

# イラン・イスラム共和国 テヘラン市大気汚染管理 情報収集・確認調査報告書

平成27年8月  
(2015年)

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部

環境
JR
15-159



イラン・イスラム共和国  
テヘラン市大気汚染管理  
情報収集・確認調査報告書

平成27年8月  
(2015年)

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部



# 目 次

## 目 次

調査対象地域の定義と位置図

略語表

第1章 調査概要 .....	1
1-1 調査の背景 .....	1
1-2 調査の目的 .....	1
1-3 調査実施体制 .....	2
1-4 調査対象機関・主な面談者 .....	2
1-5 調査スケジュール .....	2
第2章 テヘラン市大気分野の基礎情報 .....	3
2-1 関連政策・計画 .....	3
2-1-1 国レベル及び主要都市の大気政策・計画 .....	3
2-1-2 テヘラン州及びテヘラン市における大気政策・計画 .....	3
2-2 大気行政に係る組織体制 .....	8
2-2-1 テヘラン市役所 .....	9
2-2-2 AQCC .....	10
2-2-3 DOE 及び DOE テヘラン州局 (DOE-TPD) .....	12
2-2-4 大気環境モニタリングデータの横断的管理体制 .....	12
2-2-5 国内8メガシティ大気汚染対策タスクチーム .....	12
第3章 大気汚染状況 .....	13
3-1 大気環境基準 .....	13
3-2 大気質指標 (AQI) .....	13
3-3 常時監視測定局での測定結果 .....	14
3-3-1 大気汚染概況 .....	15
3-3-2 測定局の分布 .....	15
3-3-3 PM10 .....	16
3-3-4 PM2.5 .....	19
3-3-5 SO <sub>2</sub> .....	22
3-3-6 NO <sub>2</sub> .....	24
3-3-7 CO .....	26
3-3-8 O <sub>3</sub> .....	28
3-3-9 有効測定時間数 .....	30
3-4 常時監視測定項目以外の状況 .....	31
3-4-1 AQCC によるモニタリング概況 .....	31
3-4-2 鉛 (Pb) .....	33

3-4-3	ベンゼン、VOC	33
3-4-4	ベンゾ[a]ピレン (BaP)、PAH	33
3-5	大気汚染状況に関する要確認事項	33
3-5-1	常時監視測定局のVOC測定機材	33
3-5-2	AQCCが実施した発生源寄与評価の試行結果	34
3-5-3	アスベストのモニタリングの必要性	34
3-6	大気汚染状況に基づく協力内容への提案	34
3-6-1	大気環境測定分野	34
3-6-2	大気汚染管理能力分野	34
第4章	排出インベントリと大気汚染シミュレーションモデル	36
4-1	AQCCによる排出インベントリの策定(2014年度～2015年度)	36
4-1-1	排出インベントリの策定状況	36
4-1-2	AQCCが認識している排出インベントリの課題	37
4-1-3	排出インベントリの課題に係る考察	38
4-2	DOE-TPDによる排出インベントリ計画(2015年度)	38
4-3	大気汚染シミュレーションモデル	39
第5章	大気汚染対策の立案・評価・検討・実施の状況	41
5-1	大気汚染対策の実施状況	41
5-1-1	大気汚染物質の排出量が多い型式に対する改造・廃棄促進	41
5-1-2	自動車排出ガス規制	41
5-1-3	ディーゼル微粒子除去フィルター(DPF)	42
5-1-4	ガソリン車及びディーゼル車の燃料対策	43
5-1-5	公共交通機関の整備	43
5-1-6	都心部自動車乗入規制	44
5-1-7	電気バイク	45
5-1-8	中小企業郊外移転事業	45
5-2	取り組むべき課題	46
5-3	協力案件内容検討における留意点	47
5-3-1	プロジェクト対象地域	47
5-3-2	成果(アウトプット)	47
第6章	大気測定・分析機材	49
6-1	観測ステーション・機材	49
6-1-1	分析に関連する機器等	55
6-1-2	サンプル分析に関する研究・協力機関及びネットワーク	64
6-2	JICA及び他ドナーによる類似・関連協力の成果の活用状況	64

第7章 支援アプローチの検討 .....	65
7-1 先方要請内容の趣旨確認と支援ニーズ .....	65
7-2 その他の先方の要望 .....	72
7-3 プロジェクト対象地域 .....	74
7-4 プロジェクト期間 .....	74
7-5 プロジェクト活動内容 .....	74
7-6 プロジェクトの実施体制 .....	74
7-7 実施上の留意点 .....	75
7-8 考 察 .....	77

付属資料

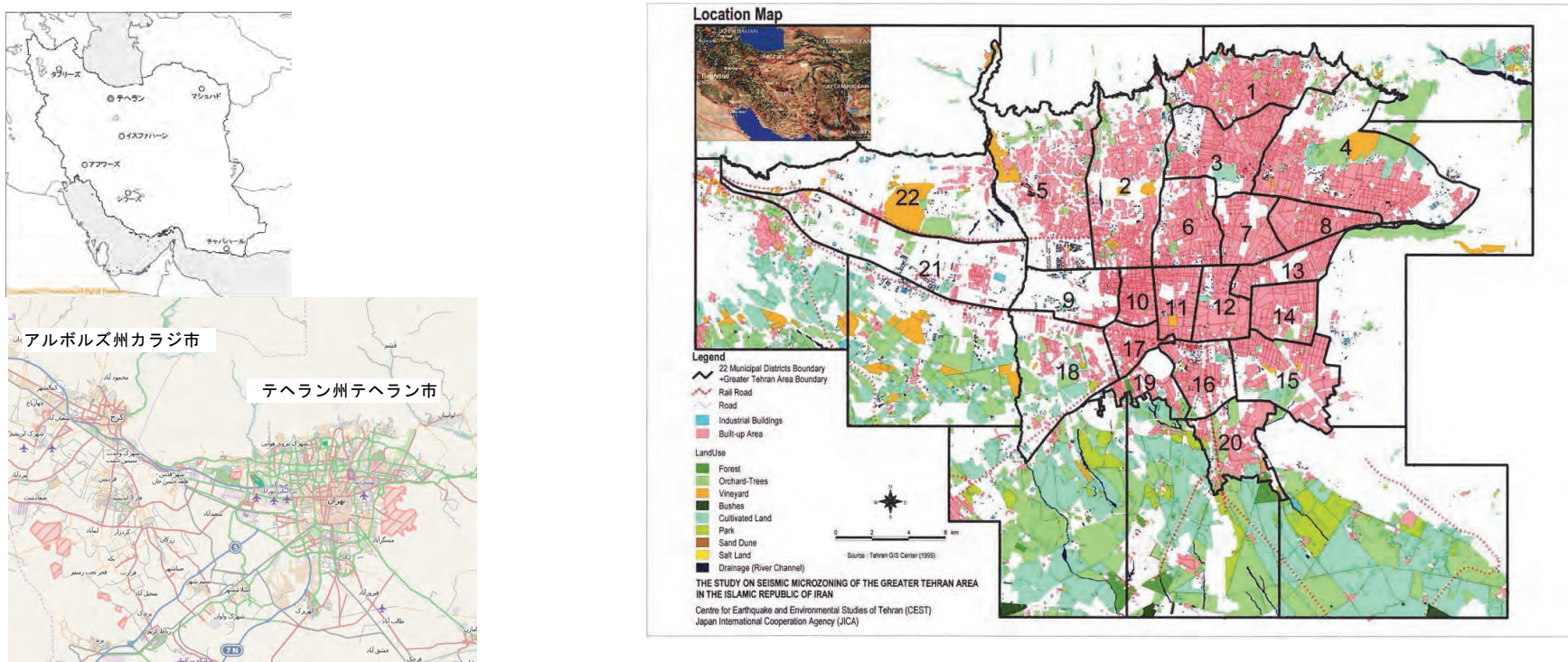
1. 先方要請書 .....	83
2. Aide Memoire .....	94
3. 収集資料・参考資料リスト .....	113
4. 主要機関との協議メモ .....	114





テヘラン市（図1）はテヘラン州に位置し、市内は22の行政区に分割されている。

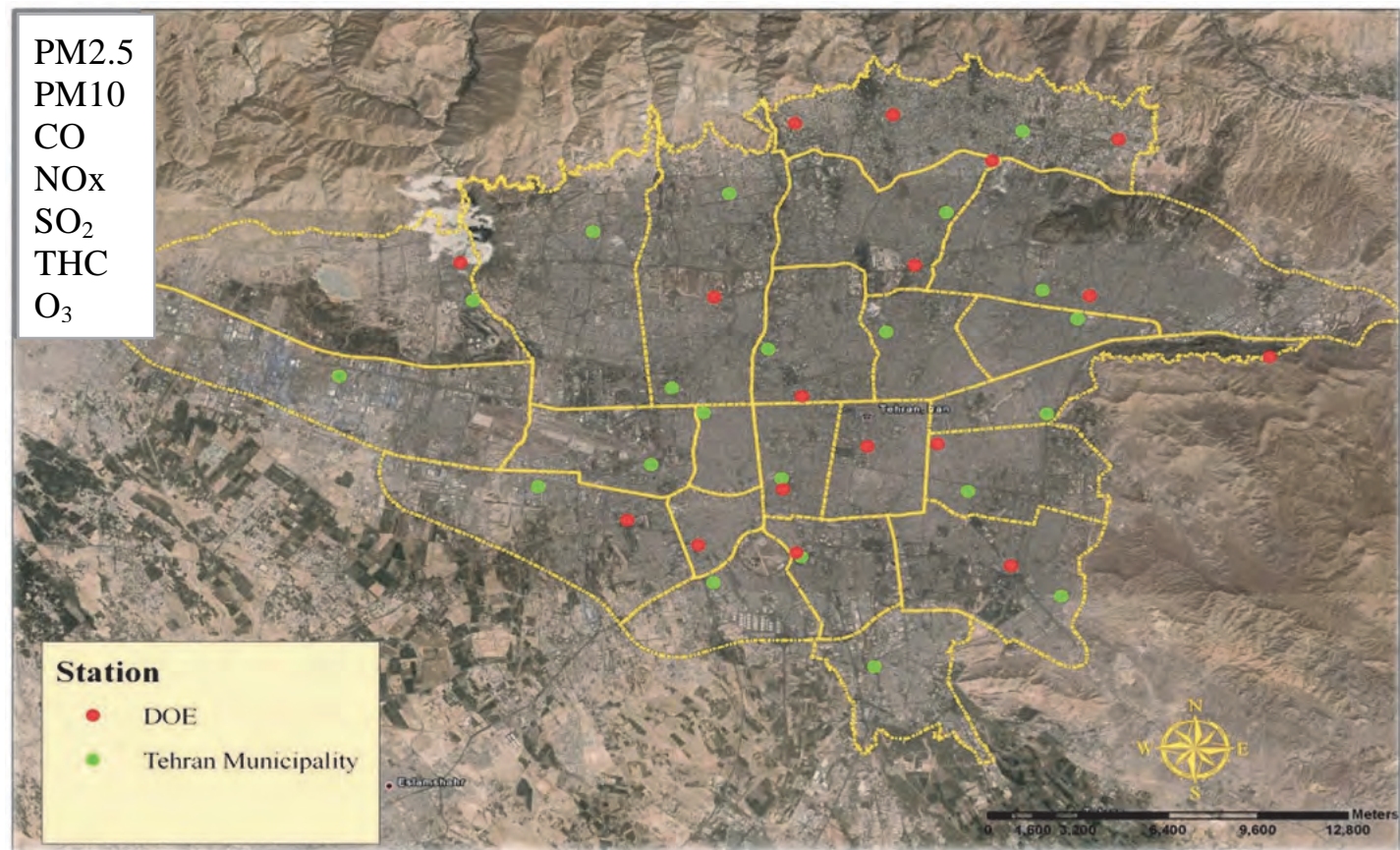
（テヘラン市の西端は隣のアルボルズ州の州都カラジ（Karaj）市と接しており、工業地域や住宅地が同市と連続している。）



出典：The Study on Seismic Microzoning of the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran、Final Report、November 2000、JICA、Open Street Map、及び <http://www.sekaichizu.jp>

図1 テヘラン市の位置、テヘラン市域及びカラジ市との位置関係





出典 : Dr. Zohreh Hesami、Environment and Sustainable Development Headquarter、Tehran Municipality、Health and Air Pollution Air Pollution – Challenges and Solutions、Jan. 2015.

図2 テヘラン市域の常時監視測定局分布図



## 略 語 表

略 語	欧 文	和 文
AP-42	排出係数のデータベース（全体名称なし）	（和訳なし）
AQCC	Air Quality Control Company	テヘラン市大気管理公社
AQI	Air Quality Index	大気質指標
BaP	Benzo [a] pyrene	ベンゾ[a]ピレン（PAH の一種）
BRT	Bus Rapid Transit	バス高速輸送システム
BTEX	benzene – toluene – ethylbenzene – xylene	ベンゼン・トルエン・エチルベンゼン・キシレン
C	Carbon	炭素
CAMx	大気質モデルの名称（全体名称なし）	（和訳なし）
CC	Carbonate Carbon	炭酸塩炭素
CD	Capacity Building	キャパシティ・ビルディング
CMB	Chemical Mass Balance	化学質量収支
CNG	Compressed Natural Gas	圧縮天然ガス
CO	Carbon Monoxide	一酸化炭素
Co	Cobalt	コバルト
C/P	Counterpart	カウンターパート
CPM	Counts per Minute	個数濃度
DOE	Department of Environment	環境庁
DPF	Diesel Particulate Filter	ディーゼル微粒子除去フィルター
DRI	Desert Research Institute	砂漠研究所
EC	Elemental Carbon	元素状炭素
EMME2	交通需要推計ソフトの名称（全体名称なし）	（和訳なし）
EPA (USEPA)	Environmental Protection Agency (United States Environmental Protection Agency)	米国環境保護庁
FCE	Fuel Combustion and Emission Center (of Sharif University of Technology)	燃料燃焼排気研究センター（シャリフ工科大学所属）
FRM	Federal Reference Method (of USEPA)	（USEPA の）連邦標準法
GC	Gas Chromatography	ガスクロマトグラフィー
GC/MS/MS	Gas Chromatography Tandem Mass Spectrometry	ガスクロマトグラフィータンデム質量分析
GVW	Gross Vehicle Weight	車両総重量
HC	Hydrocarbon	炭化水素
HDV	Heavy Duty Vehicle	大型車

ICP	Inductively Coupled Plasma	誘導結合プラズマ
ICP-OES	Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometry	誘導結合プラズマ発光分光分析法
IVE	International Emission Standard	国際自動車排ガスモデル
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
LDV	Light Duty Vehicle	軽自動車
LPG	Liquefied Petroleum Gas	液化石油ガス
MAP	Management Action Plan	マネジメントアクションプラン
MSDS	Material Safety Data Sheet	化学物質安全性データ・シート
NIORDC	National Iranian Oil Refining and Distribution Company	イラン国営石油精製販売会社
NMHC	Non-Methane Hydro Carbon	非メタン炭化水素
NO <sub>2</sub>	Nitrogen Dioxide	二酸化窒素
NO <sub>x</sub>	Nitrogen Oxide	窒素化合物
O <sub>3</sub>	Ozone (Trioxigen)	オゾン
OC	Organic Carbon	有機炭素
OJT	On-the-Job Training	オンザジョブ・トレーニング
ORSUITO	Organization for Relocation and Systematizing Urban Industrial and Trade Occupation	テヘラン市都市商工業移転整備機構
PAH	Polycyclic Aromatic Hydrocarbon	多環芳香族炭化水素
PAMS	Photochemical Assessment Monitoring Station	光化学アセスメント監視ステーション
Pb	Plumbum	鉛
PCU	Passenger Car Units	乗用車換算台数
PM10	Particulate Matter less than 10µm of particle size	10 ミクロン未満粒子状物質
PM2.5	Particulate Matter less than 2.5µm of particle size	2.5 ミクロン未満粒子状物質
PMF	Positive Matrix Factorization	正值行列因子分解
PMU	Project Management Unit	事業管理ユニット
ppb	parts per billion	十億分率
ppm	parts per million	百分率
QA/QC	Quality Assurance/Quality Control	品質保証・品質管理
SO <sub>2</sub>	Sulfur Dioxide	二酸化硫黄

SOA	Secondary Organic Aerosol	二次生成有機エアロゾル
SOP	Standard Operating Procedures	標準作業手順書
----	source apportionment	発生源寄与評価
SO <sub>x</sub>	Sulfur Oxides	硫黄酸化物
SPM	Suspended Particulate Matter	浮遊粒子状物質
TCTTS	Tehran Comprehensive Traffic and Transportation Study	テヘラン包括的運輸交通調査
TF	Task Force	タスクフォース
THC	Total Hydrocarbon	全炭化水素
Ti	Titanium	チタン
TPD	Tehran Provincial Directorate	テヘラン州局
TSP	Total Suspended Particles	総浮遊粒子
TTCC	Tehran Traffic Control Company	テヘラン交通管理公社
TTTO	Tehran Traffic and Transportation Organization	テヘラン市運輸交通機構
TUSRO	Tehran Urban & Suburban Railway Operation Company	テヘラン都市・郊外鉄道公社
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
USEPA(EPA)	United States Environmental Protection Agency	米国環境保護庁
VERT	Verification of Emission Reduction Technologies	欧州の排出削減技術認証機関
VOC	Volatile Organic Compounds	揮発性有機化合物
WHO	World Health Organization	世界保健機関
WRF	Weather Research and Forecasting model	気象予測モデル

## 通貨レート

1 イランリアル (IRR) = 0.004327 日本円 (JPY) (2015年6月 JICA 統制レート)

## 用語の説明

イラン暦：イランではイスラム教の預言者ムハンマドのヒジュラ（聖遷）の起こった西暦 622 年を紀元とするため、西暦から 621（春分以前は 622）を引いた年がイラン暦の年となる。また、イランでは春分の日（おおむね西暦 3 月 20～21 日）が元旦とされ、日本の年度の始まりとほぼ一致していることから、本報告書ではイラン暦を西暦年度で表すか、両者を併記することとする。

[例:イラン暦 1392 年:2013 年 3 月 21 日から 2014 年 3 月 20 日まで(「2013 年度」)]





# 第1章 調査概要

## 1-1 調査の背景

イラン・イスラム共和国（以下、「イラン」と記す）は世界的に最も深刻な大気汚染問題を抱える国のひとつである。首都テヘランでは北東部に急峻な山脈を擁する地形や都市域の急速な拡張が原因となり、大気汚染とそれによる呼吸器疾患などの健康被害が深刻化し、事業所や学校の閉鎖、交通制限など、市民生活に影響を与えている。汚染原因の約80～85%は移動発生源、残りが発電所や工場など固定発生源とされるほか、周辺域や隣国からの砂塵の飛来が一因となっているとも考えられている。

イラン政府は1990年代以降、独立行政法人国際協力機構（JICA）の開発調査「大テヘラン圏大気汚染総合対策計画（1994～1997）」及び「大テヘラン圏大気汚染管理強化及び改善（2002～2004）」の支援を通じて固定発生源及び移動発生源のインベントリを整備するとともに、乗用車の設備改善・検査強化、燃料の改良、大気質モニタリングステーションの増設、地下鉄やバスなど公共交通整備、排気ガスのモニタリング強化などの各種対策により、一酸化炭素（CO）濃度を基準値以下まで削減することに成功した。一方で浮遊粒子状物質（PM10及びPM2.5）や二酸化硫黄（SO<sub>2</sub>）、二酸化窒素（NO<sub>2</sub>）は年間平均濃度が大気質基準を超過しており、特に重点大気汚染物質であるPMの発生源特定と、発生源に応じた対策の検討が必要となっている。

発生源インベントリは大気汚染対策を検討するための基本となるものであるが、現在テヘラン市の発生源インベントリは十分に整備されていない。なかでも移動発生源のPM等に関しては、現状では国際的な排ガス係数を用いて排出状況の推計がなされているため、テヘラン市における自動車排ガスの実態の反映が必要な状況である。また、工場等の固定発生源に関しては、施設や大気汚染物質排出状況の情報に乏しく、発生源インベントリ整備の実態は不明である。

2005～2011年に設置を大幅増強した市内約40の自動測定局の多くで年間測定時間数がわが国基準を下回るなど、その運用保守に課題を抱えている。このため、大気汚染の正確な状況や発生要因が分かっておらず、有効な対策を検討できる状態がまだ整っていない。

さらに、発がん物質であり規制対象とされているベンゼン〔揮発性有機化合物（VOC）の一種〕やベンゾ[a]ピレン（BaP）〔多環芳香族炭化水素（PAH）の一種〕についても、行政機関による測定は初歩段階ないし未着手の状態である。

このような状況の下、2014年にイラン政府からわが国及びJICAに対し、大気環境モニタリング、及び対策の立案・評価を担うテヘラン市庁交通運輸局下の大気管理公社（AQCC）をカウンターパート（C/P）機関とする技術協力の要請がなされた。<sup>1</sup>

## 1-2 調査の目的

本調査は、イラン政府からの技術協力要請に関連する基礎情報及び前提条件を収集し分析することを目的として実施した。具体的には以下のとおり。

- （1）本格協力の実施に必要な関連情報の収集・整理を行うこと。（大気管理に係る先方取り組

<sup>1</sup> なお関連する要請として、2011年に環境庁（DOE）より2件の技術協力の要請が寄せられている（「Development of an emission inventory in Iran」、「Modeling of air pollution emission and pollutant at national level」）。

み、組織体制、過去の協力の成果活用、機材維持管理状況、など)

(2) 本格協力の実施方法、留意事項等について確認し、基礎情報収集結果にまとめること。

(3) 協力の方向性について実施機関等と意見交換すること。

### 1-3 調査実施体制

担当事項	氏名	所属	調査期間
総括／大気行政	山田 泰造	JICA	2015年5月21日(木)～ 6月3日(水)
協力企画	大西 静	JICA 地球環境部環境管理第 二チーム	同上
大気汚染対策	前田 浩之	数理計画	同上
大気観測・分析機材	山口 高明	日本気象協会	同上

### 1-4 調査対象機関・主な面談者

<イラン側・他機関関係者>

付属資料1のとおり。

<日本側関係者>

在テヘラン日本大使館

野呂田 亮 書記官

JICA イラン事務所

佐藤 公平 所長

竹内 宏之 企画調査員

江藤 美樹 所員

Vahid Kheirolomour ナショナルスタッフ

Zeinab Sadoughi ナショナルスタッフ

### 1-5 調査スケジュール

付属資料2.「Aide Memoire」Annex 1のとおり。

## 第2章 テヘラン市大気分野の基礎情報

### 2-1 関連政策・計画

イラン及びテヘランにおける国・自治体レベルの大気汚染政策・計画を以下に記す。

#### 2-1-1 国レベル及び主要都市の大気政策・計画<sup>2</sup>

イラン政府は第5次5カ年国家開発計画の Article 193 (b) において大気汚染を国家的な課題として位置づけ、なかでも優先事項として微粒子の主要汚染源を特定し規制管理することにより大気汚染を国際的水準まで抑えることを目標に掲げている。また、環境庁 (Department of Environment : DOE) を同項の責任機関に指名している<sup>3</sup>。さらに同政府は、首都テヘランと国内主要8都市 (mega cities) の大気汚染に取り組む方針を打ち出す閣議文書を発表している。テヘランは国内最大の人口を擁する首都として、これらの国家レベルの大気改善政策のなかでも重要な位置づけにある。

2011年に行われた DOE と JICA の協議によれば、DOE では2012年より主要6セクター (化学工業・精製・金属工業・非金属工業・移動発生源及び家庭) の全国排出インベントリ構築プログラムを実施する方針を掲げている。<sup>4</sup>

#### 2-1-2 テヘラン州及びテヘラン市における大気政策・計画

##### (1) テヘラン包括的大気汚染改善計画 (Tehran Comprehensive Plan to Reduce Air Pollution<sup>5</sup>)

本計画は DOE の下で作成・実施されており、第1次10カ年アクションプラン (Tehran Air Pollution Action Plan、2000-2010) と第2次5カ年アクションプラン (Second Tehran Air Pollution Action Plan、2010-2015) に大別される。JICA は開発調査「大テヘラン圏大気汚染管理強化及び改善調査 (2002~2004)」を通じて前者の実施を支援した。第1次アクションプランにより鉛含有燃料の禁止措置などの具体的対策が講じられた。

第1次アクションプランの成果を踏まえ、続けて第2次アクションプランが発表されたが、今般調査の聞き取りによるとその野心的な内容に対し異論が生じて実施が滞り、2014年のイラン政府政権交代に伴い廃案とされたとのことである。新たに成立したロウハニ政権の下で、2014年中に改めて同年以降のテヘラン州大気汚染改善計画が策定され、DOE テヘラン州局 (DOE-TPD) を調整機関として取り組みが開始されている。なお、この新計画には統一された目標年はなく、アクションの項目によって異なる目標年が掲げられている。

上記の計画刷新に伴い、10カ年計画の管理機構であった「大テヘラン圏大気汚染管理委員会」に代わり、複数の省庁や AQCC を含む関係機関から成る組織横断的なタスクフォース (Task Force/Working Group on Reducing Air Pollution in Tehran Province) が設置され、2014年度には同タスクフォースの会議が計6~7回開催されている。タスクフォースのメンバー

<sup>2</sup> <http://en.tehran.ir/Default.aspx?tabid=87&smid=415&ArticleId=210>。詳細は JICA (2002) イラン・イスラム共和国大テヘラン圏大気汚染管理強化及び改善調査 事前調査報告書 pp.33-37 参照。

<sup>3</sup> Islamic Republic of Iran (2011) Fifth Five-Years Development Plan. p.269

<sup>4</sup> JICA (2011) Aide-Memoire on Projects of Technical Assistance on Air Quality Control Proposed by DOE to JICA

<sup>5</sup> [www.aas.org/.../Maryam\\_Clean%20Air%20Implementation%20Plan%202012.pdf](http://www.aas.org/.../Maryam_Clean%20Air%20Implementation%20Plan%202012.pdf)

機関は DOE・産業省・運輸省・石油省・警察庁・道路都市省・気象庁・メディア・農業ジハード省・天然資源省から成り、DOE-TPD は同タスクフォースのモニタリング及び各種調整の役割を担っている。

以下に記すテヘラン市役所による各種大気改善計画は、上記の州レベル計画の一部を成すと位置づけられている。

## (2) テヘラン市包括的運輸交通計画 (Tehran Comprehensive Transportation and Traffic Plan) (2005~2025)

テヘラン市包括的運輸交通計画は、テヘラン市役所が掲げる市内の交通改善のための中期計画である。同計画の実施段階は複数のアクションプランにフェーズ分けされている。このうち現在実施中の第2フェーズにあたる「テヘラン市運輸交通5カ年アクションプラン (Tehran 5-Year Transportation and Traffic Action Plan, 2014-2018)」<sup>6</sup>では、目標に「大気環境の不健康な年間日数を140日から70日に半減させること」を掲げており、大気環境の改善に関連するアクションを多く包含している。同アクションプランの計画・実施管理は、市役所下の各機関や課題別に構成される委員会が市議会に対して具体的な対策・活動・事業を提案し、市議会がこれを承認することによって行われている。本調査の聞き取りによれば、これまでにテヘラン市議会は計36件のサブプロジェクトを採択済みである。また、計画の進捗状況について各担当機関からの情報収集・整理とそれに基づく進捗管理表による報告がなされており<sup>7</sup>、これまでのところ比較的順調に実施されている。

表2-1は、以下の二つのアクションプランに関連する大気汚染対策の現状をまとめた表である。

- ① 「テヘラン市運輸交通5カ年アクションプラン」のうちAQCC担当分の2014年度進捗報告
- ② JICA「大テヘラン圏大気汚染管理強化及び改善調査」で提案された優先マネジメントアクションプラン (Management Action Plan : MAP) の実施状況に関する2012年の聞き取り結果

なお、上記②の聞き取りは別件調査団が同開発調査の直接のC/P以外のDOE職員を主な対象に口頭で行ったものであり、一部情報に不足や偏りがある可能性がある。また同開発調査では、直接のC/P機関であるDOEに対して優先MAPの提案を行ったが、うち運輸交通分野の対策など一部の項目についてはDOEの本来の所掌を超える内容があったため、一部項目については未実施との回答が得られたものと推察される。

<sup>6</sup> ペルシャ語ブックレット。

<sup>7</sup> 本調査団派遣前にAQCCを通じて一部分の英訳を入手済み。

表 2-1 テヘラン市上位計画における大気汚染対策の位置づけ

テヘラン市運輸交通 5 年アクションプラン (2014~2018) <sup>8</sup>		実施状況 (括弧書きがない限り、出典は、運輸交通 5 年アクションプランの AQCC による 2014 年度進捗報告)	大テヘラン圏大気汚染管理強化及び改善調査 (JICA, 2005) の優先 Management Action Plan (MAP) の実施状況に関する 2012 年聞き取り結果	摘要
1 章 3 条 A	車検における技術検査と環境検査の分離計画の作成	テヘラン市役所の Environment Office が検討し、評価段階にある。	MAP-7「車検場整備士のための体系的な研修システムの導入 (B1-5)」: 従来業務の延長線上として実施した。 MAP-13「アイドリング時における路上排ガス検査制度の確立 (B1-4)」: 優先順位が変更になったため実施していない。	技術検査と環境検査の区別の詳細について未確認。
1 章 3 条 A	低排出ガス車ステッカー概念の形成	2015 年 9 月から Low Emission Zone を導入するため検討を進めている (AQCC 他)。	MAP に記載なし。	
1 章 3 条 A	汚染物質排出規制更新のための情報収集	ガソリン車車載排ガス測定、二輪車シャーシ・ダイナモ試験、燃料中硫黄分濃度測定等を実施してきた (AQCC)。	MAP-8「二輪車製造者のための二輪車排ガス共同実験システムの確立 (B1-1)」: 完了し、2007 年度から利用している。	
1 章 3 条 D	大気環境中の汚染物質の評価、測定、報告	21 測定局から日々汚染情報を受信し、日報と月報の形で発信している。	MAP-3「大気汚染に関する白書作成およびテヘラン市環境白書作成のための助言委員会の設置 (A1-3)」: DOE では実施せず。	AQCC は白書を 2011 年度分から発行している。
1 章 3 条 E	公共交通の電気・ハイブリッド化の実行可能性および影響調査を実施し実行に移す。	タクシーのハイブリッド化、BRT のトロリーバス化、既存トロリーバスの復活について実行可能性調査を行い、実施に向けて検討している。	MAP-9「テヘラン市交通運輸局を対象としたバス優先施策に関する能力開発事業 (B2-3)」: 部分的に実施し、バス専用レーンの設置・GPS 導入等が実施された。	バス優先施策に関する能力が強化された結果、公共交通の管理が進み、新たな対策を検討できるようになった (AQCC)。
1 章 3 条 G	自動車からの「大気汚染料金」案の検討と市議会への提出	1 章 3 条 N と同じ内容が記載されており、要確認。	MAP に記載なし。	
1 章 3 条 H	二輪車のシェア低減、二輪車走行禁止区域案の市議会への提出	市長による電気二輪車補助金があり、更に国政による電気二輪車優遇政策を提案している。	MAP-8「二輪車製造者のための二輪車排ガス共同実験システムの確立 (B1-1)」: 完了し、2007 年度から利用している。	二輪車排ガス測定データが活用されている。

<sup>8</sup> 2014 年度の進捗報告表のうち、AQCC が記入した大気汚染に関する部分、及び大テヘラン圏大気汚染管理強化及び改善調査 (JICA, 2005) の優先 Management Action Plan (MAP) に関する部分のみを抽出した。

1章 3条 I	適切な DPF の研究・評価・認定の実施、公私を問わず都市サービスの全ての中・大型ディーゼル車に DPF 設置	欧州の排出削減技術認証機関 (VERT) の認証を得た DPF を複数選定し購入した。試験室で試験した後、バスに設置する予定である。その後、実際の乗客ではなく土嚢を用いて実践的な試験を実施した。 <sup>9</sup>	MAP-11「車両向上のための後付け機器の認証制度の確立 (B1-3)」: DOE では実施せず。	AQCC は後付け機器の認証制度を確立した。
1章 3条 J	DOE およびテヘラン交通警察と共同での DPF 設置のフォローアップ			
1章 3条 L 及び 9	特定の地域での大気汚染物質の排出が多いタクシーおよびガソリン二輪車の走行禁止、クリーンな自動車・二輪車・自転車による代替	パイロット地域として第 12 区が適切と結論した。交通委員会に対し実施を提案してゆく方針。	MAP-8「二輪車製造者のための二輪車排ガス共同実験システムの確立 (B1-1)」: 完了し、2007 年度から利用している。	二輪車排ガス測定データが活用されている。
1章 3条 M	給油所からの揮発性汚染物質の制限計画の策定・実施	NIORDC 等との打合せの結果、既存調査を使用した。また、給油所・タンカー・油槽所による汚染について計算し、DOE およびシャリフ工大と共同で報告書を作成した。	MAP-2「大テヘラン圏内の固定・移動発生源による大気汚染物質排出量に関する環境庁データベースの整備 (A2-1)」: DOE では実施せず。	AQCC は、2014 年度から大気汚染物質排出量に関する AQCC データベースの整備を開始し、その一環として給油所等からの排出量を計算した。 DOE-TPD は、データベース整備の計画書を 2015 年に作成した。
1章 3条 N	汚染物質排出量が多い自動車の走行制限についての調査、計画・法規の作成	Low Emission Zone 作業部会を開催し、古いディーゼル車の利用制限、テヘラン市中央部でのガソリン二輪車の利用制限、汚染レベルに応じた小型トラックおよび乗用車の禁止、等を交通委員会へ提出した。	MAP-6「使用過程車改良事業のための事業管理ユニット (PMU) の設置 (B1-2)」: DOE では実施せず。	市役所内関連部局の調整が確立できたため、改良事業が実施できた。汚染物質の排出が多い車両の走行制限が検討できるようになったのは、改良事業が進捗した結果である (AQCC)。
3章 6条	公共交通シェアの 56.1% から 75% への引き上げ(バス: 20% から 29.3% へ、鉄軌道: 13.8% から 25.7% へ、タクシー: 22.3% から 20%)	メトロのトリップ数シェア 12% を 25% に向上させる (Tehran Metro)	MAP に記載なし	大テヘラン圏大気汚染管理強化及び改善調査において MAP の先の 10 カ年アクションプランとして示されていたバス増車・鉄軌道整備が実現し、強化されつつある。

<sup>9</sup> 作業手順と時制が矛盾しているが、英訳の問題かペルシャ語原文の問題かは確認できなかった。

3章 6条 A	BRTを122.9kmから191kmに延長する。	未確認	MAP-9「テヘラン市交通運輸局を対象としたバス優先施策に関する能力開発事業(B2-3)」:部分的に実施し、バス専用レーンの設置・GPS導入等が実施された。	能力が開発されたため、延長計画を策定、実施できるようになったと考えられる。
3章 6条 B	鉄軌道を152kmから300kmに延長する。	メトロを毎年15km程度延伸する(Tehran Metro)。	MAPに記載なし	大テヘラン圏大気汚染管理強化及び改善調査においてMAPの先の10カ年アクションプランとして示されていた鉄軌道整備が実現し、強化されつつある。
3章 6条 C	大型バスを9,053に増加させ、タクシーは品質を向上しつつ台数は77,949台を維持する。	未確認	MAPに記載なし	大テヘラン圏大気汚染管理強化及び改善調査においてMAPの先の10カ年アクションプランとして示されていたバス増車が実現・強化されつつある。
3章 6条 D	鉄軌道を4分間隔で運行するため、車両を1,298両から2,438両に増やす。	未確認	MAPに記載なし	大テヘラン圏大気汚染管理強化及び改善調査においてMAPの先の10カ年アクションプランとして示されていた鉄軌道整備が実現し、強化されつつある。
5章 11条 A	1~22区内の”marginal”パーキング(パーキングメーター)の最適化	未確認	MAP-12「路上駐車場の管理改善および交通監視人制度の導入(B2-2)」:部分実施中。	MAP-12「路上駐車場の管理改善および交通監視人制度の導入(B2-2)」が実施され、更なる最適化を図っていると考えられる。
5章 11条 B	中心部でのパーキングメーター区画制限と値上げ	未確認	MAP-12「路上駐車場の管理改善および交通監視人制度の導入(B2-2)」:部分実施中。	MAP-12「路上駐車場の管理改善および交通監視人制度の導入(B2-2)」と、MAP-9バス優先施策の上位目標であった公共交通促進能力を組み合わせた計画を立案・推進できるまでに能力が開発されたと考えられる。
5章 11条 A	パーキングメーターの15,000区画から63,000区画への増強	未確認	MAP-12「路上駐車場の管理改善および交通監視人制度の導入(B2-2)」:部分実施中。	MAP-12「路上駐車場の管理改善および交通監視人制度の導入(B2-2)」が実施され、更なる最適化を図っていると考えられる。
5章 13条 D	公共交通シェア向上のための複合的機能を持つ鉄軌道駅の増強(20カ所以上)	メトロと市バスの結節点を増強中(Tehran Metro)	MAPに記載なし	MAP-9「テヘラン市交通運輸局を対象としたバス優先施策に関する能力開発事業(B2-3)」ではバス路線のみの公共交通を想定していたと考えられるが、鉄軌道路線が建設され強化されたため、それに合わせて結節点の建設にも取り組んだと考えられる。

## 2-2 大気行政に係る組織体制

テヘラン市の大気環境行政の組織所掌に関し、AQCCからの聞き取り結果を表2-2に示す。大気汚染対策の立案・評価・検討に関しては、DOE〔本省及びテヘラン州局（TPD）〕、関連省庁（石油省、産業省等）、及び市役所が行っている。法制度や規制の整備と主な固定発生源の排出管理はDOEが、移動発生源及び関連の交通インフラからの排出のモニタリングや対策提案はAQCCが、そして大気環境モニタリングと分析はDOEとAQCCの両方が担う体制となっている。

また大気汚染対策の実践には、市役所の交通政策実施部門・中小企業管理部門等が関与している。

表2-2 テヘラン市の大気環境行政における各機関の役割分担

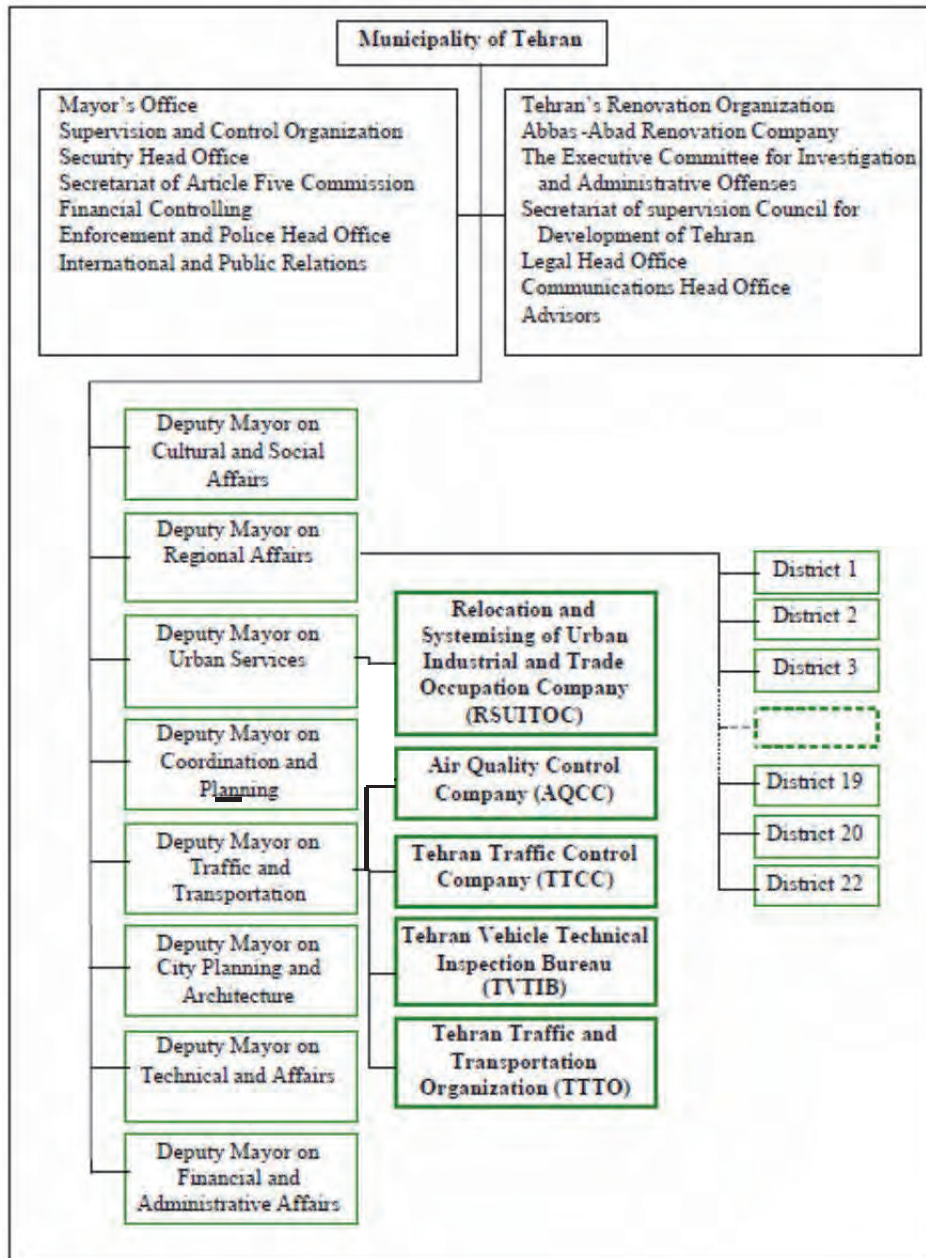
行政上の役割	DOE	テヘラン市庁	その他機関
<b>大気環境管理の戦略・計画</b>			
組織の役割及び調整の規定	○	○	石油省 産業省
戦略・計画の策定	○	○（市内のみ）	
大気環境管理の方針決定に必要な分析作業等（排出インベントリやシミュレーションモデリング）		○	
<b>法制度・規制枠組み</b>			
法制度の制定	○		
指針・ガイドラインの策定	○	○	
各種関連基準の制定	○		
<b>大気環境モニタリング</b>			
大気環境モニタリング計画策定（国・自治体レベル）	○（DOE-TPD）	○	
大気環境モニタリング機材管理	○（DOE-TPD）	○	
サンプル分析	○（DOE-TPD）	○	
<b>発生源モニタリング</b>			
固定発生源（発電所、工場、焼却場等）	○（DOE-TPD）		
移動発生源及び関連の漏出排出（ガソリンスタンド、道路のダスト等）		○	
その他の域内発生源（家庭、野焼き等）	-	-	
<b>発生源の管理・規制</b>			
固定発生源（発電所、工場、焼却場等）	○（DOE-TPD）		○
移動発生源及び関連の漏出排出		○	
その他の域内発生源（家庭、野焼き等）		○（AQCC以外の部署）	



### 2-2-1 テヘラン市役所

テヘラン市役所において移動発生源は運輸交通局（Tehran Traffic and Transport Department）が、固定発生源は公共事業を担当する部局が所掌している（JICA、2002）。図2-1の市役所の組織図に示すとおり、運輸交通局及び都市サービス局の下にそれぞれ関連の組織が設置されている。本調査では運輸交通局下のAQCC、テヘラン交通管理公社（Tehran Traffic Control Company：TTCC）、テヘラン市運輸交通機構（Tehran Traffic and Transportation Organization：TTTO）、及び都市サービス局下で固定発生源の管理に関連するテヘラン市都市商工業移転整備機構（Organization for Relocation and Systematizing Urban Industrial and Trade Occupation：ORSUITO）の担当者と面会し、主としてインベントリ作成に必要なデータの入手可能性や大気汚染対策の取り組み状況に関するヒアリングを行った。

上記部局のほかに、自治体の環境に対する取り組みの強化に伴い、近年テヘラン市役所内に環境室（Environment Office）が設立されており、同室が大気汚染対策に関する活動・事業の実施監理に携わっている。



出典：Asadollah-Fardi (n.d.) Air Quality Management in Tehran。  
 注：作成年不詳のため一部内容が最新情報と異なる可能性あり。

図 2 - 1 テヘラン市役所組織図

## 2 - 2 - 2 AQCC

AQCC は 1993 年に設立された半官半民組織であり、組織設立規程には、有限会社としてのステータスを有し、以下の項目に係る調査研究、コンサルテーション、関連事業の設計・実施、サービス提供を担うことが記されている（規程第 4 条）。またテヘラン市役所及び市議会に対して大気汚染対策の提案・助言やその効果の評価・報告を行う立場にある。

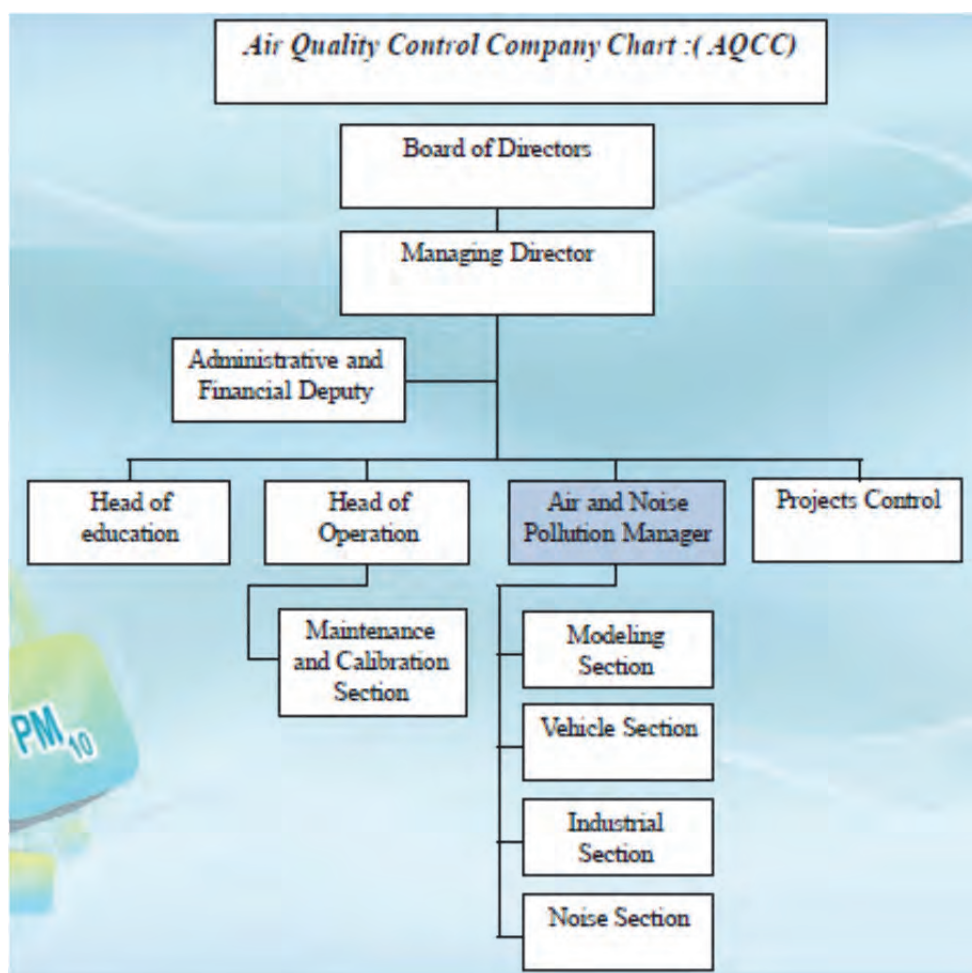
- ・測定局を使用し、市街地のガス状及び粒子状物質の汚染レベルを測定し評価する。
- ・風向風速、気圧等の気象データを測定し評価する。
- ・市街地の大気汚染予報のために、気象データを提供する。
- ・市街地の大気汚染測定監視測定局のためのシステムの設置・運用について、計画・開発・

監督を行う。

- ・自動車に起因する汚染の低減方法を調査する。
- ・世界の 100 万都市の経験に基づき、技術的かつ経済的に可能な大気汚染抑制手段を提供する。
- ・関連機関と共同で、大気汚染関連法規を検討し提案する。
- ・市民を教育し公共文化を向上させる目的で効果的なプログラムを提供する。

また、前項で記したテヘラン市の大気管理関連政策・計画において、AQCC は各行政レベルの委員会や作業部にメンバー機関として参加し、各種分析・政策決定・計画・対策実施の基となる大気観測データを提供している。

AQCC の組織図を図 2-2 に示す。3~4 名から成る理事会、総裁 (Managing Director)、副総裁 (Deputy Managing Director) の下に、個別の部局が設置されている。



出典：Mehravaran (2013)。

注：JICA 本邦研修員の作成資料であり、部局名の英訳は他の文書と異なる場合がある。

図 2-2 AQCC 組織図

AQCC の職員定員人数は 40 名である。イラン政府が公務員の増員を行わない方針を掲げているため、業務や事業の一部は民間業者へのアウトソーシングにより行っている。大気測定局

の運営は「維持管理運営課 (Maintenance and Operation Department)」が、データ分析、大気汚染予測、インベントリ作成等は「大気汚染・騒音課 (Air and Noise Pollution Department)」が、それぞれ担当部署となっている。大気汚染・騒音課の人員体制は 2013 年時点で 16 名であり、うち博士卒 1 名、修士卒 5 名、学士卒 6 名という体制である [Mehravarani (2013)]。

予算に関しては、事前質問票に対する書面回答が得られず文書による確認ができなかったものの、本調査の口頭ヒアリングによれば 2015～2016 年の予算要求額は約 2,600 億リアル (約 11 億 2,000 万円)、これに対し承認額は 1,000 億リアル (4 億 3,000 万円) であったとのことである。例年、AQCC からテヘラン市役所に対する年度予算を 11～12 月頃に行い、イラン暦の新年度にあたる翌 3 月に予算承認が下りるが、実際の予算執行が可能となるのは 6～7 月頃であり、年度明けから当年度予算執行が可能となるまでの間は、前年度予算をもって事業運営を行うとのことである。

#### 2-2-3 DOE 及び DOE テヘラン州局 (DOE-TPD)

DOE 本省においては「国家大気・気候変動部 (National Air and Climate Change Center)」が、また DOE のテヘラン州局である DOE-TPD においては「大気測定・管理部 (Air Control Management Center)」が、大気環境管理を担っている。同部の人員体制は、大気測定担当職員が 6 名、事業所管理担当職員が 20 名となっている。AQCC が調査研究や事業実施を担い、テヘラン市役所や市議会に対する報告責任を負っているのに対し、DOE は政策・法制度の策定を中心に担い、国会に対する報告責任を負っている。

#### 2-2-4 大気環境モニタリングデータの横断的管理体制

テヘラン市内の大気環境モニタリングデータは、DOE-TPD の測定データと AQCC の測定データを統合した形で集約・分析され、内容に応じて保健省や気象庁等を含む横断的委員会「Mahar Committee」による管理を経て、公表されている。

#### 2-2-5 国内 8 メガシティ大気汚染対策タスクチーム

国連開発計画 (United Nations Development Programme : UNDP) テヘラン事務所からの聞き取りによれば、イランの医学アカデミー (Medical Academy) から UNDP への支援依頼が発端となり、2015 年に入って大統領府及び医学アカデミーの下に国内 8 メガシティの大気汚染対策に係るタスクチームが形成されつつある。同タスクチームは大統領府、医学アカデミー、保健省、テヘラン市、テヘラン医科大学、DOE、AQCC ドナー (現在は UNDP のみ) のメンバー機関から成り、主なマנדートとして、大気改善政策を推進するための優先対策の特定や資金動員に必要な「National Advocacy Plan」を年内に作成・発表予定とのことである。

## 第3章 大気汚染状況

### 3-1 大気環境基準

イラン最高評議会が2009年8月2日に可決した環境保全法に基づき、DOEは第4次経済・社会・文化計画法第62条Aにおいて、2009年度、2010年度、2011年度の3カ年の大気環境基準を定めた。2011年には、環境基準が厳しすぎることを理由に、保健省と環境保全最高評議会が環境基準を変更し、変更後の新基準が2013年度から適用された(2013年度テヘラン市大気汚染白書)。同環境基準のうち、短期的評価基準は、後述する大気質指標(Air Quality Index: AQI)が100になる濃度が採用されている。

表3-1 イランの大気環境基準

物質	平均化 時間	2009年度		2010年度		2011年度		2013年度	
		µg/m <sup>3</sup>	ppm	µg/m <sup>3</sup>	ppm	µg/m <sup>3</sup>	ppm	----	
CO	8時間平均	10,000	9	10,000	9	10,000	9	9.4	ppm
	1時間平均	40,000	35	40,000	35	40,000	35	35	ppm
SO <sub>2</sub>	年平均	80	0.03	50	0.019	20	0.007	7	ppb
	24時間平均	365	0.14	250	0.094	100	0.037	144	ppb
NO <sub>2</sub>	年平均	100	0.05	60	0.031	40	0.021	21	ppb
	1時間平均	----	----	----	----	----	----	100	ppb
PM10	年平均	50	----	40	----	20	----	20	µg/m <sup>3</sup>
	24時間平均	150	----	90	----	50	----	154	µg/m <sup>3</sup>
PM2.5	年平均	----	----	12	----	10	----	10	µg/m <sup>3</sup>
	24時間平均	150	----	30	----	25	----	35	µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	8時間平均	----	----	140	0.071	100	0.05	75	ppb
	1時間平均	160	0.08	----	----	----	----	124	ppb
Pb	年平均	----	----	0.5	----	0.5	----	未確認	未確認
ベンゼン	年平均	----	----	5	----	5	----	未確認	未確認
BaP	年平均	----	----	1ng/m <sup>3</sup>	----	1ng/m <sup>3</sup>	----	未確認	未確認

注：----は基準がないことを示す。2009年度は厳密には2009/3/21～2010/3/20である。以下同様に、2010年度は2010/3/21～2011/3/20、2011年度は2011/3/21～2012/3/19である。

出典：2013年度(イラン暦1392年)テヘラン市大気汚染白書及び2011年度(イラン暦1390年)テヘラン市大気汚染白書

### 3-2 大気質指標(AQI)

日々の大気汚染広報は、米国環境保護庁(Environmental Protection Agency: EPA)が一般市民への日々の大気汚染状況広報を目的として定めたAQI<sup>10</sup>を使用している(AQCC)。汚染物質ごとにブレイクポイントと呼ばれる境界値とそれに対応する指標値があり、その間を線形補間すること

<sup>10</sup> [http://www.epa.gov/ttn/oarpg/t1/fr\\_notices/airqual.pdf](http://www.epa.gov/ttn/oarpg/t1/fr_notices/airqual.pdf)

により、汚染物質ごとの指標を計算する。さらに、汚染物質ごとの指標のなかの最大値を AQI とする。前項で述べたとおり、2011 年度の環境基準改定においては、指標が 100 になるブレイクポイントを環境基準に採用したことから、環境基準が AQI と整合するように改定されたと考えられる〔2013 年度（イラン暦 1392 年）テヘラン市大気汚染白書〕。

大気汚染を理由とする各種休業等の判断基準にも使用されるテヘラン市の AQI は、AQCC と DOE-TPD の測定局からの測定値を平均した値である。大気汚染状況を市民に知らせる市内の電光掲示板では、全測定局の平均から計算した汚染物質ごとの指標と AQI が表示されている。このほかウェブサイトやアンドロイドアプリ（AsemaneAbi バージョン 1.1）では、地点別の濃度値と AQI も公表されている。

表 3-2 大気質指標（Air Quality Index）のブレイクポイント

Category	AQI	PM10	PM2.5	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	
		µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	ppm	ppm	ppm	ppm	
		24 時間	24 時間	24 時間	24 時間	8 時間	1 時間	8 時間
Excellent	0	0	0.0	0	0	0.0	---	0
	50	54	15.4	0.034	0.053	4.4	---	0.059
Good	51	55	15.5	0.035	0.054	4.5	---	0.060
	100	154	35.0	0.144	0.100	9.4	---	0.075
Lightly Polluted	101	155	35.1	0.145	0.101	9.5	0.125	0.076
	150	254	65.4	0.224	0.360	12.4	0.164	0.095
Moderately Polluted	151	255	65.5	0.225	0.361	12.5	0.165	0.096
	200	354	150.4	0.304	0.640	15.4	0.204	0.115
Heavily Polluted	201	355	150.5	0.305	0.65	15.5	0.205	0.116
	300	424	250.4	0.604	1.24	30.4	0.404	0.374
Severely Polluted	301	425	250.5	0.605	1.25	30.5	0.405	---
	400	504	350.4	0.804	1.64	40.4	0.504	---
	401	505	350.5	0.805	1.65	40.5	0.505	---
	500	604	500.4	1.004	2.04	50.4	0.604	---

出典：2013 年度（イラン暦 1392 年）テヘラン市大気汚染白書

注：この表の Category の表現はペルシャ語文書を英訳した表現を採用しているため、EPA オリジナルの表現とは異なっている。オゾン（O<sub>3</sub>）は、大気中濃度の測定値を用いて 8 時間平均値の最大値の AQI と 1 時間平均値の最大の AQI をそれぞれ計算し、その大きい方の値を採用する。NO<sub>2</sub> の moderately polluted の上限値等、EPA の規定とは異なる値がみられる。白書でのタイプミス等が考えられるが、白書の値をそのまま引用した。

### 3-3 常時監視測定局での測定結果

本節のデータは、特に断りがない限り、AQCC が出版した 2013 年度（イラン暦 1392 年、西暦 2013 年 3 月 21 日から 2014 年 3 月 20 日まで）のテヘラン市大気汚染白書から引用する。同書のグラフから読み取った値については、約という文字を追加して引用する。

なお、テヘラン医科大学も年報<sup>11</sup>を発行しているが、AQCC の測定値を引用しているにもかかわらず、AQCC の白書と最大で 1 割程度異なる値が散見される。本報告書では、テヘラン医科大学の年報ではなく、オリジナルである AQCC のテヘラン市大気汚染白書に基づいて報告する。

### 3-3-1 大気汚染概況

図 3-1 は、テヘランの Imam Khomeini 空港周辺から撮影したテヘラン市方面の写真である。テヘラン市の先にある Tochal 山や Damavand 山がはっきり見えていても、手前にあるテヘラン市は霞んでいることが多い。



図 3-1 Imam Khomeini 空港周辺から撮影したテヘラン市方面の写真

AQCC のテヘラン市大気汚染白書では、常時監視測定局として、PM10、PM2.5、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO、オゾン (O<sub>3</sub>) の測定結果を取りまとめている。例を図 3-3 から図 3-24 及び表 3-3 から表 3-8 に示す。

2013 年度は、自動測定汚染物質のうち年平均の大気環境基準が定められている PM10、PM2.5、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> の 4 物質すべてが、有効測定局<sup>12</sup>全地点で基準を超過した。なかでも PM2.5 は、日平均値が有効となった測定局すべての日平均値の平均値が日平均値の大気環境基準を超過した日数が、年間 365 日のうち 160 日に達しており、テヘラン市が重要視している大気汚染物質である。

また、PM10 は、Shadabad 及び Shahr-e-Rey 測定局において年平均値が大気環境基準の 5.8 倍に達しており、テヘラン市が重要視している大気汚染物質である。

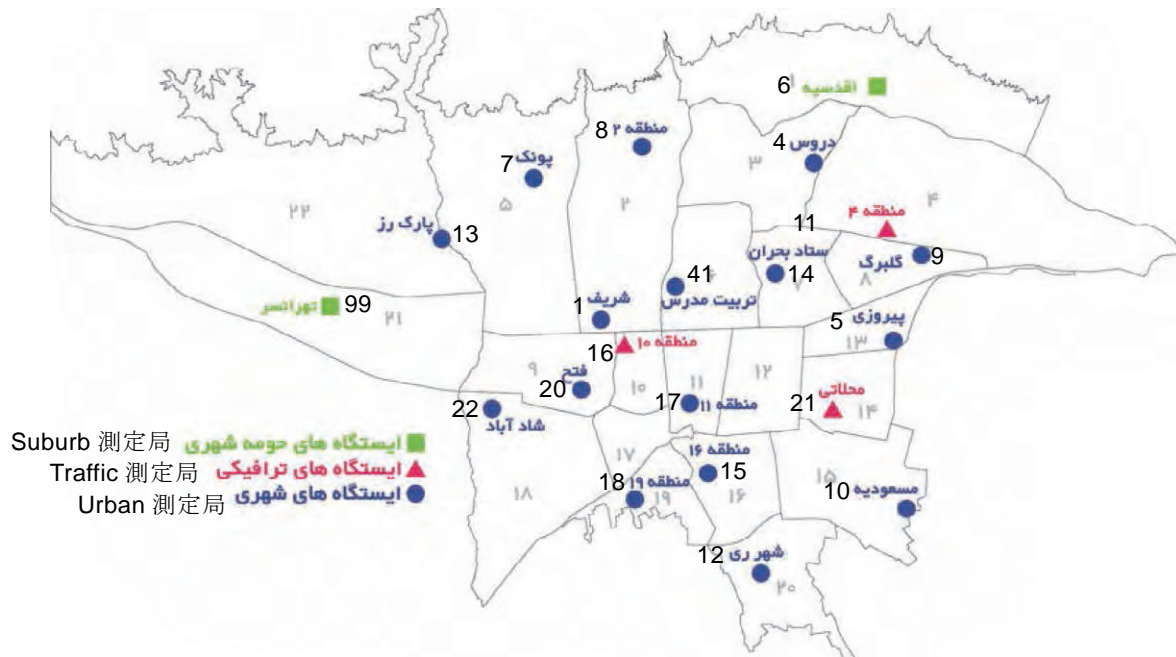
### 3-3-2 測定局の分布

AQCC の測定局の分布を図 3-2 に示す。

測定局は Urban、Traffic、Suburb の 3 種類に分類されている。しかし交通量が多い大通りに面しているにもかかわらず Urban 測定局に分類されている 9 区の Fath 測定局 (図 3-2 の ID 番号 20 の測定局) など、測定局の周辺状況と測定値を確認したうえで、立地と分類を再検討する余地があると想定される。

<sup>11</sup> Quantification of Health Effects of Tehran Air Pollution in 2013-2014, Tehran University of Medical Sciences, Institute for Environmental Research, Air Pollution Research Center (APRC)

<sup>12</sup> 汚染物質別の有効測定局数は、全 21 測定局中、PM10 が 17 測定局、PM2.5 が 16 測定局、SO<sub>2</sub> が 11 測定局、NO<sub>2</sub> が 11 測定局であった。年間の 1/3 以上の日平均値が有効の場合に年平均値を有効と判断している (イラン暦 1392 年テヘラン市大気汚染白書)。



出典：2013年（イラン暦 1392年）テヘラン市大気汚染白書  
 注：地図上のアラビア数字は表3-9のIDに対応する。ただし、表3-9のデータが得られなかった Tehransar 測定局については仮番号 99 を付与した（以下同様）。

図3-2 AQCCによる測定局分類

### 3-3-3 PM10

図3-3に示すとおり、2013年度は有効測定局17局中17局において年平均値の大気環境基準を超過した。年平均値の最高地点は基準の約5.8倍であり、最低地点でも基準の約2.5倍であり、汚染が激しいと考えられる。

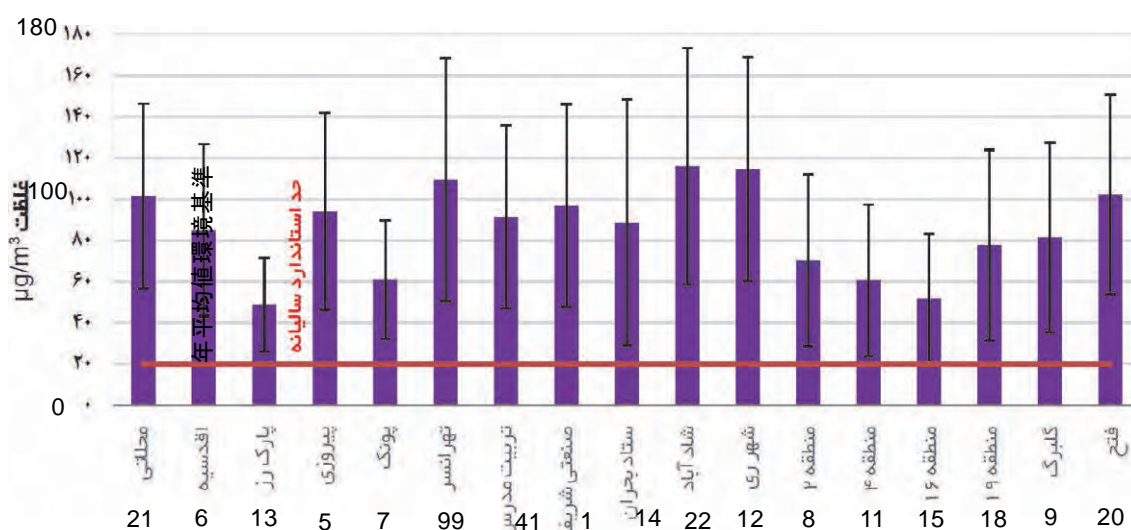
表3-3に示すとおり、有効測定局17局中16局にて日平均値の大気環境基準を超過した。環境基準超過日数が40日以上になった測定局は Tehransar、Shadabad、Shahr-e-Rey の3局であり、それぞれ、40日、49日、42日である。

図3-4に示すとおり、Urban 測定局の時刻別平均値では、夜22~2時と朝9~12時が高濃度となるが、最高となる1時で約  $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最低となる18時で約  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  である。Traffic 測定局は、Urban 測定局と比較して、24時間中常に、 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  程度高濃度である。Suburb 測定局は、10時から14時は Urban 測定局以下であるが、それ以外の時刻は Urban 測定局を上回る。

図3-5に示すとおり、年平均濃度は、2007年度の約  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  から、2010年度の約  $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$  に増えたのち、2013年度は約  $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$  へ低下した。

図3-6に示すとおり、日平均値の全市平均値が日平均値の2013年大気環境基準を超過した日数は、2002年度は11日であったが、2008年度に43日に増えたのち、2013年度は10日に減少した。





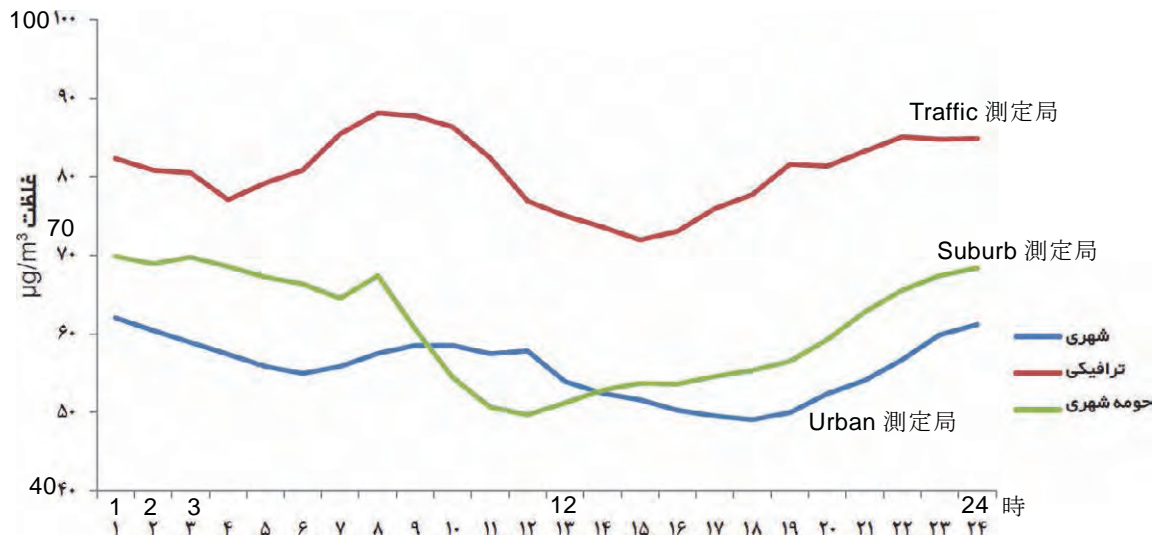
出典：2013年度（イラン暦1392年）テヘラン市大気汚染白書  
 注：図中のアラビア数字と漢字は調査団が追記した。横軸は測定局名であり、測定局名に付したアラビア数字は表3-9のIDに対応する。値の範囲を示す細線については説明がない。

図3-3 PM10年平均濃度（測定局別）

表3-3 PM10日平均濃度が環境基準を超えた日数（測定局別）

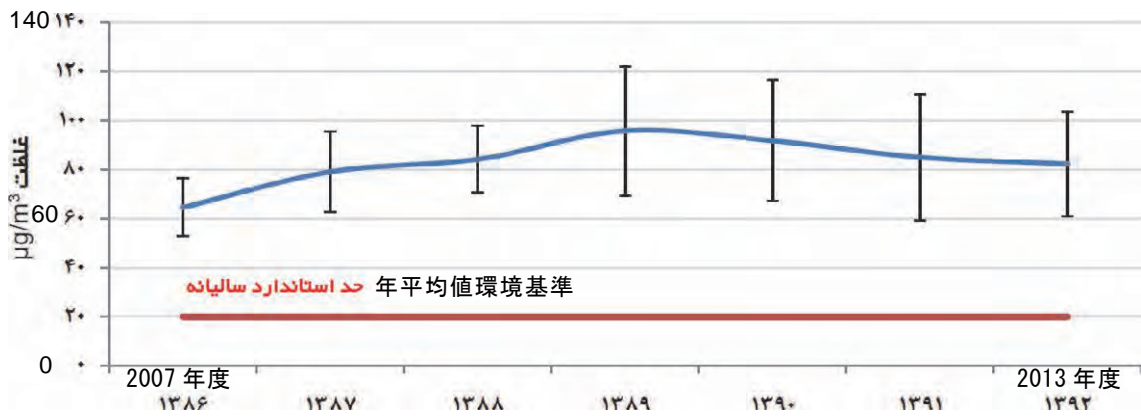
ID	測定局	PM10日平均濃度が環境基準を超えた日数	ID	測定局	PM10日平均濃度が環境基準を超えた日数
21	Mahallati Highway	9	22	Shadabad	49
6	Aqdasiyeh	9	12	Shahr-e-Rey	42
13	Rose Park	0	8	2 District Municipality	3
5	Piroozi	17	11	4 District Municipality	3
7	Poonak	1	15	16 District Municipality	2
99	Tehransar	40	18	19 District Municipality	4
41	Tarbiat Modares Univ.	15	9	Golbarg	7
1	Sharif Univ. of Technology	18	20	Fath Sq.	32
14	Setad-e Bohran	9			

出典：2013年度（イラン暦1392年）テヘラン市大気汚染白書  
 注：横軸は測定局名。測定局名に付したアラビア数字は表3-9のIDに対応する。



出典：2013 年度（イラン暦 1392 年）テヘラン市大気汚染白書

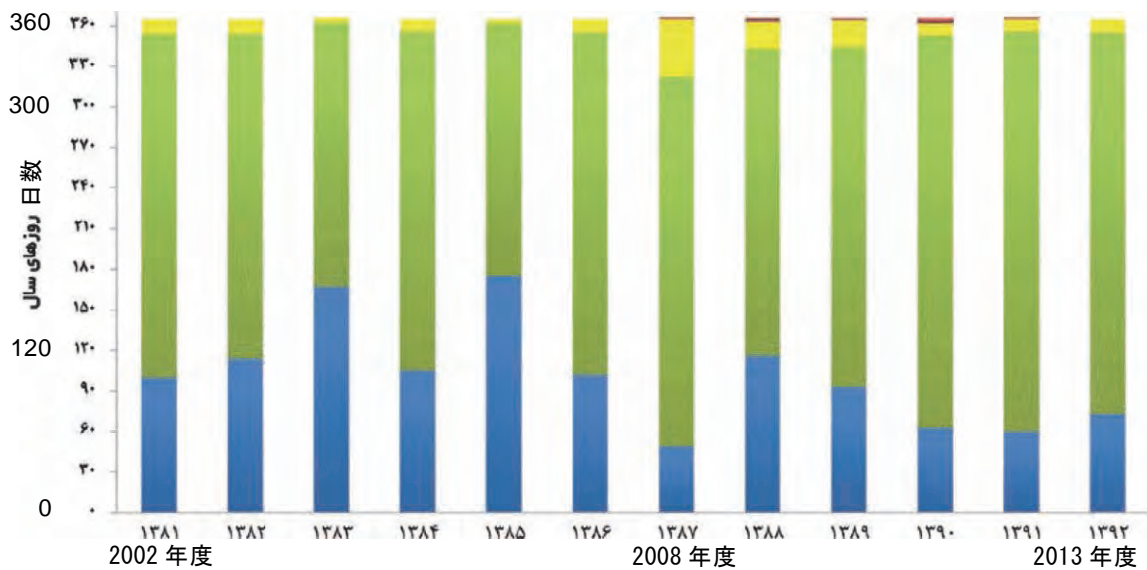
図 3-4 PM10 時刻別平均濃度（測定局分類別）



出典：2013 年（イラン暦 1392 年）テヘラン市大気汚染白書

注：値の範囲を示す細線については説明がない。

図 3-5 PM10 年平均値の経年変化



出典：2013 年度（イラン暦 1392 年）テヘラン市大気汚染白書  
 注：青色と緑色の合計日数が、全市平均日平均値が 2013 年度日平均環境基準値に適合した日数。その他の色の合計日数が、全市平均日平均値が 2013 年度日平均環境基準値を超過した日数。

図 3-6 PM10 日平均値の基準超過状況の変遷

### 3-3-4 PM2.5

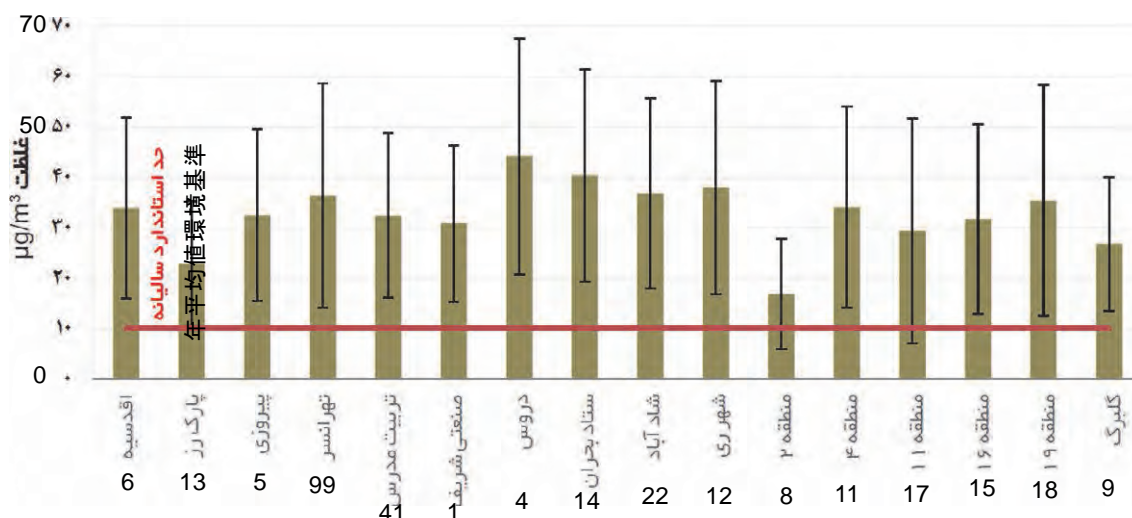
図 3-7 に示すとおり、2013 年度は有効測定局 16 局中 16 局において年平均値の大気環境基準を超過した。年平均値の最高地点は基準の約 4.4 倍であり、最低地点は基準の約 1.6 倍であった。

表 3-4 に示すとおり、有効測定局 16 局中 16 局にて日平均値の大気環境基準を超過した。環境基準超過日数が 100 日以上になった測定局は Daroos、Setad-e Bohran、Shadabad の 3 局であり、それぞれ、123 日、139 日、112 日である。

図 3-8 に示すとおり、Urban 測定局の時刻別平均値では、夜 24 時と朝 8 時が約 37~38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  と高濃度であるが、その間の深夜から早朝にかけて、濃度があまり下がらない。最低濃度は、日中 17 時の約 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  である。Traffic 測定局と Urban 測定局で大きな差は認められない。Suburb 測定局は、17 時から 9 時に、Traffic 測定局と Urban 測定局の双方を上回っていた。

図 3-9 に示すとおり、年平均濃度は、2010 年度の約 44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  から、2013 年度の約 34  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  に減少した。

図 3-10 に示すとおり、日平均値の全市平均値が日平均値の 2013 年大気環境基準を超過した日数は、PM2.5 の測定を開始した 2010 年度から毎年、年の半数程度以上を占めている。2013 年度を例にとると、年間 365 日のうち 160 日で大気環境基準を超過し、特に 12 月下旬から 1 月上旬は大気環境基準を超過した日が継続した。



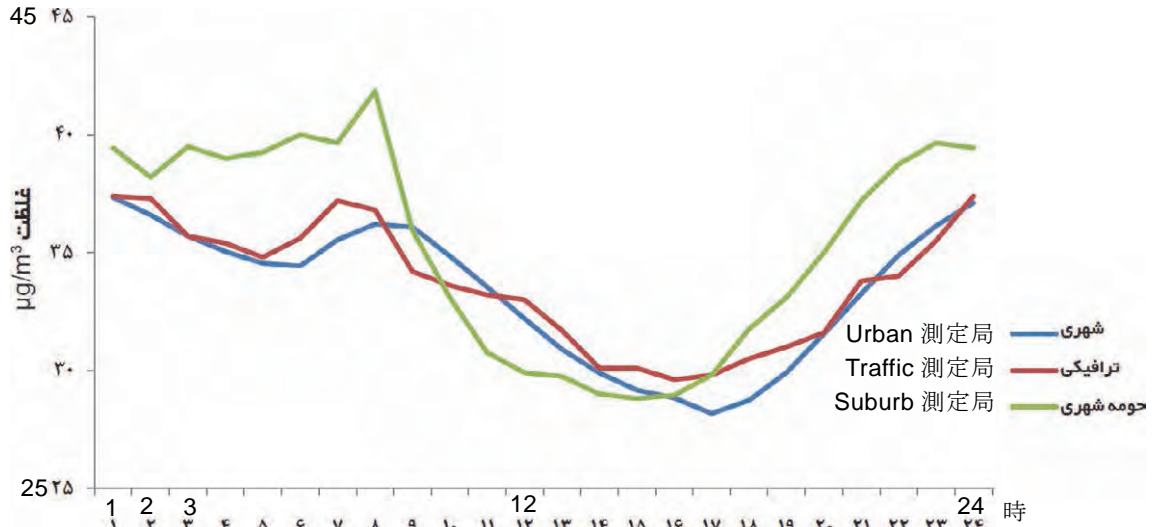
出典：2013年度（イラン暦1392年）テヘラン市大気汚染白書  
 注：横軸は測定局名。測定局名に付したアラビア数字は表3-9のIDに対応する。値の範囲を示す細線については説明がない。

図3-7 PM2.5年平均濃度（測定局別）

表3-4 PM2.5日平均濃度が環境基準を超えた日数（測定局別）

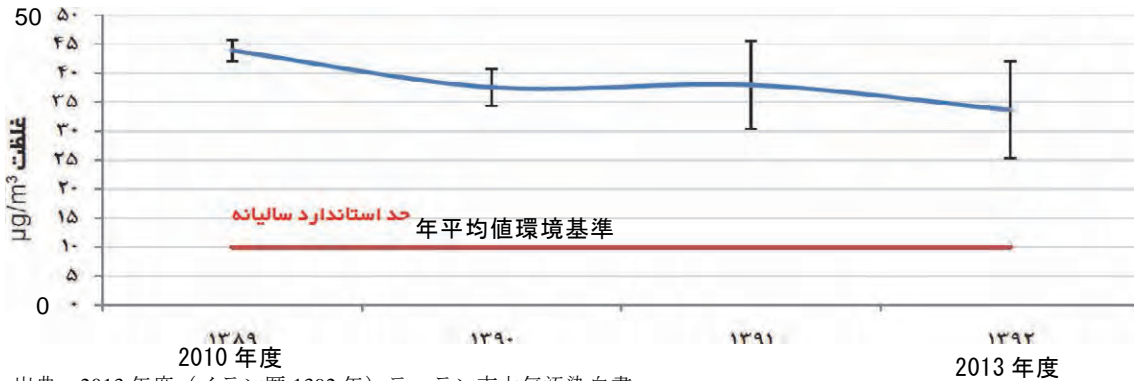
ID	測定局	PM2.5日平均濃度が環境基準を超えた日数	ID	測定局	PM2.5日平均濃度が環境基準を超えた日数
6	Aqdasiyeh	49	22	Shadabad	112
13	Rose Park	12	12	Shahr-e-Rey	83
5	Piroozi	57	8	2 District Municipality	10
99	Tehransar	79	11	4 District Municipality	96
41	Tarbiat Modares Univ.	74	17	11 District Municipality	15
1	Sharif Univ. of Technology	84	15	16 District Municipality	63
4	Daros	123	18	19 District Municipality	47
14	Setad-e Bohran	139	9	Golbag	36

出典：2013年度（イラン暦1392年）テヘラン市大気汚染白書



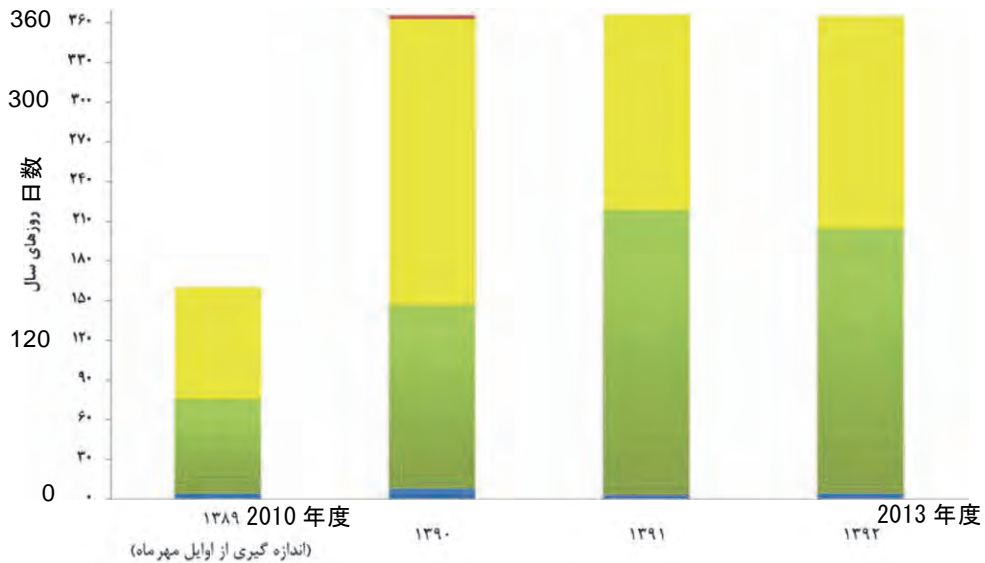
出典：2013 年度（イラン暦 1392 年）テヘラン市大気汚染白書

図 3-8 PM2.5 時刻別平均濃度（測定局分類別）



出典：2013 年度（イラン暦 1392 年）テヘラン市大気汚染白書  
注：値の範囲を示す細線については説明がない。

図 3-9 PM2.5 年平均値の経年変化



出典：2013 年度（イラン暦 1392 年）テヘラン市大気汚染白書  
注：青色と緑色の合計日数が、全市平均日平均値が 2013 年度日平均環境基準値に適合した日数。  
その他の色の合計日数が、全市平均日平均値が 2013 年度日平均環境基準値を超過した日数。

図 3-10 PM2.5 日平均値の基準超過状況の変遷

### 3-3-5 SO<sub>2</sub>

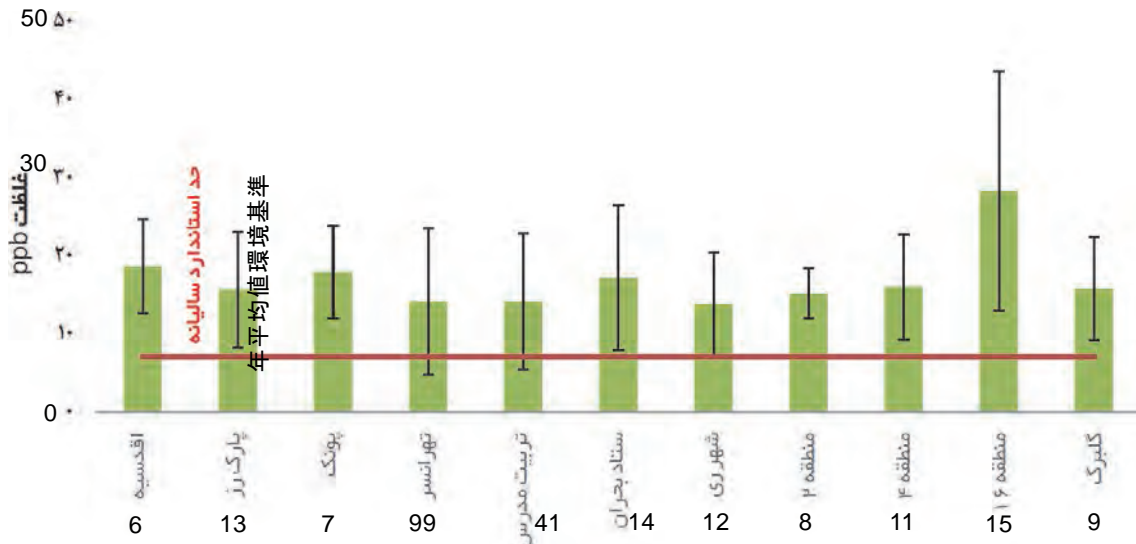
図3-11に示すとおり、2013年度は、有効測定局11局中11局において年平均値の大気環境基準を超過した。年平均値の最高地点は基準の約4倍であり、最低地点は基準の約2倍であった。

表3-5に示すとおり、有効測定局11局では、日平均値の大気環境基準を超過した日はなかった。

図3-12に示すとおり、Urban測定局の時刻別平均値では、朝11時が最高の約17ppbであり、朝6時頃に最低の約12ppb程度となる。Traffic測定局では、Urban測定局と比較して、21時から9時までは濃度が高く、日最低濃度となるのは19時頃である。

図3-13に示すとおり、年平均濃度は、2007年度の約36ppbから、2013年度の約17ppbに減少した。

図3-14に示すとおり、日平均値の全市平均値が日平均値の2013年大気環境基準を超過した日数は、2002年度以降0日が継続している。



出典：2013年度（イラン暦1392年）テヘラン市大気汚染白書

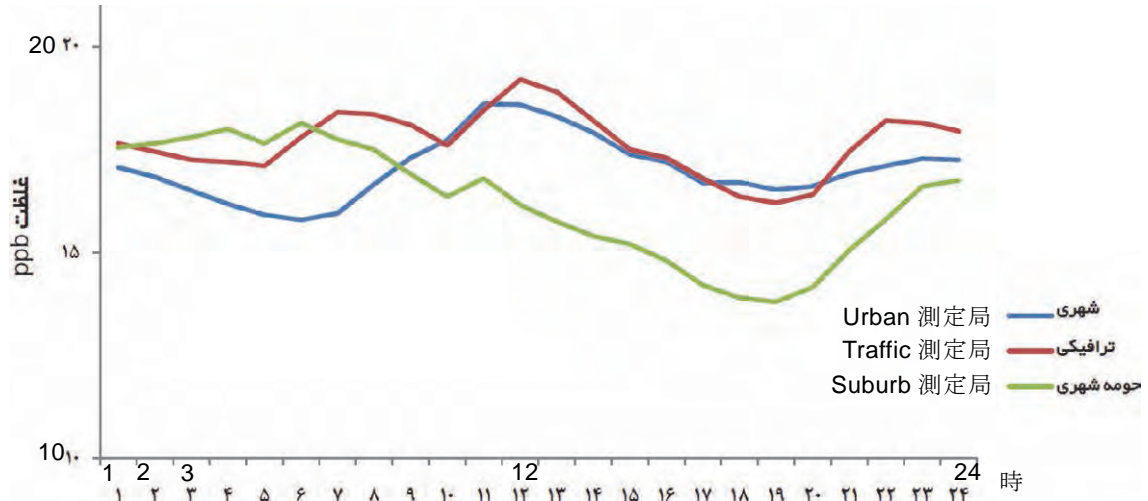
注：横軸は測定局名。測定局名に付したアラビア数字は表3-9のIDに対応する。値の範囲を示す細線については説明がない。

図3-11 SO<sub>2</sub>年平均濃度（測定局別）

表3-5 SO<sub>2</sub>日平均濃度が環境基準を超えた日数（測定局別）

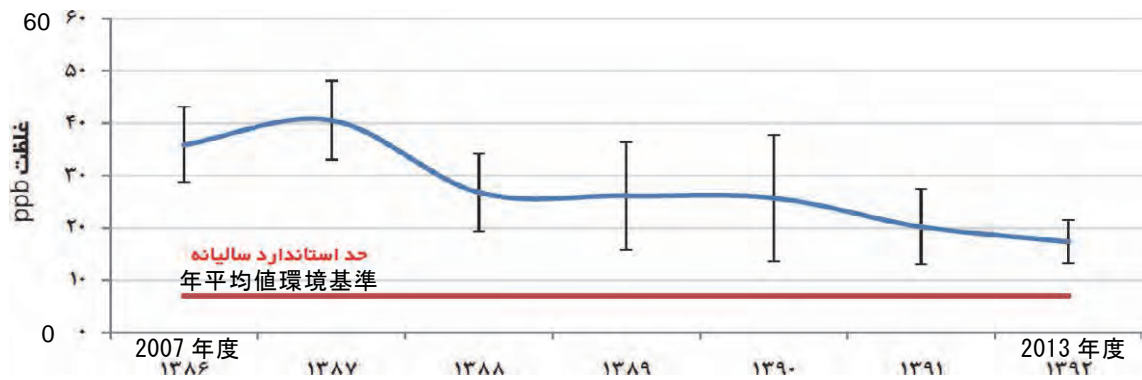
ID	測定局	SO <sub>2</sub> 日平均濃度が環境基準を超えた日数	ID	測定局	SO <sub>2</sub> 日平均濃度が環境基準を超えた日数
6	Aqdasiyeh	0	12	Shahr-e-Rey	0
13	Rose Park	0	8	2 District Municipality	0
7	Poonak	0	11	4 District Municipality	0
99	Tehransar	0	15	16 District Municipality	0
41	Tarbiat Modares Univ.	0	9	Golbagh	0
14	Setad-e Bohran	0			

出典：2013年度（イラン暦1392年）テヘラン市大気汚染白書



出典：2013年度（イラン暦1392年）テヘラン市大気汚染白書

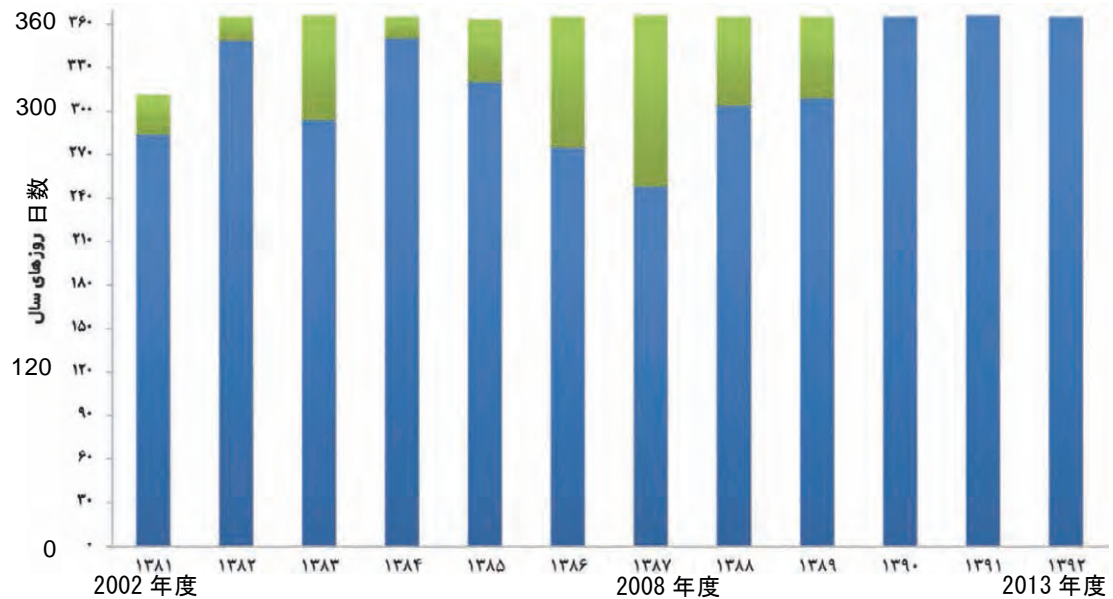
図3-12 SO<sub>2</sub>時刻別平均濃度（測定局分類別）



出典：2013年度（イラン暦1392年）テヘラン市大気汚染白書

注：値の範囲を示す細線については説明がない。

図3-13 SO<sub>2</sub>年平均値の経年変化



出典：2013年度（イラン暦1392年）テヘラン市大気汚染白書

注：青色と緑色の合計日数が、全市平均日平均値が2013年度日平均環境基準値に適合した日数。その他の色の合計日数が、全市平均日平均値が2013年度日平均環境基準値を超過した日数。

図3-14 SO<sub>2</sub>日平均値の基準超過状況の変遷

### 3-3-6 NO<sub>2</sub>

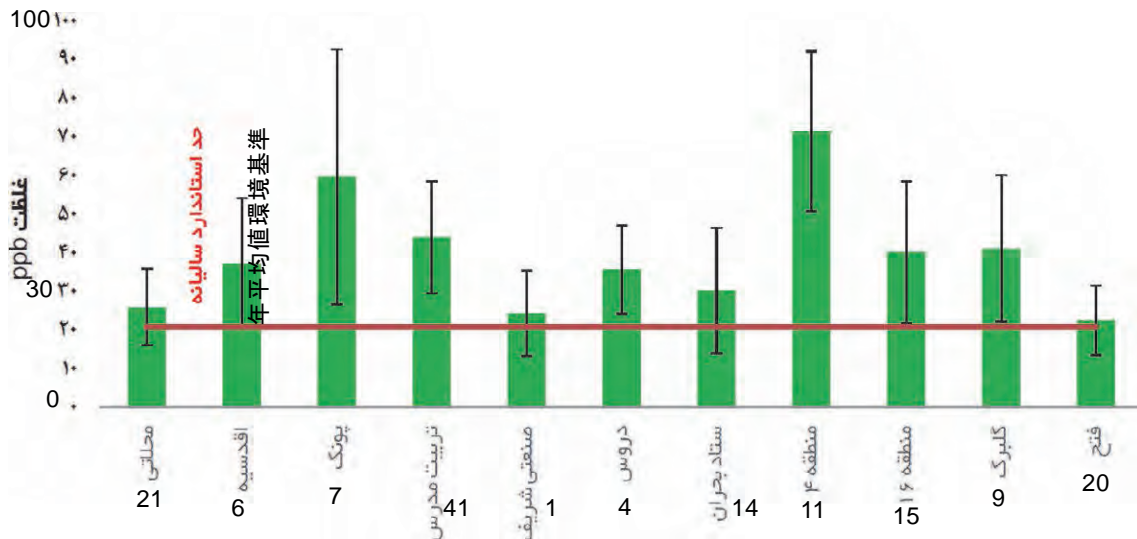
図3-15に示すとおり、2013年度は有効測定局11局中11局において年平均値の大気環境基準を超過した。年平均値の最高地点は基準の約3.3倍であり、最低地点は基準の約1.1倍であった。

NO<sub>2</sub>には日平均値に対する環境基準がないため、日平均値をAQIのブレイクポイントと比較した。表3-6に示すとおり、有効測定局11局中6局にて指標が100以上になった。ただし、指標が100以上になった日数が20日以上になった測定局は第4区区役所のみであるが、83日間指標が100以上になった。

図3-16に示すとおり、Urban測定局の時刻別平均値では、朝9時と21時に最高の約41ppbとなり、15時頃に最低の約28ppb程度となり、また、夜1時から朝9時までは濃度は大きく変化しない。Traffic測定局では、Urban測定局と比較して、常に約10ppb以上高濃度である。

図3-17に示すとおり、年平均濃度は、2007年度の約86ppbから、2013年度の約35ppbに減少した。

図3-18に示すとおり、日平均値の市平均値を用いて計算するAQIのPollutedの年間日数は、2010年度の16日を除き、0日が継続している。



出典：2013年度（イラン暦1392年）テヘラン市大気汚染白書

注：横軸は測定局名。測定局名に付したアラビア数字は表3-9のIDに対応する。値の範囲を示す細線については説明がない。

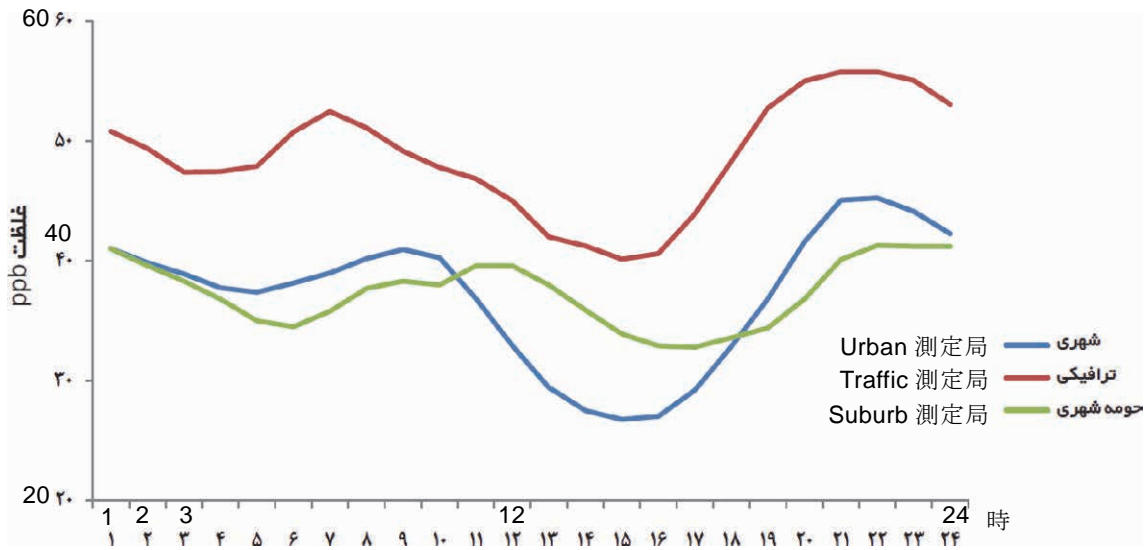
図3-15 NO<sub>2</sub>年平均濃度（測定局別）



表 3-6 NO<sub>2</sub>日平均濃度が AQI の Polluted になった日数 (測定局別)

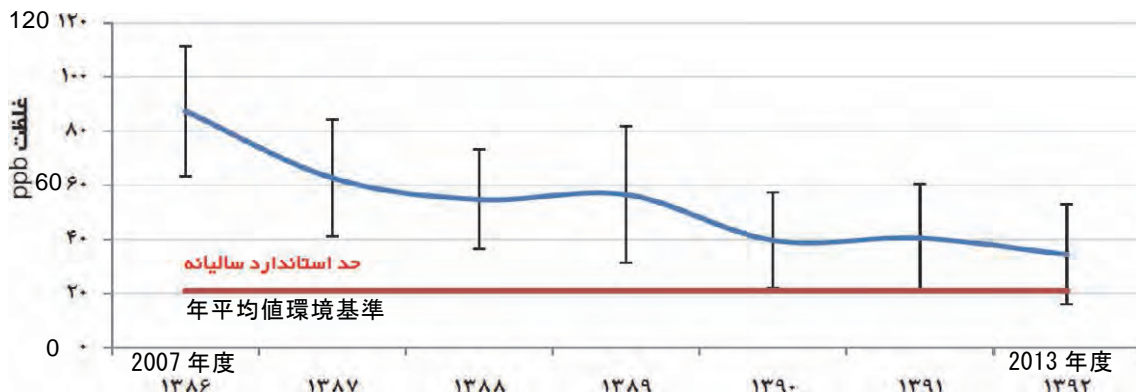
ID	測定局	NO <sub>2</sub> 日平均濃度が AQI の Polluted になった日数	ID	測定局	NO <sub>2</sub> 日平均濃度が AQI の Polluted になった日数
21	Mahallati Highway	0	14	Setad-e Bohran	0
6	Aqdasiyeh	14	11	4 District Municipality	83
7	Poonak	13	15	16 District Municipality	10
41	Tarbiat Modares Univ.	1	9	Golbarg	6
1	Sharif Univ. of Technology	0	20	Fath Sq.	0
4	Daroos	0			

出典：2013 年度 (イラン暦 1392 年) テヘラン市大気汚染白書



出典：2013 年度 (イラン暦 1392 年) テヘラン市大気汚染白書

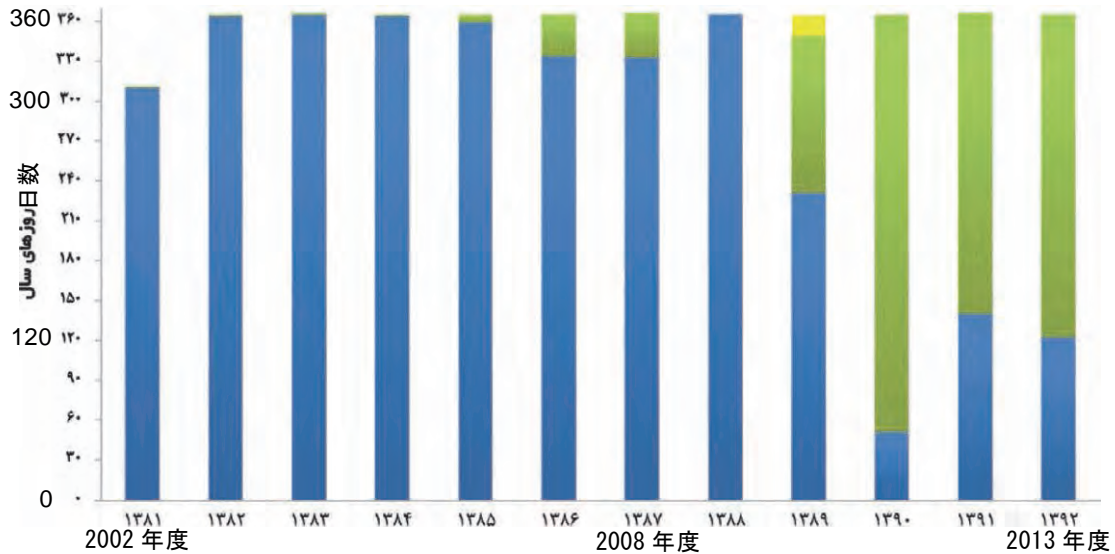
図 3-16 NO<sub>2</sub> 時刻別平均濃度 (測定局分類別)



出典：2013 年度 (イラン暦 1392 年) テヘラン市大気汚染白書

注：値の範囲を示す細線については説明がない。

図 3-17 NO<sub>2</sub> 年平均値の経年変化



出典：2013年度（イラン暦1392年）テヘラン市大気汚染白書  
 注：青色と緑色の合計日数が、AQIのPollutedにならなかった日数。その他の色の合計日数が、全市平均日平均値がAQIのPollutedになった日数日数。

図3-18 NO<sub>2</sub>日平均値のAQI別日数の変遷

3-3-7 CO

表3-7に示すとおり、有効測定局14局において、1時間平均値の大気環境基準を超過したことはなかった。8時間平均値が大気環境基準を超過したのは、有効測定局14局中、Poonak、Setad-e Bohranの2局に限られる。環境基準を超えた日数が最高の後者でも1年間のうち3日間である。そのため、COによる大気汚染の問題は小さいと考えられる。

図3-19に示すとおり、Urban測定局の時刻別平均値では、朝7~8時と夜間20~24時に約3ppmと高濃度となり、日中15~16時に約2ppmと低濃度になる。Traffic測定局はUrban測定局より下回る時刻が多いが、19時~22時のみUrban測定局を上回る。Suburb測定局は常にUrban測定局を下回る。

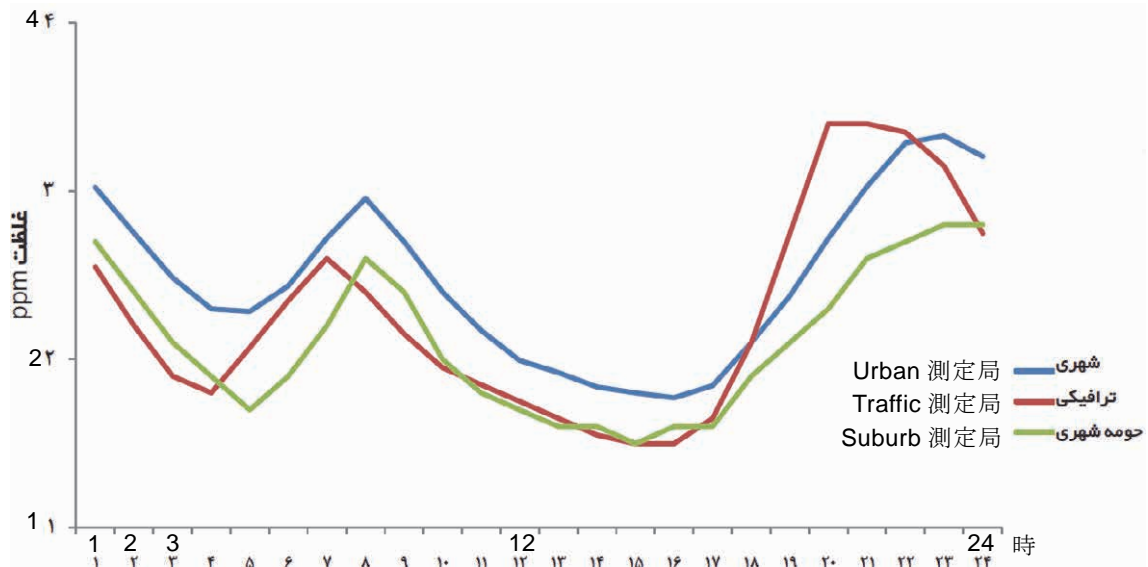
図3-20に示すとおり、年平均濃度は、2007年度の約4ppmから、2013年度の約2.4ppmへと、大きく改善した。

図3-21に示すとおり、8時間平均値の市平均値が大気環境基準を超過した日数は、2002年度の163日から、2011年度には0日に減り、2013年度まで0日が継続した。

表3-7 COの1時間及び8時間環境基準超過状況（測定局別）

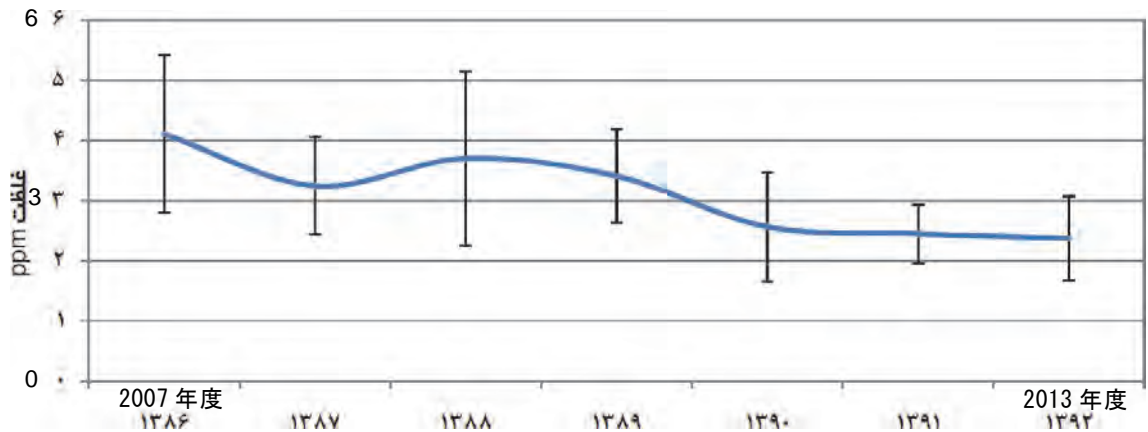
ID	測定局	1時間平均値の最高値 (ppm)	8時間平均濃度が環境基準を超えた日数	ID	測定局	1時間平均値の最高値 (ppm)	8時間平均濃度が環境基準を超えた日数
6	Aqdasiyeh	7.9	0	11	4 District Municipality	10.7	0
13	Rose Park	8.7	0	17	11 District Municipality	7.8	0
7	Poonak	13.6	1	15	16 District Municipality	10.8	0
1	Sharif Univ. of Technology	20.0	0	18	19 District Municipality	11.5	0
14	Setad-e Bohran	16.7	3	9	Golbarg	11.0	0
12	Shahr-e-Rey	13.3	0	10	Masudieh	7.2	0
8	2 District Municipality	8.3	0	20	Fath Sq.	10.7	0

出典：2013年度（イラン暦1392年）テヘラン市大気汚染白書  
 注：1時間平均値の大気環境基準は、35ppmである。



出典：2013年度（イラン暦1392年）テヘラン市大気汚染白書

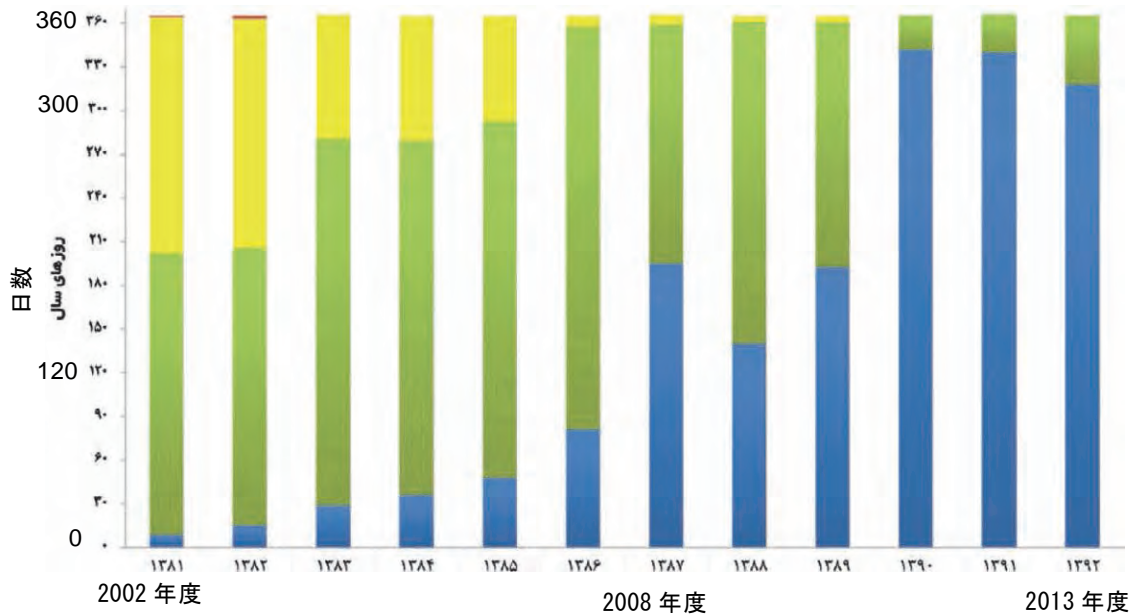
図3-19 CO時刻別平均濃度（測定局分類別）



出典：2013年度（イラン暦1392年）テヘラン市大気汚染白書

注：値の範囲を示す細線については説明がない。

図3-20 CO年平均値の経年変化



出典：2013年度（イラン暦1392年）テヘラン市大気汚染白書  
 注：青色と緑色の合計日数が、全市平均が2013年度のCOの8時間平均環境基準に適合した日数。その他の色の合計日数が、全市平均が2010年度のCOの8時間平均環境基準を超過した日数。

図3-21 COの8時間平均濃度が環境基準を超えた日数

### 3-3-8 O<sub>3</sub>

表3-8に示すとおり、有効測定局8局中3局において、1時間平均値の大気環境基準を超過した。8時間平均値が大気環境基準を超過したのは、有効測定局8局中Aqdasieh測定局のみであり、環境基準を超えた日数は1年間のうち1日間である。

ただし有効測定局が少ないこと、炭化水素臭が多く、夏の日射が強いことから、光化学スモッグの可能性に注意が必要である。

図3-22に示すとおり、Urban測定局の時刻別平均値では、午後15時に最高の約35ppbとなり、夜21時から朝7時までは最低の約14ppbが続く。Traffic測定局では、Urban測定局と比較して、9時から16時までは約5ppbと高濃度であり、17時から7時までは約4ppbと低濃度である。

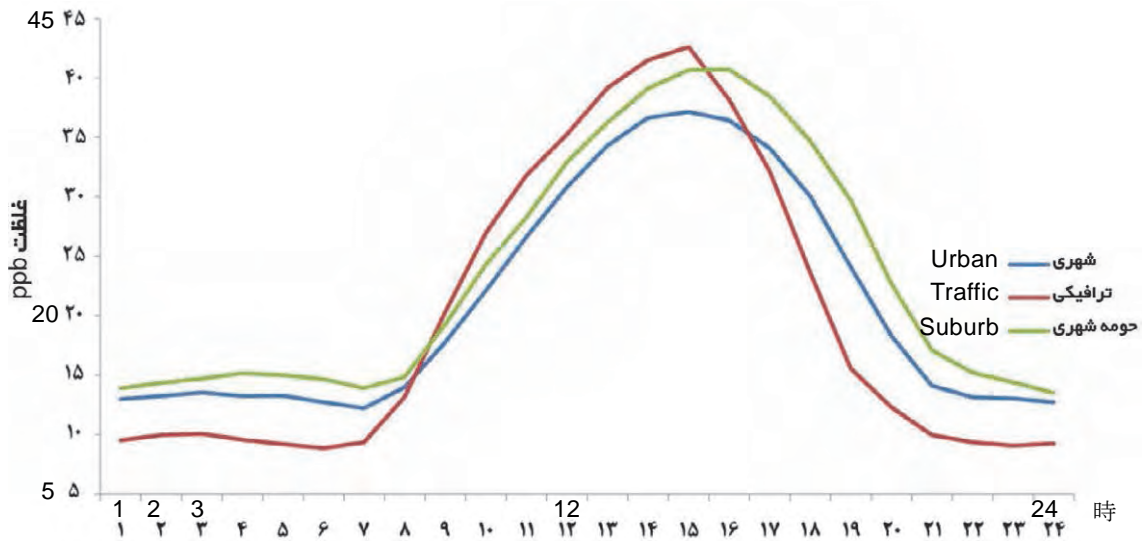
図3-23に示すとおり、年平均濃度は、2008年度が最高の約35ppbであるが、2009年度から2013年度までは20~25ppbの範囲で変動しており、増減傾向は判断できない。

図3-24に示すとおり、全市平均値が8時間平均値あるいは1時間平均値の大気環境基準のいずれかを超過した日数は、2008年度から2010年度にかけての年間8~17日を除き、0日が継続している。

表 3-8 O<sub>3</sub> の 1 時間及び 8 時間環境基準超過状況 (測定局別)

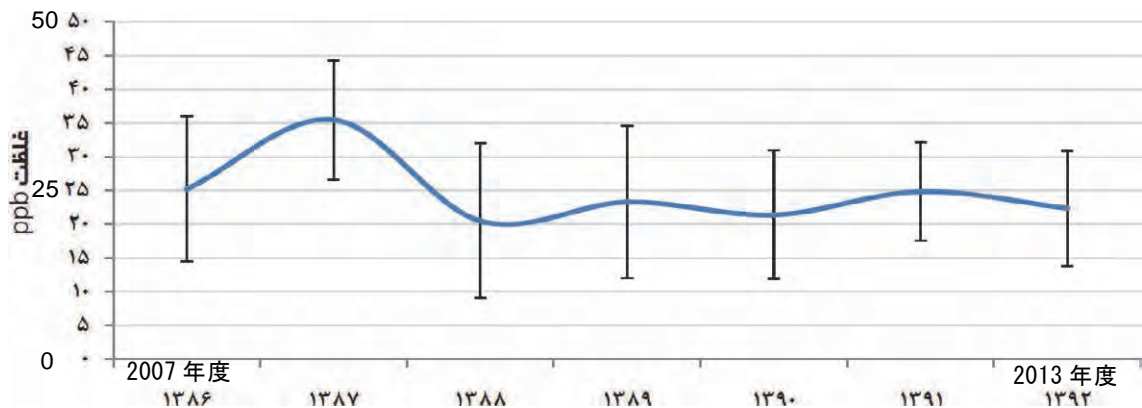
ID	測定局	1 時間平均値の最高値 (ppb)	8 時間平均濃度が環境基準を超えた日数	ID	測定局	1 時間平均値の最高値 (ppb)	8 時間平均濃度が環境基準を超えた日数
6	Aqdasiyeh	163.2	1	1	Sharif Univ. of Technology	74.9	0
7	Poonak	98	0	14	Setad-e Bohran	99	0
99	Tehransar	146.9	0	11	4 District Municipality	67.4	0
41	Tarbiat Modares Univ.	93.9	0	10	Masoodieh	131.5	0

出典：2013 年度（イラン暦 1392 年）テヘラン市大気汚染白書  
 注：1 時間平均値の大気環境基準は、124 ppb である。



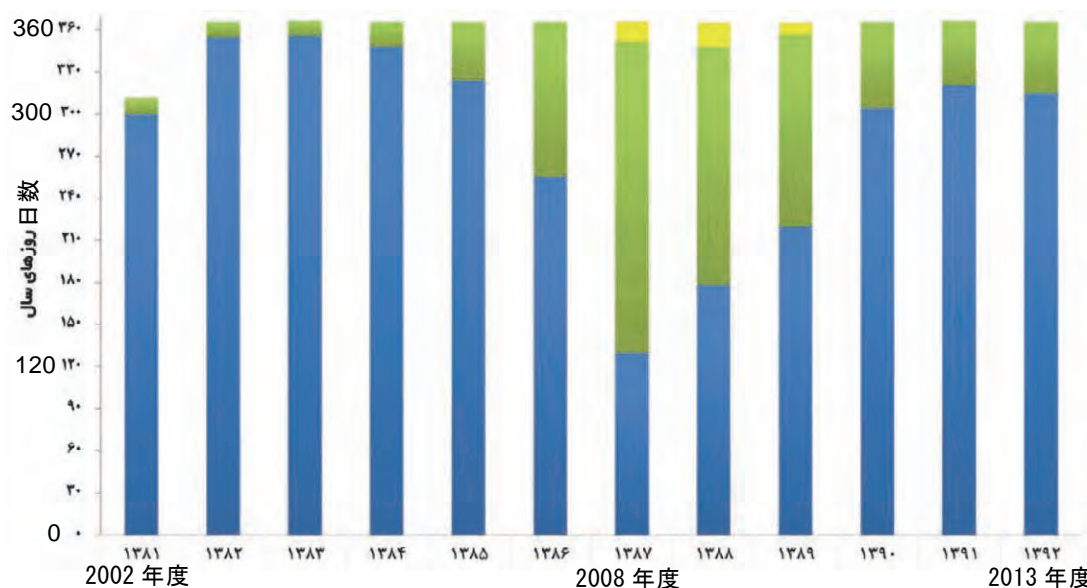
出典：2013 年度（イラン暦 1392 年）テヘラン市大気汚染白書

図 3-22 O<sub>3</sub> 時刻別平均濃度 (測定局分類別)



出典：2013 年度（イラン暦 1392 年）テヘラン市大気汚染白書  
 注：値の範囲を示す細線については説明がない。

図 3-23 O<sub>3</sub> 年平均値の経年変化



出典：2013 年度（イラン暦 1392 年）テヘラン市大気汚染白書  
 注：青色と緑色の合計日数が、全市平均が 2013 年度の O<sub>3</sub> の 8 時間平均環境基準及び 1 時間平均環境基準の両方に適合した日数。その他の色の合計日数が、全市平均が 2013 年度の CO の 8 時間平均環境基準あるいは 1 時間平均環境基準のいずれか超過した日数。

図 3-24 O<sub>3</sub> の平均濃度が 8 時間平均環境基準あるいは 1 時間平均環境基準を超えた日数

### 3-3-9 有効測定時間数

常時監視測定局は 1 年を通じて観測できてこそ大気汚染の評価や大気汚染等に係る警報の発令等が可能となる。そのため有効測定時間数は常時監視測定データを有効に活用できるかどうかの指標となる。

日本の場合、例えば SO<sub>2</sub>、浮遊粒子状物質（SPM）、CO、NO<sub>2</sub> のモニタリング数値は、1 年間の有効測定時間数が 6,000 時間以上の地点を評価すると規定されている<sup>13</sup>。2012 年度の一般大気測定局の場合、6,000 時間未満の測定局は全体の 2% 以下である。

一方、AQCC の測定局の最近 1 年間の測定項目別有効測定時間数を表 3-9 に示す。6,000 時間以上測定できた測定局・項目は全体の半分以下である。

<sup>13</sup> 昭和 53 年 7 月 17 日付環大企第 262 号等

表 3-9 2013 年の測定局項目別有効測定時間数

id	Station	station_en	O3	CO	NO2	SO2	PM10	PM25
1	دانشگاه شریف	Sharif University of Technology	4,592	4,153	1,029	901	6,544	5,054
4	دروس	Daroods	511	4,456	4,377	778	355	5,698
5	پیروزی	Piroozi	3,468	3,893	517	766	537	-
6	آقداسیه	Aqdasiyeh	1,999	5,882	6,530	3,309	6,732	6,208
7	پونک	Poonak	4,725	7,037	5,287	4,638	6,247	6,525
8	شهرداری منطقه 2	District Municipality 2	2,467	4,853	1,794	2,743	4,375	2,367
9	گلبرگ	Golbarg	3,141	6,786	7,503	2,072	6,679	5,544
10	مسعودیه	Masoodieh	5,691	7,918	5,491	286	3,934	4,758
11	شهرداری منطقه 4	District Municipality 4	6,257	8,125	8,240	2,241	6,884	5,803
12	شهر ری	Shahr-e-Rey	3,427	6,717	4,600	273	3,891	5,101
13	پارک روز	Rose Park	4,471	6,937	6,006	4,254	7,224	6,778
14	سایت مدیریت بحران	Disaster Management Base	4,988	7,580	4,408	1,324	6,888	7,093
15	شهرداری منطقه 16	District Municipality 16	4,208	6,438	7,325	6,100	6,692	4,698
16	شهرداری منطقه 10	District Municipality 10	3,722	6,942	4,419	6,648	4,901	3,610
17	شهرداری منطقه 11	District Municipality 11	1,525	5,946	2,635	2,823	3,090	3,756
18	شهرداری منطقه 19	District Municipality 19	4,709	7,166	2,937	2,670	7,092	5,451
20	فath	Fath	2,666	1,499	4,672	1	7,167	11
21	محلاتی	Mahallati	1,189	1,855	4,515	1,306	4,414	-
22	شادآباد	Shadabad	4,124	605	3,537	2,417	6,017	4,705
41	تربیت مدرس	Tarbiat Modares University	4,109	2,749	460	1,353	7,069	5,089
AQCC								
測定局数			20	20	20	20	20	20
6000時間未満測定局数			19	10	15	18	8	16
6000時間未満測定局割合			95%	50%	75%	90%	40%	80%
参考値：日本			2012年度の一般局の同割合	1%	1%	2%	1%	

※ 対象期間 1392年11月1日～1393年10月30日(西暦2013年1月21日～2014年1月20日)

※ 公開データは確定値と推定しているが、未確認である。

※ 色塗りセルは、1年間(= 8,760時間)で測定時間数が6,000時間未満の測定地点・項目。

※ 英訳地名は、Google Mapsを用いて前田が検索した仮訳である。

出典：AQCCがウェブサイトにて公開している1時間平均値を用いて、調査団が集計した。

### 3-4 常時監視測定項目以外の状況

#### 3-4-1 AQCCによるモニタリング概況

##### (1) Passive Sampler を用いた常時監視測定局の空間補間

AQCCは、常時監視測定局での濃度分布を空間的に補間する形で分布状況を調べるため、Passive Samplerを用いた環境大気中のNO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、BTEX(ベンゼン・トルエン・エチルベンゼン・キシレン)の測定を計画している。

##### (2) PMの発生源寄与評価調査試行状況

AQCCのPMの発生源寄与評価調査試行担当者からの聞き取り調査によれば、PMの発生源寄与評価調査の試行状況は以下のとおりである。

1. 優先的な取組が必要な汚染物質はPM10とPM2.5であり、特にPM2.5が重要である。
2. イラク、シリアからの越境汚染が課題である<sup>14</sup>。
3. 粒子のみならず、その成分それぞれの危険性、放射性も課題である。
4. 発生源寄与評価の試行を開始した。

第1期は、2013年12月31日から2014年12月31日に、シャリフ工科大学内のAQCCの常時監視測定局屋上にて2台のサンプラーを稼働させ、6日間サイクルの石英フィルター試料とテフロンフィルター試料を360日分取得した。炭素(C)、有機炭素(OC)、チタン(Ti)、コバルト(Co)、アニオン、カチオン、その他重金属の成分分析とそのデータの分析を米国ウィスコンシン大のジェミシャワー教授に依頼した。2015年4月に結果が得ら

<sup>14</sup> 砂塵嵐は粒径の大きいものが主体のことが多いため、テヘランのPM2.5への影響については確認が必要である。

れる予定であったが、延期されており、現在は 2015 年 6 月に結果が得られる予定である。

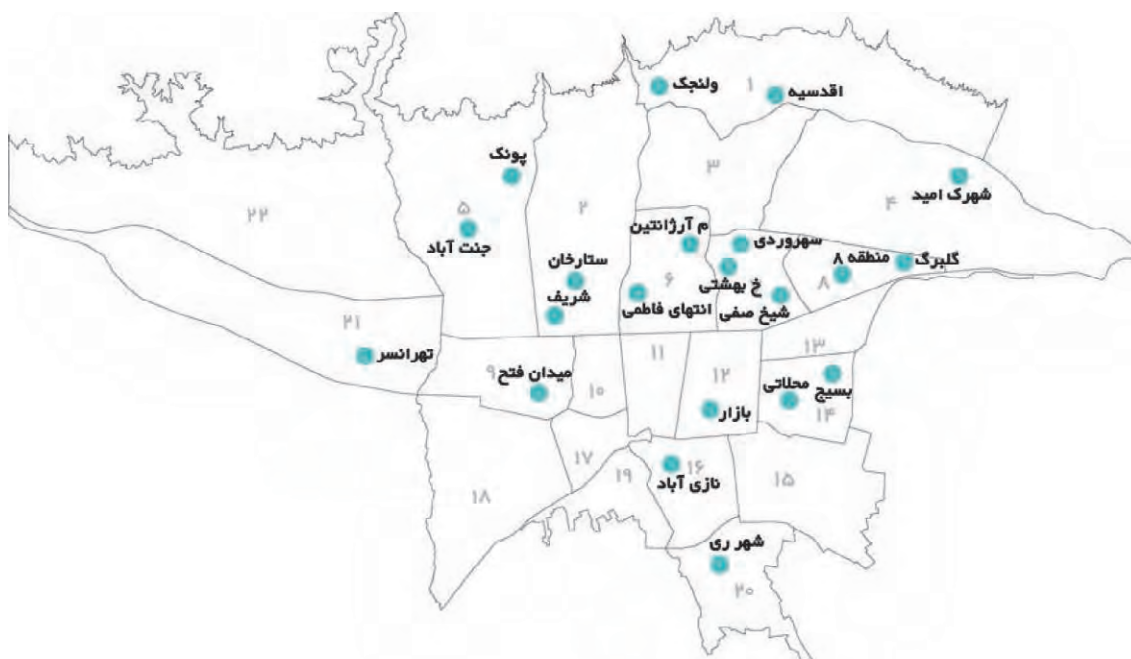
PM2.5 中の炭素のうち約半分が OC であった。その主要因や季節変動についてはまだ確認できていない。

第 2 期は、2014 年 12 月 31 日から開始した。シャリフ工科大学での石英フィルターとテフロンフィルターに加えて、Tehran Sar、Shahiar、Mahallati の 3 地点にて石英フィルター試料を採取している。

### (3) その他の AQCC による取り組み対象物質

AQCC の「有害物質 (Hazardous Substances)」担当者からの聞き取り調査によれば、AQCC が有害物質として所掌している物質とそれぞれの課題は以下のとおりである。

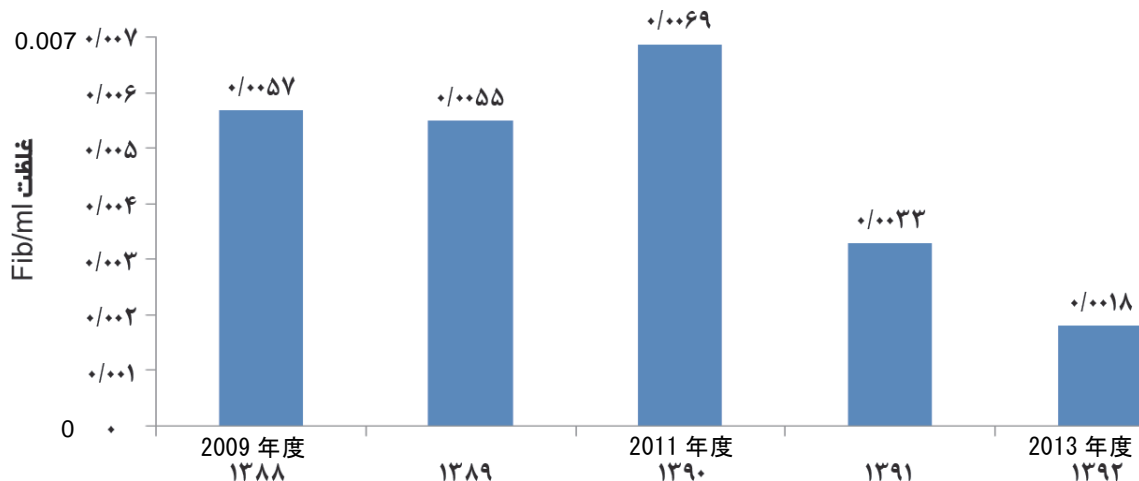
1. 大気中の重金属に関しては、鉛 (Pb) など数種類について数年前に分析したことがある。
2. 大気中のアスベストは 6 年間測定してきた。2013 年度の場合、図 3-25 に示す 21 地点において、計 54 試料を採取・分析した。図 3-26 に示すとおり、2011 年度までは微増傾向であったが、それ以降 2013 年度まで、毎年半減してきた。テヘラン医科大学の Dr. Kakui がイラン国内におけるアスベスト研究の権威であったが数年前に死去し、現在は Soumae 氏が担当している。測定値のトレーサビリティが課題である。
3. PAH は新規に測定を開始したい。測定を開始できていないのは、消耗品の購入に難があるためである。
4. 屋内ラドンについても調査を実施している。放射性物質であるが故に、国外へ送付して分析することができない。米国には数百ドル程度の装置があると聞いており、イランでも取り組み可能と考えている。



出典：2013 年度（イラン暦 1392 年）テヘラン市大気汚染白書

図 3-25 アスベストの試料採取地点分布図（2013 年度）





出典：2013年度（イラン暦 1392年）テヘラン市大気汚染白書

図 3-26 アスベストの平均値の経年変化

5. AQCC の自動測定局には VOC 分析機も何台か導入されているが、正確な校正ガスの確保が課題である。

#### 3-4-2 鉛 (Pb)

AQCC からの聞き取りによれば、ガソリンの無鉛化が 2002 年に完了したにもかかわらず、大気環境中の Pb は多く依然として問題視されているため、現状を把握したうえで必要に応じ対策を検討する必要があるとのことである。

#### 3-4-3 ベンゼン、VOC

AQCC の大気環境モニタリングを担当する維持管理運営課の課長によれば、ガソリン中のベンゼン濃度はガソリンの EURO-IV 基準に適合しているにもかかわらず、環境大気中のベンゼン濃度は環境基準を超過しているとのことである。

AQCC はベンゼン単独ではなく VOC の定性・定量分析の実施を希望している。また AQCC の有害物質担当者によれば、一つの試料を複数のラボで測定した際に、あるラボは検出下限である 5 ppb 以下、別のラボは 500 ppb 以上と回答したことがあった。そのため、測定の信頼性を評価するためのキャパシティが必要と考えている。

#### 3-4-4 ベンゾ[a]ピレン (BaP)、PAH

これら物質のモニタリングは大学研究レベルでのみ実施されており、公的機関による定期的モニタリングは実施されていない。AQCC は BaP 単独ではなく幅広い PAH を含む分析を希望している。

### 3-5 大気汚染状況に関する要確認事項

#### 3-5-1 常時監視測定局の VOC 測定機材

AQCC は VOC 等のモニタリングを強化したいと発言しているが、AQCC には Environment S.A. 社製 VOC 自動測定機材 VOC 71M のマニュアルが 6 冊保管されていることから、6 台以上の機材を保有していたと推定される。また、イラン暦 1390 年テヘラン市大気汚染白書ではベンゼ

ン等を測定可能な測定局が 14 局あったと報告されているが、今回調査では確認できなかった。VOC 等のモニタリング強化については、これらの機器の保有状況を確認したうえで協議する必要がある。

### 3-5-2 AQCC が実施した発生源寄与評価の試行結果

6 月 2 日の AQCC との協議において、AQCC が PM に対する発生源寄与評価調査を希望していることを再確認した。成果が重複しないようにするためには、AQCC による試行結果を踏まえてプロジェクト内容を検討することが望ましい。本調査後の 6 月 30 日時点で米国ウィシコンシン大学に依頼した PM 試行分析の結果が AQCC に届いていないことから、次回現地協議にて、同試行結果について再確認が必要である。

### 3-5-3 アスベストのモニタリングの必要性

アスベストの測定については、ブレーキシューに含まれるアスベスト量の並行分析委託の分析結果が大きく異なる、大気環境中のアスベスト濃度について Dr. Kakui 以外の測定の信頼性が確認できていないなど、ヒアリング相手によって認識している課題が異なり、具体的な課題が整理できなかった。協力内容の検討には、AQCC が考える課題とその根拠の確認が必要である。

## 3-6 大気汚染状況に基づく協力内容への提案

### 3-6-1 大気環境測定分野

有効測定時間数が少ないことについて、AQCC は定期交換部品や標準ガスの購入が困難であることを理由に挙げている。維持管理の点では、経済制裁の影響以外にも予備パーツの有無など何らかの問題を抱えていると考えられる。原因を確認し対策を講じることで、有効測定時間数を増やす必要がある。

また、PM<sub>2.5</sub> の常時監視測定が正しく測定できているかを、公定法である秤量法による測定と、常時監視測定機材による測定を並行実施し比較することにより確認する必要がある。

### 3-6-2 大気汚染管理能力分野

#### (1) ガソリン車対策

図 3-19 に示すとおり、他の物質と比較すると CO は朝と夕方の自動車交通が激しい時間帯に高濃度となり、それ以外の時間帯との差が大きい。また、Urban 測定局は Suburb 測定局と比較してどの時刻も濃度が高く、Urban 測定局と Traffic 測定局とは時間帯によって高濃度となる測定局が異なる。主たる汚染源は、Traffic 測定局と Urban 測定局の双方の近傍で朝夕の排出量増加が極端、かつ、CO 排出量が多い汚染源と想定される。そのためガソリン車を主体とした調査と対策検討が適切と考えられる。

ただし後述のとおり、ガソリン車に対する対策を継続的に実施してきたのと前後して、CO の濃度も順次低減してきており、2011 年度以降は全市平均値が環境基準を超過した日がない。年間のほぼ半数の日数で大気環境基準を超過していた 2003 年度までと異なり、問題を解決するキャパシティを有していると考えられる。

## (2) ディーゼル車対策

PM10 と NO<sub>2</sub> と SO<sub>2</sub> は、図 3-4 などに示すとおり、Urban 測定局及び Suburb 測定局に比べると Traffic 測定局において高濃度になっているため、移動発生源が主要因の一つであると考えられる。一般に PM はガソリン車と比較してディーゼル車からの排出量が多いこと、CO と濃度変化の様子が異なること、ガソリン車に対する対策ではあまり効果がなかったことなどから、ディーゼル車を主体とした調査と対策検討が必要と考えられる。

## (3) 汚染源の特定

PM2.5 は、図 3-8 に示すとおり、Suburb 測定局の方が高濃度の時間が長く、また日中より夜間の方が高濃度となっている。上記の物質とは異なり直接の原因が想定できない。発生源寄与評価調査等により、その主たる汚染源を推定する必要があると考えられる。

テヘラン医科大学の研究論文<sup>15</sup>では、SO<sub>x</sub> 及び NO<sub>x</sub> に由来する二次生成物質を PM の主要汚染源の一つとして結論づけている。このため PM の汚染構造の解明にはこれら物質のデータも重要である。

発生源寄与評価については、主たる汚染源である自動車について、都市内の長大トンネルでの試料採取によりプロファイルデータを取得することが可能であることから、自動車の寄与については化学質量収支 (CMB) 法が可能である。ただし工場は、代表性のあるプロファイルデータの取得が困難であることから、当面は国際的なデータを用いる必要があると考えられる。AQCC の大気環境モニタリングを担当する維持管理運営課の課長は、2013 年度に JICA 関西国際センターが実施した課題別研修において、大阪府立大学溝畑朗名誉教授による PM に関する講義を受講しており、支援を希望している。

## (4) 常時監視測定局のデータ活用 (統計解析を含む) とそのための測定時間の強化

テヘラン市大気汚染白書では、環境基準超過状況の報告に加えて、時刻別変動・季節変動・Urban 測定局と Suburb 測定局と Traffic 測定局の比較等が行われている。後述する排出インベントリ・大気汚染シミュレーションモデル等に加えて、常時監視測定局データを活用することによりより効果的に対策を選定・実施することが可能となるため、常時監視測定局データの統計解析は重要である。また統計解析のためには、サンプル数の強化が必要であるが、3-3-9 項に述べたとおり、有効測定時間数が少ない測定局が多い。安定的にモニタリングをし続けることが重要である。

---

<sup>15</sup> Indoor/outdoor relationships of PM10, PM2.5, and PM1 mass concentrations and their water-soluble ions in a retirement home and a school dormitory, Mohammad Sadegh Hassanvand, et al., Atmospheric Environment 82 (2014), 375-382

## 第4章 排出インベントリと大気汚染シミュレーションモデル

### 4-1 AQCCによる排出インベントリの策定（2014年度～2015年度）

#### 4-1-1 排出インベントリの策定状況

AQCCの担当課長によれば、Gharib テヘラン市長がAQCCを排出インベントリの担当機関に指定しているとのことであり、2014～2015年にかけて排出インベントリが作成されている。その概要を表4-1に示す。

一方、DOE-TPDをC/Pとした「大テヘラン圏大気汚染管理強化及び改善調査」では、マネジメントアクションプラン(MAP)の第二の優先課題として排出インベントリの整備を選定し、パイロットプロジェクトとして試行した。その結果として、①情報収集が困難であること、②インベントリ整備に関わるスタッフの能力が十分でないこと、③移動発生源の担当機関が不明確であること、④移動発生源のインベントリ整備についてDOE-TPDの役割が不明確であること、などの問題点を明らかにしていた。

DOE-TPDが主体となって実施する代わりにAQCCが実施したという点では当時の想定とは異なるものの、上述のとおり移動発生源を中心とする排出インベントリがいったん整備されたといえる。

表4-1 2014年度から2015年度にかけてAQCCが策定した排出インベントリ

対象とする大気汚染物質	CO、VOC、NO <sub>x</sub> 、SO <sub>x</sub> 、PM
汚染源	計算手法
自動車	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 交通量は、テヘラン包括的運輸交通調査(Tehran Comprehensive Traffic and Transportation Studies : TCTTS)が交通需要推計ソフトEMME2モデルを用いて配分した乗用車換算台数(Passenger Car Units : PCU)データ(17,442リンク、午前7時台のみ)に対し、400地点のコードンラインデータを用いて、24時間の時刻別交通量を推計している。</li> <li>➤ 排出係数は、約4百万台の自動車登録、6～7年前にテヘラン市内の大学が調査した運転パターン等のデータを国際自動車排ガスモデル(International Emission Standard : IVE)に入力して計算した。</li> </ul>
空港	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 活動量は、機種別離発着回数統計を用いた。</li> <li>➤ 排出係数は国際文献に基づく。</li> </ul>
鉄道駅	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 活動量は、機関車種類別離発着回数統計を用いた。</li> <li>➤ 排出係数は、国際文献に基づく。</li> </ul>
バスターミナル	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 活動量は、GPSデータを用いた各バスの停車時間を用いた。</li> <li>➤ 排出係数は、前出のIVEモデルのアイドリング時排出係数に基づく。</li> </ul>
ガソリンスタンド	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 活動量は、スタンド別販売量統計を用いた。</li> <li>➤ 排出係数は、米国環境保護庁(USEPA)の排出係数のデータベースAP-42に基づく。</li> </ul>

工 業	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 個別データが DOE から得られた発電所 3 カ所<sup>16</sup>、製油所 1 カ所、その他企業（6 カ所未満）については、個別情報を使用した。</li> <li>➤ その他企業については、天然ガスの販売量統計を、土地区画ごとの GIS データをマハレ別に集計した指標を用いて配分した値を活動量とした。排出係数は、USEPA の AP-42 を使用した。</li> </ul>
住居及び商業	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 活動量は、マハレ別（あるいは天然ガスの供給ブロック別）販売量を使用した。</li> <li>➤ 排出係数は、天然ガス燃焼機器試験を約 50 回実施し、その排出ガス測定データ及び外国の排出係数を使用した。</li> </ul>

出典：AQCC のインベントリ業務担当者に対するヒアリングに基づき調査団が整理。

#### 4-1-2 AQCC が認識している排出インベントリの課題

AQCC は、以下の 3 点を排出インベントリの新たな課題と考えている。

##### (1) 自動車の排出係数

自動車の排出量が大气汚染に大きな影響を与えているが、テヘランの排出ガス測定に基づいた排出係数がなく、国際的な IVE モデルを用いているため、現地の実態を反映できていない可能性がある。テヘランの自動車排出ガス測定に基づいて IVE モデルのテヘラン市における適合性を評価し、その結果によっては、排出係数を調整したり新規に開発することも重要である。排出ガス測定に基づき排出数を作成するには、さまざまな運転条件下にて排出ガス量とその中に含まれる汚染物質の濃度を測定しなければならない。ガソリン車については、シャリフ工科大学と共同で GlobalMRV 社製車載計を用いた測定プロジェクトを開始した。汚染物質濃度の測定が可能になったものの、この車載計が現地の主な車両に対応していないため、排出係数を求めるのに必要な排出ガス量の測定ができていない。よって排出ガスの流量を何らかの方法で測定する必要がある。ディーゼル車については、排出係数を作成するための排出ガス測定に適した機材が必要である。

##### (2) 自動車以外の汚染源の排出量に対する寄与

自動車以外の排出量計算に使用したデータの信頼性は低い。AQCC は信頼性向上のための方策として、排出ガス測定に基づく排出係数の計算、工場訪問調査或いは新しい土地利用データの使用などを想定しており、固定発生源への立入権限を有する DOE の協力が必要と考えている。

##### (3) 古いデータ

GIS データの多くは、JICA の開発調査「大テヘラン圏地震マイクロゾーニング計画調査 (The Study on Seismic Microzoning of the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran)」(JICA、2000) が作成・配布した GIS データと、Landuse Manager (Tehran GIS Center、2002) の土地利用データを主に使用している。AQCC は、新しいデータに差し替えて計算する必要があると考えている。

<sup>16</sup> 発電所はテヘラン市 1～22 区には存在しないという情報もあり、確認が必要である。

#### 4-1-3 排出インベントリの課題に係る考察

日本の経験、テヘラン市街地の視察、及び AQCC が計算した排出インベントリの聞き取り調査を踏まえると、以下が課題と考えられる。

- (1) IVE モデルとテヘラン市の実態との乖離があるとすれば、テヘラン市からの排出量の計算に大きく影響する。テヘラン市の自動車排出ガスを測定し、IVE モデルを用いた排出係数を評価することが必要である。評価により乖離が大きいとの結論がでた場合、補正方法の検討、あるいは、自動車排出ガス測定を数多く実施し独自の排出係数モデルを開発することが必要である。
- (2) 調査団員がテヘラン市内を観察した範囲では、各建物にある天然ガスの調圧器はガス漏れが甚だしい。また、ガソリンスタンドは石油臭が非常に強い。これらは市全域に分布し発生源数も多い。表 4-1 で計算される VOC の排出インベントリは、USEPA の排出係数を使用していることから、実態との差が大きいと予想される。
- (3) 発電所・製油所・セメント工場といった大規模固定発生源の施設数は少なく、その他企業は天然ガス化が進められたため、固定発生源からの合計排出量は少ないと想定される。しかし上記インベントリが定量的に正しいかどうかは不明である。訪問調査等のパイロット調査を実施したうえで、本格調査を計画する必要があると考えられる。
- (4) 行政、人口、事業場等の基本的な GIS データは、前項で説明したとおり、13 年から 15 年以上前のデータを使用しており、新しいデータを用いるべきである。ただし、2006 年の人口国勢調査が 2012 年時点でまだ地図と関連づけできていなかったなど、GIS データの更新には時間を要する。入力データの更新は、イラン側のデータソースに依存する。
- (5) テヘラン市 22 区の周囲にはカラジ市等が存在するが、データの整備が遅れており、テヘラン市と同じ水準ですぐにインベントリを構築できる状況にはない。汚染構造の把握は、長期的視野に立ち、段階的に実施する必要がある。

#### 4-2 DOE-TPD による排出インベントリ計画 (2015 年度)

DOE-TPD は 2015 年に排出インベントリを新たに策定する計画を作成した。ペルシャ語原文では 38 ページの文書であり、以下の項目をカバーしている。

1. Introduction
2. Management of an Emission Inventory Project
  - i. Inventory Design
  - ii. Data Collection
  - iii. Obtaining Emission Data
  - iv. Calculating Emission
  - v. Assessing the uncertainty

vi.	Quality Assurance
vii.	Back Casting for Previous Emission Inventories
viii.	Presenting Data
ix.	Applying to Air Quality Mangement
3.	Part Two: Main Sections of Emission Inventory
i.	Energy
ii.	Industrial Processes
iii.	Agriculture
iv.	Waste
v.	Other sources
vi.	Natural Sources
4.	Project include
i.	Identification of Sources
ii.	Developing an Emission Factor Booklet
iii.	Creating Software Packages for Data Input and Calculation of National, Regional and Local Emission Estimates
iv.	Air Pollutant Emissions Modeling Software

上記計画は、JICA のテヘランの大気汚染を対象とした開発調査<sup>17</sup>、JICA の課題別研修<sup>18</sup>、諸外国の一般的な排出インベントリマニュアル等に準じた十分な計画となっている。ただし DOE-TPD は、JICA 「大テヘラン圏大気汚染管理強化及び改善調査」において、MAP の一つであった排出インベントリの整備を試行しており、そのとき、上記 4-1 節に示すような問題点がまとめられたが、今回の計画では問題点に対する解決策は明示されていないように見受けられる。

大テヘラン圏大気汚染管理強化及び改善調査において整理された問題点	DOE-TPD の排出インベントリ計画での記述
情報収集が困難である。	収集すべき情報は明示されているが、情報収集における困難と対策についての記述は少ない。
インベントリ整備に関わるスタッフの能力が十分でない。	インベントリ計画に携わるスタッフの確保あるいは育成に関する記述は少ない。
移動発生源の担当機関が不明確である。	担当機関に関する記述は少ない。
移動発生源のインベントリ整備について DOE-TPD 研究所の役割が不明確である。	

#### 4-3 大気汚染シミュレーションモデル

AQCC は、翌日の大気汚染予報を発令することを目的として、Photochemical 及び Meteorological モデルを含む気象予測モデル WRF-CAMx の利用研究を進めている。5~7 カ月以内を目標として、

<sup>17</sup> 「大テヘラン圏大気汚染総合対策計画調査及び大テヘラン圏大気汚染管理強化及び改善調査」

<sup>18</sup> 「都市における自動車公害対策研修及び大気環境管理キャパシティビルディング研修」

毎日自動で計算し、その結果に対する評価を継続した結果に応じて公開するか、更なる改善を進めるかを検討する予定である。

日本では拡散モデルを対策案の比較選定に利用しており、本調査団が AQCC にその旨を説明したところ、強い関心が寄せられた。



## 第5章 大気汚染対策の立案・評価・検討・実施の状況

### 5-1 大気汚染対策の実施状況

質問票が未回収のため、全体を網羅した情報は得られなかった。ヒアリングに基づいて報告する。各情報の出典は文末の括弧内に記載する。移動発生源対策の状況が主であり、固定発生源対策はテヘラン市が担当している中小企業郊外移転事業の情報以外は十分に得られなかった。

#### 5-1-1 大気汚染物質の排出量が多い型式に対する改造・廃棄促進

使用過程車の改造・修理は、2005年の大テヘラン圏大気汚染管理強化及び改善調査のMAPにおいて、重要施策項目10グループの1つとされた。大型ディーゼルバスの燃料を圧縮天然ガス（CNG）に転換する事業、キャブレター交換事業、触媒取付事業、車両廃棄促進制度化・補助金導入等が提案されていた。

大型ディーゼルバスのCNGへの転換が進められた。その結果、現在は、市内公共交通に使用されている6,437台の大型バスのうち、私企業が運用している4,211台のほぼすべてがCNGバスとなった。近年は排出ガスがクリーンなディーゼル車を調達できるようになったため、CNGへの転換は行っていない（Tehran Public Buses Companyからの聞き取り）。

タクシーの液化石油ガス（LPG）化、触媒追加設置などのプロジェクトも実施された（2013年度課題別研修員のCountry Report）。

大気汚染物質の排出量が多いペイカン<sup>19</sup>の製造が中止され、キャブレター交換プロジェクト等が実施された。また、市内で登録されているタクシー8万8,000台のうち近年でも約5万台がペイカンであり、1年間で3,000台を更新させるプロジェクトが継続している（AQCC）。



図5-1 ペイカン（左）、CNGバス（右）（Hotel Tehran Grand I前にて撮影）

#### 5-1-2 自動車排出ガス規制

軽自動車（LDV）<sup>20</sup>、大型車（HDV）<sup>21</sup>、二輪車に対しては、EU各国が1995年から1999年にかけて採用したEURO-II基準を2010年度から適用した。ガソリン自動車に対してはさらに、

<sup>19</sup> Wikipediaによれば、1967年型に製造を開始し、2005年に製造を中止した車種である。環境への悪影響を理由に政府が製造を中止させたと書かれている。

<sup>20</sup> Light Duty Vehicle。バン、小型トラック等を指す。米国の定義は、車両総重量（GVW）が3.855 t以下の業務用車両となっている。

<sup>21</sup> Heavy Duty Vehicle。大型バス、大型トラック等を指す。

EU 各国が 2005 年から 2006 年にかけて採用した EURO-IV 基準を、2015 年度から適用した (AQCC)。また、市内公共交通に使用されている大型バス 6,437 台のうち 2,227 台は公営会社が運用しているが、そのなかの接続バスについてはほぼ EURO-III 規制に適合している車両を採用しており、今後の調達も EURO-IV 規制に適合した車両とする予定である (Tehran Public Buses Company)。

先進国と比較して排出ガス規制が遅れている理由については、AQCC は以下が課題であると述べた。

1. 高度な規制を導入するには、硫黄分が非常に少ない燃料しか流通させないような対策が必要であるが、実際には硫黄分が多い燃料が流通していた<sup>22</sup>。現在はその解決が図られているが、その現況は不明である。
2. イラン・イラク戦争による経済的疲弊、及び経済制裁により、イラン国内の自動車製造業にとって、国外の先進的な企業との技術交流に制約がある。



図 5-2 EURO-II と書かれた市バス(左)、EURO-III 適合と考えられる接続バス(右)  
(Vanak 広場バスターミナルにて撮影)

### 5-1-3 ディーゼル微粒子除去フィルター (DPF)

ディーゼル微粒子除去フィルター (Diesel Particulate Filter : DPF) は、ディーゼル車から排出される粒子状物質を除去するためにディーゼル車の排気管に設置するフィルターである。

2005 年の JICA 「大テヘラン圏大気汚染管理強化及び改善調査」における重要施策項目 10 グループの 1 つである使用過程車の改造・修理には、後付機器の認証制度の確立という項目があった。AQCC は、DPF による使用過程車の排出量削減を目的として、2013 年度から DPF の認証制度に着手した。市バスの運用会社のメンテナンスが期待できないことから半自動的にクリーニングされる製品であること、欧州の DPF 製造業団体のワーキンググループが運用している Verification of Emission Reduction Technologies (VERT) 認証を得ていることの 2 条件を仕様として、2013 年秋に国際公募を実施した。

AQCC の担当課長は、同時期に JICA 関西国際センターが担当した「都市における自動車公害対策」研修において、後付機器の認証制度として DPF について強い関心を示し、DPF 専門メーカーである株式会社コモテックの講義が特別に追加され、アクションプランとして、DPF 設置による粒子状物質の排出削減計画が作成・発表された。AQCC によれば、現在は、多くの機

<sup>22</sup> Gasoline & Diesel Quality Impacts on Light & Heavy Duty Vehicles's Pollutants Emissions, AQCC, 2013

種が合格し、設置が始まっている。

#### 5-1-4 ガソリン車及びディーゼル車の燃料対策

有鉛ガソリンとは、オクタン価を上げてノッキングを防ぐために四アルキル鉛を添加したガソリンである。ただし鉛（Pb）はガソリン車の排出ガス処理装置に含まれる触媒の働きを阻害し、排出ガス処理装置の能力低下を招く。それを防ぐため、2002年にガソリンの無鉛化が実施された。またベンゼンもオクタン価を上げるために添加されていたが、ベンゼン濃度規制値は2.5%から1.0%に引き下げられた。

大型バスには軽油を使用する車両が使われていたが、大気汚染物質の排出が少ないディーゼルエンジンの導入が遅れたため、前出のとおり2007年までは硫黄が少ないCNGへの転換を推進していた。ただしCNGエンジンはNO<sub>x</sub>排出量大、CO<sub>2</sub>排出量大、CNGの漏れが問題になったため、近年は汚染物質排出量が少ないディーゼルエンジンを導入しており、そのために必要な低硫黄軽油のテヘランへの優先供給対策が中心となっている。

また、AQCCは2013年にはLDV及びHDVからの大気汚染物質排出に対するガソリン及び軽油品質の影響に関する調査研究報告書を作成し、更なる燃料品質規制を行うための政策導入を働きかけている。

#### 5-1-5 公共交通機関の整備

テヘラン市は、自動車交通量削減による大気汚染物質の排出量削減と、移動時間の短縮による都市発展を目的として、公共交通機関への誘導を図っている。

地下鉄の建設は1971年に検討が開始され、1974年には7路線が計画された。1976年に建設を開始したが、イラン・イラク戦争により建設が中断された。最初の開業路線は郊外区間の1999年であり、地下区間が開業したのは2000年である。近年は毎年15 km程度精力的に延伸を続けている。現在のメトロの交通（トリップ数）シェア12%を2025年には25%に向上させる計画である（Tehran Metroでの聞き取り結果による）。

また、1992年にトロリーバスによるBRT路線が開業したが、2008年からBRT路線を積極的に延伸した（Tehran Public Bus Companyからの聞き取り結果による）。

TTCCは、自動車交通量削減による大気汚染対策効果が定量的に把握されていないため、把握できるようになる必要があると発言した。一方AQCCは、2015年度には排出インベントリの計算ができるようになったため、大気汚染対策効果も計算できるようになったと発言した。



図 5-3 左：テヘラン地下鉄路線図（一部未開通区間を含む、テヘランメトロウェブサイトより引用）。右：地下鉄車両（調査団撮影）

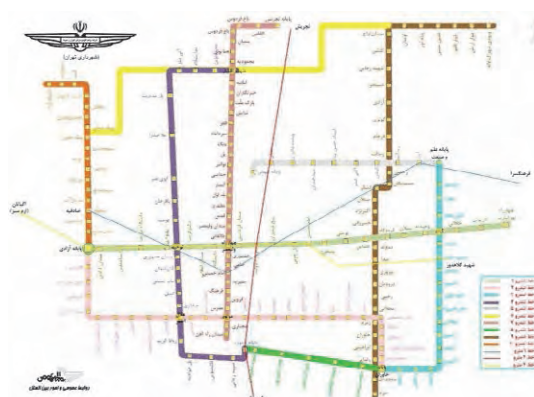


図 5-4 左：テヘラン BRT 路線図（United Bus Company of Tehran 社ウェブサイトより引用）。右：夕方ラッシュ時の BRT（調査団撮影）

#### 5-1-6 都心部自動車乗入規制

テヘラン市では、渋滞削減及び公共交通機関利用促進というモーダルシフトを通じた自動車交通量削減による大気汚染物質の排出削減を目的として、バスやタクシー以外ではチケットを購入した車両しか進入できない **Original Traffic Zone** と、ナンバープレートの奇数と偶数によって乗り入れできる曜日が指定されている **Even-odd traffic zone** が設定されている（AQCC）。渋滞は軽減されたが、意図していなかった結果として乗り入れ規制対象にならない二輪車が増え、大気汚染対策としては期待どおりの効果が得られていない可能性が高いという問題が発生している（TTCC）。

さらに、2015 年 9 月実施を目標とし、一定の環境性能をもった車両以外を進入禁止とする **Low Emission Zone** の準備を進めている（TTCC）。



図 5-5 左：乗り入れ規制範囲図（2013 年度課題別研修員の Country Report より引用）。右：内側制限地域の規制標識（調査団撮影）

### 5-1-7 電気バイク

バイク 100 台についてシャーシダイナモ試験を実施した結果、バイク 1 台当たり一般的な自動車の 8 倍の CO を排出していることが判明した。その結果に基づき、バザール周辺等の中心市街をガソリンバイク禁止区域に指定し、電気バイクの導入を促進する計画を立てられた。また、3 kW の電気バイクの価格競争力がなく、ガソリンバイクと電気バイクの価格差が対策推進の障害となっていることから、国による補助金や価格政策等が必要であるとの見解が示されており（TTCC の Jarari 博士）、市長による電気バイクへの補助金等が検討されている（AQCC）。ただし市と国の双方で補助金が検討されているのか、あるいは何らかの調整が実施されているのかについては確認できなかった。



図 5-6 バイクの利用状況（Imam Khomeini 広場周辺）（調査団撮影）

### 5-1-8 中小企業郊外移転事業

テヘラン市の ORSUITO は、中小企業管理を担当している。商店と食堂を含む 40 万事業所の登録データを保有し、査察する権利をもち、区の担当機関と共同で MSDS<sup>23</sup>に関する指示等も担当している。大気汚染、騒音、交通渋滞等の対策を目的として、約 4,000 の事業所を、テヘラン市の南東方にある Khavaran Industrial State<sup>24</sup>へ移転させた。

<sup>23</sup> Material Safety Data Sheet. 化学物質安全性データ・シートと和訳されている。

<sup>24</sup> テヘラン市の外環状高速道路である Azadegan 高速の南東端インターチェンジから、東南東方向へ 15 km 程度に開発された工業団地。

## 5-2 取り組むべき課題

主な大気環境基準超過物質に対し、測定、科学的検討、対策提言、対策選定実施というサイクルがある程度実施されている。本調査団は提言のメカニズムを確認していないが、自動車検査、排ガス規制とその実現に必要な燃料対策、走行規制等、他国で発生した大気汚染とそれに対する対策を学び、市及びDOE等に提言し、実現が図られてきたといえる。

一方で各対策をどの程度強化すればよいかという定量的な検討は不足している。限られた情報のなかから優先度を選定する実用的な評価手法が必要である。AQCCもその問題を認識しており、排出インベントリ整備、排出係数の精度向上、PM2.5の成分分析試行といった活動に着手した。しかしPM10、PM2.5及びそれらの前駆物質というAQCCの優先課題に限っても、AQCCが解決できていない以下のような問題がある。

1. 大気環境測定局の欠測が多いため、大気環境濃度の統計的解析には不十分である。異常終了による機材停止は、測定精度にも悪影響が発生する可能性が高い。測定局の維持管理能力向上が必要である。
2. PMの発生源寄与評価用試料は、2013年12月から試料採取を開始し、成分分析を委託した。しかし試料採取地点はまだ少なく、成分分析結果はまだ得られていない。PMを適切な地点で採取し、成分分析を行い、発生源種類の寄与を推定できるようになる必要がある。
3. ガソリンエンジンの使用過程車の排出実態を測定するための機材は、AQCCが購入しシャリフ工科大学に貸与して使用を開始したが、排出ガス流量が測定できていないため、排出係数が計算できない。排出ガス流量を測定し、排出係数を計算できるようになる必要がある。
4. ディーゼルエンジンの使用過程車の排出実態を測定する機材がないため、排出係数が計算できない。ディーゼル車の排ガス測定方法は主に表5-1に示す方法に分類される。テヘランの現状に適した機材を入手し、排出ガスを測定し、排出係数を計算できるようになる必要がある。当面は、車載型排ガス測定装置を用いた道路走行が現実的であると考えられる。

表5-1 ディーゼル車の排ガス測定

稼働環境	排ガス測定装置	特徴
大型車用シャーシダイナモメータ	大型排ガス測定装置	周囲の自動車、天候等に左右されないため、さまざまな車両を完全に同じ条件で測定し比較できる。大型車用シャーシダイナモメータは、ディーゼルエンジン用シャーシダイナモメータや道路走行と比較して、設置・運用コストが格段に大きい。
ディーゼルエンジン用シャーシダイナモメータ	大型排ガス測定装置	周囲の自動車、天候等に左右されないため、さまざまな車両を完全に同じ条件で測定し比較できる。大型車用シャーシダイナモメータと比較して、初期コストと運用コストは小さい。ただし、近年のエンジンは排ガス処理装置や制御システムとの連携が必要であり、エンジンの設置と試験には高度な技術が必要となる。
ディーゼルエンジン用シャーシダイナモメータ	車載型排ガス測定装置	

道路走行	車載型排ガス測定装置	初期コスト、運用コスト、試験に必要な技術の点で優れている。BRT レーンの整備が進捗したことから、テヘランでは周囲の自動車に影響を受けない試験も実施可能である。
------	------------	--

### 5-3 協力案件内容検討における留意点

#### 5-3-1 プロジェクト対象地域

リンク別交通量等、テヘラン市 22 区の範囲とその外では利用可能なデータ量が大きく異なる。将来的には隣接する州のカラジ市等も含めた統一的なインベントリ構築等が求められるが、技術移転の段階ではテヘラン市全 22 区をプロジェクト対象地域とするのがよいと考えられる。

#### 5-3-2 成果（アウトプット）

2015 年 6 月 2 日に、協力案件内容について先方の要望を確認した。各活動の具体的内容・日イの分担等をこれから協議・確認していくことになるが、その際に配慮すべき留意点を表 5-2 に整理した。

表 5-2 協力案件におけるプロジェクトのアウトプット案に対する留意点（担当団員見解）

成果候補	留意点
1. 移動発生源の排出量インベントリ構築	交通量及び旅行速度のモデル化は、テヘラン包括的運輸交通調査（TCTTS）等の協力があれば大気汚染対策ケースも推定可能であることから実用的水準に近い。一方で、排出係数は、テヘランの自動車排出ガス測定に基づく排出係数モデルの確認が必要である。機材の確保、機材操作及び排出係数算定習熟、十分な数の測定に基づく排出係数モデルの構築、という手順について具体的な計画が必要である。
2. 固定発生源の排出量インベントリ構築計画の作成と、試行的排出量インベントリの構築。可能であれば排出測定も行う。	AQCC による排出インベントリの策定は試行的なものにとどまっている。DOE-TPD の計画は具体性に欠ける。AQCC がプロジェクトに期待している内容は、訪問ヒアリング調査と、排出測定であるが、内容によって JICA 専門家に求められる能力が異なり、さらに、排出測定の場合は、対象設備・規模・使用燃料によっても求められる JICA 専門家や機材が異なる。具体的な成果内容について協議・確認を進める必要がある。
3. 大気環境測定局からのデータの改善	プロジェクトで達成すべき品質保証・品質管理（QA/QC）の内容・連邦標準法（FRM）の試料採取目標数について協議・確認を進める必要がある。また、プロジェクトの詳細を計画するためには、現在の主な欠測理由と VOC 計等の故障状況を確認し、補修部品の調達方法の検討が必要となる。日本では一般に高い技術をもった企業が測定局維持管理を請け負っているため、専門家の確保は困難ではないと思われる。

4. 大気環境測定データを支援システムの改善に使用する。	AQCC は、独自に、大気環境測定データを大気汚染警報及び予報の改善に使用を予定している。日本側投入が必要かどうか、必要ならば具体的成果内容について協議・確認を進める必要がある。
5. PM2.5 及び PM10 の発生源寄与評価	試料数、同時試料採取地点数、分析対象成分、分析方法、必要な機材を確保するのか国外で分析するのか、費用負担等、具体的活動内容について協議・確認を詰める必要がある。
6. PM2.5 及び PM10 の汚染構造の解析（発生源の寄与割合、二次生成の割合）	VOCs、NOx、SO <sub>2</sub> 等の前駆物質のモニタリングの再開あるいは強化が必要である。
7. 有害大気汚染物質の試行的モニタリング	対象物質、分析内容、試料数、分析場所（テヘランかイラン国外か）等、具体的活動内容について協議・確認を進める必要がある。VOCs の定性・定量分析についても、試料数と分析場所について同様に協議・確認する必要がある。 キャニスターが利用できるラボの整備の場合は機材供与、キャニスターの国外輸送による分析の場合はキャニスターの輸送について、それぞれ検討が必要である。
8. 汚染物質の地域的広がりを拡散シミュレーションモデルで解析する。	AQCC は翌日の大気汚染予報を目的として WRF-CAMx の利用実証試験を進めているが、大気汚染対策の評価には曝露量の評価、地理的分布解像度等の観点から必要なモデル選定の協議・確認が必要である。
9. PM2.5 及び PM10 の曝露量の評価	
10. PM 対策実施効果を評価する。	

出典：調査団



## 第6章 大気測定・分析機材

テヘランにおける大気環境モニタリングは、AQCC と DOE がそれぞれ大気の測定局を設置して、主要な大気汚染物質を測定している。担当部署は、AQCC では Measurement and Maintenance Department、DOE-TPD では Air Pollution Office である。

### 6-1 観測ステーション・機材

#### (1) 測定局の配置

AQCC は 2005 年から 2011 年にかけて測定局数を増やし、現在はテヘラン市内で 21 測定局が稼働している。DOE も同様に増やし、現在はテヘラン州内で 31 局、うちテヘラン市内に 20 測定局を保有し、うち 14 局が稼働している。近年、環境問題となっている PM2.5 の測定は、2010 年から開始されている。

DOE が保有しながら、稼働していない測定局が存在するのは、測定機器の故障が原因である。AQCC と DOE は、稼働できない局があったとしてもテヘランでの測定局数は世界保健機関 (WHO) が提案する人口当たりの測定局数<sup>25</sup>よりも十分に多いとの認識を示している。

テヘラン市内の AQCC、DOE が管轄する測定局の配置を巻頭ページ図 2 に示す。測定局はテヘラン市の各行政区に 1 つ以上配置されている。

#### (2) 測定局の状況

本調査では、AQCC と DOE が管轄する測定局のうち合計 5 局を視察し、周辺環境と測定機器の状況を確認した。測定局の維持管理の状態を把握するために、AQCC と DOE には維持管理の状態が良い測定局と悪い測定局を視察の対象とするように依頼した。

AQCC と DOE は、2013 年ごろから同一のコントラクターへ測定局の維持管理を外注している。このコントラクターは AQCC の元職員が設立した民間会社であり、AQCC と DOE のテヘラン市内の測定局の維持管理業務を独占的に受託している。コントラクターの情報は後述する。

視察した測定局に設置されている測定機器の一覧を表 6-1 に示す。DOE-TPD の職員によれば、Horiba の測定機器は品質が良いものの価格が高いため、競争入札では品質面では劣るものの安価な Ecotech 製品が選定される傾向にある。DOE-TPD の測定局に設置される測定機器は、Horiba が 4 局、その他は Environment S.A. と Ecotech である。2015 年 5 月時点では Ecotech の測定機器を設置した測定局が多い。

視察した測定局のうちの District Municipality 10 測定局に設置されている PM 測定機器は、分粒後の CPM (個数濃度) から PM10 と PM2.5 の質量濃度を算定するシステムである。コントラクターによれば、AQCC の測定局の 5 局に同モデルが設置されているという。

<sup>25</sup> WHO, Air Monitoring Programme Design for Urban and Industrial Areas, 1976.

表 6-1 現地視察した測定局の測定機器一覧

局名	Sorkhe-Hesar	Urban Station 2	Disaster Management Base	Fath	District Municipality 10
所有者	DOE	DOE	AQCC	AQCC	AQCC
測定機器メーカー	Horiba	Environment S.A.	Environment S.A.	Ecotech	Environment S.A.
CO	APMA-350E	CO12M	CO12M	SERINUS30	MMS
NO <sub>x</sub>	APNA-350E	AC32M	AC32M	SERINUS40	MMS
SO <sub>2</sub>	APSA-350E	-	AF22M	SERINUS50	AF22M
O <sub>3</sub>	APOA-350E	O342M	O342M	SERINUS10	MMS
PM10	APDA-351E	MP101M	MP101M	BAM-1020 BX-122 (Pump)	MP101M, CPM
PM2.5	-	MP101M	MP101M	-	
HC	APHA-350E	-	-	-	-
VOC	-	VOC71M	-	-	-
気温	-	○	-	BX-592	-
湿度	○	○	-	-	-
風向風速	○	○	-	-	-
気圧	○	-	-	-	-
日射量	-	-	-	BX-595	-
校正器	-	SONIMIX 3022	Model 7000 MGC101	8301LC GasCal1100	Ozone Generator

注：「○」は測定が行われているが測定機器の情報が得られていないことを示す。

APMA-350E、APNA-350E、APSA-350E、APOA-350E、APHA-350E は 1994 年 11 月に販売終了した製品である。

### (3) 測定局の維持管理に関するコントラクター

AQCC と DOE が管轄するテヘラン市の測定局の維持管理を独占的に受託しているのは Jarfan dishan-e Sanaye Kimia Company である。同社は AQCC の職員が独立して約 3 年前に設立した測定局の維持管理業務を専門とする会社である。組織の人員規模は、技術者が 25 人、管理者が 3 人である。会社の収入は AQCC と DOE からの受託業務に依存し、他の案件は受託していない。テヘラン市内の測定局の維持管理は 10 人が分担し、要請があれば、イラン全国でも測定局の維持管理業務を受託している。

測定機器の取り扱いに関する社員の教育プログラムは、測定局に測定機器が設置されるときにメーカーによる講習のみである。他の技術習得の機会はなく、現場でのオンザジョブ・トレーニング (OJT) による技術向上が図られている。

#### (4) 測定機器の更新と消耗品の調達

AQCC と DOE は、測定機器の更新のための予算を確保しておらず、中長期的な更新計画も策定していない。そのため、測定機器は測定局への設置以降に適切なオーバーホールや更新が行われることなく、経年劣化が進行することとなり、視察した測定局では経年劣化した測定機器も認められた。測定機器には製造からの経年劣化を想定した推奨使用期間が設定されている。現状では、AQCC と DOE はこの推奨使用期間を考慮することなく、測定機器の使用を続けている。炭化水素（HC）計は老朽化により故障したものの、メーカーによる同型機器の販売終了により、代替部品の入手ができずに測定ができなくなっている。

一方、経済制裁の影響により測定機器の消耗品の調達が困難となっている。AQCC では 2 年前に経済制裁の影響による通貨下落で消耗品の調達が著しく困難となった。その後、通貨は安定したものの、測定機器の消耗品の調達は容易ではない。特に、校正ガスの調達に課題があり、AQCC では入札による業者選定、支払い、輸送に多くの時間を必要とし、校正ガスの製造から AQCC への納品まで 15 カ月を要する事例があったことを確認した。

#### (5) 測定局の維持管理の状況

AQCC と DOE は測定局を適正に運営するためにコントラクターへ毎週の点検と月の点検を行うことを要求している。コントラクターは、毎週の点検でフィルタの交換や停電等への対応を行い、月の点検で校正等の作業を行っている。点検簿は、AQCC と DOE で異なる様式のものを使用し、測定機器の動作を確認し、チェックする様式である。

実際に視察した測定局のなかで、コントラクターによる維持管理が十分でない事例が認められた。例えば、大気採取管から測定機器をつなぐチューブの管理、局舎内の電源コード類、チューブの整頓、局舎屋上に設置する気象測器、及び局舎内外の清掃管理の状況である（具体的内容は以下写真参照）。

#### (6) 測定値の取得の状況

測定値は伝送システムにより管理されているが、測定値の信頼性は低い状況にある。データの取得に関して、AQCC と DOE はコントラクターに年間で 90%以上の測定値を取得することを契約上のノルマとして課している。そのノルマを達成できない場合には、AQCC と DOE は、それぞれのコントラクターへの契約金額から減額する契約内容となっている。しかし、この契約条項は測定値を取得することを要求するものであり、正しい測定値の取得を要求するものではない。測定値の解析は AQCC と DOE によるデータ解析で確定されるため、コントラクターの契約には含まれていない。

測定局での測定値の信頼性を向上させるためには、適切な QA/QC が実施されなくてはならないが、現状では AQCC、DOE とともに詳細な発注仕様書を作成していない。そのため、コントラクターは測定機器が動作していることに重きを置く維持管理を行っている状況にあると考えられる。このことは、視察した測定局で、測定機器は動作しているものの、毎時の測定値が大きくドリフトしていたり、測定機器の指示がゼロである事例が確認されたことから推察される。

#### (7) 測定値の伝送状況

各測定機器の時刻は、データ伝送の第一段階で使用するデータ収集ソフト内で時刻づけが行われるため時刻調整を行っていない。AQCCが管轄する測定局では、複数メーカーの測定機器により大気測定が行われているため、シャリフ工科大学が構築したデータ収集ソフトを使用している。AQCCとDOEの測定局のデータはAQCCのデータサーバーに自動的に送られ、データの確認後に公開されるシステムとなっている。

データの確認はAQCCとDOEがそれぞれの担当者が実施している。しかし、担当者が大気モニタリングの知見を十分に保有しているか不明であるものの、公開されている測定値に異常値が混入する状況から判断すると、チェック体制が十分ではないことがうかがえる。また、AQCCは維持管理の品質向上を図るために、ネットワーク経由でのリモートアクセスで測定機器のゼロスパン調整（経年変化等で生じる機器の誤差を補正する調整方法）を行えるシステムを構築している。

#### (8) 測定機器メーカーの代理店

AQCCとDOEが測定局に設置している測定機器メーカーは、Horiba、Environment S.A.、Ecotechの3社である。HoribaであればBisan pars社が代理店であるなど、いずれのメーカーもテヘラン市内に代理店を置いている。また、測定機器の修理対応については、AQCCのEcotech製品が故障した時には同社のオーストラリア本社からエンジニアが来イし、迅速な修理が行われた事例もあり、適切に行われているという見解がAQCCから示された。

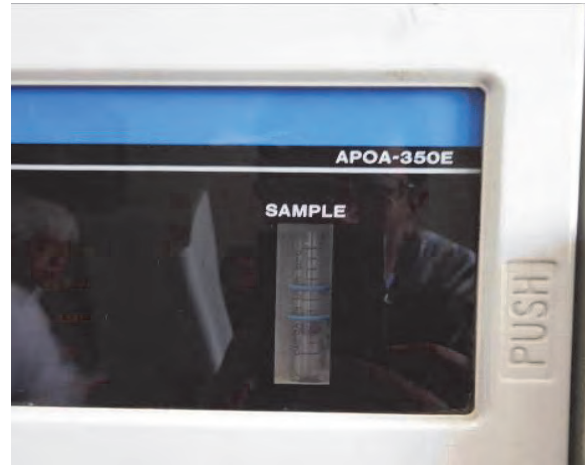
#### (9) 簡易測定法による環境モニタリング

AQCCは、テヘラン市民の大気汚染物質への曝露量を推計するためにスイスの大学と協力してパッシブサンプラーを用いた環境モニタリングを実施している。これは、AQCCが測定局よりも更に高い密度での大気測定を行うことで、どこに高濃度が分布するのかを明らかにしたいと考えているからである。

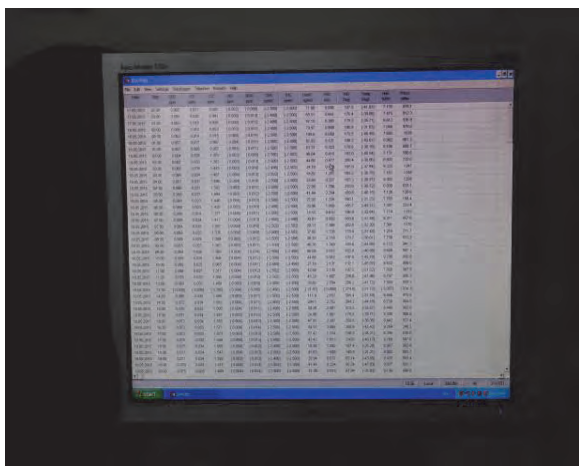
その結果、テヘラン市内の測定局を市民の曝露量の観点から配置することをめざしている。対象とする大気汚染物質は、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、BTEXであり、テヘラン市の予算によるプロジェクトである。現状の大気環境測定局は地点数が限定されるため、今後開始される同プロジェクトの第2フェーズではテヘラン市の22行政区に各5地点のサンプリング地点を設定し、密に濃度状況を把握しようとしている。



チューブの接続が応急的なものであるため、リークの可能性がある。  
(Sorkhe-Hesar 測定局)



流量が許容範囲外を示しているため、正しい測定ができていない可能性がある。  
(Sorkhe-Hesar 測定局)



複数の要素は時間変動が大きすぎるため、正しい測定ができていない可能性がある。  
(Sorkhe-Hesar 測定局)



採取管と測定機器のインレットの管径が異なり、望ましい接続状況ではない。  
(Urban Station 2 測定局)



集合採気分配管に汚れがみられるため、適切な頻度での清掃が必要である。  
(Sorkhe-Hesar 測定局)



測定機器と接続するチューブ末端が開放されており、ゴミ混入の可能性がある。  
(District Municipality 10 測定局)

	
<p>日射計のドームが汚れているため、正しく測定できていない可能性がある。 (Fath 測定局)</p>	<p>サンプリングチューブが折れているため、ポンプに負荷が掛かり故障の可能性がある。 (Fath 測定局)</p>
	
<p>CO 計がサンプリングモードであるにもかかわらず、0.0 ppm を指示している。 (Fath 測定局)</p>	<p>PM 計の等価膜に汚れがみられるため、適切な校正が行えていない可能性がある。 (Disaster Management Base 測定局)</p>

#### (10) 課題

AQCC によれば、大気測定局での測定に関する標準作業手順書 (SOP) を整備して、QA/QC 体制を構築、運用している。しかし、測定局とその周辺状況を確認した結果、下記の課題が想定された。

##### 1) 測定局の不十分な維持管理

測定局では、設置時期によりメーカーが混在していることが、データの信頼性へ影響を及ぼしている。測定機器の取り扱いはメーカーにより異なるため、測定局ごとに維持管理方法を変えることとなり、ヒューマンエラーを生じる可能性を高めている。さらに、コントラクターでも測定機器に対応した人材育成を行う必要が生じることから、追加の負担となっている可能性がある。

コントラクターは、AQCC と DOE との契約で年間のデータ取得時間数に関するノルマを設定されている。しかし、点検業務が測定機器の動作確認とろ紙の交換に重点が置かれ、

測定値の確認を十分に行おうという状況にないという疑念がある。

AQCC と DOE は、コントラクタの技術力向上と、発注者としての監理体制の充実を推進し、維持管理の適正化を図る必要がある。

## 2) 測定機器の更新計画の不備

機器の更新は、データ取得時間数とデータの信頼性を向上させるために実施されなくてはならない。本調査では AQCC が保有機器の年式等を記した台帳に関する情報は明らかとなっていないが、現状で、AQCC は管轄する測定局の測定機器の更新計画を策定していない。しかし、測定機器は経年劣化によりデータの信頼性の低下、故障の発生などのリスクが高まる。このリスクを最小化し、測定機器の寿命を延ばすためには、AQCC と DOE は管轄する測定局の測定機器を適切なタイミングで、更新あるいはオーバーホールすることが必要となる。

一方で、測定機器の故障時にはメーカーの技術者に速やかに対応させる体制も構築しておく必要がある。AQCC では、測定局の Ecotech 製の測定機器が故障した時に、同社がオーストラリアから技術者をテヘランへ派遣し、速やかな対応を行っている。このように、メーカーとの契約により適切な故障対応を行う必要がある。

現状の AQCC と DOE の測定局には老朽化した測定機器が数多くみられる。AQCC と DOE は、これらの測定機器が適正に動作し、信頼度の高い測定値を測定できているかを確認する必要がある。その確認方法はいくつか考えられ、例えば、基準となる測定機器を各測定局で並行測定して測定値を比較する方法がある。並行測定で不適切な測定値を示す測定機器は速やかに更新するべきであろう。また、PM10 や PM2.5 に関しては、測定局での  $\beta$  線吸収法による測定値と USEPA の連邦標準法 (FRM) とを比較して  $\beta$  線吸収法による測定値が適切であるかを評価することが望ましい。

## 3) 不十分な外注管理

AQCC の担当者は、専門分野が多岐にわたり、大気測定 of 専門技術者ではない。この状況は日本の地方自治体にもみられる状況であるが、日本では引き継ぎ事項として発注及びデータの品質管理のノウハウが担当セクションで管理されている。

AQCC では大気測定局の点検業務の発注時に、適切な点検によるデータ取得時間の確保をコントラクタへ要求しているが、明確な発注仕様書は存在しない。発注仕様書には、測定局ごとに週点検、月点検の内容を明記し、想定する必要消耗品の数量も明記する必要がある。現状では、この仕様書を作成するノウハウを AQCC がもたないため、支援が必要な項目といえる。

### 6-1-1 分析に関連する機器等

イラン国内には約 70 の民間環境分析ラボがあり、AQCC や DOE はこれらのラボへ分析作業を外注している。本調査でこれらの民間ラボの実態調査を行っていないため、技術水準、大気や水質等の事業範囲、許認可関係は明らかではない。

本調査では、DOE-TPD のラボと 2 つの大学研究機関のラボ (テヘラン医科大学とシャリフ工科大学) を視察し、設置されている分析機器等を確認した。訪問視察したラボの所有者、対象分野等の情報を表 6-2 に整理した。また、各ラボでの分析機器の確認結果に基づき、大気汚染物質の分析可能性を表 6-3 に整理した。

表 6-2 訪問視察したラボ

ラボ名	所有者	対象分野	特 徴
DOE-TPD Lab.	DOE-TPD	大気、水質、 土壌等	分析業務の受託機関ではない。大気 試料の分析数は年間 20 試料程度。 DOE-TPD 本部敷地内に設置。
Central Research Laboratory (CRL)	Tehran University of Medical Sciences	環境	8 人の分析担当者を配置する、研究 活動を目的とするラボ。
Core Facility	Tehran University of Medical Sciences	医学、薬学、 化学	最先端の分析機器により、産学連携 で製品開発もめざすラボ。
Central Labo.	Sharif University of Technology	産業全般	防振設備や最新の電子顕微鏡等を備 えて、産学連携で製品開発もめざす ラボ。大学敷地内の産業インキュベ ーションセンターに設置。
Fuel Combustion and Emission Center (FCE) Labo.	Sharif University of Technology	自動車排ガス	独自に管理するエミッションラボや 車載型排ガス測定装置を有する、研 究活動を目的とするラボ。

表 6-3 イランにおける大気汚染物質の捕集・分析可否の判定

対象 物質	要 素	捕集機器	分析機器	イラン		日本	
				捕集	分析	捕集	分析
PM10 PM2.5	質量濃度	精密天秤 秤量室、デシケータ		○	○	○	○
	炭素成分 (EC、OC、CC)	アンダーセン サンプラー	炭素分析計	○	×	○	○
	陽イオン		イオンクロマ トグラフィー	○	○	○	○
	陰イオン	ローボリウム サンプラー	イオンクロマ トグラフィー	○	○	○	○
	無機成分 (金属類)		ICP-OES	○	○	○	○
PAHs	BaP	ハイボリウムサ ンプラー	GC/MS/MS	○	○	○	○
VOCs	PAMS	キャニスター	GC/MS	×	×	○	○
	BTEX	パッシブサンプ ラー	GC/MS	○	×	○	○

注：「○」は捕集、分析が対応可能であり、「×」は対応できないことを示す。



(1) PM10 及び PM2.5 の捕集関連機器

PM 成分の捕集に使用するサンプラーは、AQCC と DOE、及びテヘラン医科大学がそれぞれ複数セットを保有している。しかし、ろ紙の秤量に必要な精密天秤、天秤室、デシケータは、テヘラン医科大学の環境ラボのみが保有している。PM10 及び PM2.5 に係る捕集関連の機器を表 6-4 に示す。

テヘラン医科大学では、これまでに PM 成分の分析結果に基づく、国際学会への論文投稿も行われており、分析・観測の技術面では一定レベルにあると考えられる。2014 年の実績では、テヘラン医科大学がアンダーセンサンプラーによる PM 測定を 1 サンプルを 6 日間の連続測定で 52 週間にわたり実施している。なお、ろ紙は 1 枚が約 1 米ドルであるという。

表 6-4 PM10 及び PM2.5 に係る捕集関連機器

ラボ名		Central Research Laboratory (CRL)	DOE-TPD Lab.	
所有者		Tehran University of Medical Sciences	DOE-TPD	AQCC
アンダーセンサンプラー	質量濃度 成分濃度	GMW High Volume Air Sampler (Manufacture : Graseby-Andersen)	High Volume Air Sampler (Manufacture : Tcr Tecora) PM10 inlet (Manufacture : Digitel)	○
	数量	3 セット	4 セット	2 セット
ローポリウムサンプラー	質量濃度 成分濃度	EPAM-5000 (Manufacture : Haz-Dust™)	○	○
	数量	2 セット	3 セット	2 セット
	Precipitation and Solar Cap	PC-105 (Manufacture : Haz-Dust™)		
精密天秤	質量濃度	検出限界 : 0.001 mg	-	-
天秤室	湿度管理	○	-	-
デシケータ	湿度管理	○	-	-

注 : AQCC では分析ラボを保有せず、サンプラーは事務所に保管している。DOE と AQCC のアンダーセンサンプラーとローポリウムサンプラー台数は AQCC へのヒアリング調査による。

			
EPAM-5000	GMW High Volume Air Sampler	High Volume Air Sampler	PM10 inlet

## (2) PM10 及び PM2.5 の分析関連機器

PM 成分の分析に使用する機器の保有状況を表 6-5 に整理した。PM 成分の分析には誘導結合プラズマ発光分光分析法 (ICP-OES) で測定可能な定量下限値が必要である。DOE-TPD ラボに設置されている分析機器は、原子吸光分光光度計であるため、その定量下限値を達成できない。

一方で、テヘラン医科大学の環境ラボでは、研究ベースで PM10、PM2.5、PM1 の成分分析ができる機材を揃えている。イオンクロマトグラフィーの陽イオンと陰イオン用のカラムを交換することで、すべてのイオン成分の測定が可能な状態にある。純水製造装置、重金属分析の前処理に必要となる分解装置も保有している。

しかし、炭素分析に関しては、国際的な標準法となっている熱分離/光学補正法に対応できる米国の砂漠研究所 (Desert Research Institute : DRI) 等の炭素分析計を保有していないため、外国の研究機関へ分析を依頼している。

表 6-5 PM10 及び PM2.5 に係る分析機器

ラボ名		Central Research Laboratory (CRL)	DOE-TPD Lab.
所有者		Tehran University of Medical Sciences	DOE-TPD
純水製造装置	分析全般	New Human Power III (Water Purification System) (Manufacture : Human Corporation)	Smart2Pure (Manufacture : TKA)
ICP-OES	金属成分の定量	SPECTRO ARCOS (Manufacture : SPECTRO)	-
	超音波分解装置	ETHOS UP Microwave Digestion system (Manufacture : Milestone) 2015 年購入	-
	標準物質	Li, Be, B, Na, Mg, Al, Si, P, Al, K, Ca, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni,	-

		Cu、Zn、As、Se、Sr、Mo、Ag、Cd、 Sn、Sb、Cs、Ba、Hg、Tl、Pb (Manufacture : Sigma Aldrich)	
	キャリアーガス	HG2200、NG2081、AG2301HC (Manufacture : Craind)	
イオンクロマトグラフ イー	イオン成分の定 量	Metrohm 850 (Manufacture : Metrohm) 2009年購入	Metrohm 881 (Manufacture : Metrohm)
	オート サンプラー	Metrohm 6.2041.440	-
	カラム	陽イオン、陰イオン	陽イオン、陰イオン
原子吸光分 光光度計	金属成分 の定量		SpectrAA 220 (Manufacture : Varian)

		
SPECTRO ARCOS	Standard for ICP	Metrohm 850
		
Metrohm 881	SpectrAA 220	

(3) PAHsに係る分析機器

イランでは、PAHs全般に関する大気環境基準はなく、BaPのみ年平均1 ng/m<sup>3</sup>の大気環境基準が設定されている。AQCCは自動車の排ガスに含まれる有害物質のPAHsがテヘラン市民への曝露の観点から重要な物質としてとらえている。そのため、PAHsの測定可能性を検討しているところである。



テヘランにおけるPAHsの分析のために必要な分析機器の設置状況を表6-6に整理した。

DOE-TPDのラボではガスクロマトグラフィー(GC)に必要な周辺機器がないため、納入されたまま使用されていない。分析を行うためには、必要な周辺機器の整備と操作方法のトレーニングが必要となるだろう。一方、テヘラン医科大学の環境ラボでは、PAHsの分析を研究レベルで実施しているため、必要な分析機器が設置されている。

表6-6 PAHsに係る分析機器

ラボ名		Central Research Laboratory (CRL)	DOE-TPD Lab.
所有者		Tehran University of Medical Sciences	DOE-TPD
純水製造装置	分析全般	New Human Power III (Water Purification System) (Manufacture: Human Corporation)	Smart2Pure (Manufacture: TKA)
ガスクロマトグラフィー／質量分析計	PAHsの定量	CP-3800 (GC/MS/MS) (Manufacture: Varian)	450-GC (Manufacture: Varian)
	真空ポンプ	DS-102 (Manufacture: Varian)	-
	キャピラリーカラム	DB-1 (30m x 0.250mm, 0.10 micrometer) (Manufacture: Agilent J&W)	-
	キャリアーガス製造装置	HG2200、ANG2381 (Manufacture: Craind)	HG2200、ANG2381 (Manufacture: Craind)

注：DOE-TPDのGCは質量分析計がないため、現状ではPAHsの分析に使用できない。

	
CP-3800 (GC/MS/MS)	450-GC

(4) 排ガスに係る測定・分析機器

本調査で視察したラボには、固定発生源や移動発生源の排ガスを測定・分析する機器も認められた。確認した排ガス測定装置を表6-7に整理した。DOE-TPD ラボでは、固定発生源の排ガス成分を測定可能な機器を保有し、移動発生源のLDVの炭化水素(HC)とCO成分を測定できる機器も保有している。また、シャリフ工科大学所属燃料燃焼排気研究センター(FCE)のエミッションラボでは、車載型の排ガス測定機器(1機のみ)やエンジンダイナモも保有している。

表6-7 排ガスに係る測定・分析機器

ラボ名		DOE-TPD Lab.
所有者		DOE-TPD
排ガス 測定装置	固定発生源の O <sub>2</sub> ・CO・CO <sub>2</sub> ・ NO・NO <sub>2</sub> ・SO <sub>2</sub> ・H <sub>2</sub> S・HC	Testo-350XL testo 454 (Manufacture : Testo)
	固定発生源の HF	GasFinder FC (Manufacture : Boreal Leader Inc.)
	LDV の HC、CO	MEXA-584L (Manufacture : Horiba)

	
<p>Testo-350XL testo 454</p>	<p>GasFinder FC</p>
	
<p>MEXA-584L</p>	

(5) アスベストに係る分析機器

イラン国内でのアスベスト分析は、テヘラン医科大学が技術的に先導する立場にある。ただし本調査ではテヘラン医科大学のアスベスト分析に係る機器を確認することはできなかった。一方、シャリフ工科大学からの聞き取りによれば同学が走査電子顕微鏡、位相差顕微鏡を保有しているという。

表 6-8 アスベストに係る分析機器

所有者	Sharif University of Technology
走査電子顕微鏡	○
位相差顕微鏡	○

注：「○」は保有している機器の詳細が不明であることを示す。

(6) 気象測器の状況

PM等を測定する場合には、気象状況も同時に把握することが重要である。そのため、気象測器の保有状況を調査している。本調査では、モデル、測器の状態などの詳細な情報

を把握できていないが、テヘラン医科大学の環境ラボと AQCC が保有する気象測器を表 6-9 に整理した。なお、気象局など他機関が保有する気象測器の状況は、本調査では明らかではない。

表 6-9 気象測器の保有状況

ラボ名	Central Research Laboratory (CRL)	
所有者	Tehran University of Medical Sciences	AQCC
気象測器	気温、湿度、風向風速、気圧、日射量	気温、湿度、風向風速、気圧、日射量
数量	2 セット	詳細なセット数等は不明

## (7) 課題

### 1) 分析機器の消耗品等の調達

本調査により、PM、PAHs 等の大気汚染物質の分析に必要な分析機器がテヘラン医科大学の環境ラボに整備されていることが明らかとなった。しかし、環境ラボが保有する PAHs の分析機器であるガスクロマトグラフィータンデム質量分析 (GC/MS/MS) は購入してから約 10 年が経過し、更新が必要な時期となるなど、適切な維持管理が求められる。テヘラン医科大学では装置の更新を適切に行っているが、経済制裁の影響で分析機器、標準物質、及び消耗品の調達が著しく困難となっている。

### 2) QA/QC の向上

AQCC は PM2.5 の分析をテヘラン医科大学と東京大学に依頼して分析値の信頼度を確保しようとしている。アスベストに関しては、AQCC がテヘラン医科大学とシャリフ工科大学に分析を依頼したところ、報告された分析値に大きな乖離があり、測定値の扱いに苦慮した事例を確認した。この詳細を確認したところ、AQCC が分析依頼を行うにあたって、分析方法の指定を行う仕様書を提示できていないことが明らかとなった。AQCC、テヘラン医科大学環境ラボなどでは SOP が整備され、QA/QC に取り組んでいるが、本調査では詳細を確認できていない。上述のような分析値の乖離が実際にみられるため、分析技術の向上と品質管理が推進されるような QA/QC の向上が図られる必要があるだろう。

### 3) 新たな分析の必要性

既述のように AQCC はテヘラン市民への大気汚染物質の曝露量を把握するために、パッシブサンプラー法による多地点での大気環境モニタリングを実施している。この方法は日平均値を把握するものではなく、数日から 2 週間程度の平均濃度を把握する方法である。

一方で、イランには自動車排ガス由来のベンゼンの環境基準が年平均 1.5 ppb で設定されている。この評価を適切に行うには、自動測定機器やキャニスター法による大気測定で 1 時間値あるいは日平均値を取得することが必要である。キャニスター法は AQCC

が高い関心を示す PM2.5 の二次生成粒子の前駆物質である多成分の VOC を測定・分析できる方法であり、イランの環境基準を適切に評価できる方法でもある。しかし、キャニスター法に対応できる分析機器をイラン国内で確認できていないため、イラン国内で分析機器の整備を検討する必要があるだろう。

#### 6-1-2 サンプル分析に関する研究・協力機関及びネットワーク

ラボの視察でも明らかとなったが、イラン国内では、テヘラン医科大学とシャリフ工科大学には環境分野の分析に対応できる分析機器が整備されている。両大学は密接な協力関係にあり、それぞれの得意分野により、テヘラン市の大気環境を評価するために必要な分析を実施することができると考えられる。

外国の研究機関との連携では、AQCC がスイスの大学とパッシブサンプラーの観測での連携、PM 測定に関する米国の大学との連携などがある。なお、経済制裁が消耗品等の調達に大きな影響を与えているが、研究レベルでの影響はほとんどみられない。

AQCC では、米国ウィスコンシン大学との共同プロジェクトでテヘラン市内の 1 カ所で 2014 年に 1 年間の PM 観測を行っている。年間で採取した石英及びテフロンフィルターの各 50 試料はウィスコンシン大学で分析が行われている。その他にもテヘラン医科大学、シャリフ工科大学には外国研究機関との接点が多い。

#### 6-2 JICA 及び他ドナーによる類似・関連協力の成果の活用状況

イランでは、これまでに環境大気分野で測定機器の供与が JICA、世銀により実施されてきた。その結果、テヘラン市における大気環境モニタリングの体制が、測定局の配置などの面で充実したものとなっている。しかし、測定値の信頼度は低く、QA/QC の向上が喫緊の課題となっており、AQCC にも十分な問題意識が認められた。

過去のドナーによる支援では、測定機器等の供与に重点が置かれ、維持管理を含めた技術的な支援が十分に行われたとはいえない状況がうかがわれる。例えば、AQCC、DOE が測定機器の更新計画を策定せず、使用推奨期間を超過した測定機器の運用を行っている事例は、測定値の信頼性に大きな影響を及ぼすものである。

そのため、過去の教訓から、測定機器等の供与とともに、維持管理等の技術的な支援を行うことが支援の成果を高めることとなると推察される。



## 第7章 支援アプローチの検討

### 7-1 先方要請内容の趣旨確認と支援ニーズ

2014年にイラン政府から提出のあった技術協力の正式要請書（付属資料1）は詳細内容の記載が不足しており主旨が分かりにくい部分があったため、今回調査では、AQCCとの意見交換を通じて先方要請内容の趣旨確認を行った。その結果を、本調査団が調査結果を先方と共有するために作成した Aide Memoire（付属資料2）の「Annex 3. Contents of the requested project and interpretation by the mission team」に示す。同表では正式要請書の記載内容に対し、調査団側の解釈を「Interpretation by the Mission Team」として示し、AQCCとの意見交換を反映し、技術的に妥当と思われる上位目標案、プロジェクト目標案、及び成果（アウトプット）案を記載している。

今回調査の時点では、案件採択前であったため、協力内容の協議においては、主に、上位目標案、プロジェクト目標案、及び成果（アウトプット）案のレベルで意見交換を行い、共通理解を深めることを目的とした。したがって今回調査では活動項目の協議は行っていない。上記の Aide Memoire は現地調査の開始時点と終了時点で AQCC の総裁を交えて協議し、先方のコメントを反映したものであり、要請案件内容に関する AQCC 側と調査団の共通理解といえる。案件が採択された場合には、詳細計画策定調査において技術協力プロジェクト内容を協議するための出発点となるものである。ただしあくまでも要請内容についての双方の共通理解を示すものであり、本調査時点では JICA が公式的に提案し責任をもつというものではないことは説明済みである。

#### （1）プロジェクト上位目標（案）（Overall Goal）

「改善された大気環境管理関連データや情報に基づき、テヘラン市においてより効果的な大気汚染対策が形成・実施される。」

(Air pollution control measures development and implementation in Tehran are enhanced by improved data and information regarding air quality management.)

AQCC 総裁のコメントを反映して、プロジェクト上位目標（案）は、AQCC の所掌の範囲でコミットできるものとした。「大気環境管理関連データや情報」には、対象となる各種の大気汚染物質の環境中の濃度や大気汚染物質発生源に関わるもの、大気汚染シミュレーションによる予測、住民の大気汚染に対する暴露度の推計を含む。これらは後述するプロジェクト目標及び期待される成果（アウトプット）によってもたらされるものである。

#### （2）プロジェクト目標（案）

「テヘラン市民の健康保全と大気環境管理関連政策の展開に向けて、AQCC と DOE テヘラン州局大気環境モニタリング担当部の、従来型及び新たに取組が必要な大気汚染物質に対する大気汚染対策の対処能力が向上する。」（大気汚染対策の対処能力とは、大気環境モニタリング、排出源モニタリング、エミッション・インベントリ構築、大気環境シミュレーション・モデルによる汚染構造の分析や大気汚染対策の評価に関わる能力を含むものとする。）

(Capacities of AQCC and Air Quality Monitoring Center of Tehran Provincial DOE on air pollution control for conventional and non-conventional emerging pollutants are enhanced for

health control and policy development.)

[Capacities on air pollution control for priority pollutants include ambient air quality monitoring, emission source monitoring, emission inventory elaboration, simulation modeling analysis of pollution structure and evaluation of air pollution control measures.]

### (3) 成果 (案)

以下の成果 (案) は、本協力実施にあたり、専門家や機材の投入の可否や JICA 本部の判断により、詳細計画調査において変更される可能性もあることにつき、先方の了解を得た。

#### 1) 成果 1

排ガス実測に基づく排出係数を用いた TSP・NO<sub>x</sub>・SO<sub>2</sub>・CO の移動発生源エミッション・インベントリの構築

(Mobile source emission inventory to be developed for TSP, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> and CO along with updated emission factors based on emission measurement.)

先方は、自動車排ガス中の PM に関して、PM<sub>2.5</sub> 及び PM<sub>10</sub> の現場測定を念頭においているようである。しかし日本における自動車排ガスの計測法では、PM として粒子状物質を一括して計測するために、排ガス中の総浮遊粒子 (TSP) を測定し、これを基に PM<sub>2.5</sub> 及び PM<sub>10</sub> の推計を行うことを説明した (以降、自動車排ガス測定においては当分野の慣例に従い、TSP に代えて PM と記述することとする)。

先方は、「排出係数」を現地の状況を反映したものに更新することに重点を置いている。移動発生源のインベントリ構築に必要な、「活動量」に関連する車種別の車両台数や交通量調査などの情報は、テヘラン市の関連部局に相当程度蓄積されている模様である。車両またはエンジンの排ガス測定は、シャリフ工科大学 FCE との連携により行う見通しである (AQCC 総裁である Vahid Hosseini 氏は、同大学の教授及び FCE 所長を兼任している)。したがって、排ガス測定の技術移転に際しては、AQCC に加えて FCE を対象とすることが望まれる。なお関連情報として、現在 AQCC が準備している無償資金協力の機材供与要請内容に、「エンジンラボ」として、ディーゼルエンジン・ダイナモやシャーシ・ダイナモ、関連測定機材が盛り込まれる方向である。

#### 2) 成果 2

固定発生源インベントリの作成計画が策定され、可能であれば排ガス実測に基づく試行的インベントリが作成される。

(A plan for emission inventory elaboration for stationary sources to be developed and a preliminary emission inventory to be constructed, based on on-site emission measurements if possible.)

AQCC は、大気汚染排出源としては交通機関、車両などの移動発生源を所掌としており、固定発生源は DOE-TPD の所掌である。ともあれ、AQCC は大気環境モニタリングを行い、市民への大気汚染物質の暴露や健康影響にも関心をつもことから、固定発生源に関しても

懸念をもっている。しかしながらその実態は把握されておらず、AQCC からすれば固定発生源は死角となっている。そのために後述の成果 5 の発生源寄与分析調査 (Source Apportionment Study) に強い関心を抱いているものと考えられる。

大型固定発生源の調査や監査権限は DOE-TPD にあるため、インベントリ関連調査に際しては、DOE-TPD との連携が必要になる。また、市内の中小零細事業者に対する調査では、テヘラン市の他部局 (ORSUITO 等) との連携が必要である。テヘラン市内には大規模な煙突等の目立つ固定発生源は見当たらないものの、セメント・プラント等は存在するようである。天然ガスの供給システム (建物への引き込み部など) や自動車の燃料給油所、商業施設などの中小事業所が、VOC や有害汚染物質の排出源となっている可能性がある。しかしそれらの実態は明らかではない。また、中小零細企業に関しては、活動量推計をはじめとしたインベントリ構築に必要な関連基本情報も把握されていない。

こうした状況下では、固定発生源インベントリを完成させるためには、関連基礎情報の収集や訪問調査など多大の労力が必要となるおそれがある。したがって本協力では、固定発生源インベントリ作成の計画づくりを行い、技術的、制度的、組織間連携における課題を整理する。そして、テヘラン市内の限定的な地域、あるいは、重点固定発生源に対して、試行的にインベントリを作成する。その際、可能であれば煙道排ガス測定などの排ガスの実測を行う。このコンポーネントは、成果 1 とともに、以下成果 5 を補完し、成果 6 及び 8 の検討の基礎となる。

### 3) 成果 3

常時大気環境モニタリングのデータの改善が、QA/QC 改善、PM2.5 及び PM10 に対する FRM 法適用、VOC・HC・NMHC 測定再開を通じて行われる。加えて、モニタリングデータの統計的な分析が強化される。

(Data from air quality monitoring stations to be improved through QA/QC enhancement, FRM (Federal Reference Method of USEPA) application for PM2.5 and PM10, and restart of monitoring VOC, HC and NMHC monitoring. Statistical analysis of air quality monitoring data to be enhanced.)

現在、テヘラン市においては、AQCC と DOE-TPD の大気環境モニタリング局が併存し、その運転維持管理は、共通の業者 (コントラクタ) が請け負っている。大気環境モニタリングデータを基に AQI (大気質指標) を算定し、これをスマートホン等で公開し市民の注意を喚起するなど、大気環境モニタリングネットワークの運用としては既に進んだレベルである。しかし、各測定対象物質に関して測定有効時間は、日本における基準の年間 6,000 時間を満たす測定局は限られており、モニタリングデータ全般の統計的信頼性には改善の余地が大きい。これは、経済制裁の影響でスペアパーツや標準ガスの入手が困難であり、測定機の校正や稼働においてさまざまな支障が生じていることが一因となっている。また、コントラクタの技術レベルや AQCC 及び DOE-TPD 側の施主としての管理能力にも改善の余地がある。AQCC 側は、こうした常時大気環境モニタリングの QA/QC の改善を行い、大気環境モニタリングデータの信頼性を向上させ、統計的に分析し、より確度の高い判断を行いたいとしている。

特に重点大気汚染物質である PM2.5 及び PM10 の測定に関しては、先方はベータ線方式を採用しているが、校正はメーカー提供の校正キットによるものにとどまり、測定精度に不安を感じているようである。米国や日本における PM2.5 の測定標準法となっている秤量法に基づく FRM (Federal Reference Method) と自動測定を並行して実施し、その結果を比較することで、現在の自動測定の評価を行うことが当初より先方要請に含まれている。また VOC・HC・非メタン炭化水素 (NMHC) に関しては、現在、測定機が修理不能で稼働できない状況であるが、テヘラン市においては、自動車燃料の燃焼や揮発、天然ガス供給システム等からの漏れを発生源とするものが想定される。これらは二次的 PM2.5 生成の前駆物質として重要であり、モニタリングを再開することが望まれる。

#### 4) 成果 4

上記大気環境モニタリングデータ (PM2.5、PM10、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、NMHC) が、大気汚染予報システム構築に向けて対市民情報提供システムの改善に活用される。

(Air quality monitoring data (PM2.5, PM10, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NMHC) to be utilized for an improved public awareness towards forecasting system.)

現在のテヘラン市における市民情報システムは大気環境モニタリングデータに基づく AQI の算出と公表であるが、あくまでも大気環境モニタリングステーションにおける汚染状況の情報であり、市民が暴露を受ける大気汚染状況とはいえないものである。また、AQI はテヘラン全市に対応したものであり、テヘラン市内の場所による大気汚染状況の違いを反映できない。したがって、住民が暴露される大気汚染状況を、よりリアルタイムできめ細かく発信し、大気汚染への暴露を低減するための行動を市民がとれるようにすることが望まれる。AQCC 総裁は、特に大気汚染予報システム構築に関心をもっているが、その技術的な妥当性については検討が必要である。

#### 5) 成果 5

PM2.5 及び PM10 の発生源寄与解析調査 (Source Apportionment Study) による主要発生源カテゴリ別 (移動・固定・自然等) の大気環境中濃度への寄与度の把握を行う。

(Source apportionment Studies on PM2.5 and PM10 (PMF and/or CMB method) to be implemented to estimate contribution of major emission source categories to ambient concentration.)

テヘラン市においては、PM2.5・PM10 の高い大気環境濃度が問題とされている。こうした大気汚染を改善するためには、これらの発生源における排出削減の対策を講じなければならない。そのためには、PM2.5・PM10 の発生源の特定を行うとともに、発生源別の PM2.5・PM10 の大気環境濃度への寄与度を解明する必要がある。このためにインベントリが重要な役割を果たす。テヘラン市においては、AQCC 所掌の移動発生源に関しては、インベントリ構築の努力は既に始まっており、成果 1 を通じて精度の高いものに発展することが期待できる。一方で、固定発生源についてもインベントリの整備を開始したが、AQCC の所掌外であり、十分な実態把握ができておらず取り組みが遅れている。このため成果 2

においても、固定発生源インベントリは、作成計画の策定や試行的な構築にとどまる見込みである。さらに、面的発生源や自然起源のPM、テヘラン市域外からのPMの流入など、インベントリにおいて不確実性の高い部分は依然として残る見通しである。したがって、テヘラン市においてPM2.5及びPM10の発生源別の寄与度を解明するためには、インベントリを積み上げるというアプローチのみでは当面のところ不十分であり、これを発生源寄与解析調査（Source Apportionment Study）により補完しようとするのが本成果5である。

PM2.5及びPM10の発生源寄与解析調査の方法論としては、正値行列因子分解（Positive Matrix Factorization : PMF）法かつ、又は、CMB（Chemical Mass Balance）法の適用が考えられる。これらは、PM2.5及びPM10をサンプラーにより捕集し、粒子の成分分析を行い、統計的に解析することで発生源との対応関係を分析するものである。CMB法を実施するためには、発生源種別ごとに排出されるPM2.5及びPM10を採取し、成分分析を行い、発生源プロファイルを作成する必要がある。その際、AQCC所掌の移動発生源については、市内トンネルでのサンプリングなど自動車排ガスの粒子採取の工夫が可能であると期待される。一方、固定発生源からのPMサンプリングに関しては、現時点では固定発生源の実態そのものが明らかではないのに加えて、DOE-TPDなど関連機関との連携が必要となるため、作業工程は複雑化、長期化する可能性がある。

また、粒子の成分分析は通常、炭素分析、イオン分析、元素分析からなり、これらの分析法に対応したさまざまな高度の分析機材と環境ラボ施設が必要となる。現在AQCC自体は、サンプラー以外の分析機材や環境ラボ自体を所有していない。テヘラン医科大学の研究ではPM2.5のイオン分析や元素分析が行われており、こうした研究機関と連携すればある程度の成分分析実施や技術移転をテヘランで行える可能性がある。また現在AQCCが準備している無償資金協力への機材供与要請内容として、これらの関連機材が盛り込まれる方向である。このような機材や施設が現地で利用可能となれば、将来的には現地でのOJTなどの実施も可能となる。

しかし当面は捕集したPM2.5やPM10を日本に持ち帰り、成分分析を行う必要性が高い。こうした協力を行うにあたっては先方への技術移転や高いレベルでの専門的な議論を行える高いレベルの専門家を登用することが重要であり、学識経験者等の協力を仰ぐ必要がある。

## 6) 成果6

二次生成を含むPM2.5及びPM10の汚染構造の解明を技術的に可能な範囲で行う。

(Pollution structure of PM2.5 and PM10 to be analyzed taking into account of secondary PM to identify pollution sources if technically viable.)

PM2.5及びPM10の汚染構造の解明を行うためには、上記のインベントリ構築、大気環境モニタリングの実施、発生源寄与解析調査、後述する大気環境シミュレーション・モデルの実施を組み合わせる必要がある。その場合、PM2.5及びPM10の二次生成による寄与や、その前駆物質も検討の対象とすることが求められている。テヘラン市においては大気汚染対策として天然ガスの導入を行っており、直接排出されるPMの削減には高い効果があったと想定される。一方でNO<sub>x</sub>、VOC、HCの排出は増加し、かつ、NO<sub>x</sub>に関しては

AQCC の危機感は乏しく、前述のように VOC と HC については、常時測定は機材故障のため停止しているなど、これらの物質は野放し状態であるとみられる。これらが前駆物質として二次的に PM2.5 及び PM10 を生成し、現在の高い PM2.5 及び PM10 の大気環境中濃度に寄与している可能性も考えられる。こうした汚染構造の解明は、効果的な PM2.5 及び PM10 削減対策にとって重要である。

一方でこれらは技術的に先進的、かつ難易度の高い課題であるため、高いレベルの専門家を登用するに加えて、行政として技術的に適切な取り組みのレベルを明らかにしながら、先方との共通理解を構築する必要がある。

## 7) 成果 7

取り組みが必要とされる重点有害物質であるベンゼン並びにベンゾ[a]ピレンの試行的モニタリングが行われる。VOC 定性・定量分析 (VOCs speciation) は、PM2.5 前駆物質対策として必要な範囲で行う。

(Pilot monitoring of priority toxic air pollutants such as Benzene and Benzo[a]pyrene to be implemented. VOCs speciation to be implemented if required for control measures for precursors of PM2.5.)

テヘラン市においては、発がん性の高いベンゼンの大気環境中濃度が懸念されている。かつて大気汚染対策の一環として有鉛ガソリンを廃止し、無鉛化ガソリンに切り替えた際に、ノッキング防止のためのガソリン添加材としてベンゼンが使われるようになったようである。AQCC によれば、ガソリン中の濃度は EU に準じる基準を採用しているにもかかわらず、大気環境中濃度は高いレベルであるという (ただし具体的なモニタリングデータは入手できていない)。ガソリン自動車の排ガスに加えて、給油所等からの揮発なども、汚染源となっている可能性が考えられる。

先方の要請書に盛り込まれていた PAH のモニタリングに関しては、さまざまな PAH のなかで、テヘランにおいて環境基準が定められている BaP について試行的な環境モニタリングを行うことが想定される。AQCC 総裁は更に VOC の定性・定量分析 (VOCs speciation) を要望しているが、これについては PM2.5 前駆物質対策として必要な範囲で行うか、今後 VOC を有害大気汚染物質の指標としてモニタリングするための基礎づくりに応用することを検討する。

これらを実施するには、キャニスターなどのサンプリング機材、環境ラボや高度の分析機材が必要となる。当面のところサンプリングについては現地での技術移転を行えるが、分析はサンプルを日本に持ち帰り行う形となる見込みである。イラン国内での分析能力については引き続き調査が必要である。またこうした分野で知見があり、先方と議論ができる高いレベルの技術者や学識経験者の協力を仰ぐ必要がある。

## 8) 成果 8

大気環境シミュレーション・モデルを用いたテヘラン市域の PM2.5、PM10、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub> 濃度分布の推定が行われる。

(Spatial distribution of concentration of PM2.5, PM10, NO<sub>x</sub>, and SO<sub>2</sub> in the Tehran city to be

analyzed by air quality simulation modeling.)

AQCC では既にシミュレーション・モデルに取り組んでいるようであり、入力データとなるインベントリの精度が高まることでシミュレーション・モデルの向上が期待できる。また大気環境モニタリングデータの精度が高まることで、シミュレーション・モデルのキャリブレーションが可能となる。さらに、シミュレーション・モデルの検討に際しては、二次生成による PM2.5・PM10 の検討を合わせて行う必要がある。これにより後述する成果 9 及び 10 の達成が可能となる。この分野では、AQCC 職員の関連する理数系の資質は高いものと想定され、技術移転は適材適所の専門家を投入できれば比較的容易であると思われる。一方でシミュレーション・モデル構築に必要なデータ、情報の入手は、固定発生源などに関しては大きな課題となる。関連データや情報の不足などさまざまな制約や不確実性の下で、テヘラン市に適したシミュレーション・モデルの選択、構築や活用についての技術移転を行うことが必要である。

#### 9) 成果 9

テヘラン市民の PM2.5、PM10 に対する暴露度の把握が行われる。

(Exposure of Tehran citizens to PM2.5 and PM10 to be assessed.)

上述の成果 8 に加えて、テヘラン市の人口分布や人口動態の情報を得ることができれば、大気環境シミュレーション・モデルの一環として、テヘラン市民の PM2.5・PM10 に対する集団暴露度の推計を行うことができる。こうした検討を WHO 等の健康影響の評価方法と整合する形で行えるようになれば、イランあるいは第三国や国際機関の公衆衛生の専門家が、テヘラン市における大気汚染の健康影響の評価を、現地の汚染状況をよりの確に反映した形で行うことが期待できる。さらに、住民の集団暴露度を後述する大気汚染対策の評価にも応用することが可能となる。

大気汚染の住民に対する健康被害は、AQCC 総裁及びイランにおける為政者の関心の的であるとみられる。大気汚染の健康被害の推計方法論は、欧米や WHO、世銀などの国際機関では定式化しているが、日本ではこうした検討は研究レベルにとどまり、あまり普及していない。そこで本成果の範囲は、大気汚染の健康被害の検討に必要な大気環境サイドの基盤情報の整備を行うまでとし、テヘラン市における呼吸器系や心肺循環器系の疾患や死亡率などの公衆衛生サイドの情報整備や、大気汚染の健康被害の推計は本協力には含めないことで先方に理解を得た。また、市民の個人レベルでの具体的な暴露の調査を行うことは意図していない。

#### 10) 成果 10

大気汚染対策の汚染物質排出削減と大気環境改善へのインパクト評価が実施される。

(Evaluation of air quality impacts by PM control measures to be performed.)

以上の成果 1～9 を組み合わせることで、さまざまな大気汚染対策の定量的評価が可能となる。現在テヘラン市における大気汚染対策の一環として、メトロの延長や各種の自動

車車両対策、燃料対策など、さまざまな対策がテヘラン市の5カ年計画に盛り込まれており、それぞれの対策には相当規模の資金投入や行政資源の投入が必要とされている。しかし現状ではこうした関連対策がどの大気汚染物質をターゲットとしているのか明らかではない。また対策の結果、大気汚染物質の排出削減やそれによる大気環境の改善、住民への健康便益がどれほど得られるのか、定量的に検討した形跡は認められない。したがって、多種多様な大気汚染対策の優先度の設定が、客観的かつ合理的に行われているか否かは疑問である。

成果 10 により、為政者の意思決定が技術的な観点から向上し、テヘラン市において限りある財的、技術的、人的資源の下で、効果的な大気汚染対策を実施することが可能となる。さらにこうした大気汚染対策の定量的評価能力が AQCC に強化されることにより、将来的には、大気汚染関連対策への公的あるいは民間による投資や、国際協力による資金協力の促進も期待できる。

大気汚染対策の評価法としては、理論的には費用対便益法 (cost benefit analysis) を適用することが理想的ではあるが、その際の便益の算定において、大気汚染による健康被害の推計とその経済評価が必要となる。健康被害の推計と経済評価を実施する際に、さまざまな追加的な調査や分析が必要となり、その過程で関連データや統計情報が要求される。テヘラン市において、これらの情報を積み上げる時間と労力は莫大なものとなるのに加えて、確度の高い情報が得られない場合、他国の事例等を用いた推計を行うことも余儀なくされ、評価全体の不確実性が高まり、結局のところ大気汚染対策の選定における意思決定のツールとしてはあまり有効なものとはならないおそれもある。またこれらの分野の知見は、日本ではそれほど蓄積していない。

そこで、本協力では、費用対効果法 (cost effective analysis) を適用することが考えられる。それぞれの大気汚染対策に関わる費用と対策効果を比較することによって、大気汚染対策の選択肢の比較、対策の組み合わせの検討や設計、意思決定が可能となる。この場合、対策効果とは、その対策を実施することで実現される特定の大気汚染物質、例えば PM10 の汚染源における排出削減量の推計値であり、さらに、大気環境シミュレーションを実施することにより、市内の任意に定める基準点におけるターゲットとなる大気汚染物質 (この例では PM10) の大気環境中濃度の改善として評価できる。さらに、成果 9 により市内における集団暴露量の改善という形での評価を行えば、健康被害を織り込んだ形で、上述の費用対便益法に比較して簡便かつ確度の高い情報と推計プロセスにより、大気汚染対策の評価や比較検討が可能となることが期待できる。また、特定の大気汚染対策の集団暴露量の改善の推計が行われていれば、将来的に公衆衛生分野の関連情報が整備された段階で、当該大気汚染対策によってもたらされる健康被害改善の評価、及びこの経済評価を追加することで、上述の費用対便益法を実施することに道を開くものとなる。

## 7-2 その他の先方の要望

### (1) ブラックカーボンの分析

(Black Carbon mass is analyzed by carbon component analysis (EC/OC/CC) as part of a source apportionment study.)



AQCC 総裁は、自動車排ガスを起源とするブラックカーボンの排出量、及び大気環境中の量を、質量濃度に加えて粒子数として把握したいという要望を表明した。これに対して調査団側は、上記の成果5の発生源寄与解析調査（source apportionment study）において、PM2.5及びPM10の成分分析の一環として炭素分析を行い元素状炭素（EC）／有機炭素（OC）／炭酸塩炭素（CC）を定量することにより、ブラックカーボンの質量は把握できるとの説明を行った。一方、先方が粒子数の把握に拘る理由は、PM微粒子の健康被害において、粒子数の方が質量濃度よりもより大きく健康被害に相関するという考え方に基づいているようである（これに対応する文献等の関連情報は入手していない）。さらに現在EUにおいて、最新の最も厳しい自動車排ガス基準として、排ガス中の微小粒子のカウント数で規制を開始することが検討されていることが、AQCC総裁の念頭にあるようである。関連する機材がAQCCの無償案件にも盛り込まれる見込みであることから、今後、この話題は再燃する可能性が高い。

一方、PM微小粒子の粒径が小さいほど健康影響が大きいことは通説となっている。したがって環境中のPM2.5の計測を行った場合、質量濃度が同等であっても、そのPM2.5に含まれる粒子の粒径がより微小なものが多い（すなわち粒子数としては大きい）場合、健康影響はより大きなものとなる。よって、先方の関心であるPM2.5の粒子数の計測は、PM2.5の質量濃度の計測と粒径分布を組み合わせることで代替できる可能性がある。当分野での日本の知見や専門家の有無を確認し、粒子数の把握を行うことにどのような大気環境管理上の有用性と実施上の課題があるのか明らかにしたうえで、対応方針を固める必要がある。

## （2）二次生成有機エアロゾル関連分析の大気環境管理における有効性の検討

(Effectiveness of SOAs (Secondary Organic Aerosols) analysis in air quality management to be evaluated.)

AQCC 総裁は PM2.5・PM10 の二次生成に大きな関心をもっているが、特に二次生成有機エアロゾル（SOA）とその生成過程への関心が示された。テヘラン市においては東京や北京などの大都市と同様に二次生成のPM2.5やPM10の存在が想定されるが、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>を前駆物質とする無機質なPM2.5やPM10も想定される。したがって、有機粒子、無機粒子を含む全体像を把握することが先決であろう。そのうえで、SOAが重要である場合には、その生成過程を究明することがPM2.5・PM10の対策上どのような意味があるのか確認したのちに、本協力における対応方針を検討すべきである。

## （3）上記成果の達成の過程での人材育成、及び関係機関間の連携強化

(Human resource development and coordination among counterpart agencies shall be enhanced through achieving the above outputs.)

上記の成果を達成するのは日本人専門家ではなく、あくまでもAQCCをはじめとするイラン側のC/Pが達成し、日本人専門家はそれを支援するのが役割であると説明した。その過程で、人材育成と関連機関間の連携強化を行うことに理解を得た。

(4) 現地でのイラン側専門家ワークショップの開催と、イラン側意思決定者・為政者の日本におけるスタディツアーの実施

(Workshops for professionals and publics in Tehran and study tours for decision makers in Japan will be built in project activities.)

AQCC 総裁は、現在のところ本協力の一環として JICA 課題別研修事業を活用することには、その期間の長さや研修レベルと AQCC ニーズとのずれ、費用対効果などの理由から肯定的ではない。しかし現地でイラン側の専門家や民間企業を対象とした技術的なワークショップ等を行い、関連する技術者、研究者、大学等を広く巻き込みたいとしている。また、より効果的な大気環境管理が実現されるためには、テヘラン市における枢要な意思決定者・為政者を日本に招いて、知見を高めることが重要であるとの見解である。本協力実施にあたっては、こうした活動を積極的に展開することが望まれる。

### 7-3 プロジェクト対象地域

本協力の対象地域は、AQCC の所掌であるテヘラン市 22 区〔City of Tehran (22 districts)〕とするのが共通理解である。しかし大気汚染現象がこの行政区で完結しない場合、すなわち隣接する都市地域や汚染源からの大気汚染の流入等がある場合は、境界条件等、さまざまな技術的な検討が必要となることが見込まれる。

### 7-4 プロジェクト期間

プロジェクト期間は、3~4 年とすることで、共通理解を得た。

### 7-5 プロジェクト活動内容

案件採択後の詳細計画策定調査において、プロジェクト活動内容に関して協議し合意する必要があることを説明した。その際に必要最低限の機材の供与を盛り込むことも説明した。今回先方と協議した成果（アウトプット）案を基に、日本における各技術分野における知見や専門家の状況、必要機材、それぞれの成果における人材育成やキャパシティ・ディベロップメント（CD）のあり方を勘案して、プロジェクト活動を検討する作業が必要である。

### 7-6 プロジェクトの実施体制

プロジェクトの実施体制として、調査団側から次のものを提示した。

- ・ JCC 構成機関：AQCC、DOE-TPD の大気質モニタリング担当部署、JICA、イラン側関連機関
- ・ JCC 議長：AQCC 総裁
- ・ プロジェクト・ディレクター：AQCC 次長
- ・ プロジェクト・マネジャー：Head of Measurement and Maintenance Department
- ・ 主要 C/P 機関（Chief C/P Agency）：AQCC
- ・ C/P ワーキンググループ（Counterpart Working Group）：AQCC、DOE-TPD、関連大学機関、コントラクタ、その他関連協力機関

AQCC 総裁をはじめとする先方は、これまで JICA 技術協力の直接の C/P となった経験がない

ことから、プロジェクト実施体制に関しては判断に迷っている模様であり、明確な見解は示されなかった。AQCC 総裁は多忙なことから、現在理事会の副メンバーとなっている前 AQCC 総裁（現シャリフ工科大学教授）をプロジェクト・ディレクターまたは合同調整委員会（JCC）議長として登用したいとの考えも表明された。調査団側から、想定される役割と時間的な負担を概略説明した。また JCC 議長は、テヘラン市の関連部局や国の機関など、AQCC の上位機関との連携を行える人物が望ましいこと、プロジェクト・ディレクターは AQCC の各部局に指示できる立場の AQCC の上級職員をあてることが望ましいことを説明した。

本協力の主要 C/P 機関、及び C/P ワーキンググループの設定については先方の理解を得た。本協力では、大気環境モニタリングの QA/QC 向上、エミッション・インベントリ構築などのさまざまな技術分野において、技術移転、人材育成、マネジメント改善を行う際、AQCC に加えて DOE-TPD、コントラクタ、大学関連機関などのステークホルダーを巻き込む必要がある。そのため、C/P ワーキンググループを設定することが有効である。以上のプロジェクトの実施体制に関しては、次の詳細計画策定調査において、再度、参加機関の役割分担とともに協議し合意する必要がある。

#### 7-7 実施上の留意点

テヘラン市における大気環境管理と大気汚染対策に関わる意思決定と実施のメカニズムは相当程度進んだ状況にあるものとみられる。AQCC をはじめとするさまざまな関連機関の人材の知見や基本的な資質は高く、モチベーションも高い。こうしたプロセスは、AQCC と DOE-TPD を中心として、国レベル、テヘラン州レベル、テヘラン市レベルの行政機関、大学等の研究機関、コントラクタ等の民間機関が協働する形で行われている。こうした状況下で、AQCC の最大の問題意識は、大気環境モニタリングやインベントリ構築をはじめとするさまざまな科学的、技術的な業務やデータの信頼性の向上であり、これにより意思決定者がより正しい判断を行うようになるものと考えている。特にデータの信頼性や科学的な正しさがイランにおいて施政上重視されることが指摘された。さらに大気汚染がテヘラン市民に及ぼす健康影響が、意思決定者レベルでは大きな関心の的となっているようである。

こうした構図の下では、テヘラン市大気環境管理上の重点課題において、AQCC、DOE-TPD に加えて、コントラクタや大学研究機関等の協力機関のそれぞれの機関の技術能力が強化、底上げされ、さらに組織間の連携協調の質的な改善が行われることが、今後のイラン側の大気環境管理の発展基盤となる。こうした側面を支援するための協力案件を実施するにあたり、次の点に留意することが必要である。これら内容について、付属資料 2 「Aid Memoire」を用いて AQCC とも確認を行った。

##### (1) 能力強化に重点を置くこと

AQCC との意見交換では、本 JICA 協力では、イラン側の人材や組織が具体的に業務改善や新たな業務ができるようになることが重要であり、過去の JICA 開発調査や先方が実施済みの活動を繰り返すことは希望していないとの意向が表明された。したがって、本協力のスキームは、先方の CD を行うための技術協力プロジェクト（技プロ）とするのが妥当であり、先方にもその旨の了解を得た。

(2) CD 対象の設定（行政、研究機関、民間）

AQCC が行う大気環境管理の業務においては、各技術分野の業務は AQCC 組織内部で完結するのではなく、コントラクターや大学研究機関へアウトソースを行い、テヘラン市の他部局や DOE-TPD との連携協調を行うことが必要とされている。したがって本 JICA 協力においては、各技術分野において、AQCC の関連部署に加えて、関連する DOE-TPD などの行政機関、コントラクター、大学等研究機関にまたがる CD を検討する必要がある。

(3) 関連機関の役割の明確化

特に、大気環境モニタリング、インベントリ作成、関連の環境ラボ分析における CD のあり方の検討や実施に際しては、AQCC・DOE-TPD（大気環境測定部門及び工場排ガス立入測定部門）・受注業者・大学その他関係機関の役割分担の明確化を行うことが重要である。

(4) 共同作業による CD

本協力においては、イラン側と JICA 専門家が成果達成のための活動において具体的な共同作業を行うことを通じてイラン側の CD を図るものとする。

(5) イラン側人材・機材の有効活用

本協力では、さまざまな環境測定や環境ラボ分析に関わる技術的な作業が発生するが、これを行うにあたり、イラン側の人材や関連機関にある機材の有効活用を検討する。これによりイラン側関連機関の OJT が可能となり、イラン側の能力の底上げに資するとともに、本協力の効率的な実施にもつながることが期待できる。

(6) 活動方法の柔軟な組み合わせ

本協力における各成果及び活動においては、対象となる組織や組織間連携の状況、先方の技術レベルや現地における機材、環境分析の制約等に対応して、現地あるいは本邦実施のワークショップ・研修、環境ラボ分析作業、ガイドライン作成等、活動方法の柔軟な組み合わせを工夫しながら CD を行うものとする。

(7) 活動項目に応じて求められる JICA 専門家のレベルへの配慮

本協力におけるさまざまな技術分野（インベントリ構築、移動・固定発生源の排ガス測定、大気環境自動測定局の運用改善、ベンゼンや BaP などの有害汚染物質のモニタリング、PM2.5・PM10 の発生源寄与解析調査、大気環境シミュレーション・モデル構築、大気汚染対策案の評価など）に応じて、要求される技術レベルを十分に配慮して、JICA 専門家を選定、投入することが重要である。

(8) データや関連情報の入手可能性の確認

上記、活動項目においてさまざまなデータや関連情報が必要となる。今回調査では、イラン側では各機関レベルで情報提供が厳しく監視・制限されており、事前に送付した質問票の回答も回収できていない。したがって本協力の準備、実施の過程では、データや関連情報の入手可能性の確認を行いながら進める必要がある。状況によっては、活動上の大きな制約と

なるおそれもある。

#### (9) 経済制裁の影響への配慮

大気環境自動測定局や環境ラボの機材の運用において、校正用の標準ガスや補修部品の調達が経済制裁の影響で大きな制約を受けており、これが機材の有効活用や精度管理上の障害となっている。本 JICA 協力の実施においても、経済制裁が解除されない場合は、同様の障害に直面することになる点に留意が必要である。

#### (10) 実施体制・先方責任者の確認 (AQCC を主 C/P 機関、DOE-TPD 内関連部門等を協力機関とし、C/P ワーキンググループの設置を検討)

上述のように、本 JICA 協力は、要請元である AQCC を主な C/P 機関として CD の中心とするも、関連する組織間にまたがった CD を実施することが不可欠である。したがって、DOE-TPD 内関連部門等を協力機関として、各成果及び活動分野に対応した C/P ワーキンググループを形成し、必要に応じて行政、民間コントラクター、大学研究機関を関与させる形が必要となる。案件採択後の詳細計画策定調査においては、各成果及び活動分野に応じた C/P ワーキンググループの形成を具体的に提案・協議し、協力開始までに少なくとも第 1 年次活動に対応する部分については合意しておくことが必須である。

### 7-8 考 察

#### (1) 先進的な行政モデルにおける CD

イランの大気環境管理分野においては、世銀が 2004 年にその「世界開発報告」で提唱した開発モデルに似たものが実践されている。それは行政サービスを提供するプロバイダーと、政治的・政策的意思決定を行う国家を分離するものである。この場合、プロバイダーは特定の行政サービスを提供する能力があれば効率性の観点から、特定の省庁や自治体とは独立した、民間や NGO 等が望ましいとしている。AQCC は前述のように会社組織の形をとっており、テヘラン市レベル、国レベルの大気環境管理及び大気汚染対策に関わる意思決定者にサービスを行う機関である。また、AQCC は大気環境モニタリングステーションの運用・維持管理やアスベスト測定等の技術的業務は、コントラクターや大学研究機関にアウトソースを行い、これを監督する形となっている。また、DOE-TPD もテヘラン市内大気環境モニタリングステーションの運用・維持管理を同じコントラクターに委託している。

こうした契約の連鎖からなる行政システムにおける CD は、これまで JICA が支援してきた行政機関に対する人材育成を中心とした伝統的な CD とは異なるであろう。CD のあり方と、それに対応した活動項目を十分に検討する必要がある。現在のところ次の試案が考えられる。

AQCC の CD 目的は、意思決定者へのサービスの質・量の改善とし、そのために、関係主体の技術能力の向上 (AQCC 担当職員、コントラクター・大学等協力機関の底上げ)、AQCC の契約能力・コントラクター監理能力強化が必要となる。さらに、関連する大気環境モニタリングや排ガス測定の際の機材・施設能力の強化 (QA/QC、機材維持管理、コントラクターへの提供) も必要となる。その際、AQCC の調査研究能力強化においては、どの程度まで学術的なレベルをめざすべきか、日本における計量法や各種の国家資格制度に該当する、コントラクターや協力大学ラボの品質管理の制度的基盤がテヘラン市にあるのか、などの確認が必要である。

技術的知見はサービス・プロバイダー（コントラクタ、大学等）に蓄積され、AQCC は中間業者的存在あるいはオーガナイザー組織というとりえ方でよいのか、あるいは AQCC 内部に技術的知見を蓄積すべきなのかも、今後、先方との協議を通じて決めていく必要がある。

## （２）AQCC への協力を手掛かり足がかりとした意思決定者へのアプローチ — 大気環境管理能力の構築（中長期的ビジョン）

今回調査では、AQCC の案件要請内容及び、AQCC の業務内容に関してはインタビューや意見交換を通じて相当程度の情報を得ることができた。一方で、当分野におけるテヘラン市レベル、国レベルの大気環境管理や大気汚染対策の策定・実施における意思決定メカニズムに関しては、まだベールに包まれている。先方政府の情報開示に関する厳しい制限から、今後も C/P 機関以外の政府機関を対象とした情報収集は難しいことが予想される。その場合でも、AQCC への協力をまず開始し、その実施を通じて、国レベル、市レベルの意思決定メカニズムを漸進的に把握し、AQCC への協力を手掛かり足がかりとして中長期的に大気環境管理能力の構築支援をめざす方が現実的である。

AQCC 総裁からは、本件実施の一環として市における意思決定者レベルのスタディツアーを実施することに強い要望が表明された。また、UNDP では、国家レベルで、大気汚染問題に取り組むための医学アカデミーを中心としたタスクフォース（TF）を設置し、イラン政府の上層部へのアドボカシーを試みるとしている。また、DOE には、西宮 JICA 専門家の赴任が予定されている。こうした側面を、本件活動内容や実施に反映させることで、意思決定者へのアプローチが可能となるだろう。

## （３）高い科学的知見、技術レベルへの要望

本章 7-1 節の（３）「成果（案）」で示したように、先方の要望は、科学的、技術的な観点からは日本でも先進的なレベルのトピックを含んでいる。よって特定の分野によっては、学識経験者や公的な研究機関から専門性の高い人材の協力を得る必要性が高い。また AQCC は、行政として最適で費用対効果の高い技術的判断を行うという理解や動機づけは乏しく、技術的になるべく高度で正確なデータや研究レベルの科学的・技術的知見を、組織のプロダクトとしてとらえる傾向が強い。これは、上述のように契約の連鎖からなる行政システムに加えて、AQCC の現総裁がシャリフ工科大学教授を兼務していることが影響していると思われる。

こうした先方の要望にある程度は応える必要があるものの、JICA 協力としては、あくまでも現在のテヘラン市における大気環境行政において意味があるもの、そうでないものを峻別して協力することが重要である。また、こうした AQCC の判断力も強化する必要がある。

## （４）関連する研修事業関係者の活用

AQCC による本案件要請内容は、2013 年の JICA 東京国際センター「大気環境管理キャパシティビルディング」研修コースにおける AQCC からの研修員作成のアクションプランをベースとしているとみられる。また、JICA 関西の「自動車排ガス対策」研修コースにも AQCC からの参加実績がある。上に述べたように先方要請が高度な科学・技術分野のトピックを含むので、上記研修の講師や想定される受入機関（日本環境衛生センター等）とも意見交換を

行いながら、高度な分析や研究レベルで裾野の広い日本側の協力体制を整えることが望まれる。

(5) プロジェクト協力期間

本件は、既述の理由から漸進的なアプローチをとり、事業進捗に応じて軌道修正できることが望まれる。また経済制裁解除のタイミング等が見通せないために、機材供与等に大幅な影響が出ることが予想される。現在のテヘラン市長の任期が残り2年であることなど、種々のリスク要因を考慮すると、協力期間は先方要請の3年間を1年延長し4年間とする方が、さまざまな状況変化に対応し、継続性も担保しやすいものと思われる。





## 付 属 資 料

1. 先方要請書
2. Aide Memoire
3. 収集資料・参考資料リスト
4. 主要機関との協議メモ



1. 先方要請書

4120030H0020 412:イラン  
テヘラン市大気汚染管理プロジェクト  
開発計画調査型技術協力

**APPLICATION FORM FOR JAPAN'S TECHNICAL COOPERATION**

1. **Date of Entry:** Day 7 Month 7 Year 2014
2. **Applicant:** The Government of Islamic Republic of Iran
3. **Technical Cooperation (T/C) Title:** Capacity Development on Air Pollution Control, Tehran Municipality

4. **Type of the T/C** ※select only one scheme.

**Technical Cooperation Project** / Technical Cooperation for Development Planning

Individual Expert     Individual Training     Equipment

5. **Contact Point ( Implementing Agency):** \_\_\_\_\_  
Address: NO. 40. Nikoughadam St., Northern Sohrevardi Ave. Tehran  
1551815111-IRAN  
Contact Person: Dr. Vahid Hosseini  
Tel. No.: 009821-88745020      Fax No. 009821-88765180  
E-Mail: vhosseini@sharif.edu

6. **Background of the T/C**

Tehran is the capital city of Iran. Population is more than 12 million. They have been affected by air pollution for long years. Because of high pollution were expected, extra six (6) holidays were announced in 2013 in order to protect health of citizens.

Air quality monitoring must cover the city widely, accurately and continuously. Air quality stations have been increased from 7 to 20 from 2009. However, monitoring is not sometimes accurate or continuous because of various types of errors. Maintenance capacity is necessary to be improved.

In 1990s, carbon monoxide (CO) was the main pollutant of Tehran. Capacity of Tehran had been developed by several projects including two projects and one expert dispatch of JICA. As the result, air quality in terms of CO had been improved from 2003 to 2007. CO is generally below air quality standard now. However, particulate matters (in terms of both of PM-10 and PM-2.5) are still much over than air quality standard for the last 10 years. Capability to analyze particulate matters is to be improved.

## **7. Outline of the T/C**

### **(1) Overall Goal**

Air quality monitoring and analysis is enhanced for health control and policy development.

### **(2) T/C Purpose**

Capacity of AQCC on air quality monitoring and analysis is enhanced.

### **(3) Outputs**

Air pollution mitigating projects are evaluated by AQCC using PM source appointment and emission inventory.

### **(4) T/C Site**

Tehran City

### **(5) T/C Activities**

- 1-1 PM-10 and PM-2.5 sampling and source appointment plan is developed.
- 1-2 Capability of PM-10 and PM-2.5 sampling of AQCC is developed.
- 1-3 PM-10 and PM-2.5 output of air quality monitoring stations are evaluated by weight of PM-10 and PM-2.5 samples.
- 1-4 Capability of PM-10 and PM-2.5 Source Apportionment using composition analysis data of AQCC is developed.
  
- 2-1 Sampling and analyzing of Asbestos in ambient air of Tehran
- 2-2 sampling and analyzing of PAH in ambient air of Tehran
  
- 2-1 Emission inventory plans are developed.
- 2-2 Input data for emission inventory are collected.
- 2-3 Emission Inventory of Tehran for particulate matter is compiled

### **(6) Input from the Recipient Government**

- 1) Project Director

- 2) Project Manager
- 3) Members of Joint Coordination Committee
- 4) Counterparts Personals of which capacity will be developed
- 5) Existing air quality monitoring stations and their output data
- 6) Standard supplies of air quality monitoring stations
- 7) Traffic volume information
- 8) Statistics of vehicle registration
- 9) PM-10 and PM-2.5 standard samplers
- 10) Information of industry, especially factories which consume larger volume of fuel or which causes industrial process dust

**(7) Input from the Japanese Government**

- 1) Project Experts
- 2) Composition analysis of PM-10 and PM-2.5
- 3) Study tour to Japan to study Japanese experiences

**8. Implementation Schedule**

Month 11 Year 2015 ~ Month 10 Year 2018

**9. Description of Implementing Agency**

**10. Related Information**

**(1) Prospects of further plans and actions/ Expected funding resources for the Project:**

AQCC will improve air pollution warning, and improve air pollution countermeasure planning.

Municipality and government will be funding resources for the project

**(2) Activities by other donor agencies, if any:**

- Same project is not requested to any other donors.
- No other donor has a similar project in the target area
- JICA carried out emission inventory and air quality modelling project in 1990s, which was one of the most important inputs why air pollution of CO has been solved. However, it is not applicable for particulate matters because Japan or any other countries had not yet found suitable analysis

methods or final solution for particulate matters in 1990s.

**(3) Other relevant Activities (Activities in the sector by the recipient government and NGOs), if any:**

➤ None

**(4) Other relevant information (Available data, information, documents, maps, etc. related to the Project)**

➤ Air quality information of 2011 is open to public in Persian language at the URL below;

<http://air.tehran.ir/Portals/0/Users/002/02/2/Air%20Quality%2090%20Final.pdf>

**11. Global Issues (Gender, Poverty, Climate change, etc.)**

➤ Aerosol, which contains particulate matters, is considered as one of the major reason of global warming. Capacity development against particulate matter problem can help Tehran to contribute climate change mitigation.

**12. Environmental and Social Considerations**

**(In case of Technical Cooperation Project / Technical Cooperation for Development Planning, please fill in the attached screening format.)**

➤ Described in the screening form attached

**13. Others**



Signed:

Title: Direct Manager of Air Quality Control Co.

On behalf of the Government of ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN

Date: July 9 - 2014

**Additional Form for Expert**

※If the applicants select the Individual Expert in 4. , please fill out this form.

**1. Type of Assignment**

(New / Extension / Successor)

If this type is “Extension” or “Successor”, please show whose extension or successor it is.

**2. Qualifications and Experience required**

(1) Age Limit

(2) Educational Background  
(Doctor / Master / Bachelor)

(3) Practical Experience on Related Field

(4) Language  
(Name / Level)

(5) Other Qualification and Experience

**Additional Form for Equipment**

※If the applicants select the Individual Equipment in 4. , please fill out this form.

**1. Estimated Cost for the Equipment**

Recipient Country / Japan / Third Country

**2. Place of Procurement**

**3. Preferable Time of Delivery**

**4. Necessity of Dispatch of Expert/s for Installation and Adjustment of the Equipment**

Necessary / Not necessary / Not clear

**5. Main Users of the Equipment**

**6. List of the Equipment Requested**

(Name of equipment)	(Specification)	(Quantity)	(Cost)
(1) Low Volume Sampler		2	
(2) High volume Sampler		2	
(3) High Volume Sampler with PUF		2	



## Screening Format (Environmental and Social Considerations)

Please write “to be advised (TBA)” when the details of a project are yet to be determined.

Question 1: Address of project site

Tehran City, Islamic Republic of Iran

Question 2: Scale and contents of the project (approximate area, facilities area, production, electricity generated, etc.)

2-1. Project profile (scale and contents)

Capacity development of air pollution monitoring and analysis for warning and countermeasure planning, which covers whole over Tehran City, Islamic Republic of Iran.

2-2. How was the necessity of the project confirmed?

Is the project consistent with the higher program/policy?

YES: Please describe the higher program/policy.

Municipality of Tehran

NO

2-3. Did the proponent consider alternatives before this request?

YES: Please describe outline of the alternatives

(AQCC tried to do it by itself, and AQCC concluded donor support is necessary )

NO

2-4. Did the proponent implement meetings with the related stakeholders before this request?

Implemented     Not implemented

If implemented, please mark the following stakeholders.

Administrative body

Local residents

NGO

Others ( )

Question 3:

Is the project a new one or an ongoing one? In the case of an ongoing project, have you received strong complaints or other comments from local residents?

New   Ongoing (with complaints)   Ongoing (without complaints)

Other

Request of local residents on air pollution is increasing day by day.

Question 4:

Is an Environmental Impact Assessment (EIA), including an Initial Environmental Examination (IEE) Is, required for the project according to a law or guidelines of a host country? If yes, is EIA implemented or planned? If necessary, please fill in the reason why EIA is required.

Necessity   (Implemented   Ongoing/planning)

(Reason why EIA is required: )

Not necessary

Other (please explain)

Question 5:

In the case that steps were taken for an EIA, was the EIA approved by the relevant laws of the host country? If yes, please note the date of approval and the competent authority.

Approved without a supplementary condition

Approved with a supplementary condition

Under appraisal

(Date of approval:                      Competent authority: )

Under implementation

Appraisal process not yet started

Other ( )

Question 6:

If the project requires a certificate regarding the environment and society other than an EIA, please indicate the title of said certificate. Was it approved?

Already certified

Title of the certificate: ( )

Requires a certificate but not yet approved

Not required

Other

Question 7:

Are any of the following areas present either inside or surrounding the project site?

Yes       No

If yes, please mark the corresponding items.

- National parks, protection areas designated by the government (coastline, wetlands, reserved area for ethnic or indigenous people, cultural heritage)
- Primeval forests, tropical natural forests
- Ecologically important habitats (coral reefs, mangrove wetlands, tidal flats, etc.)
- Habitats of endangered species for which protection is required under local laws and/or international treaties
- Areas that run the risk of a large scale increase in soil salinity or soil erosion
- Remarkable desertification areas
- Areas with special values from an archaeological, historical, and/or cultural points of view
- Habitats of minorities, indigenous people, or nomadic people with a traditional lifestyle, or areas with special social value

Question 8:

Does the project include any of the following items?

Yes       No

If yes, please mark the appropriate items.

- Involuntary resettlement      (scale:      households      persons)
- Groundwater pumping      (scale:      m<sup>3</sup>/year)
- Land reclamation, land development, and/or land-clearing (scale:      hectors)
- Logging      (scale:      hectors)

Question 9:

Please mark related environmental and social impacts, and describe their outlines.

- Air pollution
- Water pollution
- Soil pollution
- Waste
- Noise and vibrations
- Ground subsidence
- Offensive odors
- Geographical features
- Bottom sediment
- Biota and ecosystems

- Water usage
- Accidents
- Global warming

- Involuntary resettlement
- Local economies, such as employment, livelihood, etc.
- Land use and utilization of local resources
- Social institutions such as social infrastructure and local decision-making institutions
- Existing social infrastructures and services
- Poor, indigenous, or ethnic people
- Misdistribution of benefits and damages
- Local conflicts of interest
- Gender
- Children's rights
- Cultural heritage
- Infectious diseases such as HIV/AIDS
- Other ( )

Outline of related impact:

Air pollution can be solved by this capacity development proposal, and global warming will be mitigated consequently.

Question 10:

In the case of a loan project such as a two-step loan or a sector loan, can sub-projects be specified at the present time?

Yes             No

Question 11:

Regarding information disclosure and meetings with stakeholders, if JICA's environmental and social considerations are required, does the proponent agree to information disclosure and meetings with stakeholders through these guidelines?

Yes             No

**Aide-Memoire**  
**on**  
**the Fact-Finding\* Mission on Air Pollution Control in Tehran Municipality**

\* Basic Data Collection

The Japan International Cooperation Agency (JICA) dispatched a fact-finding\* mission on air pollution control in Tehran Municipality from 22 May to 2 June 2015, led by Mr. Taizo YAMADA, JICA Senior Advisor in Environmental Management, following an official request from the Government of Iran for technical cooperation for Air Quality Control Company (AQCC), Municipality of Tehran.

The JICA mission discussed with various stakeholders of air pollution control in Tehran on the current status of air pollution control strategies and plans, ambient air quality and emission monitoring and analysis, ongoing and planned countermeasures; and exchanged views and ideas on the proposed technical cooperation project.

Major findings of the JICA mission are presented in the Attached Document. The findings and interpretations expressed in this Aide-Memoire are entirely those of the JICA mission. The discussed contents are subject to consideration by JICA, and should in no way be taken by undertakings by JICA.

JICA mission explained the contents of the Attached Document to AQCC and both sides exchanged opinions. Comments from the Iranian side are attached herewith.

Tehran, 2 June 2015

Attachment:

Wrap-up Document of the Fact-Finding\* Mission on Air Pollution Control in Tehran Municipality

## **Wrap-up Document of the Fact-Finding\* Mission on Air Pollution Control in Tehran Municipality**

\* Basic Data Collection

The mission would like to express its sincere gratitude to Dr. Vahid Hosseini, Managing Director, Mr. Hossein Shahidzadeh, Deputy Director, Mr. Mohammad Ali Najafi, Head of Measurement and Maintenance Department, and members of AQCC for their kind arrangements and efforts provided for the realization of the mission.

### **[Outline of the mission]**

#### **1. The purposes of the mission**

The purposes of the mission are as follows:

- Fact finding on the current status of air pollution control strategies and plans, ambient air quality and emission monitoring and analysis, ongoing and planned countermeasures; and
- Exchanging views and ideas on the proposed technical cooperation project

#### **2. Members and schedule of the mission**

The mission consists of the following members

- Taizo Yamada, Senior Advisor (Environmental Management), JICA
- Shizuka Onishi, Deputy Director, Environmental Management Team 2, Global Environment Department, JICA
- Hiroyuki Maeda, Engineer, Environment Division, Suuri Keikaku Co., Ltd
- Komei Yamaguchi, Manager, Overseas Business Section, Business Management Department, Japan Weather Association

Mission schedule and list of major sites visited / people interviewed are attached to this document.

### **[Major Findings]**

Major findings by the mission are as follows.

#### **3. Major air pollution control strategies, plans and platforms**

Major air pollution control strategies and plans confirmed are as follows. The first plan for 2000-2009 had been developed by utilizing the outcomes of the two development studies

conducted by JICA, and works by Swedish firms. The latest relevant plans of Iranian authorities are developed by utilizing the outcomes of Iranian experience on the first plan.

**At the national level:**

- Ordinate by the cabinet of ministers to reduce air pollution in 8 mega cities, led by DOE
- Task force on air pollution and health issues, led by the Iran Academy of Medical Sciences

**At the provincial level:**

- The latest provincial air pollution reduction plan released in 2014
- Provincial-level working group involving a wide range of relevant stakeholder ministries and agencies, coordinated by DOE-TPD

**At the municipal level:**

- Tehran 5-year Plan to Reduce Air Pollution.
- Tehran Comprehensive Transportation and Traffic Plan (2005-2025) and its 2<sup>nd</sup> phase 5-year plan (2014-2018)

**4. Emission Inventory and Air Quality Simulation Model**

**4-1. Emission Inventory**

- In 2015, AQCC has elaborated and is internally reviewing emission inventory.
- Target emission sources are vehicle, airport, railway, bus terminal, petrol stations, industries, residential sources and commercial sources.
- Target pollutants are CO, VOC, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> and PM.
- Emission factors of vehicles have been measured by Fuel Combustion and Emission CenteFCE of Sharif University of Technology, and are calculated using IVE (International Vehicle Emissions) model. Other emission factors are mainly on AP-42 model of USEPA.

**4-1-1. Vehicle Source Emission Inventory**

- Vehicle emission measurement for estimation of emission factors had been carried out for gasoline, CNG and LPG vehicles for CO, NO<sub>x</sub> and VOC, and is on-going for new electronic control engine gasoline vehicles by FCE of Sharif University of Technology.
- Emission factor should be elaborated based on vehicle emissions measurement in Tehran including diesel and non-electrically controlled gasoline vehicles.



#### **4-1-2. Industrial, Commercial and Residential Emission Inventory**

- Some information related to emission inventory on power plants, a refinery and some specific industries up to 10 factories are provided by DOE-TPD. Other input data are estimated by statistics on natural gas supply provided by Tehran Gas Company.
- Emission factor should be elaborated based on local emissions measurement. AQCC has not yet achieved it, because AQCC has no authority to measure emissions from stationary sources. DOE-TPD has the authority for on-site inspection of stationary sources. However, due to the limited capacity of DOE-TPD, inspection and data collection of small and medium industries have not been thoroughly conducted so far.

#### **4-2. Air Quality Simulation Model**

- AQCC is developing air quality model using WRF-CAMx and WRF-CMAQ for air pollution forecasting in the short term, such as next-day forecasting.
- In order to take advantage of simulation modelling, evaluation of air quality impacts by pollution control measures could be performed by using appropriate simulation models.

### **5. Air quality monitoring activities (assessments and suggestions)**

#### **Operational status**

- AQCC and DOE-TPD have been monitoring NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> at air quality monitoring stations. Regarding VOC and HC, they have suspended the VOC and HC monitoring due to lack of spare parts and calibration gases. They are unable to restart HC analyzers because the model year is too outdated and the manufacturer does not provide the after-sales service anymore.
- Regarding maintenance of air quality monitoring stations, instruments by different manufacturers and of different model years are being used at the air quality monitoring stations. The contractor under AQCC and DOE-TPD is trained only by manufacturers of instruments and has limited opportunities for getting trained in any other way.
- AQCC is monitoring NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> & BTEX using the passive sampling method to know the spatial distributions of concentration of these pollutants in Tehran city. The method provides us with two-week concentration. On the other hand, canister sampling method will enable measurement of daily concentration. Therefore for AQCC, measurement of Benzene using the canister sampling method is recommendable in order to evaluate daily concentration as well as other pollutants such as NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, etc.
- Regarding Benzo[a]Pyrene, AQCC has no experience in monitoring them in Tehran

City. Tehran University of Medical Sciences has measured PAHs including Benzo[a]Pyrene on their research activities.

- Regarding Asbestos, AQCC has started monitoring activity with the help of research institutions including Tehran University of Medical Science, which is a leading analytical organization of Asbestos in Iran. However, monitoring results remain unclear.
- Regarding QA/QC for air quality monitoring stations, it is desirable for AQCC and DOE-TPD to set up a reference air monitoring laboratory, to bring them to each monitoring station, and to run them in parallel to check the discrepancies. Using the results, instruments producing unreliable data will be adjusted or replaced. AQCC should evaluate accuracy of Beta-ray absorption method at air quality monitoring stations by using filter sampling analysis method using FRM (Federal Reference Method of US EPA). AQCC should develop long-term plans for operation, maintenance and renewal of air quality monitoring stations to properly manage their cost.
- AQCC should improve standard TORs for each outsourced activity of air quality monitoring such as the maintenance of air quality monitoring station, sampling and analysis of air pollutants.
- Proper operation of air quality monitoring stations is affected due to long and difficult procurement process of calibration gases and spare parts of instruments because of ongoing sanctions.

#### **Assessment of data collected**

- According to Tehran Annual Air Quality Report in 2013 FY, annual average of PM10, PM2.5, SO2 and NO2 exceeds air quality standard.
- CO and O3 are generally complying with hourly or 8-hour average air quality standard.
- PM2.5 is the main reason of “polluted” days of AQI. Emission sources of PM2.5 are not well identified.
- Shahr-e-Ray and Shad-Abad stations of PM10 are 6 times higher than air quality standard. PM10 concentration has been increased. PM10 concentrations at traffic air monitoring stations are much higher than urban air quality monitoring stations.
- PM2.5 is the main reason of “polluted” days of AQI. Emission sources of PM2.5 are not well identified.
- Lead is not monitored by public sector. Leaded gasoline is abolished since 2002. Nevertheless, some Iranian authorities are concerned about lead concentration in air. Research by Tehran University of Medical Sciences identified lead as substantial components of PM10.

- PAH is not monitored by public sector. It was measured as a scientific research by Tehran University of Medical Sciences. Among PAHs, Benzo[a]Pyrene was 7 times higher than air quality standard according to components analysis in PM10 by Tehran University of Medical Sciences.
- Benzene is not monitored at present. However, Iranian authorities are concerned about Benzene concentration level due to perceived vapor leakage from gasoline vehicles.
- Monitored Asbestos level is decreasing, but Iranian authorities are concerned about data credibility.

## **6. Related environmental laboratories (observations and suggestions)**

The following observations are based on site visits to and interviews at two academic and one public environmental laboratories. The visit did not include private laboratories.

- Regarding PM, Iranian side can conduct PM sampling and analysis activities for PM components such as ionic, inorganic, and concentration except carbon components using related instruments in Tehran University of Medical Sciences. However, Tehran University of Medical Sciences and other organizations do not own the analytical instrument such as DRI (Desert Research Institute of USA), for carbon components (EC, OC, and CC) of PM10 and PM2.5 which meets the thermal optical reflectance method. Therefore, AQCC should implement ambient air sampling using FRM and analysis of carbon components should be done in foreign countries.
- Iranian side does not have enough PM sampling instruments such as low volume sampler and PM2.5 sampler. For the apportionment study, AQCC should collect the concentration data of PM components using these samplers. Required number of PM2.5 samplers is expected to be around ten (10) samplers for a total of five (5) monitoring sites in Tehran city.
- Regarding Benzene, Tehran University of Medical Sciences and other organizations do not own canister for sampling and specialized gas chromatography (GC) for Benzene analysis. AQCC should implement ambient air sampling using canisters, and the analysis should be conducted abroad.
- Regarding Benzo[a]Pyrene, Tehran University of Medical Sciences and other organizations can analyze Benzo[a]Pyrene and other PAHs. Benzo[a]Pyrene is clearly defined as a carcinogen by WHO, on the other hand, other PAHs are still under discussion in the international research level. Therefore AQCC should establish a monitoring system of Benzo[a]Pyrene with relevant organizations abroad.
- Regarding Asbestos, Tehran University of Medical Sciences and other organizations can analyze Asbestos using their own instruments. However, AQCC is concerned

about uncertainty of measurement results. AQCC needs to elaborate QA/QC for Asbestos monitoring and measurement.

- Regarding QA/QC of laboratory, for example, Tehran University of Medical Science and other organizations own Standard Operating Procedures (SOPs) for their analysis. AQCC desires to cross-check analytical data measured by laboratories in Iran and abroad.
- Proper operation of laboratories is affected due to long and difficult procurement process of calibration gases and spare parts of instruments because of ongoing sanctions.

#### **7. Air pollutants to be addressed**

- PM2.5 is the main reason of “polluted” days of AQI. NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, HC and VOC would be necessary to be addressed because these emissions may cause secondary PMs of which contributions need to be assessed.
- PM10 is another primary pollutant in terms of exceedance of air quality standard.
- PAHs (especially Benzo[a]Pyrene), VOCs (especially Benzene) and Asbestos are necessary to be monitored by public sector for air quality monitoring. QA/QC of Asbestos monitoring needs to be reviewed. If issues are identified, Asbestos monitoring should be improved.
- Pollution countermeasures should be developed and implemented based on prioritization of pollutants which exceed their air quality standards.

#### **8. Pollution control measures, ongoing and planned**

- EURO-II standard had been enacted for LDV, HDV and motorcycle in 2010 FY. EURO-IV standard was enacted for gasoline vehicles from 2015.
- Enacting low sulfur diesel oil is in discussion with related ministries.
- Electricity motorcycle is in promotion in order to decrease petrol motorcycles.
- Peykan taxis have been replaced with low emission vehicles and will be continues by subsidies.
- DPF project coordinated by AQCC is on-going, which consists of DPF model accreditation and installation subsidiary.
- Low Emission Zone is in preparation to be started, in order to restrict higher emission vehicles in the central area of Tehran.
- Public transportation promotion is ongoing. Metro network is expanding 15 to 20km per year. BRT has also been expanded.

#### **9. Pollution source and mechanism**

- According to Tehran Annual Air Quality Report in 2013 fiscal year, PM10 and NO<sub>2</sub>

averages at major road-side air quality monitoring stations are much higher than those at urban air quality monitoring stations. Hence, vehicles would be the major source of PM10 and NO2. Further study is recommended.

- Major source of PM2.5 is unknown because there is no clear difference between major road-side and urban air quality monitoring stations. Secondary inorganic aerosols (sum of sulfate, nitrate, and ammonium ion) consist more than about 30% of PM2.5 mass according to a pilot scientific study by Tehran University of Medical Sciences. AQCC started PM2.5 sampling at one monitoring site in 2014, at four monitoring sites in 2015, and is waiting for 1<sup>st</sup> component analysis report. Further study is necessary.
- According to AQCC, vehicle is the main source of air pollution. Old standard gasoline vehicles and 2 stroke motorcycles were the main sources of CO, and were banned from the market. EURO-IV standard is on the way to be enforced. Meanwhile, AQCC and related organizations are preparing and/or carrying out projects to promote electricity motorcycles instead of gasoline ones, DPF to public buses, low emission taxis instead of high emission ones, low emission zone to prohibit high emission vehicles in the central area of Tehran, expanding public transportation by metro railway and BRT, and electricity BRT buses instead of diesel ones. Emission factor measurement for gasoline vehicles and motorcycles is starting, and registration information is available. On the other hand, emission factor measurement for diesel vehicles, especially for heavy duty vehicles, needs to be started.
- According to interviews with related organizations, congestion charge zone system, which was introduced in order to promote modal shift to public transportation, may have inadvertently increased motorcycle traffic, and its PM emission may be one of the main pollution sources currently. Models, registration counts and emission of motorcycles are unknown, and are necessary to be studied/measured.

## **10. Institutional set up**

### **National level:**

- Regarding air pollution control policy and governance mechanism, AQCC is directly involved as a member agency of Air Pollution Reduction 5-Year Plan of the Municipality of Tehran, the new Air Pollution Reduction Plan administered by DOE-TPD since 2014, and the national-level policy to reduce air pollution in 8 mega-cities, as well as the newly established national task group presided by the Iran Academy of Medical Sciences.

### **Municipal level:**

- In Tehran City, air quality monitoring stations were originally installed and operated by AQCC and DOE-TPD, but maintenance works were outsourced to a private company in 2013. Emission source measurement and laboratory works are outsourced to accredited private small-scale service providers by AQCC and DOE-TPD. Such capacity of private service providers and the capacity of AQCC and DOE-TPD to supervise and instruct them need to be strengthened, as expressed by the Iranian colleagues.

## **11. QA/QC issues**

- Since reliable monitoring data are based on the instruments with the proper maintenance and calibration, AQCC should improve the QA/QC of monitoring activities. AQCC should develop TORs of maintenance activities for contractors at air quality monitoring stations. For Asbestos monitoring, QA/QC should be improved by coordination between AQCC and analytical organizations.
- Data quality should be ensured by the proper technical procedures using reference instruments. AQCC should cross-check the data quality by another method or with the assistance of third-party analytical organizations.

### **[Toward effective technical cooperation]**

As discussed above, Iranian side has already established a well-organized structure in air quality management and decision making system for air pollution control measures development and implementation. The level of knowledge among staff of relevant authorities is high. The process involves co-working among national and Tehran municipal level authorities and public and semi-public agencies, centering around AQCC and DOE-TPD.

Given these circumstances, the most concerned issue expressed by the Iranian side is credibility of technical works, data and assessment on air quality monitoring, emissions and exposure of the citizens regarding priority pollutants, such as PM 2.5 and PM10 among others, in order to enable higher authorities to make decisions for development and implementation of effective pollution control measures. As any air pollution control measures would require substantial financial, technical and management resources, a right decision-making is crucial to avoid wasteful resource allocation. Furthermore, these processes must be sustainable with self-sufficiency.

In supporting Iranian efforts in these areas, the mission team sees the development of technical capacity of AQCC, DOE-TPD and other relevant stake holders such as contractors, involved environmental laboratories and universities in the priority areas in air quality

management is a key for the Iranian side to progress on air quality management and pollution control as a whole. In doing so, special attention to the following issues and aspects shall be paid when considering the proposed JICA technical assistance:

- (a) Present division of labors of Iranian side for air quality monitoring, emission inventory elaboration and related laboratory analyses involving AQCC, DOE-TPD, contractors and relevant institutions structured through contractual arrangements;
- (b) Capacity development throughout co-working with the Iranian side counterparts and JICA experts in specific areas;
- (c) Effective utilization of existing human resources and equipment in relevant Iranian institutions;
- (d) Flexible combination of technical transfer related activities inside Iran and in Japan including training, relevant laboratory works, and elaboration of technical and operational guidelines and SOPs;
- (e) Demanded technical levels for JICA experts in specific technical topics, such as emission source inventory elaboration, emission measurement for mobile as well as stationary sources, air quality monitoring for PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>, conventional pollutants and toxic substances such as Asbestos, Benzene and Benzo[a]Pyrene, source apportionment study of PM 2.5 and PM 10, air quality simulation modeling and evaluation of pollution control measures;
- (f) Availability of relevant technical data and statistics in Iranian authorities such as mobile and stationary sources emission inventory related information, fuels and transport related infrastructures among others; and
- (g) Serious constraints imposed by the ongoing economic sanctions over the relevant equipment provisions and spare parts and expendables (standard gas for calibration) for their maintenance and operations in air quality monitoring, emission measurements and laboratory works.

Taking into account of these aspects, the attached table “Interpretation of contents of the proposed project (by JICA mission team)” presents an idea for technically desired project contents side by side with the official request made by AQCC in 2014. However, prioritization and selection of outputs/outcomes to be targeted by JICA’s technical assistance will be necessary.

In relation with the project contents, the following points were discussed with Iranian stake holder agencies.

## **12. Choice of project scheme**

- Since the main objective of the project is implementation of activities and capacity building of Iranian stakeholders, technical cooperation project is presumed as the most adequate scheme. Designation of the project scheme will be reviewed; however, it is subject to the procedure by the Ministry of Foreign Affairs of Japan.

### **13. Institutional arrangement for implementation of the proposed project**

- Members and the chairperson of the Joint Coordinating Committee (JCC), Project Director, Project Manager, Chief Counterpart Agency, and members of the Counterpart Working Group were discussed as in the Annex 3.
- Involvement and cooperation of DOE-TPD will be necessary in elaboration and enhancement of stationary emissions inventory, and the air quality monitoring and analysis.

### **14. Expected major undertakings of the Iranian side**

- JICA explained AQCC the major undertakings expected from the Iranian side for JICA technical cooperation, including the following:
- Privileges, exemptions and custom clearance based on the bilateral agreement on Official Development Assistance, counterpart budget for staff salary, running cost, budget for activities by the Iranian side, provision of existent equipment, operation and maintenance of equipment, office space for JICA experts, publication, dissemination and communication of project outputs and reports upon mutual agreement.
- JICA technical cooperation will be jointly managed, monitored and evaluated by both sides.
- The above undertakings shall be officially agreed upon by both sides by the signature of the Record of Discussions (R/D).

### **15. Procedures to be taken**

- JICA mission explained the following as the procedures to be taken after the official approval of the proposed project by the Government of Japan:
  - The Detailed Planning mission will be dispatched.
  - Elaboration of draft Project Design Matrix (PDM), draft Plan of Operation (PO) and draft Record of Discussions (R/D) in the above-mentioned mission.
  - Signature of R/D by the authority(ies) of Iran and JICA once the results of the above-mentioned mission are approved by JICA Headquarters.

### **16. Points to be confirmed by the next procedure**

- JICA Detailed Planning mission should study the Project Design Matrix (PDM) based



on availability of resources and judgments by the JICA Headquarters.

- Scope of works, workload, and division of labor among stakeholders of the project activities need to be clarified.
- For instance, coordination and division of labor between AQCC and DOE-TPD in the elaboration of stationary emissions inventory need to be clarified.

**17. Points requested for consideration by the Iranian side**

- Counterpart budget and in-kind contribution of the Iranian counterpart agencies will be necessary in order to cover the expense related to implementation of activities by the Iranian side (staff salary, recurrent cost, contract amount, etc.). The details shall be discussed upon the official approval of the proposed project.
- Facilitation of use of laboratories for measurement and analysis by the Iranian counterpart agencies will be necessary during the project implementation.

End

**Annexes:**

1. Mission schedule
2. List of major people met
3. Interpretation of contents of the proposed project (by JICA mission team)

## Annex 1. Mission Schedule

	Date		Schedule	Venue
1	2015/5/22	Fri	10:25 Arrival in Tehran	
2	2015/5/23	Sat	AM 8:30-9:30 Meeting at JICA Office 10:30-12:30 Discussion with Dr. Vahid Hosseini, Managing Director of AQCC, and Mr. Mohammad Ali Najafi, Head of Measurement and Management Department, AQCC 12:30-13:30 Introduction to the works of Air and Noise Pollution Dept. and Measurement and Maintenance Dept.	JICA AQCC
			PM 14:30-16:30 Discussion with Mr. Mohammad Ali Najafi	
3	2015/5/24	Sun	AM Interview with relevant agencies of Tehran Municipality in AQCC meeting room 8:30-9:20 Tehran Traffic & Transportation Organization (TTTO) 9:20-10:15 Tehran Urban Research and Planning Center 10:20-11:00 Tehran Traffic Control Company (TTCC) 11:00-11:20 Bus Company 11:20-11:55 Organization for Relocation & Systemising of Urban Industrial & Trade Occupation (ORSUITO)	AQCC
			PM 14:00-15:00 Interview with Mr. Rastergari, Head of Air Monitoring Center, DOE-TPD	DOE Tehran
4	2015/5/25	Mon	AM 9:40-12:00 Visit to DOE-TPD's Laboratory in DOE-TPD Head Office	
			PM 15:00-16:00 Meeting with Dr. Shafie-pour, Head of International Affairs Center of the DOE	DOE
5	2015/5/26	Tue	AM 9:00-13:30 Visit selected AQCC (3) and DOE-TPD (1) air quality monitoring stations	AQCC
			PM Interview with technical staff of AQCC	
6	2015/5/27	Wed	AM 8:00-9:30 Dr. Vahid Hosseini, Head of Fuel Combustion and Emission Research Center (FCE) of Sharif University of Technology; Visit to business incubation center laboratory and FCE Laboratory 10:00-13:00 Meeting with Tehran University of Medical Sciences; Visit to Environmental Research Laboratory and Medical Laboratory	Sharif Uni. Tech., Tehran Uni. of Medical Science
			PM 15:00-16:30 Interview with technical staff of AQCC	
7	2015/5/28	Thu	AM 10:00 Meeting with UNDP and Air Pollution Task Force Members (Mr. Mehdi Kamyab, Head of Environment and Sustainable Development Cluste; Dr. Mansour Ranjbar, Programme Manager, Health and Development Cluster; Mr. Saeid Ferdowsi, Head of Health and Development Cluster)	UNDP
			PM 15:00 Reporting to JICA Iran Office	JICA
8	2015/5/29	Fri	Preparation of report	
9	2015/5/30	Sat	AM 9:30-12:30 Meeting with Mr. Hossein Ehteshami, Chief of Installations Department, and Mr. Ali Abdollahpour, Technical Vice President of Managing Director & Deputy Management of Stations, Tehran Urban & Suburban Railway Operation Co. (TUSRO), and visiting its facilities	TUSRO Sadeghieh station / office
			PM 14:45-16:15 Discussion with Mr. Najafi, AQCC	AQCC
10	2015/5/31	Sun	Preparation of report	AQCC
11	2015/6/1	Mon	AM 10:30-11:30 Discussion with Dr. Vahid Hosseini, Managing Director of AQCC	AQCC
			PM Finalization of JICA report	
12	2015/6/2	Tue	AM Finalization of JICA report	AQCC
			PM 14:00 Reporting to Secretary of the Embassy of Japan 22:20 Departure from Tehran	Embassy

## **Annex 2. List of major people interviewed**

### **AQCC**

Vahid Hosseini, Mr. Managing Director  
Hossein Shahidzadeh, Mr. Deputy Director  
Mohammad Ali Najafi, Mr. Head of Measurement and Maintenance Dept.

### **DOE Tehran Province**

Mohammad Rastegari, Mr. Manager, Air Pollution Office  
Mostafa Hajihadi, Mr. Environmental Expert (Air Pollution) (Head of Laboratory of DOE Tehran Province)

### **DOE**

M. Shafie-Pour, Mr. Vice-Head of DOE on International Cooperation & Chief of Center for International Affairs & Conventions

### **Sharif University of Technology**

Vahid Hosseini, Mr. Professor, Head of Fuel Combustion and Emission Center (FCE)  
Javad Akbari, Mr. Associate Professor, Manufacturing Science & Technology, School of Mechanical Engineering

### **Tehran University of Medical Sciences**

Alireza Mesdaghinia, Mr. Director, Institute for Environmental Research  
Mohammad Sadegh Faculty Member, Air Pollution Research Center  
Hassavand, Mr. (APRC), Institute for Environmental Research

### **UNDP**

Saeid Ferdowsi, Mr. Head of Program Officer, Global Fund to Fight HIV/AIDS, Malaria and Tuberculosis  
Mansour Rangbar, Mr. Project Manager – Malaria, M&E Analyst, Global Fund to Fight HIV/AIDS, Malaria and Tuberculosis

**Other relevant agencies interviewed / visited**

- Tehran Traffic & Transportation Organization (TTTO)
- Tehran Traffic Control Company (TTCC)
- Relocation & Systemising of Urban Industrial & Trade Occupation Company (ORSUITO)
- Tehran Urban Planning & Research Center (TUPRC)
- Tehran Urban & Suburban Railway Operation Co. (TUSRO)

**Annex 3. CONTENTS OF THE REQUESTED PROJECT (as of Aug 2014)  
AND  
INTERPRETATION BY THE MISSION TEAM (final draft as of June 2, 2015)**

Official Request Document	Interpretation by the Mission Team	Revision based on Discussions (June 1 & 2)
<b>OVERALL GOAL (to be achieved 3-5 years after completion of the project)</b>		
Air quality monitoring and analysis is enhanced for health control and policy development.	Air quality at Tehran is improved through air pollution control measures development and implementation for priority pollutants and for priority emission sources.	Air pollution control measures development and implementation in Tehran are enhanced based on improved data and information on air quality management.
<b>PROJECT PURPOSE</b>		
Capacity of AQCC on air quality monitoring and analysis is enhanced.	Capacities of AQCC and Air Quality Monitoring Center of Tehran Provincial DOE on air pollution control for priority pollutants are enhanced for health control and policy development.  (Capacities on air pollution control for priority pollutants include ambient air quality monitoring, emission source monitoring, emission inventory elaboration, simulation modeling analysis of pollution structure and evaluation of air pollution control measures)	Capacities of AQCC and Air Quality Monitoring Center of Tehran Provincial DOE on air pollution control for conventional and non-conventional emerging pollutants are enhanced for health control and policy development.  ("Capacities on air pollution control" include ambient air quality monitoring, emission source monitoring, emission inventory elaboration, simulation modeling analysis of pollution structure and evaluation of air pollution control measures)
<b>OUTCOMES</b>	<b>EXPECTED OUTPUT OPTIONS (Important: these outputs are subject to change depending on judgments and availability of resources by the JICA Headquarters.)</b>	
Air pollution mitigation projects are evaluated by AQCC using PM source appointment and emission inventory.	(1) Mobile source emission inventory to be developed for dust, NOx SO2 and CO along with updated emission factors based on emission measurement.	(1) Mobile source emission inventory to be developed for TSP, PM10, NOx SO2 and CO along with updated emission factors based on emission measurement.

	<p>(2) A plan for emission inventory elaboration for stationary sources to be developed and a preliminary emission inventory to be constructed, based on on-site emission measurements if possible.</p> <p>(3) Data from air quality monitoring stations to be improved through QA/QC enhancement, FRM (Federal Reference Method of USEPA) application for PM2.5 and PM10, and restart of monitoring VOC, HC and NMHC monitoring.</p> <p>(4) Air quality monitoring data (PM2.5, PM10, NO2, SO2, NMHC) to be utilized for an improved advisory system.</p> <p>(5) Apportionment Studies on PM2.5 and PM10 (PMF and/or CMB method) to be implemented to estimate contribution of major emission source categories to ambient concentration.</p> <p>(6) Pollution structure of PM2.5 and PM10 to be analyzed taking into account of secondary PM to identify pollution sources if technically viable.</p> <p>(7) Pilot monitoring of priority toxic air pollutants such as Asbestos, Benzene and Benzo[a]pyrene to be implemented.</p> <p>(8) Spatial distribution of concentration of</p>	<p>(2) A plan for emission inventory elaboration for stationary sources to be developed and a preliminary emission inventory to be constructed, based on on-site emission measurements if possible.</p> <p>(3) Data from air quality monitoring stations to be improved through QA/QC enhancement, FRM (Federal Reference Method of USEPA) application for PM2.5 and PM10, and restart of monitoring VOC, HC and NMHC monitoring. Statistical analysis of air quality monitoring data to be enhanced.</p> <p>(4) Air quality monitoring data (PM2.5, PM10, NO2, SO2, NMHC) to be utilized for an improved public awareness towards forecasting system.</p> <p>(5) Source apportionment Studies on PM2.5 and PM10 (PMF and/or CMB method) to be implemented to estimate contribution of major emission source categories to ambient concentration.</p> <p>(6) Pollution structure of PM2.5 and PM10 to be analyzed taking into account of secondary PM to identify pollution sources if technically viable.</p> <p>(7) Pilot monitoring of priority toxic air pollutants such as Benzene and Benzo[a]pyrene to be</p>
--	--	--

		<p>PM2.5, PM10, NOx, and SO2 in the Tehran city to be analyzed by air quality simulation modeling.</p> <p>(9) Exposure of Tehran citizens to PM2.5 and PM10 to be assessed.</p> <p>(10) Evaluation of air quality impacts by PM control measures to be performed.</p> <p><input type="checkbox"/> Human resource development and coordination among counterpart agencies shall be enhanced through achieving the above outputs.</p> <p><input type="checkbox"/> For the Detailed Planning Mission, these outputs are subject to change depending on availability of resources and on judgments by the JICA Head Office.</p>		<p>implemented. VOCs speciation to be implemented if required for control measures for precursors of PM2.5.</p> <p>(8) Spatial distribution of concentration of PM2.5, PM10, NOx, and SO2 in the Tehran city to be analyzed by air quality simulation modeling.</p> <p>(9) Exposure of Tehran citizens to PM2.5 and PM10 to be assessed.</p> <p>(10) Evaluation of air quality impacts by PM control measures to be performed.</p> <p>(Black Carbon mass is analyzed by carbon component analysis (EC/OC/CC) as part of a source apportionment study.)</p> <p>(Effectiveness of SOAs (Secondary Organic Aerosols) analysis in air quality management to be evaluated.)</p> <p><input type="checkbox"/> Human resource development and coordination among counterpart agencies shall be enhanced through achieving the above outputs.</p>	
<b>PROJECT AREA</b>	<b>DURATION</b>	<b>PROJECT AREA</b>	<b>DURATION</b>	<b>PROJECT AREA</b>	<b>DURATION</b>
City of Tehran	3 years	City of Tehran (22 districts )	to be discussed	City of Tehran (22 districts )	3-4 years

<b>ACTIVITIES</b>	
1-1 PM10 and PM2.5 sampling and source appointment plan is developed. 1-2 Capability of PM10 and PM2.5 sampling of AQCC is developed. 1-3 PM10 and PM2.5 output of air quality monitoring stations are evaluated by weight of PM10 and PM2.5 samples. 1-4 Capability of PM10 and PM2.5 Source Apportionment using composition analysis data of AQCC is developed.  2-1 Sampling and analyzing of Asbestos in ambient air of Tehran. 2-2 sampling and analyzing of PAH in ambient air of Tehran.  3-1 Emission inventory plans are developed. 3-2 Input data for emission inventory are collected. 3-3 Emission Inventory of Tehran for particulate matter is compiled.	Activities and provision of equipment to be defined to reflect the outputs during the Detailed Planning Mission.

#### **ADMINISTRATION OF THE PROJECT**

<b>Joint Coordinating Committee (JCC) Members</b>	AQCC, DOE-TPD, JICA, relevant authorities...	AQCC, Air Quality Monitoring Center of DOE-TPD, JICA, relevant authorities, etc.
<b>Chairperson of JCC</b>	(Head of AQCC)	To be determined by AQCC
<b>Project Director</b>	(Deputy Director of AQCC)	To be determined by AQCC
<b>Project Manager</b>	(Head of Measurement and Maintenance Department)	To be determined by AQCC
<b>Chief Counterpart Agency</b>	AQCC	AQCC
<b>Counterpart Working Group</b>	AQCC, DOE-TPD, relevant universities in Tehran, contractors, etc.	AQCC, Air Quality Monitoring Center of DOE-TPD, relevant universities in Tehran, contractors, etc.



### 3. 収集資料・参考資料リスト

作成機関 /入手元	作成 年	資料名
AQCC	2014	Tehran Annual Air Quality Report Mar 2013 – Feb 2014 テヘラン大気白書 90（ペルシャ語、JICA 一部英仮訳）
テヘラン 市役所	2015	「テヘラン市交通改善 5 年計画進捗レポート」移動発生源・AQCC 関連部分抜粋（ペル シャ語、JICA 英仮訳）
DOE	2012	Human's Environmental Laws, Regulation Criteria and Standards（環境基準等の法制度）
DOE-TP D	2015	Stationary Emission Inventory Development Plan
テヘラン 医科大学	2011 -201 4	Quantification of health effects of Tehran air quality, 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014 Air Pollution Research Center (APRC), Environmental Research Center, Tehran University of Medical Science
ウェブサ イト	-	Article "Air Quality Management in Iran" by G. Asadollah-Fardi <a href="http://www.ess.co.at/WEBAIR/TEHRAN/PUBS/AQ_management_Tehran.pdf">http://www.ess.co.at/WEBAIR/TEHRAN/PUBS/AQ_management_Tehran.pdf</a>
ウェブサ イト	-	Presentation "Clean Air Action Plan in Tehran" <a href="http://www.aaas.org/sites/default/files/Maryam_Clean%20Air%20Implementation%20Plan%202012.pdf">http://www.aaas.org/sites/default/files/Maryam_Clean%20Air%20Implementation%20Plan%202012.pdf</a>

#### 4. 主要機関との協議メモ

##### 1. AQCC との協議メモ

日時：5月23日（土）10:30-11:30

場所：AQCC 会議室

先方出席者：AQCC Vahid Hosseini 所長、Mohammad Ali Najafi 測定・維持管理部長、Hossein Shahidzadeh 次長、Azizi 国際担当窓口

調査日程の確認後、要請及び先方が支援を希望する内容について Hosseini 所長から以下のとおり追加説明があった。

##### 【大気環境モニタリング】

- ・ 定期（regular）大気環境モニタリングは順調に実施しており、観測所の数も人口一千万人規模に照らした国際水準の必要数 8~10 を上回る 40 カ所が設置済み。基礎的モニタリングに対する支援の必要は低い。
- ・ 一方で場所や時間別の市民の汚染物質への暴露度合いの調査や、VOC・PAH・PAN 及び一時国会問題にもなったベンゼンなどの汚染物質の把握が不十分。また NO2 濃度も増加している。

##### 【排ガス調査分析】

- ・ 排ガス分野の調査が不十分であり、例えば排出係数は車両・交通パターン・高度等のテヘラン諸条件下での排ガス実測に基づく数値ではなく、諸外国の係数を当てはめており精度が低い（Tabriz の Sahand University of Technology に関連設備はあるものの分析結果は良好ではなかった）。
- ・ フィルター試験等を行う質の良いラボも不足している。
- ・ 発生源インベントリは作成済であり、wind field や光化学を含めた大気拡散モデルも存在する。風上にあたる東方カラジ市からの汚染物質の流入も起こっているため大気拡散モデルは重要。
- ・ 車検センターに関し、技術・安全面の件さのみならず排ガス検査も加えるべく進めている。アイドリングテストで対応している。
- ・ シャリフ工科大学に排ガスセンターラボがある。
- ・ シャーシダイナモは自動車企業 2~3 社が保有しているが、民間のデータは信頼性に欠ける。公的機関には設置されていない。
- ・ DOE が国レベルでの排出基準を更新し、例えば CO は 2.5%から 0.7%に厳格化された。

#### 【汚染・対策による環境・健康影響の評価】

- ・ AQCC では近年にもセメント工場の閉鎖決定に必要な調査を担当するなどの活動を行っている。
- ・ しかし政策提言のために必要な、大気汚染対策による健康面の便益（コスト削減効果）の評価が行えておらず、政策実行が弱い一因となっている。

#### 【固定発生源】

- ・ 大型の固定発生源は市の南部にある Tehran Petroleum Industry など数はごく限られている。

#### 【人材育成】

- ・ AQCC 内部、及び AQCC 外部の民間や学生を含む大気分野のキャパシティ・ビルディングが必要。

協議の後、Air and Noise Pollution ユニット、広報ユニット及び Monitoring and Maintenance ユニットの各研究者より以下のとおり活動内容の簡単な説明を受けた。

Air and Noise Pollution ユニット：

- ・ 移動発生源インベントリレポート（ペルシャ語、今年作成され最終ドラフト段階）
- ・ スマートフォン用大気汚染警報アプリ開発（デモ版）
- ・ アスベスト測定分析
- ・ 気象大気モデリング

広報ユニット：

- ・ 自動車産業等の民間・市民向け啓発パンフレット作成
- ・ 脆弱な人々（子供・妊婦・呼吸器系疾患の人など）に対する定期的な SMS 警報活動

Monitoring and Maintenance ユニット：

- ・ Source Apportionment
- ・ 測定局の管理
- ・ 独自のオンラインソフトウェアによる測定局のキャリブレーション

## 2. DOE-TPD との協議メモ

日時：5月24日（土）14:00-15:30

場所：DOE-TPD 会議室

先方出席者：DOE-TPD: Mohammad Rastegari 大気センター長 兼 州局長代理、  
AQCC: Mohammad Ali Najafi 測定・維持管理部長

### 【直近の州レベル大気汚染改善政策・計画、過去の開発調査との関連】

- ・ 2 回の開発調査の成果を織り込む形で 2000～2010 年にテヘラン大気汚染改善 10 カ年計画を実施。次の 5 か年計画は 2014 年の政権交代に伴い廃案となり、新ロウハニ政権のもとで 2014 年から新たな州レベル大気汚染計画が開始され現在に至る。同新計画は Task Force/Working Group on Reducing Air Pollution in Tehran Province のもとで省庁・組織横断的实施管理体制を確保。従来の産業省・運輸省・石油省・警察庁・道路都市省・気象庁・メディア・農業ジハード省に加えて天然資源省も追加。DOE-TPD はモニタリングと調整の役割を担う。
- ・ テヘラン市役所の大気改善計画は上記の州計画の一部をなす。

### 【AQCC と DOE-TPD の連携体制】

- ・ テヘラン市内の大気環境モニタリングデータについては DOE-TPD 分と AQCC 分を統合しメディアに提供している。また各種レポートについても保健省や気象庁等を含む横断的委員会「Mahar Committee」を経て公表している。DOE は国会に対し、AQCC はテヘラン市議会に対し、それぞれ報告責任を負う。大まかに分類すると前者が調査研究や事業実施、後者が政策・法制度の策定を中心に担っている。

### 【DOE-TPD の大気観測局】

- ・ 州全体で 31 局を有しており、うちテヘラン市内の全 20 カ所中、機材モデルが古い（ホリバ 355）ためアフターサービスが終了しキャリブレーションできなくなった数カ所を除く 16 カ所が稼働中。稼働箇所数としては十分である。
- ・ 維持管理は AQCC と同一のメンテナンス会社に外注している。
- ・ DOE-TPD 大気汚染部の人員体制は、観測担当職員が 6 名、事業所担当職員が 20 名。

### 【工場等事業所の固定発生源】

- ・ DOE-TPD は 70 カ所の民間ラボと契約し大規模事業所の排出を調査している。また US/EPA に準拠した標準の測定方法や測定機器の企業向けガイドラインも整備している。
- ・ ただし予算・人員キャパシティの制約から実際の監査や排ガス測定は行っておらず、現在のところ排出量は燃料使用量×排出係数で算出している。また中小の事業所についてはデータ整備が追いついておらず、固定発生源インベントリ作成にあたってのデータ収集において一番のネックとなることが予想される。追加の活動資金も必要である。
- ・ ただ企業に対する監査を行う権限自体は有しているので、スタックからの排ガス実測などの活動も理論上は問題ないであろう。

#### 【人材育成ニーズ】

- ・ 大気観測局の維持管理を外注していることから DOE-TPD スタッフの大気観測局運営に関する知識が不足しており、研修・訓練を通じた能力強化が必要となっている。

### 3. DOE 本省国際協力局との協議メモ

日時：5月25日（日）15:00-16:00

場所：DOE 本省 2 階会議室

先方出席者：DOE 本省: Shafie-Pour 国際協力局長、大気汚染・気候変動センター職員 2 名、国際協力・条約窓口職員 1 名、DOE-TPD: Mohammad Rastegari 大気センター長、AQCC: Mohammad Ali Najafi 測定・維持管理部長

※Shafie-Pour 氏は 1 回目開発調査当時の AQCC 所長、2 回目開発調査当時の DOE-TPD 州局長として過去の JICA 協力に関与し、現在は環境分野の全 JICA 協力の窓口部局の長を務めている。

#### 【直近の国家レベル大気汚染改善政策・計画】

- ・ DOE では情報公開を推進しており、昨年策定されたメガシティ 8 都市での大気改善計画の情報は AQCC から入手可能。テヘラン市は上記 8 都市の一部かつ首都として国家レベル大気改善政策の中でも重要な位置づけ。

#### 【AQCC 要請案件について】

- ・ 今回初めて本件の情報を得たため、事業目的や内容を承知していない。  
(AQCC に対し) 早めに情報共有してほしい。
- ・ 過去 2 カ年にわたり DOE からインベントリ作成支援にかかる正式要請を提出するも採択されなかった。
- ・ 事業立上げの加速化に期待。
- ・ 特に初回の開発調査の内容を十分参考にしてほしい。
- ・ 固定発生源のインベントリ作成を歓迎。移動発生源に比べると固定発生源の十・二十年前からの変化は小さい。
- ・ PM のみならず NOX や SOX にも問題がある。取組対象に含めるべき。
- ・ イランでは大気観測・分析が民間にアウトソースされており、行政職員の監督指導と民間ラボ等の技術に関する能力強化が必要との見解に同意。
- ・ アスベスト等の分析結果の精度や信頼性が低い問題に関する対策としては、分析手法の標準化・整備、及び QAQC にかかる訓練が必要。

#### 4. UNDP との協議メモ

日時：5 月 28 日（木）10:00-11:30

場所：UNDP 会議室

先方出席者：Saeid Ferdowsi HIV/AIDS・マラリア・結核グローバルファンド プログラムクラスター長、Mansour Rangbar 同プロジェクト・マネジャー

##### 【UNDP の対イラン協力概要】

- ・ UN はイラン政府と合意した開発援助枠組 5 カ年計画（UNDAF）に基づき、保健・環境（生物多様性・オゾン層等）・貧困削減・防災・麻薬対策の 5 つを重点分野としており、UNDP は麻薬対策を除く 4 クラスターを担当しているが、うち保健クラスターが事業量全体の 75% を占める。事業予算の一部は AIDS・マラリア・結核 Global Fund や GEF から受託。人員は約 40 名体制。

##### 【大気分野協力について】

- ・ 近年数年にわたりイラン政府及び DOE と大気汚染対策にかかる包括的事業の形成につき協議を重ねてきたが、形成に至らなかった。
- ・ 一方で、Global Fund のマラリア対策プロジェクトにおける UNDP の貢献（中立的立場からの調整機能、モニタリング評価、国連の評価指標に基づく事業遂行度・目標達成度、全体的なサービスの質）が高い評価を受け、イランの

医学学会（Medical Academy）から大気汚染対策についても同様のアプローチでの支援を求められた。

- ・ これを受けて大統領府及び Medical Academy の下に国内 8 つのメガシティの大気汚染対策にかかるタスクチームを 2～3 か月前に形成し、本年 10 月を目途に同チームのアクションプラン及びメンバー機関の TOR の作成と公開を目指している。
- ・ 主なマニフェストとして大気改善政策を推進するための「National Advocacy Plan」の作成がある。同計画の UN 採択に基づき優先対策の特定・資金動員・他ドナーの呼び込み、Results Based Management Approach による事業管理を進めていく方針。またタスクチームは Medical Academy の長及び同 International Cooperation Group に対する報告義務を負う。
- ・ 上記タスクチームは、大統領府・Medical Academy・UNDP に加えて保健省・テヘラン市・テヘラン大学・DOE・AQCC からなり、この他に関連組織がアドホックで参加する。JICA も主な会議に招聘したい。
- ・ DOE テヘラン州局の設置する大気汚染対策タスクフォースと直接の密な関連はないが、DOE や AQCC など一部のメンバーは両方に参加している。
- ・ UNOCHA が発信する大気汚染警報も AQCC や DOE の大気観測データを元にしてしている。
- ・ 砂塵飛来の問題については別途イラク・サウジアラビア・トルコとの協働枠組みを設置しようとしているところ。
- ・ 8 つのメガシティ以外、例えば工業都市の汚染等は対象外。

#### 【機材調達・供与について】

- ・ UNDP はイラン政府に代わり諸々の開発基金の主たる受け手となっており、米国 OFAC（Office of Foreign Assets Control）の制限も受けていないことから経済制裁の影響を免れ多くの機材を調達・供与することが可能となっている。

以上







