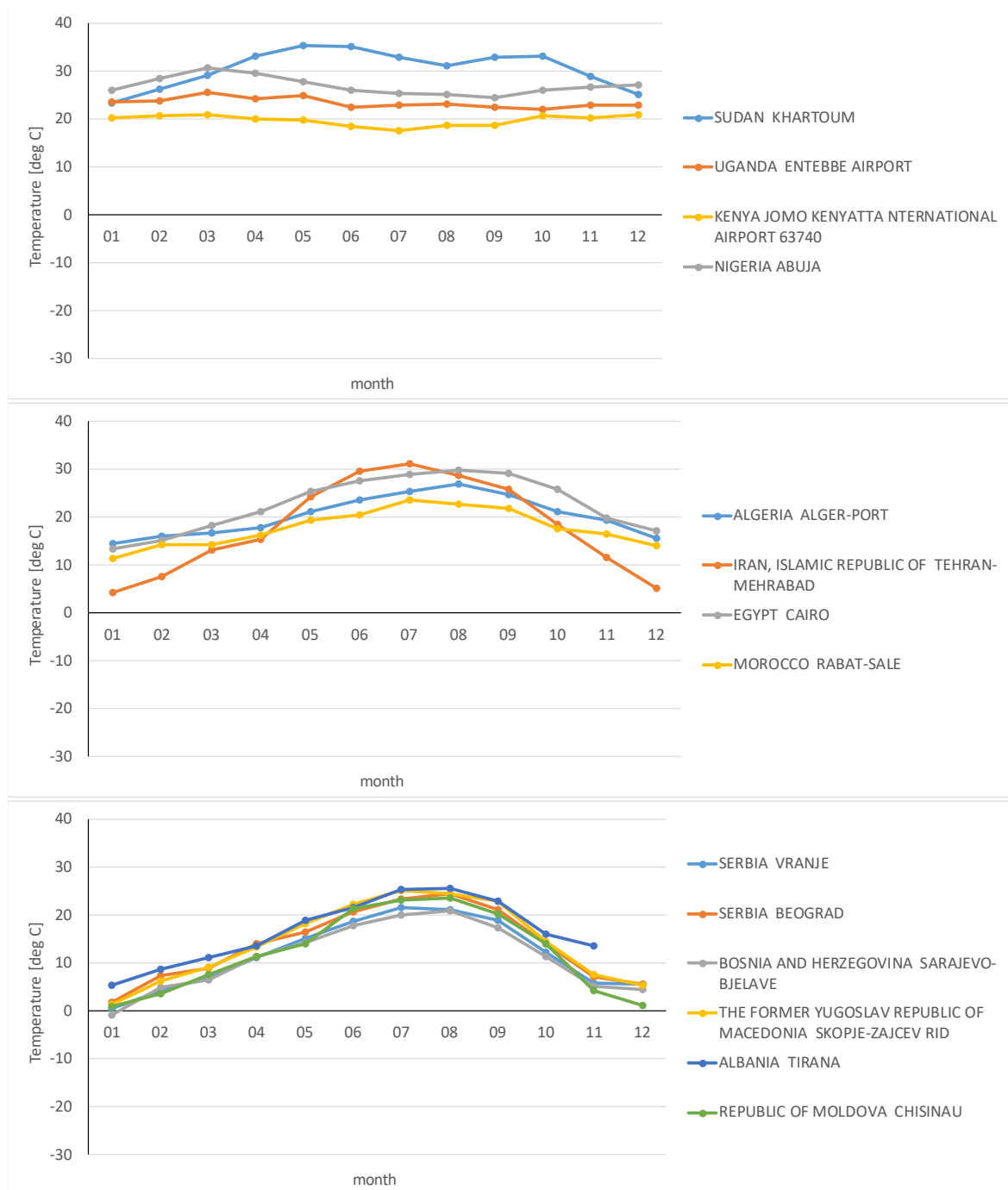
図 3-4 調査対象都市の年平均風速

一般に、気温や風速は、地点や季節等の条件によって傾向が異なる。年平均値に加えて季節変化傾向を確認すると、各国の自然状況の把握に役立つと考えられる。そこで、気温と風速の月平均値の変化について確認した。



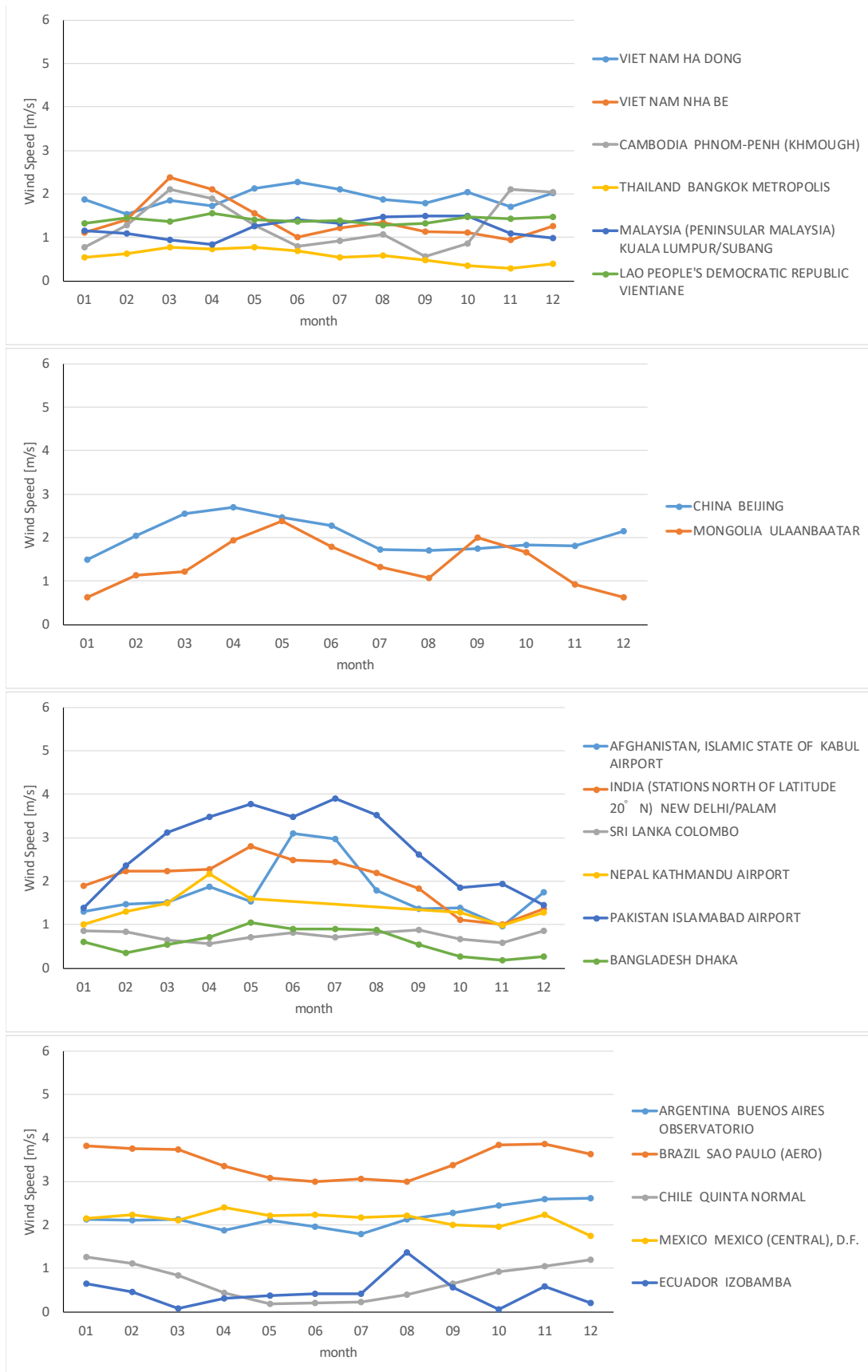
出典：NCAR/UCAR 「Historical Unidata (ds336.0)」 <https://rda.ucar.edu/datasets/ds336.0/> より調査団作成

図 3-5 東南アジア、東アジア、南アジア、中南米の各地点の月平均気温の変化



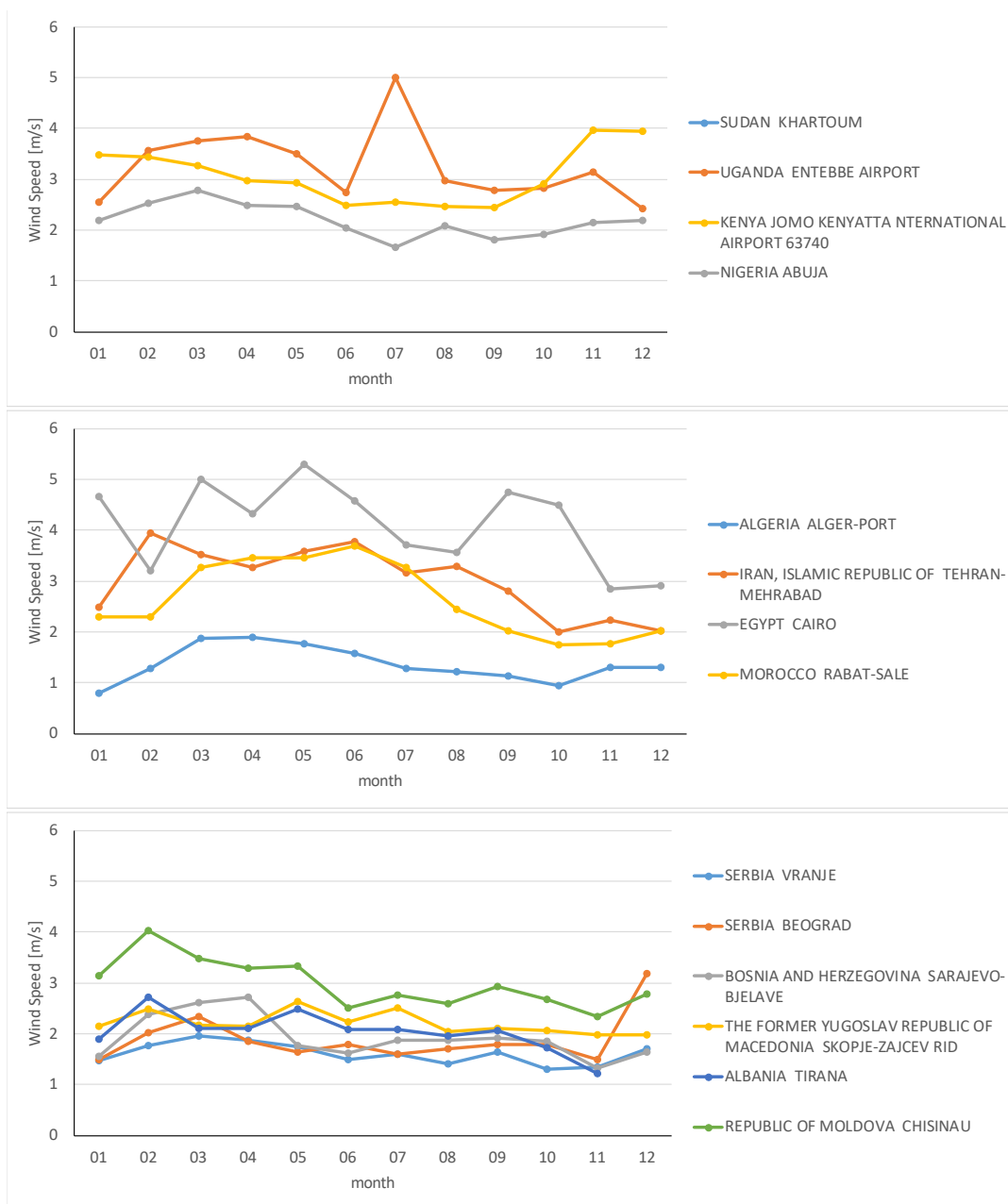
出典：NCAR/UCAR「Historical Unidata (ds336.0)」<https://rda.ucar.edu/datasets/ds336.0/> 気象庁「世界の地点別平年値」<https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/monitor/normal/> より調査団作成

図 3-6 アフリカ、中東、欧州の各地点の月平均気温の変化



出典：NCAR/UCAR 「Historical Unidata (ds336.0)」 <https://rda.ucar.edu/datasets/ds336.0/> より調査団作成

図 3-7 東南アジア、東アジア、南アジア、中南米の各地点の月平均風速の変化



出典：NCAR/UCAR「Historical Unidata (ds336.0)」 <https://rda.ucar.edu/datasets/ds336.0/> より調査団作成

図 3-8 アフリカ、中東、欧州の各地点の月平均風速の変化

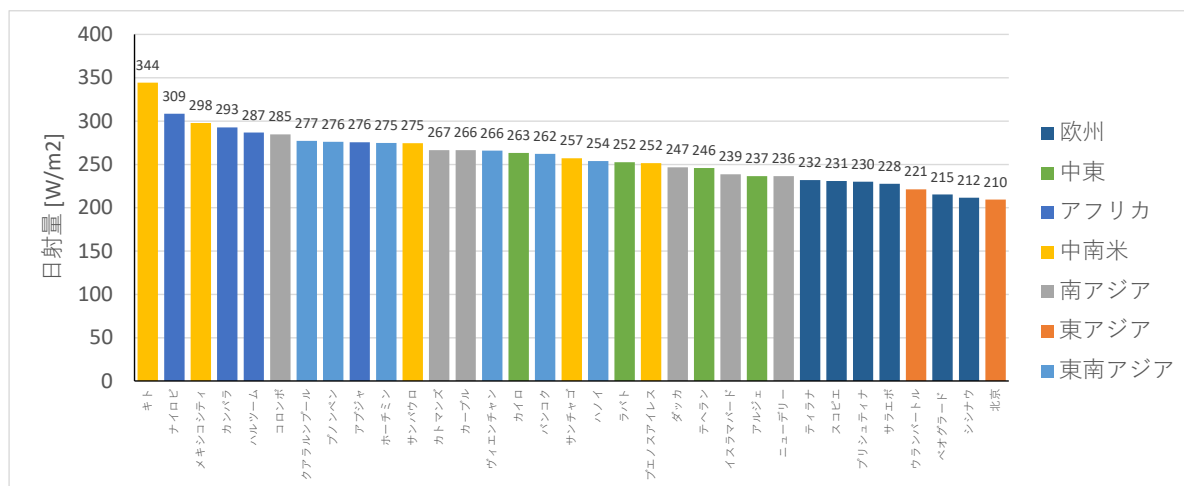
分類 E の自然条件データのうち、E-4 日射量のデータとして収集したのは、以下のデータである。データは、インターネットを通じて入手した。データの概要について、以下に示す。

E-4 日射量
○名称：CAMS solar radiation time-series①
○主なデータ項目
・要素：日射量（地表面の全天日射量、散乱日射量、直達日射量）等
・地点属性：緯度、経度、標高
・水平解像度：3-5km
・時間間隔：1時間間隔

出典：①ECMWF, Copernicus Atmosphere Monitoring Service,
<https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-solar-radiation-timeseries?tab=form>

「CAMS solar radiation time-series」は、ECMWFのCopernicus大気質モニタリングサービスが提供している全球の日射量データセットである。大気質の状況や地表面状態、衛星観測のデータ等をもとに、世界の日射量が提供されている。データの精度や信頼性については、Supplementary services¹³で3か月単位の品質チェックの結果が公開されており、精度や信頼性は十分と考えられる。

日射量データの収集対象期間は、2020年である。E-1～E-3の各地点に対応する地点の日射量を入力し、年平均値として整理した。E-4日射量のデータ分布について示す。日射量は、地表面の晴天時の全天日射量を集計して求めた。収集したデータの中で最も年平均日射量が高かったのは、エクアドルのキトで344 [W/m²]であった。逆に最も低かったのは中国の北京で210 [W/m²]であった。



出典：ECMWF, Copernicus Atmosphere Monitoring Service,
<https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-solar-radiation-timeseries?tab=form> より調査団作成

図 3-9 調査対象都市の年平均日射量（晴天時・全天日射量）

¹³ <https://atmosphere.copernicus.eu/supplementary-services#fa6856b7-a306-4cc4-9137-f3e0cb703093>

分類 F：支援の実現可能性

治安・安定度に係る情報として収集した情報を表 3-9 に示す。

この情報自体は都市の環境管理に直接関係する指標ではないが、将来的に支援を検討する際に安定的に事業を行えるかの検討材料となるものである。全ての国について統一的な情報源から得ることができた。

表 3-9 分類 F（治安・安定度）に関わる情報収集結果概要

No.	項目	基本的な記載事項	対象	データ出典
F-1	治安	外務省危険情報	国	海外安全情報（外務省）2021年8月時点での調査
F-2	政治・社会安定度	政治の安定と暴力の不在度ランク 2019年 (分析対象国約 210 か国中のパーセンタイル値で示す。100 に近いほど良好であることを示す)	国	Worldwide Governance Indicators (WGI) Political Stability and Absence of Violence/Terrorism

3.4. 情報整理フォーマットおよび基礎的チェックリスト

3.4.1. 情報整理フォーマット

3.1.3(b)で収集した情報のうち、各国の情報を横並びで比較しやすい項目について、情報整理フォーマットとして一覧表で整理した。また視認性向上のため、色分けを行った。

表 3-10 に、作成した情報整理フォーマット（抜粋）を示す。

表 3-10 情報整理フォーマット (抜粋)

地域区分	情報整理フォーマット (案)																																		
	東南アジア			東アジア			南アジア			中東			アフリカ			中東			欧州																
国	ベトナム	カンボジア	タイ	マレーシア	ラオス	中国	モンゴル	アフガニスタン	インド	スリランカ	ネパール	バングラデシュ	パキスタン	インドネシア	スリランカ	ウガンダ	ケニア	ナイジェリア	アルジェリア	イラン	エジプト	モロッコ	コソボ	セルビア	トルコ	ハンガリー	北マケドニア	アルバニア	モルドバ						
都市	ハノイ	ホーチミン	バンコク	ジャカルタ	クアラルンプール	北京	ウランバートル	カブール	デリー	コロンボ	カトマンズ	イスラマバード	ダッカ	ジャカルタ	コロンボ	サンパウロ	サンチャゴ	メキシコシティ	エクスアトル	メキシコ	アムステルダム	ハルビン	アムステルダム	アムステルダム	アムステルダム	アムステルダム	アムステルダム	アムステルダム	アムステルダム						
クラスタリア (評価指標 or 単位) \ Serial No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		
研究参加国 (PM2.5の地域区分上位3位)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		
大気汚染 (PM2.5の地域区分上位3位)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		
大気環境管理分野での受援・調査実績あり	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		
大気環境管理分野での受援・調査実績あり	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	
外務省の国際開発方針の重点分野での受援	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	
ICMパートナー	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	
都市環境の概要																																			
人口 (百万人) ※国	97	97	17	70	54	7	1,439	3	39	1,380	21	29	221	165	45	213	19	129	18	44	46	54	206	44	84	102	37	2	9	3	2	3	4		
面積 (千 km ²) ※国	331	331	181	513	331	237	9,600	1,564	653	3,287	66	147	796	148	2,796	8,516	756	1,964	257	1,880	242	592	924	2,382	1,629	1,002	447	11	88	51	26	29	34		
GDP/GNI/capita (USD) ※国	2604	2604	1440	6606	11392	2553	9986	4397	542	2014	4323	904	1502	1999	13813	3575	13914	9819	5856	2213	698	1513	2543	4111	4937	3925	3258	4281	6516	5567	5342	4509	2259		
都市化率 (%) ※国	37.34	37.34	24.23	51.43	77.16	36.29	61.43	68.66	26.03	34.93	18.71	20.98	37.17	38.18	92.11	87.07	87.73	80.73	64.17	35.3	24.95	28	51.96	73.73	75.87	42.78	63.53	56.45	49.02	58.48	62.11	42.85			
経済成長率 (%) ※国	6.0	6.0	5.3	2.1	2.9	3.1	5.7	3.1	1.7	3.2	1.8	5.1	1.3	7.1	-3.1	0.4	-0.1	-1.4	-1.6	-1.1	3.0	3.0	-0.4	-1.1	-7.8	3.5	2.3	5.3	4.6	3.4	3.5	2.3	3.7		
主要産業 (SIC) / 産業別付加価値	C-E	C-E	A-B	C-E	C-E	C-E	C-E	C-E	C-E	C-E	C-E	A-B	A-B	C-E	C-E	G-H	C-E	C-E	C-E	C-E	C-E	C-E	C-E	C-E	C-E	C-E	C-E	C-E	C-E	C-E	C-E	C-E	C-E		
A-B: Agriculture, hunting, forestry, fishing																																			
C-E: Mining, Manufacturing, Utilities																																			
F: Construction																																			
G-H: Wholesale, retail trade, restaurants and hotels																																			
I: Transport, storage and communication																																			
エネルギー消費量 (million toe)	60.3	60.3	7.1	100.2	62.5	3.1	2065.6	3.9	606.6	10.0	14.0	95.6	32.3	57.2	226.8	28.1	124.6	12.6	12.8																
エネルギー消費量 (人/1000人) ※国	0.6	0.6	0.4	1.4	1.1	0.4	1.4	1.2	0.4	0.5	0.5	0.4	0.2	1.3	1.1	1.5	1.0	0.7	0.3																
大気汚染係数 (人/10,000人) ※国	65.1	65.1	87.3	84.6	35.2	109.9	139.8	97.1	95.1	140.8	105.0	133.1	113.0	103.4	37.0	31.0	34.8	33.0	22.4	89.5	73.9	39.9	158.6	40.3	35.0	73.3	40.3	121.5	159.3	124.9	104.7	106.6			
夜間光 (照明会社スコープ/1000) ※都市	31.1	119.5	18.1	298.3	342.3	29.8	29.8	35.7	30.6	407.0	59.7	5.8	65.6	64.1	471.8	173.8	175.8	378.3	80.3	85.9	21.2	50.4	53.7	201.0	414.4	148.5	43.9	16.4	93.6	18.3	26.4	23.2	26.9		
調理学 (国) ※国	95	95	81	94	95	85	97	98	43	74	92	68	59	75	99	93	96	95	93	61	77	82	38	81	86	71	74								
社会の成熟度 (5歳未満児童死亡率 (出生数/1000人当り)) ※国	21	21	28	9	8	47	9	16	62	37	7	32	69	30	10	14	7	13	14	60	46	41	120	23	14	21	22								
SDG index (スコア) ※国	72.8	72.8	64.5	70.9	70.9	63.0	72.1	63.8	53.9	60.1	68.1	66.5	57.7	63.5	72.8	71.3	77.1	69.1	72.5	49.5	53.5	60.6	48.9	70.9	70.0	68.6	70.5								
Environmental Performance Index ※国	33.4	33.4	33.6	45.4	47.9	34.8	37.3	32.2	25.5	27.6	39.0	32.7	33.1	29.0	52.2	51.2	55.3	52.6	51.0	34.8	35.6	34.7	31.0	44.8	48.0	43.3	42.3	0.0	55.2	45.4	55.4	44.5	44.4		
法体系、基本法、憲法例、地方レベル事例 (国法基本法もしくはそれに準ずる法律がある)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	
環境基準 (国法基本法がある)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	
大気汚染物質排出削減策及び規制基準 (国法基本法がある)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	
大気環境管理政策 (国法基本法がある)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	
大気環境管理に関わるガイドライン・マニュアル (ガイドライン、マニュアルに相当する文書が発行されている)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	
大気環境管理に携わる中央/主要都市の行政組織	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
大気環境改善の省庁間連携や調整メカニズム (省庁主導のモニタリング体制がある)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
大気環境モニタリング体制 (赤字：測定局数/国)	35	35	41	73	80	0	1436	30	1	23	2	26	11	3	292	8	177	8	177	35	93	21	59	177	35	93	21	59	177	35	93	21	59	177	
大気環境モニタリング体制 (赤字：測定局数/都市)																																			

出典：調査団作成

3.4.2. 基礎的チェックリスト

後述する 3.5 で類型化された課題や情報整理フォーマットでの調査項目に基づいて、表 3-11 に示す基礎的チェックリストを作成した。別添資料 3 としても添付する。

JICA 在外事務所等が当該国/都市の大気環境管理に関する状況を把握するために、最初に把握すべき情報を抽出し、その後の協力可能性、支援ニーズの方向性の検討に資することを想定している。情報整理フォーマットの調査項目から、入手が比較的容易である項目、また対象国の分析に特に有効と思われる項目を抽出し、収集すべき情報の概要を付記している。

表 3-11 基礎的チェックリスト

	項目	収集する内容	参考情報
社会経済指標	GDP(GNI)/capita	年ごとの一人当たり実質 GDP 国単位では右記サイトで毎年のデータが公開されている。近年の上昇率を把握する。 可能なら都市単位での GRDP(Gross regional domestic product)も同様に把握する。	①
	都市化率	都市における人口の割合 右記サイトで 5 年ごとのデータが公表されているため、近年の上昇率を把握する。	②
	エネルギー消費量	セクター別、燃料種（個体/液体/気体）別エネルギー消費量があることが望ましい。可能なら都市単位での情報も同様に把握する。	③
大気環境管理	法体系、基本法、個別法、地方レベル条例	・環境汚染に関する基本法（制定年） ・大気環境管理に関する個別法（制定年） ・対象都市における大気汚染管理に関する条例の有無（制定年）	
	環境基準	・大気汚染物質に係る環境基準の有無 多くの場合、米国基準、EU 基準、WHO 指針値等をベースにしているため、根拠とした基準、及びそれとの差異を把握することが望ましい。	
	大気環境管理政策（基本方針・政策、大気質管理計画、大気測定計画）	・環境保全に関する基本方針・政策の有無(国レベル/都市レベル) ・大気環境管理に関する基本方針・政策の有無(国レベル/都市レベル) ・その他大気環境に関わる政策・計画等の有無（都市・交通計画等）	
	大気環境管理に携わる中央/主要都市の行政組織	・大気環境管理を所掌する中央官庁/対象都市の部局の特定	
	大気環境モニタリング	・大気環境測定局のリスト、測定項目 ・試料分析を行うラボの有無 ・大気環境の年報の有無	
	ドナーの支援状況	過去のドナー支援の活動状況を把握する。ドナープロジェクト報告書から上記情報もまとめて英語で得られる場合がある。財源確保により体制整備が進む事例があることから、過去にどのような支援があったかは重要な情報となる。	
大気環境測定データ	PM, O ₃ , NO _x , SO ₂ , CO, 有害物質のうち入手可能な測定データ	特に NO _x , SO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5} の測定データが数年にわたって得られることが望ましい。 上記の大気環境に関する年報から入手できる場合がある。 リアルタイムデータが Web サイトで公開されている場合は、過去の測定データがダウンロードできる場合がある。	
	地上測定データによる都市部の PM _{2.5} 年平均暴露値	右記サイトで 2010-2016 年のデータが公開されている。近年の上昇率を把握する。	④
	衛生観測データによる都市部の PM _{2.5} 年平均暴露値	右記サイトで 2010-2016 年のデータが公開されている。近年の上昇率を把握する。	⑤

参考情報

①	UN Stats National Accounts - Analysis of Main Aggregates	https://unstats.un.org/unsd/snaama/
---	--	---

②	UN- 2018 Revision of World Urbanization Prospects	https://population.un.org/wup/
③	IEA Data and Statistics	https://population.un.org/wup/
④	WHO: SDG Indicator 11.6.2 Concentrations of fine particulate matter (PM _{2.5})	https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/concentrations-of-fine-particulate-matter-(pm2-5)
⑤	SEDAC(NASA)	https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/sdei-annual-pm2-5-concentrations-countries-urban-areas-v1-1998-2016

3.5. 統計分析による課題の類型化

本調査対象 32 か国の情報収集結果をもとに、対象国のグループ化・課題分析を実施した。本分析で使用した数値データは表 3-12 のとおりであり、大気汚染状況については対象国を横並びで評価できる指標として WHO が公表している PM_{2.5} の国及び都市部平均暴露値データを使用し、最新年である 2016 年のデータとともに、その傾向を確認するために 2011 年のデータも合わせて収集し、分析に活用した。社会経済関連のデータについても 2011 年及び 2016 年のものがあればそれを、入手できない場合は近辺の年のデータを収集し、分析を行った。なお、コンゴ国については、WHO が公表している PM_{2.5} のデータから入手できなかったため、本分析から除外した。

表 3-12 本分析で活用したデータ

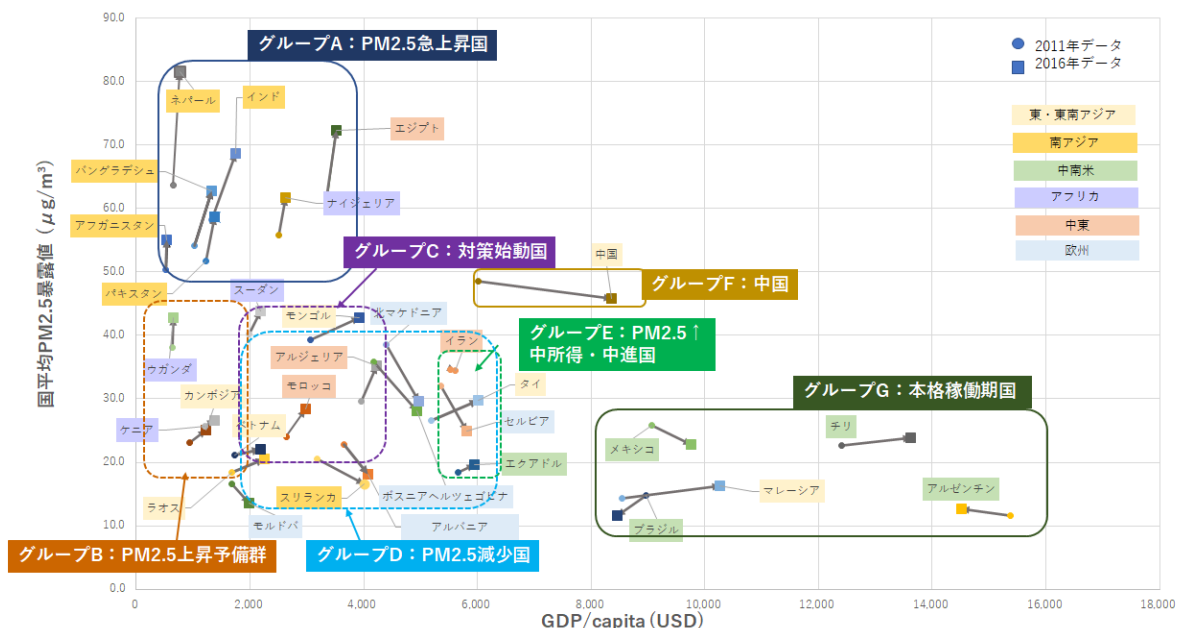
項目	データ内容	データ出典
PM _{2.5}	国及び都市部年平均暴露値（2011 年及び 2016 年）（人口加重平均で換算している。2016 年が最新データとなっている。）*コンゴのデータはなし。	WHO Global Health Observatory indicator①
	国及び主要都市（観測実施都市）に関する 2017-2020 各年のデータ、主要都市の月ごとのデータ（2020 年のみ）が入手可能。本分析では、季節による PM _{2.5} 暴露値の変化を見るために参考データとして活用した。	IQ-AIR ウェブサイト②
一人当たり実質 GDP	一人当たり実質 GDP（2015 年連鎖価格、USD）（2011 年及び 2016 年）	UN Stats National Accounts - Analysis of Main Aggregates③
都市化率	都市における人口の割合（2010 年及び 2015 年）（5 年ごとのデータが公表されているため、2010 年と 2015 年を採用）	UN- 2018 Revision of World Urbanization Prospects④
エネルギー消費量	燃料別エネルギー消費量（2010 年及び 2015 年） 化石燃料エネルギー消費量（2010 年及び 2015 年） *ウガンダのデータはなし。	IEA Data and Statistics ウェブサイト⑤

出典：調査団作成

- ① [https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/concentrations-of-fine-particulate-matter-\(pm2-5\)](https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/concentrations-of-fine-particulate-matter-(pm2-5))
 ② <https://www.iqair.com/>
 ③ <https://unstats.un.org/unsd/snaama/>
 ④ <https://population.un.org/wup/>
 ⑤ <https://www.iea.org/data-and-statistics>

図 3-10 は、対象国の経済発展と大気汚染の状況を確認するため、一人当たり実質 GDP 及び PM_{2.5} 国平均暴露値の 2011 年及び 2016 年のデータをマッピングしたものである。なお、PM_{2.5} 国平均暴露値は地上測定データの人口加重平均値である。各国の経済発展及び大気汚染の状況（プロット位置）をもとに、31 か国を 7 つのグループ（グループ A～グループ G）に分類した。

一人当たりGDPとPM2.5国平均暴露値 2011年→2016年の変化



出典：調査団作成

図 3-10 一人当たり GDP と PM_{2.5} 国平均暴露値の変化（2011 年、2016 年）

A～G の各グループの特性について、社会経済状況、大気汚染に係る状況及び大気汚染対策の整備状況について分析を試みた。なお、大気汚染対策の整備状況の分析に関しては、表 3-13 に示す環境行政システムの発展過程である①「システム形成期」、②「本格稼働期」、③「自律期」への分類を試みた。

表 3-13 環境行政システムの発展過程

発展過程	システム形成期 環境行政の基盤を構築する時期	本格稼働期 汚染削減を本格的に遂行する期間	自律期 産官民による総合的な環境管理が行われる期間
想定される取組	<ul style="list-style-type: none"> 環境法体系の整備 環境行政機関の構築 環境基準・モニタリング体制構築 排出インベントリの構築 	<ul style="list-style-type: none"> 法規制の実効性強化 中長期計画の策定 環境モニタリングの継続による汚染状況の把握 排出インベントリの継続的更新と対策立案への利用 	<ul style="list-style-type: none"> 科学的エビデンスに基づく対策・規制の継続的实施 計画の自律的運用による環境基準値の達成 企業の自主的取組

出典：JICA（2003）「環境センターアプローチ：途上国における社会的環境管理能力の形成と環境協力」を参考に作成

グループ A <PM_{2.5} 急上昇国>

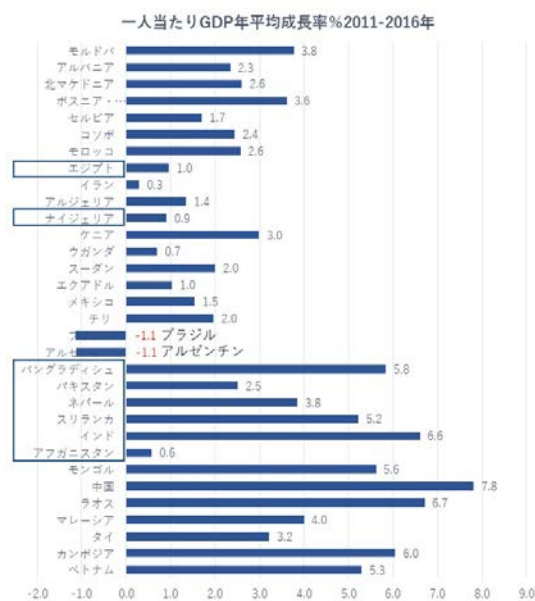
ネパール、パキスタン、インド、バングラデシュ、アフガニスタン、ナイジェリア、エジプト

グループ A は、一人当たり GDP が低い PM_{2.5} が急上昇している国々であり、経済規模が小さいが大気汚染状況は悪化している一方、環境行政はシステム形成期の初期～中期段階にあり、早急に更なる大気環境行政の基盤づくりが求められていると考えられるグループである。

社会経済状況

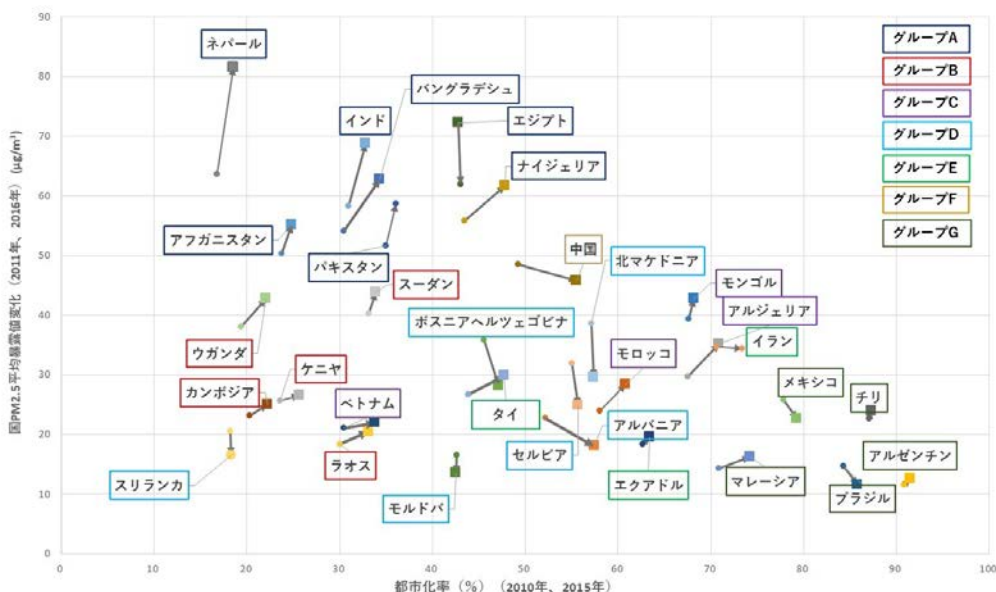
グループ A は、一人当たり GDP が 3,500USD (2015 年連鎖価格) 以下の国であり、国連での分類では、LDC (アフガニスタン、ネパール、バングラデシュ)、低所得国 (インド、ナイジェリア、パキスタン、) 中所得国 (インド) となっている。一人当たりの GDP の変化 (図 3-11) をみると、紛争状態にあったアフガニスタン、アラブの春 (2011 年) による政治情勢混乱で生産活動が低迷していたエジプト、ナイジェリアを除く対象国は 2.5-6.6% と比較的高い成長率を示している。

一方、都市化率をみると、7 か国すべて 50% 以下である (図 3-12 参照)。(一人当たり GDP と都市化率には強い相関があることが確認されている (相関係数が 0.8)。) そのうち、ナイジェリアとバングラデシュは都市化率の上昇率が比較的高く、5 年で約 4% 上昇しているが、その他の国は 5 年で約 1%、エジプトは減少している (-0.23%)。また図 3-12 に示すとおり、特にグループ A においては、各国の変化の傾きが大きく、すなわち都市化率の上昇に対する PM_{2.5} の値の上昇が大きいことがわかる。一方グループ A 以外はその傾きが大きくないか、右下がりの国が大半を占める。特に大気環境管理が適切に行われていない可能性の高いグループ A においては、都市化率の上昇が大気汚染状況の悪化に大きく影響している可能性が高い。



出典：調査団作成

図 3-11 一人当たり GDP 年平均成長率 (%) (2011~2016 年)



出典：調査団作成

図 3-12 都市化率 (2010-2015 年) と PM_{2.5} 国平均暴露値 (2011-2016 年) の変化

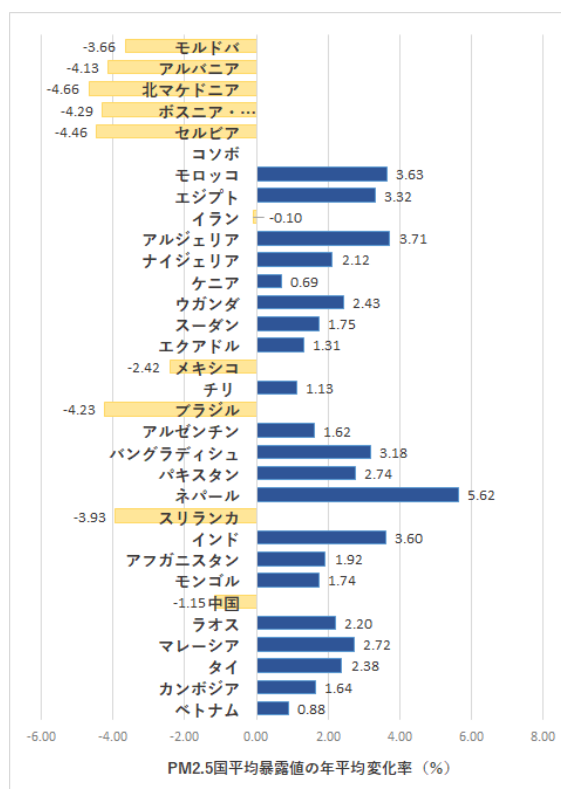
大気汚染に係る状況

グループ A 及びグループ B は、発展状況（一人当たり実質 GDP）はほぼ同レベルであるが、グループ A は PM_{2.5} 暴露値が非常に高く、さらにその上昇率が大きい。図 3-13 に示すとおりグループ A は 2011 年からの PM_{2.5} 暴露値の増加率は年平均約 2.0～5.7% となっている。対象国においては、廃棄物の野焼きや自動車の排ガス等の問題、ネパールではレンガの素焼きによる大気汚染も問題としてあがっているが、PM_{2.5} 暴露値の大幅な増加の要因は本分析のデータからは確認できていない。

なお、IQ-AIR での各月の首都圏データが確認可能なアフガニスタン、ネパール、インド、バングラデシュ、パキスタンいずれにおいても 10 月～2 月の乾季に高くなる傾向があるが、これは雨季には降水によって大気中 PM_{2.5} が除去され、暴露値が低下することが一因として考えられる。

また、図 3-14 は 2016 年の各国の PM_{2.5} 暴露値の最小値、平均値、最大値を示しているが、グループ A 及び B 該当国は最大値が高く、特に最小値と最大値の差が大きいことがわかる。これは PM_{2.5} の発生要因の特定及び対策が適切に実施されていない可能性を示唆する。

また、一人当たりの最終エネルギー消費量及び化石燃料の割合の変化を示したのが図 3-15 である。グループ A は一人当たりエネルギー消費量が 0.7toe 以下であるが、化石燃料消費量の割合は各国ごとに状況が異なることがわかる。エジプトのみ都市化率とともにこれらの値も減少傾向にある。



出典：調査団作成

図 3-13 PM_{2.5} 国平均暴露値の年平均変化率
(2011 年～2016 年)

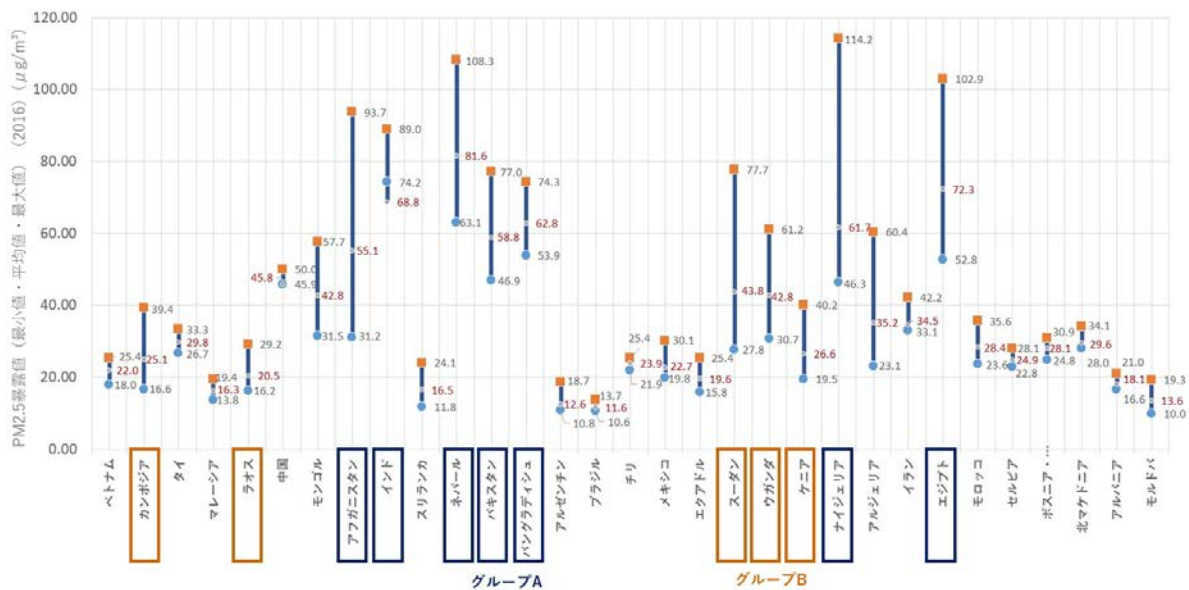
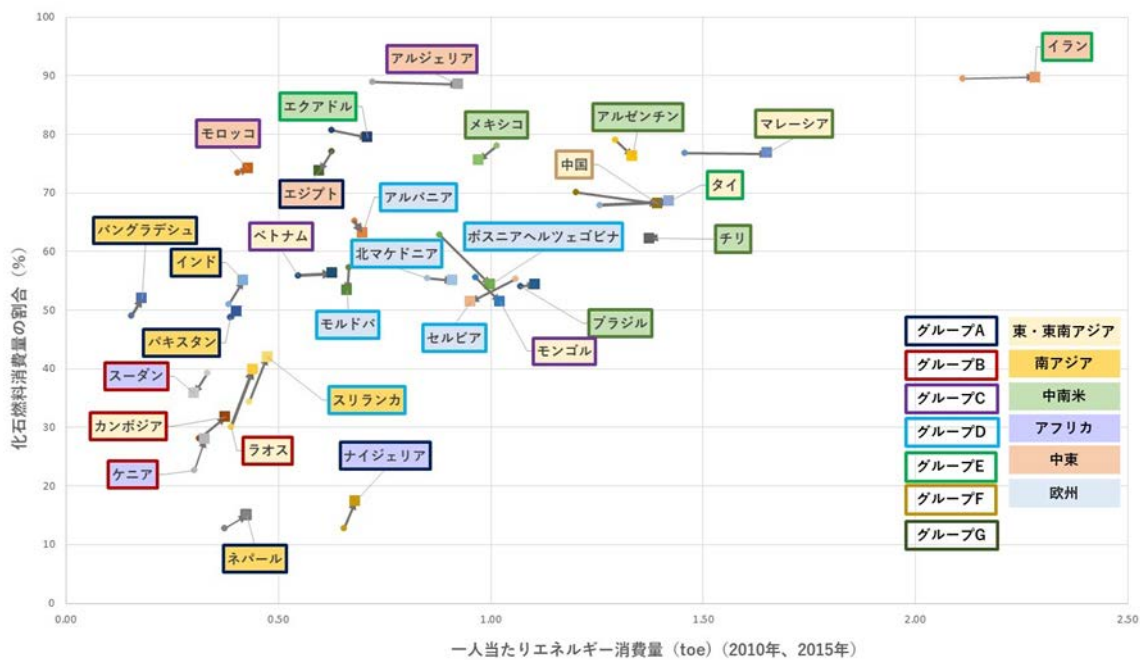


図 3-14 PM_{2.5} 暴露値（最小値・平均値・最大値）（WHO データ：2016年）



出典：調査団作成

図 3-15 一人当たりエネルギー消費量及び化石燃料割合の変化（2010年、2015年）

大気汚染対策の整備状況

すべての国において環境保全法に相当する包括的法令は整備されているものの、大気汚染対策に特化した個別法については、インド、エジプト、アフガニスタンは制定して

いる一方、ネパール、バングラデシュ、パキスタン、ナイジェリアでは確認できなかった。

環境基準に関してはすべての国で設定されており、大気環境のモニタリング体制についてもナイジェリア、アフガニスタン以外、程度の差はあるが整備されていることが確認できている。一方、工場等固定発生源対策においては、ネパール、アフガニスタン、ナイジェリアでは確認できておらず、地方分権化の進むインドでは州によって規制の設定状況が異なる。また、エジプトに関しては鉛精錬所やレンガ工場での環境負荷低減対策を実施している。

自動車の排ガス規制については、EURO3 レベル以上の規制をエジプト、アフガニスタン、インド、ネパールが設定している。

大気環境管理に携わる組織はすべての国で整備されているものの、発生源の監視体制の不備や人材不足等の課題があげられている。

グループ B<PM_{2.5}上昇予備群>

カンボジア、ラオス、ケニア、スーダン、ウガンダ

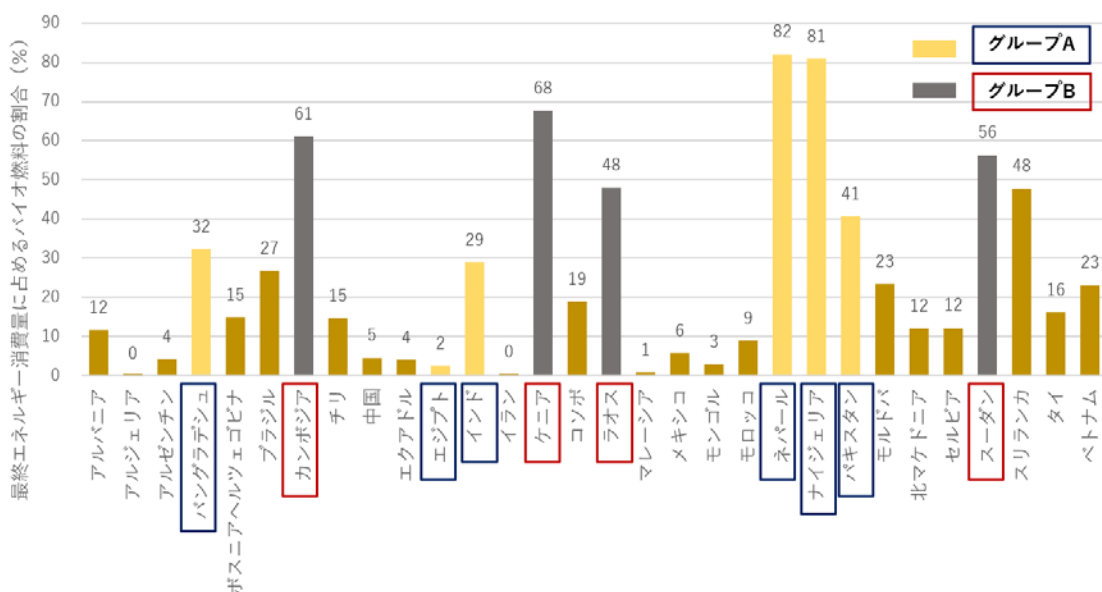
グループ B は、経済規模は依然小さく、PM_{2.5}による大気汚染問題の顕著化が始まった段階、或いは今後起こる可能性のある国であり、環境行政においてもシステム形成期の初期段階にあると考えられる。

社会経済状況

LDC（カンボジア、ラオス、スーダン、ウガンダ）及び貧困国（ケニア）であり、一人当たり GDP（2015 年連鎖価格）が 2,300USD（2015 年連鎖価格）以下である。都市化率は 22%～33%と低く、その増加率も 3.0%のラオスが一番高く、他はウガンダ 2.7%、ケニア 2.1%、カンボジア 1.9%、スーダン 0.8%であり、急激な都市化は進んでいない。主要産業は、ラオスは工業、サービス業が高い一方、他の国は第一次産業である。

大気汚染に係る状況

一人当たり GDP が近いグループ A に比べると、PM_{2.5} 暴露値及びその上昇率は依然として高くない。また、図 3-15 に示すとおり、一人当たりエネルギー消費量及び最終エネルギー消費量に占める化石燃料の割合がどちらも小さいことがわかる。一方、バイオ燃料の割合が、グループ A と同様に比較的高く（図 3-16 参照）、これは家庭内での薪や木炭の利用率が高い傾向にあると考えられる。またすべての国において廃棄物の野焼き、焼き畑による大気汚染が報告されている。



出典：調査団作成

図 3-16 最終エネルギー消費量に占めるバイオ燃料の割合 (%) (2015 年)

大気汚染対策の整備状況

本調査において対象国の大気汚染対策の整備状況に関する情報があまり得られなかった。限られた情報においては、上位法である環境基本法は制定されているものの大気環境に係る個別法については、カンボジア以外は確認できなかった¹⁴。なおカンボジアは、大気汚染に関する条例が制定されているが、不明瞭、不完全との指摘がされている¹⁵。

また、各国において環境基準値は設けているが、大気環境モニタリング体制については限定的あるいは確認できなかった。固定発生源、移動発生源への規制はカンボジア以外確認できなかった。

グループ C <対策始動国>

ベトナム、モンゴル、モロッコ、アルジェリア

グループ C は、大気環境法体系の枠組みが導入されていることからシステム形成期中の中期段階にあるといえるが、PM_{2.5} 暴露値は上昇傾向にあり、排出インベントリ等の未整備、より厳しい規制対策の導入や各種法規制の実行性強化に課題がある可能性が高いと考えられる。

¹⁴ ウガンダにおいては The National Environment (Air Quality) Regulations (Draft) (2020) が 2021 年 11 月に最終化する計画となっている。当法律に環境基準も設定されている。

¹⁵ 季刊環境研究 2016No180

社会経済状況

低所得国（ベトナム、モンゴル）、中所得国（モロッコ）、中進国（アルジェリア）であり、低所得国のベトナム、モンゴルは一人当たり GDP が年平均 5.3%、5.6%で成長している。（モロッコは 2.6%、アルジェリアは 1.4%と成長が鈍化している。）都市化の状況はそれぞれ異なり、アルジェリア、モロッコ、モンゴルは比較的高い（60-70%）。ベトナムは 34%と低めであるが、都市化率の上昇率は 3.4%と比較的高い。主要産業は製造業である。

大気汚染に係る状況

国平均の PM_{2.5} 暴露値は上昇中であり、一人当たり GDP が比較的高いモロッコとアルジェリアの年平均上昇率はそれぞれ 3.6%、3.7%である一方、一人当たり GDP の上昇率が比較的大きかったモンゴル及びベトナムはそれぞれ 1.7、0.9%にとどまっている。

最終エネルギー消費量に占める化石燃料消費量は 50~74%であり、グループ A や B と比べてバイオ燃料の割合が圧倒的に少なく、アルジェリア 0%、モロッコ 9%、モンゴル 3%となっている。

大気汚染対策の整備状況

4 か国すべてにおいて大気環境法体系の枠組みが導入されており、個別法、環境基準、排出基準（各産業）、全国規模のモニタリング体制が整備されている。（アルジェリアのみ環境一般基準や工業からの排出基準、モニタリング状況について確認できていない。）

また、どの国においても移動発生源対策を講じており（燃料対策、排出規制、中古車規制等）、ベトナムでは EURO4 の排ガス基準を設定、モンゴルでは EURO5 の導入の検討段階、アルジェリアでは EURO3 の排ガス基準で適合性検査を行っている。

ベトナムにおいては、固定発生源規制として産業別、医療系廃棄物焼却炉、発電所からの排出基準が整備されており、監視メカニズムに係る規則も策定されている。また、都市廃棄物及び農業廃棄物の野焼きも禁止されている。

モロッコにおいては各種ガイドライン（固定発生源からの排出制御手順等）が整備されており、環境省による工場検査も規定されているが、法執行機関のキャパシティ不足や実際の制裁（罰金等）の未実施による法規制の実行性に課題があることが報告されている。

なお、モロッコ及びモンゴルにおいては、限定的だが排出インベントリも整備されている。

グループ D <PM_{2.5} 減少国>

スリランカ、モルドバ、アルバニア、ボスニアヘルツェゴビナ、セルビア、北マケドニア

グループ D は、PM_{2.5} 暴露値は比較的低く、既に減少傾向に転じており、総じて段階的に大気汚染対策の整備が進んでおり、本格稼働期に移行段階にあると考えられるグループである。

社会経済状況

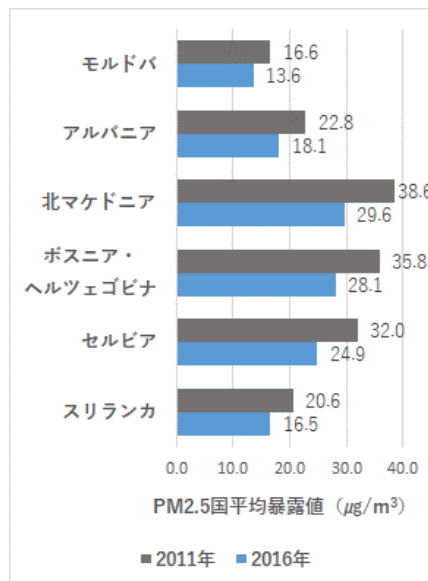
対象国は、低所得国（モルドバ）、中所得国（スリランカ、中進国（アルバニア、ボスニアヘルツェゴビナ、セルビア、北マケドニア）であり、一人当たりGDP及び都市化率は総じて上昇傾向にあるものの、都市化率についてスリランカは横ばい、モルドバは減少している。アルバニアは急速に都市化が進んでいる（5.3%）が、一方で主要産業は第一次産業であり、製造業の比率は高くない。その他の国は、製造業が主要産業となっている。

大気汚染に係る状況

本グループはPM_{2.5}国平均暴露値、都市平均PM_{2.5}暴露値ともに減少傾向にあり、比較的低い値を示している。図3-17から、対象欧州各国は2011年をピークに減少傾向に転じていることがわかる。

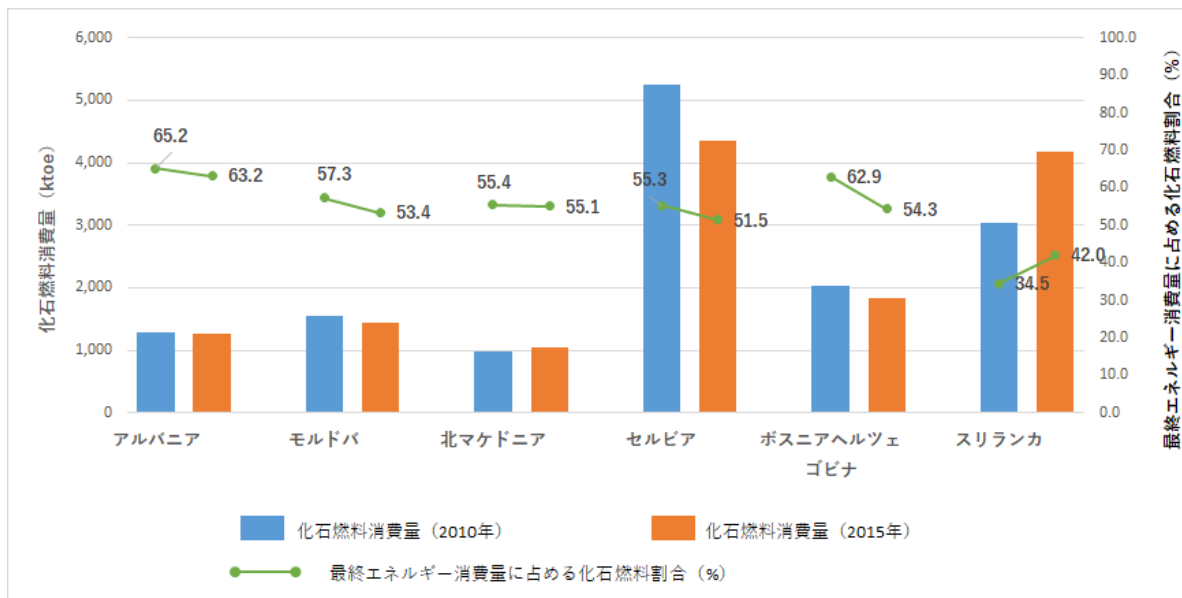
最終エネルギー消費状況をみると、化石燃料は40～60%である。図3-18に示す通り、欧州各国すべてにおいて2010年から2015年にかけて化石燃料消費量及び最終エネルギー消費量における化石燃料割合が減少しており、大気汚染の減少傾向に対するひとつの要因になりうる。

対象国で大気汚染の要因として挙げられるもののひとつに車両の老朽化があげられるが、これらに対しても段階的な規制強化が確認されている。



出典：調査団作成

図 3-17 PM_{2.5}国平均暴露値
(2011年、2016年)



出典：調査団作成

図 3-18 グループ D における化石燃料消費量の変化 (2010年、2015年)

スリランカにおいては欧州国とは状況が異なるが、国平均だけでなく、都市部における PM_{2.5} 暴露値の最高値についても約 20%減少している (29.7→23.4 μg/m³)。一方で、化石燃料消費量は上昇傾向にあり、野焼き、未整備道路からの粉塵、バイオ燃料利用 (最終エネルギー消費量の 48%) が大気汚染に係る問題として挙げられているため、より詳細な情報収集による解析が必要である。

大気汚染対策の整備状況

グループ D では、上位法に相当する環境管理に係る法律、大気汚染対策に係る個別法、環境基準が整備されている。また、自動車の排ガス規制については、各国で古い車両の使用が多くみられたが、EU の排ガス基準を順次適用することで対策を講じている (EURO3-5)。

北マケドニア及びアルバニアは EU 理事会から加盟候補国に認定されているため、EU に準拠する基準や規制を積極的に導入している。アルバニアでは、エネルギー生産および工業プロセスにおける化石燃料の使用を削減した対策や、ディーゼルやガソリン、石炭、石炭コークス、重油と軽油、灯油など、市場で使用される多くの化石燃料に炭素税を課すなどの対策が導入されている。北マケドニアでは固定発生源の排出基準 (主に EU 指令に準拠) を導入し、工場によるセルフモニタリング及び報告義務を定めている。

スリランカに関しては欧州国とは状況は異なるが、固定発生源に対する規制、移動発生源に対する燃料及び排出規制が整備されており、さらに大気環境モニタリングによる観測値が政府のウェブサイトですぐ公開されている。

グループ E <PM_{2.5} 増加中の中所得・中進国>

エクアドル、タイ、イラン

グループ E は、経済成長や工業化、都市化が進んでいる中所得～中進国で、大気環境に係る個別法や環境基準、排出基準等が整備済であることから、大気環境行政のシステム形成は完了しつつあるものの、PM_{2.5} はいまだ上昇傾向にあり、それに対応できる法規制の実行性強化や監視制度の強化、中長期計画や排出インベントリの構築等が課題であると考えられるグループである。

社会経済状況

グループ E は中所得国 (エクアドル、タイ) 及び中進国 (イラン) である。一人当たり GDP (2015 年連鎖価格) は 5,500～6,000USD であり、中所得国であるタイ及びエクアドルはそれぞれ 3.2%、1.0%で上昇している。一方イランは 0.3%の上昇率で成長が鈍化しているとされる。

主要産業は製造業で、都市化率については、イラン 73%、エクアドル 63%、タイ 48% であり、その上昇率はイラン 2.7%、エクアドル 0.7%、タイ 3.8%となっている。

大気汚染に係る状況

PM_{2.5} 暴露値は 20～35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、タイは 2.4%、エクアドルは 1.3% で上昇している一方、イランはほぼ横ばいである。

一人当たりのエネルギー消費量は、イランが調査対象国で最も高く (2.28toe/人)、タイは 3 番目の高さ (1.42toe/人) である。また最終エネルギー消費量に占める化石燃料の割合も比較的高い (イラン 90%、エクアドル 79%、タイ 69%)。

また各国首都圏においては交通渋滞が大きな社会問題であり、地方では野焼きの問題が挙げられる。

大気汚染対策の整備状況

グループ E では、各国ごとに情報収集量及び状況が異なるものの、上位法に相当する環境管理に係る法令、大気汚染対策に係る個別法、環境基準や排出規制がある程度整備されている。一方でモニタリングや発生源の監視体制については十分に整っていない。

タイについては、大気汚染に関する個別法はないが、工場法等で規定されている。固定発生源については一般事業活動および特定事業活動 (発電、鉄鋼、廃棄物焼却) に分けた規制が導入されているが、監視体制やその実施状況については確認できていない。野焼きに対して抑制対策を実施している。自動車排ガスについては Euro4 を適用、燃料品質や中古車輸入規制も導入されている。

イランでは、各種規制が整備されており、工場に対しては許容排出ガス限度を設定し、限度を超える場合は低減装置の設置が義務付けられる。また、移動発生源対策においても、EURO5 規制、中古車輸入制限を導入している。ただし、法規制の整備はされているものの、実施、監視、施行は効果的ではないことが指摘されている。

エクアドルについては、情報量が十分ではないが、基本的な法体系整備に加えて移動発生源に対して燃料規制、中古輸入車規制、排ガス基準の整備がされているが、排ガス基準においては Euro 1 (ディーゼル大型車には Euro2) の適用にとどまっている。固定発生源に対する規制は確認できていない。なお、2010 年には大気質にかかわる 6 か年国家計画が策定されている。

グループ F <中国>

中国

グループ F は中国であり、PM_{2.5} は比較的高いものの減少傾向に転じている。大気環境行政は各種法制度や規制、環境及び排出基準、モニタリング体制を整備しており、システム形成期から本格稼働期へ移行する段階であり、基準値達成に向けた産官民による効果的な対策の実施が求められる。

社会経済状況

一人当たり GDP 及び都市化率の両方において上昇率は一番高く、それぞれ 7.8%、6.3% となっている。また一人当たりエネルギー消費量も 3.2% で上昇している。

大気汚染に係る状況

経済成長、都市化が急速に進んでいる中で PM_{2.5} は 2013 年をピークに改善傾向に転じているが、依然として国の年平均は 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ である。

農村においては野焼きが問題になっている。

大気汚染対策の整備状況

中国は 1987 年には大気汚染防止法を制定し、その後各種規制、排出基準等を設定している。更に 2013 年の深刻かつ広範囲な大気汚染が発生して以来、中国政府は大気環境モニタリング体制の強化、移動発生源の排ガス規制の強化（EURO6 相当の規制を段階的に導入）、重点業種の排出基準の強化、大気汚染防止行動計画の策定等、徹底した対策を導入している。

グループ G<本格稼働期国>

メキシコ、チリ、アルゼンチン、ブラジル、マレーシア

グループ G は、一人当たり GDP、都市化率ともに高く、工業化、都市化が一定段階まで達しており（上昇率が鈍化）、PM_{2.5} は比較的 low、緩やかな上昇傾向か減少傾向にあるグループで、大気環境行政においても法体系や実施体制等の基盤構築に加えて継続的な対策の実施が進んでいる本格稼働期にあり、さらには企業による自主的取り組みがみられる自律期へと移行段階にあるグループであると考えられる。

社会経済状況

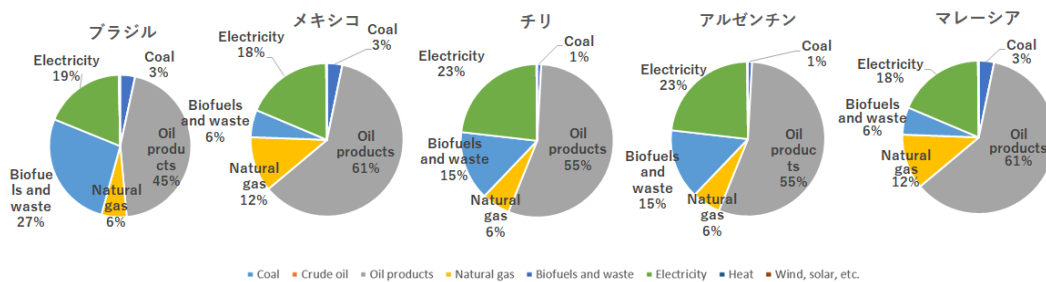
グループ G は中南米諸国及びマレーシアであり、図 3-12 に示す通り都市化率が 75% 以上と高く、一人当たり GDP（2015 年連鎖価格）ともに対象国上位 5 か国となっている。一方、一人当たり GDP の成長率及び都市化率の変化をみると、マレーシアはそれぞれ 4%、3.3% と高いが、中南米においては一人当たり GDP が減少傾向あるいは 1.5~2.0% の上昇率にあり、都市化率も 0.3~1.5% の上昇にとどまっている。

メキシコ、チリにおいては一人当たりエネルギー消費量が減少傾向にある。

大気汚染に係る状況

国平均、都市部ともに PM_{2.5} 暴露値が比較的 low、上昇傾向が緩やかであるか、ブラジル及びメキシコにおいては 2011 年をピークに減少傾向にある。

最終エネルギー消費をみると、5 か国ともに化石燃料由来エネルギーが約 55~77% を占め、特に石油燃料が 45~61% と高い割合を占める。特徴としてはブラジルのバイオ燃料が他国と比べて割合が大きく 27% を占めており、そのうち 66% が工場での固形バイオ燃料、13% が家庭内での石炭や薪の利用となっている。ブラジルではサトウキビ畑の野焼きも問題となっており、これらは PM_{2.5} 排出源のひとつとなっている可能性が高い。



出典：調査団作成

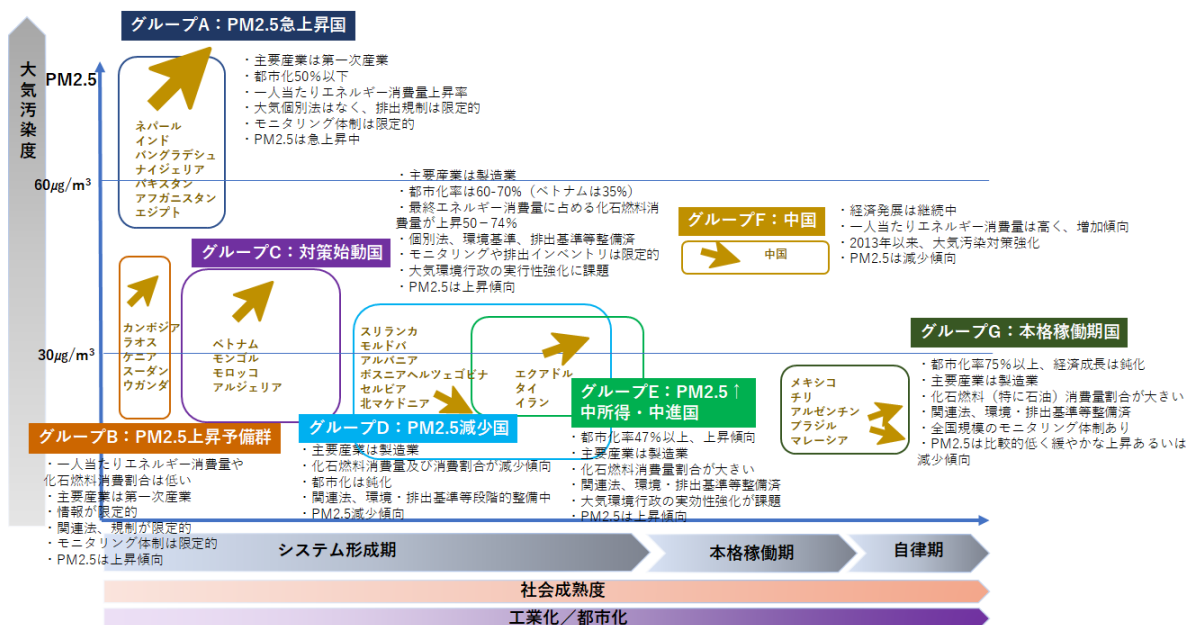
図 3-19 各国の最終エネルギー消費量（燃料別）（2015年）

大気汚染対策の整備状況

環境管理に係る法令は1970年代から整備が始まっており、個別法、環境基準、全国規模のモニタリング体制などは整備済である。また固定発生源及び移動発生源両方に対して何らかの対策を講じている。また限られた情報内ではあるが、各国それぞれ管理行政体制や規制の導入において異なるアプローチでの対策導入を行っており、本格稼働期から自律期への移行時期にあるといえる。例えば、チリでは積極的に企業への環境技術導入促進が図られている。

また野焼き対策においては、マレーシアでは規制及び監視ネットワークの整備、メキシコ、アルゼンチンでも法律で禁止されている。ブラジルにおいては森林地域での野焼きについて山火事防止のために禁止されている。

以上の検討結果について、グループの類型化をチャートで示したものを図3-19に示す。さらに各グループの状況をまとめたものを表3-14に示す。



出典：調査団作成

図 3-20 7つのグループの類型化チャート

表 3-14 7つのグループの類型化

	該当国	社会経済状況	大気汚染に係る状況	大気汚染政策の整備状況
A	<PM_{2.5}急上昇国> ネパール インド バングラデシュ ナイジェリア パキスタン アフガニスタン エジプト	LDC～中所得国 都市化率50%以下、都市化率の上昇率はバングラデシュ及びナイジェリアが比較的高い（5年で4%） 比較的高い成長率 主要産業が第一次産業（インドについては製造業について2番目） 社会成熟度及び SDGs Index が低い（48～68）	PM _{2.5} が非常に高く、さらに急上昇中 都市部でもPM _{2.5} は40以上と高い 乾季が高い傾向あり 一人当たりエネルギー消費量は0.7toe以下 都市化上昇率に対するPM _{2.5} の増加率が高い。 廃棄物・農業廃棄物の野焼き、焼き畑が見られる	システム形成期の初期～中期段階 環境保全法に相当する包括的法令はあるが、大気環境に係る個別法の制定なし（インド、エジプト、アフガニスタンは有） 環境基準はあるが、排出規制整備は限定的 自動車排ガス規制は、エジプト、アフガニスタン、インド、ネパールでEUR03レベル以上を導入 モニタリング体制は限定的 野焼き対策は確認できず
B	<PM_{2.5}上昇予備群> カンボジア ラオス ケニア スーダン ウガンダ	LDC～貧困国 一人当たりGDP（2015年連鎖価格）は2,300USD以下 都市化率は22%～33% 急激な都市化は進んでいない 主要産業は主に第一次産業（ラオスは工業） 社会成熟度及び SDGs Index が低い（49～70）	PM _{2.5} は高くないが上昇中 一人当たりエネルギー消費量や化石燃料割合は小さい バイオ燃料の消費割合が比較的高い／家庭での木や炭の利用が多い 廃棄物・農業廃棄物の野焼き、焼き畑が見られる。	システム形成期の初期段階 限られた情報量 個別法、環境基準、排出基準・規制がすべて整備された国はない 環境基準値はあるが（ウガンダはドラフト段階）、モニタリング体制は限定的あるいは確認できず
C	<大気汚染対策始動国> ベトナム モンゴル モロッコ アルジェリア	低～中進国 社会成熟度及び SDGs Index が中位（63～73） 主要産業は製造業	PM _{2.5} 上昇中 エネルギー消費量に占める化石燃料消費量の割合が大きい（50-74%）が、バイオ燃料は少ない（9%以下）	システム形成期の中期段階 基本的法体系の枠組み、排出基準が導入済 移動発生源対策及び排ガス基準を設定 全国モニタリングや排出インベントリ等は限定的 法規制の実行性強化に課題がある
D	<PM_{2.5}減少国> スリランカ モルドバ アルバニア ボスニアヘルツェゴビナ セルビア	低～中進国 都市化率の上昇率が低い（1.6%以下）（アルバニア以外） 主要産業は製造業（アルバニア以外）	PM _{2.5} が比較的低く、減少傾向 化石燃料消費量及びエネルギー消費量に占める割合ともに減少傾向（欧州）	本格稼働期移行段階 個別法、環境基準、固定発生源・移動発生源排出基準（主にEU指令に準拠）、モニタリング体制等の段階的整備

	該当国	社会経済状況	大気汚染に係る状況	大気汚染政策の整備状況
	北マケドニア	グループ C に比べて社会成熟度及び SDGs Index が高い (68~76)		
E	<PM _{2.5} 上昇中の中所得・中進国> エクアドル タイ イラン	中所得国～中進国 都市化率が比較的高く (47%以上)、上昇中 主要産業は製造業 社会成熟度及び SDGs Index はグループ D と同程度 (70~73)	PM _{2.5} 上昇中 一人当たりエネルギー消費量が高い 最終エネルギー消費量に占める化石燃料消費量が高い (70-90%) 都市化に伴う交通渋滞、地方での野焼きが社会問題	システム形成期後期段階 個別法、環境基準、排出基準 (各産業) 整備済 経済成長、都市化、工業化に対処する法規制の実効性強化、監視制度強化が課題
F	<中国> 中国	一人当たり GDP、都市化率、一人当たりエネルギー消費量の上昇率が高い (7.8%、6.3%、3.2%)	PM _{2.5} は比較的高いが減少傾向 化石燃料由来エネルギー消費量は一人当たり・面積当たりともに年平均 3%で上昇中 農地での稲藁の野焼きが問題	本格稼働期移行段階 個別法、環境基準、固定発生源・移動発生源排出基準、全国規模のモニタリング体制を整備 自動車排ガスは EUR06 相当の規制 2013 年以降大気環境体制強化、行動計画策定済
G	<本格稼働期国> メキシコ チリ アルゼンチン ブラジル マレーシア	一人当たり GDP、都市化率ともに高く、都市化率は 75%以上 主要産業は製造業 中南米は一人当たり GDP 及び都市化率の上昇は鈍化 (2%以下) マレーシアはそれぞれ 4%、3.3%で上昇 SDGs Index は 69 以上	国平均、都市部ともに PM _{2.5} が比較的低く、上昇傾向が緩やかあるいは減少傾向 最終エネルギー消費に占める石油燃料の割合が大きい (45-61%)。 ブラジルのみバイオ燃料割合が高い	本格稼働期～自律期 大気環境行政は本格稼働期にある 固定発生源及び移動発生源両者に対する規制を導入している 全国規模のモニタリング体制を整備 野焼き規制あり (マレーシア、メキシコ、アルゼンチン、ブラジル)


4. 重点調査国/都市における大気環境管理の概況

課題の類型化に基づくグループ分けに基づき、第2段階の重点調査対象国の絞り込みを行った。

4.1. 重点調査国/都市の選定

重点調査対象国を選定するクライテリアは、JICAと協議のうえ、JICAによる支援の経緯と今後の可能性、および対象国の大気汚染の程度を考慮し、表4-1に示す通りとした。この各クライテリアに該当する都市を地域別に抽出したのち、地域別に、該当する項目の多い都市を代表都市として抽出した。

表 4-1 重点調査対象国選定のクライテリア及びそれに基づく地域別対象国・都市

クライテリア	東南アジア	東アジア	南アジア	中南米	アフリカ	中東	欧州
今後、JICAあるいは日本国 ODA での支援対象となる国・都市	ベトナム（ハノイ）、タイ（バンコク）、ラオス（ヴィエンチャン）	モンゴル（ウランバートル）	バングラデシュ（ダッカ）、ネパール（カトマンズ）	チリ（サンチャゴ）、エクアドル（キト）	スーダン（ハルツーム）、ウガンダ（カンバラ）、ケニア（ナイロビ）、ナイジェリア（ラゴス）	モロッコ（ラバト）、エジプト（カイロ）、イラン（テヘラン）	セルビア（ベオグラード）、ボスニアヘルツェゴビナ（サラエボ）、北マケドニア（スコピエ）、アルバニア（ティラナ）、モルドバ（シシナウ）、コソボ（プリシュティナ）
JICAの進行中の協力事業に、貢献できる都市	バンコク	ウランバートル	ダッカ		カンバラ	テヘラン	シシナウ、プリシュティナ
これまで、JICAあるいは日本国 ODA による支援の蓄積が行われた国・都市（大気開発調査、技プロを実施した国・都市）	ベトナム（ハノイ）、タイ（バンコク）、マレーシア（クアラルンプール）	中国（北京、上海、柳州、大連、貴陽、湘潭等）、モンゴル（ウランバートル）	バングラデシュ（ダッカ）	アルゼンチン火力対策、ブラジル火力対策、メキシコ（地方都市含む）		イラン（テヘラン、エスファハーン）	コソボ（プリシュティナ）、北マケドニア
PM _{2.5} 汚染をはじめとする大気汚染の程度が高い都市（上位3都市）	ハノイ、バンコク、ヴィエンチャン	北京、ウランバートル	デリー、カトマンズ、ダッカ	サンチャゴ、メキシコシティ、キト	ハルツーム、カンバラ、ラゴス	アルジャ、テヘラン、カイロ	ベオグラード、サラエボ、スコピエ
							
代表的都市	ハノイ バンコク	北京 ウランバートル	カトマンズ ダッカ	サンチャゴ メキシコシティ	カンバラ ラゴス ナイロビ	ラバト カイロ	ベオグラード スコピエ

出典：調査団作成

表4-1で抽出された地域別の代表都市を、第一段階で類型化したグループに当てはめると表4-2となる。多様な発展段階・地域にある国を調査対象とする意図から、この各グループからそれぞれ対象国を選択することを念頭に置きつつ、JICA内部での関心、また他事業・調査との連携可能性等を考慮した結果、ハノイ（ベトナム）、ナイロビ（ケニア）、カイロ（エジプト）、ベオグラード（セルビア）、メキシコシティ（メキシコ）の5都市を調査対象として選定した。

表 4-2 グループ別・地域別の重点調査対象候補国・都市

	東南アジア	東アジア	南アジア	中南米	アフリカ	中東	欧州
A			ダッカ カトマンズ		ラゴス	カイロ	
B					カンバラ ナイロビ		
C	ハノイ	ウランバートル				ラバト	
D							ベオグラード スコピエ
E	バンコク						
F		北京					
G				サンチャゴ メキシコシティ			

4.2. 第1段階の補完調査

第二段階の調査項目は、①第一段階の調査項目の追加情報収集、②大気環境管理に関わる情報収集、③大気環境及び社会経済指標等の経年データの収集、④支援ニーズ、の4項目に大別し、現地コンサルタントを備上して調査を行った。5か国で適切な比較検討を行うためには、各国の情報の内容・質をできるだけ揃える必要がある。そのため、調査に際しては表 4-3 の通り各調査項目で入手すべき情報を詳細に指定した報告書様式を作成し、それに基づいて調査依頼を行った。

現地コンサルタントは、現地関係者へのインタビュー、現地語資料を含む資料調査等により可能な限りの情報収集を試みた。各国の調査結果報告書は別添資料4として添付する。

表 4-3 第二段階の調査項目

<p>第一段階の調査項目の追加情報収集</p> <ul style="list-style-type: none"> - 第一段階調査内容（個別表）の信憑性の確認 - 最新の情報への更新 - 都市レベルの情報の追加収集
<p>大気環境管理に関わる情報収集</p> <ul style="list-style-type: none"> - 大気環境行政に携わる政府関係者からの聞き取り、現地語資料からの情報収集により、下記項目を調査する。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 関連省庁・市等の行政組織の大気環境管理にかかる責務 ➤ 行政体制の変遷 ➤ ドナー支援、他国への支援 ➤ 環境関連のイベント（大きな汚染・事故など） ➤ 基本法、個別法、都市レベル条例 ➤ 大気汚染物質の環境基準値（物質別基準値、平均化時間） ➤ 大気環境測定の概要 ➤ 発生源の監視・報告体制 ➤ 産業に対する排出規制とその変遷 ➤ 自動車に対する排出規制とその変遷 ➤ 大気汚染の予報・警報システム、非常時対応制度の有無 ➤ 大気汚染対策に関わる国際的枠組み
<p>データ収集</p> <ul style="list-style-type: none"> - 過去 30 年程度にわたって下記のデータを現地語資料から収集する。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 大気環境モニタリングデータ（NOx, SO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, CO の時間値） ➤ 対象都市の社会経済指標（人口、人口密度、部門別エネルギー消費量、二次産業割合、都市周辺の工業・産業・農地分布、自動車保有台数、都市の GHG 排出量） ➤ 風向・風速データ ➤ 都市・周辺地域の土地利用データ ➤ 排出インベントリ ➤ シミュレーションモデル ➤ 大気環境行政に携わるスタッフ数・予算

各国の調査結果の詳細は別添資料 4 として添付するが、情報の概要や入手可否の状況等を下記に要約して示す。

4.2.1. エジプト

(a) 環境法体系

大気環境管理に関連する主要な法・規則・大臣命令を以下に示す。エジプトでは 1994 年に制定された法律 4/1994 環境保護法(Law No.4/1994)によってエジプト環境庁(EEAA)が環境分野における最高機関であると再確認し、既存の法律の不整合を正し補完しており、現在の環境管理体制の構築はここから始まったとみなせる。

- Law No. 4 for a year 1994 Issuance of a law in the matter of the environment, as amended by Law No 9 for a year 2009
- Executive Regulations (modified in 2005)
- Prime Minister's decision 1095 for a year 2011 amending some provisions of the regulation in

Arabic.

- Prime Minister's decision 964 for a year 2015 amending some provisions of the regulation in Arabic .Prime Minister's decision 544 for a year 2016.

(b) 環境行政機関

EEAA は 1982 年に設立されているが、その後、1994 年に制定された法律 4/1994 環境保護法 (Law No.4/1994) によって再編されると共に、EEAA が環境分野における最高機関であると再確認されている。1997 年に初めて常任の環境保護担当大臣が任命され、以降、EEAA は環境省の傘下となるが、実質的には EEAA が、環境の 促進・保護とこれらの問題への対応を調整する責務を負うエジプトの最高機関である。聞き取りに基づき EEAA の責務を整理し、また EEAA と環境省それぞれの組織体制を整理した。また EEAA と他省庁との環境分野における連携関係の主な例は、下記のとおりである。

保健省	EEAA が国内の大気質に責任を持つ。保健省は測定した結果は EEAA に全て報告し、EEAA が公表を行う。保健省からは情報の公表は行わない。
産業開発局	覚書による全面的な協力がある。
自動車排気対策局	エジプトの交通車両に対して全面検査を実施している。エジプトにおける自動車の検査に関して内務省が全面的に協力している。

(c) 環境基準・排出基準

大気環境基準

大気環境基準は WHO の指針をもとに 1994 年の環境保護法で初めて規定されたが、当時のエジプトは大気環境の測定データの蓄積が十分になく、適切な基準を設定できなかった。そのため、2009 年 9 月の法改正により、新たな対象汚染物質として PM_{2.5} の追加や、一部の汚染物質の平均化時間の変更などの修正がなされた。

Pollutant	Area	Maximum Concentration (microgram/cubic meter)			
		1hour	8 hour	24 hour	year
Sulfur dioxide	urban / industrial	300 /350	-	125/150	60/50
Carbon Monoxide	urban / industrial	30 mg/cubic meter	10 mg/cubic meter	-	-
Nitrogen dioxide	urban / industrial	300	-	150	60/80
Ozone	urban / industrial	180	120	-	-
Total suspended particles	urban / industrial	-	-	230	125
Particles less than 10 micrometers	urban / industrial	-	-	150	70
Particles less than 2.5 micrometers	urban / industrial	-	-	80	50
Particles measured as smoke	urban / industrial	-	-	150	60
Lead	urban / industrial	-	-	-	1 / 0.5
Ammonia	urban / industrial	-	-	120	-

排出基準

産業からの大気汚染物質の排出基準、及び自動車排気に関する基準は、いずれも改正環境保護法(法 9/2009)及び 2011 年大臣令により定められている。産業別・物質別の規制値を入手した。

自動車の規制の情報が明確に入手できなかったが、2015 年時点で EURO2 及び 3 という資料¹⁶があり、2021 年時点で EURO5 導入を提言する Policy note が出ているため、現在は最大 EURO4 相当と推測される。

(d) 環境モニタリング

エジプトの大気環境モニタリングは DANIDA により 1996 年から行われた Environmental Information and Monitoring Programme (EIMP) による測定局の導入支援により開始される。また同時期に行われた USAID による Cairo Air Improvement Project (CAIP) は、製錬所からの排出削減計画の作成・実施、および公共バスの CNG への転換であったが、プロジェクトの成果を追跡するために、カイロ市内の大気環境測定も行っている。

2000 年時点で 40 局であった測定局は 2021 年現在で 114 局になり、大気環境のモニタリング体制は順調に拡充を続けてきたと言える。一方で、2006 年から 2012 年の大気環境データが公式には公表されていないことが確認された。理由は明らかにされなかったもののこの間も測定は続けられていたようである。先方当局からの聞き取りでは、環境モニタリングの QA&QC、データ解析については、今後の課題として挙げられている。

(e) インベントリ

今回エジプトにおける排出インベントリは入手できなかった。EEAA へのインタビューでは、現在 EEAA で所有している排出インベントリはないという回答だったが、一方で EEAA は大気汚染の予報モデルシステム¹⁷を稼働させており、これには何らかの排出インベントリが必須である。排出インベントリは産業活動を示す情報でもあり、短期の調査では入手が困難であったが、非公開で何らかの排出量情報が整備されている可能性はある。

(f) 発生源管理

工業発生源

固定発生源のモニタリングは、1998 年のセメント工場を対象とした排出モニタリングを皮切りに開始された。その後環境省は、産業施設の汚染物質発生源を監視するために、1994 年の環境法第 4 号と 2009 年の法律第 9 号によって、企業に継続的自己監視ネットワークの構築とそのデータの環境庁への提供を義務付け、産業排出の監視システムを構築した。2022 年 1 月現在では産業排出物監視のための全国ネットワークが整備されており、リンクしている産業施設の数は 87 施設・434 測定点にのぼる。

¹⁶ <https://www.unep.org/resources/policy-and-strategy/air-quality-policies-egypt>

¹⁷ <https://www.ecaa.gov.eg/en-us/topics/air/airquality/airqualityforecast.aspx>

自動車検査

環境警察総局と毎週平均 10 回の街頭キャンペーン（固定式・移動式待ち伏せ）を実施しており、2021 年には 14,435 台の車両を検査し、そのうち 9305 台が合格、5130 台が不合格となった。技術センター本部での不適合車再調査プログラムでは、審査車両は、2581 台で、そのうち 1870 台が合格し、711 台が不合格となった。

またカイロ公共交通局所属の全バスを点検する年次プログラムが実施されている。

(g) 対策立案・実施

EEAA・環境省への聞き取り、及び文献調査等により得られた EEAA による主な対策の取り組みの変遷は下記のとおりである。

発展段階	対策
1996-2000 年代初頭	USAID の支援で実施されたカイロ大気質改善計画（CAIP）では、輸送機関のクリーン代替燃料化プログラムとして、公共バスの CNG 化、CNG バスなどの整備工場の建設などが行われた。また、自動車排ガス検査プログラムとして、民間ガソリンステーションへの排ガス測定機器の設置、公道での排ガス測定（デモ）などが実施された。一方固定発生源に対しては、CAIP では鉛に注目し、カイロ市内にあった 2 次鉛回収・精製業者の移転、プロセス改善などが実施された。 同時期に DANIDA の支援で実施された Environmental Information Management Program（EIMP）では、全国の大気環境モニタリングネットワークの構築や、発生源モニタリングシステムのパイロット事業として、セメント工場 6 社の排ガス監視データを EEAA 本庁へ転送するなどの取り組みを行った。
2007-2008	工場での作業環境の改善や技術分析のため、全国の工場発生源の排出量監視ネットワークを構築しデータベース化する事が必要となった。 ・測定データの品質・形式・測定タイミングに対して企業に干渉させないモニタリングシステム ・排出量の環境負荷計算 ・法で規定された排出許容限度を上回った場合の警報システムの作成
2011-2012	汚染物質の時間空間配分及び地理・気象が大気中の汚染物質の拡散に及ぼす影響をモデル化し、大気汚染物質の拡散モデルを構築した。 1 次汚染物質、2 次汚染物質も考慮したモデルであり、全ての汚染物質の大気質への影響の研究・評価に利用できる。
2012-2021	データについて必要な分析と結論を行い、その結果を地図上に表示するデータ分析器を含む GIS ソフトウェアのパッケージが提供され、これらの結果をレポート、グラフ、地図形式に変換して表示するためのシステムが開発された。

4.2.2. ケニア

4.2.2.1. 大気環境管理に関わる歴史的変遷

1) 関連法令の制定

ケニア国では、2002 年に国会で環境管理総合法（EMCA-1999: The Environmental Management and Coordination Act）が可決され、国家環境管理局（NEMA: The National Environment Management Authority）が発足した。同法に基づき、2014 年に NEMA は第 1 次国家大気質規制（1st National Air quality regulations “Environment Management And Coordination (Air Quality) Regulations）を制定する等、大気汚染に関わる政策やガイドラインを整備している。

一方、2010年に公布された憲法により47の地方政府が設立され、地方政府（Counties Governments）の環境部門に大気環境管理に関わる政策の実施等の役割が与えられた。ナイロビ市郡ではケニア国内で最初に大気質行動計画（2019-2023）を制定し、この行動計画を通じて大気質に関する独自の地方法案を制定することができるようになった（ナイロビ大気質法案、2021年）。以下に、ケニアとナイロビでの大気質の法的枠組みの主要なマイルストーンを示す。

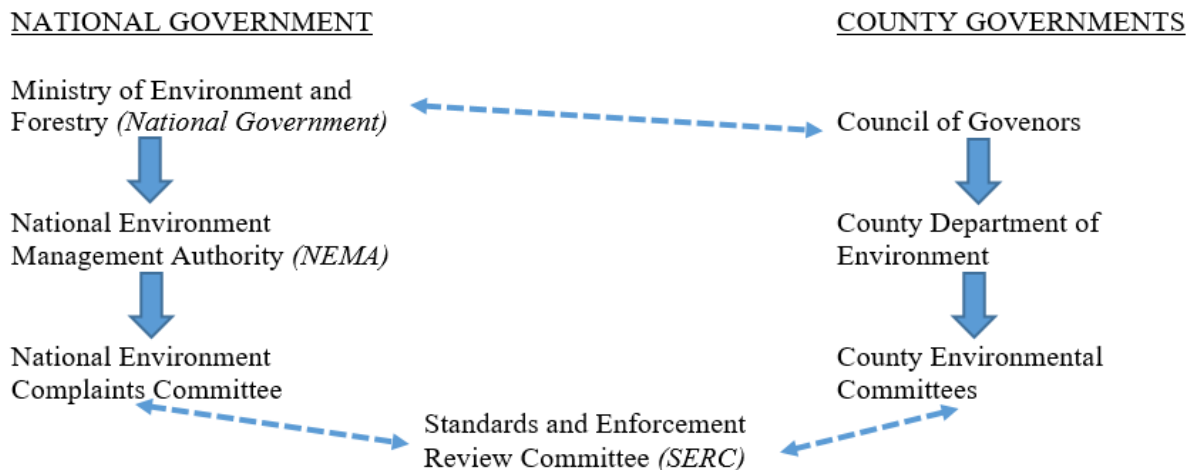
表 4-4 ケニア国／ナイロビ市における大気環境管理に係る関連法の制定

年	法令等	概要
1974	国家環境事務局（NES）の発足	
1986	公衆衛生法（CAP 242）の制定	
2002	環境管理総合法（EMCA-1999）の制定 →国家環境管理局（NEMA）の発足	
2010	ケニア憲法 2010 の成立	地方政府への環境管理に関わる一部権限移譲（大気汚染、騒音公害、その他の公害に対する管理） ※Fourth Schedule: Part 2, Section 3
2014	第1次国家大気質規制の制定	以下が規定 ・ 一般大気質の許容限界（ambient air quality tolerance limits） ・ 優先大気汚染物質 ・ 管理施設/非管理施設における排出制限（emission limits） ・ 適用可能な排出制御技術 試験/測定方法（ケニア基準局（KEBS）により設定）
2019-2023	ナイロビ・大気質行動計画（2019-2023）の策定	有害な大気汚染の削減を目的とした、ナイロビ市郡政府（NCCG）が2019年から2023年の期間に実施する行動計画
2020	ナイロビ・大気質政策の制定	
2021	ナイロビ・大気質法の制定	

出典：調査団作成

2) 大気環境管轄機関

2002年にNEMAが発足し、大気質に関わる法・規制の監督および執行について幅広い権限が与えられている。また国および郡政府には大気質管理委員会が設置され、アドホックな対応や大気質の長期計画の策定等を担っている。下図に、ケニアにおける大気環境に関わる大気環境行政の組織図を示す。



出典：調査団作成

図 4-1 ケニアの大気環境管理に関わる行政機関

3) 大気環境対策

(i) 大気環境基準・排出基準の設定

ケニア国では 2014 年の第 1 次国家大気質規制により、大気環境基準として位置づけられる一般大気質の許容限界（ambient air quality tolerance limits）が設定された。同限界値は、工業エリア、住居エリア等、管理エリアの 3 つのエリアごとに設定されている。

下表に、大気環境基準を示す。

表 4-5 ケニア国における大気環境基準

Pollutant	Time weighted Average	Industrial area	Residential, Rural & Other area	Controlled areas***
1. Sulphur oxides (SO _x)	Annual Average*	80 µg/m ³	60 µg/m ³	15 µg/m ³
	24 hours**	125 µg/m ³	80 µg/m ³	30 µg/m ³
	Annual Average		0.019 ppm/50 µg/m ³	
	Month Average			
	24 Hours		0.048ppm /125 µg/m ³	
	One Hour			
	Instant Peak		500 µg/m ³	
2. Oxides of Nitrogen (NO _x)	Annual Average*	80 µg/m ³	60 µg/m ³	15 µg/m ³
	24 hours**	150 µg/m ³	80 µg/m ³	30 µg/m ³
	8 hours			
	Annual Average		0.2 ppm	
	Month Average		0.3 ppm	
	24 Hours		0.4 ppm	
	One Hour		0.8 ppm	
	Instant Peak		1.4 ppm	
3. Nitrogen Dioxide	Annual Average	150 µg/m ³	0.05 ppm	
	Month Average		0.08 ppm	
	24 Hours	100 µg/m ³	0.1 ppm	

Pollutant	Time weighted Average	Industrial area	Residential, Rural & Other area	Controlled areas***
	One Hour		0.2 ppm	
	Instant Peak		0.5 ppm	
4. Suspended Particulate matter (SPM)	Annual Average*	360 µg/m ³	140 µg/m ³	70 µg/m ³
	24 hours**	500 µg/m ³	200 µg/m ³	100 µg/m ³
	mg/Kg			
	Annual Average****		100 µg/m ³	
	24 hours***		180 µg/m ³	
5. Respirable Particulate Matter (<10 µm) (RPM)	Annual Average*	70 µg/m ³	50 µg/m ³	50 µg/m ³
	24 hours**	150 µg/Nm ³	100 µg/Nm ³	75 µg/Nm ³
6. PM _{2.5}	Annual Average	35 µg/m ³		
	24 hours	75 µg/m ³		
7. Lead (Pb)	Annual Average*	1.0 µg/Nm ³	0.75 µg/Nm ³	0.50 µg/m ³
	24 hours**	1.5 µg/m ³	1.00 µg/m ³	0.75 µg/m ³
	Month Average		2.5	
8. Carbon monoxide (CO)/ carbon dioxide (CO ₂)	8 hours**	5.0 mg/m ³	2.0 mg/m ³	1.0 mg/m ³
	1 hour	10.0 mg/m ³	4.0 mg/m ³	2.0 mg/m ³
	mg/Kg			
	24 hours**			
9. Hydrogen Sulphide	24 hours**	150 µg/m ³		
10. Non-methane hydrocarbons				
	instant Peak	700ppb		
11. Total VOC	24 hours**	600 µg/m ³		
12. Ozone	1-Hour	200 µg/m ³	0.12 ppm	
	8 hours (instant Peak)	120 µg/m ³	1.25 ppm	

- a) µg- microgram
b) m³ – cubic metre
c) ppm – Parts per million
d) ppb – Parts per billion
e) Values at Standard Temperature and Pressure (STP)
f) Conversion factors from ppm to mg/m³ and mg/m³ to ppm are stipulated under the Eleventh Schedule
g) * [Annual Arithmetic mean of minimum 104 measurements in a year taken twice a week 24 hourly at uniform interval].
h) [** 24 hourly/8 hourly values should be met 98% of the time in a year. However, 2% of the time, it may exceed but not on two consecutive days].
i) Whenever and wherever two consecutive values exceeds the limit specified above for the respective category, it would be considered adequate reason to institute regular/continuous monitoring and further investigations.
j) *24-hour limit may not be exceeded more than three times in one year;
k) ** 24-hour limit may not be exceeded more than three times in one year micrograms/m³
l) *** Not to be exceeded more than once per year average concentration
m) ***In conversion of units from ppm to mg/m³ and vice versa shall use guidelines set out under Part II of the Fifth Schedule

出典 : NEMA

(ii) 発生源管理

工場発生源

2014年の第1次国家大気質規制により、排出基準として位置づけられる管理施設/非管理施設における排出制限 (emission limits) が設定されたほか、石油セクターにおけるガイドラインが設定されている。

自動車発生源

自動車からの排出に関して、下表のとおり新車の排出ガス性能基準、中古車の輸入規制、燃料組成に関する規制が整備されている。

また 2017 年に東アフリカではロードマップ（Roadmap for Harmonization of Vehicle Emission Standards in East Africa）が策定されている。

表 4-6 自動車発生源に関わる排出規制

Emission performance standards for new vehicles	
KS 1515: 2000 ICS 43.040.60 Kenya Standard Code of practice for inspection of road vehicles	The vehicle will be subject to roadworthiness inspection by a KEBS appointed inspection agent in the country of export.
Import regulations for used vehicles	
Kenya Bureau of Standards requirements of Legal Notice No. 78 of 15th July 2005 (<i>Verification of Conformity to Kenya Standards Imports Order, 2005</i>) & KS1515:2000 Kenya Standard Code of Practice for Inspection of Road Vehicles.	In Kenya, age limit for imported used vehicles is 8 years, the regulations require annual inspections for commercial and PSVs and every 2 years for personal cars four years old and above ¹⁸ .
Regulations on the fuel composition	
The-Petroleum-Act-2019-LN-100-2019 and • East Africa Vehicular Emission-Draft 2021(KEBS)	There are wide ranges in the respective emission limits for CO, HC, NOx, PM, VOC and Opacity for both gasoline and diesel-powered vehicles, whether heavy duty, passenger or light duty. It is recommended that the East African Community countries find convergence on the applicable emission limits. With current harmonized fuel standards capable of supporting Euro IV emission standards, it is recommended that the proposed harmonization should target Euro IV equivalent.

出典：調査団作成

農業残渣焼却・野焼き、家庭での燃料消費

農業廃棄物等の野焼き、家庭での燃料消費については、下表の法律により規制されている。

表 4-7 野焼き、住宅暖房に関わる規制

Regulation on agricultural field burning	
Kenya Agriculture Act 318	It was established in 1986 and later revised in the year 2012 The Act discouraged the practice of annual burning of wetlands
Regulation on open burning of wastes	
Environmental Management and Co-ordination (Waste Management) Regulations	It was established in the year 2006 The regulation discourages open and discreet burning of waste ¹⁹
Regulations on house heating.	
The Energy (Solar Water Heating) Regulations, 2012	It was established in the year 2012 The regulation requires property developers to install and use solar water heating systems in houses.

出典：調査団作成

¹⁸ PVOC Program, Kenya Bureau of Standards.

https://kebs.org/index.php?option=com_content&view=article&id=87&Itemid=426

¹⁹ Waste management regulations(2006).

<https://www.nema.go.ke/images/Docs/Regulations/Waste%20Management%20Regulations-1.pdf>

4) これまでの大気環境管理にかかるドナー支援

ケニア国をターゲットにしたこれまでの大気環境管理行政に係るドナー支援は下表に示すとおりである。

現在、世界銀行や UNEP によるプロジェクトの他、National Institute for Health Research による Clean Air Africa プロジェクト等が実施されている。

表 4-8 ケニア国をターゲットにした大気環境管理にかかるドナー支援

Donor name	World Bank
Project name	African Environmental health and Pollution Management Project
Duration	August 2020- July 2025
Budget	USD \$ 8,073,395
Summary	
Counterpart organization	
<ul style="list-style-type: none"> • NEMA • Ministry of Health-Department of Public Health • County Governments- Kisumu, Nakuru, Mombasa 	
Activities	
<ul style="list-style-type: none"> • Institutional strengthening, knowledge and capacity building • Support for policy dialogue and regulatory enhancements • Demonstrating application of technological tools and economic approaches in the management of e-waste 	
Output	
Elimination of Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs), Polychlorinated Biphenyls (PCBs), Hexabromocyclododecane (HBCD), dioxins, furans, cadmium, beryllium through proper e-waste management.	
Donor name	UN Environment Programme (UNEP)
Project name	Digital Billboards
Duration	2021-to -date
Budget	Undisclosed
Summary	
Counterpart organization	
<ul style="list-style-type: none"> - IQAir, a Swiss air quality technology company, - Safaricom, a telecommunications provider in Kenya, - Alpha and Jam Ltd and - Metropolitan Star Lite Ltd, - Out Of Home (OOH) media 	
Activities	
<ul style="list-style-type: none"> - Provides real-time air quality information for some of the most harmful type of air pollution, fine airborne particles, known as PM_{2.5} 	
Output	
<ul style="list-style-type: none"> - Increase air quality awareness among the city's 4.7 million inhabitants. 	
Donor name	World Bank
Project name	Financing Locally-Led Climate Action (FLLoCA) Program
Duration	2021-to -date
Budget	US\$171.4 Million
Summary	
Counterpart organization	
<ul style="list-style-type: none"> - Social Sustainability Initiative for All Umbrella Multi-Donor Trust Fund(Governments of Denmark and Sweden) - Ministry of Environment and Natural Resources-Kenya - County Governments of Kenya 	
Activities	
<ul style="list-style-type: none"> - The program's development objective is to deliver locally led climate resilience actions and strengthen county and national governments' capacity to manage climate risks. 	
Output	
<ul style="list-style-type: none"> - The program will strengthen the national government's capacity to support county government actions, enhance the collaboration between national entities on climate change, and facilitate national oversight of the program. 	
Donor name	JICA
Project name	Africa Adaptation Program
Duration	2011-2013
Budget	£4.2 Million

Summary Long-term planning, capacity development and risk management	
Counterpart organization	
<ul style="list-style-type: none"> - African Development Bank - Global Center On Adaptation - Ministry of Environment and Natural Resources-Kenya 	
Activities	
Output	
Donor name	Special Climate Change Fund (SCCF), World Bank, UNDP
Project name	Adaptation to Climate Change in Arid Lands (KACCAL)
Duration	2011-2015
Budget	USD 6.5 Million
Summary The objective of the “Kenya-Adaptation to Climate Change in Arid Lands” (KACCAL) project was to increase the capacity of communities in Mwingi District to adapt to climate variability and change. Thus, project developed and piloted a range of coping mechanisms for reducing the vulnerability of smallholder farmers in Mwingi to climate change. The project took cognizance of existing indigenous activities/measures used by local communities to cope with the adverse effects of climate change.	
Counterpart organization	
<ul style="list-style-type: none"> - Ministry of Arid and Semi-arid lands, - GEF- Global Environment Facility. 	
Activities	
Output	
<ul style="list-style-type: none"> - Enhanced awareness of national and regional stakeholders to plan, manage and implement CC adaptation measures in arid and semi-arid lands. - Enhanced capacity of district and local level stakeholders to plan, manage and implement climate change adaptation measures - Enhanced communities’ ability to plan, manage and implement climate-related activities. KACCAL is a \$1 million, three year project, supported by the Special Climate Change Fund (UNFCCC) that has recently begun implementation 	
Donor name	National Institute for Health Research NIHR-UK
Project name	Clean Air Africa
Duration	2018-to -date
Budget	Undisclosed
Summary	
Counterpart organization	
<ul style="list-style-type: none"> - Kenya Medical Research Institute - Ministry of Health (Directorate of Public Health) - Ministry of Energy - Moi University - Amref International University 	
Activities	
<ul style="list-style-type: none"> - Inform national policies to scale access to and adoption of clean household energy - Demonstrate the positive impacts on health and climate from populations switching to clean household fuels and - Strengthen health systems to empower community led prevention to fight against household air pollution. 	
Output	
<ul style="list-style-type: none"> - Transition to clean cooking among households - Reduced morbidity associated with indoor air pollution - Counties/Community Health Workers reporting on air quality indicators 	

出典：調査団作成

5) 環境事故等

ケニア国では、急速な都市化、それに対応する車両所有の増加、およびエネルギー源としての固形燃料の継続的な使用により、大気質が悪化している。特に都市部における火災事故の発生や、車両のアイドリング等は、大きな影響を与えていると考えられている。

一方、国内の大気汚染に関する公的に入手可能なデータ源は存在せず、現状の把握が困難な状況にある。

4.2.2.2. 関連データ収集

1) 大気質測定局による大気環境モニタリング

継続的な大気環境モニタリングが NEMA により実施され始めたのは 2014 年からであるが、他に現在ナイロビ市では下表に示す場所において、モニタリングが実施されている。一方、測定項目が PM_{2.5} のみであるものが多い、測定機材の精度が担保されていない、といった課題がある。

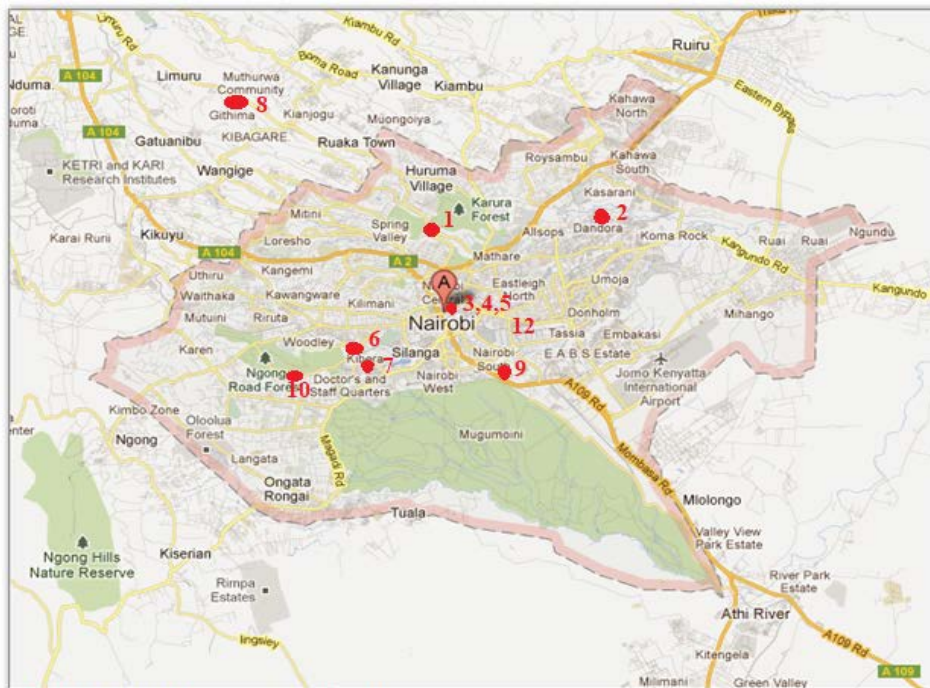
また、本調査では経年的な一般大気観測データを入手することはできなかった。

なお、NEMA は移動測定局を保有しており、ナイロビ市および他都市での測定に使用されている。

表 4-9 ナイロビ市における大気質測定局（移動観測機材含む）

AQMS name/Owner	SO ₂	NO _x	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ox	CO	Other emissions	Website
NEMA mobile air quality monitoring lab	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
NEMA designated laboratories	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	https://www.nema.go.ke/images/Docs/Gazetted_labs_1.2.22.pdf
Braeburn Garden Estate School, Nairobi-(NCG)					✓				https://www.iqair.com/kenya/nairobi/braeburn-garden-estate-school
Bins Nairobi - Industrial Area, Nairobi-(NCG)					✓				https://www.iqair.com/kenya/nairobi/bins-nairobi-industrial-area
Mbaghati Hospital, MBAGATHI RD, Nairobi-(UNEP)					✓				https://www.iqair.com/kenya/nairobi/mbaghati-hospital-mbagathi-rd
Kibera Drive, Nairobi-(NCG)					✓				https://www.iqair.com/kenya/nairobi/kibera-drive
Safaricom JCC, Mombasa Road, Nairobi (Safaricom)					✓				https://www.iqair.com/kenya/nairobi/kibera-drive
Nairobi Air Quality Monitor - US EPA (ke.usembassy.gov)					✓				https://aqicn.org/city/kenya/nairobi/us-embassy/
Clean Air Nairobi (Kibera, St.Scholastika, United Nation (UNEP), All Saints, Alliance Girls)				✓	✓			✓	http://senseable.mit.edu/cleanair-nairobi/

出典：調査団作成



● Air Quality Monitoring Station/Sensor

1. Gigiri	2. Dandora	3. Luthuli	4. Landhis
5. Tom Mboya	6. Mbagathi	7. Kibera drive	8. Alliance Girls
9. Safaricom JCC	10. Kenya Meterological Department	11. Jogoo road	12. Bins Industrial Area

出典：調査団作成

図 4-2 ナイロビ市の大気質測定局



図 4-3 NEMA 保有の移動測定局

2) 社会経済データ

下表に本調査で収集した主要な社会経済データを示す。本調査では大気環境行政及び大気環境状況の説明となりうる指標を中心に収集した。

表 4-10 収集した主要な社会経済データ（ケニア国）

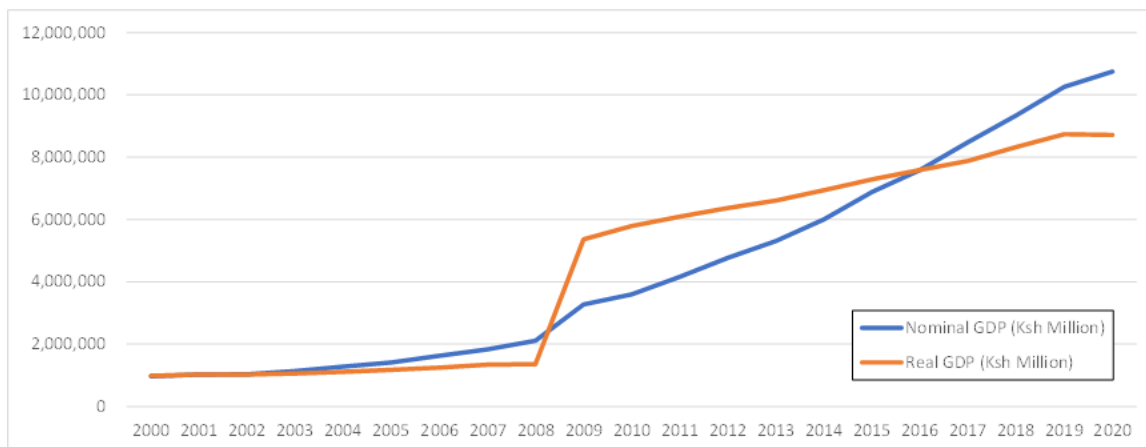
No	Data to be collected	Data Description	Unit	Period	Data Source
1	Population and population density	Total population	Person	1990 - 2020	The World Bank https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.TOTL.K
		Land area	km ²	1990 - 2020	

		Population density	Persons / km ²	1990 - 2020	2?locations=KE
2	Real GDP (Gross Regional Product) of the City/town (If not available, real GDP)	GDP	Real GDP and Nominal GDP for the Country	2000 - 2020	Central Bank of Kenya https://www.centralbank.go.ke/annual-gdp/
		GCP	Gross County Product	2013 - 2017	Kenya Bureau of Statistics https://www.knbs.or.ke/download/gross-county-product-2019/
3	Land use	Land use	Thousand hectares	1990 - 2016	Kenya Bureau of Statistics https://kenya.opendataforafrica.org/imzpszb/resource-statistics-land
4	Energy Consumption by sector	Petroleum and electricity consumption	Petroleum (Thousand tonnes) Electricity (Million KWH)	1985 - 2019	Kenya Bureau of Statistics https://www.knbs.or.ke/publications/ (Economic Survey Publications 1974 - 2020)
5	Number of registered vehicles	Total number of registered vehicles (imported & locally assembled)	Units per month	2005 - 2020	Kenya Bureau of Statistics https://www.knbs.or.ke/data-releases/?tax%5Bwpdmcategory%5D=leading-economic-indicators-2021
6	Direct investment amount (Country level)	Foreign direct investment, net inflows (BoP, current US\$)	USD	1980 - 2019	The World Bank https://data.worldbank.org/indicator/BX.KLT.DINV.CD.WD?end=2019&locations=KE&start=1980
7	Literacy rate	Literacy rate, adult total (% of people ages 15 and above)	Percentage of adults	2000, 2007, 2014, 2018	The World Bank https://data.worldbank.org/indicator/SE.ADT.LITR.ZS?locations=KE
8	Mortality rate of children under 5 years old	Average for every 5 years between 1950 to 2020	Number /1000 live births	1950 - 2020	United Nations: Department of Economic and Social Affairs (Population Projections 2019) https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Mortality/
9	Life expectancy (country level)	Number of years	Years	1990 - 2019	The World Bank https://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.LE00.IN?locations=KE

出典：調査団作成

下図に、2000年から2020年までのケニアの名目GDPと実質GDPを示す。2001年から2020年までのケニアのGDP成長率は、-0.3%のマイナス成長を経験した2020年を除いて、年間平均4.3%であった。

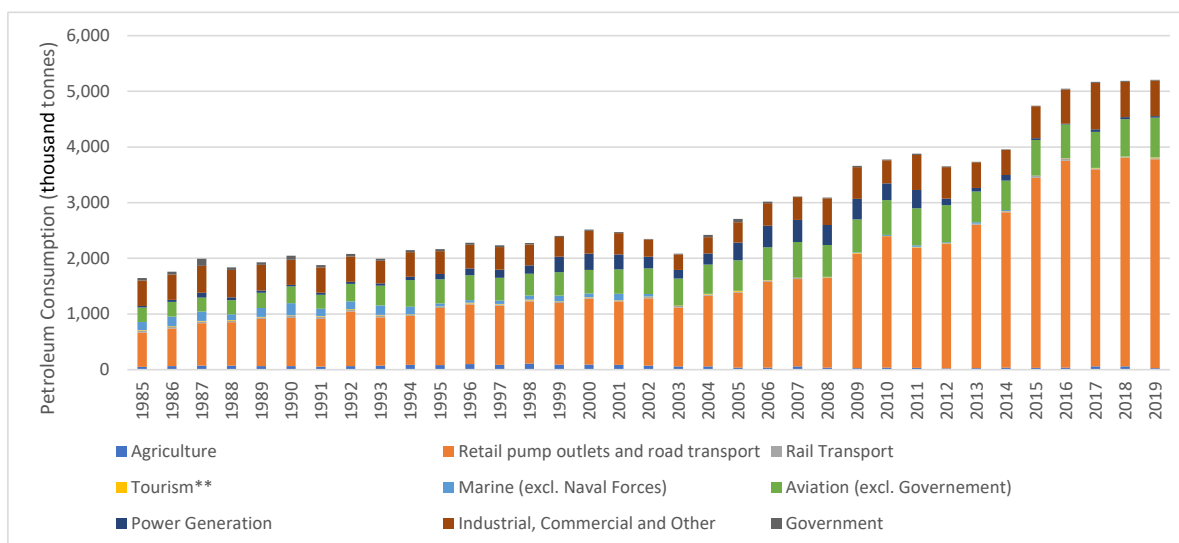
なお、2008年の実質GDPグラフのねじれは、基本価格の変化に起因すると考えられる。2008年以前は、価格は2001年の価格に基づいていたが、2009年以降は、2009年の基本価格に基づいている。



出典：公表データを基に調査団作成

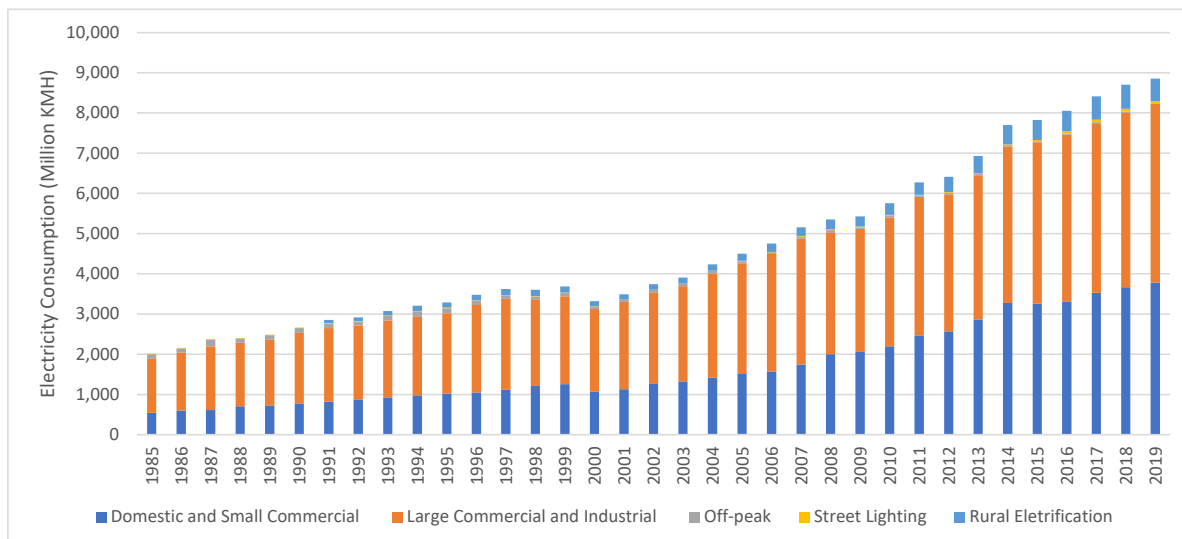
図 4-4 ケニア国における GDP の推移（2000 年～2020 年）

下図に、ケニアのセクター別のエネルギー消費量を示す。図 4-5 から、1985 年から 2019 年の間に石油消費がほぼ 3 倍となり、また特に道路輸送（ポンプでの小売と道路輸送）が伸びていることがわかる。図 4-6 からは、1985 年から 2019 年の間に電力消費量が 4 倍以上になっており、また 2012 年以降、農村電化が着実に増加していることがわかる。農村電化により、以前は代替エネルギー源に依存していたより多くの農村世帯が電力を活用できるようになり、電力消費が増加したと考えられる。



出典：公表データを基に調査団作成

図 4-5 ケニアにおける石油消費量（1985 年～2019 年）



出典：公表データを基に調査団作成

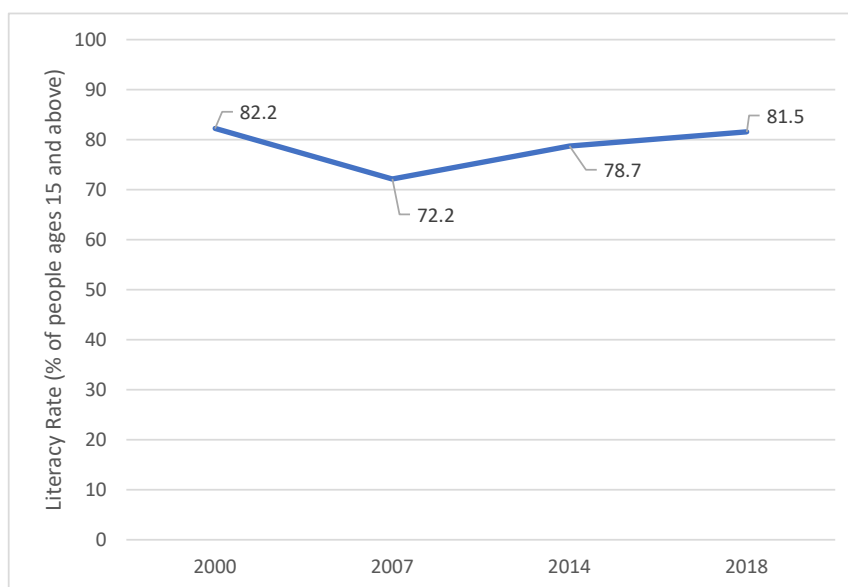
図 4-6 ケニアにおける電力消費量（1985年～2019年）

社会の成熟度を見るために収集した識字率と、出生時平均余命の変遷を以下に示す。

識字率は2018年には81.5%に達しており、世界銀行によるとこれは2018年の世界平均の86%よりは低い状況だが、サハラ以南のアフリカの平均である65を上回っている。

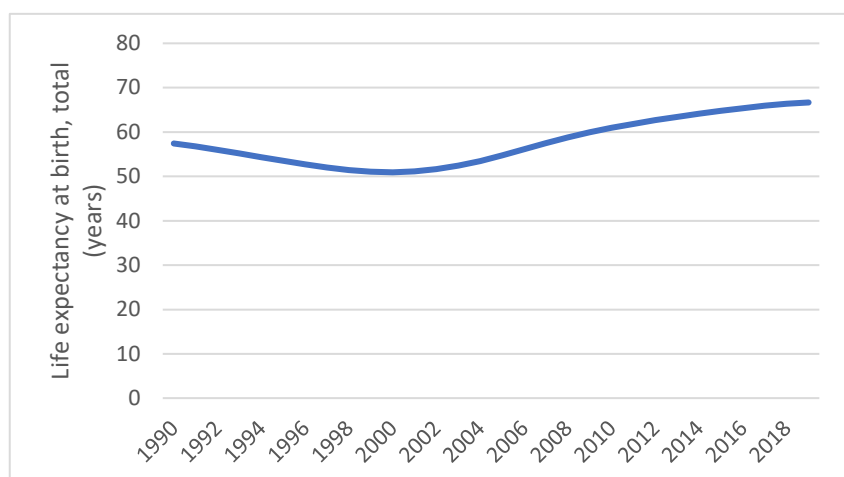
また1990年から2000年の間に、平均余命は平均57年から約50年に減少し、2019年には平均66年に増加した。

なお、ケニアの年間統計データが不足しているため、正確に反映されていない可能性がある。



出典：公表データを基に調査団作成

図 4-7 識字率の変化



出典：公表データを基に調査団作成

図 4-8 平均余命の変化

4.2.3. ベトナム

4.2.3.1. 大気環境管理に関わる歴史的変遷

1) 関連法令の制定

ベトナム国では、環境基本法となる環境保護法（Law on Environmental Protection, 1994 年制定）が 2005 年に改定された際に大気汚染に係る条項が初めて設けられ、更に 2014 年の改定では包括的な大気環境管理、大気汚染防止に係る規定がまとめられた。大気汚染防止法等の個別法は未整備であるが、省令（Decree）や通達（Circular）によって各種規制、環境基準や排出基準が定められている。また、国家戦略や計画レベルでは、環境汚染防止に関する国家計画、国家環境モニタリング計画等が首相決定として定められている。

表 4-11 に国及びハノイ市における大気環境管理関連法令の制定の変遷を示す。対策の対象が粉塵から、産業活動及び自動車の走行に伴う排ガス（NO₂、NO_x、CO）、更に PM₁₀、PM_{2.5} 対策、GHG 排出量規制と拡大している。一方でハノイ市では、農業残渣や廃棄物の野焼きやハニカムブリケットの利用による大気汚染が問題となっており、住民への呼びかけや取り締まり、罰則規定の制定等の対応も求められている。

表 4-11 ベトナム国／ハノイ市における大気環境管理に係る関連法の制定

年	国／ハノイ	大気環境管理に係る関連法規定
1993	国	環境保護法（Law on Environmental Protection）制定（大気環境に係る規定なし）
2002	国	天然資源環境省（Ministry of Natural Resources and Environment : MONRE）設立
2005	国	LEP 改定、大気汚染に係る条項が追加（産業活動や自動車からの排ガス規制やモニタリングプログラム、地方レベルでの現況把握等）
2005	国	大気環境基準の制定（TCVN5937:2005, 2009 年及び 2015 年改定） 大気環境中の有害物質の最大許容濃度基準（TCVN5938:2005, 2009 年改定）、産業排ガス基準（煤塵及び無機物質）（TCVN5939:2005, 2009 年改定）、排ガス基準（有機物質）（TCVN5940:2005, 2009 年改定）

年	国/ ハノイ	大気環境管理に係る関連法規定
2005	ハノイ	建設現場からのダスト発生抑制対策の実施に係る規定 (Decision 02/2005/QD-UBND)
2009	国	大気環境中の有害物質の最大許容濃度基準 (QCVN06:2009BTNMT)、排ガス基準 (煤塵及び無機物質) (QCVN19:2009)、排ガス基準 (有機物質) (QCVN20:2009) を再定義
2009～	国	各産業セクターの排ガス基準を順次制定 (セメント製造、化学肥料製造、火力発電所、産業廃棄物 (2012)、医療系固形廃棄物の燃焼 (2012)、鉄鋼 (2013))
2010	国	省エネルギーと効果的なエネルギー使用法 (Law on Economical and Efficient use of energy 50/2010/QH12 (2018年改定))
2010	国	都市・地方における二輪車からの排ガス管理計画の承認 (Decision 909/QD-TTg)
2014	国	LEP 改定、新たに包括的な大気汚染防止や大気環境管理に関する節 (Section)、環境情報の収集及び管理に関する章 (Chapter) が設けられた。
2015	国	排ガス量が多い産業 (製鉄、火力発電所、セメント、化学、石油化学等の一定規模以上の工場に対して、連続排出監視システムの設置及び MONRE への報告を義務付けた。(Decree 38/2015-ND-CP : Waste and Scrap Management)
2016	国	大気環境管理国家アクションプラン策定 (Decision 985a/QD-TTg) 特定の産業活動に関する SO ₂ 、NO _x 、CO の排ガス量削減目標値を設定。PM ₁₀ 、PM _{2.5} についても産業活動及び交通セクターからの排出削減施策の実施を導入。
2017	国	環境モニタリング技術に関する規定 (Circular No. 24/2017/TT-BTNMT)
2018	ハノイ	ハノイ市の環境への影響を緩和するために、わら、作物副産物、その他の廃棄物の違法な燃焼を禁止
2019	ハノイ	ハノイ市でのハニカムブリケット (honeycomb briquette) の利用禁止 (Directive 15/CT-UBND)
2019	国	産業活動にかかるモニタリング項目及び頻度の変更 (Revising Decree 38/2015)、
2020	ハノイ	違法燃焼にかかる管理体制の強化 (Directive 15/CT-UBND)
2020	ハノイ	ハノイ市グリーン成長アクション制定 (Action No. 149/KH-UBND) (GHG 排出量削減にかかる目標設定)
2020	国	LEP 改定、大気環境保全にかかるより詳細な規定が追加された (国家及び地方レベルでの大気質保全計画の策定、大気質環境に関する事業者の責務 (多量排ガス排出業者に対する自動継続観測及び報告の義務化等)、農業残渣の燃焼の禁止等)。また、全体的に気候変動に対する取り組みの具現化がなされた。
2021	国	新規生産、輸入車に対する EURO 4 規制の適用
2021	国	大気汚染が深刻な都市 (ハノイ、ホーチミン等) に対して、排出インベントリ、PM ₁₀ 及び PM _{2.5} のモニタリングの実施等の対策導入を規定 (Directive 03/CT-TTg)
2021	国	国家大気質管理計画 (2021-2025) 制定 (Decision 1973/QD-TTg)
2021	ハノイ	クラフトビレッジにおける環境管理の強化 (307/KH-UBND)
2022	国	EURO 5 の適用
2022	国	LEP の大気環境管理に係る実施規定 (Decree 08/2022/ND-CP)
2022	国	GHG 排出量削減及びオゾン層に係る規定 (Decree No. 06/2022/ND-CP)

出典：調査団作成

2) 大気環境管轄機関

< 中央政府 >

大気環境行政に関しては、2002年天然資源環境省 (Ministry of Natural Resources and Environment : MONRE) が設立され、それまで責任所管であった科学技術環境省 (Ministry of Science, Technology and Environment、現 Ministry of Science and Technology) から MONRE に大気環境行政が移管された。MONRE は現在、大気質管理 (環境基準やモニタリング)、産業セクターや自動車の走行からの排ガス規制や許認可関連、インフォーマルセクターからの排出ガス管理等、大気環境行政全般を管轄している。また、MONRE 下には VEA

(Department of Environmental Quality Management) を設置し、大気環境の計測・モニタリング活動の総括的責任を与え、VEA がこれらの実務を担っている。更に VEA 下には環境モニタリングセンター (Center for Environmental Monitoring) が組織されている。

本調査では、大気環境行政へのインプット量や、計画／法規定の実行能力を把握するために関係機関に対して予算や職員数、実施内容や課題等を調査している。インタビュー調査で確認された VEA におけるキーとなる関連情報は以下のとおりである。

- ✓ 職員数は約 20 名。大気環境管理にかかる予算は不明。人材育成や予算の不足が課題。
- ✓ 国家レベルの個別関連法規定の制定が十分ではなく、汚染管理が有効に実施できていない。また大気環境モニタリングにかかる予算が不足していることが課題。
- ✓ 今後 VEA は、各地方での大気環境管理計画策定にかかる支援、排出インベントリの作成、排出枠の割り当てによる管理、大気質監視システムの拡大、廃棄物発生源管理、大気質の予測と警告体制の整備等を検討している。

表 4-12 に大気環境管理に係る主要な中央政府機関及び各々の責務を示す。

表 4-12 ベトナム国における大気環境管理に係る主要な機関及び責務

省庁	主要な責務／役割
MONRE	<ul style="list-style-type: none"> - 大気環境質管理 - 大気環境管理に関する国家行動計画、大気環境管理に関する国家/地方計画 (改正 LEP (2020) で新たに制定) - 大気質環境基準の設置、大気環境モニタリング、大気質管理 - 排ガス管理、排ガス管理に関する技術指針・要件、監視 - 製造業、焼却炉からの排ガス基準の設置 - 車輻排ガスに関する品質基準適用にかかるロードマップの作成 (交通省 (MOT) との協調) - 汚染源インベントリ、登録 - 排出ガスの監視：量/質; - 排出許可の発行 (環境保護工事の完了証明書、原材料として使用するスクラップの輸入における環境保護の許認可、または有害廃棄物処理許可) - クラフトビレッジからの排出ガスの汚染管理 (MARD、MOIT と重複)
Ministry of Science and Technology (MOST) 科学技術省	<ul style="list-style-type: none"> - MONRE および MOT の技術基準 (QCVN) の評価 - 車両に使用される燃料の品質基準の確立
Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD) 農業農村開発省	<ul style="list-style-type: none"> - 農業活動 (耕作、畜産) および農村地域からの排ガス管理 - クラフト村からの排ガス管理 (MONRE、MOIT と重複)
Ministry of Industry and Trade (MOIT) 商工省	<ul style="list-style-type: none"> - 産業部門からの排ガスを含む環境管理 - クリーナープロダクション戦略の実施 - 省エネプログラムの実施、エネルギー監査 - 再生可能エネルギー開発計画 - 深刻な汚染排出事業者への対応 - クラフト村の環境管理 (MONRE、MARD と重複)。
Ministry of Transportation (MOT) 交通省	<ul style="list-style-type: none"> - 車両からの排ガス基準の確立 (LEP 2020 以降 MONRE に移行)。 - 車両からの排ガス制御 - 環境にやさしい車の導入促進に関する方針

出典：調査団作成

< 地方レベル（ハノイ市） >

地方人民委員会は、LEP (2020)の規定により、地方環境保全計画に加えて大気環境管理計画の策定が求められるようになった。大気環境管理計画においては、大気質の評価、大気質モニタリング、大気汚染源の特定、大気質管理のスコープや手法、実施体制等を含むことが定められている。ハノイ市では、地方人民委員会による大気環境管理支援として、ハノイ市 DONRE (Department of Natural Resources and Environment) が大気質測定、大気環境に関する法律違反の取り締まり、大気汚染対策の実施、環境影響評価報告書の評価等を行っている。これらに関して、DONRE は、地方人民委員会や MONRE へ報告義務がある。ハノイ市 DONRE 下に組織されている HEPA (Hanoi Environmental Protection Agency) が実質的な大気環境管理として汚染管理や大気モニタリングを行っている。以下、HEPA へのインタビュー調査により確認された主な関連情報である。

- ✓ ハノイ市 DONRE は、ハノイ市大気環境管理計画（5 か年）を策定中であり、2022 年中に最終化する。
- ✓ 室内大気汚染対策にも関連するハニカムブリケットの利用禁止（2019 年）については、未だに市内での利用が見られるため、2022 年には罰則規定を設ける。
- ✓ 2020 年には Hanoi DONRE は 1 億 VND を大気環境管理に配分した。
- ✓ 集中する製造工場の地方への移転を計画しているが、企業の地方移転を支援するメカニズムが未整備であり、進んでいない。
- ✓ 課題として、地域の大気環境管理を担当する人材不足。専門的能力不足。大気汚染問題は地域・州間の調整が必要であるが、関係機関とのコーディネーションが非効率。

3) 大気環境対策

(iii) 大気環境基準・排出基準の設定

ベトナム国では大気環境及び排ガス基準について、国家技術規制 (QCVN) として各種規定している。(表 4-13 参照)。表 4-14 に大気環境基準を示すが、2009 年が改定される際に、PM_{2.5} が新たに加わった。

表 4-13 ベトナム国における大気環境管理に係る主要な基準（国家技術規制）

カテゴリー	基準	概要
大気環境基準	QCVN 05:2013/BTNMT	大気環境基準
	QCVN 06:2009/BTNM	大気環境中の有害物質の最大許容濃度基準
産業排ガス基準	QCVN 19:2009/BTNMT	産業排ガス基準（煤塵及び無機物質）
	QCVN 20:2009/BTNMT	産業排ガス基準（有機物質）
	QCVN 21:2009/BTNMT	産業排ガス基準（化学肥料製造産業）
	QCVN 22:2009/BTNMT	産業排ガス基準（火力発電所）
	QCVN 34:2010/BTNMT	産業排ガス基準（精錬及び石油化学産業における無機物質及び粉塵）
	QCVN 41:2011/BTNMT	セメント製造産業からの排ガス基準
	QCVN 51:2017/BTNMT	鉄鋼業からの排ガス基準
廃棄物処理にかか る排ガス基準	QCVN 61-MT:2016/BTNMT	一般廃棄物焼却炉からの排ガス基準
	QCVN 30:2012/BTNMT	産業廃棄物焼却炉からの排ガス基準
	QCVN 02:2012/BTNMT	医療系固形廃棄物からの排ガス基準

車 輛 からの 排ガス基準	QCVN 01:2009/BKHCN	ガソリン、ディーゼル、バイオ燃料にかかる品質基準
	QCVN 86:2015/BGTVT	製造・輸入される車両のガス状汚染物質排出量規制

出典：調査団作成

表 4-14 ベトナム国における大気環境基準

No.	Factor	Average value per hour [µg/m ³]	Average value per 8 hours [µg/m ³]	Average value per 24 hours [µg/m ³]	Average value per year [µg/m ³]
1	SO ₂	350	-	125	50
2	CO	30,000	10,000	-	-
3	NO ₂	200	-	100	40
4	O ₃	200	120	-	-
5	TSP	300	-	200	100
6	PM ₁₀	-	-	150	50
7	PM _{2.5}	-	-	50	25
8	Lead	-	-	1.5	0.5

Notes: “-“ means not regulated

出典：QCVN 05:2013/BTNMT

(iv) 発生源管理

工場発生源

既述のとおり、工場からの排ガス基準については、煙突口における濃度規制が QCVN によって規定されている。2019 年には、排ガスを多く発生する施設（ガラス、鉄鋼、セメント、火力発電所など全 11 業種）を中心に、排ガスの自動連続モニタリング装置の設置が義務付けられ（No. 40/2019/ND-CP）、またモニタリングデータを各地方の天然資源環境局に提出することが定められている。また、2016 年には、環境影響評価や環境保全計画を遵守できなかった場合の罰則規定も合わせて定められている（No.155/2016/ND-CP, Decree 55/2021/ND-CP）。

一方、クラフトビレッジと呼ばれるインフォーマルセクターでリサイクル活動を行っている工場が郊外や農村部に散在しており、旧式の技術を使い、適切な排ガス処理がされないまま敷地外に排出し大気汚染の発生源となっている。

自動車発生源

自動車からの排出に関して、ベトナム政府は 2005 年に自動車への排出基準の適用のためのロードマップ（Decision No. 249/2005/QD-TTg）を制定し、その後 2011 年、2016 年と更新し、その中で排出基準を以下のとおり設定している。

- ・ 新規組立・輸入に関する排出基準：EURO 4（2017 年～2021 年）、EURO 5（2022 年 1 月 1 日）
- ・ 二輪車の新規組立・輸入：EURO 3
- ・ 中古車の輸入：EURO 4
- ・ 道路を走行する自動車の排出基準：EURO 1（1999 年以前に製造された車）、EURO 2（1999 年以降に製造された車から現在まで）

また、自動車のインスペクションについては、MOT（運輸省）が自動車の技術的安全検査と環境保護に関する規則に関する通達 Circular No. 16/2021 を発行し、車種と製造年に基づいて、車種ごとに異なる検査サイクル（6 か月から 18 か月）を設定している。また、排出ガス（CO、HC）の測定も含まれる。

農業残渣焼却・野焼き

ハノイ市では毎年特に 6～8 月にわら（Straw）の焼却による大気汚染が問題となっている。改定 LEP（2020）には農業残渣物の野焼きの禁止に関する条項が盛り込まれており、更にハノイ市は 2020 年に違法な藁や農業残渣廃棄物、その他廃棄物の野焼きの取り締まりを強化する規制を定めた（Directive 15/CT-UBND）。一方で、現在も特にハノイ市郊外の農村地域では野焼きが見受けられることが報道されている²⁰。

家庭での燃料消費

一般家庭で広く燃料として使われていたハニカムブリケットによる大気汚染（室内大気汚染）、それによる呼吸器疾患の増加が社会問題となったため、ハノイ市は 2019 年、ハニカムブリケットの利用を禁止する規定を定めた（Directive No. 15/CT-UBND）。政府は 2020 年末まで各家庭の安全で環境にやさしいとされる代替燃料への移行の支援や、ハニカムブリケット製造事業者への支援を行っていたが、2021 年からは製造・利用に対する罰則規定を定めている。

4) これまでの大気環境管理にかかるドナー支援

ベトナム国及びハノイ市をターゲットにしたこれまでの大気環境管理行政に係るドナー支援は表 4-15 に示すとおりである。現在は MONRE をカウンターパートに、USAID による多様なステークホルダーのネットワークを通じた大気環境向上に向けた事業が展開中である。USAID は同時に気候変動に関する MOU を MONRE と締結し（2022 年 2 月）、両課題解決による支援を行っている。

表 4-15 ベトナム国・ハノイ市をターゲットにした大気環境管理にかかるドナー支援

年	ドナー	予算	事業名	概要
2006-2008	スイス開発協力庁 (SDC)	2,734,000 USD	Swiss-Vietnamese Clean Air Programme (SVCAP)	MONRE/DONRE に対する大気環境政策改正、データベース構築支援等
2013-2015	JICA	997,140 USD	大気質管理制度構築支援プロジェクト	大気環境行政強化 (VEA/MONRE) LEP 改定支援、大気環境管理にかかるロードマップの作成、人材育成、等
2017-2020	ドイツ連邦環境省	2,920,687 Euro	Integrated Air Quality Management and Climate Change Mitigation within the framework of the World Bank's Pollution Management	ハノイ市における大気質モニタリングネットワークの拡大、排出インベントリの構築、オンライン情報プラットフォームのアップデート等、MONRE に対する LEP 改定支援

²⁰ <https://en.vietnamplus.vn/hanoi-suffers-alarming-air-pollution-because-of-straw-burning/215524.vnp>

			and Environmental Health Programme	
2019-2022	USAID	1,400,000 USD	Collective Action for Clean Air	MONRE をカウンターパートとした、大気環境対策及び環境衛生向上に向けた多様なステークホルダー間のネットワーク構築支援

出典：調査団作成

5) 環境事故等

表 4-16 にはベトナム国全体或いはハノイ市で問題となった主な環境事故をまとめている。

表 4-16 ベトナム国・ハノイ市で環境関係の事故やイベント

年	環境事故	概要
2008	ヴェダン環境事故（ティバイ川汚染） ¹⁾	南部ドンナイ省で、ヴェダン（Vedan）工場が有害廃棄物をティバイ（Thi Vai）川に何年も捨て続けたために、河川が汚染されたことが報道された。水質汚染のために漁業ができなくなり、地元住民の呼吸器系及び腸の疾患が増加したとの報告もある。ティバイ川流域には 47 の工業地帯が立地しており、他にもたくさんの事業者が適切な廃棄物処理がされずに不法投棄している状況が問題となったが、適切な廃棄物処理を実行するための投資より事業者が支払う違約金が少額のために不法投棄が解決しないことが指摘された。
2016	フォルモサ魚大量死事故 ²⁾	2016 年 4 月中部 5 省沿岸 200km で魚が大量死する事態が発生（140 トンの魚と 67 トンの貝類）。漁獲減による漁業への直接影響、獲った魚を食べたことによる中毒、肌の炎症等の人への被害も報告された。原因は近隣のフォルモサ社からの化学物質を含んだ違法廃液の排出であることが確認された。2016 年 6 月にはフォルモサ社側からは、政府およびベトナム国民への謝罪、賠償金 5 億ドル（約 510 億円）の支払い、再発防止策などの公約が示された。
2016	ビンタン 2 火力発電所からの大気汚染 ³⁾	中南部ビントゥアン省にあるビンタン 2 石炭火力発電所からの排ガスによる大気汚染が問題となった。これに対して、州人民委員会はワーキンググループを設立し、投資家はより精度の高い環境技術を設置し、対応した。
2019 - 2021	ハノイ市における大気汚染	ハノイ市の地方でのわらの燃焼（特に毎年 6 月から 8 月の間）による大気汚染が問題になった。そのため 2020 年、Hanoi 人民委員会は、Directive No.15 を発行し、2021 年 1 月 1 日からわら及び農産副産物の燃焼は禁止された。更にハノイ市の PM _{2.5} による大気汚染の悪化、住民への健康被害（呼吸器疾患数の増加）についても社会問題となっていた。住民にはハニカムブリケットの利用禁止、燃料転換にかかる住民支援が行われている。

注：1) <http://www.ipsnews.net/2008/12/environment-vietnam-river-pollution-scandal-a-wake-up-call/>

2) <https://hcmcpv.org.vn/tin-tuc/xu-ly-su-co-formosa-la-bai-hoc-quan-trong-cho-cac-dia-phuong-1491844972>

3) <http://english.vietnamnet.vn/fms/environment/150834/vinh-tan-power-plant-still-polluting-residential-areas.html>

出典：調査団作成

4.2.3.2. 関連データ収集

3) 大気質測定局による大気環境モニタリング

ハノイ市における DONRE、MONRE が管轄する大気質測定局を表 4-17 に、これらの位置図を図 4-9 に示す。ハノイ市では、水文気象データ観測を目的として、MONRE 下の Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration (VNMHA) が 2004 年から SO₂、NO₂、CO 及び PM_{2.5} を観測している（下表 No.12 及び No.13）。更に Decision No.16 / 2007 / QĐ-TTg により、VEA 下の Northern Center for Environmental Monitoring (NCEM) の観測局では、2007 年から SO₂、NO_x、CO、NO、PM₁₀ 及び PM_{2.5} を観測している。

更にハノイ市は 2016 年に、2 つの固定局と 8 つのセンサ局を含む、10 の連続自動大気質監視局を稼働させた（下表 No.1～No.10）。固定局のモニタリング項目は、PM₁₀、PM_{2.5}、NO_x、CO、O₃、SO₂であり、気象パラメータ（気圧、温度、湿度、風向）も計測している。一方、センサ局では、PM₁₀、PM_{2.5}、CO、NO₂及び気象パラメータを計測している。

2020 年 5 月時点で、ハノイ市各地に設置された自動大気質監視センサ局が合計 35 局あり、ハノイ市 DONRE は 2018 年から各局の時間ごとの PM₁₀、PM_{2.5}、NO₂ の濃度データ及び AQI インデックス、1 日の平均気温と湿度をウェブサイトで公開している (<https://moitruongthudo.vn/>)。

表 4-17 ハノイ市の大気質測定局（DONRE、MONRE 所管）

No.	大気環境 関連測定局	SO ₂	NO _x	NO ₂	O ₃	CO	NO	CH ₄	PM ₁₀	PM _{2.5}	種類	管理機関/ 運用機関	測定 期間
1	Trung Yen 3 Street	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	Station	DONRE/ HEPA	2017～
2	Minh Khai Ward	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	Station	DONRE/ HEPA	2017～
3	Hang Dau					✓	✓		✓	✓	Monitoring sensor only	DONRE/ HEPA	2017～
4	Hoan Kiem District Police Headquarters - Trụ sở CAQ Hoàn Kiếm					✓	✓		✓	✓	Monitoring sensor only	DONRE/ HEPA	2017～
5	Kim Lien Preschool - Mầm non Kim Liên					✓	✓		✓	✓	Monitoring sensor only	DONRE/ HEPA	2017～
6	My Dinh					✓	✓		✓	✓	Monitoring sensor only	DONRE/ HEPA	2017～
7	Pham Van Dong					✓	✓		✓	✓	Monitoring sensor only	DONRE/ HEPA	2017～
8	Building near Thanh Cong lake					✓	✓		✓	✓	Monitoring sensor only	DONRE/ HEPA	2017～
9	Tan Mai					✓	✓		✓	✓	Monitoring sensor only	DONRE/ HEPA	2017～
10	Tay Mo					✓	✓		✓	✓	Monitoring sensor only	DONRE/ HEPA	2017～
11	Northern Environmental Monitoring Center - Nguyen Van Cu	✓	✓		✓	✓			✓	✓	Station	MONRE/ VEA/NCCEM	2007～
12	Hanoi Hydrological and Environmental Station	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Meteorologi cal and Envi. Station	MONRE/ VNMHA	2004～
13	Lang - Hanoi Station	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		Meteorologi cal and Envi. Station	MONRE/ VNMHA	2004～

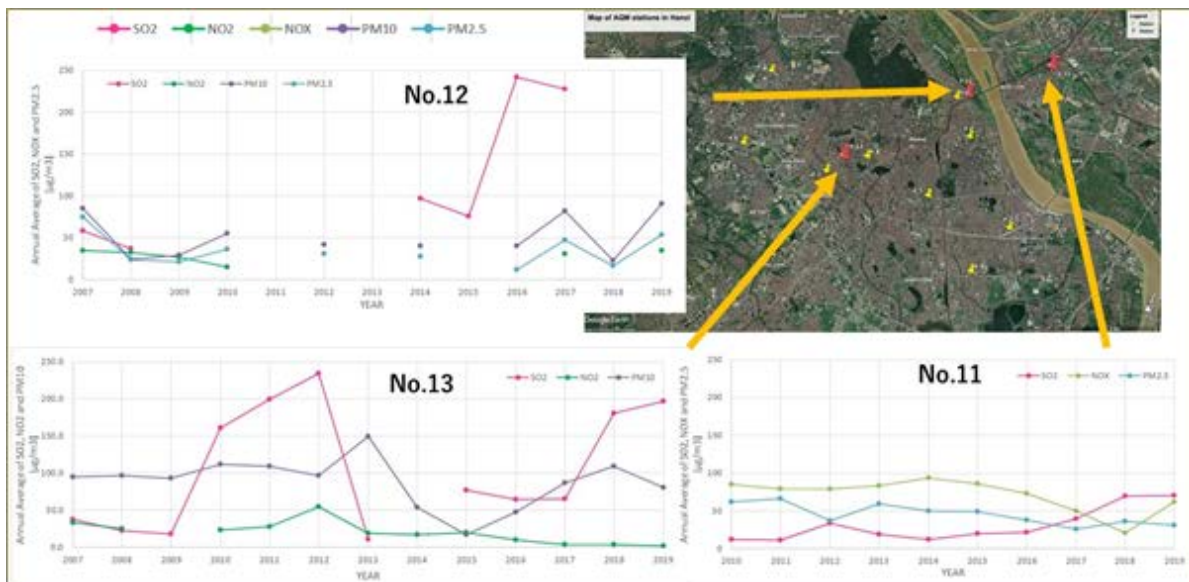
出典：調査団作成



注：数値は表 4-17 の各測定局を示す
出典：調査団作成

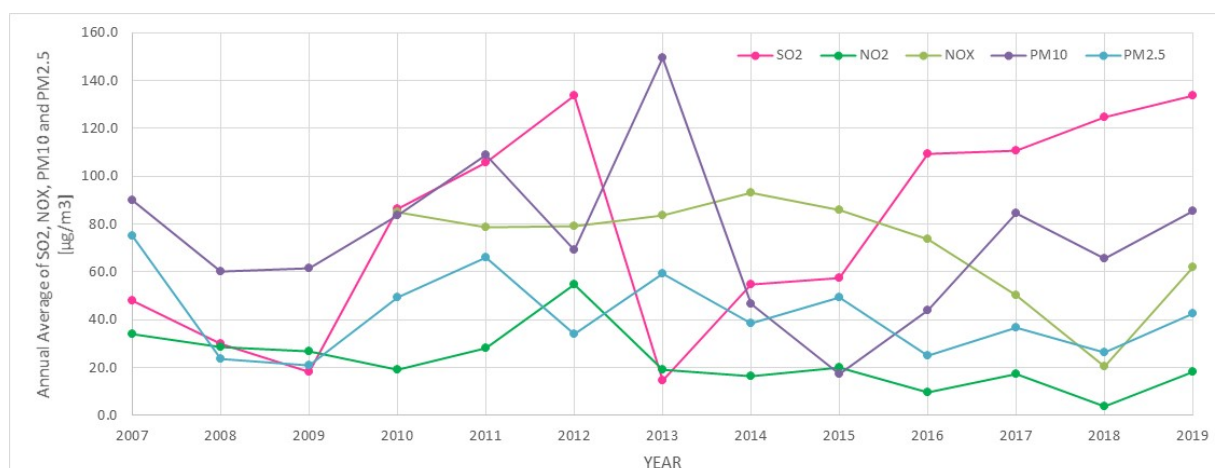
図 4-9 ハノイ市の大気質測定局（DONRE、MONRE 所管）

図 4-11 は、本調査において長期で入手できた No.11～No.13 の各測定局からの大気質データの年平均値の推移、図 4-11 は3局の平均値の推移を示す。ハノイ市中心部に近いNo.13が全般的に値が高く、中心部から少し離れている No.11 は他局より低い傾向がみられる。SO₂ は三局ともに近年増加傾向がみられる一方、NO_x 及び NO₂ は 2012～2014 年以降、微減傾向となっている。PM_{2.5} 年平均濃度については、改善傾向は見られない。



出典：調査団作成

図 4-10 ハノイ市各 3 測定局の大気質経年変化（年平均値）



出典：調査団作成

図 4-11 ハノイ市における大気質経年変化／年平均値
(2007年～2019年・SO₂、NO₂、NO_x、PM₁₀、PM_{2.5})

4) 社会経済データ

表 4-18 に本調査で収集した主要な社会経済データを示す。本調査では大気環境行政及び大気環境状況の説明となりうる指標を中心に収集している。ハノイ市レベルで入手できなかった指標に関しては、国レベルのデータを収集した。

表 4-18 収集した主要な社会経済データ（ベトナム国ハノイ市）

データ概要	年	取得データレベル	情報源
人口	1990-2020	ハノイ市(全 63 都市)	General Statistics Office ¹⁾
人口密度	2004-2020	ハノイ市(全 63 都市)	
名目 GRDP	1990-2020	ハノイ市	General Statistics Office of Ha Noi ⁴⁾
土地利用（農地、林地、特別利用地、宅地）	2000, 2003, 2006-2009, 2011, 2013-2018	ハノイ市(全 63 都市)	General Statistics Office ¹⁾
セクター別エネルギー消費量（工業、運輸、家庭、商業及び公共サービス、農林業、非エネルギー利用、総量）	1999-2019	国	IEA ⁶⁾
燃料別エネルギー消費量（石炭、石油製品バイオ燃料及び廃棄物、電気、天然ガス、風力、太陽光、その他、総量）	1999-2019	国	IEA ⁶⁾
産業構造（工業指数）	2014-2020	ハノイ市	General Statistics Office of Ha Noi, Ho Chi Minh, Hai Phong, Da Nang, Can Tho ⁴⁾
登録車両数（総車両数、新規製造車両数、輸入車両数、新規製造バイク数）	2016-2021 (毎月)	国	Vietnam Register ³⁾
GHG 排出量	1994, 2000, 2010, 2014,	国	Reports of Vietnam to the UN framework convention on

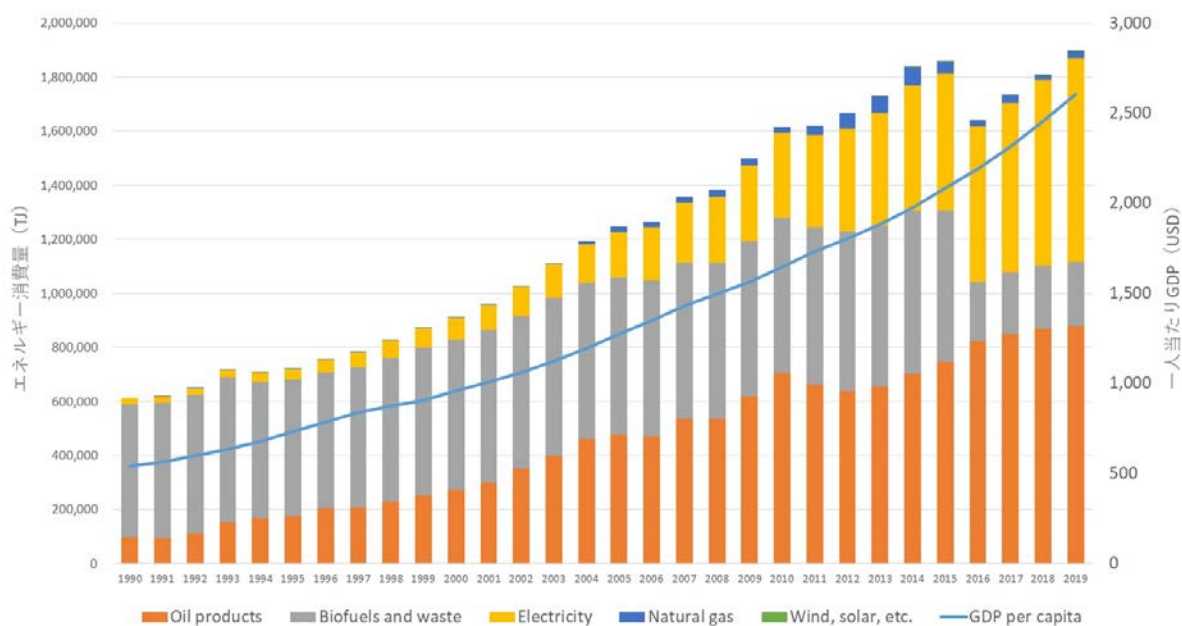
データ概要	年	取得データレベル	情報源
	2016		climate change
直接投資（認可された外国直接投資プロジェクト）	1988-2020 2000-2020	国／群	General Statistics Office ¹⁾
識字率（15歳以上）	2006, 2010-2020	ハノイ市（全63都市）	General Statistics Office ¹⁾
5歳未満死亡率	2010, 2012-2020	ハノイ市（全63都市）	General Statistics Office ¹⁾
出生時平均余命	2005, 2009-2020	全6群	General Statistics Office ¹⁾

注：情報源のウェブサイトは以下のとおり

- 1) General Statistic Office: <https://www.gso.gov.vn/en/statistical-data/>
- 2) Key energy consumption: https://vepg.vn/legal_doc/pm-decision-1577-qd-ttg-on-the-issuance-of-the-list-of-designated-energy-users-2019/
- 3) Vietnam Register: <http://www.vr.org.vn/thong-ke/Pages/tong-hop-so-lieu-phuong-tien-giao-thong-trong-ca-nuoc.aspx>
- 4) General Statistics Office of Ha Noi, Ho Chi Minh, Hai Phong, Da Nang, Can Tho:
<http://thongkehanoi.gov.vn/>
<https://thongkehaiphong.gov.vn/>
<http://www.thongkecantho.gov.vn/>
<https://cucthongke.danang.gov.vn/>
<http://www.pso.hochiminhcity.gov.vn/web/guest/home;jsessionid=E709DB114E1485E31E11185CBEA2B28>
- 5) Key energy consumption 2020: https://vepg.vn/legal_doc/pm-decision-1577-qd-ttg-on-the-issuance-of-the-list-of-designated-energy-users-2019/
- 6) Data and Statistics, International
<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser/?country=WORLD&fuel=Energy%20consumption&indicator=CO2Industry>

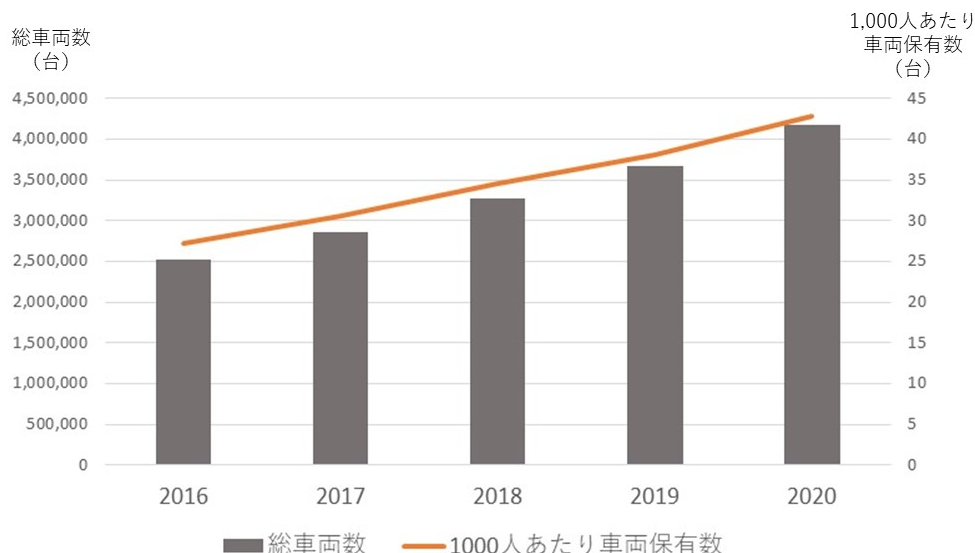
出典：調査団作成

ベトナム国では経済活動が拡大しており、2000年から年平均約6.5%のGDP成長率を保っている。更にハノイ市においては、2010年から年平均約11%のGRDP成長率を示している。図4-12、図4-13、図4-14に大気汚染に関連する指標として、ベトナム国の一人当たりGDP及び燃料別エネルギー消費の推移、総車両数及び1000人あたり車両保有数の推移、GHG排出量の推移を示す。



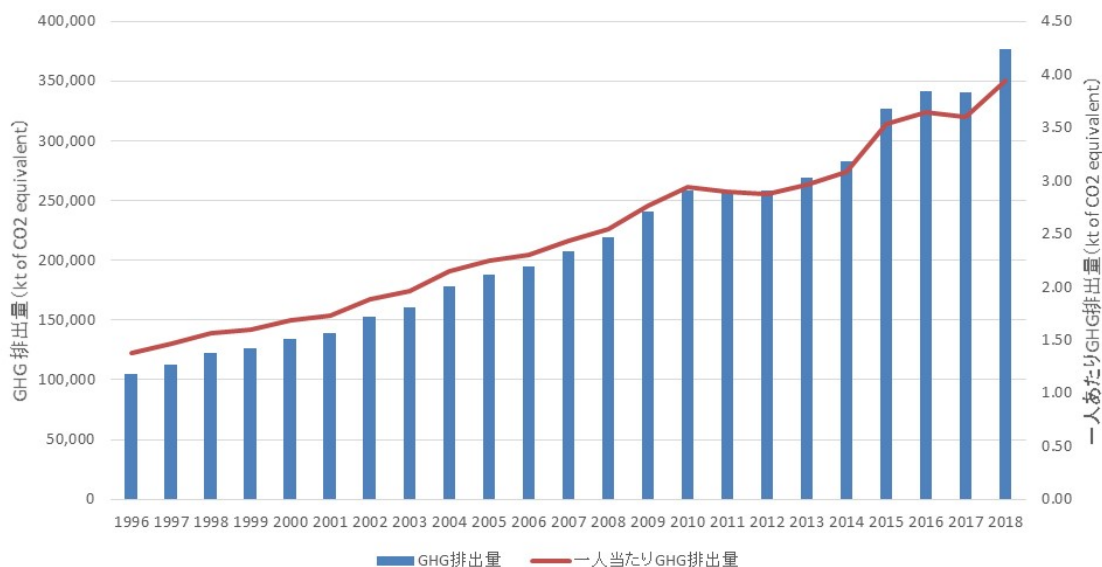
出典：公表データ（General Statistics Office of Vietnam）を基に調査団作成

図 4-12 ベトナム国における燃料別エネルギー消費量及び一人当たり GDP の推移
(1990 年～2019 年)



出典：公表データ（Vietnam Register）を基に調査団作成

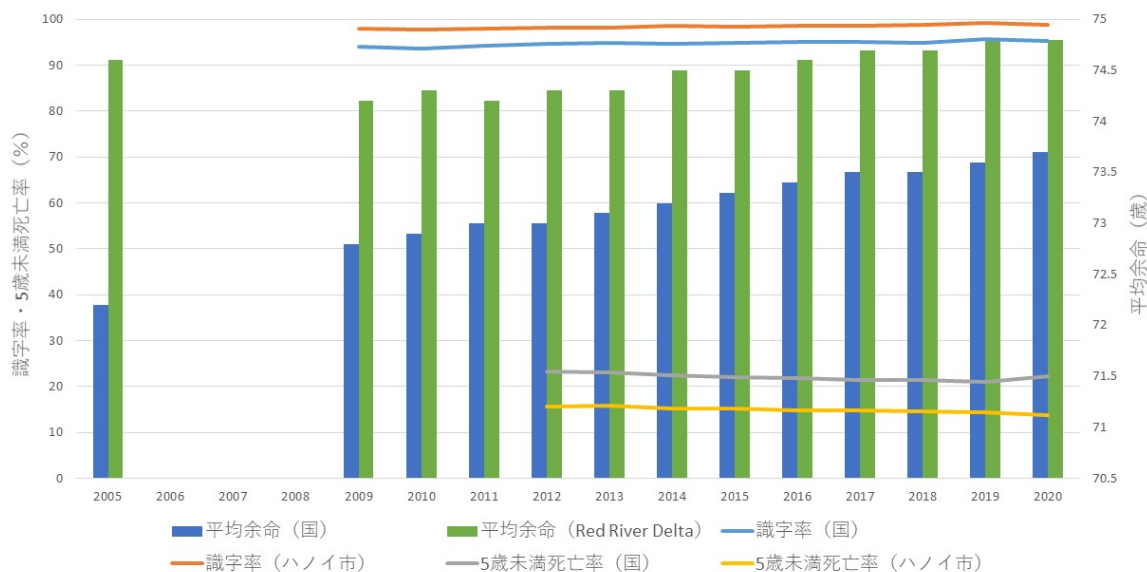
図 4-13 ベトナム国における総車両数及び 1000 人当たり車両保有数
(2016 年～2020 年)



出典：調査団作成

図 4-14 GHG 排出量 (1996 年～2018 年)

社会の成熟度を見るために収集した識字率、5 歳未満死亡率、出生時平均余命の変遷を
図 4-15 に示す。2005 年からハノイ市の平均余命は 0.2 歳上昇、5 歳未満死亡率は 1.6%減
少したが、大きな変化はないといえる。



出典：調査団作成

図 4-15 識字率、5 歳未満死亡率、出生時平均余命の変化（国、ハノイ市）

4.2.4. セルビア

(a) 環境法体系

大気環境管理に関連する主な法律として下記が挙げられる。

1991 年に制定された環境保護法（Law on Environmental Protection）がセルビアにおける最初の環境保護に関する法律である。民主化に伴う動乱後、セルビアの現在の環境保護システムの形成は、2004 年の環境保護に関する新法の承認から始まる。この法律は 2009 年に改正され、個別の環境問題に特化した法律（大気については Law on Air Protection）が制定される。同時に EU 加盟を目指して進められていた EU 安定化・連合プロセスを踏まえ、EU directive と国内法との同調が図られた。

Law	Link to the Law (Serbian)
Law on Air Protection ("Official Gazette of RS ", No. 36/2009, 10/2013 and 26/2021)	https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/skupstina/zakon/2009/36/8
The Climate Change Act ("Official Gazette of RS ", No. 26/2021)	https://www.propisi.net/zakon-o-klimatskim-promenama/
Law on Confirmation of Protocols on Long-Term Organic Polluting Substances with the Convention on Cross-Border Air Pollution over long distances from 1979. Year ("Official Gazette of RS - International Agreements", No. 1/2012)	http://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/mu/skupstina/zakon/2012/1/16/reg
Low on Confirmation of Heavy Metal Protocols with the Convention on Cross-Border Air Pollution at long distances from 1979. ("Official Gazette of RS - International Agreements", No. 1/2012)	https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/mu/skupstina/zakon/2012/1/17/reg

(b) 環境行政機関

大気環境行政に関わる主要な機関として以下が挙げられる。

<p>Ministry of Environmental Protection (MEP) 環境保護省 (MEP)</p>	<p>Department of Air and Ozone layer protection が大気環境モニタリング、Air Quality Control Programme の作成・実施管理、大気汚染物質の排出測定会社の認可等を行っている。大気庁、自治州、地方自治区、認可法人の業務等を監督する。</p>
<p>Serbian Environmental Protection Agency (SEPA) セルビア環境保護庁 (SEPA)</p>	<p>MEP の一部であり次のような業務を担う。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 環境保護のための国家情報システムの開発・管理 ・ 大気環境状態監視の実施、国立研究所の管理、環境データの収集・処理 ・ 環境の状態および環境保護政策の実施に関する報告書の作成 ・ 欧州環境機関(EEA)および欧州情報観測ネットワーク(EIONET)との協力 </p>
<p>Autonomous Province of Vojvodina and local self-government unit 自治州および地方自治区</p>	<p>自治州と地方自治区は、大気保護法に規定された管轄内で、大気質の監視を行う。大気質監視のため、自治州と地方自治区は、必要に応じて補足的な測定局・測定地点のローカルネットワークを構築し、測定された大気環境データを SEPA へ提供する義務がある。</p>
<p>City of Belgrade - Secretariat for Environmental Protection ベオグラード市環境保護事務局</p>	<p>ベオグラード市環境保護事務局は、市内における大気質の監視計画を提供し、環境保護省の同意を受ける。ベオグラード市における大気質管理プログラムの実施は、市の予算から提供されている。 法的規定に従って、事務局は、大気質測定のために設置された地方都市の観測所ネットワークのすべての活動の調整を行う。この業務を行うには、ベオグラード市は、管轄の機関/公認法人に測定を許可する必要がある、これ、ベオグラード市公衆衛生研究所が担当している。 ベオグラード市環境保護事務局は、大気モニタリングデータを公表し、SEPA に提出する法的義務を負う。 ベオグラード市は長年、1つ以上の汚染物質が基準値を超えており、過度に汚染されていると評価されているため、大気質計画を作成することが義務付けられている。最新の計画 (the Belgrade Air Quality Plan for 2021-2023) 及び毎月の大気質月報は SEPA のサイトで公開されている (セルビア語のみ)。</p>
<p>City of Belgrade - Institute for Public Health ベオグラード市公衆衛生研究所</p>	<p>ベオグラード市環境保護事務局と協力し、またその他の地域では MEP と協力して、30 地点 (うち自動測定機は 8 地点) で、30 年以上にわたり大気質管理を行っている。 ベオグラード市内の測定局のデータを集約し、毎時 AQI(EU、欧州地域開発基金、地域イニシアティブプロジェクトが開発した CAQI)を算出・公表している。 ベオグラード市内の大気質データに基づき月報を作成して、ベオグラード市環境保護事務局に提出している。</p>

また、発生源の監視については特定の機関はないが、排出量を監視し、SEPA にデータを提供することが事業者には義務付けられている。事業者は、大気汚染の削減対策、一定の技術的解決策の実施、排出削減コストの計画などを行うため、固定発生源からの排出削減計画を制定する義務がある。

大気保護法及び施行令の実施のための検査監督は、MEP の環境検査官が行う。自治州・地方自治区は、それぞれの管轄当局が建設/使用許可証を発行した施設における大気汚染防止措置の実施に関する検査監督業務を委託されている。MEP のウェブサイト²¹では、

²¹ <https://www.ekologija.gov.rs/dozvole-obraci/zastita-vazduha-i-ozonskog-omotaca>

大気環境測定、および固定汚染源からの汚染物質の排出測定の許可証、測定業務の認可を受けた法人リスト、固定発生源からの大気汚染物質の排出測定に関する規則などが公開されている。

(c) 環境基準・排出基準

大気環境基準の限界値 (Limit Value) は 2009 年に採択された Law on Air Protection によって規定されている。限界値は EU directive に準拠しているが、制定から 10 年程度の間は上乘せの許容限界を定め、表 4-19 のとおり段階的に強化している。

表 4-19 セルビアの大気環境基準値の変遷

Заразљива материја, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Период усредњавања	ГВ (гранична вредност)	Не сме да буде превазиђена више од 1х пута у календарској години	ТВ - Тolerантна вредност (ГВ + гранична толеранција)	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	Доња граница оцењивања	Горња граница оцењивања
Сумпор диоксид (SO_2)	1 h	350	24 x	500	470	440	410	380	350	350	350	350	-	-
	24 h	125	3 x	125									50	75
	календарска година	50	-	50									-	-
Азот-диоксид (NO_2)	1 h	150	18 x	225	217.5	210	202.5	195	187.5	180	172.5	165	75	105
	24 h	85	-	125	121	117	113	109	105	101	97	93	-	-
	календарска година	40	-	60	58	56	54	52	50	48	46	44	26	32
Суспендоване честице PM_{10}	24 h	50	35 x	75	70	65	60	55	50	50	50	50	25	35
	календарска година	40	-	48	46.4	44.8	43.2	41.6	40	40	40	40	20	28
Суспендоване честице $\text{PM}_{2.5}$	календарска година	25	-	30	30	29.3	28.5	27.8	27.1	26.4	25.7	25	12.5	17.5
Озон (O_3)	8 h max	120	25 x у години у току 3 године											
	календарска година													
Угљен-моноксид (CO)	8 h max	10000	-	16000	14800	13600	12400	11200	10000	10000	10000	10000	5000	7000
	24 h	5000	-	10000	9000	8000	7000	6000	5000	5000	5000	5000	-	-
	календарска година	3000	-	-									-	-
Олово (Pb)	24 h	1	-	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	-	-
	календарска година	0,5	-	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	0.35
Бензен (C_6H_6)	календарска година	5	-	8	7	6.5	6	5.5	5	5	5	5	2	

セルビア共和国の大気保護法および施行規則に従い、大気質モニタリングの測定結果は SEPA に収集・保管されている。これらの結果及び大気保護法に定められた基準に従って、SEPA は各地区及び人口密集地における大気質の評価を行う。

二酸化硫黄、二酸化窒素、窒素酸化物、浮遊粒子、鉛、ベンゼン、一酸化炭素、地上オゾンの濃度測定に標準測定法が定められている。

(d) 環境モニタリング

SEPA は、セルビア共和国の大気質自動監視システムの運営責任者として責務を負う。

モニタリング結果は、SEPA のサイト ²²、及び欧州環境庁(EPA)のサイト ²³でリアルタイムに公開されている。また SEPA はセルビア共和国の大気質の状態に関する年次報告書を作成・公表している。

²² <http://www.amskv.sepa.gov.rs/stanicepodaci.php>

²³ <https://aqportal.discomap.eea.europa.eu/products/data-viewers/utd-viewer/>

ベオグラードの大気質モニタリングは、環境保護事務局との契約に基づき、市公衆衛生研究所が 35 の測定地点で管理するローカルネットワーク内で実施されている。ベオグラードの大気質の状態に関するデータは、市のウェブサイト (<http://www.beoeko.com/>) で公開されているアプリケーションを通じて入手することができる。

(e) インベントリ

セルビア共和国は、環境保護庁が実施した LRTAP 条約に対する情報目録報告書の中で、1990 年から 2019 年までの大気汚染物質に関する排出量を 5 年ごとに提示している。インベントリにおける排出量の計算に使用される方法は、EMEP/EEA 排出量インベントリガイドブック 2019 に従っている。

データを入手することはできなかったが、概要レポートによると農作物の焼却（カテゴリー 3.F）や Open burning（カテゴリー 5.C.2）は法律で規制されており公的な活動量情報がないため、排出量は計算されておらず、また多くのカテゴリーがインベントリガイドブックの Tier1 によって推定されており、比較的精度の粗い推計となっている。

(f) 発生源管理

工場発生源

環境保護法において国家汚染源登録簿および地域汚染源登録簿の設置と維持が規定されている。国家登録は SEPA が 2010 年から実施しており、対象施設はオンラインプラットフォームを通じて毎年報告を行っている。

汚染源地域登録簿は、地方自治体の所轄官庁が管轄しており、すべての地方自治体で設置されているわけではない。ベオグラード市の登録簿は、まだ完全に機能していない。ベオグラード市の環境保護事務局の職員から得た情報によると、主な問題は、適切な執行手段が存在しないことである。地方の環境検査は部門別事務局の一部ではなく、各種検査のみを担当する別の事務局の下で運営されている。このため、環境検査官は、事業者が地方台帳への報告義務を果たしているかどうかを管理することができていない。

産業排出指令（The Industrial Emissions Directive, 2010/75 / EU）は、企業の適用範囲や活動ごとの汚染物質の許容濃度を定義する条件など、関連するすべての産業部門に対する大気排出を規制する重要な EU 規制である。セルビアは、国内法をこの指令の規定に部分的に整合させたが、能力が限られていることと、法的枠組みが未完成であることから、実施は遅れている。産業排出指令の第 2 章は、統合汚染予防管理法-環境汚染の統合的予防と管理に関する法律（IPPC 法）により、国内の規制枠組みに移されている。環境保護省は IPPC 許可の対象となる施設の予備リストを作成し、これには合計 227 の施設が含まれている。排出規制値（ELV）を含む許可条件は、利用可能な最善の技術（BAT）に基づくものでなければならない。

MEP には BAT についての参考文献のデータベースがあるが、実際にどの程度使われているかというデータはまだ収集中で公開されていない。対象となる 227 工場のうち 46 工場が必要な労働許可証を取得せずに活動を行っている。

自動車発生源

中古車の輸入は中古車の輸入に関する規則(Regulation on the import of used cars)によって規制されている。セルビアには年間約 12 万台の自動車が輸入されていると推定されており、これらの規制は EURO3 以上となっている。登録車の平均車齢は約 15 年で EU 平均の 8 年弱のほぼ 2 倍となっている。

自動車燃料について、液体燃料中の硫黄含有量は、石油由来の液体燃料の技術的及びその他の要件に関する規則書(Rulebook on Technical and Other Requirements for Liquid Fuels of Petroleum Origin)で規制されている。2021 年 1 月 1 日から重油の硫黄含有量は 3%から最大 1%に削減され、軽油の硫黄含有量は 0.1%、Euro Diesel は 10ppm と設定されている。

新車規制については、セルビア国内で生産されるバスや大型車は EURO4 以上（セルビア国内で組み立てられるバスは EURO5 以上）の基準が適用される。

農業残渣焼却、野焼き

防火に関する法律では、森林内および森林から 200 メートル離れた場所での焼畑のほか、小作地の残骸の焼却、ゴミの野焼き、植物の残骸の焼却を禁止している。この法律は 2009 年以降、数回の改正が行われている。

家庭

家庭の暖房や浄水のための熱生産施設で、固体燃料を使用する場合は 1MWth 未満、液体燃料を使用する場合は 5MWth 未満、気体燃料を使用する場合は 10MWth 未満の小型燃焼施設では、大気汚染物質の排出規制値が規定されている。

セルビアでは、約 60%の家庭が固形燃料で暖房を行っており、最もよく使われている暖房器具であるにもかかわらず、国家統計局は、ストーブや薪ストーブを持つ世帯数の監視をやめてしまった。

ベオグラードでは約 27 万世帯がセントラルヒーティングに接続しているが、統計局によると、燃料消費は、多い順に石炭、重油、ガス、薪となっている。セントラルヒーティングへ接続していない多くの世帯（約 21 万世帯）は、電気、薪、石炭を多く消費している。

(g) 対策立案・実施

大気質管理に関する政策と行動計画の作成手順は、短期行動計画の内容に関する規則集（「RS 官報」第 65/2010 号²⁴）によって定義されている。大気質が第 3 分類（過度に汚染された大気）と評価された都市は、大気質計画を制定する義務がある。ベオグラード大気質計画が 2021 に策定されており（セルビア語のみ）、AERMOD によるシミュレーション解析や、UNMIX モデルによる大気汚染物質の汚染構造の推定等が行われている。それらの分析に基づき、2021-2031 にベオグラード市域で行われるべき大気汚染削減のための対策として、公共交通機関をはじめとする車両の更新、発電所の対策機器の更新、暖房用ボ

²⁴ <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SIGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/ministarstva/pravilnik/2010/65/2/reg>

イラーの閉鎖等が提言されている。

UNEP 主導の都市地域エネルギーイニシアティブ (District Energy in Cities Initiative) は、「Increasing Investment in Urban District Heating Energy Systems - SEforAll Energy Efficiency Accelerator」と題する 3 年間のプロジェクトを開始し、ベオグラード市は 4 つのパイロット都市のひとつに選ばれている。地域暖房システムの改善プロジェクトは、ベオグラード市と公益事業会社「ベオグラード発電所」に対して、地域暖房の近代化と拡張を支援することを主目的として実施されている。

4.2.5. メキシコ

(a) 環境法体系

大気環境に関連する法令、連邦管区での個別法等の情報を収集した。代表的なものを以下に記載する。

一般法	
General Law of Ecological Balance and Environmental Protection (LGEEPA) 生態系バランスと環境保護に関する一般法(LGEEPA)	第 4 章 2 節において、大気汚染の防止と管理について述べており、3 段階での政府の権限を定めている。
General Law of Health 健康に関する一般法	メキシコ憲法第 4 条に基づき、すべての人が持つ健康保護の権利を規定し、医療サービスへのアクセス、一般的な健康に関する事項での連邦および連邦機関の同意の根拠と様式を定めている。 環境条件によるリスクや損害からの健康の保護に関して、環境・保健当局の権限を定めている。また、環境による健康影響、労働衛生、有害廃棄物、基本的衛生、毒性物質や危険物質、放射線による事故に関する衛生リスク保護連邦委員会 (COFEPRIS) の権限も定めている。
Regulation of the LGEEPA on the Registry of Emissions and Transfer of Pollutants (2004) LGEEPA による汚染物質の排出・移動登録に関する規則	LGEEPA を施行するための規則がいくつか定められており、一例としてこれは、汚染物質の排出と移動の登録簿 (RETC) の統合、運用、普及、更新について規制している。また、報告義務のある対象者を定めている。
地域法	
Environmental Law for the Protection of Land in the Federal District (2000) 連邦管区の土地保護に関する環境法	固定および移動の排出源からの汚染物質の排出と、野外での焼却を規制している。 大気汚染の防止と制御に関して、SEDEMA と地方自治体に権限を与える。
Regulation of the Environmental Law of Protection of the Land in the Federal District, in the Matter of Vehicle Verification (2012) 連邦管区の土地の保護に関する環境法に関する規則：車両検査	メキシコシティにおける車両検査、検査センターの運営、検査プログラム、自動車所有者の義務に関する規定が含まれている。また、車両検査に関する権限を SEDEMA に与えている。

(b) 環境行政機関

大気環境行政に関わる主要な機関として以下が挙げられる。

<p>The Secretariat of Environment and Natural Resources (SEMARNAT)</p> <p>環境・天然資源事務局 (SEMARNAT)</p>	<p>国の環境政策や規制を定める責任機関である。</p> <p>大気環境に関する国家レベルでの政策を決定し、大気質に関する国家戦略を確立する責務を負う。また、大気汚染防止の基準となる法律、規制、基準も定めている。</p> <p>大気質・汚染物質排出・移動登録総局 (DGGCARETC) を通じて、国内の各州の大気質改善プログラムの策定を調整し、汚染物質の排出・移動登録も管轄する。</p>
<p>The Federal Attorney for Environmental Protection (PROFEPA)</p> <p>環境保護連邦検察庁</p>	<p>SEMARNAT の分権機関であり、「生態系のバランスと環境保護に関する一般法」(スペイン語の頭文字をとって LGEEPA) のような関連法の遵守と施行を担当し、さらに、多くのコンセッション、ライセンス、許認可の義務遵守を確認する責任を担っている。</p>
<p>The Security, Energy and Environment Agency (ASEA)</p> <p>安全保障・エネルギー・環境庁(ASEA)</p>	<p>石油・ガスセクターの活動に関する産業安全、操業安全、環境保護を規制・監督する SEMARNAT の分権機関である。</p>
<p>The National Institute of Ecology and Climate Change (INECC)</p> <p>国立生態学気候変動研究所 (INECC)</p>	<p>メキシコ国の研究機関であり、生態学と気候変動に関する技術的・科学的研究を実施・統括し、意思決定を支援する。</p>
<p>The Environmental Commission of the Megalopolis (CAME)</p> <p>メガロポリス環境委員会 (CAME)</p>	<p>環境・天然資源省を通じた連邦政府と、連邦区、メキシコ州、イダルゴ、モレロス、プエブラ、トラスカラの政府間の調整協定により、2013年に設立された政治調整機関である。環境保護、保全、生態系バランスの回復の観点から、メキシコ、イダルゴ、モレロス、プエブラ、トラスカラ州にわたる地域の16連邦管区、224自治体に及ぶ地域の行動計画の実行を管理する。</p>
<p>The Secretariat of Environment of Mexico City (SEDEMA)</p> <p>メキシコシティ環境事務局 (SEDEMA)</p>	<p>環境保護と持続可能な開発を促進するため、5つの優先分野に焦点を当てた課題に取り組んでおり、天然資源の健全な利用、天然資源への投資、維持、適切な管理を可能にする新しい環境ガバナンスを目標として行動している。アジェンダのトピックのひとつに、大気質と気候変動が挙げられている。</p>
<p>Mexico City's Environmental and Land Use Attorney(PAOT)</p> <p>メキシコシティ環境・土地利用検察庁(PAOT)</p>	<p>環境問題や土地利用計画に関する法的規定の遵守を促進・監視することで、メキシコシティ住民が発展、健康、幸福のために適切な環境を享受する権利を守ることを目的としている。</p>
<p>Secretariat of Environment of the State of Mexico (SMA)</p> <p>メキシコ州環境局(SMA)</p>	<p>環境保護と州の生態系バランスの保全の観点から、州の政策に関連する事項を計画、調整、指導、評価する。</p>
<p>The Environmental Protection Attorney of the</p>	<p>州レベルで適用される環境規制の遵守を調達、監視、普及することにより、人々の発展、健康、幸福に適した環境で生活する権利を保証することを目的とする。メキシコ州の環境保護弁護士事務所という団体を地方公共団体に転</p>

State of Mexico (PROPAEM) メキシコ州環境保護弁護士事務所(PROPAEM)	換する州行政官の法令によって設立されたものである。
Institute of Energy and Climate Change of the State of Mexico (IEECC) メキシコエネルギー気候変動研究所 (IEECC)	メキシコエネルギー気候変動研究所 (IEECC) は、独自の法人格と資産を持つ地方公共団体で、国の権限内で、気候変動、エネルギー効率、再生可能エネルギーに関する科学技術研究の開発を通じて、気候変動に立ち向かうための制度的能力とセクターの強化を促進することを目指している。

生態バランスと環境保護に関する一般法により、連邦政府は SEMARNAT を通じて化学・石油化学・塗装など 11 種の産業排出源を管轄する。その他の産業やサービスの発生源は、州政府が環境機関を通じて責任を負うと定められている。地方自治体および市町村は、それぞれの管轄下の汚染源の排出限度遵守の監理、固定発生源の設置地域の指定等の責務を負う。

メキシコシティ都市圏 (Mexico City Metropolitan Area、MCMA) の責任機関は SEDEMA、SMA である。

(c) 環境基準・排出基準

大気環境基準

大気環境基準については、1993 年に技術標準が制定された後、1994 年に基準値が制定された。その後、2014 年に O₃、PM₁₀、PM_{2.5} が追加されている。2019 年には SO₂ 基準改定が行われるなど、見直しも行われている。

メキシコの大気質基準は、世界保健機関 (WHO) のガイドラインに基づいている。このガイドラインは、健康リスクをもたらす主要な大気汚染物質の閾値と制限値を助言するものである。下表は、メキシコの現在の大気質基準と WHO ガイドラインを汚染物質別に比較したものである。

Pollutant	NOM limit	WHO Guidelines	Period
PM ₁₀	75 µg/m ³	15 µg/m ³	Daily
	40 µg/m ³	5 µg/m ³	Annual
PM _{2.5}	45 µg/m ³	45 µg/m ³	Daily
	12 µg/m ³	15 µg/m ³	Annual
O ₃	0.095 ppm	60 µg/m ³ *	1 hour
	0.070 ppm	100 µg/m ³	8 hours
NO ₂	395 µg/m ³	---	1 hour
	---	25 µg/m ³	Daily
	---	10 µg/m ³	Annual
SO ₂	524 µg/m ³	---	8 hours
	288 µg/m ³	40 µg/m ³	Daily
	66 µg/m ³	---	Annual
CO	12,595 µg/m ³	4 mg/m ³	8 hours
Pb	1.5 µg/m ³	---	Quarterly

自動車排出基準

新車の汚染物質排出量に関する最大排出許容限度 (maximum permissible limit, MPL) が定められている 2003 年から 2018 年にわたる NOM (Norma Oficial Mexicana、メキシコ公式規格) が入手・整理されている。

輸入車の規制に関する規則については当初 2011 年に発表され、最近では 2020 年に改正が行われている。環境保全に関する規則については NOM-041-SEMARNAT-2015²⁵ に定められており、排気中の HC、CO、O₂、NO_x に係る MPL 等を定めている。

一方自動車用ガソリン・ディーゼルを含む燃料に関する品質規格は NOM-016-CRE-2016²⁶に定められている。

(d) 環境モニタリング

大気モニタリングシステム (SIMAT) は、主要な大気汚染物質の常時測定と、メキシコシティおよび都市圏の環境衛生に関する NOM 規格への準拠を評価する役割を担っている。SIMAT は 4 つのサブシステム (RAMA、REDMA、REDMET、REDDA)、物理化学サンプリング分析室 (LAA)、データ処理・配信センター (CICA) から構成されている。

The Automatic Atmospheric Monitoring Network (RAMA) 大気自動モニタリングネットワーク	二酸化硫黄、一酸化炭素、二酸化窒素、オゾン、PM ₁₀ 、PM _{2.5} の自動モニタリングを行う。34 の測定局を統合し、モニタリング機器のメンテナンスと校正のためのラボを備えている。
The Atmospheric Monitoring Manual Network (REDMA) 大気手動モニタリングネットワーク	重量分析用の浮遊粒子状物質サンプルの収集と、主に鉛などの重金属の定量を担当。このネットワークは 10 カ所で構成され、6 日に 1 回、サンプリングのために手動装置が使用されている。
The Solar Meteorology and Radiation Network (REDMET) 太陽気象・放射ネットワーク	気温、相対湿度、風向・風速、日射量、気圧といった地表の主要な気象変数の連続測定を行っている。26 地点で測定。
The Atmospheric Deposit Network (REDDA) 大気中降下物ネットワーク	16 カ所の測定地点で、半自動装置により乾性降下物 (降下粉じん) と湿性降下物 (雨、あられ、雪、露) のサンプルを採取している。湿性沈着物試料は物理化学分析を行い、物理的特性、イオン組成、酸性度を測定している。サンプリングは 7 日に 1 回。
The Environmental Analysis Laboratory (LAA) 環境分析ラボラトリ	様々なモニタリングネットワークで収集されたサンプルの物理化学的分析を担当する。元素分析、ガスクロマトグラフィー、重量測定、エアロゾルの研究などを行っている。
The Air Quality Information Center (CICA) 大気質情報センター	大気モニタリングシステムによる測定データのレポートであり、モニタリングプログラムによって生成された情報の検証、処理、発信に責任を負う。

(e) インベントリ

SEMARNAT は、汚染物質の国家排出インベントリ (SIINEM)²⁷ の情報サブシステムを実装している。SIINEM は継続的に更新されるツールで、一般ユーザーと専門ユーザーが排出インベントリを普及・参照できるようにすることを目的としている。これらの情報

²⁵ http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5396063&fecha=10/06/2015

²⁶ http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5450011&fecha=29/08/2016

²⁷ <https://gisviewer.semarnat.gob.mx/wmaplicacion/inem/>

は、国、州、大都市圏、市町村の各レベルで、汚染物質別・発生源別に、GIS または表形式で利用することができる。メキシコ大都市圏でのインベントリは 1996 年に初めて作成され、その後おおむね 2 年ごとに更新されている。

(f) 発生源管理

工場発生源

生態系バランスと環境保護に関する一般法（LGEEPA）において、大気環境管理に関する各管轄区域（連邦、州、地方）の権限が定められている。

- 国：連邦の管轄下でない、産業施設として機能する固定発生源および移動発生源によって発生する大気汚染の防止と制御。
- 地方自治体：連邦の管轄下でない、事業所またはサービス施設として機能する固定発生源及び移動発生源から発生する大気汚染の防止と制御に関する法規定の適用。州法に基づいて州政府が参加する。

(g) 対策立案・実施

PROAIRE

大気環境の悪化防止・改善のための活動を短期、中期、長期で確立するための管理プログラムとして PROAIRE²⁸が地域ごとに定められている。ProAire は、人口、産業活動、自動車保有台数、気候・地理的条件などから、大気汚染が最も深刻な問題となっている大都市に適用されている。指定地域や連邦政府機関における大気質改善のために、短期、中期、長期の対策と行動を確立する手段である。

Metropolitan Zone of the Valley of Mexico (ZMVM) における PROAIRE-ZMVM²⁹は、2021-2030 の期間を対象として作成されており、様々なセクターを対象とした 18 の対策が含まれている。研究課題としては O₃ 及び PM_{2.5} の二次汚染の形成過程のモデリング、排出インベントリでは VOC Speciation の代表性と精度の更新、健康影響に対する毒性学・疫学的研究等が挙げられている。対策としては以下のような点が強調されている。

- ・ 産業活動から発生する排出物の抑制：産業部門から排出される汚染物質を、規制手法の構築や更新、および排出抑制技術の使用により削減する。
- ・ 発電、送電、配電に関連する排出物の削減：発電に伴う微粒子、NO_x、黒色炭素の汚染物質排出を、規制手段の創出と排出制御技術の利用により削減する。
- ・ 固形廃棄物管理の改善及び廃棄物分野からの排出削減：最終処分場へ送られる固形廃棄物の量を減らすとともに、処理と新技術の利用により、汚染ガスの排出を抑制する。
- ・ 環境モニタリングの改善：ZMVM 内の規制対象汚染物質および光化学スモッグの前駆体濃度に関連する大気質監視を改善する。
- ・ 道路交通から発生する排出物の削減：舗装道路や未舗装道路を車両が通過することによって発生する粒子の排出を削減する。

²⁸ <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programas-de-gestion-para-mejorar-la-calidad-del-aire>

²⁹ https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/671178/Proaire_CDMX.pdf

4.3. 社会経済的発展・大気環境管理体制の変遷と大気汚染状況との相関

重点対象各都市の大気汚染レベルの経年変遷データを用いて、関連施策の導入や環境管理体制の構築のタイミングと大気環境状況のトレンドの変化を比較し、対策効果について定性的に分析を行った。

4.3.1. エジプト

1994年の大気保全法制定、EEAA再編を機に取り組みが始まり、96-99年にデンマーク(DANIDA)の支援で測定局が導入され、その後順調に測定局ネットワークが拡大している。一方で、2006年~2012年の大気環境データが公表されていない、インベントリの情報が入手できないなど、データ入手には困難さがあった。

個別の対策の情報もあまり入手できていないが、一因として、管轄省庁が産業別に多岐にわたる中、短期の調査期間中に情報収集に必要な公式レターを全て準備できなかったことが調査上の反省点として挙げられる。

2007年の工業発生源監視開始と合わせて、2007~2013頃までのSO₂、NO_x低下は、工業発生源対策による影響が大きいと推測される。一方でPM₁₀の高止まり傾向については、産業よりも、農業残渣の野焼き(Black Smoke)が継続的に問題となっていると共に、カイロ都市圏では自動車の影響が大きいというレポートがされており、これらの問題が現在焦点になっている。

第一段階調査ではエジプトはグループ A<PM_{2.5}急上昇国>と位置付けられており、大気汚染の悪化が進行中のグループと位置付けられた。農業廃棄物の野焼きなど第一次産業に付随する汚染が問題となっている事も、このグループの特徴に一致する。一方で、これは第一段階で比較対象として選んだ2011年がエジプト革命の年にあたるというエジプト固有の問題もあるが、併せてPM_{2.5}の測定がまだ限定的で、偏った状況を代表していた可能性もある。このグループの特徴として環境モニタリング体制が限定的であることが挙げられたが、大気汚染の状況を把握するうえでは、可能な限り複数の汚染物質の長期にわたる傾向を把握すると共に、測定体制の信頼性を検証する必要がある。

Egypt エジプト	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
	System Formulation Stage システム形成期						
Env-related Event 環境事故等の社会イベント					2011 Revolution	2013 Coup	
Major issues on Air Environment			Black Smoke (PM Pollution by Open burning of agricultural waste)				
					PM, NOx Pollution by Vehicles in Greater Cairo		
Regulation System 環境法体系の整備		1994			2009	2015	
		1995	Law 4/1994 for the Protection of the Environment (amended law 9/2009, 105/2015)				
			Executive Regulation (amended 2005)				
Administration System 環境行政機関の構築			1997 Established		Ministry of Environment (MoE)		
	1982 Established	1994 re-organized	Egyptian Environmental Affairs Agency (EEAA)				
Environmental Standard/Effluent Standard 環境基準・排出基準		1994	Air Quality Standards (WHO) NO2, SO2, PM10, O3, CO, Pb				2009 updated
			1996 EIMP program by DANIDA				2011 PM2.5 added
			1996 CAIP project by USAID				Updated based on monitoring data
			AQMS installation				Emission Standards in amended law 9/2009
							Vehicle standard: EURO2,3
Environmental Monitoring 環境モニタリング							Increasing AQMS network (40 stations in 2000 → 114 in 2021)
Inventory インベントリ							Not Found in EEAA
Management of the point source 発生源管理			1998	2007	2011	2012	
			Vehicle Gas Measurement	Cement factory monitoring network	Industry Monitoring	Simulation modeling	GIS packaging
Planning/implementation of countermeasures 対策立案・実施			CNG Bus	National Environmental Action Plan 2002-2017			2020 Black Smoke Control
				2005 REMIP by JICA	2007 EPAP II	2015 EPAP III	2021 Greater Cairo Air Pollution Management and Climate Change Project
				Regional Office Improvement	Support Investment for Cleaner Production		

図 4-16 エジプトの大気環境管理の変遷

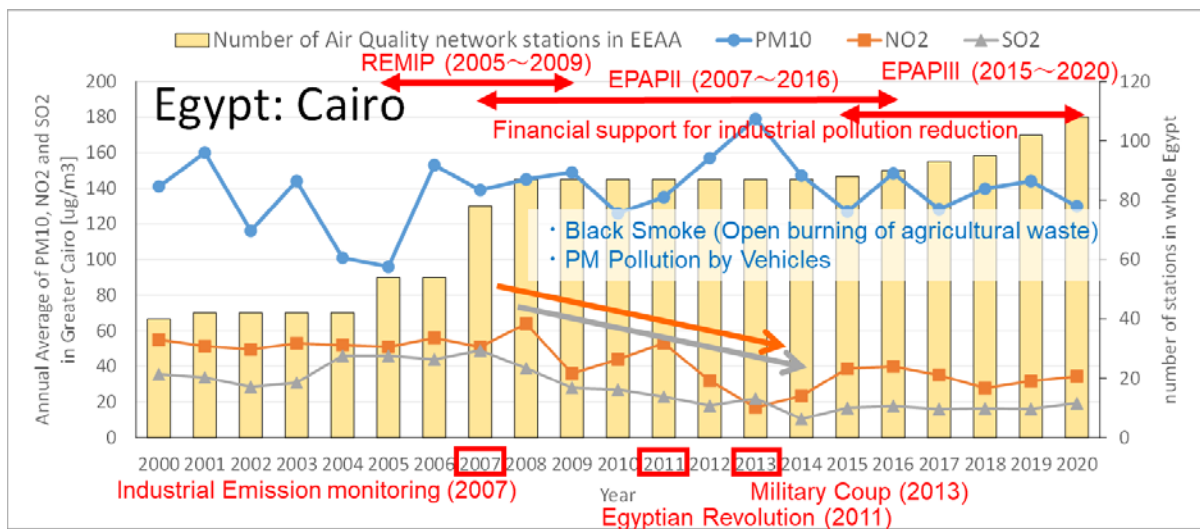


図 4-17 エジプトの大気環境濃度の変遷と関連するイベント

4.3.2. ケニア

下図に、ケニア国およびナイロビにおける大気環境管理行政にかかる変遷を示す。

2014年から継続的な一般大気環境モニタリングが実施されているものの、データの質、数ともに不足しており、システム形成期の途中段階であるといえる。

Kenya ケニア	2000	2005	2010	2015	2020
	System Formulation Stage				
1. Env-related Event 環境事故等の社会イベント		28.01.2009, Nakuru Fire- 29 dead	12.09.2011, Muku-Sinai fuel spill/fire- 120 dead	28.06.2018, Gikomba Market Fire, 15 dead, 70 injured 19.12.2018-Nairobi matatus' odd engine idling culture pollutes, harms health	15.05.2021- Floods in Nairobi-400 homes damaged, including vehicles
2. Major issues on Air Environment	Lack of official data on air quality in Kenya apart from 33 air pollution studies since early 1990s			2017-WHO reports Nairobi PM levels to be 70% above maximum recommended levels (17µg/m3). Constructions leading contributor 2016- Nairobi's air pollution sparks Africa health warning	2020- Global Air Report- Ambient pollution responsible for 5000 premature deaths in 2019 12.12.2020-Multiple studies demonstrate PM levels at 100 µg/m3 in Nairobi Slums (Korogocho, Viwandani, Kibera)
3. Regulation System 環境法体系の整備	1986- Public Health Act-CAP 242 1999-Environmental Management and Co-ordination Act No. 8 of 1999 (EMCA)	2003- Environmental (Impact Assessment and Audit) Regulations 2006- Energy Act	2007- Occupational Health and Safety 2009- Penal Code (Cap 63)-Section 191/192	2010-Constitution of Kenya-Right to clean and Health Environment 2012-National Transport and Safety Act 2014- The Environment Management and Co-Ordination (Air Quality) Regulations Established Ambient Air Quality Tolerance Limit for Industrial area, Residential, Rural & Other Area and Controlled areas- (Air Quality Regulations-2014	Nairobi City Air Quality Act Of 2021
	System Formulation Stage				
4. Administration System 環境行政機関の構築	2002-National Environment Management Authority of Kenya (NEMA)		2010- Nairobi City County -Environment Energy Water and Sanitation	Air Quality Department-NEMA 2016- Pollution Control, Waste management and Climate change Unit/Now a Division-2019- Ministry of Health	
5. Environmental Standard/Effluent Standard 環境基準・排出基準			WHO air quality standards Kenya Standards Act 2012 (KS ISO: 11632, 6767, 4219, 4221, 7996, 10849, 11564, 12141, 9655, 12039, 4219, 16200-1 & 2, 16000-5 to 11, 16017-1&2, 10313 & 13964) and KS/ISO 1515 for mobile sources East African Standards on Air and vehicular emissions-draft 2021		
6. Environmental Monitoring 環境モニタリング	Global observatory system- (World bank, University of Nairobi, NASA)	Gigiri PM2.5 Monitoring Station(US Embassy)		NEMA- Mobile Air monitoring Systems-Nairobi Nairobi City county air monitoring sensors(Industrial Area, Kibera Drive) UNEP digital billboards air monitoring stations-Nairobi Nairobi City County/UNEP air monitoring system)	
7. Inventory インベントリ	2003- Environmental Impact Assessment Reports			Emissions Inventory by NEMA Publications by multiple researchers (1980 to date)	
8. Management of the point source 発生源管理	2003- Environmental Impact Assessments				
9. Planning/implementation of countermeasures 対策立案・実施	1994- National Environmental Action Plan (NEAP) developed			Nairobi City Air Quality Action Plan (2019 – 2023)	

緑：ケニア国の活動、青：ナイロビ市の活動、橙：ドナー等の他機関の活動

出典：調査団作成

図 4-18 ケニアの大気環境管理の変遷

4.3.3. ベトナム

図 4-19 及び図 4-20 はそれぞれ、ベトナム国における大気環境管理行政にかかる変遷と、同時期におけるベトナムの大気環境やその他関連する可能性のある社会状況の変遷を示す。

ベトナム国では 2005 年の環境保護法改定の際に大気汚染に関する規定が追加され、合わせて環境基準や排ガス基準等が整備され、その後も順次更新されている。また、2015 年には排ガス量が多い産業の一定規模以上の工場に対する連続監視システムの設置や MONRE への報告義務、2016 年には罰則規定も導入されている。一方、大気環境モニタリングについては、MONRE/DONRE が本格的に大気環境モニタリングを導入したのは 2018 年であり、排出インベントリは未整備である。(ハノイ市においては、2022 年に、大気環境管理計画とともに、排出インベントリが作成される計画となっている。)

第一段階調査においてベトナムはグループ C<大気汚染対策始動>に位置付けられており、既述のとおり、基本的法体系の枠組み、大気行政機関の整備、大気環境・排出基準等が導入済である一方、大気環境モニタリング体制が 2018 年から構築過程で排出インベントリは今後整備予定であり、システム形成過程であることが再確認された。

大気汚染の状況をみると、本調査で収集できたデータは限定的ではあるが、NO₂年平均濃度は 2012～2014 年以降微減傾向にある一方、SO₂年平均濃度は 2012 年から 2013 年で一度急減したが、その後上昇傾向にある。また、PM_{2.5}年平均濃度は改善傾向が見られず、大気汚染改善への効果が明確にみることはできない。

理由のひとつには、ハノイ市の経済活動の拡大(約 11%の成長率)、自動車保有台数の上昇(国年平均 13.5%)、化石燃料消費量の増加等が考えられる。また、工場等の固定発生源の自動計測及び報告義務化、基準順守監視等の規制は整備されているが、政府の大気環境管理能力や規制・対策の実行性に課題がある可能性があげられる。更にハノイ市では家庭用燃料として手頃なハニカムブリケットの使用や藁・農業廃棄物の野焼きが禁止行為にもかかわらず未だ問題となっており、住民の啓発及び取り締まりの強化が課題となっている。これらの課題解決に向けて、特に第一ステップである原因の究明、すなわち大気環境モニタリングシステムの拡大、信頼性のあるデータの収集分析、排出インベントリの構築による確実な対策の立案が喫緊の課題として挙げられている。

JICA はベトナムにおいて大気質管理制度構築支援プロジェクト(2013-2015)を実施している。同プロジェクトは環境保護法の改正等の法制度整備への支援、大気質管理計画策定へ向けたロードマップ案の提案等を目的とするものであった。結果、環境保護法は 2015 年に改正され大気環境保護に関する節が独立して新設されたものの、同時にプロジェクトでは、大気環境管理に関連する組織の所掌分担、責任が不明確であり、制度の実践に課題がある事、また廃棄物・排水対策分野等と比べて、大気汚染対策に対する優先度が低く、対策へのモチベーションが低いことが挙げられた。本調査でのヒアリング調査から、関連法規定の制定が不十分であり、汚染管理対策が有効に機能していないこと、また、特に大気環境モニタリングにかかる予算不足や職員の能力強化の必要性が課題としてあがり、依然として大気汚染対策に対する優先度に課題があると考えられる。

Vietnam ベトナム	2000	2005	2010	2015	2020
	System Formulation Stage システム形成期				
Env-related Event 環境事故等の社会イベント				2016 Formosa/ Marine life disasters	2019-2020 Issues on air pollution due to straw burning in Hanoi
Major issues on Air Environment		dust	産業活動・交通からの排ガス (NOx, SO2)	Straw burning	GHG
Regulation System 環境法体系の整備		2005 LEP (2005) more specific on AQM	2014 LEP (2014) more specific on AQM		2020 LEP (2020)
Administration System 環境行政機関の構築	2002 established	2003 DONRE established	2005 AQM started	2008 HEPA established	2014 worked
Environmental Standard/Effluent Standard 環境基準・排出基準			2009 Ambient air quality standard (MONRE)	2012 Regulations on emission from point sources (Particular industries)	2017 Regulations on emission from Steel industry
Environmental Monitoring 環境モニタリング				2016 National Environmental Monitoring	2018 DONRE Air Quality Monitoring station
Inventory インベントリ					2022 Emission Inventory
Management of the point source 発生源管理				2015 Automatic/continuous emission monitoring/ periodical reporting (regulated depending on the industrial type)	
Planning/implementation of countermeasures 対策立案・実施				2016 National Action plan on Air Quality Management Plan	2020 National Air Quality Management Plan 2022 Hanoi Air Quality Management Plan

出典：調査団作成

図 4-19 ベトナムの大気環境管理の変遷



出典：調査団作成

図 4-20 ベトナムの大気環境濃度の変遷と関連するイベント

4.3.4. セルビア

セルビアは大気汚染対策の必要性からというよりも、EU 加盟候補国となった事を転機に、EU 基準に合わせた体制整備が 2010 年頃から一斉に進んでおり、政治的要請に基づいて大気環境管理の構築が進んだ例である。これは EU 加盟を目指す候補国に共通の事情だと推測される。一方で、法律や規程はあるものの、インベントリなど実データの蓄積はまだ十分でなく、実効性に課題があると思われる。

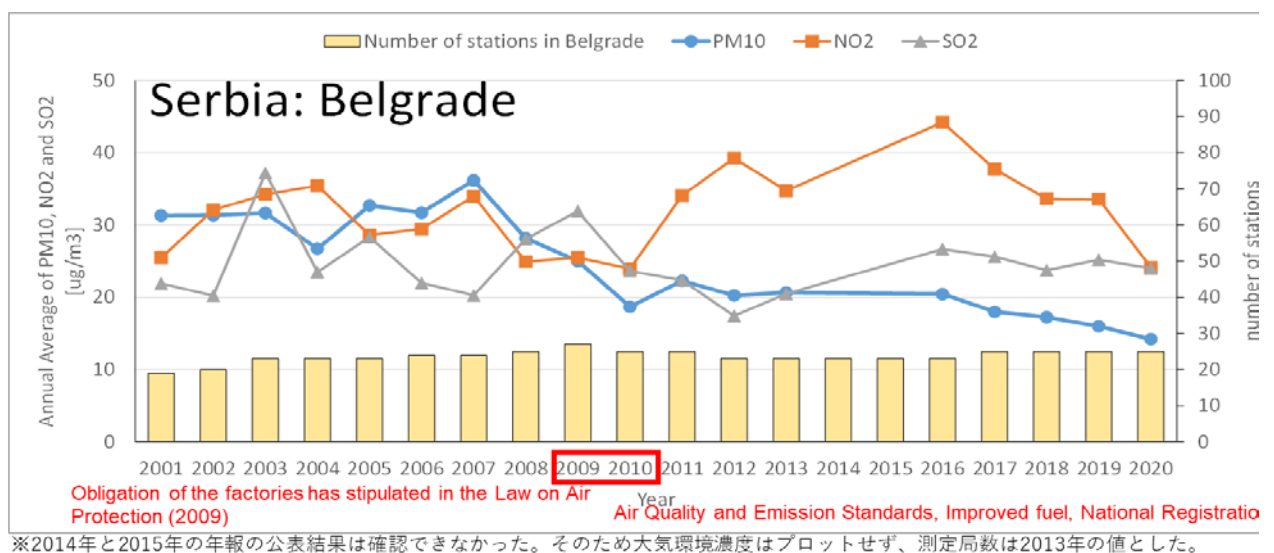
第一段階調査ではセルビアはグループ D<PM_{2.5} 減少国>と位置付けられた。他のバルカン諸国と同様、年平均の PM_{2.5} 暴露値は濃度レベルも比較的低く、PM₁₀ の測定データ

もそれを裏付ける結果となった。しかし一方で、現地では、PM による汚染が度々報道され、問題となっていることが判明した。この原因は、ベオグラードでの大気汚染は家庭での暖房用の薪・バイオマス・石炭等の燃焼によって生じる PM によるもので、季節が限定されているためだと考えられる。このように一季節に集中した汚染は、年平均値のみの解析では見過ごされてしまう懸念があり、注意が必要である。

Serbia セルビア	2000	2005	2010	2015	2020
	System Formulation Stage システム形成期			Full Implementation Stage 本格稼働期	
Env-related Event 環境事故等の社会イベント	Kosovo War (-1999)	Independence of Montenegro (2006)	EU Stabilization and Association Process Signing (2008)		
Major issues on Air Environment				Pollution in Winter by households heating SO2 Emission from Thermal Power Plants 2017, 2021 large fire at landfill site at Vinca	
Regulation System 環境法体系の整備	1991 Law on Environmental Protection (revised 2004)	2004	2009 Full harmonization of domestic and EU practices	Law on Air Protection	
Administration System 環境行政機関の構築	1990 Established	2004 established	2011 Established The Calibration Laboratory of Automatic Gas Analyzers	2017 established Ministry of Environmental Protection (MEP) Serbian Environmental Protection Agency (SEPA)	
Environmental Standard/Effluent Standard 環境基準・排出基準			2010 regulated	Air Quality Standards (gradually tightened) Emission Standards EU Directive has transposed	
Environmental Monitoring 環境モニタリング		2004 collaboration with EEA started 2005 monitoring started	2008-10 EU Project: Establishment of monitoring network	Air Quality Monitoring System under SEPA	
Inventory インベントリ	1991 ratified CLRTAP National Emission Inventory for CLRTAP report (Almost Tier 1)			2016 Regulation on methodology for making inventory	
Management of the point source 発生源管理		2004 IPPC Law	2009 Obligation of the factories has stipulated in the Law on Air Protection	2015 Amended	2021 Sulfur Content Reg. in liquid fuel
Planning/implementation of countermeasures 対策立案・実施			2010 Unleaded Gasolines Improved liquid fuel quality National Registration of Industrial Pollution Source		Belgrade Air Quality Plan 2021-2031

出典：調査団作成

図 4-21 セルビアの大気環境管理の変遷



出典：調査団作成

図 4-22 セルビアの大気環境濃度の変遷と関連するイベント

4.3.5. メキシコ

メキシコは 80-90 年代とかなり早い段階から体制整備が始まり、94 年に環境基準が制定された後、2000 年には SEMARNAT が設立され、ほとんどの項目で一定の整備がされていることがうかがえる。JICA は、メキシコシティ都市圏で最初の大气汚染対策計画の策定を支援した The Study on air pollution control plan in the federal district (1986-1988) を端緒に、その後も固定発生源対策 (1990-1995)、環境モニタリング整備 (2006-2008)、更にオゾン生成機構の解明に関する共同研究 (2011-2015) など、多面的な支援を行ってきている (表 4-21 を参照)。図 4-23 と照らし合わせると、いずれもその時期の課題に応じて適切な時期に行われており、メキシコの大气環境管理が各分野で満遍なく発展してきた事に貢献していると言える。

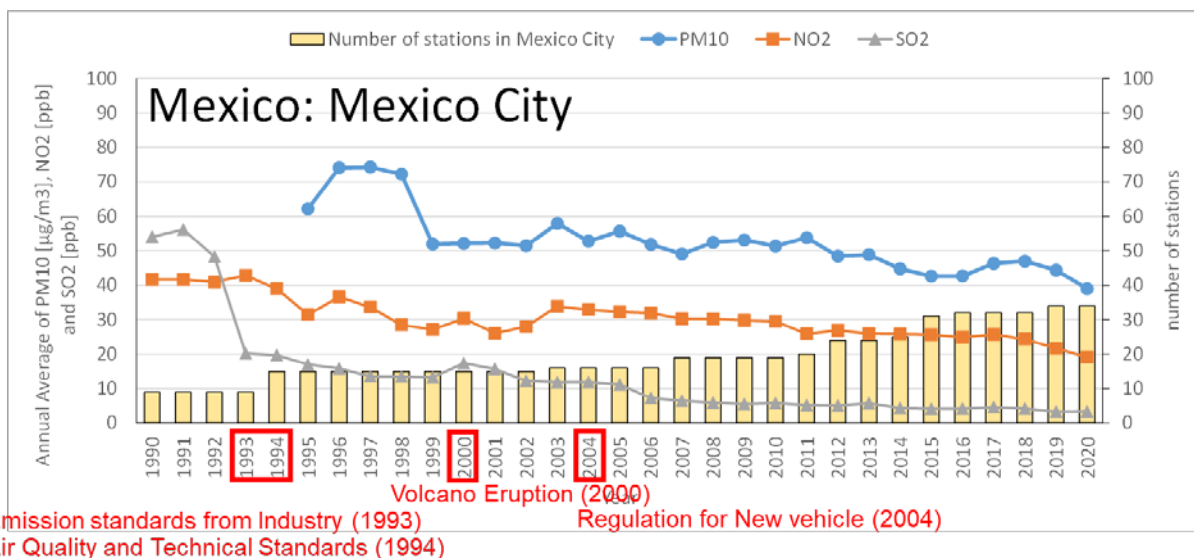
大气汚染としては NO₂、SO₂、PM₁₀ といった従来型の汚染物質の濃度が順調に減少している一方、光化学オキシダントが最も問題となっていることが他国と比べ特徴的となっている。

第一段階ではメキシコはグループ G<本格稼働期国>に含まれ、比較的大気汚染対策が進んだ国と位置付けられていた。法や関連行政機関の整備や各種データへのアクセス、また実際の大气環境濃度の経年変化のいずれの面からも、これは裏付けられる結果となっている。近年の大气汚染の課題としては光化学オキシダントが挙げられているが、これは標高・日射量のデータ (3.3(c) 分類 E) に示されるように、標高が高く日射量が強いという自然条件が一因であると考えられ、発展段階に関わらず同様な条件の他都市でも同じ問題が起こりうると推測される。

Mexico メキシコ	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
	System Formulation Stage システム形成期		Full Implementation Stage 本格稼働期				
Env-related Event 環境事故等の社会イベント			Volcano Eruption			2016 PCAA activated due to O3 Pollution	
Major issues on Air Environment					O3 Pollution (Limit Exceedance over 200 days/year)	SO2 Emission from Thermal Power Plants	
Regulation System 環境法体系の整備	1988		2000		2012		2012
Administration System 環境行政機関の構築		1992	2000		2012		2012
Environmental Standard/Effluent Standard 環境基準・排出基準		1984					2019
Environmental Monitoring 環境モニタリング	1986						
Inventory インベントリ		1995					
Management of the point source 発生源管理							
Planning/implementation of countermeasures 対策立案・実施	1990						2021

出典：調査団作成

図 4-23 メキシコの大气環境管理の変遷



出典：調査団作成

図 4-24 メキシコの大気環境濃度の変遷と関連するイベント

4.4. 5 か国／5 都市にかかる考察

4.4.1. 各国の大気環境管理状況と大気環境改善効果に関する定性的考察

表 4-20 は、4.3 で調査した重点対象 5 都市について、大気環境管理実施状況及び大気環境の状況を一覽でまとめたものである。

大気環境管理については、表 2-2 で示した分類に対応するよう、図 4-25 に示す大気汚染対策に関する 4 つのフェーズごとに各取り組みを分類している。これらの情報から以下のとおり定性的な考察を行った。

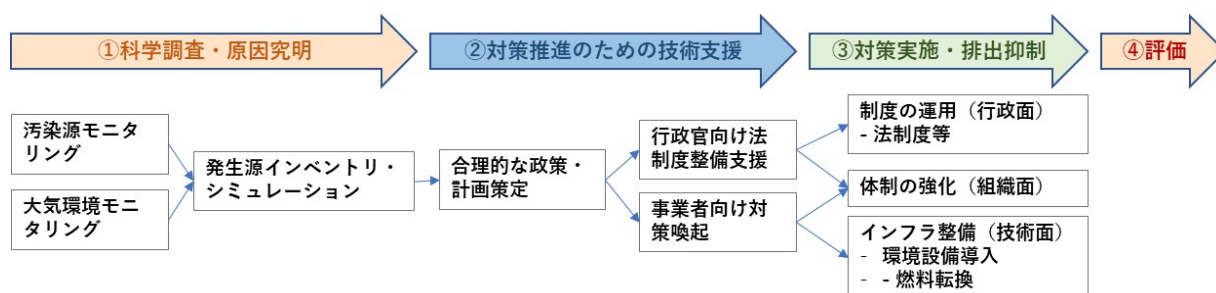


図 4-25 大気汚染対策に関する 4 つのフェーズ

出典：Policy Note Vol.06 (JICA 研究所／タイ事務所)をもとに調査団作成

5 都市は第一段階調査の結果に基づき、グループ A (PM_{2.5} 急上昇国)、B (PM_{2.5} 上昇予備群)、C (大気汚染対策始動国)、D (PM_{2.5} 減少国)、G (本格稼働期国) からそれぞれ選択されている。4.2.5、4.3 で示した調査結果からは、グループ G のメキシコでは大気環境管理に関する全ての項目で一定の整備がなされ、それに合わせて大気汚染物質の大気中濃

度も改善が進んでいることが確認できた。このことからメキシコでは実効性のある大気環境管理の整備が順調に進んでいると言える。一方、他の4都市では大気環境管理のいずれかの分野が整備されていないか、制度の実効性に課題があることが見られた。

これを踏まえて5都市の比較表を見ると、環境法体系の整備、環境行政機関の構築、環境基準・排出基準の導入など行政の管理体制については、程度の差はあれ、いずれの国でも一定の整備がされていることが確認できた。一方、環境モニタリングや発生源インベントリ整備などの分野では、国によって入手できるデータに大きな差があり、進展度の違いがみられた。例えばメキシコでは大気モニタリングシステムが1980年代から導入が進んでいるのに対し、ベトナムでは測定開始が2007年、本格開始が2018年であった。エジプトは90年代から環境モニタリングが始まり、測定局数は順調に増えているものの、2006-2012年の期間は政府による測定結果の公表が停止していた。また発生源管理においてはグループA（エジプト）、C（ベトナム）、D（セルビア）でも排ガス規制、監視、報告制度の導入が報告されているが、運用面については確認できておらず、監査組織・能力の不備から規制の強制力に課題があることがセルビア等で報告されている。

表 4-20 5 か国／5 都市の大気環境管理及び大気環境の状況

第一段階	A : PM _{2.5} 急上昇国	B : PM _{2.5} 上昇予備軍	C : 大気汚染対策始動国	D : PM _{2.5} 低濃度減少国	G : 本格稼働期国	
国／都市	エジプト／カイロ	ケニア／ナイロビ	ベトナム／ハノイ	セルビア／ベオグラード	メキシコ／メキシコシティ	
環境事故等社会イベント	(2011 革命、2013 クーデター)		Formosa 環境事故(2016)	(2006 独立宣言)		
主要な大気環境問題	Black smoke/野焼き PM, NO _x	PM _{2.5}	NO _x , SO ₂ , PM _{2.5} 野焼き/室内暖房	火力発電からの SO ₂ 室内暖房/処分場火災	移動発生源, PM _{2.5}	
大気環境改善に係る 主要なドナー支援	自動車排ガス対策・鉛精錬 対策(USAID 1996-2003),モ ニタリング構築・工場対策 (DANIDA 1996-2001), 工場 汚染対策(WB 1990-)	能力強化(JICA 2011-13), Clean Air Africa (NIHR-UK, 2018-),能力強化&制度構築 (WB 2020-),モニタリング& 環境啓発(UNEP 2021-)	能力強化(SDC 2006-2008), 制度構築(JICA 2013-2015), MONRE 強化(ドイツ 2017- 2020), ネットワーク構築 (USAID 2019-2022)	大気モニタリング設備(EU 2008-2011), 住民啓発(GEF 2019-), 大気保全プログラ ム策定(EU 2019-2021)	大気汚染対策立案、SO ₂ 削減 対策、モニタリング強化、科 学的根拠解明とコベネ対策等 (JICA 1987-), 自動車/運輸セク ターにかかる大気質管理 (WB 1992-1999)	
大気環境の状況	NO ₂ , SO ₂ は 2007 から減少 →2014 から横這い、 PM ₁₀ は高いレベルで横ばい	データ不足	NO ₂ , NO _x は 2012-2014 から 減少、SO ₂ は 2012-2013 で 激減、その後大きく増加傾 向にある PM _{2.5} は横ばい	PM ₁₀ は 2007 から減少 NO ₂ は 2016 まで増加その 後減少傾向 SO ₂ は 2012 から微増	NO ₂ /SO ₂ は 90 年代前半から減 少傾向、PM ₁₀ は 1999 から減 少傾向	
大気環境行政						
①科学 調査・ 原因究 明	環境モニ タリング	1996 年開始、カイロ市 114 局(2021)	2014 年開始	2018 年本格開始、ハノイ市 10 地点(2022)	2006 年開始、35 地点	大気モニタリングシステム (1988)
	発生源イ ンベント リ	確認できず。大気汚染予報 モデルシステム稼働中	確認できず。2019-2023 Action Plan で言及はあり。	(2022 年構築予定)	2016	1996～
②対策 推進の ための 技術支 援	環境法体 系の整備	環境基本法(1994)	環境管理総合法(2002)	環境保護法(2005, 2020)	環境保護法(1991, 2004) 大気保護法(2009)	生態系バランスと環境保護に 関する一般法(1988)
	環境行政 機関の構 築	環境庁(1982, 1994)	国家環境管理局(2002)	天然資源環境省(2002)	環境保全省(2017)	環境・天然資源事務局(2000) 国立生態学気候変動研究所 (1992)
	環境基 準・排出 基準	大気環境基準(1994WHO 指 針、2009 改正) 排ガス基準(2009)	大気環境基準(2014) 排ガス基準 (2014)	大気環境基準(2005) 排ガス基準(2009～)	大気環境基準(2009) 自動車排ガス規制(2005～)	大気環境基準(1994, 2014PM 追 加) 排ガス基準(1993)

第一段階		A : PM _{2.5} 急上昇国	B : PM _{2.5} 上昇予備軍	C : 大気汚染対策始動国	D : PM _{2.5} 低濃度減少国	G : 本格稼働期国
国/都市		エジプト/カイロ	ケニア/ナイロビ	ベトナム/ハノイ	セルビア/ベオグラード	メキシコ/メキシコシティ
		自動車排ガス EURO2,3 (2015?)				自動車排ガス(2004, 2019 からは EURO6)
③対策実施・排出抑制	発生源管理	工場排ガスモニタリング(2007)、排出ガス監視(2009)	工場への排出ガス規制・監視(2014～) 野焼きの規制	工場への排出ガス規制・監視(2015～) 野焼き・室内ハニカム禁止	工場への排出ガス規制・監視、排出削減計画制定、年次レポート提出義務(2009)	工場・事業場の排ガス規制(1988, 1994) 自動車燃料対策(無鉛化, 排出抑制技術, 1991-)
	対策立案・実施	CAIP(バス等排ガス対策)(1996), セメント工場排ガス監視・全国モニタリング(DANIDA,), etc.	ナイロビ大気質行動計画(2019-2023)	国家大気環境管理計画(2016)	国家大気保護プログラム/アクションプラン(2022-2030)	メキシコシティ首都圏大気汚染対策統合計画 PICCA(1990-), PROAIRE (1995-2000, 2002-2010, 2011-2020), BRT 開発

出典：調査団作成

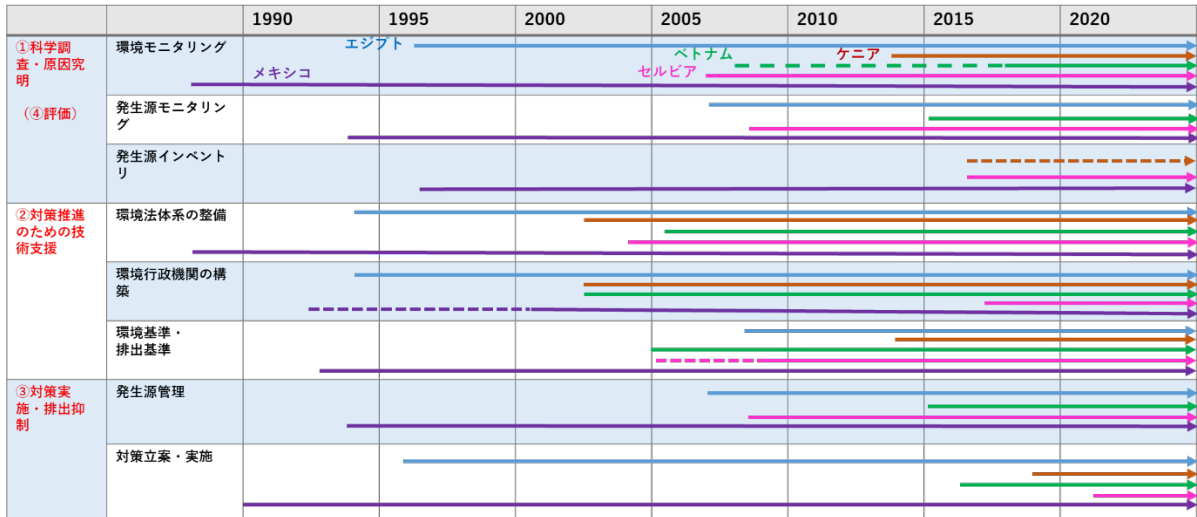
以上のような大気環境管理を構成する分野別の進展度の差を見るため、分野別に各国の取り組み開始時期を、図 4-25 で示した 4 つのフェーズに沿って分類した結果を図 4-26 に示した。効果的な環境管理の実施のためには、①科学調査・原因究明から、②対策推進の技術支援、③対策実施、さらには④評価へと、図の上の要素から順に整備が進んでいくことが理想的と考えられる。

大気汚染対策が順調に進展していると考えられるメキシコ（紫の線）では、環境モニタリングの整備を端緒に、①②③への対応を同時並行で開始し、1990 年代には各方面からの対策が包括的かつ継続的に導入されたことが確認できる。また、①に基づく基礎情報が早く整備されたことで、②や③で有効な対策・規制の立案・検証が実施できたことも大きいと考えられる。

一方、例としてベトナム（緑の線）では、②対策推進のための制度整備が 2000 年代初頭に始まっている一方、環境モニタリングは 2007 年、発生源モニタリングは 2015 年に開始され、発生源インベントリは確認できないなど、①の段階が十分に進んでいないことが推測される。特に発生源インベントリ分野は、メキシコ以外の国では十分に整備できていないことが確認された。発生源ごとの排出量の情報を整備することによって、優先して対策を実施すべき発生源が特定でき、またシミュレーションモデル等によって、対策ごとの大気汚染改善効果を予測することができるため、コスト分析とあわせることで環境基準の達成に向けた最も効率的な対策手法を検討することができる。これらの情報が十分に整備されていない限り、②段階での適切な排出基準値の設定や、③段階の発生源管理においてどのような規制が有効かが判断できない。またエジプト、ベトナム、セルビアの大気環境測定データから一定の傾向が確認できないことは、①のモニタリング体制の整備の不十分さ・信頼性の低さ、③の測定体制の維持管理能力（或いは財政力）が十分ではない可能性があると考えられる。大気環境モニタリングデータは大気汚染の状況を把握するための最も基礎となるデータであり、ケニアも含めて、精度の高い長期間のモニタリングデータの取得が求められる。

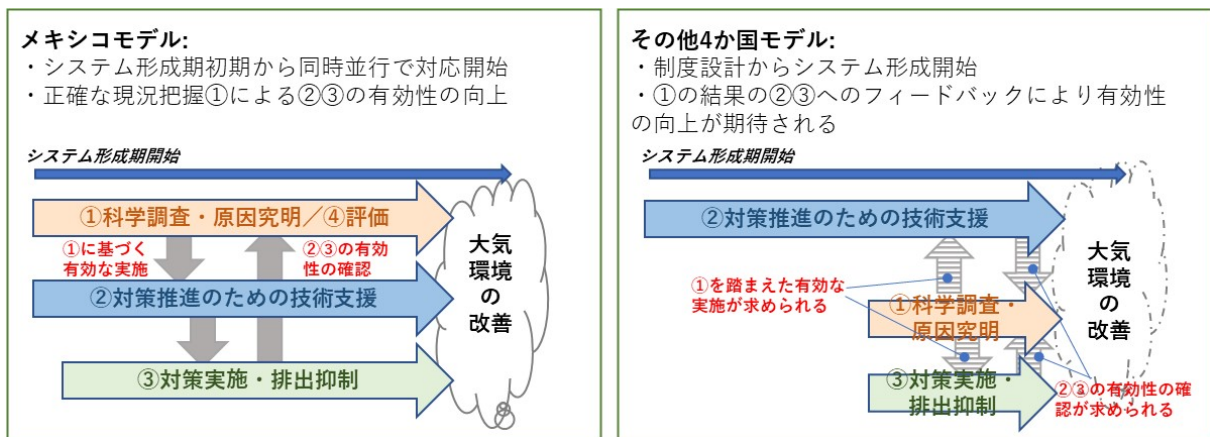
これらの基礎データを得るため、またその後②～④へ段階的に発展していくためには、発生源での排出ガス測定や大気環境測定局の維持管理等に関する基礎的な技術力の習得と共に、消耗品購入等の維持管理に係る予算が定常的に確保される事、また技術を持った人員が継続的に配置される事が重要である。

メキシコの進展と他国の進展の比較の模式図を図 4-27 にまとめる。



出典：調査団作成

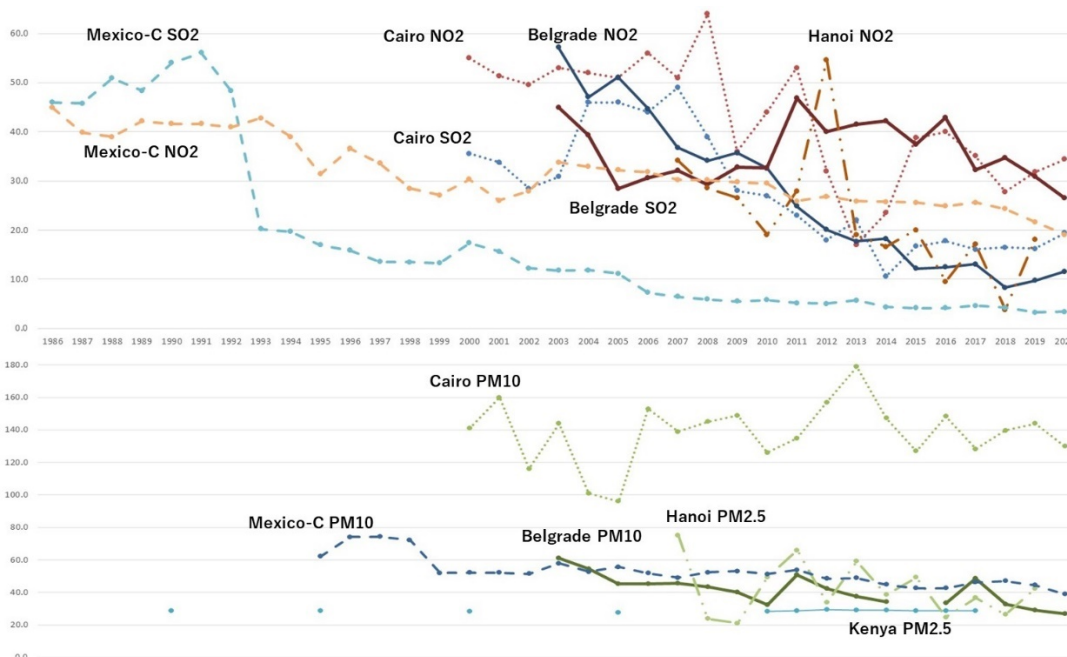
図 4-26 大気環境管理を構成する分野別の進展度



出典：調査団作成

図 4-27 大気汚染対策に関する4つのフェーズにかかる対応モデル

また、5 か国／都市の大気汚染物質濃度の推移を図 4-28 に示す。メキシコ（グループ G）はシステム形成期初期段階（1988 年）からモニタリングシステムを導入しており、90 年代上半からの総合的な大気汚染対策の導入による大気環境の改善効果が、データでも顕著に確認できる。



出典：調査団作成

注；PM_{2.5}は国内都市部を対象として人口で加重平均されたPM_{2.5}濃度の年平均値であり、それ以外は対象都市内の各測定局での測定値の平均である。

図 4-28 大気汚染物質濃度にかかる各都市の推移（上段：SO₂/NO₂、下段：PM₁₀/PM_{2.5}）

大気汚染物質別の考察は下記の通りである。

- ✓ NO₂に関しては4都市（ケニアはデータなし）で総じて減少傾向にある。今後の自動車業界の気候変動対策も考慮すると車からの排ガスは今後さらに改善されることが期待されるが、これらの国では中古車の流入や未整備車の横行による汚染にも依然注意が必要である。
- ✓ 一方、SO₂に関しては、エジプト、ベトナム、セルビアにおいて一定の傾向がみられず、近年上昇している国もあることから、工場への排ガス規制や監視が有効に働いていない可能性が高く、その実行力（③段階）に課題があるといえる。
- ✓ カイロ、ハノイ、ベオグラードではPM年平均値データでは拾えない季節性・局所的悪化が指摘されており、既述のとおり①段階によるデータの収集・解析が課題である。また、農業残渣や廃棄物の野焼き、家庭暖房用燃料の燃焼など、住民の行動変容にかかる対策が不十分である可能性が高い。（②段階、③段階）

以上を踏まえ、より実効性のある大気環境管理体制の構築を行うための条件を検討するため、各国の事例の制度進展の背景を、資源投入の面から検討した。

実効的な大気環境管理制度が順調に整備できていたメキシコについて見ると、1980-90年代に下記の2点の要請が政治的な最優先課題であったことが背景として挙げられる。

- 国内の政治状況（メキシコシティにおける中産階級の経済状況の悪化と大気汚染をはじめとする生活環境の悪化による政権ばなれ）への対策
- 当時の経済・外交・政治的重要課題であった、NAFTA締結の条件としてのメキシコシティの大気汚染対策

メキシコに関しては、上述の政治的要請に基づき、表 4-21 に示すように、総プロジェクト費 10 億ドル³⁰に上る巨額の WB 支援をはじめ、様々なドナーによる支援を活用して大気環境管理制度の整備を進めた。支援内容を見ると環境モニタリングの他、排出インベントリの整備、自動車・固定発生源を含む対策立案・実施までの各分野が満遍なく含まれていることが分かる。

表 4-21 メキシコにおける主なドナー支援・海外協力の事例

<p>World Bank (WB):</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 1993-1999. Transport Air Quality Management Project for the Mexico City Metropolitan Area Total Project Cost: US\$ 1086.70 million (a) vehicles component (emission standard, registration system), (b) fuel component (vapor recovery, pilot program for fuel conversion), (c) transport policy and management, (d) scientific base component through an integrated research plan and expanding AQMS, (e) institutional strengthening
<p>Japan International Cooperation Agency (JICA)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1986. Support to fight against air pollution in Mexico City through the 1986-1988 Study on Air Pollution Control Plan in the Federal District (JICA, 1988). • 1990-1992. Study on the Air Pollution Control Plan of Stationary Sources in the MCMA. • 1993-1995. Study on the Combustion Technologies for the Air Pollution Control of Stationary Sources in the MCMA. • 1995-2002. Cenica's Project (National Center for Environmental Research and Training) • 2006-2008. Strengthening of the Air Monitoring Program in the United Mexican States. • 2011-2015. Joint research project on formation mechanism of ozone, VOCs, and PM_{2.5} and proposal of countermeasure scenario.
<p>German Agency for International Cooperation (GIZ):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Triangular Cooperation India – Mexico – Germany: Triangular cooperation project with the objective of strengthening mutual collaboration with other countries. (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) • National Air Quality Strategy (ENCA): which serves as the planning instrument that guides actions to control, mitigate and prevent the emission and concentration of pollutants in the atmosphere, with a projection to the year 2030 • Sustainable Transportation Program: support for public and non-governmental actors in the implementation of measures to reduce greenhouse gas emissions and atmospheric pollutants in cargo transportation.
<p>Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC):</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Climate and Clean Air Program in Cities of Latin America Plus - CALAC+: (The CALAC+ Programme Climate and Clean Air in Latin American Cities PLUS.) Total Budget: CHF 5,900,000

Source: JICA Survey Team, <https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P007694>

このような巨額の支援を受けてメキシコは国内の環境管理制度の整備を進めた。当時のメキシコの環境管理セクターの予算・財務状況は入手できなかったが、2022 年の環境管理セクターの予算と人員を表 4-22 に示す。大気環境分野だけに関する数値ではない事に注意が必要だが、少なくとも現時点では、国レベルだけでなくメキシコシティ、メキシコ州としても、環境管理セクターの予算と人員が確保されていることが確認できる。

表 4-22 メキシコの大気環境管理セクターの予算と人員

Institution	Annual Budget 2022 (USD)	Staff
FEDERAL – SEMARNAT		
SEMARNAT	1,300,000	3705

³⁰世銀予算及びノンバンクの合計、パイプラインプロジェクト想定額等を含む

INECC	9,000,000	312
PROFEPA	39,000,000	2057
FEDERAL – SALUD		
INSP	26,000,000	777
COFEPRIS	38,000,000	1487
LOCAL		
<i>Mexico City</i>		
SEDEMA	62,000,000	200 ³
PAOT	6,000,000	194
<i>State of Mexico¹</i>		
SMAGEM	60,000,000	327
PROPAEM	2,400,000	75
INTER-MINISTERIAL COORDINATION		
CAMe	2,500,000	40 ³

このように、大気環境管理に必要な各分野の整備が複数のドナーにより包括的に支援されたこと、またメキシコとしても大気環境管理を推進する組織と人員を用意する強い政治的動機があった事、また巨額の資金投入により、これらの制度整備を行うための財源が安定的に確保できたことが成功の要因であったと考えられる。

またセルビアでも類似した事例が見られ、政治的動機を背景に、ドナー支援により制度整備が進んだ。セルビアは 2008 年に EU 安定化・連合協定を締結し、EU 加盟交渉を本格化させてきた。これを契機に、EU 基準に合わせた体制整備・制度構築が 2010 年頃から一斉に進んでおり、この地域の EU 加盟候補国に共通の事情だと推測される。一方メキシコと異なる点として、図 4-26 に示される通り、法制度や基準を EU 指令から移植することが先行しており、インベントリなどの基礎データの蓄積が十分でない事が推測される。EC によるセルビアに関する報告書 2021³⁴ においても法と大気質計画の実施が課題とされており、これら図 4-26 の①段階での未整備分野を特定・支援することが、今後の大気環境管理制度の効率的な発展に寄与すると推測できる。

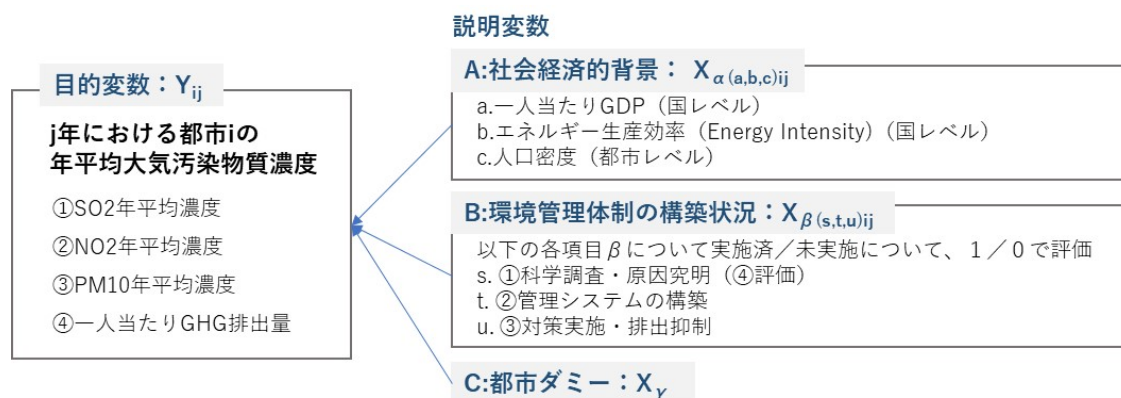
また、このメキシコ・セルビアの例はいずれも外的な要因（NAFTA 締結、EU 加盟）が主な政治的動機となった例だが、支援対象国においてこのような大気汚染対策への動機づけを行うためには、以下のような例が考えられる。

- 市民から行政への要望：メキシコの例のように市民からの苦情は大気汚染対策への最も基本的な動機付けとなる。この観点からは大気環境モニタリングデータの一般への公開が啓発活動としても有効となり得る。
- 気候変動対策等との連携：気候変動対策と大気汚染対策は発生源・汚染物質等が共通し非常に関連が深い。気候変動対策への要請が先進国のみでなく途上国でも高まりつつある中で、両者を連携させたコベネフィット対策等により、大気汚染対策も同時に推進することができる。
- 特に、今回調査では多くの国で大気汚染物質の排出インベントリの不備が確認されたが、IPCC の枠組みのもと GHG インベントリの作成に取り組んでいる国は多いため、両者を統合的に整備することで、行政としてより効率的にインベントリ整備を行える可能性がある。

4.4.2. 統計解析

(a) 重回帰分析の試み

重点対象 5 都市にかかる分析においては、既述の定性的な分析に加え、大気環境や社会経済指標について十分な経年データが確保できた場合においては定量的考察を試みることを予定していた。本調査では図 4-29 に示すとおり、5 都市を対象に、年平均大気汚染濃度（NO₂、SO₂、PM）や GHG 排出量を目的変数として設定し、A.社会経済データ及び B.環境管理体制（表 4-20 に示す①科学調査・原因究明（④評価）、②管理システムの構築、③対策実施・排出抑制、にかかる対応状況）及び C.都市ダミーを説明変数とした重回帰モデルの構築を試みた。しかし、各変数の有意性を示す P 値や係数から判断し、有意な結果を得ることができなかった。有意な結果が得られなかった理由として以下が考えられる。



出典：調査団作成

図 4-29 本調査で検討した回帰モデル概念図

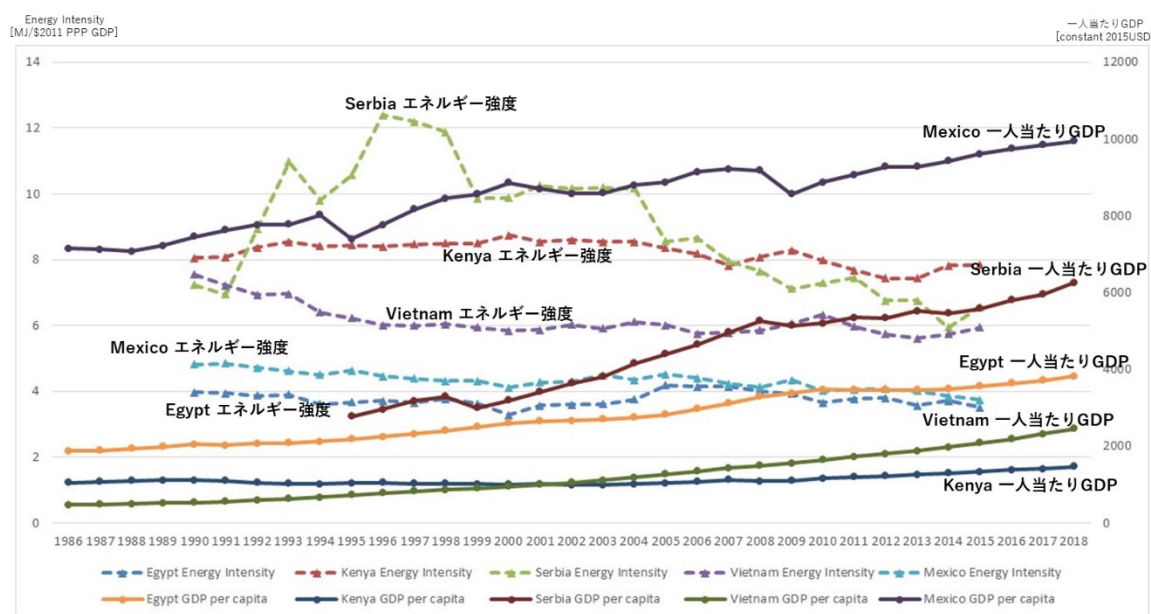
<有意な結果が得られなかった理由>

- ✓ 信頼性のあるパネルデータセット（大気環境データ）の不足：目的変数である各都市の大気環境データの経年データについては長期データの取得を試みたが、メキシコシティ以外の都市については長期的なデータを得ることはできなかった。都市ごとにデータセット数に乖離があったことも要因のひとつとして考えられる。
例えばケニアにおいては都市レベルのデータは取得できない状況であったため、回帰モデル対象外としている。ベトナムハノイ市においては 2007 年から 3 地点での日平均観測データを取得したが欠損値が多く、有効なトレンドが見られるデータではなかった。
- ✓ 説明変数となりうる都市レベルの社会経済指標の不足：大気環境データに合わせて、説明変数になりうる都市レベルの社会経済指標で、各都市横並びで入手可能な長期的データの取得が困難であった。
- ✓ 第二段階で抽出した 5 都市は、統計解析を前提とした選出ではなく、社会的背景や発展プロセスのまったく異なる国/都市を抽出しているため、大気環境について対策効果を説明するための回帰モデルの構築は困難であった。

以上より、本調査にて収集した大気関連データによる有意性のある回帰解析はできないと判断した。

(b) その他関連指標との関係性分析

ケニアを除く4都市の大気汚染濃度の経年変化について、経済発展を示す一人当たりGDP(国)³¹及びエネルギー強度(国)³²との関係を分析した。エネルギー強度(Energy Intensity)は、国の一次エネルギー総供給を国内総生産(GDP)で割った値で、産業の省エネルギーの度合いを測る指標となっている。本調査では、各国の経済構造や都市構造の変化による経済活動量にかかる生産性の変化との関係性を分析するため、一人当たりGDP及びエネルギー強度を比較指標として選定した。使用した2つの指標の推移(5か国分)は図4-30に示すとおりである。一人当たりGDPは、変化率は異なるが5か国とも上昇傾向が確認できる一方、エネルギー強度については、メキシコ、エジプト、ベトナムは総じて下降傾向にあるが、セルビアは一度上昇後に下降に転じている。



出典：調査団作成

図 4-30 比較に使用した一人当たりGDP及びエネルギー強度の経年変化

大気汚染濃度(SO₂、NO₂、PM₁₀)と一人当たりGDP及びエネルギー強度の関係性をプロットした図を図4-31に示す。傾向がある程度確認できるものについては、矢印でその傾向を示した。(大気汚染濃度及び2つの社会指標両方のデータが取得できた年のみのプロットであり、例えばセルビアについてはエネルギー強度の上昇期の大気汚染濃度のデータが入手できなかったため、分析から外れている。)

³¹ World Development Indicators (World Bank)で公表されている GDP per capita (constant 2015 US\$)を使用

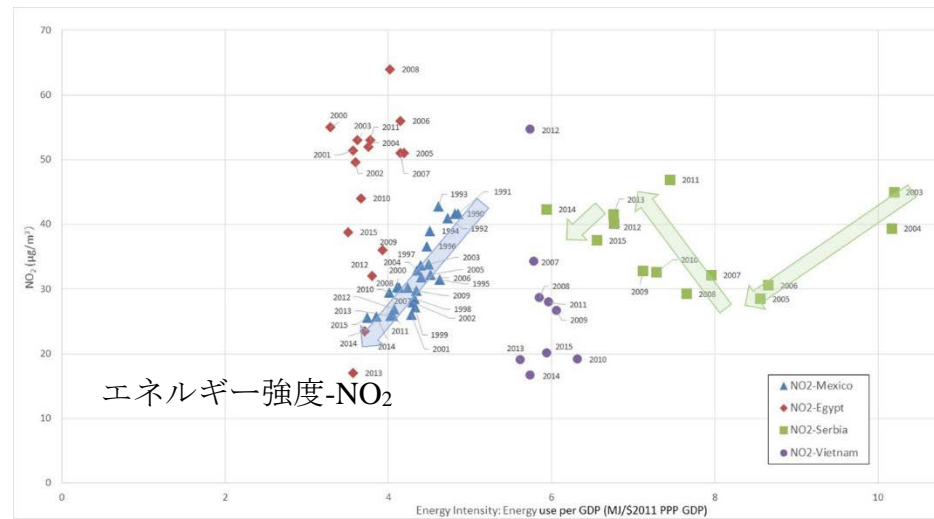
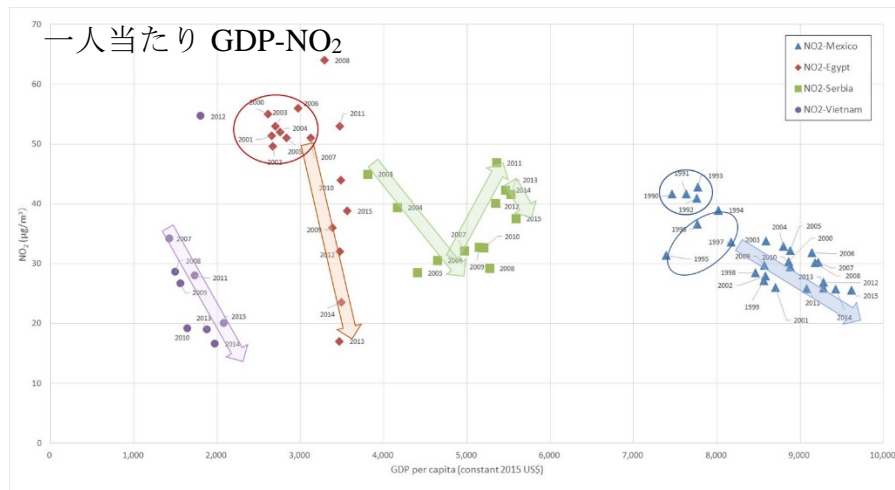
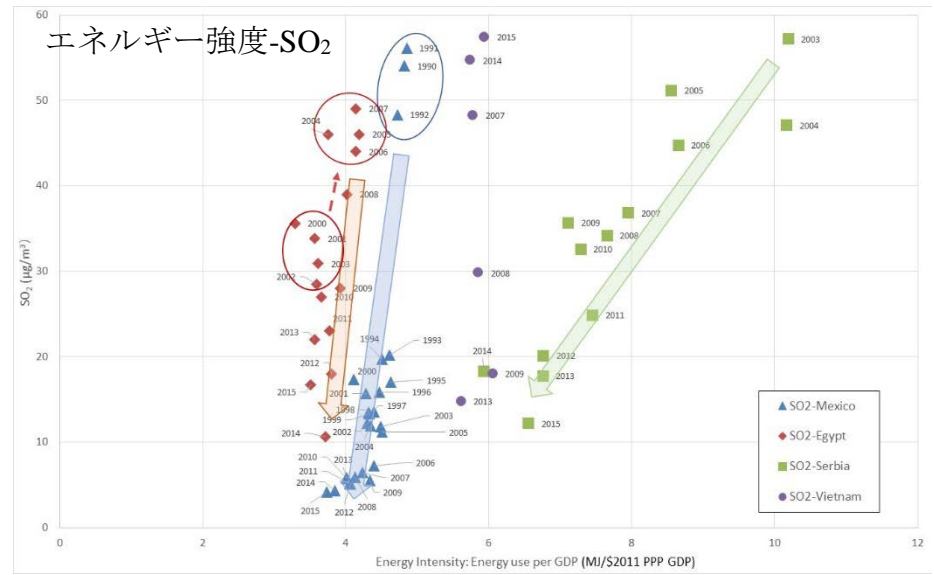
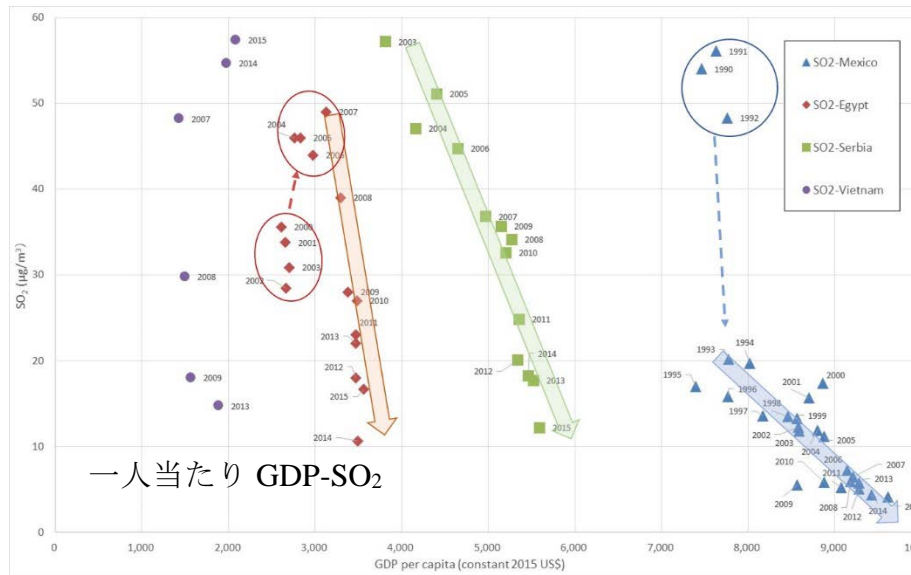
³² World Development Indicators (World Bank) で公表されている Energy intensity level of primary energy (MJ/\$2011 PPP GDP)を使用

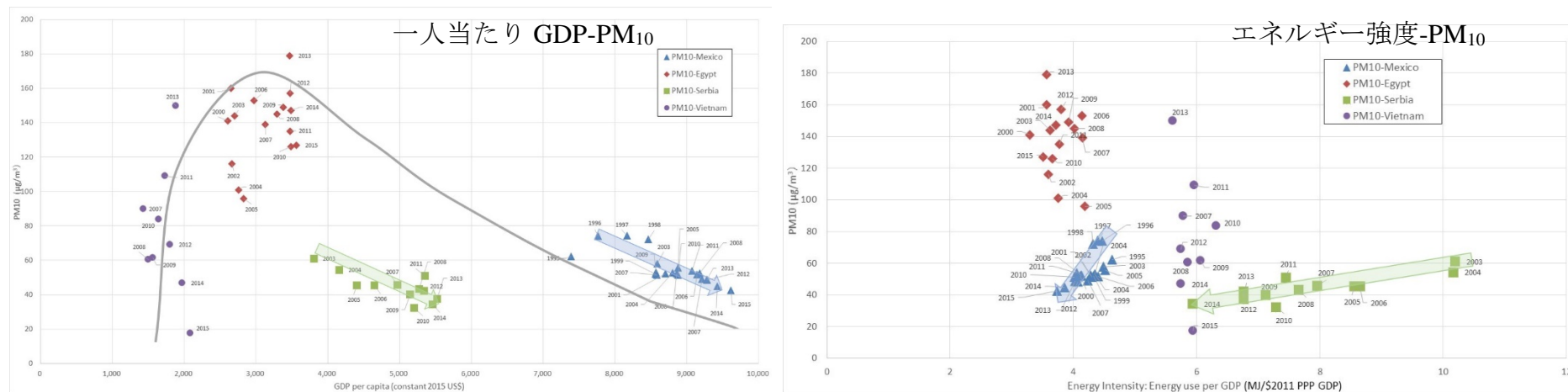
SO₂については、メキシコ及びセルビアについて一人当たり GDP の上昇或いはエネルギー強度の減少に伴う SO₂濃度の減少がみられ、エジプトについても一定レベルを超えた後は同じ相関がみられた。これは経済活動が活発になるに伴い、技術革新やエネルギーの生産効率が向上したことによる効果があると考えられるが、その他にも経済構造の変化やメキシコについては環境行政の成熟等による効果が考えられる。エジプトについては一人当たり GDP の増加に伴い SO₂濃度は一度上昇後に下降に転じている。この傾向は NO₂や PM₁₀では確認できなかった。

NO₂については、メキシコのみ SO₂と同様の関係が確認できた。エジプトやベトナムにおいては、一人当たり GDP の増加に伴う NO₂の減少が確認できたが、セルビアについては観察期間の 2003 年から 2015 年については NO₂濃度に一定の傾向が見られなかったこともあり、関係性が確認できなかった。

一方、PM₁₀については、メキシコ、セルビアについては、SO₂濃度と同様、一人当たり GDP の上昇及びエネルギー強度の減少に伴う PM₁₀の低下がみられた。また、一人当たり GDP における 4 か国全体のプロットを見ると、第一段階の調査結果と同様に逆 U 字に近い関係性が確認できた。

以上から、メキシコについては SO₂、NO₂、PM₁₀全てにおいて一人当たり GDP の上昇或いはエネルギー強度の減少に伴う各汚染濃度の低下が見られ、都市環境の改善を伴う経済発展の段階にあるといえ、経済成長が優先される傾向から環境配慮型へと社会システムがシフトしている可能性が示唆される。また、エジプト、セルビアでエネルギー強度と SO₂の相関がみられたことから、SO₂対策については産業界への省エネ対策の促進によるコベネフィット効果、または経済発展に伴う燃料転換が影響している可能性がある。これは大気環境行政の実効性の進展とは切り離して効果が期待できる点である。また、エジプトやベトナムについては、これらの社会指標と PM₁₀の関係が確認できなかった要因のひとつ（PM₁₀の高止まり傾向）には、経済発展に伴う経済構造や生産性向上とは別に、農業残渣の野焼きや家庭暖房燃料の利用などの第一次産業や非産業発生源による影響が大きい可能性が裏付けされたと考えられる。さらにベトナムについては、一人当たり GDP は上昇傾向にあり、エネルギー強度は減少傾向にある一方、大気汚染状況の改善については一定の効果が確認できない状況であり、既述のとおり大気環境モニタリングデータの信頼性の課題、或いは有効な対策の立案やその実行に課題があるといえる。





出典：調査団作成

図 4-31 大気汚染濃度 (SO₂、NO₂、PM₁₀) と一人当たり GDP/エネルギー強度

4.5. 本調査を通して得られた知見の整理

上記の分析結果を踏まえ、大気環境管理体制の整備の分析や構築支援に向けて得られた知見を以下の通り整理した。

4.5.1. 途上国の大気環境管理の課題に関する知見

各国の大気環境管理の体制構築に関する情報収集を通して得られた課題は下記のとおりである。

- ▶ 大気環境管理が効果を発揮している国と課題がある国で、制度発展の経緯を検討した結果、実効性のある制度構築には下記の点が特に重要であると推測された。
 - 対象国における大気汚染対策への（政治的要請を含む）動機の強さ
 - 大気汚染に関する科学調査・原因究明から、対策推進の技術支援、対策実施、評価に至る各プロセスの包括的な整備
 - ドナー支援を含む安定的な財源の確保
- ▶ 大気環境の改善が進んでいない国では、農業残渣や廃棄物の野焼き、家庭暖房といった、第一次産業や非産業発生源による汚染が問題となっている国がみられた。これらは住民の行動変容にかかる対策が必要となるため、生活環境への影響が大きいにも関わらず、有効な対策が立てられていない。
- ▶ 環境管理体制の整備や、対策・規制制度の方向性はいずれの国でも相似しているが、対策実施の効果は大気環境濃度に現れる場合と現れない場合があり、大気環境濃度と管理体制の進展の相関を解析することは困難であった。原因として制度・規制が整備されていても実効性に差があること、また地域による主要発生源の違いや自然条件により、汚染特性が多様であることが考えられる。
- ▶ 今回の調査では $PM_{2.5}$ 暴露値によってスクリーニング・類型化を行ったが、測定体制・信頼性が十分でない国があり得る事、汚染物質ごとに汚染傾向が大きく異なる場合があり得ることが分かった。特に、季節性／局所的な汚染の問題は、年平均値の統計データでは拾いきれない場合があり、国／都市ごとの課題抽出においては注意が必要である。
- ▶ いずれの国でも O_3 、VOC、有害物質等への取り組みが進んでいる国はみられず、それらの対策へのシフトも今後の重要課題である。これら O_3 、VOC、有害物質は、 $PM_{2.5}$ とともに二次生成の点で関連が大きい。有効な濃度低減対策を行ってゆくためには、科学的知見をもとに、地域の状況に応じた取り組みを行ってゆくことが重要と考えられる。
- ▶ 対策実施に際しての産業界への規制・インセンティブについては、第一段階調査国を含めて企業側の自主的な取り組みはほとんど見られなかった。環境対策よりも経済成長が優先される意識が背景にあるものと思われる。当局の規制の強制力が低い事も考慮すると、途上国においては規制的手法よりもコベネフィット対策による省エネ化やグリーン投資の導入などの経済的手法の方が有効である可能性がある。
- ▶ 途上国では、大気汚染管理の所管省庁の権限・影響力が弱い国が多い中、市民からの苦情や報道を通じた批判は、大気汚染対策を進めるうえで最も基本的な社会

的動機付けとなりうる。メキシコにおいても、NAFTA 締結という政治的要請と同時に、大気環境への市民の不満が、大気環境管理体制全般の改善を進める最初の推進力となった。このような動機付けのためには、市民や意思決定者へ大気環境の状況を数値化・可視化して広く提供し、市民啓発や、議論のベースとなるコンセンサスの構築を行う事が重要となる。そのため、大気環境モニタリングデータの情報公開・広報は、大気環境管理を進めるうえで最も基盤的な活動であり、正確で幅広い情報を公開・蓄積することが重要である。

4.5.2. 今回の調査において残された課題や、今後の追加的調査の方向性

対象国の支援ニーズや方向性を分析するにあたり、今回の調査において残された課題や今後の追加的調査の方向性に関する知見は、下記の通りである。

- 大気環境管理の発展度に関する解析に関しては、制度・規制の実効性において各国の環境管理関連機関の財務状況・ドナー支援額などの投入量の差が一因であると推測されたが、入手できた情報が限られていた事から、財務状況等の分析は限られた国の事例分析にとどまった。今後、支援すべき分野を特定し実効性のある支援を行うためには、各国の進展度に関わる要因をさらに多面的に解析する必要がある。
- 2.1.1.2 に示したように、大気汚染物質は化石燃料の燃焼に由来する排出が多く、SLCP 等を含む GHG と共通した発生源・汚染物質を持つ。また PRTR 制度等による化学物質管理分野とも深い関連がある。今回の調査では、これらの気候変動対策や化学物質管理分野の整備状況との関連を解析するには至らなかったが、都市環境管理の観点からは、これら関連の深い環境管理分野も同時に連携して整備できるよう支援していくことが望ましい。これらの制度は未整備な国も多いと推測されるため、制度構築が進んでいる国を抽出しての事例分析による調査が有効と考えられる。

4.5.3. 今後の JICA の支援ニーズ特定・効果的な支援実施に向けた知見

「2.1.2.2 大気環境管理セクターに係る現状の JICA の課題」を踏まえて、今後の JICA の支援対象国の選択・検討をより効率的に行うために考えられる点として、下記の点が挙げられる。

- 今回の調査対象国では、法制度や基準はある程度策定されていながら実効性を欠く国が多くみられた。その原因は図 4-25 の①段階での基礎情報の測定・収集が十分に行われていないことにあることが、メキシコ事例の分析から示唆されている。JICA による今後の支援の実効性を高めるためには、この①段階での未整備分野を特定し、技術支援することが重要となる。
- ①段階での基礎情報整備に必要な大気環境モニタリング（大気環境測定）や発生源モニタリング（排出ガス測定等）は、機材の供与が必要であるが、その後も維持管理システムの構築、相手国の継続的な予算確保の措置など、持続可能な運用体制の構築を見据えた支援が必要である。技術支援と同時に、対象国の動機づけ

(対象国内での予算・人員の確保)についても更に強く働きかける事が重要と考えられる。

- 家庭用暖房による冬季の汚染があるバルカン諸国、野焼きによる PM 汚染がある東南アジア諸国など、地域によって特徴的な汚染がある例が見られた。これらの国々では共通した対策が有効である可能性がある。これらの国々は、それぞれ EU 加盟候補国、ヘイズ協定として国際的な枠組みでの共通点を持っており、支援に際してもこれらの枠組みを通して各国の経験・情報を共有することでより効果的・効率的な支援ができる可能性がある。
- 図 4-30、図 4-31 の GDP とエネルギー強度の相関では一定の傾向が得られており、支援対象国の選定においてはこれらの図に当てはめることで、対象国の大気汚染状況や今後の推移の推測に利用できる可能性がある。
- 具体的な対策の例として、今回の調査対象国では近年の PM 濃度に改善傾向が見られない国が多くあったが、日本では小型焼却炉の撤去と自動車 NOx/PM 法による自動車規制が有効に働いた事が示唆されている³³。自動車対策に加えて、このような都市内の局所的な群小発生源への対策の観点も、PM 汚染改善の成功例として参考にできる。

4.6. 都市レベルでの支援ニーズに係るヒアリング結果

第二段階の調査対象国について、ヒアリング等で得られた情報に基づき都市レベルでの支援ニーズの特定に向けた提言をまとめた。

4.6.1. エジプト

現地での聞き取りでは、以下のような点が挙げられている。

- ✓ 新行政区など、測定局が設置されていない場所での大気質測定局の増設。
- ✓ 大気汚染物質に関するすべての監視装置を搭載した移動式測定局の提供。
- ✓ グレーターカイロで最も汚染されている地域、例えば El-Tabbin、Shubra El-Kheima などにおける、全産業の汚染負荷のデータベースを作成することを目的とした、排出インベントリのための統合プログラムの確立。最も汚染された地域における排出量を地理的、経時的に表示することが可能な統合情報システムを提供することにより、意思決定と計画を強化することを目的とする。
- ✓ 環境モニタリングデータの正確性と品質 (QA & QC) の向上、データ分析の様々な方法、モニタリングデータの分析に関する技術報告書の作成を通じた、環境モニタリングシステムのスタッフの能力向上。

4.6.2. ケニア

現地での聞き取り及び関連情報のとりまとめの結果から、以下のような点が課題として挙げられる。

³³ Air Pollution Trends in Japan between 1970 and 2012 and Impact of Urban Air Pollution Countermeasures (Wakamatsu et al., 2013) <https://doi.org/10.5572/ajae.2013.7.4.177>

- ✓ ケニア国では、大気質管理のための強力な制度的枠組みがあるものの、実態とのギャップが大きい。このギャップを埋めるために、国家環境局は現在、ナイロビでの大気質管理イニシアチブを強化するためにさまざまな利害関係者、特に UNEP と協力している大気質部門を設立している。
- ✓ また全国的な大気質モニタリングに関わるプログラムがなく、現在入手できるデータは、ほとんどがアドホックな研究イニシアチブによるものであり、通常は短期的であり、PM_{2.5}に限定されている。
- ✓ ナイロビ市郡は、2014年の全国大気質ガイドラインを踏まえ、大気質計画（2019-2023）と大気質法（2021）を策定した。これは全国でナイロビのみであり、ドナーが市内の大気質イニシアチブを支援する機会となりうる。
- ✓ 現在ケニア市郡内の大気質インフラへの予算配分はなく、ナイロビ大気質法 2021 の制定はこのギャップを埋めるのに役立つと期待されている。

4.6.3. ベトナム

現地での聞き取り及び関連情報のとりまとめの結果から、以下のような点が課題として挙げられる。

- ✓ ハノイ市において、経年変化が確認できる範囲ではNO₂の減少はみられるが、2018年はDONREが所管する10の計測局全てにおいてPM₁₀、PM_{2.5}ともに大気環境基準（年平均）を超えており、粒子状物質による大気汚染が問題となっている。ハノイ市では家庭用燃料として手頃なハニカムブリケットの使用や藁・農業廃棄物の野焼きが禁止行為にもかかわらず未だ問題となっており、住民の啓発及び取り締まりの強化が課題となっている。
- ✓ ハノイ市DONREによる大気環境測定は2018年に10の測定局を設置し、運用を開始したが、未だに測定局数の不足やデータの信頼性も課題である。また排出インベントリも未整備であり、現状を正確に把握するためにもこれらのデータ収集及び管理の徹底が課題である。
- ✓ ハノイ市は、2022年中にハノイ市大気質管理5か年計画を最終化する。確実に適切なソリューションを含めたロードマップの策定及び実行のための大気環境管理能力の向上（人材能力開発）が喫緊の課題である。

4.6.4. セルビア

現地での報道・苦情

現地での聞き取りでは下記のような大気環境関連のニュースが得られた。

1	2021年2月、夜間に数日間にわたり大気汚染が極めて高いレベルに達した事例があった。ベオグラードの住民は、朝は霧がかかり、火災のような臭いがすると苦情を訴えた。アプリ「AirVisual」では米国AQIを用いて大気質指数を出しているが、汚染が健康に危険とされる300を超える数値が出た。メディアで研究者は最大の問題は無風状態であると主張したが、家庭用暖房、火力発電所、小規模エネルギー施設、輸送、重工業に対する当局の排出削減対策が遅れている事に批判が向けら
---	--

	れた。 詳細は以下: ekstremna-zagadenost-vazduha-u-beogradu-i-citavoj-srbiji
2	2020年1月ベオグラードのPM ₁₀ 粒子の濃度は、最大で許容値の3倍となった。2020年1月は長期にわたって汚染が継続し、濃度が許容値内となったのは1月のうち数日間だけであった。 詳細は以下: vazduh-u-srbiji-opasan-godinama
3	ベオグラード近郊に位置する Vinča にはヨーロッパ最大の未処理廃棄物の埋立地があり、度々火災が発生している。最近では2017年、2021年8月にも火災が発生し、全市で煙の臭いがするなど市民に不安を与えている。専門家は、人間の健康にとって非常に重要なプラスチック焼却による毒性物質や発がん性物質の測定値がなく、このデータを公開することが必要であると強調している。

いずれも粒子状物質に関する汚染であり、濃度の経年変化を見ても、低減が続いているSO₂に比べてNO₂とPM₁₀には明らかな減少がみられていない。近年のJICA コソボ技プロ、モルドバ情報収集・確認調査などの事例から見ても、寒冷期の家庭用暖房による固体燃料の燃焼が冬季のPM汚染を引き起こしている状況は、この東欧・バルカン諸国に共通する課題であることがうかがえる。

EU 指令との整合

2019年、セルビアは欧州委員会（EC）とのEU加盟交渉における第27章（環境と気候変動）に関して、大気質指令を含むEU法全体を国内法へ移項することを表明した。

ECによるセルビアに関する報告書2021³⁴によると、大気環境の分野では、セルビアはEUアキ・コミュニテールと良好な整合性を保持しているが、一方で、以下のような点が課題とされている。

- ・法と大気質計画の実施を加速させると共に、大気環境モニタリングシステムをさらに改善する必要がある。
- ・EUのAQIを採用することを勧告する。
- ・SEPAの十分な人員配置を確保することを勧告する。
- ・Kostolac B火力発電所による汚染は、優先的に対処する必要がある。
- ・国の排出量上限に関する指令2016/2284/EUの要件がまだ国内法に移行されていない。
- ・揮発性有機化合物(VOC)の排出に関してEUの法律との整合を取る事を継続する必要がある。
- ・産業公害とリスク管理に関しては、産業排出指令(IED)を含め、産業部門全体ではほとんどのEU法体系との整合は初期段階である。セルビアの国家排出削減計画は、SO₂とダストについては実際には実施されていない。

³⁴ https://ec.europa.eu/neighbourhood-enlargement/serbia-report-2021_en

- ・セルビアの Kostolac B 火力発電所は、ヨーロッパ最大の SO₂ 排出源であり、2017 年に建設された脱硫装置は、2020 年の第 4 四半期にしか稼働していない。検査と法執行が依然として懸念される。
- ・セルビアは、産業発生源に対する統合許認可 (Integrated Permitting) のプロセスの管理能力を高める必要がある。グリーンソリューションへの投資を呼び込むために、汚染者負担の原則をもって産業汚染に取り組むべきである。

Zones and agglomerations の再指定・大気環境モニタリングシステム

MEP が実施した大気質の分析によると、より適切で相関の高い大気質評価を行うために Zones and agglomerations (地域特性に応じた大気環境管理のための地域区分) の再編が必要であるとしている。地域の再指定後、大気環境モニタリングシステムの新たな評価を行う必要があり、またデータバリデーションに重点を置いた大気質評価データ管理が必要であるとしている。

4.6.5. メキシコ

光化学オキシダント

メキシコでは NO_x、SO_x などいわゆる従来型の大気汚染物質への対策が進み、大気中濃度は低減傾向にあるが、一方で光化学オキシダントによる汚染が課題として挙げられている。メキシコシティでは、ほぼ 1 年中、光化学スモッグの発生に好条件が揃っているが、3 月から 6 月にかけて、その濃度が基準値を超える日数の頻度が高くなる。市南部に位置する測定局で最大オゾン濃度が記録されることが一般的である。

2016 年には、1 時間平均で規制値 (95ppb) を超える濃度を記録した日が 212 日あり、首都圏全体で合計 856 時間に達した。一方、8 時間平均の最大値は 152ppb であった (基準では 8 時間平均で 70ppb)。8 時間平均の規制値を超えたのは 202 日となった。

PM_{2.5}

PM_{2.5} も、汚染が深刻な日数は O₃ に次いで多くなっている。24 時間平均と年平均の最大濃度はそれぞれ 96 μg/m³ と 24 μg/m³ で、いずれも基準値を超えている。

○別添資料

- 別添資料 1 第 1 段階対象国の情報整理フォーマット
- 別添資料 2 第 1 段階対象国の個別表
- 別添資料 3 基礎的チェックリスト
- 別添資料 4 第 2 段階対象 5 か国の調査報告書
- 別添資料 5 国内勉強会発表資料（議事次第、発表資料）