

モンゴル国
ウランバートル市大気汚染対策
能力強化プロジェクト
詳細計画策定調査報告書

平成 24 年 5 月
(2012年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

環境
JR
12-086

モンゴル国
ウランバートル市大気汚染対策
能力強化プロジェクト
詳細計画策定調査報告書

平成 24 年 5 月
(2012年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

序 文

モンゴル国ウランバートル市の総人口は急速に拡大しており、人口増加に伴う大気汚染問題が顕在化しています。特に冬期は、ゲル地区居住者のストーブや3カ所の石炭火力発電所、地区暖房ボイラ施設（Heat Only Boiler : HOB）による大気汚染が著しく、大気汚染に対する市民の関心も非常に高くなっています。ウランバートル市は大気汚染対策を重要課題に掲げ、独自に取り組みを進めているほか、世界銀行等のドナーも融資プロジェクトや健康被害調査等の各種調査を実施しています。しかしながら、各汚染源が大気環境に与える影響については不確実性が大きく、環境規制等を行う行政機関の知識・経験も乏しい状況にあります。

このような状況のなか、2007年にモンゴル政府はわが国政府に対して大気汚染対策にかかわる技術協力プロジェクトの要請を行いました。これを受け国際協力機構は2008年4月にプロジェクト形成調査、2008年12月に第1次詳細計画策定調査、2009年3月～5月に第2次調査、2009年8月に第3次調査を実施しました。

本報告書は詳細計画策定調査の調査・協議結果を取りまとめたものであり、今後、プロジェクトの実施にあたり、広く活用されることを願うものです。

本調査にご協力頂いた国内外の関係機関の方々に深く謝意を表するとともに、引き続き当機構の活動に一層のご支援をお願いいたします。

平成24年5月

独立行政法人国際協力機構

地球環境部長 江島 真也

総目次

序文	
総目次	
写真	
略語表	
事業事前評価表	

第1次詳細計画策定調査（2008年12月）

第1章 調査の概要	1-1
第2章 調査結果	1-8
付属資料	
1. 面談者リスト	1-31
2. 協議・視察記録	1-33
3. キャパシティ・アセスメント・チェックリスト	1-70
4. ミニッツ（Minutes of Meeting）	1-74
5. 収集資料リスト	1-82

第2次詳細計画策定調査（2009年5月）

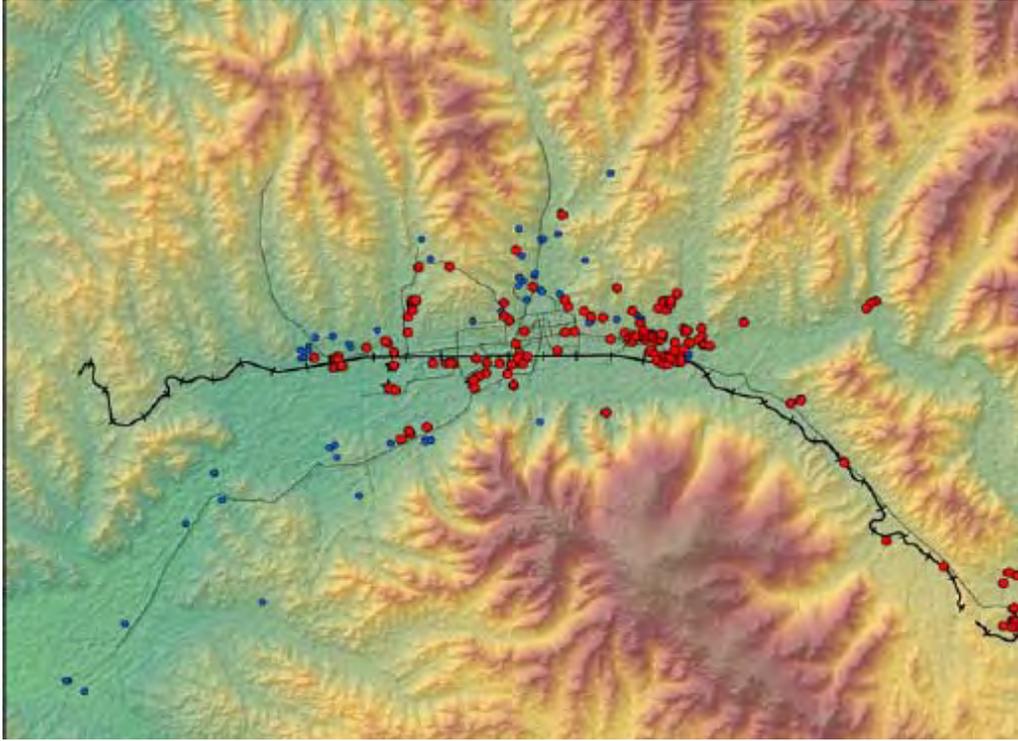
第1章 調査の概要	2-1
第2章 ウランバートル市における大気汚染対策の現状	2-6
第3章 訪問調査	2-40
第4章 排煙測定	2-58
第5章 発生源インベントリ	2-115
第6章 簡易シミュレーション	2-122
第7章 大気汚染対策可能性調査	2-139
第8章 現地ワークショップ	2-147
第9章 キャパシティ・アセスメント（組織・人材）	2-149
第10章 本体事業における課題	2-156
第11章 技術協力プロジェクトの活動に係る提案	2-159

第3次詳細計画策定調査（2009年8月）

第1章 案件概要	3-1
第2章 調査概要	3-6
第3章 調査結果	3-7
第4章 5項目評価	3-23
第5章 総括	3-36

付属資料

1. モンゴル国案件形成要請書	3-47
2. 本技術協力プロジェクトの考え方について	3-61
3. 調査行程表	3-63
4. 主要面談者リスト	3-65
5. 署名済みM/M（ドラフトR/D、PDM、PO添付）	3-67
6. C/P-WGにかかる市長令（市長令No.353、2009年7月15日）	3-96
7. ウランバートル市長令No.540 プロジェクト合同調整委員会（JCC）の設置 について	3-101
8. 調査団面談・視察議事録	3-104
9. 火力発電所、HOBの現状（写真集）	3-150
10. 火力発電所及びHOBに関連するプロジェクト活動・石炭焼却灰及び降下煤塵 対策への提案	3-166
11. 世銀ドラフトペーパー 疑問メモ	3-168
12. Air QUIZとJICAプロジェクトのインベントリ・システム、シミュレーションの 関係	3-171
13. 5項目評価補足説明	3-173
14. 北海道における家庭用燃料転換との比較	3-175
15. ワークショップ関連資料（プログラム、参加者リスト、討議録）	3-177
16. 表敬用資料	3-180
17-1. 本調査において先方との協議において使用された関連説明資料 （JICA技術協力プロジェクト）	3-184
17-2. モンゴル・日本国技術協力協定	3-189
18. MCC Aide Memories October 1, 2009 Clean Air Project	3-198
19. Note on Ideas of Intervention for HOBs in the UB City-JICA technical assistance project : Capacity Development Project for Air Pollution Control in Ulaanbaatar City-	3-204



ウランバートル市域



ウランバートル市の3火力発電所（右より第4、第2、第3火力発電所）

『モンゴル国ウランバートル市大気汚染対策プロジェクト形成調査帰国報告書』より引用



HOB（暖房ボイラ施設）とゲルストーブ



大気汚染の状況、発電所（遠景、第2火力発電所）



火力発電所（第3火力発電所、第4火力発電所集塵灰処理池）



火力発電所（第4火力発電所）



NAMHEM（気象・水文・環境モニタリング庁）の中央ラボ、黄砂モニタリング



ウランバートル市ドイツ技術協力公社 (GTZ) の大気モニタリングステーション



NAMHEM 大気モニタリングステーション



ウランバートル市での協議議事録（M/M）の署名

略 語 表

略語	正式名	日本語
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AQDCC	Air Quality Department of the Capital City	ウランバートル市大気質庁
B/C	Benefit par Cost	
CCR	Center Control Room	
CD	Capacity Development	キャパシティ・ディベロップメント
CES	Central Energy System	
CFWH	Coal Fired Water Heater	
CLEM	Central Laboratory of Environment and Metrology	環境・度量衡中央ラボラトリー
CO	Carbon Monoxide	一酸化炭素
COMECON	Council for Mutual Economic Assistance	
C/P	Counterpart	カウンターパート
DD	Detail Design	詳細設計
DHC	District Heating Company	
DP	Discussion Paper	
EA	Energy Authority	
EBRD	The European Bank for Reconstruction and Development	欧州復興開発銀行
ECCR	Electric Center Control Room	
EDO	Electric Distribution Office	
EEC	Energy Environment Research and Consulting Co. Ltd.	
EES	East Energy System	
EF	Emission Factor	
EFDCC	Engineering Facilities Department of the Capital City	
E/N	Exchange of Note	交換公文
ERA	Energy Regulatory Authority	
ESP	Electrostatic Precipitator	
ETC	Energy Training Center	
FBC	Fluidized-Bed Combustion	
FC	Foreign Currency	

略語	正式名	日本語
F/S	Feasibility Study	フィージビリティ・スタディ
FRP	Fiber Reinforced Plastic	
GCB	Gas Circuit Breaker	
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GNP	Gross National Product	国民総生産
GTZ	German Technical Cooperation	ドイツ技術協力公社
HDO	Heat Distribution Office	
HOB	Heat Only Boiler	暖房ボイラ施設、中規模熱供給用ボイラ設備
HPUA	Heating Plant Utilization Authorization	
IARC	International Agency for Research on Cancer	
IAS	International Accounting Standards	
JISHA	Japan Institution of Safety and Health Association	
LAN	Local Area Network	
LC	Local Currency	
MBB	Make before break	
MMRE	Ministry of Mineral Resources and Energy	鉱物資源エネルギー省
M/M	Minutes of meeting	協議議事録（ミニッツ）
MNS	Mongolian National Standard	
MOID	Ministry of Infrastructure Development	モンゴル国家基準
MUB	The Municipality of Ulaanbaatar	
NAMHEM	National Agency of Meteorology Hydrology and Environmental Monitoring	気象・水文・環境モニタリング庁
NAQO	National Air Quality Office	国家大気質局
NDF	Nordic Development Fund	
NCC	The National Committee on Coordination Management and Policy on Air Pollution	
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	
NILU	Norwegian Institute for Air Research (Norsk Institutt for Luftforskning)	
NOx	Nitrogen Oxides	窒素酸化物
NUM	National University of Mongolia	モンゴル国立大学

略語	正式名	日本語
O&M	Operation and Maintenance	
OCB	Oil Circuit Breaker	
OCR	Over-Current Relay	
OECF	Overseas Economic Cooperation Fund	海外経済協力基金（1999年国際協力銀行（JBIC）に移管
PATA	Policy and Advisory Assistance	
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PGF	Primary Gas Fan	
PIU	Project Implementing Unit	
PO	Plan of Operation	活動計画
QC	Quality Control	品質管理
R/D	Record of Discussion	討議議事録
ROE	Return on Equity	
ROA	Return on Assets	
SAPROF	Special Assistance for Project Formation	
SIDA	Swedish International Development Cooperation Agency	スウェーデン国際開発協力庁
SOE	State Owned Enterprise	
SO ₂	Sulfur Dioxide	二酸化硫黄
SO _x	Sulfur Oxides	硫黄酸化物
SPM	Suspended Particulate Matter	浮遊粒子状物質
S/W	Scope of Works	実施細則
TES2	Ulaanbaatar Thermal Power Plant No.2	
TES3	Ulaanbaatar Thermal Power Plant No.3	
TES4	Ulaanbaatar Thermal Power Plant No.4	
Tug	Mongolian Tugrug	
UB	Ulaanbaatar	ウランバートル
UBCAP	Ulaanbaatar Clean Air Project	
VCB	Vacuum Circuit Breaker	
WES	West Energy System	
WG	Working Group	ワーキンググループ
ZD	Zero Defect	ゼロ・ディフェクト

事業事前評価表

1. 案件名

和文名：ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト

英文名：Capacity Development Project for Air Pollution Control in Ulaanbaatar City

2. 協力概要

(1) プロジェクト目標とアウトプットを中心とした概要

本案件は、上位目標としてモンゴル国ウランバートル市の大気汚染物質の排出削減のための施策強化をめざす。そのために、プロジェクト目標は、ウランバートル市と他の関係機関の人材育成を重視しつつ、ウランバートル市の大気汚染対策能力が強化されることとする。同市大気質庁が関係機関との協力のもと、①発生源インベントリ構築をはじめとする大気汚染発生源の解析と大気環境評価能力の構築、②排ガス測定の継続的实施、③排出規制能力強化、④大中規模の大気発生源に対する対策の喚起、⑤合理的な大気汚染防止対策策定・実施に対する技術情報の活用とその一般への普及を行うことによって、人材育成と大気汚染対策能力の強化に関する技術協力を行うものである。

(2) 協力期間

3年

(3) 協力総額（日本側）

4.0億円

(4) 協力相手先機関

ウランバートル市大気質庁（AQDCC）

(5) 受益対象者と規模、等

対象地域：ウランバートル市

直接受益者：AQDCC（13名）及び大気汚染対策関連機関〔カウンターパート・ワーキンググループ（C/P-WG）：鉱物資源エネルギー省（MMRE）、自然環境・観光省（MNET）、国家大気質局（NAQO）、交通警察局（TPD）、ウランバートル市道路局（RDCC）、ウランバートル市公共交通局（PTDCC）、石油庁（PAM）、モンゴル国立大学（NUM）、国家監査庁（NIA）、ウランバートル市監察庁（IACC）、環境・度量衡中央ラボラトリー（CLEM）、エンジニアリング施設庁（EFDUC）、公共供熱公社（HSUD）、ウランバートル市都市開発政策局（UDPDMOCC）、環境保護・廃棄物管理局（EPWMD）、第2、第3、第4各発電所各関係者〕、HOB（Heat Only Boiler）従業者

間接受益者：ウランバートル市民

3. 協力の必要性・位置づけ

(1) 現状と問題

ウランバートル市の総人口は2007年4月の公式発表では100万人を突破しているが、これに加えて未登録流入者もあり、現在も急速な増加を続けている。市内に電力と温水を供給する3つの石炭火力発電所、約200カ所の中規模熱供給用小型ボイラ設備（HOB）、1,000カ所ともいわれる事業用小型ボイラ、その他ゲル地区はじめ各種の家庭用暖房設備などのすべ

ては石炭燃焼であり、これらによって生ずる浮遊粒子状物質が、冬期に発生する逆転層¹の影響と南北を山に囲まれた地形のため高濃度で滞留する。このため冬期は特に大気汚染が著しく、市民の健康に深刻な影響を与えており、行政レベルでも市民レベルでも解決すべき大きな問題として認識されている。モンゴルは豊富な石炭資源に恵まれているが、石油や天然ガスはほとんど産出せず、1次エネルギーとしての石炭への依存度が極めて高く、これを前提とした大気汚染防止対策の取組みが求められている。

このような状況に対して、ウランバートル市は大気にかかわる環境評価、啓発、立法、政策立案等を目的として2007年に環境保護局大気質課を創設し、翌2009年2月には市長直属の大気質庁とされたが、同庁はいまだ知見・経験が不足している。一方、大気汚染のモニタリングや汚染源への規制等の業務の所管はAQDCC、NAQO、NIA、MMRE、UDPDMOCC及びエネルギー調整委員会等の機関に分散しているために（詳細については下記参照）、これらの機関が協同して当たることが必要となっている。現状では、効果的な協同実施は行われていない。

＜大気汚染のモニタリング、汚染源への規制等にかかる各機関の業務所管＞

- ・ AQDCC：①大気汚染削減に関する活動を行っている関連行政機関の業務調整、専門的指導を行う。②市の大気汚染状況について常にモニタリングを行う。③市の大気質を評価する。④発生源インベントリにより汚染状況を特定し、その削減対策を講じる。
- ・ NAQO：ウランバートル市を含む国全体の大気環境保全を目的とする。具体的な権限としては、大気モニタリング国家ネットワークの活動状況の監査・評価など。
- ・ NIA：操業停止措置の権限をもつ。また定期的に立入り検査を行っており、HOB等の汚染源においては排ガス・騒音・振動にかかる立入り検査、改善命令、及び操業停止の権限をもつ。
- ・ MMRE：エネルギー政策を主管する省であり、また火力発電所を監督している。モンゴルの大気汚染対策に関するNCC（National Committee on Air Pollution Reduction）においてはウランバートル市とともに委員長となる。
- ・ UDPDMOCC及びエネルギー調整委員会：ウランバートル市におけるHOBなどの中～小型のボイラの管理主体となる。

(2) 相手国政府の国家政策上の位置づけ

モンゴル国憲法第17条には「環境保護は国民の遵守すべき義務である」と明記されており、2005年4月には国家大気汚染対策委員会が設置されている。2007年に入ると大気汚染削減に関する政令・通達が相次いで制定されており、この中には大気質の問題を担当する機関の人材を育成すべきことも明示されている。

また2008年策定のモンゴル政府活動計画（2008～2012）では、生活の向上、経済の発展など5つの項目の1つとして環境の持続的発展を挙げ、ウランバートル市など都市の大気汚染削減を進めるとしている。これを受けたウランバートル市の市長行動計画（2008～2012）においては、燃料転換など種々のアクションの結果、大気汚染を対2008年比で40%削減させることをめざしている。

¹ 通常、地表の空気は上層よりも温度が高く、大気は上方に移動して対流が起こり、そのために地表部で発生した汚染物質が拡散される。しかし、ウランバートル市では冬期に晴天が続き、風も穏やかなため、夜間に放射冷却により地表の温度が冷やされることにより、早朝に地表部の空気温度が上層部よりも冷たいという、温度分布の逆転が起こる場合がある。これを逆転層と呼ぶ。その結果、上下方向の対流が起こらず、汚染物質は高濃度に地上に滞留してしまう。

(3) 日本の援助政策との関連、JICA国別事業実施計画上の位置づけ（プログラムにおける位置づけ）

2004年11月付け「対モンゴル国別援助計画」においては、環境と両立する持続的な経済成長のために環境保全を支援することとされ、特に大気汚染対策等を含む首都ウランバートル市の環境対策への支援を挙げている。また、2007年1月から「日本・モンゴル環境政策対話」が開始され、これまでに両国において3回の対話が開催されている。さらに2007年2月に両国首脳間で合意された「今後10年間の日本・モンゴル基本行動計画」では、モンゴルの環境悪化の状況を踏まえた協力の中に大気汚染削減を掲げている。

JICA国別事業実施計画においては、環境保全のための支援を重点分野の1つに挙げ、特にウランバートル市の深刻な冬期の大気汚染や水、土壌汚染に対して重点的に取り組むとしており、本案件は援助重点分野である経済活動促進のためのインフラ支援において、「ウランバートル市都市機能強化プログラム」のサブコンポーネントである、「都市環境の保全と増進サブプログラム」の中の技術協力プロジェクトの1つとして位置づけられている。

(4) 他の援助スキーム・援助機関との関係

世界銀行（WB）を中心として各ドナー間でラウンドテーブルが設置されているほか、モンゴル政府はNCCを組織して大気汚染対策の実施監督、及び最高レベルでの意思決定を行っている。

WBは高度なシミュレーション・モデルを用いて、健康影響まで踏み込んだ大気汚染に関するアセスメントを行っている。しかしながら、こうしたシミュレーションの基礎になる石炭消費量や汚染物質排出係数をはじめとする排出源に関する情報については、主に推計に基づいており、ここにさまざまな不確定要素があることは、WB側も認めている。そこで、本案件の成果となる実測データの共有によるシミュレーション精度の向上が、WB側からも期待されている。

また、WB、アジア開発銀行（ADB）及び欧州復興開発銀行（EBRD）は、それぞれゲル地区を対象としてストーブの改善や燃料転換の検討を行ってきた。ドイツ技術協力公社（GTZ）とフランス政府は、大気汚染測定に関する機材供与を進めている。さらにGTZとADBはそれぞれ市内外において熱供給設備であるHOBに関する調査を行っている。

本プロジェクトはこれら他ドナーの活動との重複・干渉を避け、大・中規模の発生源である火力発電所とHOBを主たる対象としながら、発生源インベントリの作成と活用、発生源のモニタリング、発生源減少方法の計画・実行を通じて関係者の能力強化を図ることとしている。

4. 協力の枠組み

〔主な項目〕

(1) 協力の目標（アウトカム）

1) 協力終了時の達成目標（プロジェクト目標）と指標・目標値

ウランバートル市と他の関係機関の人材育成を重視しつつ、ウランバートル市の大気汚染対策能力が強化される。

〔指標〕

- ① 大気質庁が、他の関係機関と協力して、プロジェクト期間中に2回、発生源インベントリ集計結果、大気環境評価結果及び排ガス測定結果を含む年次報告を発表する。
- ② 大気質庁が、他の関係機関と協力して、ウランバートル副市長に対して、年次報告に基づき、プロジェクト期間中に少なくとも5件の大気汚染対策に係る提言を行う。
- ③ 大気質庁が、他の関係機関と協力して、プロジェクト期間中に開催されるすべての

ラウンドテーブル会合及びそれに相当する会合で、プロジェクトによって得られた結果を報告する。

2) 協力終了後に達成が期待される目標（上位目標）と指標・目標値

ウランバートル市において大気汚染物質の排出削減のための施策が強化される。

[指標]

150から200のHOBや3つの火力発電所といったウランバートル市内の主要固定発生源が管理され排出基準を遵守する。

(2) 成果（アウトプット）と活動

成果の活動ごとに、活動実施機関を括弧内に記載する。なお 四角で囲まれた機関は実施責任機関となる。

成果1：AQDCCと関係機関の、大気汚染発生源解析と大気環境評価能力が構築される。

活動：

- 1-1 既存の発生源インベントリを（活動量・排出係数データ等）分析し、発生源インベントリの枠組み（対象汚染物質、対象発生源、発生源情報項目等）を決定する。（関係機関：AQDCC、NAQO）
- 1-2 固定発生源インベントリ調査を計画・実施する。
（関係機関：AQDCC、NAQO、2nd/3rd/4th Power Plants、NIA、IACC）
- 1-3 移動発生源インベントリ調査を計画・実施する。
（関係機関：AQDCC、NAQO、TPD、RDCC、PTDCC、PAM、NUM、NIA、IACC）
- 1-4 その他面的発生の調査方法を検討・実施する。（AQDCC、NAQO、NUM、NIA、IACC）
源（裸地からの巻き上げ粉塵、廃棄物の野焼き、石炭焼却場の処分灰、等）
- 1-5 固定・移動及びその他発生源の調査結果に基づき、基準年の発生源インベントリを作成する。（関係機関：AQDCC、NAQO）
- 1-6 大気環境モニタリングデータを収集・解析して、データの妥当性を評価する。
（関係機関：AQDCC、NAQO、NU）
- 1-7 基準年についてシミュレーションを行い、発生源の精度及びシミュレーションモデルの再現性を確認する。（関係機関：AQDCC、NAQO、NUM）
- 1-8 目標年及び対策ケースのインベントリを作成し、そのインベントリを用いてシミュレーションを行い、大気環境への影響を評価する。（AQDCC、NAQO、NUM）
- 1-9 データベースとマニュアル作成を含む発生源インベントリシステムを設計・構築する。（関係機関：AQDCC、NAQO、NUM）

[指標]

- 1.1 発生源インベントリデータベースが継続的に活用され、データが定期的に更新される。
- 1.2 シミュレーションモデルが構築され、AQDCCと関係機関により各汚染源対策のプライオリティが検討できる。

成果2：ウランバートル市において排ガス測定が継続的に実施される。

活動：

- 2-1 本邦研修によって排ガス測定の理論と基礎を学ぶ。（関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM）

- 2-2 測定孔設置の可否を判断して測定対象ボイラを選定する。
(関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM)
- 2-3 標準ガスを含む測定機材を導入して、測定研修を行う。
(関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM)
- 2-4 リンゲルマンばい煙濃度表等による簡易測定法及びゲルストープ等の測定方法について検討する。(関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM、NUM)
- 2-5 測定対象ボイラの測定を行い、排ガス状況を確認する。
(関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM、2nd/3rd/4th Power Plants)
- 2-6 排ガス測定に関するガイドライン類（測定孔設置、火力発電所ボイラ測定、HOB測定、ゲルストープ等測定、簡易測定、機器使用、検査等）を作成する。
(関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM、NUM)
- 2-7 排ガス測定に関するガイドライン類を改良する。
(関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM)
- 2-8 モンゴル国家標準（MNS）の規制値・測定方法等の妥当性について検討し、必要であれば改善を提案する。(関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM)
- 2-9 試行的な監査方法が作成される。(関係機関：AQDCC、NAQO、NIA、IACC)
- 2-10 試行的な監査を実施し、排ガス状況を示し改善要求を出す。
(関係機関：AQDCC、NAQO、NIA、IACC)

[指標]

- 2-1 プロジェクト実施期間中に少なくとも50回の排ガス測定が実施される。
- 2-2 技術的な裏づけをもった方法論をもとに、大気汚染排出施設の監査が該当機関によって実施される。

成果3：関連機関と協力しつつ、大気質庁の排出源管理能力が強化される。

活動：

- 3-1 既存のボイラ情報を収集・整理し、日本のボイラ登録制度を参考として、ボイラ登録・認可制度を設計する。
(関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM、EFDUC、HSUD、UDPDMOCC、2nd/3rd/4th Power Plants)
- 3-2 ボイラ登録システムの対象ボイラを選定して、訪問調査を計画・実施する。
(関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM、EFDUC、HSUD、UDPDMOCC、2nd/3rd/4th Power Plants)
- 3-3 ボイラ登録システムを設計・開発する。
(関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM、EFDUC、HSUD、UDPDMOCC、2nd/3rd/4th Power Plants)
- 3-4 運転許可（もしくは優良ボイラ認定）の要件を規定する。
(関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM、EFDUC、HSUD、UDPDMOCC、2nd/3rd/4th Power Plants)
- 3-5 すべての対象ボイラを登録（評価、運転許可認定にかかるリストにエントリーする）し、要件（成果4の各活動を考慮する）を満たしたボイラに運転許可（もしくは優良ボイラ認定）を出す。
(関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM、EFDUC、HSUD、UDPDMOCC、2nd/3rd/4th Power Plants)

[指標]

- 3-1 ボイラ登録システムが定期的に更新され、インベントリデータ及び排出削減にかかる情報として活用される。

成果4：大気質庁によって、主要な大気汚染物質発生源に対する対策が喚起される。

活動：

- 4-1 MNSやボイラ登録制度に関するセミナーを開催する。
(関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM、EFDUC、HSUD、UDPDMOCC、2nd/3rd/4th Power Plants)
- 4-2 燃焼管理や大気汚染防止対策の一般論に関する講義を行う。
(関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM、EFDUC、HSUD、UDPDMOCC、2nd/3rd/4th Power Plants)
- 4-3 主要な大気汚染発生源の診断を行い、設備や管理の観点から対策案を提示する。
(関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM、EFDUC、HSUD、UDPDMOCC、2nd/3rd/4th Power Plants)
- 4-4 主要な大気汚染発生源に対する対策案をセミナーで紹介する。
(関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM、EFDUC、HSUD、UDPDMOCC、2nd/3rd/4th Power Plants)
- 4-5 バッドプラクティスとグッドプラクティスの視察を行う。
(関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM、EFDUC、HSUD、UDPDMOCC、2nd/3rd/4th Power Plants)
- 4-6 すべての対象ボイラーが排出基準などの法令義務を段階的に遵守できるように、制度的な提案を行う。
(関係機関：AQDCC、NAQO、CLEM、EFDUC、HSUD、UDPDMOCC、2nd/3rd/4th Power Plants)

[指標]

- 4-1 少なくともXX件の主要な大気汚染物質発生源（固定発生源）の診断が行われ、対策案が提示される。
- 4-2 ボイラ測定孔の設置、燃焼改善など改善策について事業者側と議論され、議事録が取りまとめられる。

成果5：大気質庁及び関係機関が成果1～4を取りまとめ、大気汚染管理に反映し、情報を一般に普及することができる。

活動：

- 5-1 大気汚染対策に係る日本の知見がセミナーで紹介される。
(関係機関：MMRE、MNET、AQDCC、NAQO、EPWMD、Other C/P-WG)
- 5-2 C/P及びC/P-WGのメンバが本邦研修により日本の大気保全行政について学ぶ。
(関係機関：MMRE、MNET、AQDCC、NAQO、EPWMD、Other C/P-WG)
- 5-3 専門家が定期的にC/P及びC/P-WGメンバと協議を行い、大気保全行政に対して適切な提案を行い、M/M等レポートとしてまとめる。
(関係機関：MMRE、MNET、AQDCC、NAQO、EPWMD、Other C/P-WG)
- 5-4 C/P及びC/P-WGメンバがドナーコミュニティによって支援されている市レベルの大気環境管理プログラムに貢献する。

(関係機関：MMRE、MNET、AQDCC、NAQO、EPWMD、Other C/P-WG)

5-5 C/PがC/P-WGの協力の下に、少なくとも2回、大気汚染対策に係る啓発セミナーを開催する。(関係機関：MMRE、MNET、AQDCC、NAQO、EPWMD、Other C/P-WG)

[指標]

5-1 CPやC/P-WGがM/M等レポートを用いて、NCC等にプロジェクト成果の共有を行う。

(3) 投入 (インプット)

1) 日本側

- ・短期専門家8分野〔総括/大気汚染対策、固定発生源インベントリ、移動発生源インベントリ、シミュレーションモデル、データベース、排ガス測定 (1、2、3、4)、ボイラ技術/制御対策 (1、2)、業務調整〕、他
- ・研修員受け入れ
- ・供与機材 (インベントリ及びボイラデータベース用ハードウェア、同ソフトウェア、排ガス測定装置、ボイラ用エネルギー計測機器、) 他
- ・プロジェクト運営経費 等

2) モンゴル側

- ・カウンターパート及びカウンターパートワーキンググループの配置
- ・専門家執務室と電話、机、書籍棚等の備品、ユーティリティ
- ・屋外測定時の機器搬送車両 等

(4) 外部要因 (満たされるべき外部条件)

1) 成果達成のための外部条件

- ・現在の国内生産の石炭使用に依存するエネルギー政策が変更しない

2) プロジェクト目標達成のための外部条件

- ・モンゴル国及びウランバートル市が大気汚染対策の政策を変更しない

3) 上位目標達成のための外部条件

- ・NCCやラウンドテーブルが相当期間存続する

4) 上位目標継続のための外部条件

- ・発電所に対して適切な資金源が得られる
- ・税制が適切な形で運用される

5. 評価5項目による評価結果

(1) 妥当性

以下のように、本プロジェクトの妥当性は極めて大きいと考えられる。

<プロジェクトの必要性>

- ・ウランバートル市の人口は2007年4月には100万人を突破しているが、これに加えて未登録流入者も多く、現在も急速な増加を続けている。このような人口の膨張に対して新しい都市開発も計画されており、今後のインフラ拡張の構想もある。モンゴルは石炭産出国であるため、主要な1次エネルギーは石炭であって、同市においては老朽設備も含む3つの火力発電所、約200カ所の中規模熱供給用小型ボイラ設備 (HOB)、1,000カ所ともいわれる事業用小型ボイラ、その他10数万世帯のゲル地区居住者のストーブ等をはじめ各種の家庭用暖房設備などから排出される石炭起因の浮遊粒子物質が、冬期に発生する逆転層の影響と南北を山に囲まれている地形のために拡散されず、高濃度で滞留する。このため冬期には特に

大気汚染が著しく、市民の健康に深刻な影響を与えており、これを放置すれば人口の増加にともなう消費石炭の増加により、汚染はさらに増大することとなる。したがって政府においても市民レベルにおいても解決すべき大きな課題と認識されている。

- ・この問題を解決するために設置、強化されたAQDCCはいまだ知見・経験が不足しており、また関連する国・市の機関も多いため、効果的な環境行政の枠組みが整備されていない。
- ・このような状況のもとで、モンゴル政府はJICAに対して、「ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト」の要請を行ってきたものであって、プロジェクトの必要性は極めて高い。

<優先度>

- ・モンゴル国憲法第17条には「環境保護は国民すべてが遵守すべき義務である」と明記されており、2005年4月には国家大気汚染対策委員会が設置されている。2007年に入ると大気汚染削減に関する政令・通達が相次いで制定されおり、この中には大気質の問題を担当する機関の人材を育成すべきことなども示されている。
- ・2008年策定の「モンゴル政府活動計画（2008～2012）」では、生活の向上、経済の発展など5つの項目の1つとして環境の持続的発展を挙げ、ウランバートル市など都市の大気汚染削減を進めるとしている。これを受けたウランバートル市の「市長行動計画（2008～2012）」においては、燃料転換など種々の対策をとって、大気汚染を対2008年比で40%削減させることをめざしている。
- ・一方、日本政府の2004年11月対モンゴル国別援助計画においては、環境と両立する持続的な経済成長のために環境保全を支援することとされ、特に大気汚染対策等を含む首都ウランバートル市の環境対策への支援を挙げている。
- ・また、2007年1月から「日本・モンゴル環境政策対話」が開始され、これまでに両国において3回の会合が持たれている。さらに2007年2月両国首脳間で合意された「今後10年間の日本・モンゴル基本行動計画」においてもモンゴルの環境悪化の状況を踏まえた協力の中に大気汚染削減が挙げられている。
- ・JICA国別事業実施計画においては、環境保全のための支援を重点分野の1つに挙げ、特にウランバートル市の深刻な冬期の大気汚染や水、土壌汚染に対して重点的に取り組むとされており、援助重点分野である「環境保全」において開発課題「環境政策」の「ウランバートル市都市機能強化プログラム」の技術協力プロジェクトの1つとして位置づけられている。
- ・上述のように、モンゴルの開発政策とわが国の援助政策の両面から、本プロジェクトの優先度は高いと判断される。

<手段としての適切性>

- ・上述した、ウランバートル市の人口集中状況、石炭の消費、地形と冬期に発生する大気の逆転層の影響などによる大気汚染への悪影響から判断して、本プロジェクトのアプローチ、対象地域の選択は適切なものであると考えられる。
- ・また、AQDCCと市当局との業務契約においては、人材育成を中心としたJICAとのプロジェクトを遂行することが位置づけられており、市当局並びに大気質庁関係者の本プロジェクトへの期待は非常に大きい。
- ・10万を越すゲル地区の世帯において、ウランバートル全市の石炭消費量の8%を消費²するにすぎないゲルストーブの改善・燃料転換などに従事する他ドナーの活動との重複を避けて、本プロジェクトは石炭消費量が全体の約70%と圧倒的に多く、主要な大気汚染物質排

² 石炭の消費比率はNAMHEM（National Agency for Meteorology, Hydrology and Environment Monitoring）のデータより算出した。

出源であると見なされる3つの火力発電所や、比較的まとまった量の石炭を消費する約200カ所のHOBを対象とするものである。

- ・これらの点から、協力の手法は適切なものと考えられる。

(2) 有効性

以下の点から判断して、プロジェクトの有効性は高いと予測される。

<プロジェクト目標の内容>

- ・ウランバートル市並びに関係機関の人材育成によって同市の大気汚染管理能力が強化されるという目標は明確に記述されている。
- ・指標は、プロジェクト2年目から年次報告書を定期的に発行することを規定するもので目標の指標として妥当と考えられる。副市長に対する提言など、その質を特定することは困難なので回数のみを規定したが、プロジェクトを進めていく過程で提言の質に関しても規定する適切な方法があれば、さらにこれを考慮するとよいであろう。

<因果関係>

- ・本案件は各成果達成による能力強化により、C/P及び関係機関の総合的な能力強化をめざしている。まず成果2で実施される継続的な排ガス測定により作成されるデータベースは成果1での発生源インベントリ作成における情報基盤となる。また同様に成果3、成果4でのボイラ登録制度、許可制度の構築の際の前提情報ともなる。成果3と成果4の関係については排出源管理能力強化にかかる行政側の排出源の管理能力強化と、事業者側における努力の行政側による促進と区分でき、補完的な関係となっている。また成果1と成果3及び成果4との関係は、成果3、成果4において策定されるボイラ登録制度がインベントリ作成の“台帳”となる。また成果5において成果1から4の取りまとめた成果を上位機関と市民に対し共有される。
- ・アウトプットからプロジェクト目標にいたるまでの外部条件として、モンゴルの国家行政機関とウランバートル市が大気汚染対策へのプライオリティが維持されることを挙げており、成果を上げその外部条件が満たされてプロジェクト目標が達成されるというロジックが適切に構成されている。
- ・ウランバートル市の大気汚染に関する問題はカウンターパート（C/P）であるAQDCC以外にも国・市の多くの行政機関が複雑に入り組んでいる。これに対してこれらの機関も含めたカウンターパート・ワーキンググループ（C/P-WG）を結成することがウランバートル市長令で決定され、担当者も指名されている。各組織間の利害関係を解消しながら、プロジェクトが効果的に進められることが期待できる。
- ・3つの火力発電所、HOBなど大気汚染物質排出量の大きいボイラを主体として成果を産出することにより、ウランバートル市全体の大気汚染対策に大きく寄与することができる。

(3) 効率性

以下のように、プロジェクトの効率性は高いと予測される。

<アウトプットの内容と因果関係>

- ・アウトプットは5つ挙げられているが、それぞれの成果に対して詳細な活動項目が規定されており、これらの活動によって成果の産出は可能なものと考えられる。掲げられた指標もプロジェクト活動のなかで入手可能なものとなっている。
- ・ただし、指標の中には診断件数、研修人数、協議回数など、現時点では数値を特定しがたいものも含まれており、プロジェクト開始後、早期に協議のうえ確定する必要がある。

<タイミングとコスト>

- ・第2次詳細計画策定調査において、火力発電所、HOB等の実測を数多く経験しており、第3次調査においても現場の観察、聞き取り調査で問題点を掘り下げている。本格プロジェクトにおいては、これらを生かしてプロジェクト開始当初からロスのない活動ができるものと考えられる。
- ・数は小さいが排出量は大きい火力発電所等を対象とすることで投入対効果の高い結果を生み出すことができ、また数は約200と相対的に少なく、しかも許認可などの行政的措置を通じて改善・普及が比較的容易と考えられるHOBを対象とした活動が組まれている。
- ・プロジェクトのスタートは2010年1月と想定され、ウランバートルの大気汚染は冬期がもっとも厳しいという季節性を考慮して、1年目は厳寒期の活動のあり方を体感して2年目以降の効率的な活動の準備を行い、併せてカウンターパートの本邦研修などによって確実なトレーニングを行うなど、時間的なロスが極小となる計画としている。
- ・さらに上述の厳寒期に大気汚染が最も激しいという季節性や夏期休暇期間の長いモンゴルの特殊事情などを考慮して、長期専門家の投入は行わず、必要な時期に必要な資質の短期専門家を必要な数だけ投入することによって効率的な業務運営を計画している。
- ・なお、設備改善の検討にかかわる活動の時期は、他の資金協力案件の準備なども配慮して、早期に実施することを検討するとよいであろう。

(4) インパクト

以下のように、本プロジェクトのインパクトは極めて高いものと予測される。

<上位目標の内容、因果関係>

- ・ウランバートル市と関連機関の人材育成が進み、市の大気汚染対策能力が強化されるとする目標の達成によって、市の大気汚染物質の排出削減の施策が強化されるという上位目標が可能となるとしており、上位目標はプロジェクトの効果として発現が見込まれる。
- ・この上位目標を実現するための外部条件の1つとして、NCCやラウンドテーブルが相当期間存続することを挙げている。妥当性の項目で述べたような、国及び市の大気汚染対策への取り組みは一時的なものではなく、同国での大気汚染対策の上位機関となるNCCやラウンドテーブルは今後も相当期間存続するものと考えられる。

<波及効果>

- ・本プロジェクトにおける火力発電所の大気汚染物質排出抑制のための設備改善の検討の結果等は、施設改善資金協力の案件の形成のためのデータとしても有効に活用できる。すなわち老朽化した発電所の大気汚染対策の設備的な問題点が判明すれば、わが国の別の支援の枠組みによって、汚染源排出のための資金援助などにつなげる可能性も高く、上記の外部条件を満たす1手段となるであろう。HOBの改善に対しても同様な手法が考えられよう。
- ・ウランバートル市には新しい都市開発の構想もあり、それに伴ってHOBの増設なども予想される。また第5発電所建設の構想もある。これらの新しい設備の投資において、当初から排出規制を前提とした計画を策定する能力を得ることが可能となる。
- ・またHOBに関連する改善、施策等はモンゴル国内の他の都市への波及効果も考えられる。
- ・ボイラ及びバーナ構造改善、燃焼技術改善、効果的な集塵方法の提案など、大気汚染防止、省エネルギー等の技術に関して、これまで日本が経験してきた技術を効果的に移転しようとするものであって、大気汚染防止対策の効果ばかりでなく省エネルギー、温室効果ガス(GHG)排出削減などの効果も見込まれ、気候変動対策への貢献ともなる。またCDMの案件として採択される可能性も生ずる。
- ・本プロジェクトによって得られる成果は、必要に応じてWBその他のドナーで組織するラ

ウンドテーブル、モンゴル政府の組織するNCCを通じて、関連する他ドナーへの提供も可能であり、各機関の活動を促進する役割を果たすこともできる。

- ・本プロジェクトは他ドナーの活動との重複・干渉を避けて、大・中規模の汚染物質発生源である火力発電所とHOBを主たる対象としながら、発生源インベントリの作成と活用、発生源のモニタリング、発生源減少方法の計画実行を通じて関係者の能力強化を図るものであるが、ゲル地区でのストーブ改善や燃料転換その他の各ドナーの活動と相互に補完しあってウランバートル市の総合的な大気汚染対策に貢献できる。
- ・大気汚染防止の効果は市民に等しく及ぶものではあるが、特に健康不安をもつ者も多い貧困層にとっては呼吸器疾患等の脅威から解放されることとなるため、その影響は大きい。
- ・一方、大気汚染対策によって生ずるコストが税金、電気料金などの形で市民全般の負担増となる可能性が生ずる。場合によっては貧困層への政策的な配慮も必要となろう。

(5) 持続性

以下のように、プロジェクトの持続の可能性は高いと見込まれる。

<政策・制度・組織面>

- ・ウランバートル市においては本調査に先立って、本格プロジェクトに際して想定される関係各機関をC/P-WGとして市長令によって組織し、従事する要員を指名するなど、大気汚染対策に極めて積極的であり、この姿勢は今後も変わらないものと考えられる。
- ・大気汚染改善の努力は本プロジェクト終了以後も継続されると考えられる。その際に実務能力を強化したAQDCCは中心的な組織として市の大気環境向上のために機能していくであろう。
- ・AQDCCは第2次及び第3次詳細計画策定調査の際にも積極的な役割を果たしており、今後も市の大気環境改善に積極的な活動を進めていくものと考えられる。特に、本プロジェクトはAQDCC職員等を対象とする人材育成を図るものであるから、プロジェクト期間中に成果をあげるのみにとどまらず、モンゴル関係者自身による問題解決能力を高めてプロジェクト終了後の持続性を担保するものである。
- ・本プロジェクトの成果として大気関係の規制が充実し、HOB等の企業においても自助努力または資金調達によって改善を進めることが期待される。

<技術面>

- ・大気汚染対策の能力向上に関するJICAの技術移転にはすでに多くの実績があり、モンゴルにおいても受容されるものと考えられる。
- ・一般に調査の結果の提供を主体とする他ドナーの援助方法とは異なり、実測データに基づいて行うインベントリ作成技術、シミュレーション技術、排ガス測定技術、規制、普及の方法などを、日本人専門家がカウンターパートを指導しながら共同で行うものであるため、技術が確実に移転でき、その持続発展が期待される。
- ・関連機器の維持管理は活動計画（Plan of Operation : PO）の中にも織り込まれており、これを実行する体制、要員は整備されている。厳寒期の取り扱いなどを正しく守れば特に問題はない。

<財政面>

- ・またウランバートル市では市長行動計画（ACTIVIY OF ULAANBAATAR GOVERNOR AND MAYOR FOR 2009-2012、22/Dec/2008）の、FOUR, Ecological and Environmental Activityに大気汚染対策を掲げており、本行動計画に沿って今後も継続的に大気汚染対策に予算が配分されることが予想される。

6. 貧困・ジェンダー・環境等への配慮

大気汚染防止にかかるコストが税金、電気料金の増額等の形で市民の負担増となる可能性がある。この場合、貧困層の負担増に対する政策面での配慮が望まれる。

7. 過去の類似案件からの教訓の活用

(1) JICAの類似案件

1) 環境分野でのプロジェクトの評価に関しては、2002年度の第3者評価報告書「環境センター・アプローチ：途上国における社会的環境管理能力の形成と環境協力」がある。この報告書の中で、C/Pである環境管理部門の、①行政的位置づけ、②企業・市民への貢献アプローチ、③地方分権化における役割、などを今後の課題として挙げている。

本プロジェクトにおいては、C/Pである大気質庁はウランバートル市の全面的なバックアップのもとでプロジェクトを主体的に進める態勢が整えられており、また環境に関連する国家組織と地方組織である首都ウランバートル市各組織との協力を確実なものとするためのC/P-WGが市長令の形で公式に認められており、上記①、③の課題に対する準備ができています。また、②に関しては、火力発電所、HOBなど関連する企業へのアプローチも計画されている。今後必要によっては一般市民への働きかけ等も考慮すればよいであろう。

2) ウランバートル市においては、これまでも多くの技術協力や開発調査が行われてきている。同市都市計画関連の開発調査においては、実施機関や協力機関の組織の特性に留意して調整を図ることの必要性を強調している。本プロジェクトはこれらの教訓も踏まえて、上述したように主要なC/Pである同市大気質庁ばかりでなく、関係する組織からの実務者を加えたC/P-WGを組織した。

また、本プロジェクトに先立って、2009年10月から同市廃棄物管理能力強化プロジェクトが開始される。同じ時期に環境をテーマとする2つのプロジェクトが並行して行われることとなるため、それぞれの成功事例、問題点などについてプロジェクト間で情報交流し、JICAプロジェクトに対する市当局及び市民の信頼を高めていくことが望まれる。

(2) 他ドナーの類似案件

WBは高度なシミュレーション・モデルを用いて、健康影響まで踏み込んだ大気汚染に関するアセスメントを行っているが、本プロジェクトの成果である実測データを共有することにより精度の向上が期待できる。

ゲル地区のストーブの改善、燃料転換についてはWB、ADB及びEBRDが検討を行っている。前提となるべき調査や実測を充実させるとともに、その成果の普及を効果的に行うことができれば、ウランバートル市の大気汚染防止について本プロジェクトの相乗効果が期待できる。

またHOBに関してはGTZとADBが調査を行っている。各ドナーで組織されたラウンドテーブルやモンゴル政府の連絡調整機関NCCなどの場も積極的に利用しながら、相互に情報交換と調整を行い、重複のない効率的なプロジェクト運営を心掛ける必要がある。

8. 今後の評価計画

- (1) 中間レビュー調査：2011年7月
- (2) 終了時評価調査：2012年7月
- (3) 事後評価調査：プロジェクト終了後3～5年後を想定

第 1 次詳細計画策定調査
(2008年12月)

目 次

第1章	調査の概要	1-1
1-1	調査団派遣の経緯と目的	1-1
1-2	団員の構成	1-1
1-3	調査日程	1-2
1-4	調査項目	1-3
1-5	調査に際しての問題認識	1-3
1-6	調査結果の概要	1-4
第2章	調査結果	1-8
2-1	大気汚染対策にかかるモンゴル政府の政策・制度の現状	1-8
2-2	大気汚染対策にかかる関係機関の組織、人員、予算、活動の状況、役割分担 及びキャパシティ・ビルディングのニーズ	1-10
2-3	他ドナーの大気汚染対策に関する支援の内容及び進捗状況	1-17
2-4	大気環境及び排出源モニタリングの実施状況、担当機関の技術水準及び機材の 整備状況	1-18
2-5	汚染源インベントリ予備調査の実施に必要な関係情報	1-21
2-6	団長所感	1-25
付属資料		
1.	面談者リスト	1-31
2.	協議・視察記録	1-33
3.	キャパシティ・アセスメント・チェックリスト	1-70
4.	ミニッツ（Minutes of Meeting）	1-74
5.	収集資料リスト	1-82

第1章 調査の概要

1-1 調査団派遣の経緯と目的

ウランバートル市（「UB市」と記す）の総人口は急速に拡大しており、2007年4月の公式発表で100万人を突破し、さらに未登録流入者は2万人に上ると見られ、人口増加に伴う大気汚染問題が顕在化している。特に冬期は、約13万5,000のゲル地区居住世帯、3カ所の石炭火力発電所、約350カ所の小型ボイラ施設（Heat Only Boiler：HOB）における年間5,200万tに上る生石炭燃焼により、浮遊粒子状物質（PM10、PM2.5）による大気汚染が著しく、市民の健康に深刻な影響を与えている。他方、モンゴルは石炭資源に非常に恵まれた国であるため、燃料エネルギー確保の点で石炭への依存度が非常に大きく、脱却を図るためには相当に長期的な取り組みをしなければならない。また、車両の急速な普及も大気汚染に深刻な影を落としている。現在、市内を走る車両は8万台を超えるが、高い濃度の鉛入りガソリンも依然として売られ、その排気ガスによって心肺機能等への健康障害を引き起こしている。

このような課題を踏まえ、近年大気汚染対策は政府においても市民レベルでも、解決すべき主要課題となっており、UB市は大気にかかわるモニタリング、啓発、立法、政策立案等を目的とした環境保護局大気質課を新設したが、同課にはいまだそのための知見・経験が不足している。一方、大気汚染のモニタリングや汚染源への規制等の業務の所管は気象庁や監査庁等の機関に分散しており、効果的な環境行政の枠組が十分整備されていない。また、世銀をはじめとする他ドナー支援はゲル地区のストーブ・燃料改善等に集中しているが、汚染源の特定や大規模な発生源への対策はいまだ十分に実施されていない現状にある。

JICAは、2008年4月にプロジェクト形成調査（以下、「プロ形調査」という）を実施し、モンゴル政府からの協力要請の背景、内容を確認し、市の大気汚染対策にかかるモンゴル側の組織体制及び他ドナーの援助動向の確認を行った。

本調査は、プロ形調査の結果を踏まえ、大気汚染物質の排出削減に関する市の能力強化を主目的とする協力の大枠につきモンゴル側関係機関と協議・合意するとともに、第2次詳細計画策定調査で予定される汚染源インベントリ予備調査の内容検討及び必要な情報収集を行う。

1-2 団員の構成

担当分野	氏名	所属
(1) 総括/環境行政	山田 泰造	JICA国際協力専門員
(2) 協力計画	柴田 和直	JICA地球環境部環境管理グループ 環境管理第一課調査役
(3) 大気汚染対策	高橋 圭一	日本工営株式会社

1-3 調査日程

2008年12月14日（日）～2008年12月27日（土）

	日 程	行 程
1	12/14（日）	10：00 成田発 12：45 ソウル着（JL951） 13：55 ソウル発 16：25 ウランバートル着（OM302）
2	12/15（月）	9：30 JICAモンゴル事務所打合せ 15：00 自然環境・観光省 環境資源局長 Mr. Banzragch （協力の進め方説明、汚染源インベントリ情報聴取）
3	12/16（火）	9：30 UB市大気質課長打合せ Mr. Batsaikhan 11：00 気象庁長官Mr. Enhtuvshin（（国家大気質局長兼務） 14：00 UB市大気質課長打合せ Mr. Batsaikhan 16：00 世界銀行（世銀の汚染源インベントリについて北京・オスロとの 電話会議）
4	12/17（水）	9：30 鉱物資源・エネルギー省 燃料政策調整局長Mr. Ganbaatar 11：00 国家大気質局（NAQO）Ms.Enkhmaa, Ms.Batnyam 14：00 UB市General Manager Mr. Bat 15：30 市内発生源HOB視察
5	12/18（木）	10：00 第4火力発電所視察 18：00 エネルギー環境研究コンサルタント/HOBインベントリ調査進行 状況 Dr. Jagal
6	12/19（金）	9：15 UB市環境局大気質課、NAQO Mr. Batsaikhan、 Ms.Enkhmaa, （協力の大枠、汚染源インベントリ調査内容、ミニッツ案協議） 14：00 ミニッツ署名 16：00 モンゴル日本大使館 17：00 JICAモンゴル事務所報告
7	12/20（土）	山田団長、柴田団員： 8：40 ウランバートル発 12：45 ソウル着（OM301） 14：00 ソウル発 16：20 成田着（JL954） 高橋団員：資料整理
8	12/21（日）	資料整理（以降、高橋団員）
9	12/22（月）	10：00 市内発生源Ger, HOB視察/排ガス測定適応状況Ms. Ennkmaa 12：40 NAMHEM中央ラボ視察（活動状況、機材状況） Mr. Badarch 国家標準センター資料収集
10	12/23（火）	9：50 国家大気質局資料収集（NAQO） Ms.Enkhmaa, Ms.Batnyam 10：30 黄砂測定局視察（モニタリング実施状況、機材状況）東亜DKK 株式会社 田淵浩司 15：00 UB市エンジニアリング施設局長Mr.Amgalanbayar 16：00 UB市役所都市政策計画局Mr.Tsogtsaikhan

	日 程	行 程
11	12/24 (水)	9:00 第3火力発電所視察 (排ガス測定適応状況) 11:00 第2火力発電所視察 (排ガス測定適応状況) 13:30 第4火力発電所視察 (排ガス測定適応/灰の処理確認) 現地測定用機材 (フランジ) 作成協力確認
12	12/25 (木)	10:00 UB市大気質課活動内容確認 14:00 国家標準センター資料収集
13	12/26 (金)	10:30 NAMHEM大気質測定局視察 (モニタリング実施状況、機材状況) 14:30 GTZ大気質測定局視察 (モニタリング実施状況、機材状況) 16:30 JICAモンゴル事務所報告
14	12/27 (土)	8:40 ウランバートル発 12:45 ソウル着 (OM301) 14:00 ソウル発 16:20 成田着 (JL954)

面談者の詳細については付属資料1.面談者リストのとおり。

1-4 調査項目

- (1) 大気汚染対策にかかるモンゴル政府の政策・制度の最新状況
- (2) 大気汚染対策にかかる関係機関 (市大気質課、燃料エネルギー省、自然環境省、気象庁及び監査局) の組織、人員、予算、活動の状況及び役割分担の再確認
- (3) 他ドナー (世銀、独、仏、ADB等) の大気汚染対策に関する支援の内容及び進捗状況の確認
- (4) 大気環境及び排出源モニタリングの実施状況、担当機関 (市、気象庁、監査局) の技術水準及び機材の整備状況
- (5) 既存の汚染源インベントリ調査にかかるデータ収集及びその妥当性確認
- (6) 汚染源インベントリ予備調査の実施に必要な関係情報の収集
協力機関、委託先、調査対象汚染源施設状況、汚染源関連情報 [燃料消費統計、燃料特性、排出係数 (特にPM10、PM2.5、SOx、NOx、鉛)]、所要手続き、必要な機材及び経費等
- (7) 市大気質課及び関係機関の担当者のキャパシティ・ビルディングのニーズの確認

1-5 調査に際しての問題認識 (不十分な汚染源の特定)

UB市における重要大気汚染物質は、浮遊粒子状物質のPM10、PM2.5であり、主要な汚染源は、世銀の2007年調査のシミュレーション結果を基に、ゲル地区における冬期の暖房用の各家庭の旧式ストーブによる粗悪な石炭の燃焼であると見なされているが、実証的な大気環境モニタリングや排出モニタリング、また、信頼できる統計情報に裏付けられたものとは言えない。まず、PM10、PM2.5の大気環境モニタリングは、これまで、日本の協力による黄砂モニタリングやモンゴル大学の研究、及び、WHOのゲル地区における屋内、戸外の調査結果に限られており、その汚染状況が十分に把握されているとは言い難い。また、モンゴル大学の研究及びWHO調査は、それぞれPM10の組成分析を行い、両者とも、PM10、PM2.5の最も重要な発生源は、ダスト (土ぼこり) であると結論している。

さらに、ゲル地区のストーブによる石炭の消費量は、表-1のとおりUB市の消費量全体の8%程度を占めるにすぎず、火力発電所や、集中暖房に用いられる中小規模のボイラー (Heat Only Boiler :

HOB) 等の大中規模の汚染源における消費量の方がはるかに大きい。ゲル地区のストーブ使用が、近隣における冬期の局所的な大気汚染を引き起こしていることは否定できないとしても、UB市全域の大気汚染の主要原因であるとするのは早計と考えられる。

表－１ 固定発生源別石炭消費量

	固定発生源	石炭消費量 (t/年)		木材 (m ³ /年)	
1	第2火力発電所	161,330	3.3%		
2	第3火力発電所	893,283	18.2%		
3	第4火力発電所	2,306,897	47.1%		
	小計	3,361,510	68.6%		
4	HOB、事業所など	1,133,048	23.1%		
5	ゲル地区 (6地区計)	403,459	8.2%	237,196	100%
	合計	4,898,017	100%	237,196	100%

出所：2007年NAMHEM資料に基づきプロ形調査員が作成

上記の問題認識から、プロジェクトの効果的な活動内容及びC/Pの決定のためには、発電所、HOB等の大中規模の汚染源からの排出の状況をより正確に把握することが不可欠との考え方により、2009年3～4月の第2次調査にて「汚染源インベントリ予備調査」(Preliminary Emission Inventory Survey)を実施することの要否、実施可能性検討に焦点を当てつつ調査を行った。

1－6 調査結果の概要（詳細は付属資料2.協議・視察記録、付属資料3.キャパシティ・アセスメント・チェックリスト参照）

(1) 大気汚染対策にかかる組織変更の動向

現地調査の時点では、国の総選挙後の各省局長人事が確定しておらず、11月末の地方議会選挙とUB市長交替に伴い市の事務方トップの助役の交替も噂されるなど、関係機関幹部の人事は流動的な状態にある。

他方、12月24日の閣議で、UB市大気質課の庁 (Agency) への格上げが決定された。現在課長以下8名の体制が強化され、市環境保護局の下部である現在よりも活動の自由度が増える模様（現課長の個人的見解では16名程度の組織になる見込み）だが、新組織の長が誰になるか等、詳細は未定である。

(2) モンゴル政府の大気汚染にかかる取り組みの動向

上記の組織改編の影響もあり、鉱物資源エネルギー省と世銀が主導してきた国家大気質管理委員会やその事務局の活動はあまり進展していなかったが、12月26日に同委員会が開催され、世銀プロジェクトとEBRDプロジェクトの重複部分の整理などが検討された模様である。

一方、UB市においては、市の管理する一部HOBの更新を自己資金で実施したり、改良燃料の試験や広報を行うなどの限定的な取り組みが確認された。

また、気象庁大気質局 (NAMHEM/NAQO) の職員4名が、発生源のインスペクターの権限を付与される制度改善も行われた（従来、監査の権限を独占する国家監査庁が環境分野への関心や技術的知見が乏しいことが環境規制の実施の制約となっていた。なお、市大気質課職

員には権限未付与) 他、火力発電所の排出基準が12月26日に決定された (HOBに対する排出基準は策定済)。

(3) 他ドナーの協力動向

1) 世界銀行

世銀のUlaanbaatar Clean Air Project (UBCAP) は、①ゲル地区のストーブ転換、②一部HOBの更新、③関係機関の能力強化を対象と予定しており、特に①に関する融資コンポーネントの準備を行うために、ゲル地区における大気汚染状況の把握と、それがゲル地区住民にもたらす健康被害の把握に関する以下の調査を実施中である。

- ・「統合大気モニタリングネットワーク」によるゲル地区の大気質のモニタリング (NAMHEMとUB市大気質課へ供与された機材を使用)
- ・大気シミュレーションモデルの構築 (ノルウェーの研究所に委託)
- ・HOBマーケット調査 [自然環境観光省から委託を受けたEEC Consulting (ローカルコンサルタント) とモンゴル科学技術大学が大規模 (約145カ所) 及び小規模 (約800カ所) のHOBのアンケート調査を2月末まで実施中。PHRDファンドを使用。]
- ・ゲル地区の健康調査

2) GTZ

UB市大気質課に対し大気環境モニタリング局4カ所の供与・設置を支援しており、引渡し式を12月12日に実施。現在はGTZが運用しており、運用を含めた引渡しは1月以降になる見込みだが、技術移転は職員2名への1週間の研修に留まる模様。

3) EBRD

燃料転換に関する支援に向けた調査を実施済。

(4) 汚染源インベントリの現状及び予備調査実施の意義の確認

UB市、NAMHEM/NAQO及び世銀との協議の結果、現存する最新の汚染源インベントリは、NAMHEMが2007年に作成した報告書 (4月プロ形調査で入手) のみであり、汚染源別石炭消費量等の基本情報は整理されているものの、各汚染物質の排出量推計には至っていない。また、世銀の現行シミュレーションでは、右インベントリの情報及び2007年世銀調査で用いられた排出係数 (他国事例から流用) を使用していることが明らかになった。また、前述のとおりPRHDファンドによるHOBマーケット調査も実施中だが、大気汚染への影響を把握するのに必要な情報 (煙突の高さ等) は同調査に含まれていない。

[なお、追加情報では、世銀はNAMHEM中央ラボラトリ (CLEM) に委託してHOB4カ所のTSP測定を実施した模様だが、測定用機材が故障している現状から精度が低いものと思われる。また、世銀シミュレーションに用いられている排出係数を検討したところ、HOBからの排出を過小評価している可能性もある。]

以上により、汚染源別の排出量に関する現行の分析は実際の測定には基づいておらず、特にHOB等大中汚染源の排出量の正確な把握のためには、日本側が想定していた汚染源インベントリ予備調査 [①代表的なHOB10~15カ所程度の排出状況実測 (SO_x、NO₂、ダスト等) を通じた排出係数算出、②アンケート調査 (約100件) によるHOBの場所 (緯度経度情報)、煙

突の高さ、石炭消費量等の把握]を実施する意義は認められ、現行の調査を補完するものとなることが明らかになった。

なお、上記汚染源インベントリ予備調査については、UB市大気質課のみならず、NAMHEM、鉱物資源エネルギー省からも実施への期待が述べられ世銀からも強い関心が表明されるとともに、HOBに加えゲル地区のストーブや発電所からの排気の測定についても期待が表明された。

(5) 協力の準備プロセスの説明及び予備調査実施の了解取り付け

汚染源インベントリ予備調査を含む協力の準備プロセス（付属資料4. ミニッツANNEX I）について、市政府及び関係省庁〔自然環境観光省、気象庁（NAMHEM）、鉱物資源エネルギー省〕に説明し理解を得た。また、同予備調査に必要な作業（ミニッツANNEX II）を市及びNAMHEM/NAQOに説明して理解を得、さらに調査にあたっての日モ双方の負担事項、免責条項等について確認を行った。

なお、技術協力プロジェクトの要請機関はUB市（大気質課）だが、従来の汚染源インベントリ作成活動、大気環境モニタリングではNAMHEMの活動が先行しており、排ガス中の粉塵測定に欠かせない実験施設（高精度天秤、乾燥機）などはNAMHEM中央ラボラトリー（CLEM）が所有していることから、NAMHEM/NAQOの協力が不可欠であり、第2次調査では両者が協力して活動することで合意を得た。

(6) 協力の枠組の検討

技術協力プロジェクトに関する日本側の協力のイメージ図（ミニッツAnnexIII）を基に、協力の枠組に関し市政府と協議を行った。市政府及び関係機関からは、人材育成及び組織の能力強化に関する要望が強く表明されたことを踏まえ、以下のとおり基本的な合意を得た。

上位目標：大気汚染物質の排出削減の施策が強化される。

プロジェクト目標：UB市の大気汚染対策の能力が、市政府及び関係機関の人材育成を重点としつつ強化される。

プロジェクト期間：要請を踏まえ、3～4年とするが、今後の調査にて決定する。

なお、市助役からは、大気汚染対策マスタープラン策定への助言を本プロジェクトで行うことに対する要望が表明されたところ、マスタープラン策定自体はプロジェクトでの対応は困難であり、インベントリ改善及び市の行動計画策定が同等の意義をもつものであると説明しつつ、プロジェクト設計において検討する旨回答した。

(7) プロジェクト名称の変更

本プロジェクトが大気汚染物質の排出削減に関する能力強化を重点とすることを適切に表現するために、プロジェクトの名称を下記のとおり変更することが提案された。

旧：Project of Reduction Air Pollution in Ulaanbaatar City

(ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト)

新：Capacity Development Project for Air Pollution Control in Ulaanbaatar City

(ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト)

(8) ミニッツの署名

協議結果を踏まえ、上記(5)～(7)にかかる合意事項を別添4ミニッツに取りまとめ、12月19日14時に市政府助役との署名交換を行った。

(9) 汚染源インベントリ予備調査の準備状況

測定対象候補のHOB15カ所の選定については、現市役所大気質課、エンジニアリング施設局などが協力して責任を持って選定し、1月末までにJICAモンゴル事務所にリストを提出する予定。

HOB実測用フランジ(煙突の壁に穴を開けて取り付ける金属製のふた付測定孔)は、第4火力発電所の機械工場で製造することで合意を得た。概略の仕様は提出済みであるが、2009年2月中には契約を取り交わす必要がある。

測定用穴あけ工事業者は現市役所大気質課が探すという確約を得た。契約は第2次調査団が到着してからで間に合う見込み。

なお、発電所測定の可能性については、第2、第3、第4いずれの発電所も測定孔がない、もしくは結氷のため階段の昇降が危険で、3月から5月の煙突でのサンプリングは不可能であることが判明した。第2発電所は、集塵装置の後ろにサンプリング孔がありサンプリングが可能で、発電所としても測定の実施を望んでいる。第3発電所は集塵機の後ろにもサンプリング孔がなく測定はできない。第4発電所は集塵機の後ろで測定可能、発電所も測定を望んでいる。以上を踏まえ、第2、第4発電所の測定実施を検討中。

また、ゲルストーブ、家庭用ボイラー測定の可能性については、煙突の直径が10cm程度で、ガス流速も計測が不能な程度に極めて小さく、等速吸引法(JIS、USEPAなど国際的な基準に基づく方法)での測定は不可能と判断される。しかしながら、UB市、自然環境観光省、鉱物資源・エネルギー省及び世銀からのJICAが実施する実測に対する期待が大きいところ、参考情報となるような代替的測定法を検討中。

第2章 調査結果

2-1 大気汚染対策にかかるモンゴル政府の政策・制度の現状

(関連議決・政令の内容、国家委員会の開催状況、インスペクター制度、エージェンシーの設立等)

JICA調査団がモンゴル訪問の目的や技術協力に向けた今後の予定などの説明、協議、表敬のため面談した、自然環境観光省をはじめNAMHEM（気象・水文・環境モニタリング庁）、鉱物資源・エネルギー省、国家大気質局、第2、3、4の各石炭火力発電所などの関係者は、UB市の大気汚染問題は複数のプロジェクトと多くの関係省庁の協力、そして長い時間が必要で一朝一夕で解決できる問題でないことを理解している。また、過去にいろいろな政策が提案されたが、効果は少なく、HOBからの汚染物資の把握の重要性、排出基準の整備、罰則を含めた法整備の必要性が認識されている。そのためには発生源の正確な測定が必要なことも理解されている。しかし、政策の中心はやはりゲル地区のストーブ対策である。

大気汚染対策にかかるこの2年間の動向は以下ようになる。

・大気汚染関連の通達、政令

①2007年6月28日、モンゴル国会通達第46号「大気汚染削減対策の実施に関する措置について」が通達されて、その実施に向けて②2007年9月5日、モンゴル国政令128号「大気汚染削減のための部分的方針」が発令され、③2008年1月16日、モンゴル国政令第14号「大気汚染削減のための緊急的対策について」が発令、④2008年1月23日、モンゴル国閣議通達第27号「ウランバートル市ゲル地域の住宅化開発に関する措置」が通達された。

・モンゴル国会通達第46号「大気汚染削減対策の実施に関する措置について」（収集資料C-3参照）

大気汚染対策のための法規の改正、予算措置を指示している。対処となる主な対策は、①ゲル地域の集合住宅化促進、②無煙ブリケット生産促進と副産物のガス燃料供給、③新規発電所のF/S、④発電所の排出基準検討、⑤生炭利用削減、⑥公共交通機関のガス燃料化、⑦暖房用の夜間電気料金の設定、⑧民間の大気汚染削減に対する資金支援、⑨大気汚染モニタリングネットワークの拡大とラボ機材の改修・更新、⑩対策資金調達のための市債及び国債の発行などである。

・モンゴル国政令128号「大気汚染削減のための部分的方針」

上記国会通達46号の実施見向け、具体的措置を指示している。例えば、①国営機関の暖房を電気・ガスへ転換、②ゲル地区への夜間電気料金導入、③公共交通機関の燃料を段階的に電気、ガスへ転換、④輸入石油製品の検査ラボ機材整備などである。添付の表では、「汚染者負担税法」の立案、発電所に排ガス検査ラボ整備、大気汚染検査ラボの機材整備に必要な経費の解決についてもふれている。

・大気汚染対策にかかる政令14号「大気汚染削減のための緊急的対策について」（収集資料C-1参照）

政令14号では、以下のように原炭の代わりにコークス利用を促進し、自動車排ガスの規制と税率による低排出車両利用の促進、燃料エネルギー大臣の国家大気汚染対策委員会の参加が指示さ

れた。

- ① 石炭を乾留した燃料・コークスの製造を促進し、2009年8月よりUB市のゲル地区及び暖房にコークスを提供するような措置（燃料エネルギー大臣）
- ② 政府基準を充たした、質の高いコークスの製造を奨励し、財務的・税務的に負担軽減する措置を行うための法的環境整備に向けた提案を作成・実行（財務大臣、燃料エネルギー大臣、法務大臣）
- ③ 原炭の使用を規制し、消費者にコークスを提供するための販売店の設置。コークスの特徴、使用メリット等に関する宣伝・広報活動の実施（燃料エネルギー大臣、自然環境大臣、UB市長）
- ④ UB市の大気汚染削減のための事業を段階的に実施、2008年第1四半期よりイヘ・バガトイルー区域内及びアパート地区における石炭の利用、廃棄物の燃焼の規制（UB市市長）
- ⑤-1 公共交通手段の短期・中期的開発計画を作成・採択し、車両排気ガスを測定できるモバイルステーションの設置、運営
- ⑤-2 排気ガス量が基準よりオーバーしている車両の走行を規制し、環境影響及び走行年数により税率を設定する等の法的環境を整備（道路・交通大臣、法務・内務大臣、自然環境大臣）
- ⑥ 2005年4月1日付け「常任委員会、特別委員会、ナショナルコミッティ、ワーキンググループ設立に関する政令」第66号の添付資料17に第48条を追加

48.	大気汚染削減に関する政策の実施において、関連行政機関間の調整・連携・管理するナショナルコミッティ	-燃料・エネルギー大臣
-----	--	-------------

・モンゴル国閣議通達第27号「ウランバートル市ゲル地域の住宅化開発に関する措置」（収集資料C-2参照）

首相を委員長、建設都市開発大臣及びUB市市長を副委員長とするゲル地域住宅化の委員会を設立し、特に風上にあるゲル地区の計画策定、インフラ整備、住民の土地と新規住宅の交換の促進などを指示している。

・国家大気汚染対策委員会

2005年4月に発足した国家大気汚染対策委員会は、委員長が燃料エネルギー大臣になった。モンゴル事務所からの情報では、燃料エネルギー省は鉱物資源・燃料エネルギー省に改変され、国家大気汚染対策委員会の活動も鈍くなった。第1次詳細計画策定調査前後の開催状況は、12月9日（火）と12月26日（金）に開催された。内容は、9日の会議が①ERBDが推進している燃料交換（コークスへの転換）のプロジェクト、②世銀プロジェクトに関して、26日の会議はUB市からは世銀にHOBに対する対策部分の増強を要請したらしい。

・インスペクター制度

NAMHEM/NAQOで技術的に指導的な立場にある職員計4名に、国家監査庁からインスペクターとして、権限を付与されたことが判明した。しかし、市大気質課の3名（Batsaikhan課長、Batmunkhシニア職員、Davaadoriラボ長）がNAMHEMの4名と同時に申請したものの、自然環境観光大臣が承認しなかったとのことで、大気質課は非常に不満をもっている。NAMHEM/NAQOとUB市大気

質課は非常に微妙な関係にある。なお、収集資料D-7「モンゴル国法律 国家監査について」にはインスペクターの権限や補償について記載されている。

・大気質エージェンシー（UB市大気質庁）の設立

12月24日の閣議で、UB市大気質課のエージェンシー化が決定された。現在課長を含め8名であるが、現課長の個人的見解では16名程度の組織になる予定。なお、新組織の長が誰になるかは未定。環境保護局の下部である現在よりも、自由度が増え活動がしやすくなる模様である。

2-2 大気汚染対策にかかる関係機関の組織、人員、予算、活動の状況、役割分担及びキャパシティ・ビルディングのニーズ

(1) UB市大気質課

・人員

課長を入れて8名、内6名の情報は、プロ形調査報告書表5.5（pp33-36）に記載されている。

大気質課長は、2008年7月25日に、前任のZOLJARGAL氏からBATSAIKHAN氏に交代した。

JICAへの案件要請書はこの2名が協力して作成した。BATSAIKHAN氏の経歴を表-2に示す。

表-2 大気質課長BATSAIKHAN氏の経歴（プロ形報告書 表5.5,p33の補足）

氏名	性別	生年月日	年齢	学歴	語学力	専門	環境分野における勤務経験	現在の担当業務	問題・課題	JICA協力に対する期待・要望
Chultemsuren BATSAIKHAN	M	1960.5.14	48	ロシア国立イルクーツク大学 1979-1984, MSc ウラル大学博士課程 地質学アカデミー 1992-1996 1999、モンゴルでPhd取得	ロシア語:good 英語:poor	地質地理学	1997年よりUB市役所勤務 2008年10月にJICA、KOICA合同研修(北九州、ソウル)、を計4週間を受ける。	2008.7.25より現職(大気質課長)入市役所以来エコロジー政策	モンゴルの過去には、大気汚染問題に取り組むべききちんとした組織がなかった。総合的な政策を作り、効率の良い融資を利用して、解決策を実施すべき。	1) 人材育成と組織の強化 2) 機材援助 3) Air Quality Manangementの学習 4) 適切な知識の導入 5) 飛散する埃問題 6) マスタープランは独自に作る

・予算

詳細は収集資料B-1を参照されたい。

2007年度（2007年1月～12月）のUB市大気質課の予算を表-3に示す。なお、2008年の予算は2007年とほぼ同等である。

表-3 UB市自然保護局大気質課の2007年度予算

項目	金額/Tg
給与	18,874,566
社会保険料	4,982,885
消耗品購入費	5,760,000
交通費	1,944,000
郵送費	600,000
国内出張費	940,000
資料購入費	400,000
資機材購入費	216,855,000
a.家具類	
b.ラボ用機材	
c.モニタリング機材	
雑費	1,800,000
合計	250,356,451

総額2億5,035万6,451トゥグリグ (Tg) の予算に対し、人件費は8%なのに対して、資機材購入費が87%を占めており、豊富な資金源があることが判る。資機材購入費の内訳は、家具5%、ラボ用機材88%、モニタリング機材7%で、ラボを充実させたいという意欲がうかがえる。

・組織規定（役割分担）

大気質課は2006年10月に市長令第444号により、UB市環境保護局の下で設立された。〔収集資料B-2（2008年大気汚染削減のための活動報告）参照〕

大気質課の目標は、「①大気質の特定、②管理・モニタリングの実施、③関連情報の作成・提供、④大気汚染削減及び大気保護に関する国家行政及び市側の政策の実施、⑤大気保護に関する各種規定・プログラム・基準案に対するコメント」と規定されている。

しかし、行政の監督範囲では自然環境観光省、NAMHEM、の役割分担が必ずしも明確でない。（鉱物資源・エネルギー省は発電所）

また、環境大気モニタリング、発生源モニタリングでは、NAMHEM、UB市及びモンゴル大学が重複する活動を実施しており、役割分担は明確でない。

・2008年の活動実績

大気質課の2008年の活動状況を収集資料B-2（2008年大気汚染削減のための活動報告）に示した。概略は、モンゴル国開発基金による業務として、

- ① 首都6区における国営機関及び地方自治体関連施設の給湯・暖房用ボイラの改良
（ひどく老朽化した市内のボイラ6施設を改良中で、内1施設は、石炭からガスへの燃料の変換を計画している。）
- ② 乾留ブリケットの製造支援
ゲル地区における原炭使用を優先的に規制し、代替燃料となる乾留ブリケット、コークスの製造を支援することで、大気汚染を削減する。2006年よりTugrug Nuur Energy社とUB市長事務局エンジニアリング施設部とが契約の下、旧ソ連の技術による半コークス製造工場の建設経費の20%となる11億8,600万Tgの協力を行うことになり、過去2年間で10億Tgを投資した。工場の一部は完成しており、現在1日15tのブリケットを製造している。
- ③ おがくずブリケットの製造工場のキャパシティ向上
2007年に廃棄されたおがくずを利用しブリケットを製造する2工場に対し一部投資を行い、2008年の冬に1,400tのおがくずブリケットを市場販売した。ニーズが高いため、新規工場の建設のため、現在、Huslen-Ulzii社と契約し、事業を進めている状況である。
- ④ 車両排気ガスの削減
公共交通手段を更新することで排気ガスを減らすことを目的として、電気運輸国営会社と18台のトロリーバスを製造するという契約を結び、現在3台製造済みである。
- ⑤ UB市大気質課のラボラトリー強化
市大気質課のラボ用に移動式大気汚染観測ステーションとして、入札の結果、SULJEE社が落札し、イタリアのIVECO社の中国支店（ナンジン市）で組立てた2008年製の完全整備された車両、オーストラリアのECOTECHグループのAQMS-9000シリーズのCO₂、O₃、SO₂、CO、NO、NO₂、NO_xの物質を測定できる機材、米国RM YOUNG社製の風向風速計、フィンランドVAISALA社製の温度・湿度・気圧計等から構成される移動式観測ステーション

ョンを調達した。

⑥ 電気ストーブによるゲルの暖房対策

最近、電気による暖房設備を普及しているが、UB市全体の電力の需要が拡大し、サブステーションがオーバーキャパシティになり、新規利用者の追加接続は不可能になっている。したがって、UB市の持続的電力供給を目的に高機能トランスフォーマーワークショップの建設のため入札を行い、現在落札したHarsh Construction社が建築・都市開発・都市計画局と契約を締結し、建設準備作業を開始している。

⑦ 大気汚染予防に関する広報活動、調査研究・研修等の実施について

大気汚染の予防、その悪影響等について宣伝するため、環境保護局が契約を締結後、Top Design社にリーフレット5種5,000部、テーブルカレンダー4種1,600部、Ireduin guur NGOにキーホルダー5種2,000個の作成を発注した。

UB市の独自予算で実施した活動として

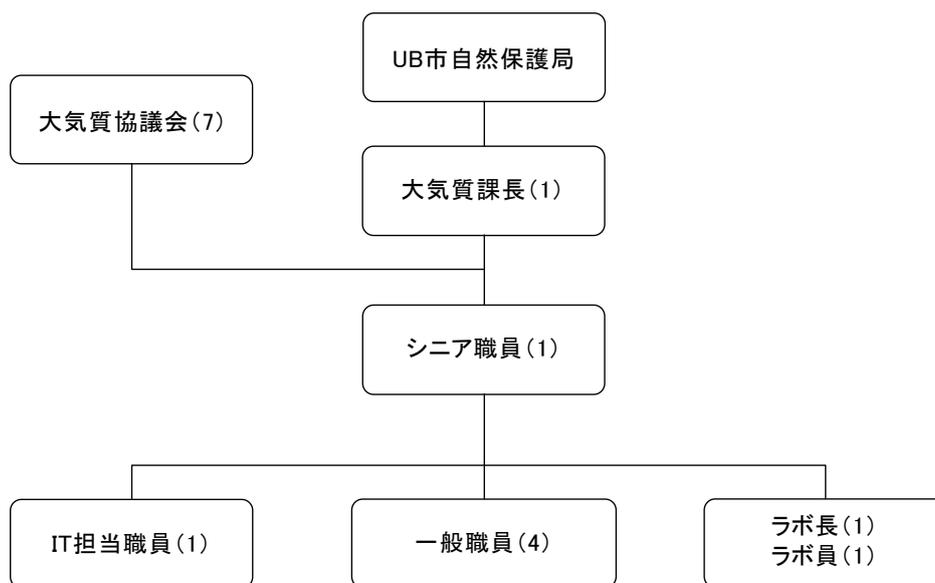
① 大気汚染予防に関する広報活動、調査研究・研修等の実施

自然保護局が入札を行った結果、Ikh Haranga社が調達・設置を行った。UB市行政ビル2号の入り口の上に電子掲示板が設置され、毎日市民に対し大気汚染の濃度等に関する情報を流している。

② 車両排気ガスの削減対策について

車両排気ガス測定するためのモバイル機材購入のための予算として4,000万Tgが配分されている。発注者はKhash Technic社である。

③ 2007年に廃棄おがくずを利用したブリケット製造工場を支援したが、市場ニーズが高いことから同様な工場建設のための融資が確定した。よって、2008年7月5日付UB市自然保護局とEv Undarga社との契約の下、現在ブリケット製造用機材等を調達・組み立て中である。



図－1 UB市大気質課組織図

- ・インスペクター

大気質課から幹部3名（Batsaikhan氏、Batmunkh氏、Davaadori氏）が自然環境省にインスペクター登録の申請を出した（NAMHEM/NACOの4名と同時）が、3名とも承認されず、NAMHEM/NAQOの4名だけが承認された。この結果には非常に不満をもっている。

- ・キャパシティ・ビルディングのニーズ

人材育成に対するニーズが強い政策を実施するためには、教育、訓練を受けた人材がまず必要なので、環境マネジメント、インベントリ作成、排ガス測定などの分野で職員に対する効果的なトレーニングを期待している。

機材供与に対するニーズもある、大気質課のラボラトリーはいくつかの携行型の測定機器が装備されているだけで、高性能天秤、乾燥機、デシケーター、紫外可視吸光光度計などのラボとしての基本的な設備、機器が整備されていない。しかし、モンゴル国では選挙のたびに国、UB市とも組織改革が行われることが多く、それに伴って事務室の引越し、移動が行われている。ラボの設備には、振動を嫌う機器が多くあり、一度堅固な床に固定したら動かせない場合がある。現在のラボは市役所のビルの中にあり数年に1度の引越しが避けられないことから対策を検討する必要がある。

GTZが供与しつつある、大気モニタリングステーションの維持管理に関するトレーニングは、2008年末に2名のUB市大気質課職員がドイツで受けた。しかし、NO_x、SO₂、CO、O₃、PM10/PM2.5/PM1と測定項目が多く、定期的な機器の校正も必要であることから、潜在的なニーズがあると考えられる。

(2) 国家大気質局（NAQO）

- ・人員

局長1名（気象庁長官が兼務）、一般職員3名の計4名。一般職員3名は元NAMHEM職員で、大気汚染モニタリング及び発生源の測定に関して、実務経験を持っている。

- ・予算

収集資料D-3（NAQO予算2008年）を参照

予算に対し、人件費の占める割合は39%、調査研究費は21%と人件費の占める割合が大きい。予算の総額は、5,836万5,400トゥグリグ（Tg）で、UB市大気質課の約1/4である。

- ・組織規定（役割分担）

2008年自然環境大臣令第33号に国家大気質局の規定が定められている。（収集資料D-9を参照。）

総則の1項には、「国家行政中央機関が大気質の特定、大気汚染削減政策の実施、監査モニタリング、関連情報の提供等の権限を持つ組織として「国家大気質局」を、気象庁の業務内容、監査モニタリングネットワークを元に設置するよう調整する。」と規定されている。主な役割は、大気質モニタリングネットワークによる、専門的指導、大気質及びその変化状況の常時管理、評価、及び各種国際条約及び気候変動に関する国際連合枠組条約、京都議定書、オゾン層保護のためのウィーン条約、モンリオール議定書によりモンゴル国が受け持った

責任・義務の監督である。

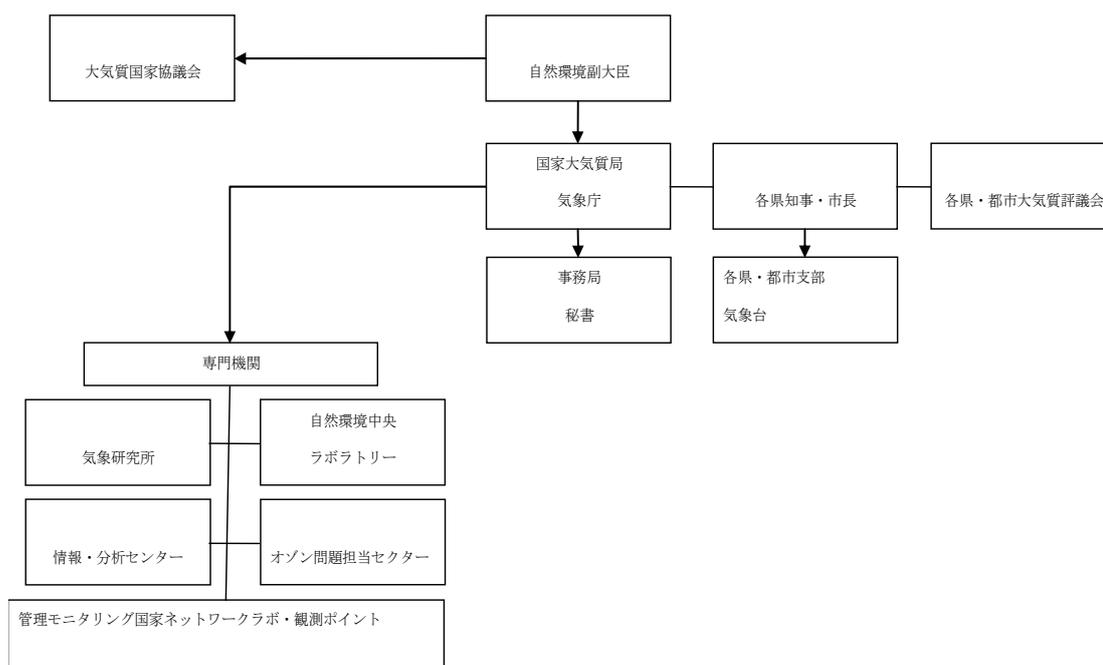
・組織体制

国家大気質協議会の指導下、国家大気質局の専門機関として、UB市及び各県の気象局、自然環境中央ラボ、気象研究所、情報分析所、オゾン問題担当センターが含まれる。

国家大気質協議会は、NAQOの事業活動及び決定等に対するコメント・アドバイスをするための協議会で、会長が自然環境副大臣、次長は気象庁長官、メンバーにはUB市から市助役をはじめ3名が入っている。

大気質モニタリングネットワークには、自然環境中央ラボ（地方ラボ）、大気質測定局、大気汚染観測世界ネットワーク測定点、CO₂濃度測定点、オゾン濃度測定点、酸性雨観測点、黄砂・PMの観測点、放射能観測点が含まれる。

また、自然環境中央ラボは、大気汚染、放射能、及び大気中の含まれる少量ガスなどの検査技術、機器の基準、測量法の統一性の確保等の管理業務を行い、反則を確認できた場合国家インスペクター（NAQOの4名）がモンゴル国法令に基づき、処分を行うと規定されている。これは、自然環境中央ラボが、国家標準ラボラトリーの役割を期待されていると解釈できる。



図－２ 国家大気質局組織

表－４ 国家大気質局協議会メンバー

国家大気質局協議会のメンバー	
会長	自然環境副大臣
次長	気象庁長官
メンバー	燃料エネルギー省、燃料政策調整局長 法務内務省、法政策局長 建築・都市計画省、都市計画政策調整局副局長 ウランバートル市ジェネラルマネージャー 道路・運輸・観光省、交通課長 ウランバートル市役所都市開発政策課長 自然環境省、環境資源局環境汚染担当職員 ウランバートル市役所エコロジー担当職員 WHO、水・衛生プログラム担当者 WWF、モンゴル側プログラムオフィサー(協議の上、決定する) モンゴル気象協会会長(協議の上、決定する) 科学技術大学持続的エコロジー開発センター長(協議の上、決定する) モンゴル環境にやさしい燃料製造業者協会会長(協議の上、決定する)
秘書	国家大気質局秘書

・ 国家大気質局の責任

その他、①大気環境保護に関する各種規定・規則・基準案の作成、②大気保護に関する長・中・短期計画の策定、③大気監査モニタリング国家ネットワークの構築と測定地点の設置・移動・閉鎖の承認、④情報の大気緊急データベースへの記録、⑤関係行政機関・企業への情報提供、⑥非常事態時の濃度情報を国家行政機関・企業・一般市民への公表、⑦汚染源業種ごとの大気汚染物質排出基準の策定、⑧国家基準が未策定の大気物質の暫定値の提案、⑨緊急時（異常高濃度時）の関連機関への速報、⑩全国汚染源インベントリ調査の実施と結果の公表（3年に1度）、⑪全国の汚染物質と汚染源の種類の一覧を5年ごとに更新

・ 国家大気質局の権限

①大気モニタリング国家ネットワークの活動状況を監査・評価、②各企業・機関より大気質に関する情報を受け管理、③固定発生源より排気される汚染物質、その排出基準を策定するための案を作成、④移動発生源より排気される汚染物質、その生物学的影響状況を管理・評価、⑤国内の大気質のモニタリング資機材の点検と、基準に反する資機材・測量方法の規制、⑥事故発生時、放射能・化学中毒の発生時、異常高濃度日の場合、企業・機関の活動・技術の改新、または完全停止、救助活動の実施等について関連機関と協議の上、決定、⑦オゾン破壊物質、二酸化炭素の排出量に関する情報を関連機関に要請、⑧工場・施設等の新規建設、増築、都市開発マスタープラン作成等のプロジェクトについて、環境影響評価を実施する際に、評価報告書にコメント、及び反映、⑨気候変動に関する国際連合枠組条約、京都議定書、オゾン層保護のためのウィーン条約、モントリオール議定書の削減義務促進、⑩環境影響評価報告書において大気質保護政策が反映されているかの確認、実施可否に関するコメント。

以上、国家大気質局は、大気汚染管理行政上、大気汚染の規制値・排出基準値の決定、大気環境保護に関する長・中・短期計画の策定、情報の公表、温暖化物質の削減、オゾン層破壊物質の削減、環境アセスメントに関するコメント等に関して、多くの重要な責任と権利を有しており、役割が明確になっている。

- ・キャパシティ・ビルディングのニーズ

組織規定上は、大気環境管理上の多くの権限を有する重要な組織であるが、気象庁長官を兼務する局長以外の専従職員数は3名と少なく、規定上の職務の遂行には専門的な知識が求められるため、人材育成・トレーニングのニーズが推測される。

自然環境中央ラボ（附属資料2. 協議・視察記録12参照）は、国家大気質局の専門機関として位置づけられており、その設備は排ガス測定、ダスト測定に欠かせないものであるが、設備、機器の多くを1993年のJICA無償機材に依存している。機材は、近年（2007、2008年）原子吸光光度計や水銀分析掃除など独自の予算での整備を始めたものの、多くの機材はスペアパーツの不足や老朽化で使えなくなっている。機材のスペアパーツ、修理、再整備にニーズが予想される。

(3) 鉱物資源エネルギー省

- ・役割

大臣は大気汚染対策国家委員会の議長を務めており、燃料交換（コークス化した石炭）には強い関心を持っている。

- ・NEDOとの協力

2005年から石炭のコークス化について、モデル工場のF/Sが終了しており、設置に関しては合意できてないが、期待は大きい。

- ・ニーズ

火力発電所は、株式会社ではあるが、鉱物資源エネルギー省の管理下にあり、火力発電所に対する排出基準が制定されれば、鉱物資源エネルギー省が指導することになる。第2火力発電所には設計段階から、排ガス測定の設備がなく、第3火力、第4火力とも旧ソ連が設計した排ガス測定設備が故障している。ダスト、NO_x、SO_xの排ガス規制だけでなく、効率のよい発電所の運転管理の面からもO₂濃度、CO濃度のモニタリング装置が必要となる。

(4) 自然環境省

- ・役割

国家大気質局（NAQO）は、自然環境省の組織であり、自然環境中央ラボも専門機関として位置づけられている。NAMHEMも管轄下にあると思われる。

- ・キャパシティ・ビルディングのニーズ

自然環境省はNAMHEM、UB市大気質課とも人材育成と機材の供与が必要であると認識している。

環境大気汚染モニタリング局（連続自動測定）の数も増やしていくことを望んでおり、測定局で計測するパラメーター（大気汚染物質）の種類も、6種程度（おそらく、NO_x、SO₂、O₃、CO、PM10/PM2.5、風向風速）に増加させることを望んでいる。

2-3 他ドナーの大気汚染対策に関する支援の内容及び進捗状況

(1) 世界銀行（UBCAPの予備調査、シミュレーションの内容・進捗、UBCAP内容・予定）

・UBCAPのコンポーネントは大きく分けて3つある。

- ① ゲル地区の大気改善（関係機関のクレジットがまだ）
- ② HOBの入れ替え
- ③ 大気汚染環境管理/啓蒙活動

シミュレーションは、オイラー/ラグランジアン（非定常）併用モデル（NILUが開発したモデル）を使用し、30×30km²の領域を計算している。気象データはNAMHEMの2007年のデータ（1時間値を使用）している。

活動の中で発行される報告書（一部は案段階で正式な公表には至っていない）は、汚染源インベントリ予備調査の実施の最も重要な参考資料である。

- ① “Urban Air Pollution Analysis for Ulaanbaatar, June 2007”
- ② “Heating in Poor, Peri-urban Ger Areas of Ulaanbaatar Final Draft”
- ③ “Small Boiler Improvement in Ulaanbaatar, Part of the Air Quality Improvement Initiative.”

(2) ドイツGTZ

ドイツ技術協力公社（GTZ）は、実施中の都市総合開発プロジェクトの活動の中で、UB市に対し環境大気モニタリング局4局を供与しつつある。2008年12月に2局①West Road Side局、②TV局（元モンゴル国営TV、ゲルエリア）の引渡し式と報道発表が行われたが、2009年1月に残りの③第2病院付近、④チンギスハーン国際空港付近の測定局設置が予定されており、正式な引渡しと運用の移行は、2009年1月以降となる見込み。機材は、ホリバヨーロッパ社（ドイツ）製、PM10/PM2.5モニターは、GRIMM社（ドイツ）製。各測定機器の型式は、次のとおり。

NO_x : APNA-360

SO₂ : APSA-360A

CO : APMA-360

O₃ : APOA-360F

PM10/PM2.5/PM1 : GRIMM Aerosol Technik Model 180

Span Gas Generator : MCC100 ((HORIBA)

・堅牢なコンテナに入っているため、コンテナごと移動してどこにでも設置可能である。校正用高圧容器詰め標準ガス、消耗品なども十分に供与されている。維持管理に関しては、大気質課の職員2名が、ドイツで1週間のトレーニングを受けたが、「都市開発プロジェクト」本体ではこれ以上のトレーニングは予定されていない。

(3) フランス

NAMHEMにはフランスの融資を使って大気汚染測定局をさらに設置する計画がかねてよりある。現在、2カ所の連続モニタリング局がWest Road Sideとハンオール区（NAMHEM中央ラボ付近）にあるがこれはNAMHEM独自の予算で手当てした。さらに仏のローンの活用で、5カ所の測定局と1台の移動測定車を導入する計画がある（ローンは25年、利率は0.9%）。閣議の承認を得たが、国会の承認待ちであるとNAQOで説明された。モンゴルの貿易上の収入源で

ある銅の市場価格が下がり、国家財政が厳しくなることが予想されるため、実現するかどうか微妙である。

(4) EBRD

調査期間中（12月14日から12月27日）は、EBRDのモンゴル事務所員はクリスマス休暇のため面会することはできなかった。収集資料B-4（EBRD Mongolia Clean Air Initiative）による活動の概略を示す。

クリーン・エアー・イニシアティブは、UB市の冬期に起こる大気汚染の主な原因は、ゲル地区で燃やされる生石炭であるという前提に立っている。「ゲル地区での生石炭使用の段階的禁止」→「燃料品質基準で生産された代替燃料の段階的生産」→「補助金による代替燃料の価格低下」→「生産者への低利の融資」並行して「住民への広報、啓蒙活動、宣伝」という工程を4年間かけて実施する予定である。代替燃料は、当初は、練炭や木片、削りくず固形燃料であるが、次第に反成コークス（Semi-coal）の割合を増やし、4年次には87%とする計画である。

なお、コークス（高温乾留によるもの）は高温コークスともいい、石炭の低温乾留によるもので数%以上の揮発分が残っている状態のコークスは半成コークスと呼ばれる。

2-4 大気環境及び排出源モニタリングの実施状況、担当機関の技術水準及び機材の整備状況

(1) 大気環境モニタリング

1) UB市（GTZ）Air Quality Monitoring Stationの現状

① 自動連続測定器（毎時のデータが測定、記録される）の導入

- ・2008年12月に引渡しの報道発表があったGTZによる環境モニタリング局はセレモニーは済んだものの現在はGTZが運用しており、運用を含めた引渡しは残りの2局の引渡し完了する2009年1月以降になる見込み。測定局はNAMHEM局と道路を隔てて対面している。
- ・機器は中古品とのことだがよく整備されており、建屋も壁が厚く、断熱性が良い。室内の空調、温度制御も申し分ない。
- ・大気汚染測定機器の他、屋上には風向風速計、温湿度計が設置されている。
- ・建屋の外には時刻、温度、各大気汚染物質濃度を表示するディスプレイが設置されている。一部の表示濃度の単位に間違いがあるが、GTZのプレゼンスを示している。
- ・NO_x、SO₂、CO、O₃のガス状物質は、ホリバヨーロッパ社（ドイツ）製、PM10/PM2.5モニターは、GRIMM（社ドイツ）製。各測定機器の型式は、次のとおり。

NO_x : APNA-360

SO₂ : APSA-360A

CO : APM-360

O₃ : APOA-360F

PM10/PM2.5/PM1 : GRIMM Aerosol Technik Model 180

Span Gas Generator MCC100 ((HORIBA)

注) GRIMM Model 180はレーザーによる光散乱方式でPM10、PM2.5、PM1を同時測定する粒子状物質（エアロゾル）カウンターで、0.1-1500μg/m³の濃度範囲の測定ができる。測定する濃度は（g/m³）の単位で表示されるが、光散乱方式による測定値は「相対濃度」と呼ばれ、TEOMやβ線方式で測定される「質量濃度」よりやや精度が劣る。しかしながら交換するフィルターや消耗品が極めて少なく、

高濃度が予想されるUB市の冬期の測定には適切である。

② 運転状況

- ・ドイツから技術者が来て設置した、現在試運転中であるが運転は順調である。
- ・測定局はこのa) West Road Side局の他に3地点、b) TV局（元モンゴル国営TV、ゲルエリア）、c) 第2病院近く、d) チンギスハーン国際空港近くに設置が予定されており、b) は設置済み。他の2局も機材は到着している。
- ・堅牢なコンテナに入っているため、コンテナごと移動してどこにでも設置可能。

③ 維持管理状況

- ・校正用標準ガスはSO₂、NO、COの標準ガスがそれぞれ単独で40lの高圧容器（ボンベ）に入っており、全部で6本ある。3年間は十分に使えるストックである。

標準ガスの濃度は、次のとおり。

SO₂ : 40 ppm

NO : 40 ppm

CO : 800 ppm

- ・NO₂の校正をするためのオゾン発生・希釈混合装置（キャリブレーター）もあり、NO₂の校正もできる。
- ・消耗品もかなりストックが用意されている。
- ・安定化電源もUPSも容量が大きく、多少の停電であればシステムは停止しないと推定される。

2) NAMHEM Air Quality Monitoring Stationの現状

① 自動連続測定器（毎時のデータが測定、記録される）の導入

- ・2008年7月に設置が始まり、10月から測定を開始した。機材は国家予算で導入され、入札で北京のBeijing g Monitoring Environment Technology Ltd.が落札した。（仏のローンによる機材整備とは別）
- ・NO_x、SO₂、COのガス状物質は、エコテック社（オーストラリア）製、PM10/PM2.5モニターは、サーモ社（米国）製。各測定機器の型式は、次のとおり。

NO_x : ECOTECH EC9841

SO₂ : ECOTECH EC9841

CO : ECOTECH EC9841

PM10/PM2.5 : Thermo TEOM 1400

- ・同時期に導入された全く同じシステムがハンオール区（NAMHEM中央ラボのそば）にある。

注) TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance) はフィルター振動法と呼ばれる最新鋭の測定器で、米国サーモ社が特許を持っている。分解能は0.01μgと非常に高感度であるが、一般の環境濃度ではフィルターカートリッジの交換を半月から1カ月程度の頻度で行う。UB市の冬期の濃度は一般の環境濃度（10-100μg/m³）の10倍、100倍になるため故障の原因になりやすい。

② 運転状況

- ・PM10/PM2.5測定装置（TEOM 1400）は2008年10月に測定を開始し、12月5日に故障のため停止したままである。もう1つのモニタリング局（ハンオール区）でも12月15日

から故障している。

- ・訪問した際には、電圧変動が大きいためUPSが故障してしまい入れ替え中で、全測定が停止していた。

③ 維持管理状況

- ・校正用標準ガスはSO₂、NO、COの3成分が20l程度の高压容器（ボンベ）1本に入っており、ストックはない。この状態では3カ月後になくなってしまう。

標準ガスの濃度は、次のとおり。

SO₂ : 49 ppm

NO : 47 ppm

CO : 1,000 ppm

- ・NO₂の校正をするためのオゾン発生・希釈混合装置（キャリブレーター）がなく、NO₂の校正はできない模様。
- ・消耗品はすべて、北京から来るため購入に時間がかかり不便している（モンゴルには高度な科学機器メーカーの代理店はない）。
- ・測定値はインターネット回線によりNAMHEMでモニター、監視できる。
- ・入れ替えたUPSも測定器全体をまかなうには容量が小さく、停電があればシステムが停止する。
- ・担当者のMs. Ennkmaaは「モンゴルでは代理店のサービスが十分に受けられないので、6月まで実施していた手動による計測（データは1日平均値のみ）の方が、持続性がある」とコメントしている。

非常に高濃度（200-1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）になるPM10の機種選定には、問題があった。TEOMは高濃度には不向きである。また、校正用標準ガスの量が不足している。停電対策も不十分である。

(2) 排出源モニタリング

1) UB市大気質課

人員は、ラボ長のDavaadori氏1名だけである。残念ながら今回の調査では、一部の機材（携帯型排ガス中多成分ガス分析機TESTO）しか調査することができなかった。“TESTO”は独テスト社製で、NO_x、SO₂、CO、O₂の測定が可能であるが、O₂以外は、オプション機能であるため詳細は不明である。また、ラボ長Davaadori氏へのインタビューでは、流量の測定は不可能らしい。なお、世銀調査“*Heating in Poor, Peri-urban Ger Areas of Ulaanbaatar Final Draft, pp.81*”によれば、米国製TSI社の“Dust Track”粒子測定装置を所有しているが、環境測定用なので、50°Cまでの温度でしか使えず、排ガスの粒子の測定は行えない（もちろん等速吸引ではない）。

2) NAMHEM/自然環境観光省・自然環境中央ラボ（CLEM）

ラボの人員は、大気：エンジニア2名、アシスタント3名

水：エンジニア4名、アシスタント3名

土壌：エンジニア1名、アシスタント2名

の体制で、ラボには1993年に供与された、ガスクロマトグラフ、液体クロマトグラフ、原子吸光光度計、天秤、ガスメータ、吸引ポンプなどJICAの無償機材が数多く見られる。残

念ながら、内いくつかは、スペアパーツの不足、故障により動いていない状態である。排ガス測定機器は、携行型排ガス中多成分ガス分析機“TESTO-350XL”が装備されており、NO_x、SO₂、CO、CO₂、O₂の温度の測定が可能である。排ガス中のダストに関しては、JICA無償で供与された、石橋化学工業（現在は廃業している）製の等速吸引式ダスト測定装置一式があるが、傾斜マンノメータ（流速測定用）などが壊れており、等速吸引はできない。

3) モンゴル大学

本調査では、実施できなかった。

世銀調査“*Heating in Poor, Peri-urban Ger Areas of Ulaanbaatar Final Draft, pp.81*”によれば、核物理ラボで重量分析が実施できるが、ストーブの排ガス測定に必要な排ガス希釈装置、石鹼膜流量計、コンプレッサー、CO、CO₂分析装置がない。

2-5 汚染源インベントリ予備調査の実施に必要な関係情報

(1) 主要汚染源の状況、視察結果

1) 火力発電所

① 第2火力発電所

- ・ 1961年に中国、1969年に旧ソ連の技術で建設された。当初から47年が経過している。
- ・ ボイラ台数は、水蒸気35t/hが2台、75t/hが2台、計4台。蒸気温度は440℃。35tボイラには石炭は35tは20mmくらいの礫炭で投入。75tボイラには粉炭で投入している。ガスタービンは計3台あり、6MW（1961年、上海製）、4MW（1961年、上海製）、12MW（1969年、ロシア製）、いずれのボイラにもサイクロン式の除塵装置が取り付けられている。
- ・ 排ガス測定への対応は、集合煙突には測定孔はないが、75tのボイラの集塵機の下流に、測定用フランジが埋め込まれており、測定可能である。しかし、35tのボイラには測定孔がない。なお、発電所に対する排ガス規制も実施されるどころ、「ぜひ3月に測定してほしい」と要望があった。

ボイラの概要

蒸気量 (t/h)	台数	効率 (%)	集塵機	使用炭	石炭消費 (t/h)	製造
35	2	73	サイクロン	Baganuur	7 t/h	中国製
75	2	87	サイクロン+水	Baganuur	15 t/h	ロシア製

煙突の概要

煙突高	出口直径 (m)	排ガス温度 (集塵機の後)	排ガス温度 (集塵機の前)
100m	4.1m	150℃	140-150℃

② 第3火力発電所

- ・ 1968年に旧ソ連の技術で建設された。運転開始後40年が経過している。
- ・ ボイラ台数は、水蒸気75t/hが6台、220t/hが7台、計13台
- ・ 1997年から2003年にかけてADBの融資で、ABB（イタリアの発電技術の会社）が請負い計4台のボイラの改修を実施したが、徐塵設備については全く手をつけていない。
- ・ ボイラには粉炭として投入するタイプとそのまま投入するタイプがある。

- ・排ガス測定への対応は、①建設当初は、旧ソ連製排ガスモニター装置があったが、故障して使用できない。②排ガスの測定は実施していない。③集塵機に穴があるが測定孔の直系が小さく、ダストの測定はできない。④煙突は、高さ150mと100mの2本、⑤測定に対応する設備（測定孔など）がないので、3月の測定は不可能である。

ボイラの概要

蒸気量 (t/h)	台数	効率 (%)	集塵機	使用炭	石炭消費 (t/h)	集合煙突高
75	6	88-89	洗浄+サイクロン	Baganuur	15-16 t/h	100m
220	7	90	洗浄+サイクロン	Baganuur	40-45 t/h	150m

煙突関連の概要

煙突高	出口直径 (m)	排ガス温度 (集塵機の後)	排ガス温度 (集塵機の前)
100m	4.4m	70-80℃	140-150℃
150m	6.2m	70-80℃	160-170℃

③ 第4火力発電所

- ・1983年に旧ソ連の技術で建設された。運転開始後25年が経過している。
- ・ボイラ台数は、水蒸気430t/hが8台。
- ・石炭は①Baganuur、②Shivee-Ovooの鉱山の石炭を使用している。
- ・平均的な年間のボイラ稼動状況は、夏期（6～9月）が8台のうち4台を運転（280MW）、5月、10月が5台を運転、11月から4月の冬期に6台を運転（380-400MW）。
- ・フルロード時の石炭消費量/ボイラは、Baganuur炭で75t/h、Shivee-Ovoo炭で90t/h。
- ・年間使用量は270～300万t（2008年は300万tに達する）。
- ・排ガス中のダストは、電気集塵機（EP）を使用して処理している。
- ・ロシア製のNO_x、SO₂、COの測定装置（連続モニター）は現在故障中。
- ・ボイラ点火時にはEP装置を切って、重油を炊く、このときの排出量は多くなる。
- ・EPの出口側で検知管を使用して測定している。測定頻度は1～2回/月。検知管による測定は、JICAのJOSVが導入した。
- ・ダストの測定は、夏期（5月15日から9月15日）にのみ実施している。この時期は石炭の使用量も少ない。

ボイラの概要

蒸気量/ボイラ (t/h)	台数	効率 (%)	集塵機	使用炭	石炭消費 (t/h)	集合煙突高
430	8	89-91	電気集塵機	Baganuur/ Shivee-Ovoo	75t/h 90t/h	250m

煙突関連の概要

煙突高	出口直径 (m)	排ガス温度 (集塵機の後)
250m	8m	130℃

2) HOB (数、分類、所有・運営形態、稼働状況)

HOBの数や規模の分類については、調査機関によって見解が異なる。ここでは世銀の Gailius氏と民間調査機関 (Energy, Environment Research and Consulting Co., Ltd.) の Busjav Namkhainyan氏の意見を紹介する。

	大規模ボイラの定義	数	小規模ボイラの定義 (MW/h)	運営形態
世銀	0.1-1.8 MW/h	219 (大規模)	0.02-0.04	民間
EEC	0.2-1.0またはそれ以上MW/h	約1000 (すべて)	0.05-0.02	民間

3) ゲルの家庭用ストーブ

詳細は世銀レポート “Heating in Poor, Peri-urban Ger Areas of Ulaanbaatar Final Draft” を参照されたい。

実数は、135,000～140,000といわれているが、調査を夏期に実施すると、地方に移動するゲルがあるため、冬期の実数とは異なる可能性がある。ゲルストーブといわれているストーブにもいくつかのタイプがあり、改良ストーブにも4、5種類がある。また、一戸建ての家でストーブの排気を後面も壁に引き込んで暖める壁ストーブも普及している。小規模ボイラ (世銀はLow pressure Boilerと呼んでいる) に分類されるボイラもゲル地区で使用されている。

訪問したゲルのストーブの煙突の直径は10cm程度である。石炭の使用量は、0.5～0.6kg/hであった。

汚染源インベントリ調査の内、訪問インタビュー調査に際しては最大10カ所程度を想定しているため、可能な限り多様なストーブを選択したい。

(2) 既存の汚染源インベントリ調査の現状

(NAMHEMインベントリ、世銀ストーブ調査、PHRD・HOBマーケット調査、UB市の調査)

既存の調査、進行中の調査及び予定されている調査がある。調査されて集計表にまとめられた項目は以下のとおりである。

・ NAMHEMのインベントリ（2007年実施済み）

①企業/会社名、②住所（ホロー番号のみ）、③ボイラの型式、④ボイラの数、⑤ボイラの煙突の高さ、⑥ボイラの煙突の直径、⑦燃料（石炭か重油かの区分のみ）、⑧石炭の年間使用量

・ Market Studyのインベントリ（2009年2月末完了予定）

①企業/会社名、②住所（ホロー番号のみ）、③連絡先、④ボイラの型式、⑤ボイラの製造年、設置年、⑥ボイラの数、⑦ボイラの容量/能力（Gkal）、⑧中央パイプの長さ（給湯ライン？）、⑦燃料（石炭か重油かの区分のみ）、⑧石炭の使用量（kg/h）、⑨効率、⑩消費者名、⑪暖房容積（立方メートル）

・ “Small Boiler Improvement in Ulaanbaatar” 別冊のインベントリ（2007年3月実施済み）

①企業/会社名、②住所（ホロー番号のみ）、③連絡先、④ボイラの型式、⑤ボイラの製造年、設置年、⑥ボイラの容量/能力（Gkal）、⑦石炭の産地と価格、⑧ピーク時の石炭の使用量（kg/h）、⑨効率、⑩給湯対象施設の高さと床面積、⑪施設の写真

・ UB市独自調査のインベントリ（2009年1月より実施予定）

詳細は不明。

(3) 既存調査における排出係数とその妥当性

（GUTTIKUNDA=NILLの用いた排出係数の内容、妥当性）

既存調査（世銀）が用いている、排出係数の妥当性は、第2次詳細計画策定調査の結果を検討する。

世銀レポート“Urban Air Pollution Analysis for Ulaanbaatar, June 2007”で使用された、石炭中の灰の割合、灰に対するTSPの割合、TSPに対するPM10の割合、PM10に対するPM2.5の割合と1tの石炭を燃焼させると、何tのPM10、PM2.5が放出されるかの排出係数を示す。

これらの情報は、世銀の了解のもと、コンサルタントNorwegian Institute of Air Research (NILU) のLarssen氏から提供された。

Table Portion and Emission Factors used in Simulation.

Source	Ash%	TSP/Ash	PM10/TSP	PM2.5/PM10	EF PM10 kg/ton	EF PM2.5 kg/ton
Power plants	15	0.2	0.65	0.4	19.5	7.8
Ger coal	25	0.2	0.5	0.6	25	15
Ger wood					3.8	2.3
HOB (large)	15	0.2	0.6	0.6	18	10.8

ここで、1995年に実施されたJICA開発調査「モンゴル国 石炭産業総合開発計画調査 ファイナルレポート」で提案された排出係数（ダスト）と世銀レポートで採用された「石炭中の灰の割合、灰に対するTSPの割合、TSPに対するPM10の割合、PM10に対するPM2.5の割合」を組み合わせて、PM10とPM2.5の排出係数を試算してみる。

Table Emission Factors derived from JICA Mongolia Coal Development Study (Table 6.3, 6.4, 6.5, 6.6)

Source	DUST kg/ton	EF PM10 kg/ton	EF PM2.5 kg/ton
Power plants	29.8	19.4 (19.5)	7.7 (7.8)
Household	40	20 (25)	12 (15)
Boilers for	56.3	33.8 (18)	20.3 (10.8)

注) カッコ内は、世銀のコンサルタントが使用している値。

発電所の値はよく一致しているが、家庭の値は20%程度の差はあるものの比較的一致している、ボイラの値は、試算値が約2倍大きくなっている。

(4) 汚染源インベントリ予備調査の方向性、実施方法

技術協力プロジェクトの要請はUB市大気質課より出されたものの、現時点までの汚染源インベントリ作成活動、大気環境モニタリングではNAMHEMの活動が先行しており、排ガス中の粉塵測定に欠かせない実験施設（高精度天秤、乾燥機）などはNAMHEM中央ラボラトリーが所有している。

2009年3～4月の第2次調査にて「汚染源インベントリ予備調査」活動には、UB市大気質課に加えNAMHEMの協力が不可欠である。

両者は活動に重複する部分があり潜在的なライバル関係にあるもののUB市大気質課もNAMHEMの協力が必要なことを理解しており、NAMHEMも要請はUB市から出たものを理解しつつ、第2次調査では両者が協力して活動することで合意を得た。

2-6 団長所感

本調査は短期間にもかかわらず、極めて密度の高い討議をモンゴル側と調査団で行うことが可能となった。これは、モンゴル側の大気汚染問題に対する、高い熱意を反映したものである。モンゴル側関係諸機関、また、JICAモンゴル事務所の当調査団への全面的なご協力に感謝を申し上げる。

(1) 大気汚染対策における人材育成の重要性

UB大気質課長をはじめとしたモンゴル側関連機関は、大気汚染問題の複雑さ、また、これに取り組むにあたり、人材育成や組織的な能力の強化が必要であることをよく理解していることが確認できた。こうした側面で、JICAの技術協力への期待は大きなものがある。

(2) 組織体制・組織間の協力体制

UB市大気質課を「庁」へ格上げ、強化を行うことが決定された。その反面、全般的な財政悪化による大気行政への影響も憂慮されており、組織体制は今後も流動的である。

また、特にUB市における大気汚染問題に取り組むにあたり、UB市大気質課とNAMHEMと幅広い連携、また、特定の分野でのエネルギー省や国家監査庁、また、火力発電所等との連携は必要不可欠である。こうした組織間の協力体制はこれまで経験に乏しく、組織間連携は今後も課題となる。本JICA協力においても、こうした連携の可否が、成功の鍵を握るものとなる。したがって、本JICA協力では、連携を促進するような活動を検討する必要性は極めて

高い。その際、各組織の要となる職員同士の協調の意思が重要であり、こうした属人的な側面にも十分に注意を払う必要がある。本詳細準備調査で予定されているエミッション・インベントリ予備調査においても、UB市とNAMHEMの協調が不可欠である。

(3) 大気汚染対策におけるモンゴル側の進展

国の総選挙や、市議会選挙、それに伴う、国、市レベルでの関連人事の交代のため、鉱物資源エネルギー省と世銀が、ドナー会合やUBCAP (Ulaanbaatar Clean Air Project) の準備を通じて、主導してきた国家大気質管理委員会やその実施部隊であるPMU (Project Management Unit) の活動はあまり進展していない。一方で、NAMHEMの技術分野で指導的立場にある職員が、インスペクターの権限を付与されるなど、非常に有意義な努力も行われている。(これまで、国家監査庁がインスペクションの権限をすべて有しており、ここが環境分野での規制実施にたいする関心や技術的知見が乏しいことから、環境規制の実施、すなわち、各種の環境対策が進まない理由として考えられていた。)

また、世銀やEBRDによるさまざまな調査は進行しており、こうした情報を今後も収集、レビューする必要性は高い。また、ドイツ政府による大気汚染モニタリング機材の供与が行われている。

(4) 汚染源特定の重要性

UB市の大気汚染対策においては、汚染源の特定が一定の技術的根拠をもってなされていないことが問題である。これが合理的な対策を立てる上で大きな障害となっている。これは、4月におけるJICAプロ形調査で指摘した。さらに、2008年8月、モンゴル環境省と日本環境省との政策対話においては、モンゴル側から、UB市大気汚染問題に関して汚染源特定の必要性が述べられたといわれている。

今回調査でも、モンゴル側は、汚染源特定の重要性を認識し始めたことが確認された。これは、4月におけるJICAプロ形調査からの大きな変化である。その背後には、ゲル地区における改善ストーブや改良燃料をはじめとした、さまざまなドナーによる活動にもかかわらず、大気汚染はそれほどの改善が見られないという失望感や、こうした対策の実効性に対する疑問が浮上してきているようである。こうした背景も手伝って、本協力におけると基本方針(大気汚染物質の排出削減を実現するためのモンゴル側の能力強化を支援するというもの)や、第2次詳細計画策定調査において、実測やアンケート調査を含む実地調査に基づく、HOB等の固定発生源のエミッション・インベントリ調査に対して、UB市大気質課のみならず、NAMHEM、鉱物資源エネルギー省からも幅広い理解が得られた。また、これには、世銀からも強い関心が表明された。

(5) 世銀の動向

世銀の重点は、ゲル地区における大気汚染状況の把握と、それがゲル地区住民にもたらす健康被害の把握である。世銀は、上述した、NAMHEMとUB市大気質へ供与された機材により、ゲル地区における「統合大気モニタリングネットワーク」によるモニタリング、ノルウェーの研究所による大気シュミレーションモデルの構築、PHRD (日本トラストファンド) によるHOB「マーケット」調査(環境省とローカルコンサルタントで実施)、ゲル地区健康調査等を

実施している。これらの一連の活動は、UBCAPにおけるゲル地区向け融資コンポーネントの準備を行うためである。世銀によれば、改良燃料、改良ストーブの技術基準の設定と、テスト・ラボの確立が、こうした改良燃料やストーブの市場を形成するためには、不可欠であるとしている。また、鉱物資源エネルギー省の見解も同じである。現在、世銀では、こうした協力を行う手段がなく、JICA技術協力を強い期待を示している。（こうしたテスト・ラボは、鉱物資源エネルギー省の見解では、UB大気質課に設置されるべきとの見解であり、そうであれば、本JICAプロジェクトの活動コンポーネントの候補として考える価値がある。）

HOBの把握に関しては、世銀も融資対象として調査を行っているが、その実態を把握するに至っていない。こうした側面でも、第2次詳細計画策定調査におけるエミッション・インベントリ調査には大きな期待が寄せられている。世銀の融資とJICAの技術協力あるいは資金協力が相互に乗りいれる形となる可能性もありそうである。世銀とは、これまで、JICAモンゴル事務所を通じて、情報交換を行ってきた。特に、今回調査においては、世銀ミッションと当調査団のモンゴル訪問時期がずれたものの、12月12日のTV会議（UB市JICA事務所、東京JICA本部、JICA大阪）、及び、16日のテレコンフェレンス（UB市世銀事務所、北京世銀事務所、オスロ）を実施し、2回にわたり世銀UBCAP担当者（Mr. Gailius J. Draugelis及びMr. Jostein Nygard）らその他案件に関係するコンサルタント、JICAモンゴル事務所、当調査団で情報交換、意見交換を行った。今後、さらに、相互の連携は高まるものとなる。特に、2009年1月に予定される、UB市における大気汚染ドナーラウンドテーブルには、JICAモンゴル事務所が参加する必要性は極めて高い。

付 属 資 料

1. 面談者リスト
2. 協議・視察記録
3. キャパシティ・アセスメント・チェックリスト
4. ミニッツ (Minutes of Meeting)
5. 収集資料リスト

1. 面談者リスト

別添 1

ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査 面談者リスト

会議 No. /席数	年月日	会議時間	訪問機関	日本側出席者	相手側出席者	Position
0	12月12日	13:00 - 14:25	TV会議/WB	桑達 和直 柴田 和直 高橋 圭一	Mr. Gailius J. Draugelis Mr. Jostein Nygard Prof. Seresteer Lodoysamba Mr. Shagiamba 小貫 和俊 南 和江	Senior Energy Specialist, The World Bank Beijing Office Senior Environmental Specialist, The World Bank Head, Department of Electronics, School of IT , National University of Mongolia National University of Mongolia JICAモンゴル事務所 次長 JICAモンゴル事務所 所員
1	12月15日	15:05 - 16:20	自然環境観光省	山田 泰造 柴田 和直 高橋 圭一 南 和江	Dr. Banzragch Tsessed	Director, Environment and Natural Resources Department
2	12月16日	09:30 - 10:55 14:05 - 15:30	UB市大気質課	山田 泰造 柴田 和直 高橋 圭一 南 和江 B. Tuguldur	Mr. Batsaikhan Chultemsuren Mr. Davsadori	Manager, Air Quality Division, Mayor's Office of Ulaanbaatar City Deen of Air Quality Laboratory, Air Quality Division
3	12月16日	11:10 - 12:20	気象・水文・環境モニタリング庁 (NAMHEM)	山田 泰造 柴田 和直 高橋 圭一 南 和江 B. Tuguldur	Mr. Enkhtuvshin Seviid Mr. B. Tuvshinbat Ms. S. Enkhmaa	Director General, National Agency for Meteorology, Hydrology and Environment Monitoring of Mongolia (NAMHEM) Head of National Air Quality Office (NAQO), NAMHEM Officer, National Air Quality Office (NAQO), NAMHEM
4	12月16日	16:15 - 17:40	Telesys WB北京 NILU, Oslo	山田 泰造 柴田 和直 高橋 圭一 南 和江	Mr. Gailius J. Draugelis Mr. Jostein Nygard Mr. Steiner Larssen Ms. Batryam Lamjav Ms. Sarangerel Enkhmaa	Senior Energy Specialist, The World Bank Beijing Office Senior Environmental Specialist, The World Bank Norwegian Institute of Air Research (NILU), Oslo Secretary, National Air Quality Office, NAMHEM Officer, National Air Quality Office, NAMHEM
5	12月17日	09:30 - 11:05	鉱物資源・エネルギー省	山田 泰造 柴田 和直 高橋 圭一 南 和江	Mr. Tugsbayar Sundui Mr. L. Radnaasuren Mr. B. Ganbaatar	Director, Fuel policy and regulation Department Fuel policy and regulation Department Fuel policy and regulation Department
6	12月17日	11:30 - 12:35	NAMHEM 国家大気質局(NAQO)	山田 泰造 柴田 和直 高橋 圭一 南 和江 B. Tuguldur	Ms. Batryam Lamjav Ms. Sarangerel Enkhmaa	Secretary, National Air Quality Office, NAMHEM Officer, National Air Quality Office, NAMHEM
7	12月17日	14:10 - 14:55	UB市役所	山田 泰造 柴田 和直 高橋 圭一 南 和江 B. Tuguldur	Mr. Chomig BAT Mr. Batsaikhan Chultemsuren	General Manager of City and Chief of the Mayor's Office Manager, Air Quality Division, Mayor's Office of Ulaanbaatar City
8	12月17日	15:45 - 17:00	市内発生源(HOR)	山田 泰造 柴田 和直 高橋 圭一 南 和江	Accompanied with Batsukh Batmunkh	Senior Officer, Air Quality Division
9	12月18日	10:05 - 12:40	第4火力発電所	山田 泰造 柴田 和直 高橋 圭一 南 和江	Mr. Ts Natsagdor Ms. Enkhtsetseg Devsee, Mr. L. Buriad Sato Akira	Head of Inspection Department Inspector-Engineer of environment Protect Boiler rehabilitation Consulting Engineer Technical Adviser (Senior Volunteer)

ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査 面談者リスト

会議 No. / 議事録 No.	年月日	会議時間	訪問機関	日本側出席者	相手側出席者	Position
10	12月18日	18:05 - 20:05	環境コンサルタント EEC	山田 泰造 柴田 和匡 高橋 圭一	総務・環境行政 国際協力専門員 協力企画 地球環境部 環境管理グループ 環境管理第 一課 大気汚染対策 コンサルタント	Director Energy, Environment Research and Consulting Co., Ltd. Prof. Mongolian University of Science and Technology
11	12月22日	11:20 - 12:20	市内衛生課 グル、HOB	高橋 圭一	大気汚染対策 コンサルタント	Officer, National Air Quality Office, NAMHEM
12	12月22日	12:40 - 13:35	NAMHEM 中央ラボ	高橋 圭一	大気汚染対策 コンサルタント	Director, Central Laboratory of Environment and Metrology, NAMHEM
13	12月23日	10:50 - 11:35	NAMHEM KOSA 観測設置	高橋 圭一	大気汚染対策 コンサルタント	東亜DKK株式会社 開発本部開発一課 KOSA PM2.5, PM10 担当
14	12月23日	15:05 - 15:40	UB市 エンジニアリング 施設局	高橋 圭一	大気汚染対策 コンサルタント	Head of Engineering Facilities Division Governors Office of Ulaanbaatar Municipality
15	12月23日	15:55 - 16:40	UB市役所都市政策計画 局	高橋 圭一	大気汚染対策 コンサルタント	Officer, the Urban Development Policy Department Governors Office of Ulaanbaatar Municipality
16	12月24日	09:00 - 10:40	第3火力発電所	高橋 圭一 佐藤 聡	大気汚染対策 コンサルタント 第4火力技術顧問(シニアボランティア)	Production Division Director, The Ulaanbaatar Third Power Plant co.,LTD Boiler Engineer
17	12月24日	11:00 - 12:40	第2火力発電所	高橋 圭一 佐藤 聡	大気汚染対策 コンサルタント 第4火力技術顧問(シニアボランティア)	Chief of engineering department
18	12月24日	13:00 - 16:40	第4火力発電所	高橋 圭一	大気汚染対策 コンサルタント	Boiler rehabilitation Consulting Engineer Boiler Section Performance Test Engineer Technical Adviser (Senior Volunteer)
19	12月25日	09:55 - 12:25	UB市大気質課	高橋 圭一	大気汚染対策 コンサルタント	Manager, Air Quality Division, Mayor's Office of Ulaanbaatar City Senior Officer, Air Quality Division Deen of Air Quality Laboratory, Air Quality Division
	12月25日	14:00 - 15:00	国家基準センター / 資料収集	高橋 圭一	大気汚染対策 コンサルタント	
	12月25日	10:20 - 11:10	NAMHEM 国家大気質局(NAQO) / 資料収集	高橋 圭一	大気汚染対策 コンサルタント	Secretary, National Air Quality Office, NAMHEM Officer, National Air Quality Office, NAMHEM
20	12月25日	11:20 - 12:00	NAMHEM 国家大気質局(NAQO) West Road Side Monitoring Station	高橋 圭一	大気汚染対策 コンサルタント	Officer, National Air Quality Office, NAMHEM
21	12月25日	14:20 - 15:00	GTZ Monitoring Station	高橋 圭一	大気汚染対策 コンサルタント	Senior Program Officer, GTZ, German Technical Cooperation

2. 協議・視察記録

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	自然環境観光省への調査の趣旨説明及び協力依頼		
訪問機関	自然環境観光省		
日時	2008年12月15日(月) 15:05~16:20	場所	自然環境観光省会議室
出席者	先方	Dr. Banzragch Tsesed, Director Environment and Natural Resources Department, Ministry of Nature, Environment and Tourism	
	調査団側	調査団：山田 泰造 総括・環境行政 (国際協力専門員) 柴田 和直 協力企画 (環境管理グループ 環境管理第一課) 南 和江 JICA モンゴル事務所 所員 高橋 圭一 大気汚染対策 (日本工営株式会社)	
配布資料	・調査団説明資料		
収集資料	・国会決議 46 (モンゴル国の大気環境政策の推進,2007) ・政令 14 (石炭の改質推進、コークスの利用) ・政令 27 (ゲル地区の住宅の集合住宅開発)		

- (1) 山田団長からの趣旨説明と NAMHEM からの協力依頼に対して関して局長から
 - 1) 自然環境観光省としては、大気汚染の深刻さを認識しており、できるだけ協力する。
 - 2) 過去に世界各国で起きた大気汚染の教訓を学びたい。
 - 3) 発生源の特定と汚染質 (CO、NO₂、SO₂) の発生量と健康影響を調査する。
 - 4) NAMUHEM、UB 市大気質課の人材育成と機材の供与が必要である。
 - 5) 現在のモニタリング局は、2カ所で NO₂、SO₂ のパラメータを測定しているが、測定局数を増やしつ、測定パラメータも世界標準である 6 個に増やしたい。
 - 6) 世銀、世銀のカウンターパート (NAMHEM、モンゴル国立大)、国際ドナーの動向を十分把握して、できるだけ重複のないようにお願いした。
 - 7) 仏政府のモニタリング機材は、合意はしたが、供与には至っていない。
 - 8) GTZ の機材は、中古ではあるが、4カ所の測定局の内 2カ所が供与された。
 - 9) NAMUHEM、UB 市大気質課の能力強化、現在の機材の評価もお願いしたい。
 - 10) 今後は UB 市の他、ダルハント、ソルドゴロ、エルデネフの両都市の汚染も重要になる。

- (2) 最近の動向と法令に関して局長から
 - 1) 国会決議 43 (モンゴル国の大気汚染対策政策推進 2007)
 - 2) 政令 14 (ゲル地区の住宅の集合住宅化)
 - 3) 政令 27 (石炭の改質推進、コークスの利用)
 - 4) 政令 218 は、大気汚染に係る各省の役割について述べている。

- (3) モンゴルは国家として次の 4 つの対策を推進していく
 - 1) UB 市内ゲル地区の石炭消費量減少、質の改良
 - 2) 発電所への除塵装置の取付け
 - 3) 車両からの排気ガス対策
 - 4) ボイラでの石炭使用量の管理

- (4) NAMHEM と UB 市大気質課の関係について、山田団長の質問に対し
 - 1) UB 市大気質課、NAMHEM の 2 つは組織上の直接関連はないが、今後市の大気質課との連携が必要となる。
 - 2) UB 市大気質課のあり方について、プロジェクトの中でも提案して頂きたい。

- (5) JICA 研修について、山田団長から
 - 1) 今後 JICA の集団研修、言葉の問題もあるので、国別特設研修の要請なども念頭に積極的に参加してほしい。

- (6) 世銀との協調について、山田団長から
- 1) 世銀とは極めて密接に連絡を取り合っている
 - 2) 汚染源インベントリもお互いに協調して実施することで合意した。

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	調査の主旨説明及び協力依頼		
訪問機関	ウランバートル市大気質課		
日時	2008年12月16日(火) 9:30~10:55 14:00~15:30	場所	ウランバートル市大気質課 課長室
出席者	先方	Mr. Batsaikhan Chultemsuren, Manager of Air Quality Division, Municipality of Ulaanbaatar Mr. Davaadori, Deen of Air Quality Laboratory, Municipality of Ulaanbaatar (午後の訪問時)	
	調査団側	調査団：山田 泰造 柴田 和直 高橋 圭一 南 和江 (JICA モンゴル事務所 所員) B. Tuguldu (JICA モンゴル事務所 ナショナルスタッフ)	
配布資料	・調査団説明資料		

- (1) 山田総括のプロジェクト実施までの手順についての説明に関してバツサイカン課長のコメント
- 1) 課長個人として基本的に賛成。
 - 2) インベントリ調査の重要性は理解している。
 - 3) JICA に提出された要請書は、ゾルジャグラル前課長と自分の2人で書いた。
 - 4) 人材育成と機材整備が非常に重要と考えている。
 - 5) 7、8月は祭りなどで休暇をとる職員が多いので、実質の開始時期は9月が望ましい。
 - 6) 局長、助役への説明では「人材育成」を強調してほしい。「調査」だけのプロジェクトは好まれない。
 - 7) モニタリング(汚染源)は必要である。
 - 8) 最終的な、責任者(カウンターパート)は、ぜひともウランバートル市にしてもらいたい。
 - 9) 受益者は100万人のUB市民であるから、市が責任を持つ。
 - 10) 一方、NAMHEMの協力は必要である。プロジェクトに参加することに異存はない。
 - 11) M/Mの署名者は、助役(General Manager)。
- (2) 大気質課の現状について
- 1) 大気質課の人数は自分を含めて8名、そのうち大気汚染の専門家は1名だけである。
 - 2) GTZは大気質モニタリング機材を2局分供与した。
 - 3) さらに、2局分供与される。機材はドイツで使用していた中古品である。
 - 4) 発生源モニタリングに関しては、ドイツ製の測定器(TESTO)を所有している。
- (3) 新市長による組織改変について
- 1) 新しい市長(前の助役)が就任した。市長が組織を改変する可能性がある。
 - 2) 大気質課は現在環境保護局の下にあるが、独立した局になるよう要請をしている。
 - 3) 12月22日に始まる市議会に来年の予算を提出する必要があるため、来週には組織が決まる。
- (4) 3月に実施を予定している、第2次詳細調査(HOB排煙の実測とアンケート調査)について
- 1) ダワドル職員とよく相談して実施されたい。
 - 2) UB市の施設エンジニアリング局が市の管理するボイラの担当部局なので局長と会って相談すべきであるし、自分も同席する。
 - 3) 学校、病院、幼稚園など市の管轄のボイラは、10カ所以上はある。
 - 4) 実施に関しては、市(助役)の了解があれば問題ない。
 - 5) 煙突への穴あけ工事は、業者を探して依頼することになる。

以上

会議名	NAMHEM 長官表敬・ヒアリング	場所	NAMHEM 長官会議室
日時	2008年12月16日(火) 11:00~12:10	記録者	柴田和直
出席者	<p>【モンゴル側】</p> <p>ENKHTUVSHIN Sevjid Director-General, National Agency for Meteorology, Hydrology and Environment Monitoring of Mongolia (NAMHEM)</p> <p>S. Enkhmaa Officer, National Air Quality Office, NAMHEM</p> <p>B. Tuvshinbat Officer, International Cooperation Division, NAMHEM</p> <p>【調査団】</p> <p>山田 泰造 総括・環境行政 (国際協力専門員)</p> <p>柴田 和直 協力企画 (地球環境部 環境管理グループ 環境管理第一課)</p> <p>高橋 圭一 大気汚染対策 (日本工営株式会社)</p> <p>【JICA モンゴル事務所】</p> <p>南 和江 JICA モンゴル事務所 所員</p> <p>B. Tuguldul JICA モンゴル事務所 ナショナルスタッフ</p>		
配付資料	調査団説明資料、M/M 案		
議事次第	○調査の主旨説明及び NAMHEM への協力依頼		
意見交換	<p>1) 調査の趣旨説明及び協力依頼</p> <p>山田：(技プロの準備プロセス、排出源特定の重要性、技プロの範囲につき説明し) 簡易汚染源インベントリ調査について NAMHEM の既存インベントリを基に排出係数算出などを行いたいので、担当の Enkhmaa 氏の協力を得たい。技プロの範囲には大気環境モニタリングは含まれないが、研修で関連分野を含む可能性がある。M/M は市の GM がサイナーとなるが、排出源インベントリを担当する NAMHEM にも Witness として参加してほしい。</p> <p>2) 大気汚染対策等について</p> <p>長官：大気汚染は重要課題。過去数年いろいろな政策があったが思ったほど削減できていない。汚染の原因は市民は誰でもわかっており、解決の基本方針を理解している人も多い。すなわちゲルの建築化だが、経済状況から非常に困難で、いくつかの段階が必要。4年間のプロジェクトとのことだが、いくつかの段階に分けて課題を取り上げていく必要がある。所得水準差が大きくマンションに入れられない住民もいるし、4年が過ぎてもゲルも汚染源も確実にある。また、燃料交換がもう1つの解決策。ゲルの暖房の問題に取り組むとよい。</p> <p>排出源インベントリの強化には賛成である。ゲル、発電所、HOB について大雑把な把握はしているが、HOB の煙突からの排出量は把握が必要である。市内中心部でどここの汚染がひどいのか特定も必要。気象や地理(盆地であり煙が消えない)も要考慮。冬は-50~60度にもなり、逆転層が生じる。空気が動かず、週1回程度の風や雪のみ。</p> <p>法的整備も問題であり、プロジェクトで取り組む必要あり。1995年に法が作られたが守られていない。(大気汚染の汚染被害の) 損害賠償法は国会で承認されていない。法に基づく大気環境モニタリング(←排出源モニタリングのこと?)は全くなく、法の実施のための監査がなく、汚染源への法的罰則がない。排ガスに問題のある車両への罰則もない。汚染源の種類別の特定、法的整備そして排出基準策定が必要。本来 NAMHEM の業務であり、現在発電所の基準に取り組んでいるが HOB に関する制度を作る必要があり、プロジェクトで協力得たい(←この発言は正確性に疑問。排出基準は HOB については存在するはず)。排出基準を執行する機材と人材育成も必要。NAMHEM には4名の自然監査員がおり、法に基づき罰金徴収の権限があるが、排出基準がない。移動式機材や罰則の制度が必要。例えば中古タイヤの燃焼も問題だが、基準があれば取り締まれる。現在 SCI3 モデルで大気汚染の分布図を作っており、今後新しい施設に EIA に基づき許可証を出す。EIA は90年代まで実施しており、モデルに基づき工業地域の計画を把握・評価していたが、市場経済化で市がどんどん開発許可を出したのが汚染につながった。このプロジェクトで</p>		

NAMHEM の人材を強化し、監査制度を整えれば強化につながる。排出量の科学的データは重要であり、重要性の説明が通りやすい。都市が拡大しても基準にある許可を出していきたい。

モニタリングについては、NAMHEM が国家の観測ネットワークを全国でまとめており、10 の固定観測所がある。従来4つ、独援助で4つ入り、仏から5つ供与予定。技プロの機材が入ったら、このネットにまとめれば成果があがる。試験室もここ NAMHEM のものをはじめ全国に11カ所。

1987、88年に汚染原因の調査を行ったが、煙突は数えたが何が出ているかは調べていない（山田より、それこそが調べたい点と指摘）。モンゴル側に力がつけば自力で測れる。

さらに第5発電所の計画もあり、日本に要請している（←事務所によれば未要請）。市内のどこに作るかは汚染と都市計画に関連。

3) M/M、調査への協力について

山田：長官がわれわれと同じ考え方でうれしい。要請は市から提出されたが、NAMHEM の協力は重要と思っている。M/M への Witness としての署名でよいか。

長官：市と NAMHEM の連名ではどうか。

山田：重要なのは R/D 署名。M/M は技術レベルの協力の合意であり、責任が生じるので、Witness が適当と考える。

長官：了解した。

山田：排出係数の測定への協力も支障ないか。18日の M/M 協議にも加わってほしい。

長官：了解した。

以 上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	世界銀行とのブレイクストーミング		
訪問機関	世銀ウランバートル事務所		
日時	2008年12月16日(火) 16:10~17:45	場所	WB ウランバートル、WB 北京、NIRU オスロ
出席者	北京	Mr. Gailius J. Draugelis, Senior Energy Specialist, The World Bank Beijing Office Mr. Jostein Nygard, Senior Environmental Specialist, The World Bank temporarily at Beijing Office	
	オスロ	Mr. Steiner Larssen, Norwegian Institute of Air Research (NILU), Oslo.	
	ウランバートル	調査団：山田 泰造 柴田 和直 高橋 圭一 南 和江 (JICA モンゴル事務所 所員) Ms. Sarangerel Ennkmaa, Officer, National Air Quality Office, National Agency for Meteorology, Hydrology and Environment Monitoring of Mongolia. Ms. Batnyam Lamjav, Secretary, National Air Quality Office, National Agency for Meteorology, Hydrology and Environment Monitoring of Mongolia.	
収集資料	・Brief Information about UBCAP (i) emission sources being considered, (ii) brief introduction to the modeling, (iii) uncertainties, (iv) an example of modeled concentration map calculated for UB.		

(1) UBCAP のコンサルタント (NILU) よりの説明

- ・NILU (オスロ) の Mr. Steiner Larssen より配布資料を基に Air Monitoring and Health Impact Baseline (AMHIB) study の概要説明

1) エミッションとして扱うもの (エミッションインベントリと呼んでいる)

- ・ゲル/キオスク ストーブ (石炭消費量より換算)
- ・小規模 HOB (低圧ボイラ、家庭用給湯暖房)
- ・大規模 HOB
- ・発電所
- ・自動車排気ガス (9つの交差点での交通量調査結果)
- ・道路から飛散するダスト (粉塵, USEPA の係数)

なお、ゲルストーブ、小規模 HOB、発電所の排出係数は、Dr.Guttikunda のレポートの値
要改善点：UB で使用されているストーブのいくつかの運転条件での排出係数

2) シュミレーションモデルと計算結果

- ・ボイラ/ラグラジアン (非定常) 併用モデル、30×30km² の領域を計算
- ・気象データ：NAMHEM の 2007 年のデータ (1 時間値を使用)
- ・モデル：NILU の開発したモデル
- ・週 2 日の PM10、PM2.5 測定値と一致している。

- 3) 高橋の質問 (GPS データや煙突高のデータがあるものは) に対し、
座標、煙突高のデータがそろっているのは、発電所だけ。
ゲルストーブは、エリアソースとして扱っている。

(2) WB (北京)、Gailius 氏のコメント (HOB のタイプの定義など)

- 1) 大規模 (0.1-1.8 メガワット/時間)：145 の地区に 219 施設 (主に学校、病院、独立マンションなど)
- ・このうち 80% は 1950 年代のロシアの技術に基づくもの：熱効率 45%
 - ・残りは中国/ドイツ/チェコの技術に基づくもの：熱効率 80%
- 2) 小規模 (20-40 キロワット/時間)：WB の調査では Low Pressure Boiler と呼んでいる、家庭用給湯暖房、モンゴル製もしくは中国製、おそらく 1,000 軒以上で増加傾向にある。

- 3) HOB のインベントリの内容
 - ・ HOB の場所
 - ・ HOB の技術/推定熱効率
 - ・ HOB 入れ替えの時期
 - 1) 調査への提案
 - ・ 無駄を省くため 1 月に終了予定の WB、自然環境省の調査コンサルタントを利用するとよい。
 - 2) WB の排出係数算出のプライオリティ
 - ・ ①ゲルストーブ、②家庭用の Low Pressure Boiler (増加しているので)
- (1) HOB のインベントリの内容
- ・ HOB の場所
 - ・ HOB の技術/推定効率
 - ・ HOB 入れ替えの時期
- HOB の場所は、GPS (緯度、経度) 情報、座標などはなく UB 市の中心部と東西方向に割り振られているだけ。
- (2) ストーブ、Low Pressure Boiler の排出係数測定ラボ
- ・ WB としてはコンサルティングにしか支払う資金がないので、ストーブの排出係数を出すようなラボを設立したいが、機材の供与に 300~400 万円かかるのでできないのが現状である。
 - ・ JICA がこのラボの設立に助力してくれると助かる。
- (3) PM 測定に使用する測定器、原理について (高橋から回答)
- ・ 瞬間値ブや Low Pressure Boiler のガス流量は非常に少なく、合わせるのが困難である、
 - ・ PM10、を与えるようなセンサーは使用できない。
 - ・ ストーブPM2.5 の測定ではなく、粒径分離の装置は付けず、ダストを測定せざるを得ない。
- (4) Air Monitoring and Health Impact Baseline (AMHIB) study の完成の時期
- ・ 1 月の下旬に報告書 (案) を共有したい。
- (5) 停止のための融資枠
- ・ 当初 50 カ所の HOB の運転を停止するための融資を計画していたが、UB 市が独自に UB 市のボイラの停止を始めたため、また予算の問題から 20 カ所以下に減少してしまった。
 - ・ 民間への融資には適さないので、JICA の調査の対象を国有の学校、病院、公共施設の HOB にしてもらえると個人的に助かる。
- (6) 今後の協力について世銀からの要望
- 1) HOB の調査 (JICA) にあたって、WB が地元コンサルを通じて収集したデータを活用してほしい。
 - 2) JICA 側から HOB の GPS 値 (100 地点程度)、実測 (15 カ所程度) の調査結果を提供する。
 - 3) できるだけ小さい行政地域区分での人口、ゲル戸数、住居数が JICA マスタープランで利用できるデータがあれば提供する。
 - 4) 旧 JIBC の進行中のローンの対象を、ストーブのエミッションテストのラボに適用できないか検討してほしい。

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	鉱物資源エネルギー省趣旨説明及び協力依頼		
訪問機関	鉱物資源エネルギー省		
日時	2008年12月17日(水) 9:30~11:05	場所	鉱物資源エネルギー省会議室
出席者	先方	Mr. Tugsbayar Sundui, Director, Fuel policy and regulation Department Mr. L. Radnaasuren, Fuel policy and regulation Department Mr. B. Ganbaatar	
	調査団側	調査団：山田 泰造 柴田 和直 南 和江 (JICA モンゴル事務所 所員) 高橋 圭一	
配布資料	・調査団説明資料		

(1) UB市大気汚染をめぐる最近の情勢

- 1) WBがコーディネートした大気汚染削減国際ドナー会議
- 2) 政令第14
 - ・政令14(石炭の改質推進、コークスの利用)では、旧燃料エネルギー省が中心的役割を果たすことになった。
 - ・内容は、燃料交換、具体的には石炭からコークス(石炭を乾留(蒸焼き)した燃料、乾留により硫黄、コールタールなどが抜ける。発熱量が高い)への転換
 - ・UB市大気汚染は緊急対策が必要で、何もしなければ悪化する一方であると認識している。
- 3) 12月9日(火)に国家大気汚染対策委員会が開催された。
 - ・議長は鉱物資源エネルギー省大臣、副議長はUB市長
 - ・内容は、①ERBDが推進している燃料交換(コークスへの転換)のプロジェクト、②世銀プロジェクトの関して
世銀プロジェクトの主要な目的は、ゲル地区/住民の暖房改良・整備・対策
- 4) 大気汚染問題に関する局長の認識
 - ・UBの大気汚染は、1つのプロジェクト、1つの省庁の力で解決できる問題ではなく、省庁をまたがった広範囲な協力が必要で、予算もかかり、なおかつ解決に時間のかかる問題である。
- 5) 広範囲な協力の1つにJICAの進めるプロジェクトが入るので、ぜひ推進して頂きたい。

(2) 予備インベントリ調査(3月に予定されている、第2次詳細計画策定調査)について山田団長の概要説明に対するTugsbayar Sundui局長のコメント

- 1) Tugsbayar Sundui局長からの助言、要望
 - ・HOBを何らかの基準で分類して調査をすべき。例えば、①出力(100kw未満、200kw程度、300kw以上)での分類、②HOBの使用年数での分類、③設置してある地域の分類
 - ・鉱物資源エネルギー省としても協力する。
 - ・市内の1,000以上のボイラすべてを調査するのは無理、JICAの計画は理解できる。
 - ・1、2月の寒い時期に実施すべき。

実施時期については、高橋団員の説明(気温の排出係数の測定は3月でも影響ない)を理解。

(3) 世銀プロジェクト(UBCAP)に関して

世銀を中心に自然環境観光省、GEFなどが実施しているが、効果ははっきりしない。うまくいっているという印象がない。排出がどれだけ減ったという具体的な測定結果もない。

- ・世銀の調査では、建物の中で使用するレンガ造りの「壁ストーブ」も大気汚染源の1つであり、ゲル地区の17万台のストーブの4割がゲルストーブ、6割が「壁ストーブ」である。
- ・世銀は、HOBへの対策は国営のHOBに対して実施したいとしている。融資の対象は国にした

(4) 国の政策、EBRD の融資など

- ・ JICA の測定調査は、国営の HOB だけでなく、プライベートの HOB にも実施して頂きたい。
- ・ 鉱物資源エネルギー省の「燃料交換（コークス化）政策」は、ストーブの燃料も含まれる。対象は、ゲル地区のストーブと HOB、発電所は費用がかかりすぎるので対象外。
- ・ HOB の排出基準を設定し、より高濃度の排出をしている施設から対策を取る必要がある。
- ・ 先の政令第 14 号では、UB 市中心部での石炭の燃焼を禁止している。
- ・ EBRD は燃料交換に対する融資を進めている、情報が必要なら協力する。
- ・ EBRD は 30 万 E をかけた調査を実施した。結果は来年はじめに最終報告が出る予定である。
- ・ 委員会で提示された、プレゼンテーションは提供することができる。
- ・ 新燃料（コークス）に対する製品品質基準が必要となる。
- ・ 排ガスの基準を策定するのは、委員会を開いて、国家基準設定委員会が策定する。

(5) NEDO との関係

昨日（12 月 16 日）NEDO と会談があった。2005 年から以下のような付合いがあるが

- 1) 当初は、石炭のコークス化のモデル向上設置の提案
- 2) 市内で使用できるコークス対応のストーブ
- 3) モデル工場の FS は終了した。
- 4) 工場の設置に関しては、未合意。
- 5) 鉱物資源エネルギー省としては、工場設立をぜひ進めたい。

(6) 燃料の品質基準について

- ・ 工場の設立、ラインの検査などは国家監査庁になるが、多少疑問がある。
- ・ 基準は、遵守させることが重要であり、UB 市大気質課は熱心であるので、エージェンシー化の話もあるところ、重要な候補である。

(7) 火力発電所の排出基準等について

政令 218 号で記載のある、火力発電所の排出基準についての柴田団員の質問に対し以下の回答があった。

- ・ 現在委員会を設置して、検討している。国家基準局へ結果が提示されるはず。
- ・ 発電所は古いので、フィルターなどの交換が必要である。
- ・ 第 2、第 3 発電所も除塵装置を更新したい。
- ・ 基準ができれば、発電所を指導するのは鉱物資源エネルギー省の役割である。

(8) 火力発電所の排ガス測定について

- ・ もし発電所を測定の対象にするなら、鉱物資源エネルギー省として協力する。
- ・ 第 2、第 3 発電所への訪問のアポイントは鉱物資源エネルギー省が手配する。
- ・ 12 月 24 日の訪問を手配する。必要があれば、局長自身が電話する。
- ・ 第 2 発電所は、燃料のコークス化のプロジェクトの対象となる可能性がある。

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	NAMHEM National Air Quality Office 職員への JICA インベントリ調査概要説明		
訪問機関			
日時	2008年12月17日(水) 11:25~12:35	場所	JICA モンゴル事務所
出席者	先方	Ms. Sarangerel Ennkmaa, Officer, National Air Quality Office, National Agency for Meteorology, Hydrology and Environment Monitoring of Mongolia. Ms. Batnyam Lamjav, Secretary, National Air Quality Office, National Agency for Meteorology, Hydrology and Environment Monitoring of Mongolia.	
	調査団	調査団：山田 泰造 柴田 和直 高橋 圭一 B. Tuguldu (JICA モンゴル事務所 ナショナルスタッフ)	
配布資料	<ul style="list-style-type: none"> ・ダストサンプリング説明図 ・ダストサンプリング用フランジ図 ・HOB アンケート用紙の例 		

(1) NAMHEM 実施のインベントリ調査について

1) HOB リストの詳細版について

- ・ JICA に提出したインベントリ調査の報告書 (2007 年のデータ) は、概要版としてまとめたものなので、元データはある。
- ・ GPS の測定はしていないが、住所で記載してある。
- ・ いくつかの実測例は記載されているが、ガス流量は測定していない。
- ・ 測定中の石炭消費量は把握していない。
- ・ 測定したのはすべて暖房用ボイラ (HOB) である。
- ・ 調査は、自然環境観光省の国家予算で実施した。

2) 最新のデータ

- ・ 2007 年の調査が最新
- ・ HOB の個数は 300 個 (大きめの HOB)
- ・ 小さな暖房用ボイラ (商店、個人) を含めると 1,160。
- ・ 6 月に調査をしているので、冬よりはゲルの数は少ない。

3) リストの提供

- ・ HOB のリストはワードの報告書があるので、エクセルへ変換して、18 日に提供する。

(2) 3 月に予定している排ガス JICA 実測調査について

1) 測定項目

- ・ SO₂、NO_x、ダスト、流速、O₂、CO₂、CO

2) 煙突への穴あけ

- ・ NAQO が実施した測定で、HOB の煙突に穴を開けたが、「TESTO」のプロブ穴の直径は小さく、埋めてしまっているかもしれない。

(3) 3 月に予定している JICA アンケート調査について

- 1) NAQO の調査の経験では燃料消費量については、なかなか正確な情報が把握できない。
- 2) 燃料使用量については、ボイラのオーナーより、ボイラ作業員が把握している。
- 3) 煙突の高さと直径は、メジャーと三角関数で実施する。

(4) 監査員について

- 1) 任命された NAMHEM の 4 名の監査員の 2 名が Ms. Sarangerel Ennkmaa と Ms. Batnyam Lamjav
- 2) 罰金を聴取する権限はあるが、指導にとどめている。HOB に対する罰則も実施していない。
- 3) 測定機材も不十分である。
- 4) 対象は、車の排気ガスとガソリンスタンドで販売されている燃料の質。

- 5) サンプルングした燃料は委託して分析している。
- 6) 国家監査庁とは契約に基づいている。
- 7) 業務規定は自然環境観光大臣が決めている。
- 8) この規定はコピーを提供する。

(5) 今後の協力

- 1) NAMHEM、NAQO としても JICA のプロジェクトには協力していきたい。
- 2) HOB の排出基準の改定に、JICA 調査の結果を参考にしたい。

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	調査の主旨説明及び協力依頼		
訪問機関	ウランバートル市助役		
日時	2008年12月17日(水) 14:10~14:55	場所	ウランバートル市助役の会議室
出席者	先方	Mr. Choimpog BAT, General Manager of City and Chief of the Mayor's Office. Mr. Batsaikhan Chultemsuren, Manager of Air Quality Division, Municipality of Ulaanbaatar	
	調査団側	調査団：山田 泰造 柴田 和直 高橋 圭一 南 和江 (JICA モンゴル事務所 所員) B. Tuguldu (JICA モンゴル事務所 ナショナルスタッフ)	
配布資料	<ul style="list-style-type: none"> ・ M/M 案 ・ 調査団説明資料 		

- (1) 山田総括のプロジェクト実施までの手順、M/M 案の説明に対し助役のコメントは以下のとおり。
- 1) 大気汚染問題の解決は何よりも重要だが、解決には長い期間が必要と認識している。
 - 2) 大気汚染を話し合いで解決しようと取り組んできたが、良い結果は出していない。
 - 3) 一部ではあるが、燃料の交換（生石炭からの変換）にも取り組んでいるが、都市部への人口の流入もあり、汚染は改善していない。
 - 4) 加工した石炭（コークス）を生産する方向で努力をしている。
 - 5) 電気ヒーターの導入も検討しているが、エネルギー不足もありすべての暖房を電気ヒーターに取り替えることはできない。
 - 6) UB 市の中心部では、燃料としての石炭の使用を禁止する措置をとっている。
 - 7) 車両に対しても、LPG の使用などを検討している。
 - 8) 老朽化した HOB の更新を始めたところ。
 - 9) 世銀、ADB、KOICA、EBRD の連携が必要で、できるだけ情報を交換しながら、無駄や重複を避け効率化してもらいたい。市としても必要な情報を提供する。
- (2) マスタープランについて
- 1) 多くの機関が大気汚染削減に取り組んでいるが、マスタープランが作成されていない。
 - 2) 世銀がストーブの改善、EBRD が燃料の交換（改質）、モンゴル政府も燃料交換などに取り組んでいるが、何時までに、何をやるという総合的な計画が必要である。
 - 3) 政府としても鉱物資源・エネルギー省大臣を議長、市長を副議長とする大気汚染対策国家委員会をつくっている。
 - 4) 個人的には、GM になったのはこの夏だが、マスタープランづくりに対して、プロジェクトからアドバイスしてもらいたい。
- (3) 新市長による組織改変について
- 1) 現在大気質課は、UB 市環境保護局の下にあるが、独立した市の機関（Agency）にしたい。独立した組織にして、効率的に仕事をさせたい。
 - 2) 大気汚染対策には、大気質課だけでなく、国内の関連した機関の連携が大切。
- (4) マスタープランに関して、山田団長からのコメント
- 1) プロジェクトの限られた実施期間では、マスタープランを作成するだけで終わってしまうことが懸念される。
 - 2) マスタープランに代わるものとして、発生源インベントリを作成し、有効な対策を見極めて、UB 市の行動計画をつくられてはどうか。
 - 3) GM からの要望については、プロジェクトの詳細計画の協議の中で検討していきたい。

(5) モンゴル側との協議と意見の取り入れについて

- 1) 過去のドナープロジェクトでは、モンゴル側からの意見が十分には取り入れられなかったため、成果の上がないものがある。
- 2) JICA のプロジェクトでは、モンゴル側と十分に協議し意見を取り入れられたい。

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	UB市内HOB視察		
訪問機関	UB市内東部のHOB2カ所（民間施設）		
日時	2008年12月17日（水）15:45～17:00	場所	UB市内東部のHOB2カ所
出席者	先方	UB市東地区2002第10HOB、（給湯対象：学校、幼稚園、集会場） UB市東地区ボイラ TUSHIGT KHANGAI Co.Ltd（給湯対象：児童福祉施設、マンション）	
	同行者	Mr. Batsukh Batmunkh, Senior Officer in charge of Dust in HOB and Power Plant, Air Quality Division, Municipality of Ulaanbaatar	
	調査団側	調査団：山田 泰造 柴田 和直 高橋 圭一	
収集資料			

(1) UB市東地区 2002ボ第10HOB（学校、幼稚園、集会場）インタビュー記録

1) インタビュー対象者：HOYULAAHUU Co.Ltd 社長

インタビュー対象者は、HOYULAAHUU Co.Ltd 社長で、このHOBの他3カ所でHOBを経営しており、4つのHOBを運転している。なおHOBでは地下水をくみ上げて加熱し、お湯（60～70度）は、暖房と生活水の両方に使われる。以下インタビュー結果。

- ・従業員数：40名
- ・HOB運転期間：5月1日～10月1日
- ・運転時間：24時間連続
- ・ボイラ：チェコスロバキア製（0.3MW/h）
- ・石炭消費量：60kg/h（ハンガリー製ボイラのスペックより）
：160kg/h（社長へインタビューより計算）
（根拠：5台のHOBで、4000t/7カ月使用するので、114.3t/1台・7カ月、3.8t/月=160kg/day）
- ・供給水温度：37度
- ・使用している石炭：ナライハ（ナラへ）産
- ・煙突の材質：レンガ（外壁はモルタル）
- ・煙突の高さ：約15m
- ・運転体制：4名が交代

(2) UB市東地区ボイラ TUSHIGT KHANGAI Co.Ltd（給湯対象：児童福祉施設、一般マンション）

インタビュー対象者は、HOBに石炭をスコップで供給しているボイラマン。

- ・HOB運転期間：5月1日～10月1日
- ・運転時間：24時間連続
- ・ボイラ：旧ソ連製（0.3MW/h）
- ・石炭消費量：不明
- ・供給水温度：不明
- ・使用している石炭：ナライハ（ナラへ）産
- ・煙突の材質：鉄
- ・煙突の高さ：約10m
- ・運転体制：3名が交代（1名が24時間勤務）

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	調査の主旨説明及び協力依頼		
訪問機関	第4火力発電所		
日時	2008年12月18日(木) 10:15~12:40	場所	第4火力発電所研修室
出席者	先方	Mr. Ts Natsagdorj, Head of Inspection Department Ms. Enkhtsetseg Devee, Inspector-Engineer of environment Protect Mr. L. Boriad, Boilter Engineer Sato Akira, Technical Adviser (Senior Volunteer)	
	調査団側	調査団：山田 泰造 柴田 和直 南 和江 (JICA モンゴル事務所 所員) 高橋 圭一	
収集資料	<ul style="list-style-type: none"> ・電気集塵機性能試験結果(前後のダスト測定結果) ・煙突(50m)地点での自動モニタリング結果 ・第4火力発電所パンフレット(モンゴル語、英語併記) 		

(1) 検査部部长 Ts Natsagdor 氏からのコメント

100万人を超える都市になったUB市では、大気汚染が解決しなければならない重要な問題であり、日本が取り組んでくれることに感謝したい。

(2) 発電所の概要 (Ts Natsagdor 氏)

- 1) 発電所は、旧ソ連の技術協力によって設立された。
- 2) ボイラは合計8台。各ボイラは420t/hの水蒸気を発生させる能力を有し、石炭を65~81t/h消費する。全ボイラに電気集塵機がついている。
- 3) 石炭は①Baganuur, ②Shivee-Ovooの鉱山の石炭を使用している。①Baganuurは3,360kcal/kg、②Shivee-Ovooは3,000kcal/kg
- 4) 年間使用量は270~300万t(2008年は300万tに達する)
- 5) 排ガス中のダストは、電気集塵機(EP)を使用して処理している。
- 6) 他の発電所にはEP処理をしていない。
- 7) 点火時にはEP装置を切って、重油を炊く。このときの排出量は多くなる。
- 8) ロシア製のNO_x、SO₂、COの測定装置は残念ながら現在故障中。
- 9) ボイラの運転中に、NO_x、SO_x、COの連続モニターができるのが理想。
- 10) 現在、発電所のNO_x、SO_x、COの排出基準は制定されていないが、自然環境省、科学技術大学などが中心となって制定中である。
- 11) 2008年5月に環境アセスメントを実施したが、集塵機で集めた灰の削減(処理/利用)、排ガスの連続測定、騒音、土地利用などに問題点がある。
- 12) 市民の意識の問題として、石炭の消費量が多く、冷却塔の水蒸気を見て、発電所が大気汚染の原因であると誤解される場合が多い。
- 13) 第4発電所はモンゴル中部地域全体に電力を供給している。

(3) 集塵機から出る灰の処理について

- 1) 灰の処分場は、3.5km離れた場所に、計4カ所、600万m³ある。
- 2) 処分場は創業以来25年でほとんど一杯になったので、2009年6月にかけて、かさ上げ工事を実施し、110万m³分の処理場を確保する。
- 3) 110万m³の処理場も3から4年で一杯になる。
- 4) 一部灰を建築資材に再利用したりしているが、放射性物質を含んでいたり問題がある。
- 5) 灰は強風時に飛散したりして問題があり、土で被覆したり、水をまいたり対策はあるが、問題は残っている。
- 6) 電気集塵機で集めたフライアッシュは、振動させてホッパーに落とし、水を使って灰の沈殿地まで流して処理をする。水は循環させて再利用する。

- 7) 韓国の民間会社から灰を建築資材、道路の舗装材に使いたいとの引き合いがあるが、2年前に灰の成分を原子力研究所で調査したところ、重金属濃度が高かった。
- (4) 第4火力発電所の排ガス、ダスト測定について
- 1) ダストの測定は、夏期（5月15日から9月15日）にのみ実施している。この時期は石炭の使用量も少ない。冬期は凍ってしまうので実施できない。
 - 2) 排ガス（SO_x、NO_x）の測定は、ロシア製のガスモニター（煙突の50m高さ）が故障しているので、EPの出口側で検知管を使用して測定している。測定頻度は1～2回/月。検知管による測定は、JICAのJOSVが導入した。
 - 3) 煙突の高さは、250m。煙突の地上から50mの場所に測定孔があるはずである。
 - 4) JICAが第4発電所で排ガス、ダストの測定を実施するなら協力する。
 - 5) 煙突への階段は、凍りついて危険なので、10月から5月は登ることができない。
 - 6) ダスト測定の目的は集塵機の効率の計測で、集塵効率は96～97%。
 - 7) 電気集塵機は8個の部屋に分かれており、その1つで測定している。
 - 8) 測定したデータの鉱物資源エネルギー省への定期的報告義務はない。
 - 9) 第7ボイラのEPは電極の交換を実施した。第1、第3ボイラのEPの電極は一部を交換した。
- (5) 発電所の運転状況
- 1) 夏期は、8台のボイラの内、3から4台を運転し、280MW/時
 - 2) 冬期は、ボイラ5台を運転し平均340～360MW/h、厳冬期（12月22日～1月15日）は430～440MW/h
 - 3) 政府（鉱物資源エネルギー省）の指導で石炭の貯炭場（24万m³）を設けているが、春の強風時炭塵の再飛散の問題がある。
- (6) ダスト以外の発生源対策
- 1) 脱硫、脱硝については費用がかかりすぎて対策が実施できない。
 - 2) 発電所で実施した試算によれば脱硫装置、脱硝装置を取り付けると、10億ドルが必要。
 - 3) 政府（鉱物資源エネルギー省）の指導で石炭の貯炭場（24万m³）を設けているが、春の強風時炭塵の再飛散の問題がある。
 - 4) ダストの排出量は12,500t/年。
- (6) その他
- 1) 他の発電所との技術交流はほとんど実施されていない。
 - 2) 第5発電所の建設計画の話があるが、まだ見通しは立っていない。
 - 3) 大気汚染対策としては、熱効率の改善（ボイラの断熱など）がもっとも可能性のある対策である。現在の熱効率は39%である。
 - 4) 第2、第3火力を見学するのであれば、佐藤SVも同行したい。

以上



モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	Energy, Environment Research and Consulting Co., Ltd. (EEC) へのインタビュー		
訪問機関	Energy, Environment Research and Consulting Co., Ltd.		
日時	2008年12月18日(木) 18:05~20:05	場所	EEC
出席者	先方	Dr. Dorjpurev Jargal, Director Energy, Environment Research and Consulting Co., Ltd. Mr. Busjav Namkhainyan, Prof. Mongolian University of Science and Technology	
	調査団側	調査団：山田 泰造 柴田 和直 高橋 圭一	
収集資料	・なし		

(1) HOB 集計調査 (HOB Market Study) の概要

自然環境省 (大元は世界銀行) との契約で、アンケート調査を実施しているが、調査開始は 2008 年 11 月中旬で 1 カ月が経過した。

1) 調査の開始は 11 月中旬、調査終了は 2009 年 2 月末、調査期間は 3.5 カ月

2) アンケートの内容

- ・住所
- ・連絡先
- ・給湯対象施設の高さ (何階建てか)、床面積
- ・ボイラ生産国/メーカー
- ・稼働率 (熱効率)
- ・設置年
- ・使用する石炭の産地と値段
- ・操業時間
- ・ピーク時の燃料消費量
- ・施設の写真

3) 現在アンケートは 700 個 (80%弱) 回収した。最終的には集計して、電子ファイルにする。

4) アンケートは配布して後日回収するのではなく、学生を使って直接インタビューしている。

5) 調査の対象はやや大きい規模の施設、全ての施設は対象としていない。

6) 大型ボイラの数は 145 施設。(国営施設：学校、病院、幼稚園、集会所)

7) HOB は UB 市の西側と東側に偏在している。

8) HOB の登録情報 (リスト) は、UB 市役所にあると聞いている。

9) 共産党時代は、ボイラ使用管理局が管理していた。

10) 調査対象施設の中で、排ガス計測装置 (TESTO) を使った測定は 3 ないし 4 施設を考えている。

11) 調査結果の活用は、HOB の現状把握が第一である。(ゲル地区に対する調査は WB が実施している。)

12) 報告書は、英語のワードまたはエクセルで作成する予定である。

(2) ボイラ施設の大きさの分類について

1) 小型：5~20KW (給湯による暖房で 30m² 程度対象の施設、800 程度。交番、ファミリー病院、小食堂等、ただし個人の施設は対象としていない。)

2) 中型：21~199KW (この区分の実数は少ない。)

3) 大型：0.2MW~1.0MW (またはそれ以上)

(3) 汚染源のタイプ別の寄与 (個人的な考え) について

1) ゲルストーブ：135,000~140,000

2) HOB：1,000 カ所

- 3) ほこり（巻き上げダスト、特に春）、UB 市には植物が少ない。
- (4) ボイラの製造元などについて
 - 1) 小型は、中国製、チェコ製、モンゴル製の順
 - 2) 大型はチェコ製（粉体の石炭を使用、自動供給式）が比較的多い。
- (5) ボイラ技術者（オペレーター）のレベルについて
 - 1) ボイラの運転技術のレベルが低い。
 - 2) ボイラ運転に関する教育を受けていない。人材育成ができていない。
 - 3) 良い技術を持ったオペレーターが不足している。しかし、発電所のオペレーターは、教育を受けている。
 - 4) どのボイラの性能が良いかという情報も不足している。
 - 5) オペレーターの給与は、160,000～250,000T.G./月程度。
- (6) Busjav Namkhainyan 教授の考える HOB 対策について
 - 1) セントラルヒーティング（大型ボイラによる集中暖房）への接続の推進
 - 2) 効率の良いボイラへの転換（40～45%の効率から 70%以上のものへ）
 - 3) 電気ボイラへの転換（夜間電力の利用）
 - 4) 燃料交換（天然ガスへの転換）
 - ・現在 LPG（1kg）は 900T.G、効率は 90%以上。
 - ・4 年前、12,000T.G/t だった石炭は 60,000～70,000TG/t に値上がりしている。
 - ・長期契約で大量に購入した場合、35,000～50,000T.G/t。

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	UB市内のゲルストーブ、HOB施設視察		
訪問機関	UB市東部一般家庭のゲルストーブ、UB市東部集合住宅（36世帯）のHOB、バヤンズル区第63消防団		
日時	2008年12月22日（月）11:00～12:15	場所	GER, HOB, HOB（バヤンズル区第63消防団）
出席者	同行者	Ms. Sarangerel Ennkmaa, Officer, National Air Quality Office, National Agency for Meteorology, Hydrology and Environment Monitoring of Mongolia.	
	調査団側	調査団：高橋 圭一	
収集資料	・なし		

(1) UB市東部 GER インタビュー記録

インタビュー対象者：Ms. Ennkmaa の知人

- ・GPS：(47°55'19.73"N, 106°57'31.39"E)
- ・石炭消費量：2～3 t/冬期
- ・
0.5～0.6 kg/h
- ・運転時間：24 時間連続
- ・ストーブ：ゲルストーブ（モンゴル製の典型的なもの）
- ・煙突の高さ：約 2.5m
- ・煙突の直径：約 11cm
- ・使用している石炭：ナライハ（ナラへ）産
- ・石炭の価格：65,000TG/t
- ・煙突の材質：スチール

(2) UB市東部のボイラ（給湯対象：36世帯の集合住宅）

インタビュー対象者は、HOB3施設を運営している社長 Mr. Bat Maasaar

- ・GPS：(47°54'53.09"N, 106°59'25.88"E)
- ・HOB 運転期間：5月1日～10月1日
- ・運転時間：24 時間連続
- ・ボイラ：中国製（0.1MW/h）
- ・石炭消費量：25-30kg/h
- ・供給水温度：不明
- ・使用している石炭：Bagauur 産
- ・煙突の材質：不明（集合住宅の屋上にあるため）
- ・煙突の高さ：約 13m（建物約 7m、煙突約 6m）
- ・運転体制：4 名が交代（1 名が 24 時間勤務）
- ・灰の処理：近隣に住んでいる人々が断熱材として屋上に敷くために持っていき、残ったものは UB 市都市整備局に有料で処理してもらう。
- ・2009 年 3 月実施予定の実測に協力できる。

(3) UB市東部 バヤンズル区第63消防団のボイラ

インタビュー対象者は、ボイラ担当の消防団員と消防団長

- ・GPS：(47°54'55.74"N, 106°59'22.39"E)
- ・HOB 運転期間：5月1日～10月1日
- ・運転時間：24 時間連続
- ・ボイラ：中国連製（1MW/h）
- ・石炭消費量：30kg/時
- ・供給水温度：不明
- ・使用している石炭：ナライハ産

- ・煙突の材質 : 鉄 (予備機の煙突は腐食して倒壊している)
- ・煙突の高さ : 約 10m
- ・煙突の直径 : 約 30cm



市内のゲル



ゲルストーブ (上で調理する)



集合住宅のボイラ (中国製)



集合住宅のボイラ (煙突)



第 63 消防団のボイラ



第 63 消防団のボイラ (中国製)

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	NAMHEM 中央研究所機材確認と所長への JICA インベントリ調査概要説明		
訪問機関	ラボ視察と調査の主旨説明及び協力依頼		
日時	2008年12月22日(月) 12:40~13:35	場所	NAMHEM 中央研究所
出席者	先方	Mr. Lkhagvasuren Badarch, Director, Central Laboratory of Environment and Metrology, National Air Quality Office, National Agency for Meteorology, Hydrology and Environment Monitoring of Mongolia. Ms. Sarangerel Ennkmaa, Officer, National Air Quality Office, National Agency for Meteorology, Hydrology and Environment Monitoring of Mongolia.	
	調査団	調査団：高橋 圭一	
配布資料	・排ガス、ダスト測定説明資料		

(1) NAMHEM 中央研究所の機材並びにキャパシティ

1) 機材全般について

- ・11月にラボの引越し、模様替えがあり、原子吸光分光光度計(AAS)やガスクロなどの高度な機材はガスの配管が完了していなかった、JICAの無償(1993年)で供与された機材は、年数の経過、スペアパーツの供給が困難なことなどから十分には機能していない模様。
- ・排ガス中のダストの測定は、上記無償(1993年)で供与された石橋科学工業製の等速吸引装置で実施されていた模様だが、故障し全体としては機能しなくなった、現在は使えるパーツのみを単独で使用している。なお、石橋科学工業は既に廃業している。

2) 機材リスト

- ・天秤(メトラー、島津製作所)メトラーの最小計量値は、0.1mg
- ・デシケーター(乾燥、調湿の密封容器)
- ・等速吸引ダスト測定装置一式(石橋科学工業製、一部が故障し等速吸引はできない)
1993年 JICA 無償
- ・ブラックスモーク測定器(簡易排ガス中炭素分析計、韓国製)
- ・CO₂、CO、HC計
- ・排ガス吸引装置(中国製)
- ・島津ガスクロマトグラフ GC14B : 2台(FID/TCD、ECD) 1993年 JICA 無償機材
- ・島津液クロマトグラフ LC9A
- ・ドラフトcヒャンバー
- ・UV可視分光光度計
- ・原子吸光分光光度計(NARIAN、SPECTR AA110) 2007年導入
- ・原子吸光分光光度計(島津 AA 680-G、1993年 JICA 無償、動作していない)
- ・グラフアイトファーネス(島津 GFA-4B、1993年 JICA 無償)
- ・水銀分析計(MILSTONE, DMA80 イタリア製) 2008年6月導入
- ・恒温ウォーターバス(1993年 JICA 無償)
- ・ローボリュウムエアサンプラー(柴田科学、1993年 JICA 無償)
- ・ハイボリュウムエアサンプラー(柴田科学、1993年 JICA 無償)

(2) 中央研究所長 Lkhagvasuren Badarch 氏への説明

1) JICA 実測調査の概要に対するコメント

- ・既に、NAMHEM 長官の Enkhtuvshin Sevjid 氏より概要を聞いている。
- ・プロジェクトの内容がさらに具体的になれば、中央研究所として協力できることがたくさんあると思う。
- ・専門機関、専門家の人材育成が不可欠であると考えている。
- ・新潟の酸性雨センターとの共同観測も実施しており、発生源対策の技術協力プロジェクトにも参加したい。

(3) 3月に予定している排ガス JICA 実測調査について

- 1) ダスト濃度測定時の施設使用
 - ・精密天秤、デシケーター（ろ紙調湿用）の仕様を許可する。協力を惜しまない。
- 2) 中央研究所職員の協力
 - ・排ガス測定、ダスト測定に関し、経験のある職員がいるので3月に予定している測定にぜひ参加したい。



JICA 無償のダスト測定ポンプ



JICA 無償のガスメータ



JICA 無償のガスクロマトグラフ



JICA 無償の液体クロマトグラフ



JICA 無償のガスメータ、デシケータ



JICA 無償の原子吸光（停止中）

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	黄砂測定局視察		
訪問機関	NAMHEM KOSA 測定局		
日時	2008年12月23日(火) 10:50~11:40	場所	黄砂測定施設
出席者	先方	田淵浩司 東亜 DKK 株式会社 開発本部 開発一部 国立環境研究所の西川室長からの依頼で機器の調整に出張してきている。	
	調査団側	調査団：高橋 圭一 (コンサルタント)	
配布資料	・排ガス、ダスト測定説明資料		

(1) NAMHEM 黄砂測定局

- 1) 国立環境研究所の依頼で機器の調整に来ていた田淵浩司氏（東亜 DKK）にインタビュー
- 2) モンゴルでの黄砂モニタリングデータは、<http://202.131.2.231/> で見ることが可能。
- 3) 使用機材
 - ・ PM10/PM2.5 測定器 (Met One Instruments/東亜 DKK)
 - ・ RAIDER (柴田科学)
 - ・ 電子天秤
 - ・ デシケーター
- 4) PM10/PM2.5 の測定器は、光散乱方式。濃度は相対濃度。流量は、2.0l/分。
- 5) 流速 20l/分のプロアーで吸引している。
- 6) 光散乱方式は他の方法に比較して消耗品が必要ない等の利点から決定した模様。
- 7) WB が指摘する「黄砂測定局の値が他の測定局と比較して低い」現象は、測定方式の違いに起因する可能性あり。
- 8) 測定局の暖房が弱く、室温は2度。PM10/PM2.5 測定の導管は氷結していた。



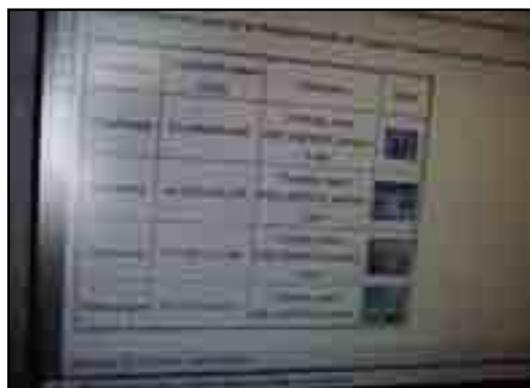
PM2.5/PM10 測定装置 (東亜 DKK)



PM2.5/PM10 測定装置 (東亜 DKK)



黄砂測定ライダー



WEB 上の情報

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	調査の主旨説明及び協力依頼		
訪問機関	ウランバートル市 エンジニアリング施設局		
日時	2008年12月23日(火) 15:05~15:40	場所	大会議室
出席者	先方	Mr. Sharkhuu Amgalanbayar, Head of Engineering Facilities Division Governors Office of Ulaanbaatar Municipality	
	調査団側	調査団：高橋 圭一 (コンサルタント)	
配布資料	・調査団説明資料		

(1) 第2次詳細計画策定調査についての説明に関して Amgalanbayar 局長のコメント

- 1) UB 市にとっては、大気汚染問題は大変重大な問題であり、大気汚染削減に取り組んでくれる JICA には心から感謝する。
- 2) 今の経済情勢では、UB 市やモンゴル国の予算だけでは、取り組みきれない問題であるので、さまざまな海外の援助機関と共に取り組んでくださることに感謝する。
- 3) UB 市として、韓国製の 2 台の最新 HOB を試験中である。4.5MW/h の HOB で、バヤンゾル区第 8 ホローとナラハ区で試運転を試みる予定である。UB 市内でも最も大きな施設だがコークス/ガス化燃料を使っている。入札で韓国の民間企業が落札した。
- 4) バツサイカン大気質課長から、3 月に実施する調査の概要は聞いており、HOB の測定候補施設のリストアップについては、エンジニアリング施設局としても、1 月中にリストアップできるように大気質課と共に最大限の努力をする。
- 5) 市としてはゲルのストーブについても測定して頂きたい。
- 6) UB 市は旧ソ連が設計した時点では、65 万人の都市として設計されたが、現在人口は 100 万人を超えており、集中暖房などインフラは能力の限界を超えている。
- 7) UB 市の郊外では、集中暖房のインフラが行き届かないので、HOB は今後とも必要になっている。環境に配慮した最新の HOB の導入が望ましいが、JICA による調査結果が重要なデータになってくる。
- 8) UB 市の考えている対策としては、天然ガスの導入、原子力の利用、第 5 発電所の建設などがあるが、短期的に何をすべきかが UB 市の取り組みとして重要である。
- 9) 3 月に予定している予備調査は、JICA の今後の協力の内容を決めるためと聞いている。
- 10) ゲルストーブの繋ぎの部分に、太い管を接続して測定した例がある。
- 11) ゲルストーブはモンゴル民族の文化的なものであるもので、測定の可能性を前向きに検討してほしい。

(2) 質問に対する高橋からの回答

- 1) ゲルストーブでのダストの測定は、ゲルストーブのガス流速が極めて小さいこと、煙突の直径が 10cm 程度と測定装置の大きさに比較して小さいので、技術的にかなり困難である。
- 2) しかし、従来の方法以外になんらかの方法がないか検討する。

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	調査の主旨説明及び協力依頼		
訪問機関	ウランバートル市 都市政策計画局		
日時	2008年12月23日(火) 15:55~16:40	場所	都市政策計画局
出席者	先方	Mr. Tsogtsaikhan. Ch, Officer, the Urban Development Policy Department, Governors Office of Ulaanbaatar Municipality	
	調査団側	調査団：高橋 圭一 (コンサルタント)	
配布資料	・調査団説明資料		

(1) 第2次詳細計画策定調査についての説明に関して Tsogtsaikhan 氏のコメント

- 1) HOB にはさまざまなものがあるが、15カ所を選定するときには HOB の区別はどうするのか。
- 2) 15カ所の HOB の選定は、大気質課と協力して責任をもって実施する。
- 3) 第3火力発電所には煙突が2本ある。
- 4) UB 市の都市政策局としては発電所の対する影響力は限られたもので、鉱物資源エネルギー省を通して接触している。
- 5) UB 市としては、老朽化したボイラから新しいボイラに交換するという対策が中心だったが、今後はボイラ技術/燃焼効率の確認などをしていく必要がある。
- 6) 都市政策計画局としては、計画をし、政策をつくる部署だが、大気質課は計画に基づいて政策を実施する部署である。
- 7) UB 市の大気汚染削減には各方面の全面的な協力が必要と考える。
- 8) 136,000世帯のゲルストーブを対象とすることが多かったが、発電所の石炭消費量と稼動日数を考えると発電所の影響を無視することはできない。
- 9) 国家監査省や自然環境観光省の数名の担当者の監査権限を高める、制度を整備する必要がある。
- 10) 継続的に HOB の排ガス検査をするような制度が必要であり、自動車の排気ガスに対する測定も必要である。
- 11) CO₂削減を実施したら、金がもらえるような制度があると聞いたが、JICA のプロジェクトで実施できないか。
- 12) プロジェクトに対する UB 市の負担は何か？
- 13) さまざまなドナーが活動しているが、調査だけで終わらずに、市民の目に見える成果を出してほしい。

(2) 質問に対する高橋からの回答

- 1) HOB は規模と製造メーカー/型式などで選定する。
- 2) CDM に関しては前提となる条件が厳しい。まずはインベントリ調査を実施して、現状でどれだけの汚染物質が排出されているかを把握する必要がある。
- 3) UB 市の負担については、2009年夏に来るミッションが決めることになるが、活動する市役所職員の人件費、電気代、さまざまなランニングコストとなるだろう。

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	第3火力発電所 視察		
訪問機関	第3火力発電所		
日時	2008年12月24日(水) 9:00~10:40	場所	第3火力発電所会議室
出席者	先方	Mr. Nyamkhuu Luvsanzundui, Production Division Director, The Ulaanbaatar Third Power Plant co.,LTD Mr. Gaanzurug, Boiler Engineer	
	調査団	調査団：高橋 圭一 同行者：佐藤 聡 (第4火力発電所シニアボランティア)	
配布資料	<ul style="list-style-type: none"> ・JICA モンゴル事務所パンフレット ・発電所用インベントリインタビュー調査票 (案) ・排ガス、ダスト測定説明資料 		
収集資料	・第3火力発電所パンフレット		

(1) 第3火力発電所視察

1) 第3火力の概要

- ・1968年に旧ソ連の技術で建設された。運転開始後40年が経過している。
- ・ボイラ台数は、水蒸気75t/hが6台、220t/hが7台、計13台
- ・1997年から2003年にかけてADBの融資で、ABB(イタリアの発電技術の会社)が請け負い計4台のボイラの改修を実施した。徐塵設備についてはまったくいじっていない。
- ・粉炭として投入するタイプとそのまま投入するタイプがある。
(なお、担当の主任技術者が病気のため製造部長が対応している)

ボイラーの概要

蒸気量 (t/h)	台数	効率 (%)	集塵機	使用炭	石炭消費	集合煙突高
75	6	88~89	洗浄+サイクロン	Baganuur	15~16 t/h	100m
220	7	90	洗浄+サイクロン	Baganuur	40~45 t/h	150m

2) 排ガス測定の概要

- ・排ガスの測定は実施していない。
- ・排ガスモニター装置があったが、故障して使用できない。
- ・集塵機に穴があるが測定孔の直系が小さく、ダストの測定はできない。
- ・煙突は、高さ150mと100mの2本
- ・測定に対応する設備(測定孔など)がないので、3月の測定は不可能

煙突関連の概要

煙突高	出口直径 (m)	排ガス温度 (集塵機の後)	排ガス温度 (集塵機の前)
100m	4.4m	70~80°C	140~150°C
150m	6.2m	70~80°C	160~170°C

3) UB市大気汚染に対する見解

- ・第3火力が運転を始めて40年、第4火力でも25年が経過しており、昔は大気汚染問題がなかった。
- ・UB市の大気汚染が問題になったのは、この10年の話であり、発電所が原因であるとは思わない。
- ・石炭の使用量が多いこと、煙が目につくことで、大気汚染の原因が発電所にあると誤解している市民が多い。



第3火力発電所煙突



ボイラ運転制御室 (75t/h)



ボイラ運転制御室 (220t/h)



集塵機 (水洗浄+サイクロン)



集塵機 (サイクロン)



タービン

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	第2火力発電所 視察		
訪問機関	第2火力発電所		
日時	2008年12月24日(水) 11:00~12:40	場所	第2火力発電所会議室
出席者	先方	Mr. Batbaata, Chief of engineering department, The Ulaanbaatar Second Power Plant co.,LTD	
	調査団	調査団：高橋 圭一 同行者：佐藤 聡 (第4火力発電所シニアボランティア)	
配布資料	<ul style="list-style-type: none"> ・ JICA モンゴル事務所パンフレット ・ 発電所用インベントリインタビュー調査票 (案) ・ 排ガス、ダスト測定説明資料 		
収集資料	・なし		

(1) 第2火力発電所視察

1) 第2火力の概要

- ・ 1961年に中国、1969年に旧ソ連の技術で建設された。当初から47年が経過している。
- ・ ボイラ台数は、水蒸気35t/hが2台、75t/hが2台、計4台。蒸気温度は440℃。
- ・ ガスタービンは計3台あり、6MW(1961年、上海製)、4MW(1961年、上海製)、12MW(1969年、ロシア製)
- ・ 石炭は35tは20mmくらいの礫炭で投入。
- ・ 75tは、粉炭で投入。

ボイラの概要

蒸気量 (t/h)	台数	効率 (%)	集塵機	使用炭	石炭消費	製造
35	2	73	サイクロン	Baganuur	7 t/h	中国製
75	2	87	サイクロン+水	Baganuur	15 t/h	ロシア製

2) 排ガス測定

- ・ 排ガスの測定は実施していない。
- ・ 設計上排ガス測定のモニター装置はない。過去には酸素濃度のモニターのみあった。
- ・ 集塵機に穴があるが測定孔の直系が小さく、ダストの測定はできない。
- ・ 煙突は、高さ100mの1本
- ・ 75tのボイラには、直径100mm程度の測定孔があり燃焼管理のためにも3月にぜひ測定して頂きたい。
- ・ 事前に連絡してもらえれば、新たな測定孔を開けるなどできるだけ協力する。

煙突関連の概要

煙突高	出口直径 (m)	排ガス温度 (集塵機の後)	排ガス温度 (集塵機の前)
100m	4.1m	150℃	140~150℃

3) 大気汚染対策関連の動向

- ・ 今後発電所にも規制がかかると鉱物資源エネルギー省に言われている。
- ・ 燃料に石炭を乾留した半コークスを使うプロジェクトの話があったが、必要なコストを見積もると101億Tg必要だったため、実現できなかった。中国/ロシアの技術と聞いている。

4) 2009年3月の測定

- ・ 3月に測定を実施する場合は、2週間前に連絡する。



第2火力発電所煙突



ボイラ運転制御室 (75t/h)



構造説明板



集塵機 (水+サイクロン)



タービン



測定孔

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	第4火力発電所 視察		
訪問機関	第4火力発電所		
日時	2008年12月24日(水) 13:00~16:40	場所	第4火力発電所 灰処理地
出席者	先方	Mr. L. Buria, Boiler rehabilitation Consulting Engineer, Thermal Power Plant 4 Ms. D Gnchimeg, Boiler Section Performance Test Engineer 佐藤 聡, 第4火力発電所シニアボランティア	
	調査団	調査団：高橋 圭一	
配布資料	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所用インベントリインタビュー調査票(案) ・排ガス、ダスト測定説明資料 		
収集資料	<ul style="list-style-type: none"> ・Baganuul, Shivee-Ovoo の石炭成分分析表 ・日本政府からの無償資金協力及び有償資金協力を実施したと JICA からの専門家、シニアボランティアとの協力結果 1991-2007 (2008年8月) 		

(1) 第4火力発電所視察

1) 第4火力の概要

- ・1983年に旧ソ連の技術で建設された。運転開始後25年が経過している。
- ・ボイラ台数は、水蒸気430t/hが8台。
- ・石炭は①Baganuul, ②Shivee-Ovooの鉱山の石炭を使用している
- ・平均的な年間のボイラ稼動状況は、夏期(6~9月)が8台のうち4台を運転(280MW)、5月、10月が5台を運転、11月から4月の冬期に6台を運転(380-400MW)
- ・フルロード時の石炭消費量/ボイラは、Baganuul炭で75t/h、Shivee-Ovoo炭で90t/h。

ボイラーの概要

蒸気量 (t/h)	台数	効率 (%)	集塵機	使用炭	石炭消費	集合煙突高
430	8	89-91	電気集塵機	Baganuul/ Shivee-Ovoo	75t/h 90t/h	250m

2) 排ガス測定

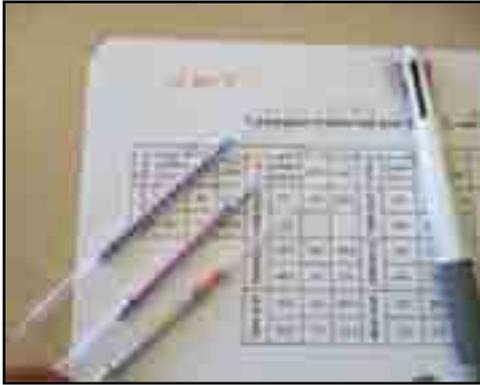
- ・集合煙突での測定は行っていない。
- ・煙突についている階段の氷が解けるのが4月末。
- ・集塵機に穴があるが測定孔の直系が小さく、ダストの測定はできない。
- ・煙突は、高さ150mと100mの2本。
- ・測定に対応する設備(測定孔など)がないので、3月の測定は不可能。
- ・12月18日に収集した「2008年ボイラの測定結果」に記載されている係数アルファは1.4程度の値が理想。2~5を超えるような大きな値が出ていることがあるが、それはボイラと集塵機、煙突の間のガス流路に漏れがあることを示している。

煙突関連の概要

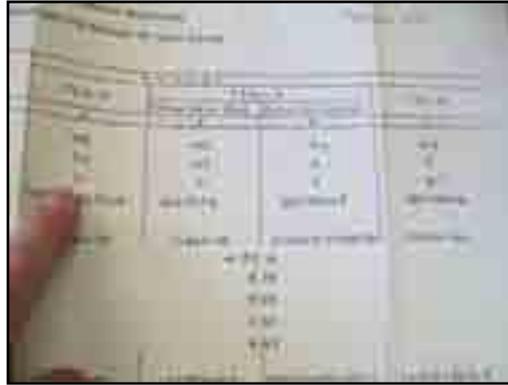
煙突高	出口直径 (m)	排ガス温度 (集塵機の後)
250m	8m	130℃

3) 灰の処理視察

- ・3.5km離れた電気集塵機の灰の処理地は凍りついていた。
- ・UB市の大気汚染が問題になったのは、この10年の話であり、発電所が原因であるとは思わない。
- ・石炭の使用量が多いこと、煙が目につくことで、大気汚染の原因が発電所にあると誤解している市民が多い。



排ガス測定用検知管（日本製）



設計図書（1979年）



設計図書（1979年）



電気集塵機（外観）



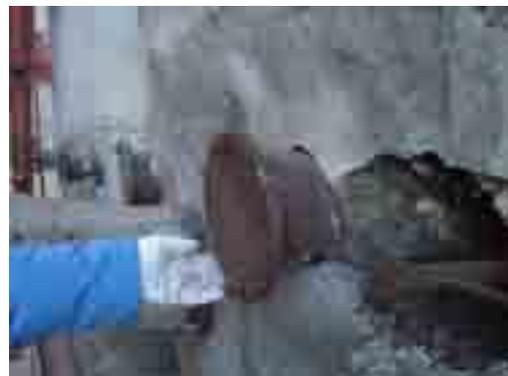
電気集塵機（内側）



煙突（250m）



集塵灰の処理地



電気集塵機の後の測定孔

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	補足情報収集		
訪問機関	ウランバートル市大気質課		
日時	2008年12月25日(木) 9:55~12:25	場所	大気質課長室
出席者	先方	Mr. Batsaikhan Chultemsuren, Manager, Air Quality Division, Mayor's Office of Ulaanbaatar City Mr. Batsukh Batmunkh, Senior Officer, Air Quality Division Mr. Dorjantsan Davaadori, Deen of Air Quality Laboratory, Air Quality Division	
	調査団	調査団：高橋 圭一	
配布資料	・排ガス、ダスト測定説明資料		
収集資料	<ul style="list-style-type: none"> ・大気質課予算(2007年) ・大気質課活動報告(2008年11月10日) ・Mr. Bicky(コークスタイプ新加工燃料)の広報パンフレット ・ゲルストープにコークスタイプ加工燃料を使用した排ガス測定結果 ・EBRD中間報告プレゼン資料 ・国家基準 MNS 5679(2006年):石炭粉と泥を使ったブリケット ・国家基準 MNS 5680(2006年):加工ブリケットの必要条件 ・国家基準 MNS 5086(2001年):HOB一般項目の定義 ・国家基準 MNS 5087(2001年):小型ボイラの定義 		

(1) 補足情報収集

- 1) 大気質課のエイジェンシー化について
 - ・昨日(12月24日)の閣議で承認された
 - ・現在の大気質課は環境保護局の下部組織なので独自の提案などが通りにくかった。
 - ・個人的な意見だが16名程度の組織にしたい。
- 2) 大気質課の公認インスペクターについて
 - ・大気質課から3名(Batsaikhan氏、Batmunkh氏、Davaadori氏)が自然環境省に申請を出した(NAMHEMの4名と同時)が、3名とも承認されなかった。
 - ・NAMHEMの4名だけが承認された。この結果には非常に不満をもっている。
 - ・排出源
- 3) 大気質課の2008年予算と活動実績
 - ・2008年の予算資料は手元にないので、2007年を提供する。2007年と2008年はほとんど変わっていない。
 - ・活動実績は11月10日付けの活動報告を提供する。
- 4) 大気質課の2009年予算と活動計画
 - ・2009年については、組織が変わるのでない。2008年の予算、活動実績よりは増える。
- 5) 大気質課の排出源モニタリング・監査・指導の活動内容
 - ・HOBの測定は年に2回(冬期に15カ所程度)実施している。通常指導などの活動はない。
 - ・通常の活動はHOBの新設/更新の際に、届出のあった型番とあっているか、不正はないか確認する。排ガス測定は実施しない。
 - ・自動車排ガスの担当者が1名、モンゴルでは年1回の車検時に排気ガス試験を実施することになっているが、車検委員会の委員である。
 - ・ゲルストープ、燃料の担当者が1名
 - ・燃料転換促進の活動をしており、「Mr.Bicky」(コークス化したブリケット燃料、石炭より長くゆっくり燃え、経費節約)の宣伝をしている。年が明けたら、TV、ラジオで宣伝する予定である。
- 6) EBRDの活動資料
 - ・報告書は機密資料なので、プレゼン資料を提供する。

- 7) ブリケットの品質基準
 - ・ 国家基準があるので、コピーを提供する。石炭粉を使ったものと加工ブリケット（コークス）を使ったものの2種類がある。
- 8) 2009年3月の排ガス測定準備
 - ・ ドリルの業者は大気質課が責任を持って探す。
- 9) Batsaikhan 氏の個人情報
 - ・ 1984年にロシア国立イルクーツク大学の地質地理学科、同修士課程を卒業し、1992～1996年にイカテリーブルクのウラル大学の地質アカデミーの博士課程に進んだ。博士号は帰国後取得。
 - ・ 1997年2月に UB 市に入り、エコロジー政策を担当していた。
 - ・ 2009年3月の測定。
- 10) 3月に測定を実施する場合は、2週間前に連絡する。

(2) GTZ からの大気汚染測定局の進行状況

- ・ 測定局は現在 GTZ の管理下にあり、小屋の鍵も GTZ が管理している。
- ・ 4局すべてでの測定が始まってから、UB 市に引き渡される。
- ・ 自然環境省も GTZ の測定局を望んでいたが、UB 市にくることになった。
- ・ 仏融資による NAMHEM の測定局は 1997 年から話題になっているが実現していない。
- ・ 個人的には測定データを国家ネットワークに接続してもよい。

(2) 大気汚染対策にかかる今後の予定

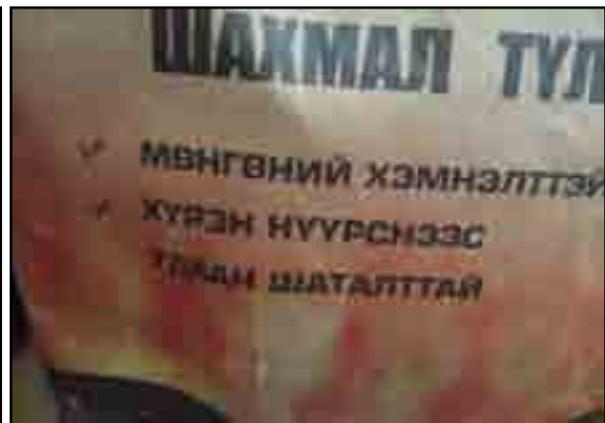
- ・ 12月26日に大気汚染対策国家委員会が開催される。
- ・ 市の要望としては、ゲルストープの更新だけでなく HOB の更新を強化してほしい。
- ・ 3月に JICA の2次調査団が来るころには、新エージェンシーの体制で対応できる。

(2) 大気汚染対策にかかる UB 市の活動予定

- ・ 昨日 12月24日に助役が市内の HOB の調査を実施することを決めた。
- ・ 実行委員会を設置し、UB 市各区の行政機関を動員して、実施する。
- ・ Batsaikhan 氏が委員長になる予定。



新コークス燃料「Mr. Becky」



新コークス燃料「Mr. Becky」

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	NAMHEM West Road Side Monitoring Station 視察		
訪問機関	NAMHEM West Road Side Monitoring Station		
日時	2008年12月26日(金) 11:20~12:00	場所	NAMHEM West Road Side Monitoring Station
出席者	先方	Ms. Sarangerel Ennkmaa, Officer, National Air Quality Office, National Agency for Meteorology, Hydrology and Environment Monitoring of Mongolia.	
	調査団	調査団：高橋 圭一	
配布資料	なし		

(1) NAMHEM Air Quality Monitoring Station の現状

1) 自動連続測定器（毎時のデータが測定、記録される）の導入

- ・2008年7月に設置が始まり、10月から測定を開始した。機材は国家予算で導入され、入札で北京の Beijing Monitoring Environment Technology Ltd.が落札した。(仏のローンによる機材整備とは別)
- ・NO_x、SO₂、CO のガス状物質は、エコテック社（オーストラリア）製、PM10/PM2.5 モニターは、サーモ社（米国）製。各測定機器の型式は、次のとおり。
NO_x : ECOTECH EC9841
SO₂ : ECOTECH EC9841
CO : ECOTECH EC9841
PM10/PM2.5 : Thermo TEOM 1400

・同時期に導入されたまったく同じシステムがハンオール区(NAMHEM 中央ラボのそば)にある。
注) TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance) : フィルター振動法と呼ばれる最新鋭の測定器で、米国サーモ社が特許を持っている。分解能は 0.01μg と非常に高感度であるが、一般の環境濃度ではフィルターカートリッジの交換を半月から 1 カ月程度の頻度で行う。ウランバートルの冬季の濃度は一般の環境濃度 (10~100μg/m³) の 10 倍、100 倍になるため故障の原因になりやすい。

2) 運転状況

- ・PM10/PM2.5 測定装置 (TEOM 1400) は 2008 年 10 月に測定を開始し、12 月 5 日に故障のため停止したままである。もう 1 つのモニタリング局 (ハンオール区) でも 12 月 15 日から故障している。
- ・訪問した際には、電圧変動が大きいため UPS が故障してしまい入れ替え中で、全測定が停止していた。

3) 維持管理状況

- ・校正用標準ガスは SO₂、NO、CO の 3 成分が 20l 程度の高圧容器 (ボンベ) 1 本に入っており、ストックはない。この状態では 3 カ月後になくなってしまう。
標準ガスの濃度は
SO₂ : 49 ppm
NO : 47 ppm
CO : 1000 ppm
- ・NO₂ の校正をするためのオゾン発生・希釈混合装置 (キャリブレーター) がなく、NO₂ の校正はできない模様。
- ・消耗品はすべて、北京から来るため購入に時間がかかり不便している (モンゴルには高度な科学機器メーカーの代理店はない)。
- ・測定値はインターネット回線により NAMHEM でモニター、監視できる。
- ・入れ替えた UPS も測定器全体をまかなうには容量が小さく、停電があればシステムが停止する。
- ・担当者の Ms. Ennkmaa は「モンゴルでは代理店のサービスが十分に受けられないので、6 月まで実施していた手動による計測 (データは 1 日平均値のみ) の方が、持続性がある。」とコメントしている。



測定局（建屋は以前と同じ）



ガス状物質測定機器



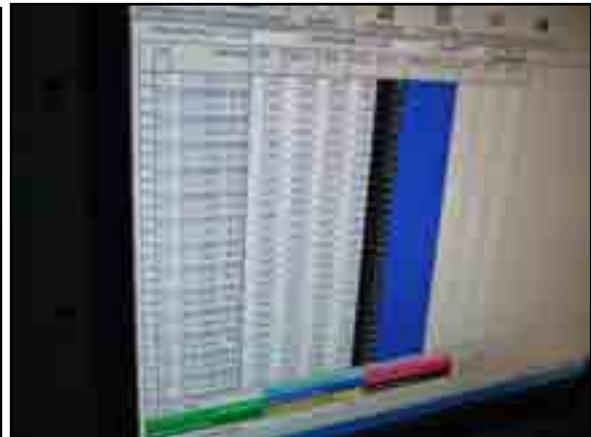
PM10/PM2.5 測定機器



CO 測定モニター



校正用標準ガス



パソコンによるデータロガー

以上

モンゴル・ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査			
会議名	UB市 (GTZ) West Road Side Monitoring Station 視察		
訪問機関	GTZ ウランバートル事務所前のモニタリング局		
日時	2008年12月26日 (金) 14:20~15:00	場所	UB市 (GTZ) West Road Side Monitoring Station
出席者	先方	Mr. Sugarragchaa Tserendash, Senior Program Officer, GTZ, German Technical Cooperation.	
	調査団	調査団：高橋 圭一	
配布資料	・なし		

(1) UB市 (GTZ) Air Quality Monitoring Station の現状

1) 自動連続測定器 (毎時のデータが測定、記録される) の導入

- ・2008年12月に引き渡しの報道発表があったGTZによる環境モニタリング局はセレモニーは済んだものの現在はGTZが運用しており、運用を含めた引き渡しは残りの2局の引き渡し完了する2009年1月以降になる見込み。測定局はNAMHEM局と道路を隔てて対面している。
- ・機器は中古品とのことだがよく整備されており、建屋も壁が厚く、断熱性がよい。室内の空調、温度制御も申し分ない。
- ・大気汚染測定機器のほか、屋上には風向風速計、温湿度計が設置されている。
- ・建屋の外には時刻、温度、各大気汚染物質濃度を表示するディスプレイが設置されている。一部の表示濃度の単位に間違いがあるが、GTZのプレゼンスを示している。
- ・NO_x、SO₂、CO、O₃のガス状物質は、ホリバヨーロッパ社 (ドイツ) 製、PM10/PM2.5モニターは、GRIMM社 (ドイツ) 製。各測定機器の型式は、次のとおり。

NO_x : APNA-360

SO₂ : APSA-360A

CO : APMA-360

O₃ : APOA-360F

PM10/PM2.5/PM1 : GRIMM Aerosol Technik Model 180

Span Gas Generator MCC100 (HORIBA)

注) GRIMM Model 180 はレーザーによる光散乱方式でPM10、PM2.5、PM1を同時測定する粒子状物質 (エアロゾル) カウンターで、0.1-1500µg/m³の濃度範囲の測定ができる。測定する濃度は (g/m³) の単位で表示されるが、光散乱方式による測定値は「相対濃度」と呼ばれ、TEOMやβ線方式で測定される「質量濃度」よりやや精度が劣る。しかしながら交換するフィルターや消耗品が極めて少なく、高濃度が予想されるUB市の冬期の測定には適切である。

2) 運転状況

- ・ドイツから技術者が来て設置した、現在試運転中であるが運転は順調である。
- ・測定局はこの①West Road Side局の他に3地点、②TV局 (元モンゴル国営TV、ゲルエリア)、③第2病院近く、④チンギスハーン国際空港近くに設置が予定されており、②は設置済み。他の2局も機材は到着している。
- ・堅牢なコンテナに入っているため、コンテナごと移動してどこにでも設置可能。

3) 維持管理状況

- ・校正用標準ガスはSO₂、NO、COの標準ガスがそれぞれ単独で40lの高圧容器 (ボンベ) に入っており、全部で6本ある。3年間は十分に使えるストックである。

標準ガスの濃度は、次のとおり。

SO₂ : 40 ppm

NO : 40 ppm

CO : 800 ppm

- ・NO₂の校正をするためのオゾン発生・希釈混合装置 (キャリブレーター) もあり、NO₂の校正もできる。

- ・消耗品もかなりストックが用意されている。
- ・安定化電源も UPS も容量が大きく、多少の停電であればシステムは停止しないと推定される。
- ・対応してくれた Mr. Tserendash 氏によれば、「UB 市大気質課の 2 名が 1 週間ドイツにトレーニングに行ったが、不十分でドイツの技術者によれば 6 カ月から 1 年のトレーニングが必要」とのこと。
- ・JICA によるトレーニングに期待している。



測定局と表示機（壁は厚い断熱構造）



ガス状物質測定機器（CO）



PM10/PM2.5/PM1 測定機器



標準ゼロガス発生器



風向風速計と温度湿度計



十分な量と質の校正用標準ガス

以上

3. キャパシティ・アセスメント・チェックリスト

ウランバートル市大気汚染対策にかかるキャパシティ・アセスメント・チェックリスト
(2008年12月第1次詳細計画策定調査終了時点)

視点	内容	キャパシティ・アセスメントの対象項目	確認すべき事項	モンゴル側の状況	コメント/備考	JICAの対応 今後の協力方向性 (現段階では、コンサル(高橋)の個人的見解。)
法 規	(1)実効ある法制度の整備1 (法体系と基本法の制定)	基本法、個別法が整備され、大気環境管理のために必要な法体系が整っているか	1995年6月5日施行の「The Mongolian Law on Air」が大気汚染基本法に相当すると思われる	わが国の法体系が開発途上国にとっても適用ということではないが、少なくとも、わが国の大気環境管理に保るべきとその構成を把握し、その仕組みを理解する必要がある。それによって、相手の法体系が現状を反映した実効性があるものか、どこに無理があるかを判断できる。表A3-5で確認する。よい。	法プロで、排ガス測定の実績共有、測定トレーニング、OJT、イベントリーパリのトレーニング、OJTを実施することが可能。	
		基本理念が定められているか 国、地方自治体、事業者、国民の責務が明らかになっているか 環境保全に関する施策の基本となる事項が定められているか	設置時の届出が義務付けられている。	わが国の法体系が開発途上国にとっても適用ということではないが、少なくとも、わが国の大気環境管理に保るべきとその構成を把握し、その仕組みを理解する必要がある。それによって、相手の法体系が現状を反映した実効性があるものか、どこに無理があるかを判断できる。表A3-5で確認する。よい。		
	(2)実効ある法制度の整備2 (罰則法の制定) 以下のサブ目標を含む ・規制の適切な運用のためのシステム開発	工場・事業場から排出する場合に、届出するようにしているか	工場・事業場からの排出により人の健康に被害が生じた場合、事業者の損害賠償責任について定めているか	基本法の記述では罰則できるが、実際には排出量の測定ができないため罰則は困難。	基本法: 環境基本法 環境基本計画(国レベル) 環境基本条例(地方レベル)	
		工場・事業場から排出する場合に、届出しないように命ずることができるか	排出対策を推進することによって、大気汚染の防止を図るようになっていないか 汚染対策の重点地域を指定し、対策実施を促進する制度が整っているか	排出量の測定ができないため罰則は困難。 不明。	罰則法: 大気汚染防止法	要調査
基 本	(3)実効ある法制度の整備3 (環境基準の制定)	環境基準が定められているか、人の健康を保護するための基準と、生活環境を保全する上で維持されるべき基準に分かれているか	環境基準は定められている。多分2つには分かれていない→要調査。	わが国の基準を開発途上国に当てはめるのは好ましくないという意見もあるが、その構成と考え方を認識するために役立つ。	要調査	
		地域ごとに環境基準の適合状況が開示されているか	環境モニタリングが、まさに始まろうとしている段階である。	環境基準は環境保全行政上の目標で、人の健康を保護し、生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準であり、多くの国に当てはまる。		
	(4)実効ある法制度の整備4 (排出基準の制定) 以下のサブ目標を含む ・規制の適切な運用のためのシステム開発	排出基準には、人の健康の保護に関する項目が含まれているか	未調査	未調査	排出基準がない。あっても妥当な水準ではないとすれば、実効ある大気汚染防止対策の計画策定や実施は難しい。	要調査
		一律の排出基準が、地方自治体以上乗せ規制、排出規制ができるか	未調査	未調査	排出基準がない。あっても妥当な水準ではないとすれば、実効ある大気汚染防止対策の計画策定や実施は難しい。	法プロで、排ガス測定の実績共有、測定トレーニング、OJTを実施できる。
政 策 ・ 社 会 シ ス テ ム	(5)大気管理政策の策定 以下のサブ目標を含む ・行政担当官の能力向上	国レベルで、大気汚染改善の計画(プログラム)、例えば全国大気改善対策推進計画が作成されているか	多分していない。	一般的に、開発途上国では大気環境管理の優先度は低いため、大気環境管理について、国としてのコミットメントが明示され、ほかの国との比較において高い優先度が確保されているか、それが重要である。それがなければ、対象都市が事業を実施する場合に、国からの支援は受けられない。		
		大気汚染について、国レベル、地方レベルで政策の中に公約が示されているか	多分していない。			
		公約が示されているにもかかわらず、制度や体制の不備により実施されていないか	多分していない。			
		経済的インセンティブによる、企業の自主的対策推進が盛り込まれているか	多分していない。			
	(6)大気管理計画の作成 以下のサブ目標を含む ・行政担当官の能力向上	長期的視点による段階的・継続的な取り組みをしているか	多分していない。			
		地方レベルで、大気管理計画が作成されているか	未調査。地方レベルを、UB市と考えるならして異なる可能性がある。		要調査	
		主な企業と公害防止協定を締結しているか	多分していない。		要調査	
		計画策定手法、大気データ解析手法などが、組織として標準化されているか	データを取得した、もしくは始める直前の段階なのでできていない。	環境管理の4プロセスである、モニタリング→評価→対策立案→政策実施、を考慮しながら確認する。	法プロで環境モニタリングのデータ解釈能力育成を含めながら、対応可能。	
		地域の総合的計画の考え方があるか	無い		次期計画では、このレベルまで到達するのは困難と想定。	
		対象地域の環境保全計画が策定されているか	国会決議46号程度で策定されている。		マスタープランプロジェクトでは把握している可能性が高い。	
イン フラ	(7)基礎インフラ	対象地域の道路状況、アクセス		大気汚染防止に係る基礎インフラ状況、情報開示、情報へのアクセスなどを把握する。	同上	
		産業の密集度、人口密度 対象地域の通信手段と普及率 インターネット普及状況			同上	
社 会 組 織	(8)コミュニティの環境管理能力	大気環境の悪化と健康・生活への影響に関する啓発活動をしているか	UB市は2009年1月より、コークス系燃料の普及のためTVラジオのCMを実施する予定。			
		大気環境管理のために広範な関係者を動員する仕組みがあるか	「大気汚染対策国家委員会」とそのワーキングGがある。			
		4者(行政、市民、企業、大学・研究機関)が正確な環境情報を共有しているか	していない。正確な環境情報を取得する努力が始まった段階。	大気環境管理は行政の努力だけで解決するわけではなく、あらゆる主体が参加することにより、行政、企業により良い環境対応を促すことが期待される。	モニタリングは、GTZ、仏ローン、JICAも機軸でモニタリング機材を供与「環境プログラム制度」のスキームを使って、UB市(GTZ)、自然環境省(独自予算と仏ローン)によるモニタリング局データを、お互いに共有するシステム(国家モニタリングネットワーク)の構築は可能性あり。	
		市民が大気質の懸念測定などを通じて、意識を向上し、汚染への働きかけを強化しているか	していない。			
	(9)環境教育・環境学習 以下のサブ目標を含む ・大気環境保全への意識啓発	大気汚染問題に関心を喚起するため、国レベル、地方レベルで、環境状況報告書が作成され公開されているか				
		コンテンツ(教材、マニュアルなど)が開発されているか				
(10)環境関連企業の振興 以下のサブ目標を含む ・環境管理への企業参入促進 ・環境保全産業の振興	アクセシビリティ(資料配付、体験学習、広報活動など)の改善に取り組んでいるか	まだ段階がない。WBのコンポーネントの最後にある。		市民は大気汚染において被害者であると同時に加害者である存在だが、市民一人一人が問題解決に取り組むと同時に、被害を回避することが重要である。	次期計画では、このレベルまで到達するのは困難と想定。	
	リーダー養成に取り組んでいるか					
	ネットワークが形成されているか					
	学校で環境教育に取り組んでいるか					
	信頼できる環境計量会社が成長しているか					
	環境コンサルタントが成長しているか					
	大気汚染関連のコンサルテイング企業(クリナー・プロダクション、脱炭・脱硫技術など)が成長しているか	まだこの段階でない。		企業は、自社で処理施設の設計製作、運転管理、排出モニタリングなどができないので、長期的環境コンサルタントの成長が必要である。	次期計画では、このレベルまで到達するのは困難と想定。	
	民間技術者に対する公的な技術力認定制度(公害防止管理者、環境計量士など)が導入されているか					

ウランバートル市大気汚染対策にかかるキャンペーン・アセスメント・チェックリスト
(2008年12月第1次詳細計画策定調査終了時点)

視点	内容	キャンペーン・アセスメントの対象項目	確認すべき事項	モンゴル側の状況	コメント/備考	JICAの対応 今後の協力の方向性 (現段階では、コンサル(高橋)の個人的見解。)	
組織形態・マネジメント	(11) 中央行政の組織 以下のサブ目標を含む 一元的な大気管理の強化 組織内の職務分掌の明確化 ほかの組織との連携		国全体の開発計画の中で環境保全あるいは持続可能型開発に重点が置かれているか				
			環境省に相当する組織が存在し、大気環境行政の突出組織が整っているか	組織は、自然環境観光省がある。			
			大気環境行政が一元的に行われているか、多くの省に分散しているか	行政は、自然環境観光省、エネルギー省、国家監察局とUB市。モニタリングは、NAMHEM、UB市、モンゴル大、などに分散。			面が、環境政策をリードする責任を果たしているか、総体として把握する。
			組織内の職務分掌が明確か	調査中			
			法的枠組みづくりの責任を果たしているか、環境基本法、個別法の制定など	不明			通常、対策実施の現場は地方であるので、執行権限は地方自治体に委譲されている。わが国の環境基本法、大気汚染防止法等の条文を参照し、「国よ」「政府よ」「環境大臣よ」とされているものと、「都道府県知事は」「地方公共団体は」「市町村は」とされているものとの区別を明確すると、わが国の法的枠組みにおける中央と地方の役割・責任分担が理解できる。
			国レベルの環境管理システム策定の責任を担っているか、一律的措置の発議など	不明			
	(12) 地方行政の組織 以下のサブ目標を含む 一元的な大気管理の強化 組織内の職務分掌の明確化 他の組織との連携		大気質改善の目的達成のため、関連する他の組織との連携や調整メカニズムがあるか	「大気汚染対策国家委員会」とそのワーキングGがある。			
			国が、施行を担当する出先機関を持っているか、国が地方へ法令に基づき権限委譲しているか	不明。NAMHEM(NAQO)とUB市大気質課の間には、インスペクターの認可、ドナーのモニタリング局をどちらからもらうかなど、連携がある。権限の委譲としてはその間に、国家監察庁、技術資源、エネルギー省が関連しており、複雑。			
			法令により地方に委譲された権限を実施するため、地方の執行能力を向上させる財政措置や技術支援がなされているか	不明			
			地方レベルの環境担当部局が存在し、大気環境行政を実施しているか	UB市			
			大気環境行政が一元的に行われているか、多くの部局に分散しているか	大気質課のみ、UB市の中の独立組織(エージェンシー)への昇格が12/24に閣議決定された。			
			組織内の職務分掌が明確か	ある程度、明確。プロパゲンダ参照。			
(13) 大気汚染の問題点とその原因の把握		地方自治体の環境健全性に対する基本的姿勢が明確になっているか、環境基本条例、環境保全条例の制定など					
		地方レベルの大気環境管理の責任を担っているか、地域の環境の改善に合ったきめ細かな施策など	職員数が少なく、不十分。			地方の環境政策の責任を担っているか、モニタリング=評価・解析=政策立案=政策実施、で表される環境管理の4プロセスを考えると確認する。	
		大気質改善の目的達成のため、関連するほかの組織との連携や調整メカニズムがあるか	「大気汚染対策国家委員会」とそのワーキングGがある。			中央と地方の役割分担が明確で、双方が責任を担っているか。	
		地方へ委譲された権限を執行しているか、特に、発生源の監視・改善命令・指導など	職員数が少なく、不十分。				
		大気質管理業務、特に、大気質モニタリング、発生源の監視、規制の実施などにおいて、ガイドラインやマニュアルは整備されているか、活用されているか。業務の品質管理はなされているか。	未整備			プロの活動の中で、発生源の監視、(規制の実施)などに高点を絞って実施できる。	
		対象地域の大気汚染の問題点とその推移を、データと解析結果を示して説明できるか	できない。			大気汚染を概念的・感覚的に捉えているのではなく、データとその解析結果を基に把握しているか。	
(14) 政策決定者の意識		大気汚染の原因を特定しており、その対応策と実施するための課題を説明できるか				概念的・感覚的に捉えているだけでは、その対策や困難さも理解できない。	
		トップの問題認識は妥当か、意識改革が必要か	自然環境観光省、環境資源エネルギー省、UB市とも問題認識は妥当。冬季の積雪から早朝にかけての大気汚染レベルが急激的に高まり、長時間に解決できる問題ではないことを認識している。			大気汚染を概念的・感覚的に捉えているのではなく、データとその解析結果を基に把握しているか。	
		法令遵守の姿勢があるか	ない			一般的に、大気汚染対策の優先度は低いので、政策決定者の理解と支援が得られるかどうかが鍵となる。	
		トップの問題認識は妥当な認識か、データの評価・解析、法令、財政措置に基づいたものか	なんとも書けない。			問題解決のために必要となる手段(事業費の確保、予算の配分変更、執行体制)とリンクして問題を認識しているか。	
(15) 企業の環境管理能力 以下のサブ目標を含む 規制の適切な適用のためのシステム開発 企業の環境管理システムの形成と強化		環境対策の広報、議会対策をしているか	UB市は広報を開始する予定。				
		トップが対応策を実施に移すため、リーダーシップを発揮しているか	発議しつつある。				
		企業のトップは環境管理に関心を表明しているか					
		企業内環境管理活動(5S、省エネ、OP技術導入、EOP設備、ISO14000シリーズ認証取得)が導入されているか					
		企業は行政の技術支援・指導を受け入れる意地があるか					
		同一業種内での経験を共有し、対策を推進する仕組みがあるか					
		企業による自主モニタリングがなされ、その結果は行政に報告されているか					
		自主モニタリング結果の信頼性がチェックされているか					
		企業の環境管理・公害対策体制が整っているか、それは自主的か、行政指導によるものか、法制度に基づくものか					
		企業の環境パフォーマンス(EPI)の評価がなされているか、EPIは消費者に公開されているか、行政によるEPIの評価がなされているか					
		行政側は、業種ごとの業界団体、企業組合などとの協力関係を構築しているか	まだこの段階でない。				
		環境保全産業協会のような団体が設置され、各企業の経験をシェアする仕組みがあるか					
		企業の公害防止投資を推進するための、資金の転貸、技術的助言などをとする制度があるか					
		工場などが立地している地域で、各企業に対し汚染物質の排出を削減するための対策(廃棄物の最小化やクリーン・テクノロジーなど)を推進する計画が作成され、実行されているか					
		市民に情報発信がされているか					
公害防止管理省制度に相当するものが導入されているか							
企業は行政から与える規制と罰則法を理解しているか							
企業は、環境管理関連マニュアル/ガイドラインを整備されているか。活用されているか。業務の品質管理はなされているか							

ウランバートル市大気汚染対策にかかるキャパシティ・アセスメント・チェックリスト
(2008年12月第1次詳細計画策定調査終了時点)

視点	内容	確認すべき事項	モンゴル国の状況	コメント/備考	JICAの対応 今後の協力方向性 (現段階では、コンサル(高橋)の個人的見解。)		
人的資産	(16)行政(中央、地方)の人材・能力	「(11)中央行政の組織」に係る「確認すべき事項」と同じ					
		「(12)地方行政の組織」に係る「確認すべき事項」と同じ					
	(17)企業の人材・能力	「(15)企業の環境管理システム」に係る「確認すべき事項」と同じ		相違図や職員数から行政の人材・能力を定量的に判定することは、その道の専門家以外には難しいと思われる。したがって、本表の「確認すべき事項」に記載されている様々な現状・実績・パフォーマンスから、人的資産の現状としてのキャパシティを定量的に把握する。			
	(18)市民の人材・能力	「(9)環境教育・環境学習」に係る「確認すべき事項」と同じ					
組織	(19)大学等研究機関の人材・能力 以下のサブ目標を含む ・行政・企業・市民への情報提供、働きかけの強化	自国における、大気環境管理の科学的知見を持つ人材が肥後され、リストアップされているか	未調査				
		大学、行政研究所、関連業界研究所が連携する仕組みがあるか、セミナー、ワークショップの実施など	多分ない。				
		研究成果としての対策技術情報が公開されているか	多分ない。				
		人材とその能力を動員する仕組みがあるか	多分ない。				
	(20)大気質測定計画	常時監視が、法令で定められているか	今、常時監視(環境モニタリング)がまさに開始されようとしている段階。「The Mongolia Law on Air Quality Monitoring」に相当すると思われる「国家」に「Air Quality Monitoring」の記述があるが、具体性に欠ける。		わが国では、大気汚染防止法で常時監視が定められ、都道府県の知事が計画作成、監視、結果の公表、環境大臣への報告を行うことになっている。		
		大気質測定計画を作成する者、測定する者、誰に報告するかが明確になっているか	多分ない。				
		測定項目、測定地点、測定方法を対照し、測定結果の公表などが定められているか	多分ない。				
		常時監視が法令で定められているとすれば、それが実施されているか	手分別によるモニタリングは、NAMHEMで実施されている。				
		モニタリングのデータベースがあるか	自動連続モニタリング機によるモニタリングは、NAMHEMがオーストラリア製の機材で2008年10月に活動を開始したが、重要なPMの測定は12月中旬で故障。				
		モニタリングデータの解析結果が、種にどの程度開示されているか	一方、UB市はGTZの測定員が随所で、2009年1月から測定を始める。機材はカリ(ローロック)製とGRIMM製で、きわめて適切な選択がなされている。				
知的資産	(21)大気環境の監視 以下のサブ目標を含む ・大気質モニタリング体制の構築・精度の向上 ・大気質データの蓄積・活用 ・規制の適切な運用のためのシステム開発	モニタリングデータの解析結果が、種にどの程度開示されているか	校正用標準ガス、消耗品、停電対策、局内での環境監視と監視も十分である。しかし、数でのモニタリングには、2人の職員が1週間参加しただけで、GTZのローカルスタッフは「十分、GTZで実施する予定は無いので、JICAで実施できないか?」と心配していた。	わが国の環境省や都道府県のWebサイトで、大気環境に関して提供されている情報の種類、量、精度を確認し、それと比較する。よい。			
		モニタリングデータの精度はどの程度か、一般への開示に備えているか					
		モニタリングデータの解析結果に基づき、その結果がレポートにされ、大気質管理の強化に活用されているか					
		環境状況報告(State of Environment: SOE)の要素が、関係官庁・企業などの機能的連携メカニズムに提示されているか					
		工場・事業場から排出する場合は、届け出るように定められているか	多分ない。設置許可のみ。			技プロの中で、インベントリーの作成と「届出制」による発生源管理の展開を指導できる可能性がある。	
		工場・事業場からの排出は、排出基準に適合させるように定められているか	法的には、定められている。が発生源の計測技術、機材が無いが不足しているため、実効性がない。			技プロの中で発生源の計測機器と計測技術を供与/育成できる可能性がある。	
	(22)発生源(工場・事業場)の監視 以下のサブ目標を含む ・規制の適切な運用のためのシステム開発	行政の長は、排出基準に適合しない届出をするおそれのある者に対し、改善命令や排出停止命令ができるか	多分。法的にはある。現実には、同上の理由により実効性がない。			同上	
		工場・事業場から排出する者は、汚染状況を測定し、記録しておくように定められているか					
		発生源の監視をするための知識・技術を有した集団がいるか					
		行政の長は、汚染物質を排出している工場・事業場に対し、適切な指導をしているか					
人的資産	(23)環境情報の整備と提供	行政の立ち入り検査とフォロー(改善命令、操業停止、罰金)の状況が取りまとめられているか					
		汚染排出量を把握した上でデータベース化し、これを大気質管理に活用しているか	まだ、この段階でない。				
		主要な汚染源を地理上に落とし、汚染源ごとの汚染物質の種類や量を把握して、汚染地図が作成されているか					
		大気汚染の重点地域、重点企業が把握されているか					
		工場などが立地している地域で、各企業に対し汚染物質の排出を削減するための対策(廃棄物の最小化、クリーン・テクノロジーの導入など)を推進・支援する計画が作成され、実行されているか					
		監視・改善命令・指導の状況から判断して、更なる規制基準といえるか					
	人的資産	(24)科学的知見の向上 以下のサブ目標を含む ・調査研究能力の向上 ・行政・企業・市民への情報提供、働きかけの強化	環境への負荷、環境の状況、対策に関する統計などが提供されているか	まだこの段階でない。			
			国レベル、地方レベルで、汚染実態が把握され、その情報が環境報告書、Webサイトなどで住民に提供されているか				
			市民へ緊急時の警報を発信する仕組みがあるか				
			大気環境に関する調査・研究が推進されているか、その実績				
人的資産	(25)大気環境管理に係るマニュアル 以下のサブ目標を含む ・行政担当官の能力向上	環境科学技術者集団として、企業、大学、研究機関、科学的委託をもちNGOなどが、行政の支援部隊となっているか					
		科学的知見を大気汚染防止の戦略的対策に活用しているか					
		大気環境に関する学会があり、活動しているか					
		関係者が環境科学技術者集団にアクセスできるか					
人的資産	(26)大気環境管理に係るマニュアル 以下のサブ目標を含む ・行政担当官の能力向上	どのようなマニュアルがあり活用されているか					
		大気環境の監視、モニタリングデータの解析 発生源(工場・事業場)の監視 企業の環境管理 健康影響のある汚染物質が、排出された場合の緊急対応					

ウランバートル市大気汚染対策にかかるキャパシティ・アセスメント・チェックリスト
(2008年12月第1次詳細計画策定調査終了時点)

視点	内容	キャパシティ・アセスメントの 対象項目	確保すべき事項	モンゴル側の状況	コメント/備考	JICAの対応 今後の協力の方向性 (現段階では、コンサル(高橋)の個人的見解。)
物的 資産	(26)施設整備に対する中央の 財政措置 以下のサブ目標を含む ・財務計画の策定		地方自治体が環境保全に関する施策を実施するための費用について、国は必要な財政上の措置をとるよう、基本法、自治法で定められているか	不明	大気汚染防止対策事業は、効果の発現に 長期間にわたる継続的な実施が必要であ る。財政基盤の弱い地方自治体の事業は、 国による財政支援の内容、対象、条件な どが明確になっていなければ、途中で挫 折する。	
			上記の定めによる国からの補助金の実績があるか	不明		
	(27)施設整備に対する地方の 財政措置 以下のサブ目標を含む ・財務計画の策定		対象とする地方自治体は、上部機関からの補助金を受けた実績があるか、その努力をしているか	不明	施設整備の事業費が確保される見込みが ない状態では、たとえ調査結果がフイ ンダムであっても実施できないおそれが 大きい。 大気汚染防止施設の整備は借入金だけで 実施することはできない。無理に実施し ても維持運営することは難しい。	
			対象とする地方自治体は、大気汚染防止施設の整備に対する財務 計画を作成しているか	不明		
			財務計画がなく、ローンなどの借入金だけに頼っているか	不明		
	(28)施設維持管理費 以下のサブ目標を含む ・汚染者負担原則の適用 ・適正な費用負担の方法		運営・維持管理の組織があるか	まだこの段階で無い。	中小都市では、多くの場合収支が不明確 で、運営の実態が把握できない。このよ うなケースでは、仮に事業を実施しても、 後で財政的に拮抗が生じる。 既存施設が適正に維持管理されていない 状態のまま多大な追加投資をしても、維 持管理費がさらに増加することになり耐 えられない。 一般的に、大気汚染防止施設の運営・維 持管理の優先順位は低く、予算不 足の際は、真っ先に維持管理費を削減 する。施設が朽ち果てている場合は要注 意である。	
			汚染者負担の原則が定められているか、それが適用されているか			
			地方自治体は、施設維持管理に係る適正な費用負担の方法を条例 などで定めているか			
			対象とする地方自治体は、管理している施設の維持管理費の収支 を明確にしているか			
	(29)現在の大気汚染防止施設		処理区域、処理人口、処理量などが数値されているか	廃棄物の記述??	施設の状況が不明確で、実態を把握して いないケースでは、施設の運営・維持管 理の問題点も把握していない。	
行政と住民がローコストの衛生設備設置など、できることから取 り組んでいるか			廃棄物の記述??			
施設の状況			検査設備に関しては、最も進んでいる第4火力 発電所では、25年前のロシアの技術(電気集 塵機)、第2、第3火力では、40年以上前のロシ アと中国の技術(サイクロン)で対応。 燃焼、脱硫コストがかなり高いため、現状では 対応不可能。			
行政と住民が汚染負荷発生量を減らす取り組みをしているか			廃棄物の記述??			
資金がない、技術がないなど、なぜできないかの弁解ばかりして いないか			廃棄物の記述??			
各施設のインベントリが整理されているか			廃棄物の記述??			
人的 資産			(30)ラボの整備 以下のサブ目標を含む ・大気員分析・検査能力の向上	中央・地方で大気質監視などに必要なラボが整備されているか		
	地方のラボに対し、財政措置や精度管理のための支援がなされているか	不明だが、多分されていない。			技プロでは、排ガス測定、ばいじん測定など一 部の機材の供与は可能と想定。ただし、ラボ整 備には対応できない。 そこで、 1.「環境プログラム無償」のスキームを使っ ての、NAMHEMの機材整備 2.「環境プログラム無償」のスキームを使っ ての、世帯が熱望している、「施設実践ラボ」の 整備。現状のキャパシティでは、ラボは ①モンゴル大学、 ②NAMHEM中央環境・計量ラボ になる 引越しを繰り返す、市役所や省庁の部屋は実験 室には不向き。	
	分析項目に対する十分な精度の機器が整備され、維持管理されて いるか	不十分				
個人 知識・ 技能	(31)個々の人材の能力	特にカウンターパート機関を中心とした関係者の知識、技能、技 術レベル	UB市の職員のレベルは把握できていない。計 測に関する経験は不足していると考えられる。 一方、NAMHEM職員は 大気・エンジニア数名、アシスタント3名と 負数は少ないものの、NAQOのEnkhmaaさんを 始め、かなりの経験と有する人材がいる。	個々の人材の能力を評価することには困 難が伴い、また個々の能力が所属する 組織の能力を象徴として体現するもの ではないことに留意が必要。 案件形成、事前調査、協力開始後の初期段 階にキャパシティアセスメントを共同 で行うことで、個々の能力を測定、 評価するというよりも、どの程度、問題 解決能力を有する人材が存在するかの 定性的な詳細により、技術協力実施に おける中心となる対象となる人材を見 いだすことが現実的な方法となる。	個々の人材、資機材、設備なしに排ガス、 排ガス測定の実施は難しい。 引越しを繰り返す、市役所や省庁の部屋は実験 室には不向き。	
		個々の人材の問題意識、責任感のレベル	BataraAhan課長の問題意識のレベルは高い。 NAMHEMは技術レベルが高い。			
		どのような言語でコミュニケーションが可能か(技術協力実施に おけるドナーとの意思疎通の方法はどのようなものとなるか)	①日本語→モンゴル語のレベルの高い通訳 ②英語→日本語のレベルの高い通訳 UB市、NAMHEMとも英語のみでの高度なコミュニ ケーションは困難。			

MINUTES OF MEETING
BETWEEN THE AUTHORITIES CONCERNED OF
THE GOVERNMENT OF MONGOLIA AND
THE JAPANESE FIRST DETAIL DESIGN SURVEY TEAM
ON TECHNICAL COOPERATION FOR
THE PROJECT OF REDUCTION AIR POLLUTION REDUCTION
IN ULAANBAATAR CITY

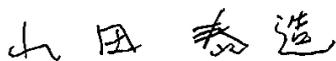
The Japanese First Detail Design Survey Team (hereinafter referred to as "the Team"), organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") and headed by Mr. Taizo Yamada, visited Mongolia from 14 December to 19 December 2008, for the purpose of discussing with the Mongolian authorities concerned (hereinafter referred to as "the Mongolian side") the formulation of the technical cooperation regarding the Project of Reduction Air Pollution in Ulaanbaatar City (hereinafter referred to as "the Project").

During its stay in Mongolia, the Team exchanged views and had a series of discussions with the Municipality of Ulaanbaatar (hereinafter referred to as "MUB) and other authorities concerned with respect to desirable measures to be taken by both Governments for effective preparation of the Project.

As a result of the discussions, both the Mongolian side and the Team agreed to recommend to their respective Governments the matters referred to in the document attached hereto.

The technical member of the Team will remain in Mongolia to continue its study until 27 December 2008.

Ulaanbaatar, December 19, 2008



Mr. Taizo YAMADA
Leader
First Detailed Planning Survey Team
Japan International Cooperation Agency
Japan



Mr. Choimpog BAT
General Manager of City and Chief of the
Mayor's Office
Municipality of Ulaanbaatar
Mongolia

Witnessed by:



Mr. Baavgai KHURENBAATAR
Director-General
Department of Policy and Coordination for
Loan and Aids
Ministry of Finance
Mongolia



Mr. Sevjid ENKHTUVSHIN
Director-General
National Agency for Meteorology, Hydrology and
Environment Monitoring / National Air Quality
Office of Mongolia



ATTACHED DOCUMENT

Based on the Application Form For Japan's Technical Cooperation made by the MUB dated on 25 May 2007, both the Mongolian side and the Team (hereinafter referred to as "the both sides") exchanged views and ideas and confirmed the following main points;

I. PREPARATORY PROCESS OF TECHNICAL COOPERATION

The Team proposed the preparatory process of technical cooperation, including the Preliminary Emission Inventory Survey in March/April 2009, as shown in ANNEX I. The Mongolian side agreed to the proposed process.

II. PRELIMINARY EMISSION INVENTORY SURVEY

The Team explained the procedure of the Preliminary Emission Inventory Survey (herein after referred to as "the Survey") including flue gas measurement and questionnaire survey of Heat Only Boilers (hereinafter referred to as "HOBs")/boilers, as shown in ANNEX II. The Mongolian side understood the procedure and agreed to the implementation of the Survey.

As for the types of emission sources for the Survey, the both sides agreed to focus on large-/medium-scale stationary sources such as HOBs, while the Team will continue to examine the possibility of measuring the flue gas from power plants, if technical condition permits.

Mongolian side proposed the measurement of emission from stoves in Ger areas. The Team explained that the considerable difficulty exists in such measurement, but agreed to examine the technical possibility of measurement.

In order to implement the Survey, JICA shall undertake the followings:

- To dispatch Japanese consultants (hereinafter referred to as "the Consultants") to implement the Survey,
- To transport the equipment for flue gas measurement owned by the Consultants,
- To prepare flanges (stainless/steel tubes with a removable lid) for measuring hole at a local factory,
- To make measuring holes and install flanges to the stacks of selected (approximately 10 to 15) HOBs/boilers under contract with an appropriate local firm,
- To make flue gas measurement of the HOBs/boilers,
- To implement visiting interview for questionnaire survey on HOBs/boilers,
- To analyze the result of measurement and questionnaire,

- To organize a workshop with Mongolian side to share the results of the Survey,
- To submit a report on the result of the Survey to the Mongolian side.

For smooth implementation of the Survey, Mongolian side shall undertake the followings:

- To provide information necessary for the Survey, such as the existing emission inventory data,
- To appoint and assign appropriate personnel in charge of the Survey for smooth implementation and coordination,
- To obtain permission of owners of HOBs/boilers for the flue gas measurement and the questionnaire survey, and to inform the list of those HOBs/boilers to JICA Mongolia Office until the end of January 2009,
- To provide the facilities of the Central Laboratory of Environmental Metrology (CLEM) for the analysis of flue gas measurement data,
- To participate in the flue gas measurement, the interview for questionnaire survey, and the analysis of the results with the Consultants,
- To organize a workshop with the Consultants, for sharing the results of analysis,
- To coordinate with other authorities concerned, such as National Agency for Meteorology, Hydrology and Environment Monitoring of Mongolia (hereinafter referred as to "NAMHEM"), for the smooth implementation of the Survey,
- To ensure exemption from custom duties, internal taxes and other fiscal levies that may be imposed in Mongolia with respect to temporal importation and exportation of the Consultants' equipment for flue gas measurement,
- To ensure prompt execution for custom clearance of the Consultants' equipment for flue gas measurement,
- To bear claims, if any arises, against JICA and the Consultants incurred out of the due implementation of the Survey, except for those arising from their willful misconduct or gross negligence,
- To settle any disputes arising from the Survey on behalf of JICA and the Consultants,

III. TITLE OF THE PROJECT

The Project title in the Application Form For Japan's Technical Cooperation made by the MUB dated on 25 May 2007 is "Project of Reduction Air Pollution in Ulaanbaatar City."

Both side agreed to recommend to their respective Governments to change the project title from "Project of Reduction Air Pollution in Ulaanbaatar City" to "Capacity Development Project for Air Pollution Control in Ulaanbaatar City" to reflect the tentative project framework as below.

IV. TENTATIVE PROJECT FRAMEWORK

(1) Based on the previous study and collected information on the ongoing efforts by the Mongolian side and other donors, the Team proposed the Project to focus on the capacity development for emission reduction of air pollutants, as shown in ANNEX III, which would result in air quality improvement and air quality benefits to the Ulaanbaatar city in the long run. The Mongolian side basically agreed to the proposal and based on the discussions, the both side confirmed the following points;

- 1) Human resource development in the Mongolian side is essential for the effective implementation of air quality control measures.
- 2) In order to reduce the emission of air pollutants and to improve air quality, various regulations and control measures should be established and enforced, for which strengthening the institutional capacity of Mongolian side is important.
- 3) It is necessary to improve the information on emission sources and the existing emission inventory for the identification of priorities and the effective planning of countermeasures.
- 4) The MUB will be the main counterpart of the Project, while the cooperation from other agencies such as Ministry of Nature, Environment, and Tourism, NAMHEM, and Ministry of Mineral Resources and Energy is indispensable and will be obtained for the effective implementation of the Project.

(2) Based on the focus and identified points discussed above, the both sides agreed on the tentative framework of the Project, as described below, and agreed to continue discussion on the detailed contents of the Project to be decided until the Third Detailed Planning Study in summer 2009.

Project Title

Capacity Development Project for Air Pollution Control in Ulaanbaatar City

Overall Goal

Measures for emission reduction of air pollutants will be strengthened in Ulaanbaatar City

Project Purpose

Capacity for air pollution control in Ulaanbaatar City is strengthened, paying special attention to the human resource development of the MUB and other relevant agencies among other aspects of the capacity development.

Duration of the Project

4



The duration of the technical cooperation for the Project will be three to four years, yet to be decided at the time of dispatch of the Third Detailed Planning Survey team.

(3) Regarding contents of the Project, some ideas were exchanged, as shown below:

- 1) Considering the Project's focus on human resource development, the Mongolian side emphasized the importance of practical training of counterpart personnel. The Team agreed to consider the point in the detailed design of the Project.
- 2) The Mongolian side requested the Team of promoting exchange of information and coordination between other donors contributing air quality management in Ulaanbaatar. The Team agreed to continue existing coordination between other donors.
- 3) The Mongolian side requested advice for the master plan for air pollution management in Ulaanbaatar City, within the framework of the Project. The Team explained that the improvement of emission inventory and the establishment of the City's action plan would be identical to the master plan, but agreed to consider the point in the detailed design of the Project.

ANNEX I	Proposed Technical Cooperation Project Preparatory Process
ANNEX II	Proposed Procedure for the Preliminary Emission Inventory Survey
ANNEX III	Proposed Focus of JICA's Technical Cooperation



ANNEX I Proposed Technical Cooperation Project Preparatory Process

STEP 1: 1st JICA Detailed Planning Survey Mission (This Mission), December 2008

- Discussion on the proposed process of the project preparation;
- Preliminary discussion on ideas of outcomes, objectives and major outputs of the Project (based on the UB city proposal in 2007 and the previous JICA project formulation missions, 2007-2008);
- Preparation for the preliminary emission inventory survey; and
- Update of relevant institutional setups for UB air quality management.

Results expected:

- Agreement on the project preparation process;
- Agreed ideas of outcomes, objectives of the Project;
- Agreed arrangements for the preliminary emission inventory survey;
- Draft TOR for the preliminary emission inventory survey; and
- Updated information on the institutional setup for UB air quality management.

STEP 2: 2nd JICA Detailed Planning Survey Mission, tentatively planned for March – April 2009

- Execution of the preliminary emission inventory survey
- Related capacity development activities such as on site training and seminar

Results expected:

- Preliminary Emission Inventory (Identification of priority emission sources and necessary actions for further improvements of the emissions inventory),
- Preliminary assessment of emission mechanism and issues involved,
- Ideas for possible measures for emission reductions and necessary actions
- Capacity Assessment of the Mongolian side (UB city and relevant agencies) vis-à-vis the perceived necessary actions for emission reduction.
- Planning project activities to be supported by JICA and proposed institutional setup including project counter part formation, based on the UB city proposal in 2007 and the results of 1st and 2nd JICA Detailed Planning Survey Missions.

STEP 3: 3rd JICA Detailed Planning Survey Mission, planned for 2009 summer

- Discussion on the project design (outcomes, objectives, outputs, activities, counter part set up and necessary undertakings by Mongolian side and Japanese side)
- Decision and agreement on the project design (project outcomes, objectives, outputs and activities, counterparts setup, ---)
- Project Design Matrix (PDM)
- Record of Discussion (R/D) signed

STEP 4: Technical Cooperation Project Inception, planned for 2009 autumn

- Series of project activities by Mongolian side and JICA in UB city and in Japan (in case of training course).

(Timing and contents of the Detailed Planning Survey Missions are only for discussion purposes and subject to change.)

ANNEX II Proposed Procedure for the Preliminary Emission Inventory Survey

1, Flue Gas Measurement for Emission Inventory of HOBs/boilers

1-1. Before March 2009

- (1) Selection of HOBs/boilers based on type of owner (Government/Local government /Private).
- (2) Confirmation of 1) Name of owner, 2) Address, 3) Telephone number
- (3) Meeting with owners of HOBs/boilers to ask cooperation to Flue Gas measurement,
1) Permission of making a measuring hole, 2) Permission of flue gas measurement,
3) Explanation of objective (not to use for penalty) 4) Permission to use electricity
- (4) Making flanges (stainless/steel tubes with a removable lid) for measuring hole at local factory.

1-2. March to April 2009

- (1) Support for custom clearance of the Consultants' equipment for flue gas measurement.
- (2) Making measuring holes and installation of flanges to the HOBs/boilers' stacks with the Consultants from Japan. (About 10 days)
- (3) Participating in flue gas measurement with the Consultants from Japan. (About 15 days).
- (4) Analysis of measurement data with the Consultants from Japan.
- (5) Organizing a workshop with the Consultants for sharing the results of analysis
- (6) Support for custom clearance of the Consultants' equipment for flue gas measurement to Japan.

2, Questionnaire Survey for Emission Inventory of HOBs/boilers

2-1. Before March 2009

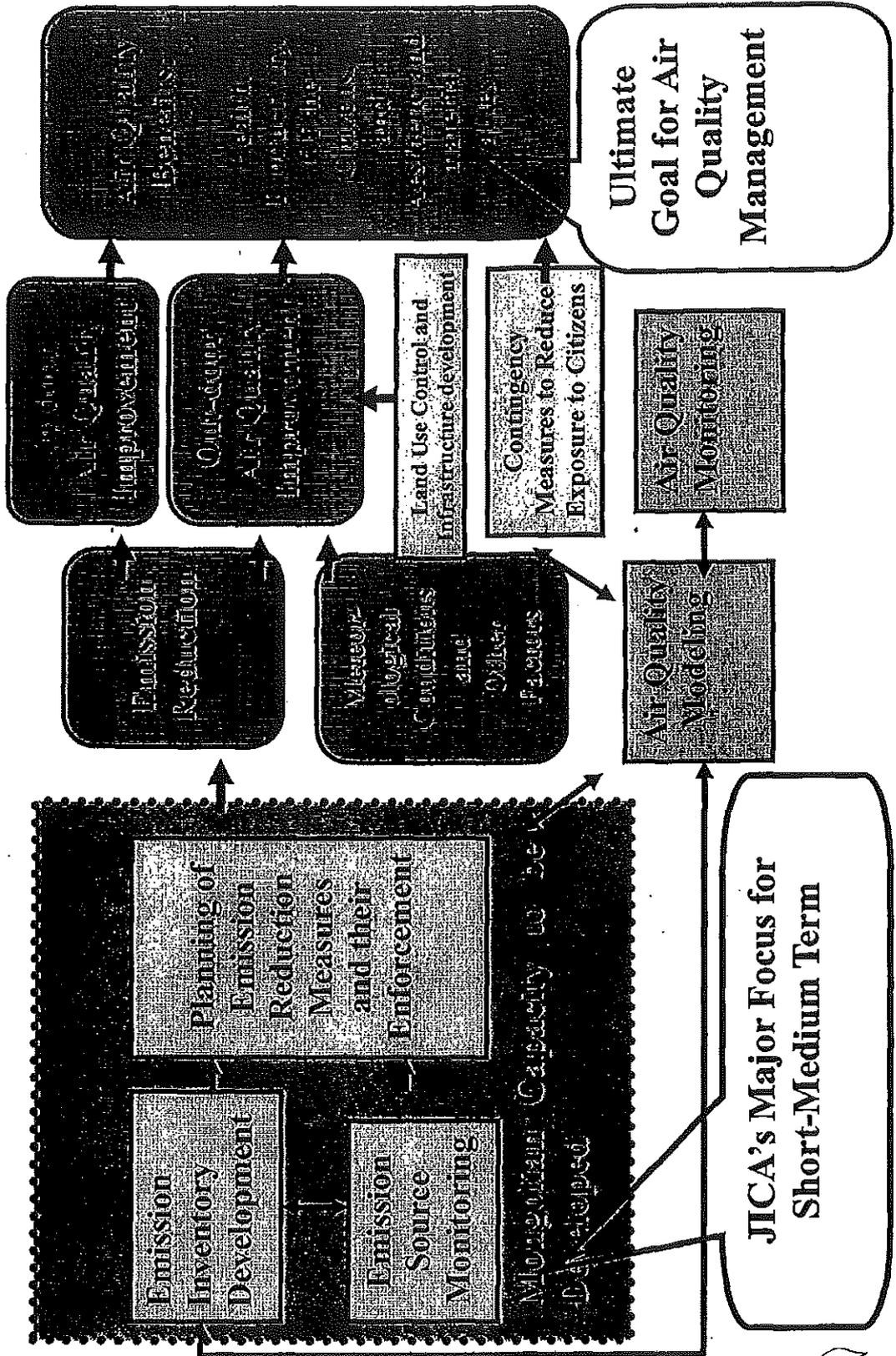
- (1) Selection of HOBs/boilers based on type of owner (Government/Local government /Private).
- (2) Checking the draft of Questionnaire.
- (3) Confirmation of 1) Name of owner, 2) Address, 3) Telephone number

2-2. March to April 2009

- (1) Participating in the interview for Questionnaire with the Consultants from Japan. (About 10 days).
- (2) Analysis of result of Questionnaire data with the Consultants from Japan. (About 5days).



Proposed Focus of the Capacity Development Project for Air Pollution Control in UB City



5. 収集資料リスト

ウランバートル市大気汚染削減プロジェクト第1次詳細計画策定調査 収集資料リスト

入手先	資料番号	The title of the Documents	Publishing Date	English	Mongolian	Japanese	Hard Copy	Soft data	Note
A: 国家基準センター	A-1	MNS 5086 : HOBの定義 (一般項目)	2001		○		○		
	A-2	MNS 5087 : 小型ボイラの定義	2001		○		○		
	A-3	MNS 5216 : ゲルストーブの定義	2002		○		○		
	A-4	MNS 5457 : HOB及びゲルストーブの排出基準	2005		○		○		
	A-5	MNS 5679 : 生石炭粉と泥によるブリケット	2006		○		○		
	A-6	MNS 5680 : 加工ブリケットの要求条件	2006		○		○		
	A-10	MNS 3383-82: 一般環境の定義			○		○		
B: UB市大気質課	B-1	UB市大気質課2007年予算	2007		○		○		
	B-2	UB市大気質課2008年活動報告	Nov. 2008		○		○		
	B-3	EBRD中間報告プレゼン資料	Dec. 2008		○		○		
	B-4	EBRD Mongolia Clean Air Initiative	2008	○			○		
	B-5	ゲルストーブに新燃料を使ったNOx、SO2、CO測定値	Nov. 2008		○		○		
	B-6	Mr. Bicky (コークスタイブ新加工燃料) の広報パンフレット	Dec. 2008		○		○		
C: 自然環境観光省	C-1	政令14号 (石炭の改質推進)	Jan. 2008		○		○		
	C-2	政令27号 (ゲル地区の住宅の集合住宅化)	Jan. 2008		○		○		
	C-3	国会決議46号 (大気汚染対策実施の推進)	Jun. 2007		○		○		
D: NAMHEM/NAQO	D-1	The Mongolian Law on Air	Jun. 1995		○		○		
	D-2	NAMHEM予算2008年	Dec. 2008		○		○		
	D-3	NAQO予算2008年	Dec. 2008		○		○		
	D-4	UB市使用中のボイラー一覧 (調査結果)	2007		○			○	
	D-5	UB市チャングルティ区暖房ボイラー一覧 (調査結果)	2007		○			○	
	D-6	UB市スフハートル区暖房ボイラー一覧 (調査結果)	2007		○			○	
	D-7	モンゴル国法律 国家監査について	Jan. 2003		○		○		
	D-8	発電所の排出基準について	Dec. 2008		○			○	
E: 火力発電所	E-1	第3火力発電所パンフレット	不明	○	○		○		
	E-2	第4火力発電所パンフレット	不明	○	○		○		
	E-3	第4火力煙突 (50m) 地点での自動モニタリング結果	2008		○		○		
	E-4	第4火力 電気集塵機性能試験結果 (前後のダスト測定結果)	200, 620, 072, 008		○		○		
	E-5	第4火力Baganuul, Shivee-Ovooの石炭成分分析表	不明		○		○		
	E-6	日本政府からの無償資金協力及び有償資金協力で実施したこととJICAからの専門家、シニアボランティアとの協力結果 1991-2007	Aug. 2008			○	○		
F: その他	F-1								

第2次詳細計画策定調査
(2009年5月)

目 次

第1章 調査の概要	2-1
1-1 調査の背景	2-1
1-2 調査の概要	2-2
第2章 ウランバートル市における大気汚染対策の現状	2-6
2-1 大気汚染の状況	2-6
2-2 UB市大気質庁	2-19
2-3 モンゴル側関係機関	2-27
2-4 排ガス測定	2-32
2-5 ドナー機関の動向	2-36
第3章 訪問調査	2-40
3-1 対象施設・調査方法	2-40
3-2 燃焼施設の状況	2-44
3-3 HOB業界の状況	2-54
3-4 石炭使用量及び既存調査との比較	2-55
第4章 排煙測定	2-58
4-1 対象施設・測定方法	2-58
4-2 排煙測定結果と排出基準遵守状況	2-77
4-3 排出係数及び既存調査との比較	2-91
第5章 発生源インベントリ	2-115
5-1 調査対象施設の汚染物質排出量及び既存調査との比較	2-115
5-2 調査対象以外の施設の汚染物質排出量	2-117
5-3 UB市大気汚染物質インベントリ	2-119
5-4 本格技術協力プロジェクトにおける調査項目	2-121
第6章 簡易シミュレーション	2-122
6-1 対象地域、対象期間、対象汚染物質	2-122
6-2 シミュレーションモデル	2-122
6-3 気象データ及び設定条件	2-123
6-4 発生源データ	2-124
6-5 現状の簡易シミュレーション結果	2-125
6-6 感度解析及び対策ケース	2-135
第7章 大気汚染対策可能性調査	2-139
7-1 大気汚染物質排出削減にかかわる問題点・課題	2-139

7-2	大気汚染物質発生源対策メニュー	2-141
第8章	現地ワークショップ	2-147
第9章	キャパシティ・アセスメント（組織・人材）	2-149
第10章	本体事業における課題	2-156
10-1	排煙測定	2-156
10-2	インベントリ調査（シミュレーション）	2-157
10-3	大気汚染物質発生源対策	2-157
10-4	その他	2-158
第11章	技術協力プロジェクトの活動に係る提案	2-159

第1章 調査の概要

1-1 調査の背景

今回の第2次詳細計画策定調査は、これに先立って2008年12月に実施された第1次詳細計画策定調査期間中に署名されたM/Mの合意内容に沿って実施されたものである。

2008年12月19日付けのM/Mでは、プロジェクトの枠組について下記のとおり合意した。

(1) プロジェクト名称

Capacity Development Project for Air Pollution Control in Ulaanbaatar City

(ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト)

(2) 上位目標

Measures for emission reduction of air pollutants will be strengthened in Ulaanbaatar City

(大気汚染物質の排出削減の施策が強化される。)

(3) プロジェクト目標

Capacity for air pollution control in Ulaanbaatar City is strengthened, paying special attention to the human resource development of the MUB and other relevant agencies among other aspects of the capacity development.

(ウランバートル市の大気汚染対策の能力が、市政府及び関係機関の人材育成を重点として強化される。)

(4) プロジェクト実施期間

The duration of the technical cooperation for the Project will be three to four years, yet to be decided at the time of dispatch of the Third Detailed Planning Survey team.

(要請を踏まえ、3～4年とするが、第3次詳細計画策定調査にて決定する。)

また、プロジェクトの準備プロセスについては、汚染排出の主要因の理解が不十分なまま、効果的な活動内容及びC/Pの決定は困難なため、2009年3月の第2次調査にて発生源インベントリ予備調査を実施して発電所、HOB等の大中規模の汚染源からの排出の状況をより正確に把握した後、2009年夏第3次調査にて協力内容を確定し、2009年秋よりプロジェクトを開始することを併せて合意した。

また、図1-1に示すように、本プロジェクトでは、特に排煙測定、発生源インベントリ構築、排出規制等、排出削減に資する能力強化に集中するという基本方針が合意された。

**Proposed Focus of the Capacity Development
Project for Air Pollution Control in UB City**

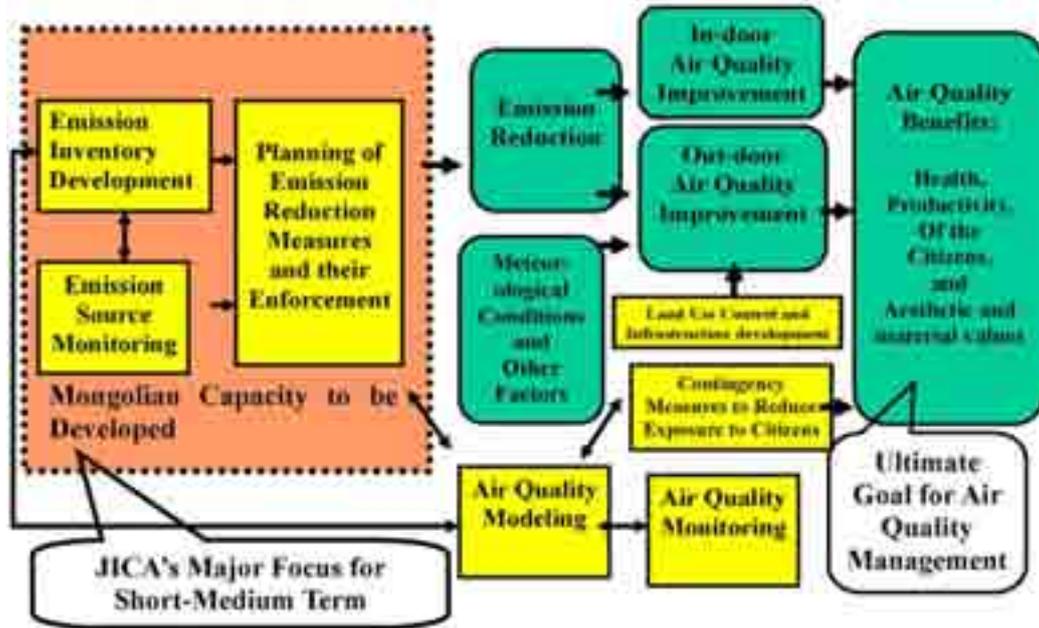


図 1-1 プロジェクト概念図

1-2 調査の概要

(1) 調査目的

本調査の主たる目的は、「ウランバートル市の汚染源インベントリ予備調査を実施して排出係数及び排出源別の汚染物質発生量を概算し、本体協力での効果的な排出削減能力強化の方向性を明らかにするとともに、HOB等からの汚染物質排出削減の能力強化にかかる本体技術協力の可能性・方向性を検討する」ことである。

(2) 調査項目

- ① 大気汚染対策にかかるモンゴル政府の政策・制度の最新状況の確認
- ② 大気汚染対策にかかる関係機関（市大気質庁等）の組織、人員、予算、活動の状況及び役割分担の再確認
- ③ 他ドナー（世銀、EBRD、ADB等）の大気汚染対策に関する支援内容及び進捗確認
- ④ 市大気質庁及び関係機関の担当者のキャパシティ・ビルディング・ニーズの確認
- ⑤ 発生源インベントリ予備調査による主要汚染源把握及び課題抽出
- ⑥ ボイラ等の発生源対策の現状把握及び技術協力の可能性検討
- ⑦ 本体技術協力の方向性及びその他協力案件との連携可能性の検討

調査項目の中、①～④はこれまでのプロジェクト形成調査や第1次詳細計画策定調査の内容を補完するものであり、今回の主たる目的は⑤～⑦の項目である。

図 1-2 にこれらの活動を取りまとめる。

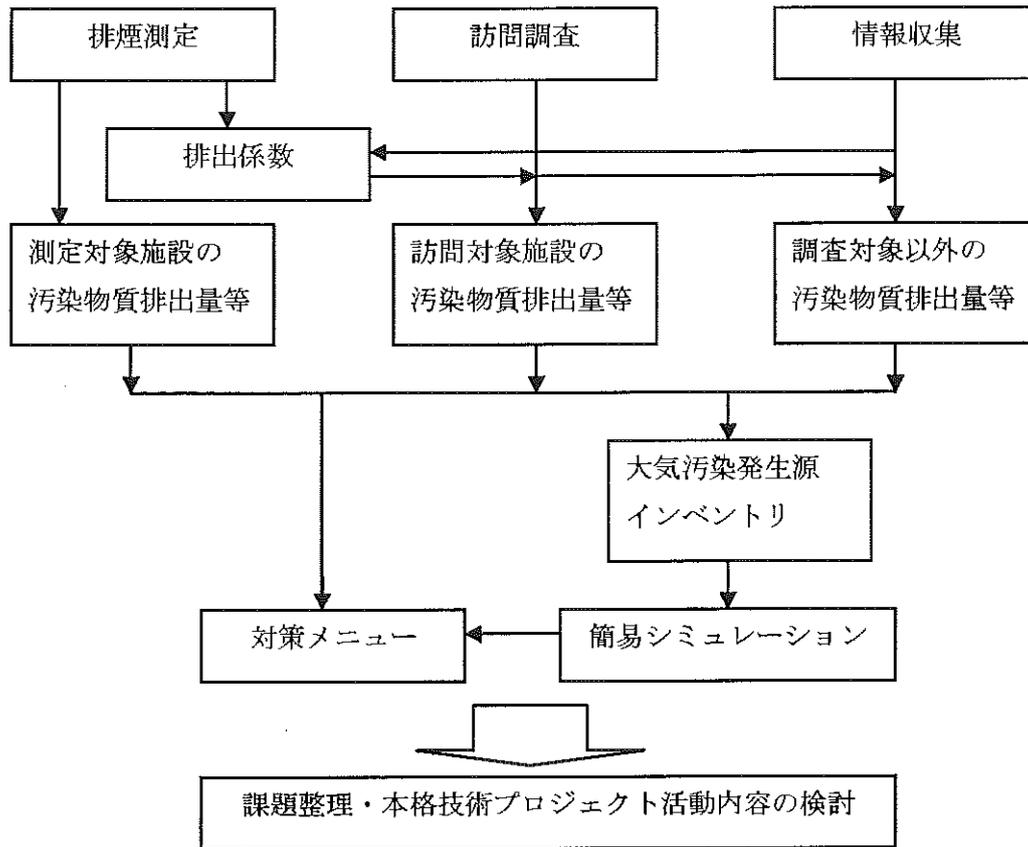


図 1-2 調査概要

(3) 調査団員

調査団員は以下の6名である。

担当分野	氏名	所属
総括/環境行政	山田 泰造	JICA国際協力専門員
協力計画	柴田 和直	JICA地球環境部環境管理G環境管理第一課 調査役
大気汚染対策	深山 暁生	株式会社数理計画
排煙（ガス・粒子状物質）測定1	本多 信廣	JFEテクノリサーチ株式会社
排煙（ガス・粒子状物質）測定2	櫻井 健一	株式会社オオスミ
ボイラ技術	檜垣 定夫	京浜電興株式会社

初期インベントリ調査の中、深山・檜垣団員が訪問調査を、本多・櫻井団員が排煙測定を担当し、情報収集は全団員で適宜、実施した。

次いで、訪問調査・排煙測定結果に基づき、本多・櫻井団員が排出係数を作成した。さらに、その排出係数を用いて、深山団員が大気汚染発生源インベントリを作成し、簡易シミュレーションを実施した。また、檜垣団員は訪問調査に基づき対策メニューを検討した。

(4) 調査期間・日程

調査日程は表 1-1 に示すとおりである。

表 1 - 1 調査日程

	日 程	行 程
1	3/15 (日)	成田→ソウル→ウランバートル着
2	3/16 (月)	JICAモンゴル事務所打合せ ウランバートル市 (UB市) 環境汚染・廃棄物管理局長 大蔵省 UB市大気質庁長官 第4火力発電所
3	3/17 (火)	キックオフミーティング (於UB市大気質庁)
4	3/18 (水)	世界銀行、双日総研 測定対象HOB (Heat Only Boiler)、ゲルストーブ、壁ストーブ視察
5	3/19 (木)	国家気象水文環境モニタリング庁/国家大気質庁 (NAMHEM/NAQO) 長官 EBRD モンゴル国立大学Lodoysamba教授 鉱物資源エネルギー省 在モンゴル日本大使館
6	3/20 (金)	UB市大気質庁副長官
7	3/21 (土)	山田専門員、柴田職員：ウランバートル→ソウル→成田 コンサルタント団員：調査を継続
8	3/22 (日)	資料整理
9～ 15	3/23 (月) ～ 3/29 (日)	HOB排煙測定準備：本多、櫻井 HOB運用会社調査：深山、檜垣
16～ 22	3/30 (月) ～ 4/5 (日)	HOB排煙測定3カ所：本多、櫻井 HOB訪問調査41カ所：深山、檜垣
23～ 29	4/6 (月) ～ 4/12 (日)	HOB排煙測定6カ所：本多、櫻井 HOB訪問調査27カ所：深山、檜垣 TV会議 (4/10 (金))
30～ 36	4/13 (月) ～ 4/19 (日)	HOB排煙測定9カ所：本多、櫻井 HOB訪問調査2カ所、第2、第4火力発電所訪問調査、ゲル訪問調査10 カ所：深山、檜垣 檜垣団員：ウランバートル→成田 (4/18 (土))
37～ 43	4/20 (月) ～ 4/26 (日)	HOB排煙測定3カ所、第2火力発電所排煙測定：本多、櫻井 ゲル訪問調査12カ所、石炭分析結果検討：深山
44～ 50	4/27 (月) ～ 5/3 (日)	第4火力発電所排煙測定、ゲルストーブ排煙測定、ワークショップ準 備：本多、櫻井 インベントリ作成、簡易シミュレーション：深山

		TV会議 (4/28 (火))
51～ 52	5/4 (月) ～ 5/5 (火)	壁ストーブ排煙測定、ワークショップ準備：本多、櫻井 ワークショップ準備：深山
53	5/6 (水)	山田専門員：成田→ソウル→ウランバートル着
54	5/7 (木)	ワークショップ準備
55	5/8 (金)	ワークショップ (於Chinggis Khaan Hotel)
56	5/9 (土)	第4火力発電所 灰処理場視察
57	5/10 (日)	資料整理
58	5/11 (月)	UB市大気質庁長官、副長官 (C/P機関打合せ) NAMHEM長官
59	5/12 (火)	モンゴル国立大学Lodoysamba教授 在モンゴル日本大使館報告 JICAモンゴル事務所報告
60	5/13 (水)	山田専門員、コンサルタント団員：ウランバートル→ソウル→成田

第2章 ウランバートル市における大気汚染対策の現状

2-1 大気汚染の状況

(1) 自然・社会条件

ウランバートル市（以下、「UB市」と記す）の自然・社会条件は『モンゴル国ウランバートル市大気汚染対策プロジェクト形成調査帰国報告書』（2008年8月）において以下のように概観されている。

「モンゴル国の東寄りのほぼ中央部に位置する首都であり、人口は約100万人と推計されており、国のGDPの約65%を占める最も重要な都市である。市は南北の丘陵地帯に挟まれた標高1,300mの盆地に位置し、年間の平均気温は、摂氏マイナス1.3度であり、最も寒冷な首都とみなされている。社会主義時代に計画的につくられた市中心部を囲むように、地方からの人口流入によって形成されたゲル地区がある。UB市における人口の増加は著しく、1989年から2002年までで、41%の増加を見た。2010年には、110万人、2020年には、160万人に達する見込みである。こうした、UB市の状況は、特に冬期の燃料消費による大気汚染が起りやすい背景となっている。」

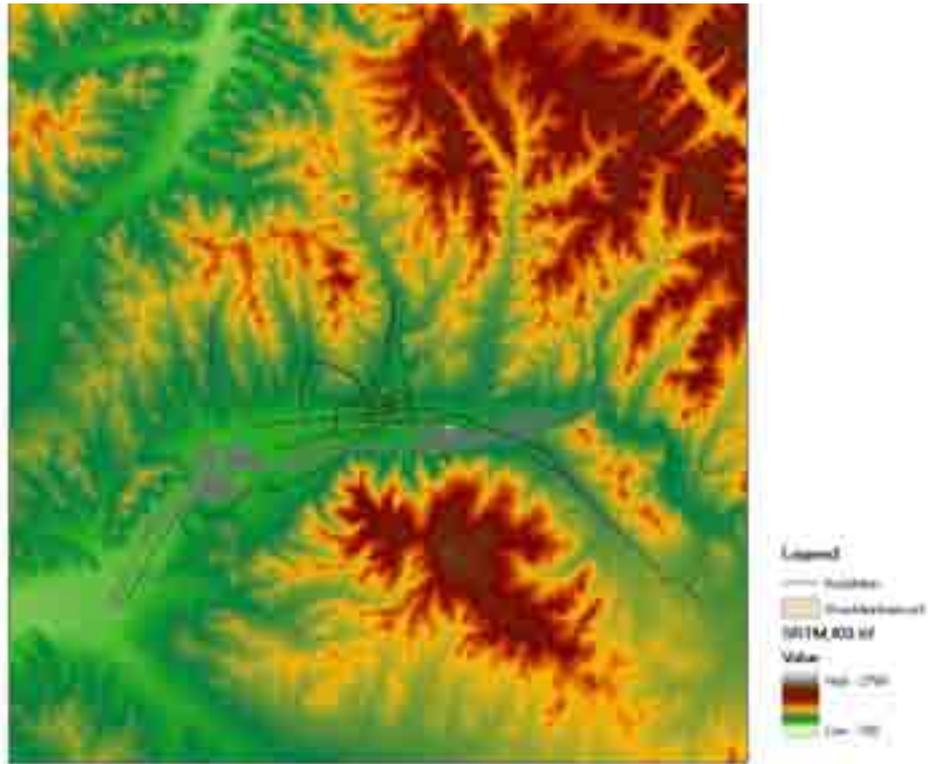
ここで、「大気汚染が起りやすい背景」について、もう少し詳細に述べる。

結論から先に述べるとUB市の大気汚染の原因として以下の項目が挙げられる。

- ・冬期には、まれに見るほど厳しい極寒に見舞われる。
- ・極寒に耐えるために大量の石炭を冬期に消費する。
- ・燃料としては石油、天然ガスはなく、石炭は非常に容易・安価で入手できる。
- ・石炭は水分・揮発分が多く、熱量が低いために、使用量が多く、煤塵を発生しやすい。
- ・乾燥しており、土壌粒子の巻き上げも起りやすい。
- ・石炭使用量の多い冬期には、風が弱く、大気は非常に安定しており、大気汚染物質は拡散しにくい。
- ・風が弱いことの原因の1つは南北の丘陵地帯に挟まれた盆地であるという地形にある。
- ・標高も1,300mと高く、石炭燃焼の際の不完全燃焼の一因となっているかもしれない。

1) 地形

図2-1にUB市とその周辺の丘陵地帯を示す。UB市中心部は約1,300mの標高であり、南北の丘陵地帯は最も高い地点で約2,800mとなっている。UB市はトーラ川に沿って東西方向に広がっており、ゲル地域は東西方向と北の丘陵地帯へも拡大している。



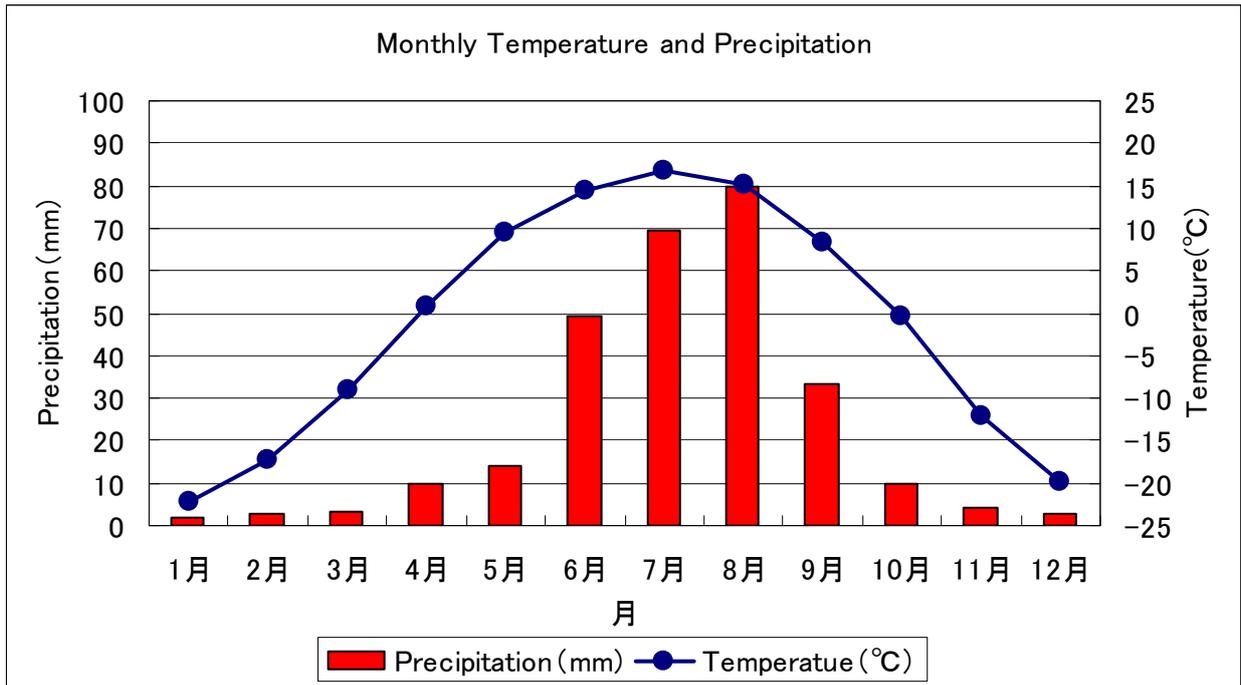
出所：JICA Survey Mission

図 2 - 1 UB市とその周辺の地形

2) 気温と降水量

UB市における気温の月別平年値（1971年～1999年）によれば、11月から3月の月平均気温は-9.0～-22.3℃であり、10月と4月でさえも0℃前後である。

降水量についても11月から3月の月間降水量が1.9～4.4mmであり、10月と4月も10mm以下と、ほとんど降水がないに等しく、冬期は非常に乾燥した状態であるといえる。



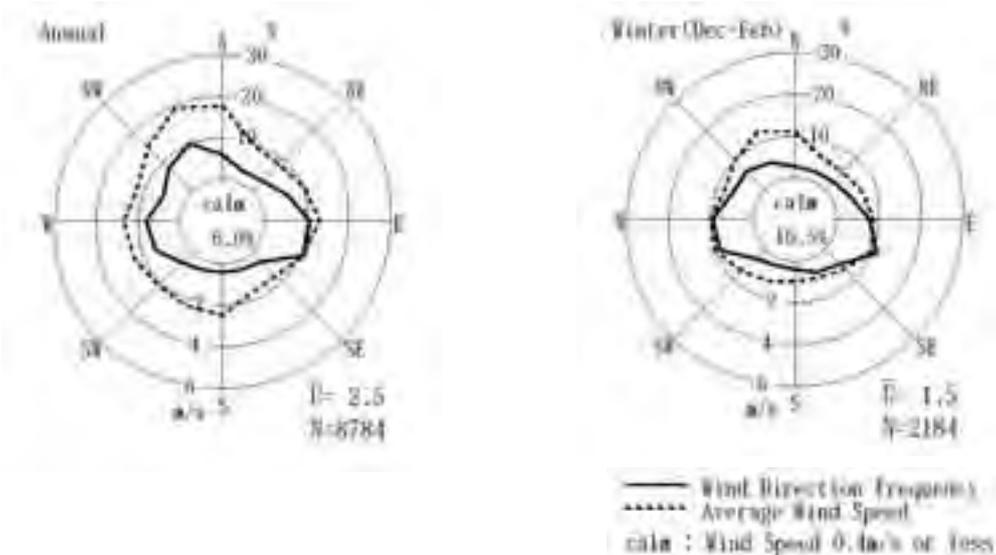
出所：Rika Nenpyo (Chronological Scientific Tables) 2007

図 2 - 2 UB市の月別平均気温及び降水量

3) 風向・風速

UB市における年間平均風速は2.5m/sであるが、冬期(12月～2月)には平均風速が1.5 m/s、Calm (静穏時)の頻度が16.5%と風が非常に弱くなる。

南北を丘陵地帯で囲まれているという地形の影響もあり、東西方向の風向頻度が高くなっている。



出所：NAMHEM 2008, Processed by JICA Survey Mission
 NAMHEM : National Agency of Meteorology Hydrology and Environment Monitoring

図 2 - 3 UB市における風配図

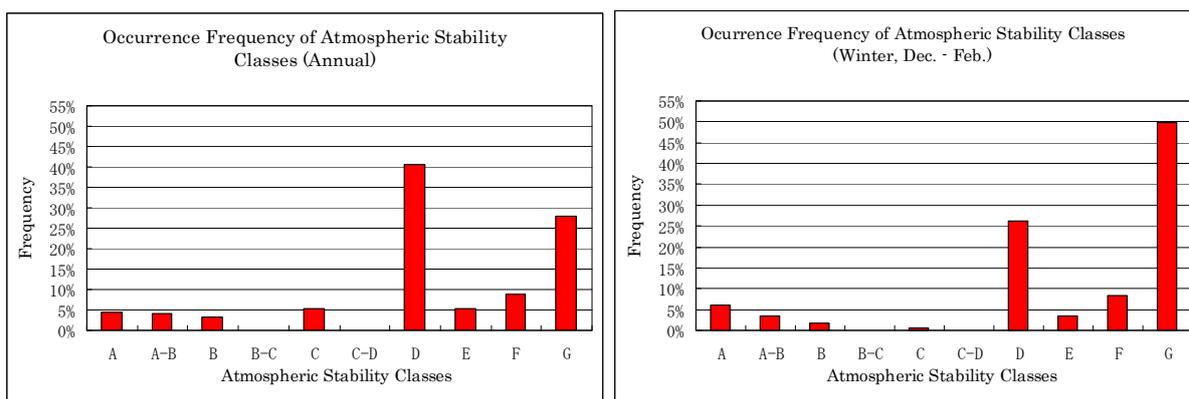
Guttikundaがシミュレーションに使用した2006年の冬場の風配図（Urban Air Pollution Analysis for Ulaanbaatar, The World Bank Consultant Report prepared, Dr. Sarath Guttikunda, June 2007）ではほとんどが西系の風向で東系の風はほとんど吹いていなかったが、西側に位置する発電所のUB市中心部への影響は小さいという計算結果であった。

Larsenがシミュレーションに使用した2007年の風配図（Air Pollution in Ulaanbaatar Assessment of current situation and effects of abatement measures, Final Draft Version, The World Bank, June 2009）は本調査のものと同じ傾向を示していたが、発生源別排出状況の違いもあり、計算結果は大きく異なっていた。

4) 大気安定度

「大気安定度」とは風速や日射量・雲量といった気象データから作成される大気の大気対流の程度を表す指標であり、強安定時（指標G）には発生源から排出された大気汚染物質は拡散しにくくなる。地表面付近から排出された汚染物質は地表面付近に止まり、その結果、高濃度を生じることとなる。一方、発電所等の高煙突から排出された汚染物質は拡散しない状態で風によって遠方に運ばれ、その地上への影響は少なくなる。

UB市は内陸に位置しており、特に冬期に風が弱いことから強安定の頻度が非常に高くなっている点が特徴的である。



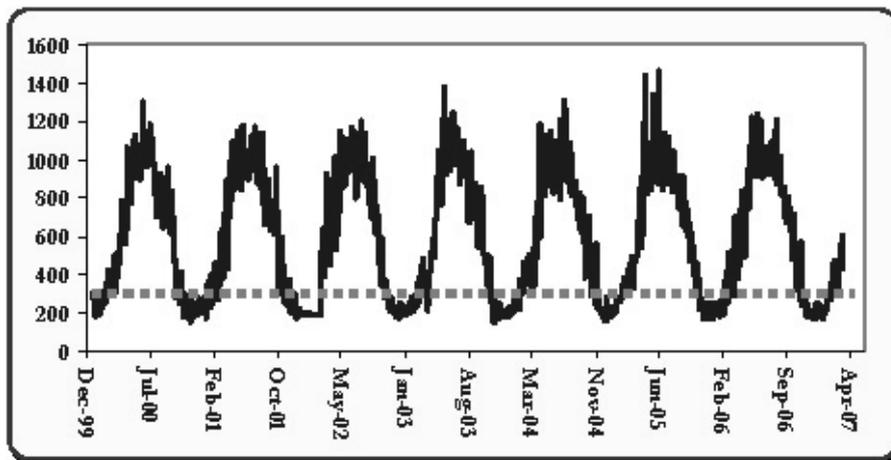
出所：NAMHEM 2008, Processed by JICA Survey Mission

図 2 - 4 UB市における大気安定度出現頻度

5) 混合層高度

混合層高度も大気汚染に影響を与える重要な要素であり、混合層高度が低い場合には、その高度よりも低い位置で排出された汚染物質は、混合層内に閉じこめられることから、高濃度になる。一方で、その混合層高度よりも上方で排出された汚染物質は混合層内には影響を与えないこととなる。

Guttikundaの入手したデータによれば、冬期における平均的な混合層高度は約300mであり、煙突高さが100～250mで、大量の石炭を燃焼して大きな熱量を持った火力発電所からの排ガスは容易に混合層の上に排出されることとなる。一方、夏期には混合層高度は1,000mを超え、火力発電所からの排ガスの一部は混合層内に取り込まれる。今回、行った簡易シミュレーションにおいてもこのような混合層高度の変化を考慮している。



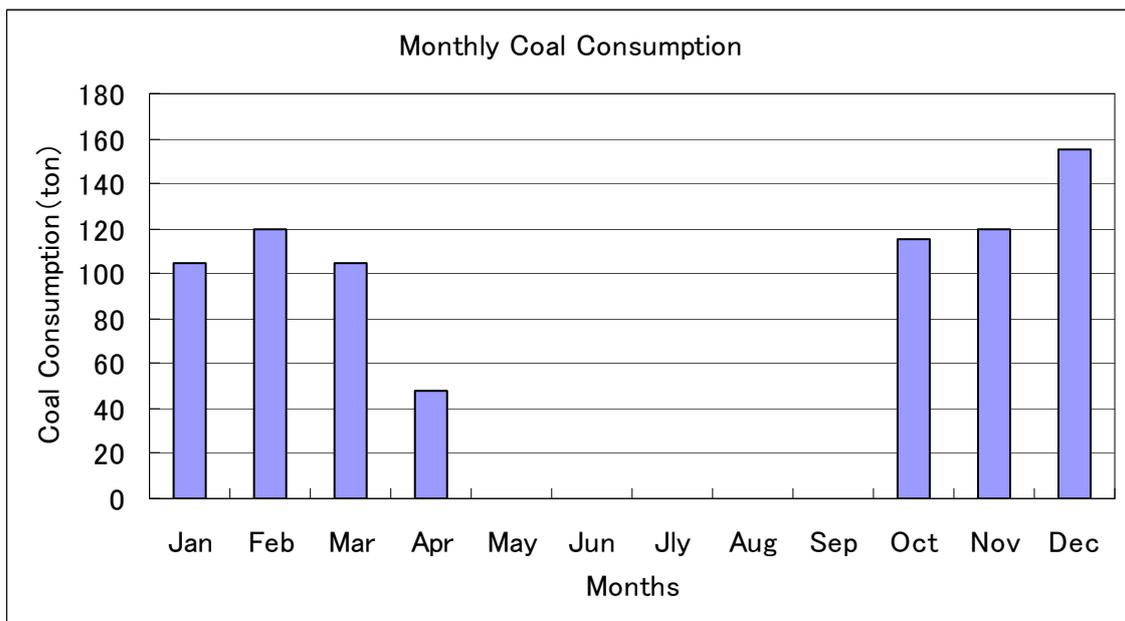
出所：Guttikunda, 2007

図 2-5 UB市における混合層高度の変化

6) 石炭使用量

図 2-6 にUB市のHOB (Heat Only Boiler) の月別石炭使用量の一例を示す。このボイラハウスでは600kw×2台のボイラで10月～4月の期間、石炭を使用している。最も石炭使用量が多いのは12月の155tであり、4月には48tと約1/3になっている。火力発電所においても冬期の方が石炭使用量が多くなる傾向が見て取れる。

今回の初期インベントリ調査によれば、HOBの運転期間は原則として、10月1日～5月1日である。さらに、温水等供給先が例えば、病院等の場合のように、終日、人が宿泊している場合には、この期間が9月15日～5月15日と延長される。



出所：JICA Survey Mission

図 2-6 HOBハウスにおける月別石炭使用量

(2) 大気環境

大気環境モニタリングの質・量共に十分とはいえない状況ではあるが、PM10の日平均環境基準が $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ であるのに対して、以下で示すモニタリング結果では冬場の月平均値が $200\sim 600\mu\text{g}/\text{m}^3$ となっており、UB市における冬場のPM10濃度は桁違いに高いといえる。

数少ないPM10の大気環境モニタリングは遅くとも2004年からはモンゴル国立大学で開始されており、日本の国立環境研究所との黄砂モニタリング・プロジェクトでUB市内NAMHEM屋上に設置された機材では、2007年からPM10が観測されている。

1) 大気中PM10濃度

UB市のPM10測定に関してはまとまった測定データがなく、そのようななかでモンゴル国立大学（National University of Mongolia : NUM）における測定は比較的十分な測定結果であるといえる。

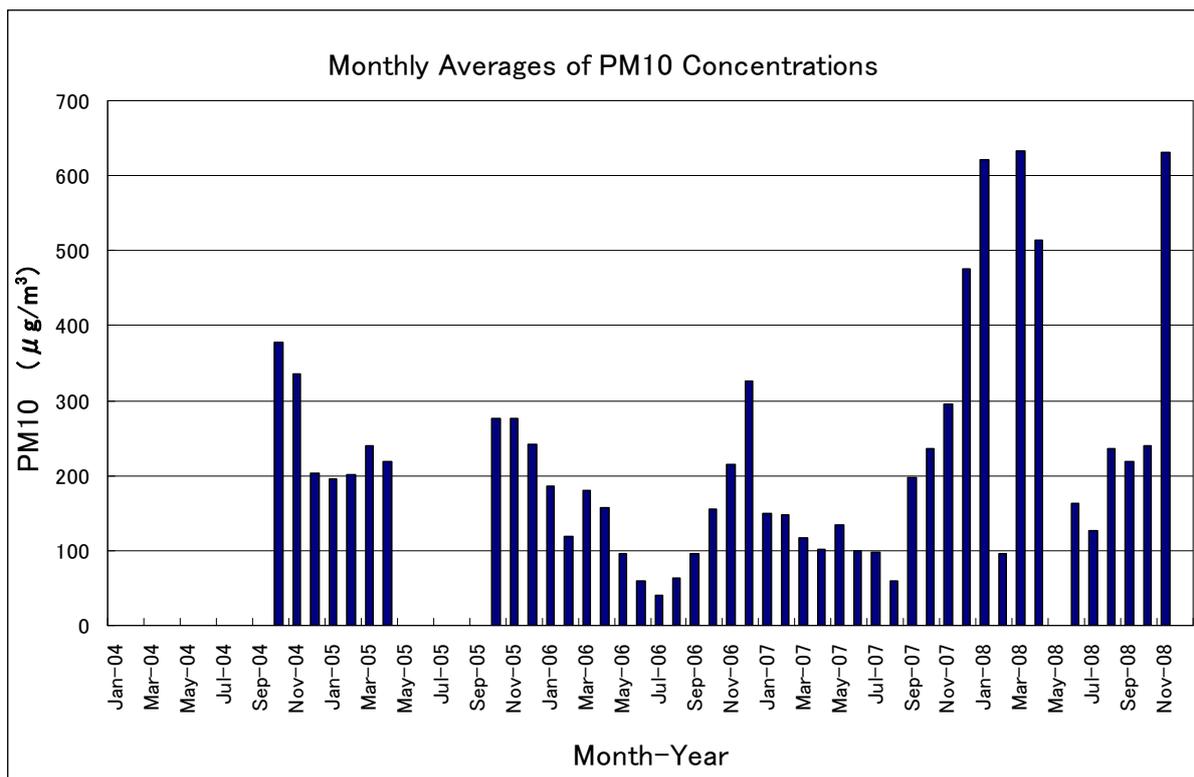
表2-1と図2-7に2004年から2008年における月別変化を示す。冬期にPM10濃度が高くなっている傾向がわかる。

ただし、2008年の冬期には11月、12月の月平均値が $600\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えており、2004年から2007年の12月の値や2008年の11月の値を見ると経年的に上昇している傾向を捉えていると見えないこともないが、これほど、急激な上昇は通常は考えにくい。モニタリングデータの精度管理も含めて検討する必要があるようである。

表 2 - 1 PM10の月平均濃度経年変化（NUM）

PM10	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2004										378.70	336.30	204.20
2005	196.00	200.50	239.00	219.57						275.80	275.50	242.50
2006	185.50	118.90	179.50	157.35	96.10	59.00	39.50	63.00	95.30	156.20	214.97	326.63
2007	149.53	147.30	116.24	100.79	133.54	99.08	97.18	59.51	197.10	236.54	296.15	476.01
2008	620.99	96.00	633.81	513.28		162.78	126.61	236.10	219.37	239.82	631.71	

出所：NUM

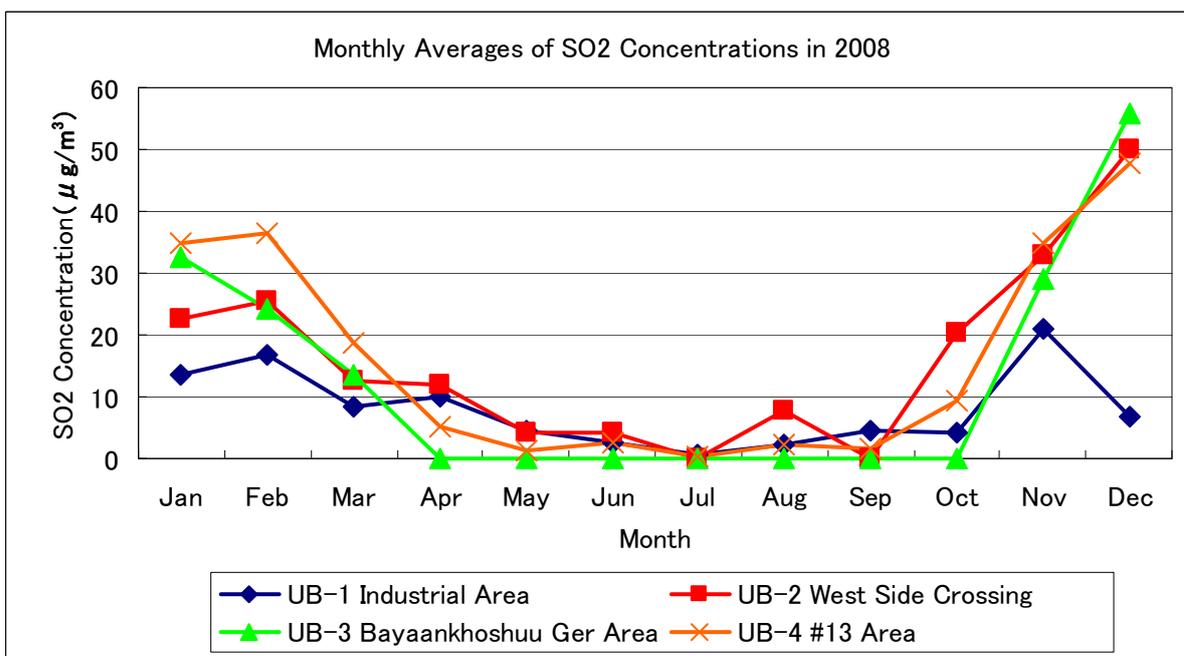


出所：NUM

図 2 - 7 PM10の月平均濃度経年変化 (NUM)

2) 大気中SO₂、NO₂濃度

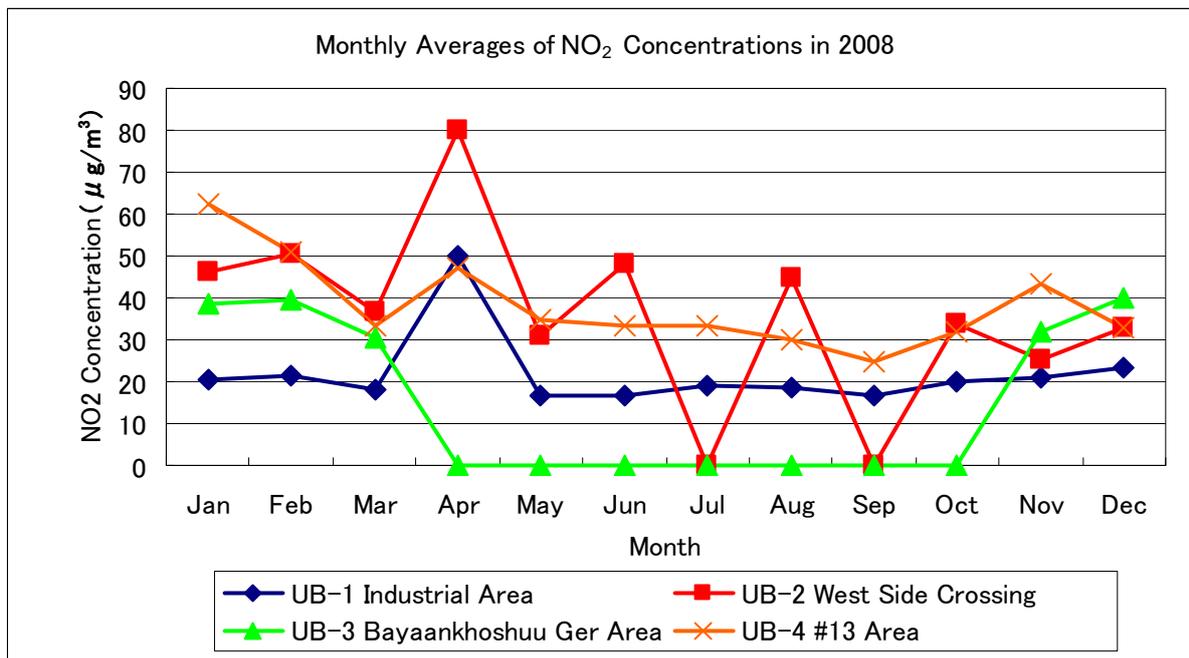
SO₂とNO₂の測定はNAMHEMがUB市内4地点で行っている。図 2 - 8 にSO₂の月平均濃度の変化を示す。PM10と同様に冬期に高くなる傾向を示しており、特に12月の濃度が高い。



出所：NAMHEM

図 2 - 8 SO₂の月別平均値 (2008年、NAMHEM)

一方、NO₂の月平均濃度はSO₂ほど明確な季節変化傾向は見られない（図2-9）。



出所：NAMHEM

図2-9 NO₂の月別平均値（2008年、NAMHEM）

3) 大気環境モニタリングの整備

a) GTZ

現在、UB市内4局でGTZが自動連続測定を行っており、近々、この4局はUB市大気質庁に引き渡される予定である。

① 自動連続測定局の導入

GTZから引き渡しが予定されている機材は中古品とのことだが、よく整備されており、建屋も壁が厚く、断熱性が良く、室内の空調、温度制御も申し分ない。大気汚染測定機器の他、屋上には風向風速計、温湿度計が設置されている。建屋の外には各大気汚染物質濃度を表示するディスプレイが設置されており、GTZのプレゼンスを高めている。導入されている機材は以下のとおりである。

NO _x	: APNA-360 (HORIBA Europe)
SO ₂	: APSA-360A (HORIBA Europe)
CO	: APMA-360 (HORIBA Europe)
O ₃	: APOA-360F (HORIBA Europe)
PM10/PM2.5/PM1	: Model180 (GRIMM Aerosol Technik)
Span Gas Generator	: MCC100 (HORIBA Europe)

注) GRIMM Model 180はレーザーによる光散乱方式でPM10、PM2.5、PM1を同時測定する粒子状物質(エアロゾル)カウンターで、0.1-1500µg/m³の濃度範囲の測定ができる。測定する濃度は(g/m³)の単位で表示されるが、光散乱方式による測定値は「相対濃度」と呼ばれ、TEOMやβ線方式で測定される「質量濃度」よりやや精度が劣る。しかしながら交換するフィルターや消耗品が極めて少なく、高濃度が予想されるUB市の冬期の測定には適切である。

② 運転・維持管理状況

ドイツから技術者が来て設置し、現在運転は順調である。堅牢なコンテナに入っているため、コンテナごと移動してどこにでも設置可能である。

校正用標準ガスはSO₂、NO、COの標準ガスがそれぞれ単独で40lの高圧容器（ボンベ）に入っており、全部で6本あり、3年間は十分に使えるストックである。

標準ガスの濃度は以下のとおり。

SO ₂	: 40ppm
NO	: 40ppm
CO	: 800ppm

NO₂の校正をするためのオゾン発生・希釈混合装置（キャリブレーター）もあり、NO₂の校正も可能。

消耗品もかなりストックが用意されている。

安定化電源もUPSも容量が大きく、多少の停電であればシステムは停止しないと推定される。

③ 課題

大気質庁の測定担当者へのヒアリングによれば、測定局の維持管理のトレーニングは十分ではなく、また、測定したデータの収集・解析に関しても専用のシステムは導入されておらず、データ解析等のトレーニングも行われていないとのことであった。

よく整備された機材及び十分な消耗品も供与される予定であるが、技術移転が十分に行われていない可能性が高く、引き渡し後に大気質庁のスタッフだけで測定局を維持管理していけるのかが懸念される。また、速報値の中の異常値をスクリーニングして確定値とすることができるのかも疑問である。

b) NAMHEM

① 自動連続測定局の導入

2008年7月に設置が始まり、10月から測定を開始した。2局の機材は国家予算で導入され、入札で北京のBeijing Monitoring Environment Technology Ltd.が落札した。フランスのローンにより新たに導入を計画している5局の機材整備とは別である。

導入されている機材は以下のとおり。

NO _x	: EC9841 (ECOTECH)
SO ₂	: EC9841 (ECOTECH)
CO	: EC9841 (ECOTECH)
PM10/PM2.5	: TEOM 1400 (Thermo)

注) TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance) : フィルター振動法と呼ばれる最新鋭の測定器で、米国サーモ社が特許を持っている。分解能は0.01μgと非常に高感度であるが、一般の環境濃度ではフィルターカートリッジの交換を半月から1カ月程度の頻度で行う。UB市の冬期の濃度は一般の環境濃度（10-100μg/m³）の10倍、100倍になるため故障の原因になりやすい。

② 運転・維持管理状況

PM10/PM2.5測定装置（TEOM 1400）は2008年10月に測定を開始したが、1局は12月5日に、もう1局も12月15日に故障した。また、電圧変動が大きいためUPSが故障して入れ替えたこともあった。

校正用標準ガスはSO₂、NO、COの3成分が20l程度の高圧容器（ボンベ）1本に入っていたが、ストックがなく、3カ月程度しかもたない。

標準ガスの濃度は

SO ₂	: 49ppm
NO	: 47ppm
CO	: 1000ppm

NO₂の校正をするためのオゾン発生・希釈混合装置（キャリブレーター）がなく、NO₂の校正はできない模様である。

測定値はインターネット回線によりNAMHEMで監視できるシステムとなっている。

③ 課題

モンゴルには高度な科学機器メーカーの代理店はなく、消耗品はすべて北京から来るため購入に時間がかかり不便しているとのことである。担当者のMs. ENKHMAAは「モンゴルでは代理店のサービスが十分に受けられないので、6月まで実施していた手動による計測（データは1日平均値のみ）の方が、持続性がある」とコメントしていた。

非常に高濃度（200-1000μg/m³）になるPM10濃度の測定にはTEOMは不向きであり、機種選定に問題があった。また、校正用標準ガスの量が不足しており、停電対策も不十分である。

(3) 大気汚染物質発生源

UB市におけるPM10に関しては土壌の巻き上げによる影響がかなり大きく、人為起源の主な発生源は、火力発電所、市内に点在するHOBやCFWH（Coal Fired Water Heater）、ゲル地区のストーブにおける石炭燃焼である。

火力発電所は第2（21.5MW）、第3（144MW）及び第4火力発電所（560MW）の3カ所である。HOBは周辺の学校、病院、役所等の施設に暖房・給湯を供給するために設置されたボイラであり、規模は250kW～2.8MW程度である。今回の調査結果によればUB市内に97のHOBハウスがあり、ボイラ総数は180基である。CFWHはHOBよりも小型のボイラであり、1つの店舗等、より小さい施設への暖房・給湯を行う。ゲル地区にはゲルや家屋にゲルストーブ、壁ストーブやLow Pressure Boilerと呼ばれる暖房・給湯装置があり、その燃焼装置はゲルストーブと類似している。ゲル地区は10万～13万世帯に上るといわれており、世帯に1台以上の燃焼装置がある。

最初にUB市における総合的なシミュレーションを行ったDr. S. Guttikundaの報告書“Urban Air Pollution Analysis for Ulaanbaatar”, June 2007によれば、排出量ベースでは火力発電所の寄与が最大で34%、以下、ゲルストーブが23%、HOBが16%と続く。舗装道路と未舗装道路を合わせた巻き上げ粉じんは9%の寄与を占める。

SO₂では火力発電所（59%）、ゲルストーブ（18%）、HOB（15%）が排出量のほとんどを占

めている。

NOxでは最も排出量が多いのは火力発電所（56%）だが、その次に多いのは自動車（20%）となっており、以下、ゲルストーブ（13%）、HOB（10%）の順である（表2-2）。

表2-2 UB市における大気汚染物質排出量

Category	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NO _x
Household stoves in Gens	22,281	13,369	4,286	7,150
Kiosks and Food shops	1,439	863	240	361
Power plants	32,370	12,948	13,840	29,847
Heat only boilers	15,565	6,225	3,388	5,099
Vehicles	2,368	1,184	1,354	10,372
Fugitive dust - paved roads	2,138	535		
Fugitive dust - unpaved roads	7,050	1,411		
Brick industry	2,844	1,138	219	329
Waste - open burning	4,073	3,055		
Waste - hospitals	360	180		
Unknown	8,000	2,500		
Total	98,492	43,407	23,326	53,158

出所：Guttikunda, 2007

Guttikundaの使用した排出係数とPM10排出量から個々の発生源分類別の石炭使用量を逆算し、NAMHEMの2007年のインベントリ調査結果（「ウランバートル市の大気汚染源に関する調査報告書」L. Batnyam, S. Enkhmaa, 2007年）と比較した（表2-3）。

表2-3 石炭使用量の推計と比較

	Guttikunda, 2007		NAMHEM, 2007	
	PM10排出量 kg/ton	排出係数 kgPM10/ton石炭	石炭使用量 ton/年	石炭使用量 ton/年
火力発電所	32,370	19.5	1,660,000	3,261,510
煉瓦工場	2,844	18	176,000	1,163,048
HOB	15,565	18	864,611	
ゲルストーブ	1,439	25	57,560	403,469
ゲルストーブ	22,281	25 (石炭) 18.8 (木材)	773,413	
			3,513,814	4,898,017

出所：Guttikunda 2007, NAMEHM 2007

GuttikundaはゲルストーブからのPM10排出量を算定する際に、石炭と木材の両方を考慮して、おのおの、異なる排出係数を設定している。ここでは石炭使用量＝木材使用量と仮定して、石炭使用量を求めた。

また、火力発電所の排出係数を一律19.5として推計しているが、この排出係数に集塵機による削減効果を見込んでいるようである。ここで、第2、第3火力発電所のScrubberやCycloneの集塵効率を80%、第4火力発電所の電気集塵機による効率を95%、さらにPM10排出量の比率を第2＋第3：第4＝2：1と仮定すると石炭使用量は以下のように推計される。

$$\begin{aligned} \text{第2+第3火力発電所} & : 32,370 \times 2/3 \div (19.5 \times 0.2) \times 1,000 = 553 \text{万t} \\ \text{第4火力発電所} & : 32,370 \times 1/3 \div (19.5 \times 0.05) \times 1,000 = 1,107 \text{万t} \end{aligned}$$

この推計結果で、第2+第3と第4火力発電所の石炭使用量の比は1:2となり、これは今回調査結果と比較しても妥当なものであり、仮説は適切であると考えられる。しかしながら、その推計結果の合計は、1,660万tと非常に過大評価となる。

このことは19.5という排出係数に集塵効率、特に第2、第3火力発電所の集塵機の効率を80%とする仮定が実態と乖離していることを示すものと考えられる。

したがって、ここでは排出係数19.5を用いて火力発電所の石炭使用量を推計した。

また、NAMHEMの調査においても火力発電所以外は、事業・民間合計の石炭使用量が示されているだけであったことから、別の表から集計してゲルストーブの石炭使用量を求めた。

GuttikundaとNAMHEMの結果は、調査が同時期であったためか、事業用の石炭使用量についてはよい一致を見ている。しかしながら、火力発電所とゲルストーブについては両方で2倍の差があり、Guttikundaの推計はNAMHEMと比べて、火力発電所は過小、ゲルストーブは過大となっている。

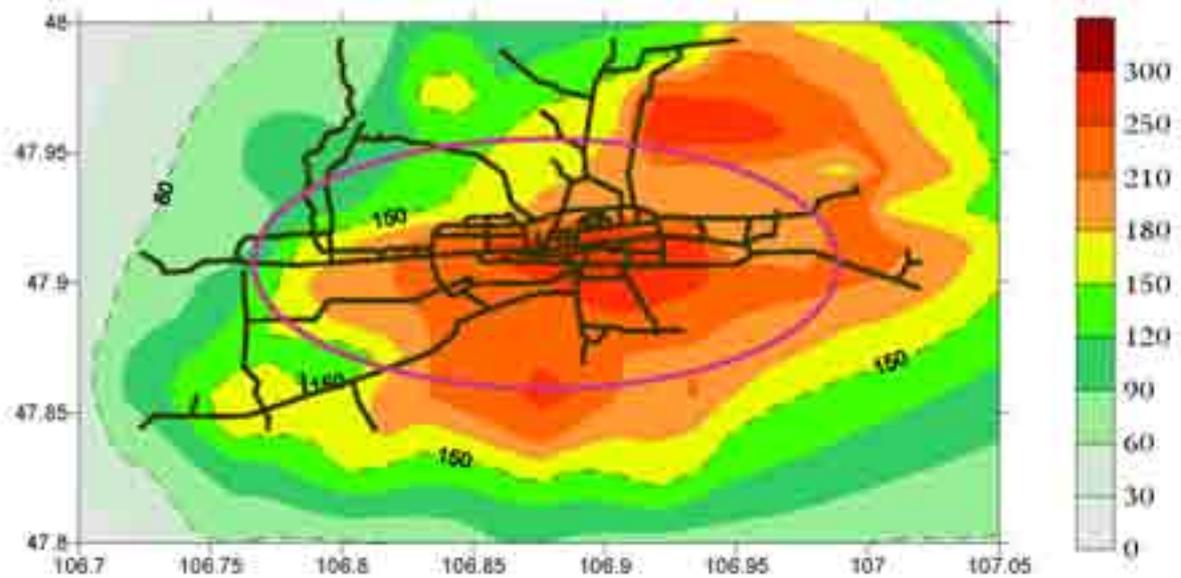
今回の初期インベントリ調査結果との比較は第2章～第4章に示すが、後述の調査結果によれば、火力発電所とゲルストーブの石炭使用量はNAMHEMの値がより実態に近いと考えられる。また、排出係数についてもGuttikundaが用いたものとは、かなり異なった結果となっている。

(4) 既存の調査結果

1) Guttikundaの結果

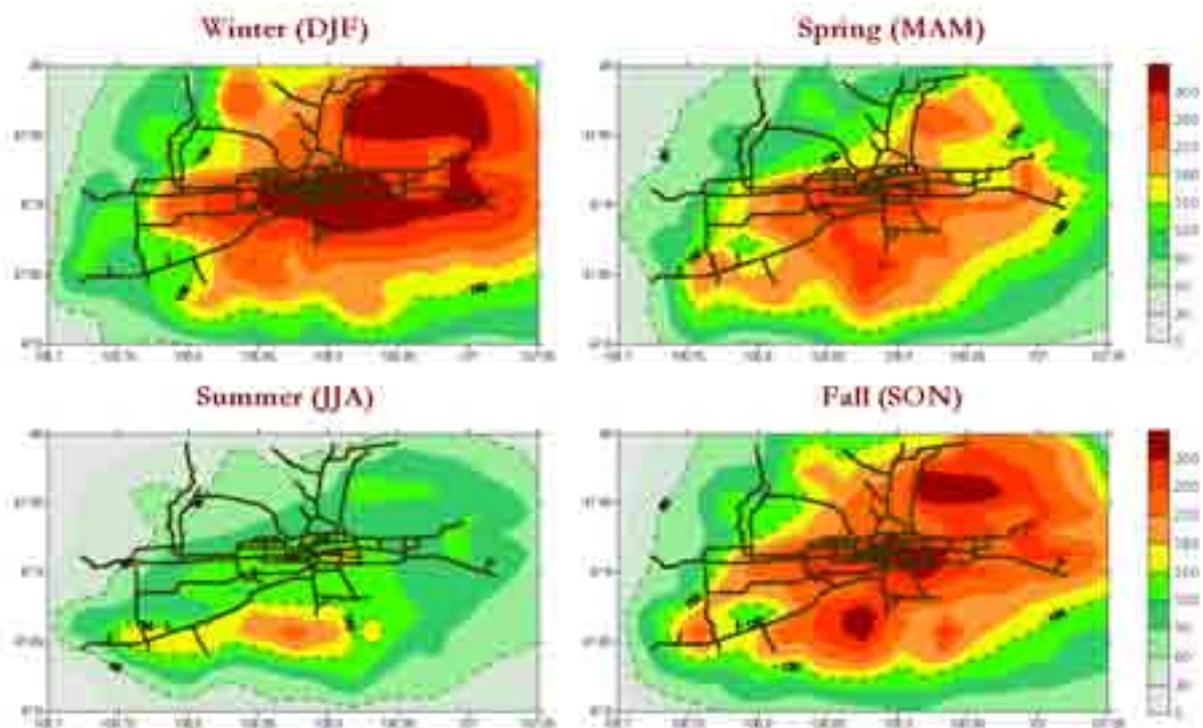
まず、参照すべきはGuttikundaの調査結果である。前述のようにGuttikundaの行ったシミュレーションには多くの不確実性があり、すべての結果をそのまま信じるわけにはいれないが、インベントリを作成して、大気環境濃度予測を行い、健康便益までを算出した成果は検討に値する。

図2-10と図2-11にPM10の年平均濃度分布と季節別濃度分布を示す。



出所 : Guttikunda 2007, Unit : $\mu\text{g}/\text{m}^3$

図 2 - 10 GuttikundaによるPM10年平均濃度分布図



DJF : December, January, February,

MAM : March, April, May

JJA : June, July, August

SON : September, October, November

出所 : Guttikunda 2007

図 2 - 11 PM10季別平均濃度分布図

年平均値で見ると、PM10濃度が $250\sim 300\mu\text{g}/\text{m}^3$ の地域がUB市の中心部と市の北北東のゲル地域、南側の一部に存在する。PM10の年平均値の大気環境基準は $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、その5倍以上も高いことになる。

さらに、12月から2月の冬期には $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える地域がUB市の中心部からやや南側にかけての範囲と市の北東部一帯に広がっており、冬期の汚染が顕著である。

UB市の中心部における発生源別寄与割合を表2-4に示す。

表2-4 UB市中心部における発生源別寄与割合

Source Type	Percentage Range
Household stoves	25-40
Heat only boilers	15-25
Power plants	15-30
Vehicles	0-8
Vehicles - Road dust	18-21
Brick industry	
Open waste burning	4-6

出所：Guttikunda 2007

ゲルストーブの寄与が最も大きく25～40%だが、火力発電所（15～30%）やHOB（15～25%）もかなり高い寄与割合を示している。

2-2 UB市大気質庁（Air Quality Department of the Capital City）

市長の任命により新たに4名の副市長を設けて、実権をGM（General Manager、助役）から、副市長に移すとの見方もある。GMは市レベルの行政官のトップである。一方、副市長は市議会議員から市長により任命されたポリティカル・アポインティである。この新設の副市長（環境・産業振興担当）に直属する形で、大気質庁が設立された。

本案件の要請元は、2007年当時にUB市環境保護局のもとに新設された大気質課であった。2008年12月に実施された、第1次詳細計画策定調査においても大気質課が当方の直接のC/Pであり、M/Mは市のGMが署名し、NAMHEM及び財務省がウィットネスとして署名する形をとった。その際、大気質課課長BATSAIKHAN（バツサイハン）氏より、大気質課を格上げした、市政府からの独立性の高いAgencyの設立構想が説明された。今回、これが、実現したものである。このAgencyは、今後、本JICAプロジェクトの直接的なC/Pとなる。長官にはANU ServiceというHOB運用会社の社長をしているINJINNASH（インジナシュ）氏が任命された。長官も公務員ではあるが、市長との間で1年ごとの契約を結んでいる。

インジナシュ長官やバツサイハン副長官との面談や、収集した「市大気質庁の業務規定」、「大気質庁長官と市長の業務契約」などの資料に基づいて、その概要を整理する。

(1) 大気質庁の根拠法と目的

2008年12月24日政令68号で定められており、大気質庁の設立は、大気質課を格上げしたというよりは、市政府の大幅な構造改革の一部として行われたものである。市には、新たに、29のAgencyがそれぞれのセクターにおいて、市レベル政策の実施、すなわち、公共サービスの提供を目的として設立された。

大気質庁設立の目的は「市大気質庁の業務規定」の総則で以下のように定められている。

「大気質庁は、大気汚染のモニタリング、汚染源により環境や市民の健康に与える悪影響を軽減し、大気汚染の予防、汚染状況の削減に関する行政機関の活動計画を実施し、専門的な技術指導を行い、市内において国家政策を実施する機関である」

また、その業務方針は以下のとおりである。

- ・大気汚染削減に関する活動を行っている関連行政機関の業務調整、専門的指導を行う。
- ・市の大気汚染状況について常にモニタリングを行う。
- ・市の大気質を評価する。
- ・発生源インベントリにより汚染状況を特定し、その削減対策を講じる。

(2) 大気質庁の業務と権限

大気質庁の行う主な業務を以下に抜粋する。

- ・大気質関連法令、国会決議及び政令、自然環境・観光省より出された省令、規定・規則、基準等を担当区域内において実行する。
- ・大気質保護政策、計画、基準、規定・規則等のプロポーザルを作成し、国家大気質長及び市役所による確認・承認のうえ、関連上層部機関に提出する。
- ・大気質モニタリングネットワークの拡大、移動、停止、新規設置等に関する提案を国家大気質局（National Air Quality Office : NAQO）に対して行う。
- ・大気質を悪化させる汚染物質の利用、汚染源、物理的な悪影響に対する管理を行い、違法行為の対処に向け、その他専門機関と協力のうえ、モンゴル国関連法令に基づく処置を行う。
- ・毎年、大気汚染発生源インベントリ目録を更新し、毎年12月にその結果をNAQOに提出し、3年に1回関連行政機関及び市・区役所との協力のうえ、発生源インベントリ調査を実施し、報告書をまとめる。
- ・5年に1回、汚染物質、物理的に悪影響を及ぼす汚染源一覧（放射線、土壌、騒音等）を更新し、自然環境分野を担当する中央行政機関の承認を得る。
- ・大気質保護政策、計画、基準の施行について、本活動に直接的・間接的にかかわっている各種企業と連携し、協力強化を行う。
- ・大気質の特定、排ガスの測定を行う。
- ・大気に排気される汚染物質の種類・量の特定、管理・モニタリングを行い、大気汚染削減に係る段階的計画を作成・実施し、その結果を報告する。

モンゴル国大気法の施行状況について、その他関連機関と協力の下で管理を行う。

これらの業務の内容から大気質庁が一部の業務において、NAQOに提案を行ったり、承認を受けたりするという関係にあることがわかる。例えば、大気質測定局を移動する場合にも大気質庁の判断で勝手に動かすことはできず、NAQOに提案する形となる。

一方、発生源インベントリの定期的な更新業務、排ガス測定や大気汚染削減計画の作成・実施が明確に規定されており、本格技プロにおける技術協力内容の検討の際の参考となる。

次に大気質庁の主な権限を以下に抜粋する。

- ・個人・企業より排ガスに関する情報を提出してもらう。
- ・企業・工場等の排ガス処理設備（吸収・清浄）の使用状況に対する監査を他専門機関との協力により実施し、基準を満たしていない機械の使用禁止、改善、交換等の処置命令を出す。
- ・基準にて定められた排ガス許容量を超過していることが確認された場合、その処理や技術改良に関する助言を行い、改善処置命令の実行を管理する。

- ・企業・工場の新設・拡大・増築について、都市計画マスタープラン及び環境影響評価報告書に大気質保全計画活動が実施的に反映されているかを確認し、その実施可否に関するコメントを主張する。
- ・固定及び移動発生源より排出される排ガスについて排出許容量基準の遵守を徹底させるよう各個人・企業の活動計画に反映させ、その実施を徹底させる。
- ・大気汚染削減計画を作成し、実施する。

排ガス規制の実施に係る権限としては、大気質庁単独では処置命令等を出す権限はなく、国家監査庁、UB市監査庁との連携が必要である。

しかし、国家監査庁から任命されたインスペクターには指導・取締の権限があり、2008年にNAMHEMのスタッフがインスペクターとして承認されたのに続き、大気質庁においても2009年に副長官とモニタリング担当のDavaadorj(ダバドルジ)氏がインスペクターとなった。これらのインスペクターは処置命令等を出す権限を有している。

(3) 2009年の業務契約

表2-5と表2-6に2009年において市長と大気質庁長官が結んだ業務契約の概要を示す。29の業務項目は10のより緊急性が高いものと、それ以外に分かれているが、おのおのの表中の番号が優先順位を示すものではないとのことである(バッサイハン副長官)。

緊急性の高い項目についてみると、ヨンタン燃料、改良ブリケット等のゲルストーブ用の改良燃料の普及活動に重点が置かれていることが分かる。これらの改良燃料の製造・普及は、モンゴル国国家開発基金の予算で実行されているものであり、世銀・EBRD等のドナー機関によるプロジェクトとは別である。

個々の業務は旧大気質課時代から継続しているものが多いとのことではあるが、いまだ大気質庁が発足して数カ月が経過したばかりという状況もあり、各職員へのヒアリングでは「改良燃料の普及がなかなか進まない」、「契約している燃料製造会社が契約した生産量を守らずもめている」、「試験してみたが改良燃料の優位性が証明できそうにない」といった問題点が多く聞かれた。

JICAや他ドナー機関のプロジェクトも業務項目として挙げられており、第2次詳細計画策定調査の現地調査終了時点では、「JICAの事前調査は他ドナーよりも遅く開始したが、他ドナーのプロジェクトを追い抜いてしまった」という評価を受けることができた。

表2-5 市長と大気質庁長官との業務契約項目1(緊急性が高いもの)

契約項目	内 容				
	数 量	質	期 間 (月・四半期)	投入量(人/日)	成 果
1	2	3	4	5	6
1.1 ハンウール区の約2000世帯、ソングノハイルハン区ゲル地区のゲル地区約5000世帯のヨンタンストーブ、ヨンタン燃料を使用活動を実施する。	7000	ハンウール区空港周辺の大気汚染を削減する。	第1-3四半期	6% 214人/日	市大気汚染削減に貢献し、ヨンタンストーブの利用世帯数が増加し、空港やヤールマグ周辺の大気汚染が劇的に削減される。

1.2 スフバートル区、チンゲルテイ区のゲル地区10,000世帯に対し、木屑ブリケット及び乾留ブリケットの使用活動を実施する。	10,000	原炭の使用を止め、新技術による燃料を消費者に提供し、ブリケット販売店を増やす。	第3四半期	6% 214人/日	木屑ブリケット及び乾留ブリケットに。
1.3 「トグリグノールエネルギー」社が製造した20,000トンコークスをソングノハイルハン区住民に販売する。	25,000	コークスの製造工場の第1次段階ができる。	第1-3四半期	6% 214人/日	加工石炭でクリーンコールを製造する。
1.4 半コークスブリケット製造の競争性を確立し、民間を支援する。	1	基準に合ったコークス製造工場を建設する。	第2-3四半期	5% 179人/日	原炭燃焼により大気汚染が一定程度削減される。原炭の使用料が低下する。
1.5 各種ブリケットの燃焼実験を行い、排出される汚染物質の構成を特定し、基準を満たしたブリケットを選定し、そのブリケットに適したストーブについて検討する。	1	ストーブ・燃料の適切な組み合わせを選定する。	第2四半期	7% 250人/日	基準を満たした燃料を住民に提供される。必要情報を得ることにより市民の管理が徹底される。
1.6 大気質庁の人材育成を中心としたプロジェクトをJICAとの協力により実施する。	1	大気モニタリングに必要な人材が育成される。職員の能力が向上する。	年中	6% 214人/日	大気質庁の能力が段階的に向上する。
1.7 市・区レベルにおいて「車両0台の日」を設け、排ガス基準を満たしていない車両による大気汚染状況について市民に対する啓発活動を行う。	2	UB市大気汚染における車両排ガスの割合について市民に訴えかける。	第2・4四半期	6% 214人/日	「車両0台の日」に市・区レベルの実施を徹底させる。
1.8 市の大気汚染がひどい4カ所において固定モニタリングステーションを設置する。	4	モニタリングネットワークの質が改善される。	第2四半期	5% 179人/日	UB市大気質管理モニタリングを改善する。
1.9 世銀の協力により実施される「クリーンエア」プロジェクトの実施を調整する。	1	プロジェクトユニットが設立され、大気汚染を削減する段階的対策が開始される。	年内	7% 250人/日	世銀に協力により市の大気汚染削減のための具体的な成果が出るプロジェクトが実施される。
1.10 EBRDの「クリーンエア」プログラムの実施に係る可能性調査を行う。	1	大気汚染削減のための財政的手段の使用に関する具体的なプログラムを実施する。	年内	6% 214人/日	コークス及びその他クリーン燃料に関する国の補助金供与制度が明確になる。
				60% Σ=2142人/日	

出所：Air Quality Agency、「大気質庁長官と市長の業務契約」

表 2-6 市長と大気質庁長官との業務契約項目2

契約項目	内 容				
	数 量	質	期 間 (月・四半期)	投入量 (人/日)	条 件
01	02		03	04	05
契約項目1. 大気質庁の活動を軌道に乗せる。					
1.1 大気質庁の組織・規定の作成・承認、大気質庁長官が市長と業務契約を締結する。	1	当年度の業務が明確になり、その成果が見える。	第1四半期	2.1% 75人/日	大気質庁の規定、長官の業務契約を基準どおりに作成し、承認を得る。
1.2 大気質庁の活動計画を作成し、承認を得る。	随時	当年度に実施する活動方針及び業務分掌表が決定され、各事業が計画とおりに実施される。	第1四半期	2.1% 75人/日	大気質庁の活動計画を市長行動計画及び市の社会・経済的目標計画、市議会の目標計画との連携を図りながら、作成し、承認を得る。
1.3 市の社会・経済的目標計画2009年、市長行動計画、幹部機関の決議等の実行状況、市民からのクレーム・苦情の対処報告を作成し、市役所に提出する。	随時	市民に対する迅速的な公共サービスが提供される。	四半期ごと	2.1% 75人/日	市の社会・経済的目標計画2009年、市場行動計画、幹部機関の決議等に反映されている活動を計画どおりに実施する。
1.4 国家公務員評議会の2004年付け第18号決議に基づき国家公務員の履歴書を更新する。	随時	大気質庁職員に関する情報が随時更新される。	第1四半期	2.1% 75人/日	職員に関する情報を更新する。
1.5 大気質庁2010年予算案を作成し、承認を得る。	1	大気質庁は財務的に安定した活動を実施する。	第1四半期	2.1% 75人/日	関連法令に従い、大気質庁の組織、人員、活動規模にあった予算案を作成し、承認を得る。
契約項目2.					
2.1 木屑及び乾留ブリケット製造工場の拡大、さらに煙の少ない完全燃焼される燃料供給目的で、モンゴル国家開発基金と契約締結中の企業が製造する燃料をゲル地区住民に継続的に販売し、契約の遵守における管理を行う。	8	最低15,000世帯に木屑及び乾留ブリケットを供給する。	第1・4四半期	2.1% 75人/日	原炭の使用が減り、その分大気汚染が削減される。
2.2 環境にやさしい暖房用ボイラの新技術の評価分析を行い、新技術の導入活動を継続させる。	1	国内研究者が開発・実験したストーブの新技術の導入活動を継続する。	年内	1.9% 68人/日	低圧ボイラの稼働率が向上し、汚染物質の排出量が減る。

2.3 市内の熱用ボイラに関する調査を行い、その技術改善に係る総合的対策を考え、段階的に実施する。		ボイラ調査をその他関連機関との協力によりまとめる。	年内	2.1% 75人/日	ボイラ調査の結果に基づき、技術更新に係る総合的な政策を策定する。
2.4 ボイラより排出される汚染物質を測定し、必要に応じその他関連機関との協力によりそれらボイラを転換する。	1	市長事務局エンジニア施設課と協力しながらボイラの改善を行う。	第3四半期	2.2% 78人/日	低圧ボイラ数が減り、大気汚染状況が一部改善される。
2.5 公共交通手段となるバス400台、ドゥオバス及びトロリーバスを20台購入する。	420	市役所都市開発政策課、市交通局との協力により実施する。	第2・3四半期	1.8% 64人/日	公共交通手段より排出される排ガス量が下がり、大気質への悪影響が軽減する。
2.6 車両の排ガス測定を行い、基準を超過している場合関連法令による処罰を与え、場合により走行禁止処置をとる。	4	交通警察署及び関連機関との協力により実施する。	年内	2.2% 78人/日	車両の排ガス量を減らし、違法行為が認められた場合関連法令により処分を与えるよう徹底する。
2.7 企業・工場等固定発生源により環境及び大気への影響について調査を実施し、その他関連機関との協力により汚染状況削減に向けた対策を講じる。	60	区・ホロー（区より小さい行政区画）及び関連機関との連携メカニズムが整備される。	年内	2.4% 85人/日	企業・工場等固定発生源により汚染物質が一定程度下がる。
契約項目3. メディアを通じて広報活動を行い、能力向上を図る。					
3.1 UB市内にある固定モニタリングステーションにより大気質を随時測定し、その結果をメディアを通じて公表する。	随時	市民は大気汚染について正確な情報を得る。	年内	2.0% 74人/日	大気汚染の被害について市民の理解が向上する。
3.2 大気質管理に関する国内外のセミナー、ワークショップ、研修等に定期的に参加する。	随時	国外及び国内の関連機関と協力関係を結ぶ。	年内	1.9% 68人/日	各機関の業務連携が強化され、業務が効率的になる。
3.3 固定発生源による排ガス削減のための最新技術の導入、個人・企業のイニシアティブを奨励し、展示会を開催する。	2	「クリーンエアーイニシアティブ」を開催する。	第1・4四半期	2.1% 75人/日	最新技術の導入に関する市民の理解が深まる。
3.4 大気汚染削減・予防対策についてメディアを通じて宣伝活動を行う。	随時	市及び中央新聞等を通じ年間50回以上宣伝を行う。	年内	2.4% 85人/日	コマーシャル6種類、特別番組3件を発注・制作し、1種3回以上放映することにより、市の業務活動について市民が一定程度の理解を取得する。

契約項目4. UB市設立記念370周年に向けた活動を実施する。					
4.1 アパート地区内における原炭・廃棄物燃焼禁止に係る政令第14号、市長令の実行を追求する。	10回	アパート地区内において原炭・廃棄物を燃焼することが減少する。	第1・4四半期	2.2% 78人/日	大気汚染を部分的・段階的に削減する対策が開始される。
4.2 関連機関との協力によりUB市内のグリーン量を増やす。	2回	緑が増える。	第2・3四半期	2.1% 75人/日	1人当たりの緑の量が0.5%増加する。
4.3 「汚染されているのはあなた自身」をテーマにセミナーを開催する。	2回	大気汚染に関する市民の知識が増える。	第1・4四半期	2.1% 75人/日	市行政機関の大気汚染削減に関する活動方針について市民が正確な情報を獲得する。
				40% Σ=1428人/日	

出所：Air Quality Agency、「大気質庁長官と市長の業務契約」

(4) 大気質庁の市政府における位置づけ

大気質庁は市政府から独立した機関であり、予算の執行権限をもち、内閣に直接、報告する権限もある。以前の大気質課は市環境保護局の1つの課であり、予算の執行権限はなく、報告も課長が局長に行い、局長が市のGMに行うという形であった。

(5) 副市長の位置づけ

市政府の大幅な構造改革として、以前は市長の下、GMが行政上の実権をにぎり、政策立案と実施の事務方の最高責任者であったと見られる。今回、市長の下、4名の副市長が市議員から任命され、それぞれの分野で、市長の分身として各Agencyを監督し政策を実施する形となった。GMの政策実施の権限を副市長に移した形である。

(6) 大気質庁と環境汚染・廃棄物管理局（新設）の関係

本大気汚染対策分野においては、新たにこれまでの環境保護局と廃棄物管理局等を統合して、環境汚染・廃棄物管理局が市の内局として設けられた。当局長との面談では、当局は政策立案を担当し、その実施にあたっては、Agencyが行うということである。環境汚染・廃棄物管理局は市GMの監督下にあり、Agencyとの上下関係はない。本局は、環境分野担当者は3名にすぎず、本大気汚染対策においては、全面的にAgencyに依存し、特に、活動意欲は認められなかった。今後、JICAが協力を進めるにあたり情報の共有は必要である。また、今後のR/Dへの署名も、GMではなく、Agency長官あるいは副市長があたるべきとの見解である。

(7) 大気質庁の人員と構成

組織構成を図2-12に示す。大気質庁の職員は長官、副長官、各部担当職員、運転手を合わせて14名である。長官が新たな職員を抜擢したために大気質課の職員のかなりの部分が入れ替わった。市における公務員として長いキャリアをもつ副長官も、すべての職員を把握しているわけではない。現在、HOB管理部を設置して4名ほどの増員を市内部で交渉、検討中である。

キャパシティアセスメントの一貫として行った、各職員の職歴・学歴・大気汚染対策の知見や問題意識に関するインタビュー結果は、第9章で示す。

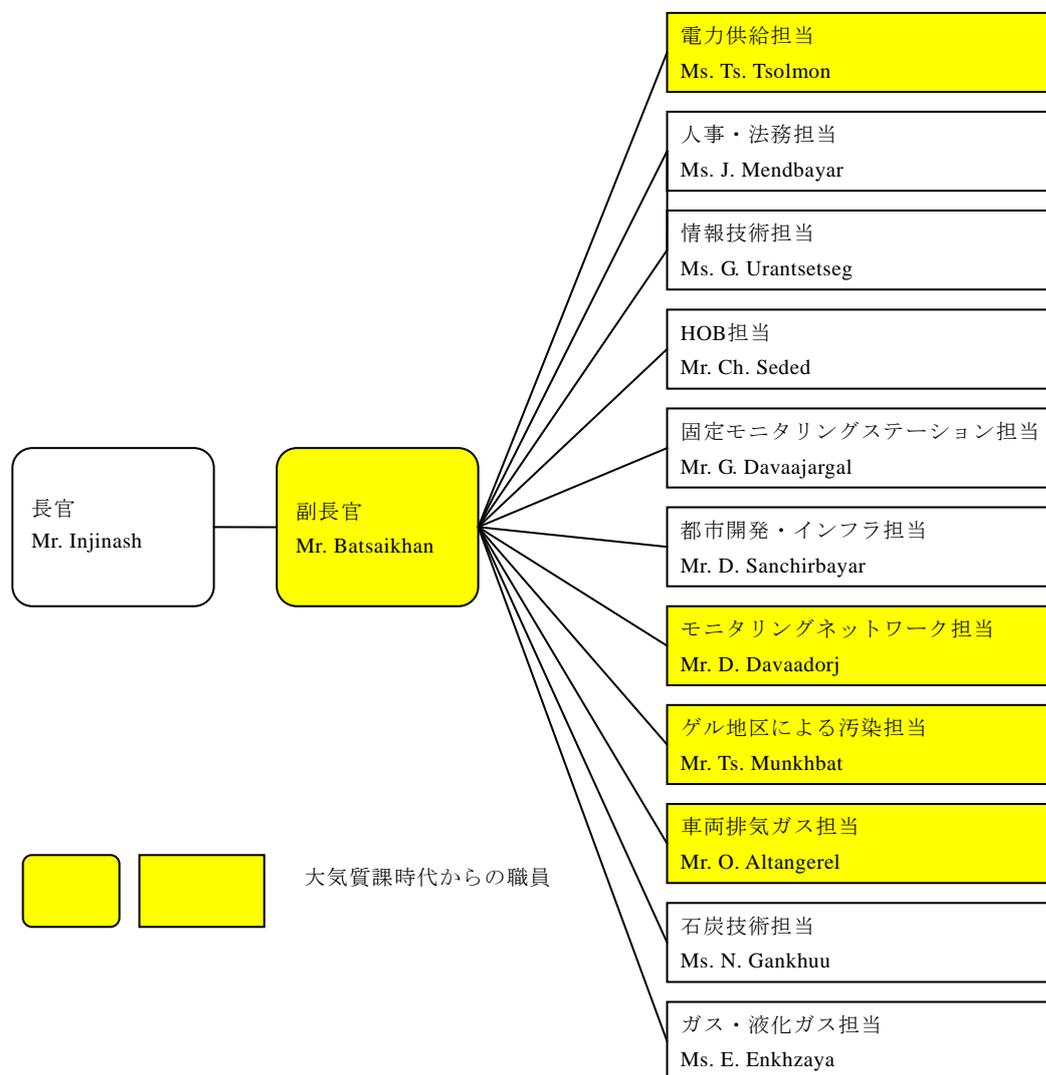


図 2-12 大気質庁の組織構成図

(8) 大気質庁職員の地位とコマンドライン

大気質庁の職員は長官以下、すべて国家公務員であり、法律によりその地位は保護されている。また、必要に応じて、コンサルタントを契約によって使うこともできるとしている。

公務員は、モンゴルにおいては、公募を行い、専門分野の試験と面接により選考し、国会の下に設置された国家公務員委員会が審査を行い、公務員に任命する。前述のように、バツサイハン副局長は、長い公務員経験を有し、かつては、JICAの技術協力のC/Pも経験しているが、インジナシュ長官は、今回、民間より市長から抜擢されて、上の選考過程を経て、公務員として、長官の職責に就いた。

ただし、大気質庁は2009年2月に始動したことから、その時点では国家公務員試験に合格していない者も大気質庁長官と契約を結んでいた。公務員資格をもっていなかった者は2009年5月に公務員試験を受験した。

大気質庁長官は市長との間に4年間の契約を結び、29項目の業務（表2-5、表2-6）を行うことになっており、環境・産業振興担当の副市長が、市長の代理として長官を監督する。

長官は副長官以下、すべての職員とそれぞれ、4年契約を結び、それぞれの業務内容を規定しているとのことである。これらの契約は更新可能で、かつ、業務の進捗がはかばかしくない場合は途中解除もあるというものである。

こうした、契約の連鎖によって、政策の実施、すなわち、公共サービスを提供するというシステムを試行している。これは、その功罪はともかくとして、最新の組織モデル（特に公的機関において）であり、世銀が『2004年世界開発報告』（World Development Report 2004, Making Service Work for Poor People, The World Bank）で提唱した、システムをそのまま取り入れているように思われる。

UB市大気質庁のいまだ経験の浅い職員が、大気汚染対策という先進国においても難しい環境問題に取り組む際に、こうした成果主義を前提とした組織システムが機能するか否かは疑問である。また、こうした契約の連鎖に基づく組織体制は、人材育成を基本としたCD（Capacity Development）を実施するための障害となることも危惧される。

例えば、援助機関が大気質庁の行うべき業務を強化しようと、付加的な資金などリソースを注入した場合、成果を上げる早道は、コンサルタントを契約により調達し、これに必要な業務を行わせるということになる。世銀の主導する、一連のドナー連携における、コンサルタントからなるPIUの設置は、まさにこうした考え方に整合している。そこでは、JICAのCDは、モンゴル側の行政システムと主要援助機関のアプローチに対して極めて対立的なモデルとなる可能性が高い。

現在のところ、バッサイハン副長官をはじめとして、関連機関の枢要な職員から、人材育成の重要性が繰り返し表明された。したがって、JICAのCDは、モンゴル側からは、主要援助機関とアプローチが違う故に支持されることが期待できる。

しかしながら、他ドナーが行っているプロジェクト中でC/Pと契約を結び、タスク実行の対価を支払うというシステムによって、当方プロジェクトへの協力が期待される人材が他ドナーのプロジェクトに拘束されてしまうという懸念は拭いきれず、プロジェクト開始前まで、もしくは、プロジェクト開始後も注意を払っていくことが必要であると考えられる。

世銀の『2004年世界開発報告』では、公共サービスの提供において、アカウントビリティの確保のために、政策と実施を分離して、それぞれ、異なる組織が担当することを奨励している。一見すると、UB市のGMを長とする市長事務局、そして、副市長に率えられるAgencyの対比は、こうした政策と実施の分離として捉えることができる。しかしながら、通常、政策は立法の所掌、すなわち、市議会の所掌であり、その実施は市の行政の所掌である。したがって、UB市のモデルは、いわば、政策と実施を分離させようとしたようで、逆に、実施の部分に政治的な意図がより大きく働く可能性を孕んだ体制といえる。こうした組織モデルが今後、どう機能するのか冷静に見守る必要がある。

2-3 モンゴル側関係機関

(1) NAQO（National Air Quality Office、国家大気質局）

1) 組織・人材

NAQO局長（NAMHEM長官が兼任）によれば、NAQOの所掌はUB市を含む国全体の大気

環境保全であり、その意味で、UB市はNAQOの「支店」であるという説明である。一方、NAQOの職員は、局長を含めて3名にすぎない。また、すべての職員はNAMHEMの業務を兼務している。したがって、NAQOは、いわば、タスクフォースという意味あいであるとの解釈ができる。バツサイハン副長官も、NAQOには、特定の予算やその執行権限はないのではないかと指摘している。

ともあれ、NAQOの2名の職員は、バットニャム氏 (Ms. L. BATNYAM)、エンクマ氏 (Ms. S. ENKHMAA) 両名は本専門分野では、最も経験が深い職員であり、かつ、国家監査庁よりインスペクターの資格も獲得している。ちなみにこの両氏が、モンゴル側による発生源インベントリ調査、NAMHEMによる『ウランバートル市の大気汚染源に関する調査報告書、2007年』の著者である。

エンクマ氏はこれまで、わが国の東アジア酸性雨ネットワークや黄砂モニタリングに関与し、JICA協力に高い関心を有している。また、一貫して、本JICA案件に対し、深い理解を示し、バツサイハン副長官との関係も良好と見受けられる。今回の初期インベントリ調査で簡易シミュレーションを実施するに際しては、エンクマ氏から気象データ及び大気環境濃度データの提供を受けた。依頼から数日間という短期間でデータを提供したことからもエンクマ氏の本件プロジェクトへの協力の強い意志が感じ取られた。

一方で、初期インベントリ調査開始時の打合せにおいて、バットニャム氏から強硬に「事前調査はプロジェクト要請元である大気質庁が全面的に協力するべきである」との申し入れがあり、その打合せの席上では、NAQOの本格プロジェクトの協力の必要性やM/MにおいてNAQOの局長がウィットネスとして署名し認めていること、そして、エンクマ氏の初期インベントリへの協力は1～2カ月間で数日にすぎないといった説明を行わなければならなかったという経緯がある。その時点で部下であるエンクマ氏は世銀のプロジェクトに参加しており、エンクマ氏への過剰な負担を心配しての発言ともとれるが、ドナー機関の間でのC/Pの争奪戦の予兆とも考えられることからNAQOとの交渉は慎重に行うべきであると考えられる。

ちなみに、この件に関しては、後日、エンクマ氏からは、局長はJICAのプロジェクトへの協力を認めているので心配はないとのコメントをもらっている。一方で、NAQO局長は、一貫して、全国レベルで大気環境モニタリングネットワークを構築することを期待しており、対処には注意が必要である。

2) 業務と権限

2008年自然環境大臣令第33号にNAQOの業務や権限が定められている。

NAQOの行う業務は以下のとおりである。

- ・大気環境保護に関する各種規定・規則・基準案の作成
- ・大気保護に関する長・中・短期計画の策定
- ・大気監査モニタリング国家ネットワークの構築と測定地点の設置・移動・閉鎖の承認
- ・情報の大気緊急データベースへの記録
- ・関係行政機関・企業への情報提供
- ・非常事態時の濃度情報を国家行政機関・企業・一般市民への公表
- ・発生源業種ごとの大気汚染物質排出基準の策定

- ・国家基準が未策定の大気物質の暫定値の提案
- ・緊急時（異常高濃度時）の関連機関への速報
- ・全国発生源インベントリ調査の実施と結果の公表（3年に1度）
- ・全国の汚染物質と発生源の種類の一覧を5年ごとに更新

NAQOの有している権限は以下のとおりである。

- ・大気モニタリング国家ネットワークの活動状況を監査・評価
- ・各企業・機関より大気質に関する情報を受け管理
- ・固定発生源より排気される汚染物質、その排出基準の策定するための案を作成
- ・移動発生源より排気される汚染物質、その生物学的影響状況を管理・評価
- ・国内の大気質のモニタリング資機材の点検と、基準に反する資機材・測量方法の規制
- ・事故発生時、放射能・化学中毒の発生時、異常高濃度日の場合、企業・機関の活動・技術の改新、または完全停止、救助活動の実施等について関連機関と協議のうえ、決定
- ・オゾン破壊物質、二酸化炭素の排出量に関する情報を関連機関に要請
- ・工場・施設等の新規建設、増築、都市開発マスタープラン作成等のプロジェクトについて、環境影響評価を実施する際に、評価報告書にコメント、及び反映
- ・気候変動に関する国際連合枠組条約、京都議定書、オゾン層保護のためのウィーン条約、モントリオール議定書の削減義務促進
- ・環境影響評価報告書において大気質保護政策が反映されているかの確認、実施可否に関するコメント

インベントリ調査の実施や環境影響評価報告書へのコメントなど大気質庁の業務・権限と重複する項目もあり、さらに、大気モニタリング局の設置・移動・閉鎖に関しては承認を行う点や排出基準の策定を行う点など、大気質庁よりも強い権限を有している部分もある。

このように重複する業務分野もあることから、例えば、GTZの設置した大気環境自動連続測定局の機材・維持管理は大気質庁が引き継ぐのに対して、フランスが導入する測定局はNAMHEMが引き継ぐ予定になっていることなど、競合する場合もあると思われる。

現時点で大気質庁にインスペクターがおらず、NAQOにはいるという点にも注目すべきである。いずれにせよ、この時点で想定している技プロの活動項目の中、「A. 排出規制の実施能力強化」や「D. インベントリ作成・更新システム」などの実施において重要なカウンターパートワークショップ（C/P-WG）参加の候補であることは間違いない。

(2) CLEM（Central Laboratory of Environment and Metrology、環境度量衡中央ラボ）

CLEMはNAMHEM傘下のラボであり、その人員は以下のとおりである。

- ・大気：エンジニア2名、アシスタント3名
- ・水：エンジニア4名、アシスタント3名
- ・土壌：エンジニア1名、アシスタント2名

ラボには1993年に供与された、ガスクロマトグラフ、液体クロマトグラフ、原子吸光光度計、天秤、ガスメータ、吸引ポンプなどJICAの無償機材が数多く見られるが、それらの中い

くつかは、スペアパーツの不足、故障により動いていない状態である。

排ガス測定機器は、携行型排ガス中多成分ガス分析機TESTO-350XLが装備されており、NO_x、SO₂、CO、CO₂、O₂の温度の測定が可能である。排ガス中のダストに関しては、JICA無償で供与された、石橋化学工業（現在は廃業している）製の等速吸引式ダスト測定装置一式があるが、傾斜マノメータ（流速測定用）などが壊れており、等速吸引はできない。

このように2008年12月の時点では、かなり機材等に問題が生じている状況であったが、2月から化学分析の加藤シニアボランティア（SV）が派遣されて支援を行っている。今回の調査団に対し事務所スペース及び排ガス測定準備や電子天秤を使った秤量等のために実験室を提供した。

調査団員の対応にあたったのは加藤SVと同じ部屋で仕事を行っているバルハス氏であり、バルハス氏はNACOのエンクマ氏と一緒に、休日の排ガス測定現場を見学に来たり、JISのダスト測定法の説明を調査団員に求めたりするなど、排ガス測定技術に強い興味を示していた。バルハス氏もC/P-WGの有力な候補の1人である。

(3) 鉱物資源エネルギー省（Ministry of Mineral Resources and Energy）

大臣は国家大気質調整委員会の議長を務めており、大気汚染対策としては燃料転換（改良コークス等）に重点を置いている。担当部局は燃料政策局（Fuel Policy Department）であり、同局長は国家大気質調整委員会ワーキンググループを率いている。

2005年からNEDOの事業で石炭のコークス化について調査を行い、モデル工場のF/Sが終了しており、設置に関しては合意できてないが、期待は大きい。

火力発電所は、国営株式会社ではあるが、鉱物資源エネルギー省の管理下にあり、制定された火力発電所に対する排出基準（MNS5919：2008、MNS：Mongolian National Standard）について、鉱物資源エネルギー省が指導することになる。

今回の初期インベントリ調査において発電所を訪問調査した際にも発電所へのアポイントメントは原則として鉱物資源エネルギー省の担当者が行き、ヒアリングの際にも同行した。

また、UB市における石炭使用量や石炭性状のデータの提供を受けた。しかしながら、石炭使用量の詳しい統計値を有していない模様で、提供された情報の一部はNEDOの報告書からの引用であった。

(4) 自然環境・観光省（Ministry of Nature Environment and Tourism）

国家大気質局（NAQO）は、自然環境・観光省の組織であり、自然環境中央ラボも専門機関として位置づけられている。

自然環境・観光省はNAMHEM、UB市大気質庁とも人材育成と機材の供与が必要であると認識していた。

環境大気汚染モニタリング局（連続自動測定）の数も増やしていくことを望んでおり、測定局で計測するパラメーター（大気汚染物質）の種類も、6種程度（おそらく、NO_x、SO₂、O₃、CO、PM10/PM2.5、風向風速）に増加させることを望んでいる。

至近では、世界銀行とのプロジェクトでHOB Market Studyを実施しており、その調査結果レポートの英語版はCDM Mongolia (<http://www.cdm-mongolia.com/>) というウェブサイトで公表されている。

(5) モンゴル国立大学 (National University of Mongolia)

モンゴル国立大学という組織としてよりも同大学のLodoysamba (ロドイサンバ) 教授はUB市における大気汚染対策プロジェクトに関する重要なキーパーソンである。

Lodoysamba教授は長年にわたり、モンゴル国立大学でPM10 (Coarse粒子、fine粒子) の測定を行い、そのレセプターモデルによる解析をニュージーランドの研究機関と共同で行っている。その研究結果によれば大気中のPM10の半分以上が土壌起源ではないかと推測されている。

今回の第2次詳細計画策定調査の実施期間中も2度にわたって、Lodoysamba教授の研究成果等について説明を受け、議論を行った。

また、世界銀行が実施しているモニタリングネットワークの取りまとめを行っており、その際には世銀とLodoysamba教授が契約を結び、さらに、教授はNAMHEMや大気質庁に対して費用を支払って、測定局の維持管理を依頼しているとのことであった。

(6) 国家監査庁 (National Inspection Agency) ・ UB市監査庁 (Ulaanbaatar City Inspection Agency)

排ガス規制の際の強制執行の権限はインスペクターのみにあるとされていることから、排出規制の実施の際にはインスペクターの関与は必須である。

しかしながら、インスペクター自体は大気汚染に限定されるものではなく、食品分析等多岐にわたっていることから、各専門分野の技術者を任命するシステムとなっている。現時点では、モンゴル全体で大気汚染分野のインスペクターが16名おり、その中の2名がNACOのバトニヤム氏とエンクマ氏であり、CLEMのバルハス氏も申請中とのことである。

原則的に国家監査庁の職員はChief Inspectorとなるようである。

UB市監査庁はUB市の監査を受け持っている。

(7) UB市の実施エージェンシー等 (Ulaanbaatar City Agencies)

前述のようにUB市は各分野のAgencyが政策の実施を行うというシステムを導入しており、例えば、ボイラの改善を行うにしても、大気質庁単独で行えるわけではない。

大気質庁とのC/P-WGの想定に関する打合せで、プロジェクト活動に必要とされたエージェンシー等は以下のとおりである。

Engineering Facilities Department of the Capital City

Heating Plant Utilization Authorization

Ulaanbaatar City Mayor's Office, Urban Development Policy Division (都市開発局)

特に都市開発局についてはバツサイハン副長官から強く推薦されたものである。

また、今回の初期インベントリ調査では対象としなかった自動車発生源の調査のためには、大気質庁によれば以下の機関の関与が必要であるとのことである。

Traffic Police Department of the Capital City

Road Department of the Capital City

Public Transportation Department of the Capital City

(8) NCC、NCC Working Group

国家大気質調整委員会 (The National Committee on Coordination, Management, and Policy on

Air Pollution Reduction : NCC) は、当初はUB市を中心に世銀の働きかけで設置されたが、2008年4月の段階でモンゴル側では燃料エネルギー省が主管することになった。この構図は変わらないものの、政府の行革で、燃料エネルギー省が鉱山資源省と統合し、鉱山資源エネルギー省となるに及び、省の重点が鉱山開発に移り、UB市大気汚染対策への関心は薄らいだとの見方が支配的である。NCCについては、去る12月開催等、ある程度の活動が継続している模様であるが、一方で、NCC Working Groupの活動は滞っており、世銀の予定していた3月開催のラウンドテーブルも開かれていない状態である。

バッサイハン副長官によれば、特にNCC Working Groupにおいて指導力を発揮する者がなく、関連機関の連携が行える状況ではないとのことである。こうした、一連の活動と援助協調は、世銀主導により行われてきたが、これを、推進していたのが、世銀のUBCAPの下、日本のPHRDファンドなどによる調査活動やワークショップの開催であった。こうした資源が枯渇し、かつ、世銀としては、緊急支援のためのIMF等との協調融資を優先し、モンゴルに対する融資枠を使い果たし、UBCAP (Ulaanbaatar Clean Air Project) は融資案件としては、頓挫したという解釈も成り立つ。

この対処策として、次節で述べるように世銀、EBRD、ADBの連携が模索されており、また、これにADBにおける日本ファンドの適用が考えられている。

以上のようなドナー側の事情、鉱物資源燃料エネルギー省の事情がNCCとNCCワーキンググループの不活性の背景となっている。

2-4 排ガス測定

(1) 組織

これまでに排ガス測定を行っている主な組織は以下のとおりであるが、役割等が明確となっておらず、組織間の協力体制も不十分である。

- ・ UB市大気質庁
- ・ NAMHEM (NAQO、CLEM)
- ・ 第4火力発電所 ボイラー技術チーム
- ・ モンゴル科学技術大学

UB市大気質庁は、車両排気ガス担当、ゲル地区による汚染担当、HOB担当、固定モニタリングステーション担当、モニタリングネットワーク担当者等、11の担当分野に分かれているが、実質的にはモニタリングネットワーク担当のD.Davaadorj (ダバドルジ) 氏と固定モニタリングステーション担当のG.Davaajargal (ダバジャガル) 氏が大気環境中及び固定発生源の排ガス測定を担当しているようである。一方、自動車排ガスの簡易測定は車両排気ガス担当のMr. Altangerelである。現状では、一部の担当者が測定器により限定的に測定を行っているのみである。国家監査庁から発生源のインスペクターの権限を付与されたものは現在いない。ただし、現在3名が申請中である。

NAMHEM (NAQO、CLEM) には、4名が発生源のインスペクターの権限を付与されている。HOBの測定も行っているが、指導にとどめ、権限はあるが罰則は実施していない。

第4火力発電所では、定期的な測定は行っているが、鉱物資源エネルギー省への報告義務はない状態である。

モンゴルの排ガス測定にかかる組織については全般的に以下のような課題がある。

- ・排ガス測定の実施を確認している機関がない。
- ・排ガス測定を実施する機関が少ない（第4火力のように自社の排ガスは測定する機関はあるが、日本のような、他社の排ガス測定を実施する機関はない。）。
- ・排ガス測定技術者を教育する機関がない。

(2) 人材・能力

・UB市大気質庁

モニタリングネットワーク担当のダバドルジ氏、固定モニタリングステーション担当のダバジャガル氏がTESTOを使用した測定を行っている。TESTOはガス成分測定のみ対応可能なため、ダストについては測定できず、経験もない。ダバドルジ氏はTESTO社の中国の代理店にてレクチャーを受けたとのことで、使用方法については理解していると思われるが、測定結果の標準状態換算方法がわからないなど、排ガス測定の基礎知識については限定的であると思われる。ダバジャガル氏は大気質庁の設立と同時に入庁したため、固定発生源の測定経験はほとんどないようである。

・NAMHEM (CLEM)

現在エンジニアBarkhasragchaа (バルハス) 氏がガス全般の測定を担当している。固定排ガス測定に関しては、ガス成分はTESTO、ダストについては中国製の自動等速吸引装置（機種名不明）を使用して測定している。彼は、EBRDのゲルストープテストのダスト測定を担当しているが、われわれの滞在中は中国製の自動等速吸引装置が故障しており、測定できていなかった。NAMHEMとしては、過去にHOBのダスト、SO₂、NO_x等の測定実績（2007年『ウランバートル市の大気汚染源に関する調査報告書』）もあり、2008年には第4火力発電所のダスト測定も実施したとのことである。

われわれが知り得る範囲では、排ガス測定担当者はバルハス氏のみで他の方はほとんど関与していないようである。彼は、われわれがJISのダスト測定について説明を行った際には、理解が早く、基本的な排ガス測定に関する知識はあるようである。しかしながら、機材についての知識は限定的であり、自動測定装置に頼っている部分も見受けられる。排ガス中の水分測定は機材もなく測定は行っていない。

・第4火力発電所

2008年5月のJICA第4火力発電所の改修計画フォローアップにおいて、供与されたダスト測定装置（JIS Z 8808に準拠）の使用方法についての技術移転が日本の濁川理化工業株式会社により行われ、ボイラ技術チームのBuriyad次長他4名の技術者が測定方法を習得している。実際に、ダストの実測を行う際にも、われわれの行動がよく理解できており、湿式メーターの準備やダストプローブ挿入時には適時、適当な協力を得ることができた。また、JISの内容に基づいた野帳があり、定期的に測定が行われているようであることから、ダストの測定技術については十分あるように思われる。測定機材の状態も良い状態である。

SO₂やNO_xの測定については、駐在する佐藤シニアボランティア（SV、資機材調達担当）が日本のガステック社の検知管を調達し、これにより定期的に測定を行っている。また、頻度

は少ないが、以前駐在した環境測定担当のSVにより導入された湿式分析法（JIS法準拠）により、SO₂とNO_xの分析も実施されている。

モンゴルの排ガス測定にかかる人材・能力については全般的に以下のような課題がある。

- ・排ガス測定できる技術者が少ない、特にダスト測定の技術者はほんの数名程度と思われる。
- ・排ガス測定の技術を教育できる人がいない。
- ・排ガス測定の重要性を理解している人が少ない。
- ・自動計測器（TESTOのような）による測定が多いため、測定の原理を理解している人が少ない。
- ・自動計測器による測定のため、ダストの手動測定や、化学分析のための試料採取には、時間も労力もかかることを理解している人が少ない。
- ・モンゴルで使用している自動計測器の校正はメーカー任せで、測定者が校正しないため、校正をできる人が少ない。
- ・NAMHEMのCLEM等研究機関もあるが、あくまで研究機関であり、水質分析などの分析業務であれば対応可能と思われるが、排ガス測定のように外部での作業には適しているとは思われない。CLEMは技術者のほとんどが女性で男性が1名では対応不可能と思われる。

(3) 経験・実績

・UB市大気質庁

- ①TESTOによるゲルストーブに新燃料を使用したNO_x、SO₂、CO測定（『ゲルストーブに新燃料を使用したNO_x、SO₂、CO測定結果、2008』）

・NAMHEM（CLEM）

- ①9種類の中規模低圧ボイラ（HOB）のダスト、SO₂、NO_x等の測定実績がある。（2007年『ウランバートル市の大気汚染源に関する調査報告書』）
- ②世銀依頼による4種類のHOB測定実績（第1次詳細計画策定調査 帰国報告会資料に記載）
- ③TESTOを用いたボイラ排ガス濃度（SO₂、NO_x、CO等）測定（Police Academyの中国製DZL0.7-2.8ボイラを対象）

・第4火力発電所

- ①ESP（Electrostatic Precipitator）効率算出のためのダスト測定（『第4火力電気集塵機性能試験結果、2006、2007、2008』）
- ②検知管による定期的なSO₂、NO_xモニタリング（『ボイラ排煙中のSO₂、NO_x測定記録、2008』）
- ③ロシアの測定装置を利用した煙突50m地点におけるSO₂、NO_x、CO等の自動モニタリング測定（『第4火力煙突（50m）地点での自動モニタリング結果、2008』）

モンゴルでは排ガスの測定はMNSで義務づけられているが、測定の実施を確認する機関がなく、ほとんど排ガス測定を実施していないため、排ガス測定の経験を有する人が少ないと

いう課題がある。

(4) 機材・消耗品

・UB市大気質庁

ガス成分の乾式測定器として、TESTO350-XL 2台（O₂、CO₂、CO、NO、NO₂、SO₂を測定可能）所有している。

ガス成分の湿式測定器は所有していない。（ラボを所有していない。）

なお、分析計は1年ごとに校正が必要であり、1年ごとに中国にある代理店にて校正を行っている。（ユーザー側では校正ができない。）

ダスト測定装置、及びラボ機材〔乾燥機、天秤（最小単位：0.1mg）〕等は所有しておらず、ダスト測定は行われていない。

・NAMHEM（CLEM）

ガス成分測定用（乾式）にTESTO-350XLを1台所有している。

ガス成分の湿式分析用機材としては、一部のガラス機材は確認できたが、使用はされていないようであった。

ダストについては、1993年にJICA無償で供与された等速吸引ダスト測定装置一式（石橋科学工業製）はあるが、故障しており、現在使用できない。

他の中国製の等速吸引ダスト測定装置が1式ある。

また、ダスト測定に必要な乾燥機、デシケータ、精密天秤（最小単位：0.1mg）も所有している。

消耗品のダスト用のろ紙はアドバンテック社製（日本）のろ紙を使用しており、在庫が切れると日本より輸入する必要がある。

・第4火力発電所

ガス成分測定用のモニタリング装置が集合煙突50m部にあるようだが、現在は故障している。

ガス成分は簡易測定用としてガステック社（日本）から定期的に取り寄せて使用している。

ガス成分の湿式分析用機材としては、SO₂、NO_x採取、分析用の機材を所有しており、試薬や吸光光度計等もラボで所有している。JISに基づいた測定を行っていることから、試薬、機材は日本製のものが多く、十分なストックがないため、在庫が切れると日本より輸入する必要がある。

ダストについては、2008年にJICA無償で供与された等速吸引ダスト測定装置（動圧平衡形）一式がある。

消耗品のろ紙については、日本より輸入する必要がある。

また、ダスト測定に必要な乾燥機、デシケータ、精密天秤（最小単位：0.1mg）も所有している。

モンゴルの排ガス測定にかかる機材・消耗品については全般的に以下のような課題がある。

- ・ JICA等のドナーが測定機材をモンゴルに供与しているが、ほとんどがNAMHEM等の研究機関に供与しているため、実験的な測定には使用されているが、実際ルーチンの測定業

務としては使用されていない。また、研究用に供与されている機材のために台数が少ない。

- ・ JICA以外のドナーが供与する機材は、環境モニタリングステーション用に機材が多く、発生源用の機材はほとんどない。
- ・ 測定機材を取り扱っている会社または装置の代理店がほとんどなく、消耗品のほとんどが中国より直接輸入しているので、消耗品の入手には非常に時間がかかり、高価である。

2-5 ドナー機関の動向

(1) 世界銀行

世銀は引き続き、ドナー連携の中心であり日本トラストファンド（PHRD）などのリソースを使い、直近では次の各種調査を実施しUBCAPの融資案件の形成を行ってきた。

- ① 大気環境モニタリングの実施（モンゴル国立大学のロドイサンバ教授、NAMHEM、大気質庁）
- ② 大気汚染シミュレーション（ノルウェーNILUのラルセン氏）
- ③ 健康影響調査
- ④ ゲル地区ストーブ調査
- ⑤ HOBマーケット調査〔自然環境・観光省がEEC（民間コンサルタント）に業務委託〕

①の調査ではモンゴル国立大学のロドイサンバ教授が取りまとめ役となって、モンゴル国立大学、NAMHEM及び大気質庁が協力してUB市内8カ所でPM10のモニタリングを5月の末まで行い、最終報告書を9月に提出する予定である。

2009年6月に世銀から②の調査の報告書（Urban Air Pollution Assessment for Ulaanbaatar Discussion Paper Draft, S. Larssen and L. Liu et al., 12 February 2009）がJICAに送られてきて、レビューを依頼された。その報告書によれば、

③の健康影響調査は2009年5月時点では、まだ実施中であり、成果に関する情報は得られなかった。

④の調査に関しては2009年3月に入手した報告書（Mongolia Heating in Poor, Peri-urban Ger Areas of Ulaanbaatar, 2009, The World Bank）で、改良燃料や改良ストーブによる排出削減効果が技術的な根拠をもって実証されていないことを認め、テスト方法の確立を提言している。

⑤の調査結果は2009年3月に発表されており（Market Study of Heat-only Boilers and Coal-fired Water Heaters, 2009, Ministry of Nature Environment and Tourism and the World Bank）、その中で、UB市内にあるHOB（Heat Only Boiler）とCFWH（Coal Fired Water Heater）の現状について分析するとともに、これらの転換の可能性を検討している。

(2) EBRD

EBRDはゲル地区における燃料転換を推し進めようとしている（Ulaanbaatar Clean Air Initiative, Operational Framework for Fuel Substitution, Discussion Paper, December 2008, EBRD）。

このフレームワークの中で、既に2008年の初めにUB市当局は生石炭の廃止を課したが、代替燃料の供給者が非常に限られていることや許容しがたい価格等のため、そして、それらの障害を克服するメカニズムがないことに起因して、この規制はほとんど、もしくは全く効果

がないと分析している。

そこで、EBRDは以下の項目から成るプロジェクトで燃料転換を推進することをめざしている。

- ・ゲル地区における生石炭の廃止を支える完全な法規制的枠組の構築
- ・基準設定と認証プログラム
- ・改良燃料の供給・配送に関する課題の克服
- ・改良燃料製造者へのインセンティブ
- ・家庭における燃料転換へのインセンティブ
- ・この実施枠組みの実現のための資金メカニズム
- ・広報キャンペーン

この枠組みのポイントの1つは排出基準、発熱量及び揮発成分から成る基準の設定とそれに基づいたクリーン燃料の認証・ラベリングである。可能であればストーブについても同様のことを行い、将来的には燃料とストーブの組み合わせを対象とするとしている。

もう1つのポイントは、燃料製造業者への商業ベースの融資やユーザーへのバウチャーの発行などの経済的メカニズムを合わせて開発してインセンティブが働くようにする点である。

(3) ADB

ADBの動向で注目すべきは、2009年4月に日本政府のアジアクリーンエネルギー基金にPATAへの無償資金提供を要請してきたことである。

その要請書（ACEF – Request for GOJ Approval of Grant Proposal – Batch 01 – 09, 21 April 2009, Project Name : Ulaanbaatar Clean Air）によればPATAの概要は以下のとおりである。

- ① NCCの能力強化
- ② HOB転換フィージビリティ調査と入札仕様準備
- ③ 広報キャンペーン
- ④ バウチャーシステムの構築
- ⑤ ラボラトリーテストと認証システムの構築
- ⑥ ストーブの研究開発
- ⑦ パイロット・プロジェクト

ADBのPATAもプロジェクトの構造はゲル地区を対象としていたり、インセンティブとしてバウチャーを考えていたりする点で、EBRDのものと似ている。ここでもポイントとなるのは、ストーブの汚染物質排出の測定である。ただし、EBRDが燃料転換を主体に考えているのに対して、ADBは改良ストーブへの転換を中心としている。

また、特筆すべき点は、HOBもプロジェクトの対象としており、HOB転換のフィージビリティ調査を行って、16基の転換候補のボイラの入札図書（Bid Document）までを準備することを予定していることである。

(4) GTZ

GTZはUB市内に4局の自動連続測定局を立ち上げて運転している。機器は中古品とのことだが良く整備されており、建屋も壁が厚く、断熱性が良い。室内の空調、温度制御も申し分ない。建屋の外には時刻、温度、各大気汚染物質濃度を表示するディスプレイが設置されてお

り、GTZのプレゼンスを示している。最終的にはこれらの測定局は大気質庁に引き渡され、大気質庁のスタッフが維持管理を行うことになる予定である。

(5) 世銀との調整の経緯と援助協調の動向

今回は、世銀とEBRDへの訪問及び大使館に対するADBのPATA (Policy and Advisory Technical Assistance) へのADB日本基金要請の把握を行った。新たにわかったドナーの動向を整理する。

前述の世銀等他ドナーの支援は、UB市においてはゲル地区のストーブが主要な汚染源であり、これに対処するために改良燃料、改良ストーブの市場を形成し、これらの普及を援助機関の資金協力に基づく補助金制度を構築して行うということが基調となっている。一貫して、世銀はゲル地区ストーブが最重要汚染源として、そこに対する対策にドナーの力を結集させようという姿勢である（2008年4月のラウンドテーブルにおいて、JICAがこれに異論を唱えたことは、プロ形報告書に記述済みである）。

JICAは、去る12月以来、上述の、②大気汚染シミュレーション（ラルセン氏）、④ゲル地区ストーブ調査、⑤HOBマーケット調査（自然環境・観光省→EEC）に関して、世銀より提供されるドラフトに対してコメントを行ってきた。特に、②に関して、HOBについては排出係数の推計や石炭消費量、燃焼効率、施設分布、煙突高さの側面でさまざまな不確実性があることを指摘してきた。

今回のJICAの初期インベントリ調査では、結果的にHOBの石炭使用量と排出係数はともに、ラルセン氏のドラフトレポートにおける値よりもかなり小さいものと推計されたが、それでもなおUB市中心部に対して一定の影響があることが示された。

さらに、初期インベントリ調査で得た排出係数やインベントリデータをラルセン氏に提供し、ラルセン氏からのシミュレーション結果の提供を待っているところである。

また、④ゲル地区ストーブ調査においては、これまでのアプローチが誤りであったことを認め、方針転換が提言されている。これは、これまで普及の対象となっていたブリケットなどの「改良燃料」、「改善ストーブ」について、排出削減効果が技術的な根拠をもって、実証されていないという認識に基づく。今後は、これら改良燃料やストーブの、テスト法を確立し、テストに合格したものについて、バウチャー等の補助金の手法で普及させるべきとの提言を行っている。また、ゲル地区の重要性を主張し続ける世銀も、融資案件やCDM案件の対象としては、HOBに関心を見せているというのが、これまでの状況である。

今回調査においては、世銀の求心力は弱まりつつあるように見える。その理由は、世銀の本大気汚染対策分野におけるモンゴル側C/Pである鉱山資源エネルギー燃料省の大気汚染対策における関心の低下、そして、これまでのさまざまな調査実施が終了に近づき、一方で、UBCAPの融資が、延期される模様であり、世銀の利用できるリソースが枯渇しつつあると考えられる。

そこで、世銀が従来、最も力を入れてきた、改良燃料や改善ストーブの市場形成を中心とするゲル地区ストーブ対策と関連テストラボの設置をEBRDが引き継ぐ模様である。また、HOBの転換プログラムについては、ADBが関心を示している。

こうした、三大援助機関のデマケは、ADBのPATA (Policy and Advisory Assistance) に如実に現れている。また、ADBのPATAを実施することで、向こう1年間は、世銀を中心とするドナー連携の仕組み、及び、モンゴル側は、鉱物資源エネルギー省を中心とする、NCC、NCC Working

Group、そして、事実上は、諸々の作業を行うコンサルタント部隊であるPIU（Project Implementation Unit）を維持することが目的とされている。大使館によれば、このPATAへ日本基金を当てることが要請されており、この説明にADBと世銀と一緒に現れたことは異例であるとの紹介があった。

このPATAは本JICAプロジェクトへかなり大きな影響を及ぼすことが予想されるため、このPATAで行われるHOB更新のF/Sなどの情報に日本側が適切にアクセスできるとともに、モンゴル政府職員C/Pの奪い合いを回避し、かつ政府職員への報酬支払いが行われないようにする必要がある旨、JICAはPATAの検討を行う日本政府に対し提言を行った。

結果的に、在モンゴル日本大使館レベルではこのPATAを承認したが、その際に、プロジェクト内容の棲み分けと、プロジェクト同士の意見交換を密に行いたい旨をADB側に伝えた。

ちなみに、世銀の「HOBマーケット調査」の最終成果品へのアクセスに数週間を要した経緯がある。

帰国後に実施した世銀とのTV会議において、会議の最後に、JICAから直接的に世銀がコンサルタント料をモンゴル側C/Pに支払うことに対する苦言を呈したが、世銀側は回答の明言を避けており、今後ともC/Pの確保、報酬支払いについては調整が必要と考えられる。

第3章 訪問調査

3-1 対象施設・調査方法

(1) 対象施設

HOB (Heat Only Boiler) ステーションを主体に、UB市内の以下の箇所の石炭使用施設の訪問調査を行った。

なお、HOBとCoal Fired Water Heater (CFWH) の区別については、現状では明確化されておらず、将来的には、この区分を明確化する必要があるが、ここでは、出力0.1MW以上をHOB、これ以下をCFWHとした(表3-1)。

また、各HOBステーションでは、1台から複数台のHOBまたはCFWHを有しており、HOBの総計は、180台である。

表3-1 訪問調査対象施設

Facilities	No.	Remarks
HOB Station	82	Capacity : larger than 0.1MW 97HOBs inclusive of EEC's survey
Coal Fired Water Heater	11	Capacity : lower than 0.1MW
Power Plant	3	No.2, 3, 4 Power Plant
Steam Boiler	3	Coca Cola, MCA Brewery, Bintsamo Juice
Ger Stove and Wall Stove	11	Including one saw dust stove
Home Electric Water Heater	1	
合計	109	

なお、EEC (Energy Environment Research and Consulting Co. Ltd.) は、世界銀行・自然環境・観光省からの委託による「HOB Market Study」として、2008年11月から2009年2月の4カ月間で、一部大気汚染に与える影響の小さい遠隔地のHOBステーションを除くUB市内のHOBステーション(89カ所)及びCFWH(1,005カ所)の調査を行っている。

今回の訪問調査にあたっては、最新のHOB調査であるEECの調査結果に基づいて調査対象を決定した。具体的にはEECのリストのすべてのHOBステーションの訪問調査をめざしたが、一部、先方の受け入れの問題等で訪問できなかった施設があり、一方でEECのリストになかったが当方で調査を行った施設もあった。

今回の調査結果に含まれないもので、EECの調査結果に含まれるHOBステーション及びCFWHは、次のとおりであり、このHOBステーションについては、今回の調査の統計に含めた。

- EEC調査HOBステーション数 : 89 (HOBとしてリストアップされたもの)
- (内訳) 0.1MW以上 : 86 (HOBとして取扱い)
- 0.1MW未満 : 3 (CFWHとして取扱い)
- 今回の訪問調査HOBステーション数 : 82 (0.1MW以上)
- 今回の調査に含まれず、EECリストに : 15 (0.1MW以上)
- 含まれるHOBステーション数
- 今回の調査に含まれ、EECリストに含 : 11 (0.1MW以上)
- まれないHOBステーション数

なお、モンゴルにおける今後の課題として、HOBとCFWHの区分の明確化を図るとともに、ボイラの今後の登録制度また必要な規制の必要があると思われるが、そのための参考資料として、日本の労働安全衛生規則のボイラ則で規定されたボイラの区分及び必要な配置要員を、図3-1に示す。

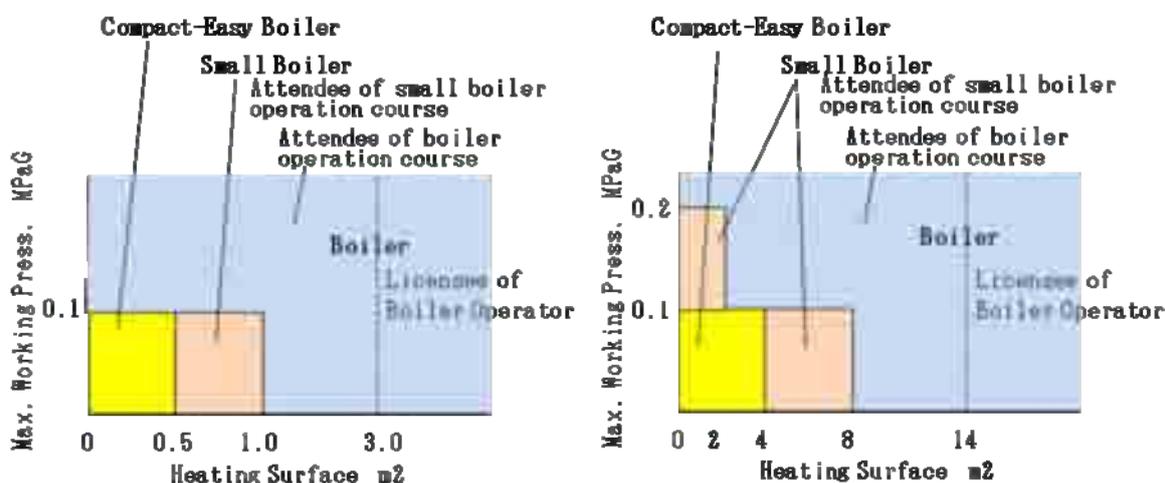


図3-1 日本におけるボイラ区分と必要な配置要員

(2) 調査方法

各石炭使用施設について、訪問調査を行い、施設のサーベイを行うとともに、施設の関係者（オーナー、エンジニア、ボイラマン等）からの必要事項のヒアリングを行った。

なお、発電所及び製造業等については、同様な訪問調査を行うとともに、質問票への記入、その提出を依頼した。図3-2に質問票の例を示す。

HOBに関して、調査内容は次のとおり。

① サーベイ調査内容

- 煙突の位置（GPSで計測）
- 煙突（またはダクト）のサイズ及び煙突高さ（巻き尺、金尺、測量器で計測）
- 煙突及びダクトの構造、材質（煤煙サンプリングノズル設置の可否判断）
- 設備内容（メーカー、形式、能力、除塵装置の有無、等）
- 運転条件（温水供給/戻り温度、供給圧力、等）⇒故障したものが多い。

- －設備の管理状況
- －HOB室内の環境状況
- －石炭使用量の実測確認（必要に応じて）
- －状況写真
- ② ヒアリング調査内容
 - －施設の所有形態及び運転員の雇用主
 - －使用石炭産地
 - －石炭使用量（寒冷期とそれ以外の期間）
 - －運転期間
 - －設置年
 - －これからの取り換え予定の有無、あればその時期
 - －設備面、運転面での問題点

また、以下のHOB運営会社及びHOBメーカー関係者と面談し、情報収集を行った。

- SELENGE Construction LLC : HOB Managing Company
- ANU Service LLC : HOB Managing Company、Agency of
CARBOROBOT、VIADRUS、etc.
- RVR LLC : HOB Managing Company、Manufacturer of
MZ1500
- Dorni ilch : HOB Manufacturer
- Odcon : HOB Manufacturer

Questionnaire Sheet 1

No. of Establishment	
Date	

1. Information of Establishment

Name	
Address	

2. Information of Stack

No.	Latitude	Longitude	UTM-X	UTM-Y	Height	Diameter	Flue Gas Temperature	Flue Gas Volume
Unit	dd dddd	ddd dddd	m	m	m	m	°C	m ³ /h
1								
2								
3								
4								
5								

Stack No.		* Please check stack when you compile data by each stack or check boiler when you compile data by each boiler
Boiler No.		* Please use questionnaire sheet 2 or 3, when you have several stacks or boilers

3. Fuel Consumption (Coal consumption by each engine and each month criteria, and the other fuels)

Coal	Origin 1	Origin 2	Origin 3	Total	Source of Fuel			
Origin					Unit			
January					January			
February					February			
March					March			
April					April			
May					May			
June					June			
July					July			
August					August			
September					September			
October					October			
November					November			
December					December			
Annual					Annual			

4. Connection Time

	Start time 1	End time 1	Start time 2	End time 2	Start time 3	End time 3
January						
February						
March						
April						
May						
June						
July						
August						
September						
October						
November						
December						

- The below questions are only for power plant
 Please provide the following data and omit question 4 for power plant
- Layout map showing locations of stacks and boiler houses
 - Connections between stacks and boilers by diagram or interview
 - Please provide the data of a, or b, below:
 - Hourly data of generated steam volumes for one year by each boiler
 - Hourly data of loading for one year by each boiler
 - Sampling results of flue gas measurements and element composition of used coal

図 3 - 2 質問票の例

3-2 燃焼施設の状況

燃焼施設の詳細は別添資料“Q-2_HOB Survey Results (including steam boiler and Ger stove)”にまとめた。

(1) 代表的なHOBの形式と基数

今回の調査対象の97カ所のHOBステーションに設置されているHOBの総数は、180台であったが、その代表的なHOBの形式及び基数は、表3-2に示すとおりであり、旧タイプのHP-18、BZUI-100、CLSG/CLHG等が、まだ大半を占めている状況である。

表3-2 HOBの型式・基数

Type of HOBs	Capacity MW	Country of Manuf'er	No.	Features	Remarks
HP18-27~HP18-100	0.35~1.35	Mongolia	50 (40)	- Old type - Natural draft - Man power coal feeding	(40) : HP18-54 (0.73MW)
CARBOROBOT-150, 300	0.15 / 0.3	Czech	22 (20)	- Induced draft - Automatic coal feeding - Built-in dust collector	(20) : CARBOROBOT-300 (0.3MW)
BZUI-100	0.8	Mongolia	20	- Old type - Natural draft - Man power coal feeding	
CLSG/CLHG	0.11~1.05	China	16	- Old type - Natural draft - Man power coal feeding	
HP25J~HP60J	0.18~0.4	Mongolia	12	- Old type - Natural draft - Man power coal feeding	
DAKON-Viadrus-VS B15	0.385	Hungary	10	- Induced draft - Automatic coal feeding	
MZ-1500	1.5	Mongolia	7	- Forced draft - Automatic coal feeding	In some cases, the travelling stokers were malfunctioned
WWGS-0.35	0.35	China	4	- Induced draft - Man power coal feeding	
CWNG-0.35	0.35	China	4	- Induced draft - Man power coal feeding	
KBP07KB	0.7	Russia	3	- Old type - Natural draft - Man power coal feeding	
RJB-18	0.7	China	3	- Natural draft - Man power coal feeding	
ECO-300,500	0.3~0.5	Mongolia	3	- Induced draft - Automatic coal feeding	
EKOEFEKT-600	0.6	Hungary	2	- Induced draft	

				- Automatic coal feeding	
KWZ	0.3/0.5	Russia	2	- Natural draft - Man power coal feeding	
MDZ-063	0.63	Mongolia	2	- Natural draft - Man power coal feeding	
DZL-2.8/1.4	2.8/1.4	China	2	- Balanced draft - Automatic coal feeding - Scrubber type dust collector	
Others			18		Hand Made他
Total			180		

Note) HOB Capacity : Larger than 0.1MW

(2) ストーカーの形式とHOB台数

ストーカーの形式には、固定式と移動式があり（図3-3）、固定式では運転員による手動投炭であるが、移動式では自動給炭される（表3-3）。

良好な燃焼を行うためには、ストーカー上への石炭の均一な分散、またそれによる均一な燃焼用空気の分散が重要となる。

固定式ストーカーでは、それがボイラマンの技能によるところが大きいのに対し、移動式ストーカーでは、ストーカー上に万遍なく、連続的に石炭を供給できるとともに、燃焼量の調整も容易であり、燃焼エアの分散も良く、良好な燃焼管理が行える。

良好な燃焼管理を行うことで、部分的な燃焼用空気不足状態での燃焼が減少し、それによる煤塵及びCOの発生を減少させることができる。

また、表3-4に、各ストーカー形式別のHOB台数を示す。

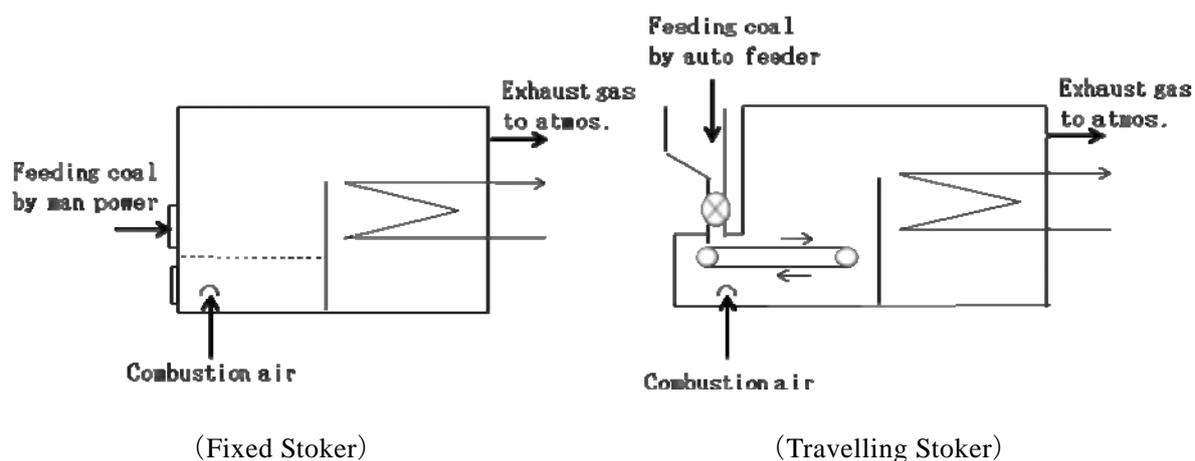


図3-3 ストーカーの形式

表 3 - 3 ストーカーの特徴

Items	Fixed Stoker	Travelling Stoker with Coal Hopper and Feeder
HOB Size	Small - Large	Middle - Large
Mechanism	Simple	Complex
Manpower	Relatively big (Short Interval of coal feeding)	Relatively small (Long interval of coal feeding)
Controllability of Combustion	Depending on skill of boiler Man	Good (Good combustion air distribution)
Investment	Low	High
Maintenance Cost	Low	High

表 3 - 4 ストーカー形式別HOB台数

Type of Stoker	No. of HOBs
Fixed Stoker	141 (78%)
Travelling Stoker with Coal Hopper and Feeder	39 (22%)
Total	180 (100%)

Note : HOB Capacity : Larger than 0.1MW

(3) 通風方式

通風方式には、図 3 - 4 に示すように、自然通風、吸引通風、押込通風、平衡通風の4種類がある。

それぞれの通風方法の特徴については、表 3 - 5 に、また、それぞれの方式のHOB台数は、表 3 - 6 に示すとおりである。

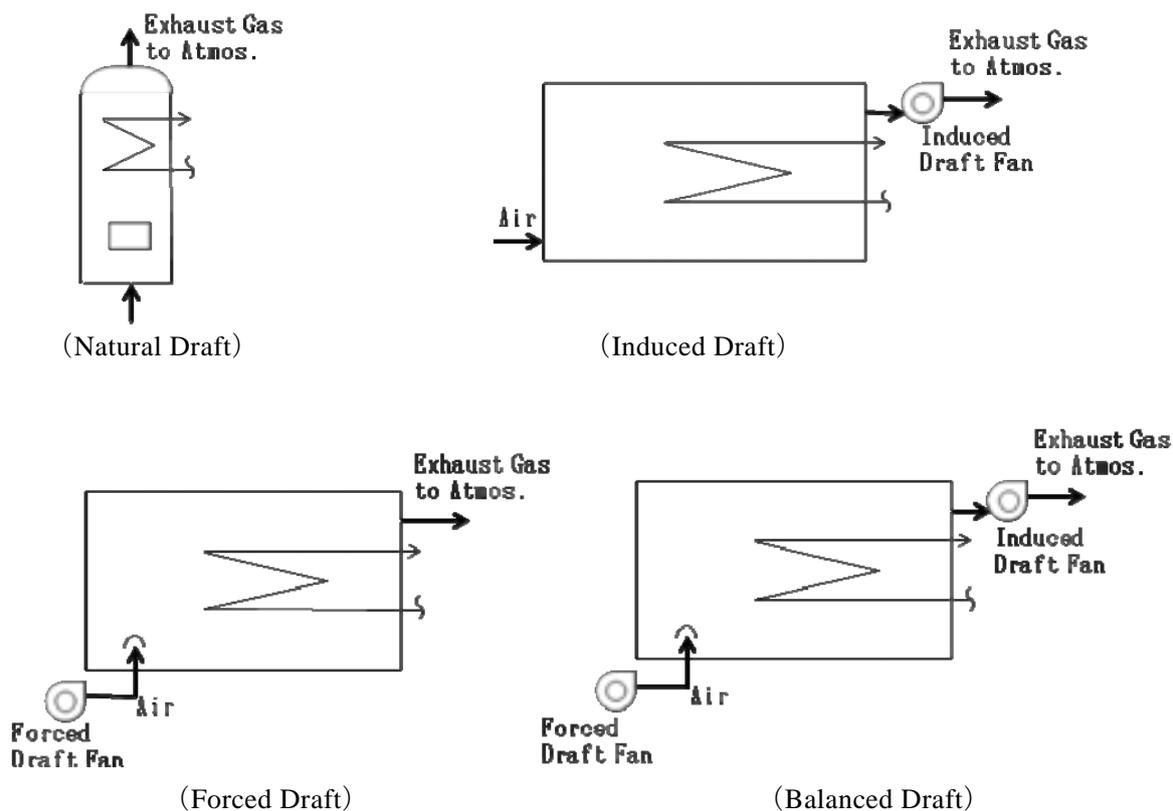


図 3-4 通風方式

通風方式によらず、3-2 (2) 項で述べたとおり、ストーカー上での均一な石炭及び燃焼用空気の分布が汚染物質排出に大きな影響を与えるが、ボイラ室内の環境も、間接的に、ボイラの運転管理に大きな影響を与えると考えられる。

各通風方式によるボイラ室内の環境については、次の傾向が見られる。

- 自然通風（運転開始時のみ押し込み送風機を起動するものを含む）及び押し込み通風においては、状況により炉内が正圧となることもあり、燃焼ガス及び石炭粉塵が噴出し、ボイラ室内の環境を悪化させていることが多い。
- 吸引通風及び平衡通風では、常時炉内を負圧に保たれるため、燃焼ガス及び石炭粉塵のボイラ室内への噴出はなく、ボイラ室内が良い環境に保たれることが多い。

なお、平衡通風は、最適な炉内圧に保つことができる最も好ましい通風方式ではあるが、この程度の規模のボイラでは、設備面では過剰と思われ、最も現実的な、好ましい通風方法としては、吸引通風と考える。

また、3-2 (5) 項で述べるマルチサイクロンタイプ等の除塵設備設置する場合には、その部分の圧力損失を考慮して、吸引通風（または、平衡通風）とする必要がある。

表 3 - 5 各通風方式の特徴

Draft System	Feature
Natural Draft	<ul style="list-style-type: none"> - Simple system - The combustion control is depending on skill of boiler man. - In some cases, the forced draft fan is used only at starting up.
Induced Draft	<ul style="list-style-type: none"> - Preferable for the operation because the inside pressure of HOB is always maintained at a little vacuum condition. - Large capacity fan is required in comparison with forced draft type. - In some cases, the induced draft fan is intermittently run for the combustion control.
Forced Draft	<ul style="list-style-type: none"> - There is a possibility to spout the combustion gas to HOB house inside caused by the increasing of pressure drop at flue gas duct, excess air ratio, etc.
Balanced Draft	<ul style="list-style-type: none"> - Possible to maintain the optimum pressure at HOB inside

表 3 - 6 各通風方式のHOB台数

Draft System Type	Number	Remarks
Natural Draft	118 (66%)	Including HOBs to be run only at starting up
Induced Draft	51 (28%)	Including HOBs to be run intermittently for combustion control
Forced Draft	9 (5%)	
Balanced Draft	2 (1%)	
合計	180 (100%)	

Note : HOB Capacity : Larger than 0.1MW

(4) 除塵設備の設置状況

HOBでの除塵設備の設置状況は、表 3 - 7 のとおりであり、現状では、HOB台数全体の20%程度に設置されているにすぎない。

表 3 - 7 除塵設備の設置状況

Items	Number of HOB Stations	Number of HOBs
With Dust Collector	23 (24%)	36 (20%)
Without Dust Collector	74 (76%)	144 (80%)
合計	97 (100%)	180 (100%)

Note : HOB Capacity : Larger than 0.1MW

HOBの除塵設備には、図3-5または図3-6に示すように、HOBに内蔵されたもの、また、外置きのものがあり、一部を除き、マルチサイクロンタイプが採用されている。

マルチサイクロンタイプ除塵設備は、一般に $5\mu\text{m}$ 以上といった大きい粒子の捕集に用いられることが多く、捕集効率としては、 $5\mu\text{m}$ 以上で70~90%といった機器もあるが、粒子径が小さくなると捕集効率は低下する。

また、HOBでは、排ガス量の変動が大きいため、適正流速を外れた場合（特に、流速が遅い場合）、捕集効率も低下するので、その捕集効率は変動しているものと思われる。

なお、除塵装置が標準的に内蔵されているHOBは、CARBOROBOT-150、300、EKOEFFECT-600及びECO-300、500である。

また、外置除塵装置は、3カ所の学校（Secondary School）のHOBに設置されている。



図3-5 除塵装置内蔵HOB

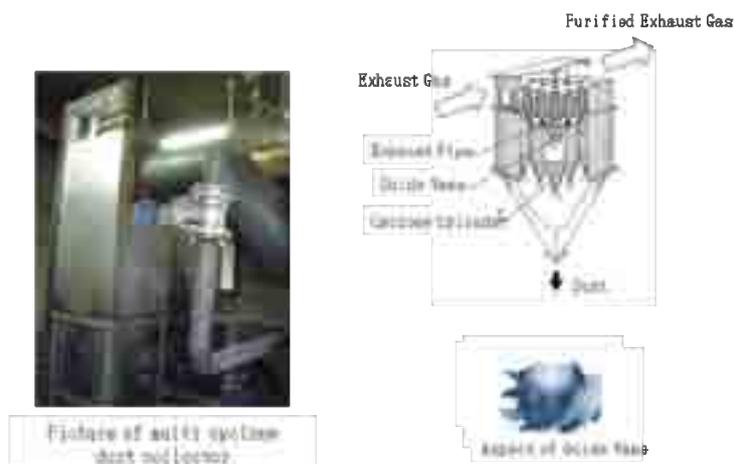


図3-6 外置除塵装置

水酸化カルシウム水溶液を使用し、脱硫も兼ねた湿式の除塵装置を有するHOBも2基あり、その写真及びシステム図を、図3-7及び図3-8に示す。

これらの湿式除塵装置については、粒径の小さい煤塵の除塵にも有効と考えられるが、実設備では、スクラバー内の硫酸カルシウムの堆積の問題から長期運転が維持できない状況等の問題があり、現在改善検討中とのことである。



図3-7 湿式除塵装置の写真

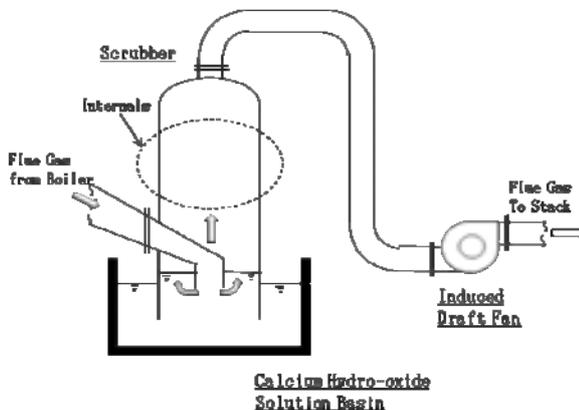


図3-8 湿式除塵装置のシステム図

(5) 将来的なHOB取り換え時の考慮事項

- HOBの効率的燃焼管理、またHOB室内の環境を考慮した場合、初期投資の問題、また設備の複雑化による保全の問題もあるが、次の形式のHOBの採用が好ましい。
 - ・ ストーカー形式：石炭ホッパー、自動給炭器付きの移動ストーカー式
 - ・ 通風方式：吸引通風方式（または平衡通風方式）
 - 注：平衡通風式は、この規模のボイラでは、過大な設備と思われる。
 - ・ 除塵装置付き
- 初期投資の問題、また保全の問題等から、固定式ストーカーを採用する場合でも、燃焼管理が行いやすいもの、室内環境への悪影響が少ないものを採用すべきである。
 - ・ ストーカー上への一様な投炭が可能なもの
 - ・ 燃焼エア量の調整が容易なもの
 - ・ 炉内が一時的にでも正圧の状態にならないもの
- 今後、選定される好ましい機種としては、自動給炭、移動式ストーカー、吸引通風方式のものであるが、固定ストーカー、手動給炭式のものと比較した初期投資価格を、代表的なHOBについて表3-8に示す。価格は自然環境観光省と世界銀行の調査報告書（“Market Study of Heat-only Boilers and Coal-fired Water Heaters, First Draft, Ministry of Nature Environment and Tourism and The World Bank, March 2009”）から引用した。

表3-8 HOBの初期投資価格の例

Type of HOB		Capacity MW	Initial Investment Mill. Tug (Thou. Tug / kW)
- Auto. Coal Feeding - Travelling Stoker - Induced Draft	CARBOROBOT-300	0.3	15 - 25 (50 - 83)
- Fixed Stoker - Man Power Coal Feeding	BUZUI-100	0.81	8 - 13 (9 - 16)
- Natural Draft	HP-18-54	0.44	7.5 - 8 (17 - 18)

出所：Market Study 2009

上記の考慮事項に併せて、将来的には、有資格者の配置、また運転員教育が必要であると考える。

(6) 燃焼管理強化の必要性

燃焼管理を改善することで、燃料使用量の削減が図れるとともに汚染物質（煤塵及びCO）の排出を抑制することができる。

ここでは、HOBの運転が大気汚染に与える要因、またこれらの改善対策等について述べる。

1) HOBの運転が大気汚染に与える要因

① 石炭燃焼

- ・過剰空気率

適正な過剰空気率により、排ガス損失が減少し、石炭使用量が削減できる。

- ・ストーカーにおける石炭と燃焼用空気の均一な分布

燃焼用空気の希薄な部分が減少し、CO、炭化水素また煤塵等の未燃分の発生が減少することで、石炭使用量が削減するとともに、汚染物質の発生量も減少する。

② 石炭の性状（褐炭）

- ・低燃料比（固定炭素分/揮発分）

燃料比が低く（揮発分が多い）、不適正な燃焼においては、煤塵、炭化水素またCOが発生しやすい。

③ HOB設備の仕様と運転条件

- ・ストーカー形式（固定、移動）

ストーカー上での均一な石炭及び燃焼用空気の均一な分散は、石炭の燃焼効率の面から重要であり、移動式ストーカーが、この面から優れている。

- ・通風方式（自然通風、押し込み通風、吸引通風、平衡通風）

HOB室内の環境を考慮した場合、吸引通風方式が優れている。

なお、室内環境は、ボイラの燃焼管理に影響を与え、HOB室内の環境を改善することで、石炭使用量及び汚染物質の発生量の削減が期待される。

- ・除塵装置有無

除塵装置の有無は、煤塵排出量に大きな影響を与え、除塵装置の設置が好ましい。

④ ボイラマンの技能

HOBの燃焼管理は、ボイラマンの技能によるところが大きく、ボイラマンの技能の向上を図ることで、石炭使用量及び汚染物質発生量の削減を図ることができる。

2) 現状の問題点

燃焼管理に関連して、以下の現状の問題点があり、直接的また間接的に汚染物質排出に関して、悪影響を与えている。

直接的な問題点としては、

① 運転員の技量不足

- ・運転員への教育訓練が不足しており、運転マニュアル等も、ほとんど整備されていない。

② 設備、機器類の低信頼性

- ・ポンプ類、モーター類、計器類、ストーカー等において故障が多い。
 - ・BUZUI-100、HP-18-54等の取り換えられた加熱管の溶接部を確認したが、溶接状況は極端に悪く、腐食また熱応力等による貫孔また割れ等が起こりやすい。
- また、第5章で述べる硫酸露点腐食は、この状況を加速する。

③ 不十分な保全

- ・運転管理用計器類（圧力計、温度計等）が故障していても、修理されない場合が多く、燃焼管理に悪影響を与えている。

- ・機器類が故障していても、運転の継続が可能であれば、修理せずに運転を行う状況も多い。

また、間接的に燃焼管理に悪影響を与える問題点として、以下のものが考えられる。

① HOB室内の粉塵の堆積、飛散による劣悪な作業環境

- ・劣悪な作業環境は、燃焼管理に多大な悪影響を与えている。

3) ボイラ効率

石炭燃焼の場合、通常のボイラ効率以外に、燃料が完全燃焼に対して、どれだけ燃焼したか（燃料燃焼効率）が問題となる。

可燃分で完全に燃焼しないものとしては、未燃炭素として石炭灰に含まれ廃棄されるもの、また、煤煙の中にCOまたは未燃炭素として排出されるものがある。

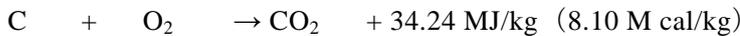
ボイラ効率の関係式は、次式のとおりとなり、ボイラ効率とともに、燃料燃焼効率も向上させるため、燃焼管理は重要である。

$$\text{ボイラ効率 } E (\%) = 100 (\%) - \text{排ガス熱損失} (\%) - \text{放散熱損失} (\%)$$

$$\text{燃料燃焼効率 } F (\%) = \text{実発熱量} / \text{完全燃焼時発熱量} \times 100$$

$$\text{総合ボイラ効率} (\%) = E \times F$$

なお、燃焼管理が悪いと、排ガス中のCO濃度は、数万ppmにもなることがあり、この場合、以下の反応式から、炭素の完全燃焼の半分弱の発熱量が失われることになる。



4) ボイラ効率改善のための対策

ボイラの運転管理及び保全管理強化による総合ボイラ効率（ボイラ効率+燃料燃焼効率）の改善は、使用石炭量の削減に大きくつながり、その結果、大気汚染防止にも、大きく寄与することになる。

ボイラ効率改善のためには、各種の対策項目があるが、それらについて、表3-9に示す。

表 3-9 ボイラ効率改善のための対策

Items	Countermeasures	Remarks
O ₂ Concentration in Flue Gas	- Combustion by adequate excess air	As for the relation between O ₂ concentration in flue gas and boiler efficiency, refer to Fig.3-9
Flue Gas Temperature	- Combustion by adequate excess air - Cleaning of heating tubes surface	As for the relation between flue gas temperature and boiler efficiency, refer to Fig. 3-9
Heat Radiation from Boiler Surface	- Maintaining refractory in good condition	Generally the radiation heat is small because of the low temperature of HOB surface.
CO Concentration in Flue Gas	- Improvement of coal and air distribution at stoker - Improvement of combustion control	
Fuel Combustion Ratio	- Improvement of combustion control for improving fuel combustion ratio	
Water Content in Fuel	- Drying of coal	In case of brown coal, the water content is relatively high.

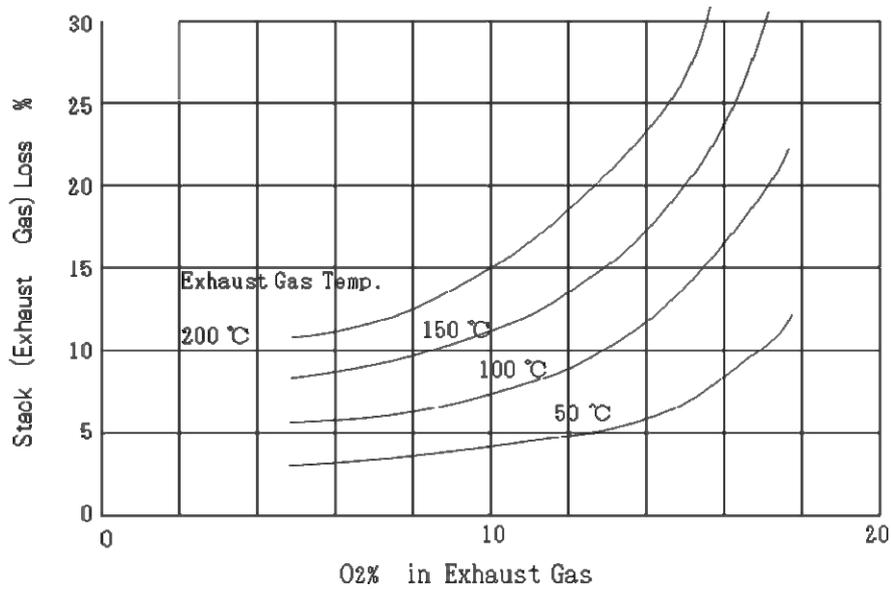


図 3-9 排ガス損失と排ガス酸素濃度/排ガス温度との関係

3-3 HOB業界の状況

(1) HOBオーナーの構成

各オーナー別のHOBの数を、表3-10に示す。

表3-10 各オーナーのHOBの数と能力

Owner of HOB	Number of HOB Station	Total Capacity MW	Average Capacity MW	Remarks
HOB Managing Company	39 (40%)	46.2 (43%)	1.18	10 companies
Public Owner	44 (45%)	40.4 (38%)	0.92	School, Police station, Fire fighting station, Army base, etc.
Private Owner	14 (15%)	20.0 (19%)	1.43	Shopping mall, Private University, Hospital, building of private company, etc.
Total	97 (100%)	106.6 (100%)	1.10	

Note : 1) HOB Capacity : Larger than 0.1MW

2) Major HOB Managing Companies

- ANU Service LLC (HOB stations for 9 2ry schools)
- Tushigtkhougai LLC (HOB stations for 2 schools, 1 children care center, etc.)
- RVR LLC (HOB stations for 1 army base, etc.)
- Khoyalaa Khuu LLC (HOB stations for 2 2ry schools)
- SELENGE Construction LLC (HOB station for police academy)

HOB運営会社のHOBと公共機関のHOBで大半を占めており、私企業所有のHOBは少ない。また、これらのHOBオーナーによる設備の違いについて、以下の傾向があり、今後の対策推進において、この点を考慮する必要があると思われる。

- 管理会社所有のHOB
 - ・低汚染、高効率、低労度のHOB (CARBOROBOT、ECOEFEKT等) を、一部導入している場合が多い。
 - ・管理会社によっては、作業環境、作業員労度まで含め、設備及び運営に十分な配慮を行っているが、一部は、劣悪な作業環境の場合もある。
- 公共機関所有HOB
 - ・全体的に、作業環境について配慮されている。
 - ・学校のHOBにおいて、除塵装置の設置による環境対策が考慮されている場合 (3カ所) がある。
- 私企業所有HOB
 - ・低汚染、高効率、低労度のHOBの導入は、進んでいない。
 - ・作業環境については、良好な箇所から劣悪な箇所まで千差万別である。

(2) HOB関連の団体

HOB関連の団体はあるとのことだが、ほとんど活動は行われていないとのことである（SELENGE Construction LLCからの情報）。

そのため、HOBに関する設備面、技術面、運営面等の情報交換が希薄な状況であろうと考えられる。

後述するとおり、HOBの設備面、環境面で、HOB間に大きな差が見られることも、このような状況も1つの原因であろうと考えられる。

(3) HOBオーナーの意識

各HOBの設備面、環境面で、HOB間に大きな差が見られる。その原因として、それぞれのHOBのオーナーの財務状況にもよると思われるが、設備面、環境面での改善意識の差も大きく影響しているものと思われる。

訪問調査で判明した点は、設備面、環境面が十分配慮されているHOBステーションが一部にある反面、オーナーが現場にほとんど来たこともないHOBもあり、設備面、環境面で改善が必要なHOBが大半である。

(4) HOBの更新状況

HOBにもよるが、その加熱管の外表面における硫酸露点腐食から、新設設備でも、運転開始数年程度で、HOBまたは、加熱管取り換えが必要となっている。

なお、修理が必要となるまでの期間は、平均的には、4年前後と思われ、修理を行っても、10年以上使用できているものはほとんどない。

加熱管の漏洩箇所等の必要最小限の修理を行う場合も多いが、何年か後には、全体の取り換え、または、加熱管の取り換えが必要となる。

一部、この硫酸露点腐食を緩和するため、温水温度を上げる対策を行っている設備もあるが、腐食を完全に解決するものではなく、寿命を何割か延長するだけである。

取り換えの方式として、以下の方式がある。

➤ HOB全体の取り換え

HOB全体を取り換えるもので、低汚染、高性能なHOBに取り換えられるケースは、まだ少ない。

➤ HOBの加熱管のみの取り換え

躯体が煉瓦構造の旧型のHP-18、BZUI-100等で実施されるもので、炉体の前面を撤去し、加熱管全体を取り換えるものである。

高性能、また作業環境の良いHOBへの取り換えの要望も、訪問調査で多く聞いたが、設備費の面での制約が多く、なかなか進まない状況がある。

3-4 石炭使用量及び既存調査との比較

今回、調査したのはGuttikundaやNAMHEMが調査した石炭使用量分類の一部である。

表 3-11 調査対象発生源

	Guttikunda, 2007		NAMHEM, 2007		今回調査対象
	PM10排出量 kg/ton	排土係数 kgPM10/ton石炭	石炭使用量 ton/年	石炭使用量 ton/年	
火力発電所	32,370	19.5	1,000,000	3,201,510	○
煉瓦工場	2,844	18	158,000		○
HOB	15,503	18	854,011	1,193,045	○
キオスタ場	1,439	25	57,590		-
ゲルストロブ	22,281	25 (石炭) 43.8 (木材)	273,435	403,450	-
			3,512,814	4,898,017	

出所：Guttikunda 2007, NAMHEM 2007

調査実施時点で、主たる調査対象であるHOBの石炭使用量が、既存調査と比較してかなり少なくなる可能性が予測されたことから、その差の原因の1つが製造業での石炭使用量にあるのではないかと仮説を立てて、製造業への調査を追加することを試みた。

しかしながら、結果的には、今回調査の範囲ではUB市内においては煉瓦工場と一部の飲料製造工場以外に、大きな製造業は見あたらなかった。また、いくつかの工場では、蒸気を火力発電所からの供給によっているとの情報も得た。

表 3-12に今回調査の石炭使用量と既存調査との比較を示す。

表 3-12 石炭使用量推計の比較

	JICA Coal Study 1995 ¹⁾	WB Heating Sector Assessment Study	NAMHEM 2007 ²⁾	Guttikunda 2007 ³⁾	World Bank Study ⁴⁾	Market Study 2009 ⁵⁾	JICA Survey Mission 2009
Power Plant	2,896,000		3,361,510	1,660,000			3,807,907
Industry				158,000			2,551
HOB		300,000	1,133,048 ⁶⁾	854,011		66,641	90,365
CPWH	400,000			57,560		19,857	19,857
Others							
Ger Area	260,000		403,450 ⁷⁾	73,646	399,601		
			4,898,017	3,512,817			

1) Study on Comprehensive Coal Development and Utilization in Mongolia, 1995, JICA and Ministry of Energy, Geology and Mining.

2) Report of Investigation on Air Pollution Emission Source & Utilization, 2007, NAMHEM.

3) These values are estimated by JICA Mission based on its report.

4) Urban Air Pollution Analysis for Ulaanbaatar, June 2007, The World Bank (Dr. Sarah Gethikumb).

5) Estimated by JICA on PM10 emission and emission factor data.

6) Heating in Poor, Four-story Ger Area of Ulaanbaatar, 2008, The World Bank.

7) Market Study of Heat-only Boilers and Coal-fired Water Heaters, March 2009, Ministry of Nature Environment and Tourism and the World Bank.

火力発電所についてはGuttikundaの推計値（当方がPM10排出量から逆算）が小さい以外は、年度の違いもあることから、ほぼ同じようなレベルを示している。

製造業については今回調査の範囲では、それほど大きくはないのではないかと感触をつかんだものの精査する必要があると思われる。

HOBについては、元々、今回調査がMarket Studyの対象施設に基づいたものであるもので、似たようなレベルとなっているが、これらの値は過去のおける30～100万tといった推計値と比較するとかなり小さい値となっている。

今回の対象ではないが、ゲルストロブ等についての推計は年度の違いを考慮すると、ほぼ同じレベルになっており、近年で40万t前後という推計値は妥当なものであると考える。そのような中

でGuttikundaはかなり多めの推計である。

表3-13と表3-14に石炭分析結果を示す。分析した炭種はUB市での消費量の多いBaganuur炭とNalaikh炭である。共に水分、灰分、揮発分の割合が高く、固定炭素分が50%未満、発熱量に関しても無水・無灰ベースで7000kcal/kg程度であり、褐炭（Lignite、Brown Coal）に分類される質の悪い石炭である。

表3-13 石炭の成分

Proximate Analysis Weight %	Baganuur	Nalaikh
Condition	Air Dried Basis	Air Dried Basis
Moisture	11.01	9.56
Ash	10.69	15.13
Volatile Matter	40.22	36.24
Fixed Carbon	38.08	39.07
Total	100.00	100.00

出所：JICA Survey Mission, Analyzed by Alex Stewart

表3-14 石炭の熱量

Calorific Value kcal/kg	Baganuur	Nalaikh
As Received Basis	5026	4560
Air Dried Basis	6423	6036
Dry, Ash Free Basis	7192	7112

出所：JICA Survey Mission, Analyzed by Alex Stewart

第4章 排煙測定

4-1 対象施設・測定方法

(1) 測定対象施設

測定対象施設は、HOB（Heat Only Boiler）、CFWH（Coal Fired Water Heater）を14カ所、火力発電所を3ボイラ及びゲルストーブ及び壁ストーブを各1カ所選定した。選定したHOB、CFWHの施設を表4-1、火力発電所の施設を表4-2、ゲルストーブ及び壁ストーブを表4-3に示す。

また、今回の調査で対象としたボイラの選定理由を以下に記す。

1) HOB

当初UB市大気質庁より推薦されたボイラを測定対象と考えていたが、作成された対象リストが1年前のデータであったため、既に更新されているボイラや、モンゴル市内から距離のある施設、煙突が室内にあるため測定孔が設置できない等の理由により、測定の困難な施設が多数あった。そのため、大気質庁の職員との訪問調査で把握したボイラの中から測定対象ボイラを以下の基準を踏まえて選定した。

① ボイラ能力×設置台数の多さ

ボイラ能力が大きいタイプ（0.7MW以上）とボイラ能力の小さいタイプ（0.2MW）のそれぞれのカテゴリごとにUB市内で設置台数の多い代表的なボイラ

② 測定の容易さ

測定孔の設置が容易、測定に協力的な場所

その結果、大きいタイプで3基、小さいタイプで2基のボイラを第1優先ボイラとして選定した。これらに準じて代表的と思われるボイラとして9基選定し、合計で14基測定した。

なお、測定対象として適当と思われたボイラでも、煙突が腐食していたり、ステンレス製で煙突の肉厚が薄すぎる等の理由で測定孔の設置が不可能な箇所が多々判明したことから、現地で状況を確認したうえで代替ボイラ等の最終的な決定を行った。

2) 石炭火力発電所

第1次詳細計画策定調査において排ガス測定用の測定孔の設置が事前に確認されていた第2及び第4火力発電所を測定対象施設とした。

第2火力発電所は、3基の35t/hボイラと2基の75t/hボイラがあるが、35t/hボイラには測定孔がないため、2基ある75t/hボイラを測定対象ボイラとした。しかし、測定時期が春先に入り温水の需要が減少したことから、測定時には2基ある75t/hボイラの内、1基（No.5）が定期点検で停止していたため、1基（No.4）のみ測定対象とした。

第4火力発電所は、ボイラが8基あるが、測定時期に稼動していたボイラは4基あり、そのうちの2基（No.2及びNo.8ボイラ）を測定対象とした。

3) ゲルストーブ及び壁ストーブ

排出実態を把握するため、現在通常使用されているゲルストーブや壁ストーブを対象としたが、そのためには個人宅のストーブを使用する必要がある。しかしながら、個人の所有物であるために、測定中の占有、測定孔の設置に関する承諾を取り付ける必要がある。また、測定中のCOや有害ガス漏洩による住民、測定者の一酸化炭素中毒、健康被害が危惧され、万が一の場合には補償問題にまで発展することも懸念された。したがって、リスクを最小限に抑えるため、測定内容を理解し、測定上細かい調整が可能である、UB市の大気質庁職員であり、C/Pでもあるセドト氏所有のゲルストーブ及び壁ストーブ各1台を測定対象とした。

表 4 - 1 HOB測定対象施設

Boiler House No.	Capacity (MW)
1	0.7
4	0.23
11	2.8
11	1.4
12	0.4
15	0.3
17	0.385
47	0.7
48	0.35
60	0.7
29	0.4
72	0.4 x 2
90	0.023
90	0.022

表 4 - 2 火力発電所対象施設

Power Plant No.	Target	Capacity (Ton/Hour)
No.2 Power Plant	No.4-Boiler	75
No.4 Power Plant	No.2-Boiler	420
No.4 Power Plant	No.8-Boiler	420

表 4 - 3 ゲルストーブ等対象施設

Location	Country of Producer	Target
Mr.Seded's Ger	Mongolia	Ger Stove (Traditional Type)
Mr.Seded's House	Mongolia	Wall Stove (Traditional Type)

※Mr. Seded is one of members in the air quality department of the capital city.

(2) 測定方法

1) 排ガス測定方法に関する規格

排ガスの測定方法としては、主として各国の独自の規格や国際標準化機構（以下「ISO」とする）で定められた規格が存在している。わが国においては日本工業規格（以下「JIS」とする）において排ガス測定の規格が定められており、これに基づいて測定が行われている。モンゴルにおいては、HOBやゲルストーブ、発電所の排ガス基準が定められているモ

ンゴル国基準（MNS）に排ガス測定方法が記載されているが、極めて簡単に記載されているだけで、詳細に順を追って測定方法が定められている規格といったものではない。なお、実際には準用されていないが、MNSの参考資料の中には中国国家規格（GB/T16157:1996「廃棄物源による大気汚染ダストの分析及びガス状汚染物の測定方法」）の排ガス測定方法が記載されており、最新版を参照するように示されている。

本調査においては、わが国のJISに基づき測定を実施した。ただし、世界的な流れとしては、商取引や環境データの国際比較の面から、各規格はISOとの整合化が積極的に進められている。そのため、参考として、表4-4にJIS及びISOの排ガス測定方法（概要）を示し、表4-5にJIS及びISOの詳細なダスト測定の測定方法比較を示した。これらの表からもわかるように、JISはISOと各項目で細部では相違部分はあるものの、おおむね同様の内容であるといえ、世界的に標準的な方法により測定が行われているといえる。

表4-4 JISとISOの固定発生源排ガス中のダスト及びガス状大気汚染物質測定分析方法

JIS規格	ISO規格
JIS Z 8808-1995：排ガス中のダスト濃度測定方法	ISO 9096：2003、Stationary source emissions-Manual determination of mass concentration of particulate matter ISO 12141：2002、Stationary source emissions-Determination of mass concentration of particulate matter (dust) at low concentrations-Manual gravimetric method
JIS K 0103-2005：排ガス中の硫黄酸化物分析方法 JIS K 0103-2005：Methods for determination of sulfur oxides in flue gas (分析方法の種類) 1. イオンクロマトグラフ法 2. 沈殿滴定法（アルセナゾⅢ法） 付属書1 沈殿滴定法（トリン法） 付属書2 比濁法（光散乱法） 付属書3 中和滴定法 付属書4 イオンクロマトグラフ法による硫黄酸化物及び塩化水素の同時分析法 付属書5 イオンクロマトグラフ法による硫黄酸化物、塩化水素及び窒素酸化物の同時分析法	ISO7934-1989：固定発生源からの排出－二酸化硫黄の質量濃度の定量－過酸化水素/過塩素酸バリウム/トリン法 ISO7934：1989,Stationary source emissions-Determination of the mass concentration of sulfur dioxides-Hydrogen peroxide/barium perchlorate/Thrin method ISO11632-1998：固定発生源からの排出－二酸化硫黄の質量濃度の定量－イオンクロマトグラフ法 ISO11632：1998,Stationary source emissions-Determination of mass concentration of nitrogen oxides-Naphthylenediamine photometric method
JIS K 0104-2000：排ガス中の窒素酸化物分析方法 JIS K 0104-2000：Methods for determination of nitrogen oxides in flue gas (分析方法の種類) 1. 亜鉛還元ナフチルエチレンジアミン吸光光度法 2. ナフチルエチレンジアミン法 3. イオンクロマトグラフ法 4. フェノールジスルホン酸吸光光度法 5. ザルツマン吸光光度法	ISO11564-1998：固定発生源排出－窒素酸化物の質量濃度の定量－ナフチルエチレンジアミン吸光光度法（NEDA法） ISO11564：1998,Stationary source emissions-Determination of mass concentration of nitrogen oxides-Naphthylenediamine photometric method
JIS K 0095-1995：排ガス試料採取方法	ISO10396：2007、Stationary source emissions-Sampling and the automated determination of gas concentrations

表 4-5 JISとISOの排ガス中のダスト濃度の測定方法

項目	JIS Z 8808-1995 ※1	ISO 12141-2002 ※2	ISO 9096-2003 ※3
測定範囲	規定なし	<50mg/m ³ _N 、特に5mg/m ³ 程度に有効	20~1000mg/m ³ _N
試料採取形式	20~30L/min程度の小容量	5~50m ³ _N (83.3~833.3L/min) の大容量 (High-volume sampling) なお、通常φ20~φ50mmの大口径ノズル使用	20~30L/min程度の小容量
捕集ダスト量	円形ろ紙0.5mg/cm ² 程度 円筒ろ紙≧5mg	捕集ダスト量>全体ブランク値 (Overall blank value)の5倍 全体ブランク値は、プロセスのためにセットした限界の10%を超えないこと	ISO12141と同じ
測定位置	数値規定なし	・ガス流角度<ダクト軸15° ・ダクト直管部>ダクト径の5倍 (上流)、2倍 (下流) ・最低ガス速度 (動圧) >5Pa ・高/低ガス速度比<3/1	ISO12141と同じ
測定孔	φ100~150mm	・円形φ125mm、角形100×250mm以上 (ただし、φ0.7m以下の小径ダクトは除く)	ISO12141と同じ
測定点	ダクト径：5クラス ダクト寸法：3クラス 最大点：20点	ダクト径：4クラス 円形ダクト16点 (中心をとる17点) 矩形ダクト16点	ISO12141と同じ。ただし、ダクト径：5クラスが異なる
	点数削減措置あり (備考1~3)	規定なし	規定なし
排ガス密度の求め方	固体と液体の燃料を空気で燃焼：ρ ₀ =1.3kg/m ³ _N	規定なし	規定なし
ダスト試料採取装置の種類	普通形と平衡形 (両者に手動と自動がある)	手動 (自動は概念になし)	ISO12141と同じ
ダスト試料採取装置の構成	1形と2形 (In-stackとOut-stackに相当)	In-stack typeとOut-stack type	ISO12141と同じ
	リークは認めず	漏れ：<流量の2%	ISO12141と同じ
	2形の保温：≧露点	保温：160°C±5°C	ISO12141と同じ
普通形試料採取装置	ISO12141の規定なし	5分ごとに等速吸引流量を合わせるか、動圧を記録	ISO12141と同じ
	ISO12141の規定なし	試料採取中も排ガス状況の確認 (流速、温度、CO ₂ /O ₂ 濃度)	ISO12141と同じ
吸引ノズル	内径：≧φ4mm	口径：>φ6mm (Annex Fにて)、(>φ8mmを推奨)	口径：>φ4mm (Table3にて)、(>φ8mmを推奨)
	数値規定なし	ノズル内直管部：>10mm バンド径：>内径の1.5倍 バンドまでの直管部：>30mm 障害物までのノズル長：>50mm	ISO12141と同じ
ダスト捕集器	ろ紙捕集率：≧99% (0.3μm)	捕集率：≧99.5% (0.3μm)、≧99.9% (0.6μm) (ただし、AnnexFでは0.6μmで99.5%)	捕集率：≧99.0% (0.3μm) (ただし、Table3では0.3μmで≧99.5%)
	ミスト対策あり	Out-stack typeで対応	ISO12141と同じ
ダスト試料の採取方法の種類	各点採取法・移動採取法・代表点採取法	各点採取法・移動採取法	ISO12141と同じ
ダスト捕集器の準備	ろ過速度：≦0.5m/s	規定なし	規定なし
	通常乾燥：105~110°C	乾燥：>1hで>180°C	乾燥：>1hで>160°C
	規定なし	制御精度：±5°C	ISO12141と同じ
	排ガス温度≧100°Cの場合：排ガス温度で乾燥	規定なし	
	放冷：室温まで (時間規定なし)	放冷：>4h、室温	ISO12141と同じ
	天秤感量：≦0.1mg	感量：0.01~0.1mg	ISO12141と同じ
	秤量時湿度：50%前後を推奨	規定なし	
等速吸引誤差	：-5~+10%	：-5~+15%	ISO12141と同じ
採取後の乾燥温度	原則：105~110°C	>1hで>160°C	ISO12141と同じ
	十分に乾燥 (時間規定なし)	放冷：>4h	ISO12141と同じ
沈着ダスト回収	ISO12141のような厳密な規定なし	回収回数、方法、器具等厳密に規定	ISO12141と同じ

※1 JIS Z 8808-1995：排ガス中のダスト濃度測定方法

※2 ISO 12141：2002、Stationary source emissions-Determination of mass concentration of particulate matter (dust) at low concentrations-Manual gravimetric method

※3 ISO 9096：2003、Stationary source emissions-Manual determination of mass concentration of particulate matter

出所：金子他、排ガス測定に関するJIS規格とISO規格の整合化のために一ばい煙測定分析方法を中心に、環境管理、Vol.42, No.10 (2006) をもとに作成

2) 各項目の測定方法

既述したように、本調査においては、わが国の日本工業規格（以下「JIS」とする）に準拠した測定方法を採用したが、その中で具体的に採用した方法を表4-6～表4-8に示す。なお、表には具体的に採用した方法とそれ以外の利点と欠点についても併せて整理した。

また、モンゴルで実際に使用している測定方法（機材）を表4-9に示す。

表4-6 ダスト測定装置

試料採取方法	今回の測定	利点	欠点
手動式（普通形）試料採取装置	○	<ul style="list-style-type: none"> 購入費が安い。 構造が単純なため故障が少ない。 汎用品を使っているため消耗品の入手が容易である。 測定器材の構成が単純であるため、装置単体の校正が容易である。 	<ul style="list-style-type: none"> 操作が多くなるため作業時間がかかる。 作業に熟練するための知識が必要である。 排ガス流量が変動する場所では等速吸引が難しい。
自動式（平衡形）試料採取装置	×	<ul style="list-style-type: none"> 操作が単純であるため、測定が容易である。測定技術があまり必要でない。 大気圧測定、排ガス流速（動圧・静圧測定）等行う必要がない。 排ガス流量が変動してもリアルタイムで等速吸引できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 購入費が高い。 構造が複雑なため故障しやすく、ユーザー独自の修理が難しい。 装置全体の校正が難しい。 メンテナンス費がかかる。

表4-7 窒素酸化物

測定方法	今回の測定	利点	欠点
化学分析法			
亜鉛還元ナフチルエチレンジアミン法（Zn-NEDA法）	○	<ul style="list-style-type: none"> 測定装置及び分析装置が安価である。 測定装置及び分析装置とも汎用性の高いものが多い、他の測定及び分析に流用できる。 測定装置が単純であるため、メンテナンス及び修理等が容易である。 	<ul style="list-style-type: none"> 測定操作が複雑になるため、測定技術の習得に時間がかかる。 測定後、ラボに持ち帰り分析するため、測定結果が出るまでに時間がかかる。 分析に多少の化学知識を要求される。 分析には化学薬品（劇物及び毒物）を使用するため、それらに対応した施設（ドラフト等）が必要になる。 バッチサンプリングであるため、測定値が瞬時値または平均値と成ってしまう。 測定者及び分析者の技能の度合いに比例した測定精度となってしまう。
ナフチルエチレンジアミン法（NEDA法）	×		
イオンクロマトグラフ法	×		
フェノールジスルホン酸吸光度法（PDS法）	×		
ザルツマン吸光度法	×		
連続分析法			
化学発光方式	○	<ul style="list-style-type: none"> 装置が単純であるため操作が比較的簡単である。 測定に専門技術の必要がないためデータにばらつきが少ない。 測定結果を記録計に記録できるので、後で解析が容易にできる。 測定を連続的にできるため、濃度の変化が大きい場合に対応できる。 その場で測定値が確認できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 装置が高価である。 装置が複雑であるため、メンテナンス及び修理が難しいまたはできない。 校正するための標準ガスが必要になる。 装置に電子部品を使用しているために、振動に弱く、現場への搬送中に故障しやすい。
赤外線吸収方式	×		
紫外線吸収方式	×		

表4-8 硫黄酸化物

測定方法	今回の測定	利点	欠点
化学分析法			
沈殿滴定法（アルセナゾⅢ法）	×	窒素酸化物と同様	窒素酸化物と同様
イオンクロマトグラフ法	×		
沈殿滴定法（トリン法）	×		
中和滴定法	×		
比濁法（光散乱法）	○		
連続分析法			
溶液導電率方式	×	窒素酸化物と同様	窒素酸化物と同様
赤外線吸収方式	○		
紫外線吸収方式	×		
紫外線蛍光方式	×		

表 4-9 モンゴルの測定方法

モンゴルの測定方法	利点	欠点
燃焼排ガス分析計 TESTO-350（ドイツ製）による測定 （NO _x 、SO ₂ 分析方法：定電位電解法）	<ul style="list-style-type: none"> ・大気導入によるゼロ校正のみで測定ができる。 ・測定機材がコンパクトで持ち運びが便利である。 ・使用方法が単純なため測定に化学の知識を必要としない。 ・充電バッテリーが内蔵されており、数時間は電源を必要としなくても測定が可能。 ・多成分・項目を1台で測定することが可能であり、多目的に使用できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・装置が高価である。 ・毎回標準ガスによる校正をしないので測定精度が補償されない。 ・標準ガスを使用しないため、日本では、計量証明の計量器としては使えない。 ・1年に1度メーカー校正が必要である。

表 4-9 で示したとおり、ダストの測定にはすべて手動式採取装置を用いた。窒素酸化物と硫黄酸化物の測定については、HOBとゲルストーブ等は乾式の連続分析方法を用い、火力発電所は湿式の化学分析法〔亜鉛還元ナフチルエチレンジアミン法と比濁法（光散乱法）〕を用いた。

モンゴルにおける現状の測定方法としては、ダストの測定は機材自体の数が限定的でありほとんど実施されていない。一方、ガス測定（SO₂、NO_x、O₂、CO、CO₂等）についてはポータブルの燃焼排ガス分析計であるTESTO-350（ドイツ製、図 4-1 参照）を用いた測定が実施されている。ただし、排ガスを特定するための排ガスの流速測定や乾き排ガスを算出するために必要な排ガス中の水分測定は同時に行われていない状況である。



図 4-1 TESTO-350

3) ダスト測定

JISの測定方法を下記に記す。基本として、JIS法に準拠するように行ったが、一部、測定上の問題点、相違点等も発生したため、その問題点等について下記に併記する。

a) 測定位置、測定孔及び測定点

- ① 測定位置はダクトの屈曲部分、断面積が急激に変化する部分などを避け、排ガスの流れが一樣に整流され、測定作業が安全、かつ容易な場所を選ぶ。
- ② 測定孔は、内径100~150mm程度のフランジをダクト壁面の適当な場所（作業床より約120~150cm）に設置し、適当な蓋で密閉しておく。
- ③ ダクトの形状及び大きさに応じて、次の規則に従って当面積に区分し、その区分面積ごとに測定点を選ぶ。

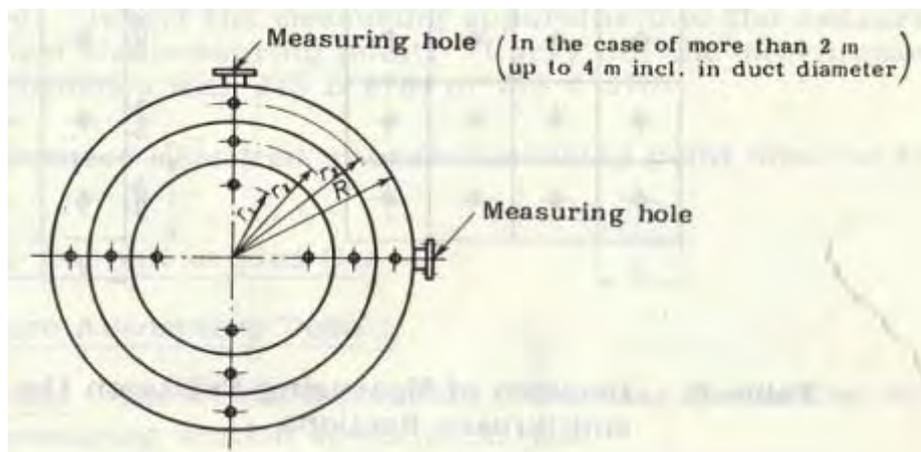
○円形断面の場合

図 4-2、表 4-10にしたがい、測定断面において互いに直交する直線状の位置に測

定点を選ぶ。

問題・相違点等

HOBの測定では煙突に対して採取孔を1つのみ設置した。厳密に測定を実施する場合、測定孔を2つ設置する必要があるが、HOBの煙突のように細い煙突では、日本でも測定孔が1つしか付いていない場合も多いので本格プロジェクトの場合は、検討する必要がある。



出所：JIS Z 8808

図 4 - 2 円形断面の測定位置

表 4 - 10 円形断面の測定点

Applicable diameter of duct 2R(m)	Number of divisions by radius	Number of measuring points	Distance from center of duct to measuring point (m)				
			r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅
1 and under	1	4	0.707 R	-	-	-	-
Over 1 to 2 incl.	2	8	0.500 R	0.866 R	-	-	-
Over 2 to 4 incl.	3	12	0.408 R	0.707 R	0.913 R	-	-
Over 4 to 4.5 incl.	4	16	0.345 R	0.619 R	0.791 R	0.935 R	-
Over 4.5	5	20	0.316 R	0.518 R	0.707 R	0.837 R	0.949 R

出所：JIS Z 8808

○長方形及び正方形断面の場合

断面図を図 4 - 3 の長方形断面の測定点、及び図 4 - 4 の正方形断面の測定点に示すように、一片の長さlが1m以下の範囲で断面を長方形または正方形に区分し、その中心点を選ぶ。適用寸法及び測定点の取り方は、表 4 - 11に示す長方形及び正方形断面の測定点の取り方のおりとする。

問題・相違点等1

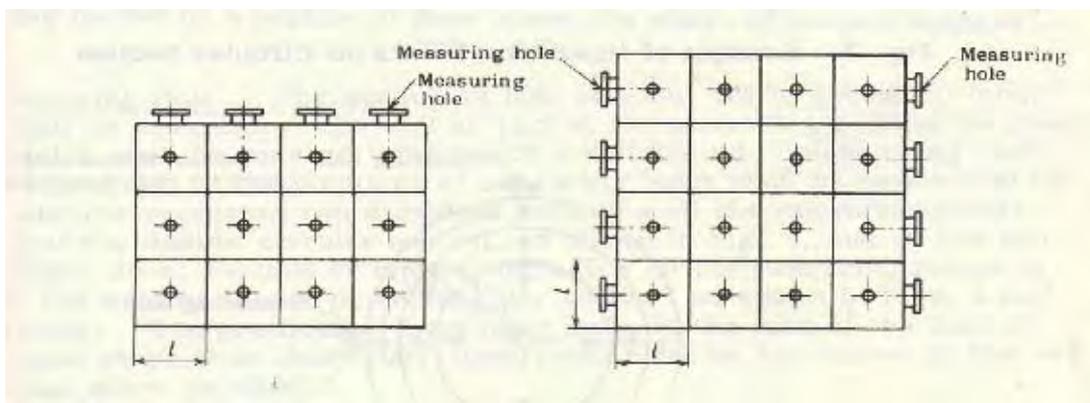
火力発電所では、測定孔が古いため、測定孔蓋の取り付けネジが錆びており、4カ所ある測定孔のうち、1カ所開かない箇所があった。そのため、JISに規定されているとおりには測定できなかった。測定孔のメンテナンスや測定前に測定孔が完全に開くことを確認してから測定を開始する必要がある。

問題・相違点等2

第4火力発電所は煙道の断面積が大きいいため、測定孔から測定位置までの距離が数m離れていた。そのため、持参したピトー管では届かない場所があったため、測定位置が必ずしも規定されている中心点とすることができなかった。事前に煙道の大きさを調査しておき、煙道の大きさに適合した長さのピトー管を準備する必要がある。

問題・相違点等3

第2火力発電所は測定孔がJISの測定方法に則ると1ダクトあたり3カ所必要であるが、1カ所しか設置されていなかった。また、設置場所も湾曲部に近くダクト内の排ガスの流れが一様でないと考えられる。本格プロジェクトでは測定孔位置の再考、必要に応じて追加設置の必要がある。



出所：JIS Z 8808

図4-3 長方形断面の測定点

図4-4 正方形断面の測定点

表4-11 長方形及び正方形断面の測定点の取り方

Sectional area of applicable duct A (m ²)	Length of a divided side l (m)
1 and under	$l \leq 0.5$
Over 1 to 4 incl.	$l \leq 0.667$
Over 4 to 20 incl.	$l \leq 1$

出所：JIS Z 8808

b) 排ガス温度の測定

ダクト中の任意の点を、JISに規定された温度計を用い、測定孔より測定装置を挿入し、測定点に合わせて測定する。

c) 排ガス中の水分量測定

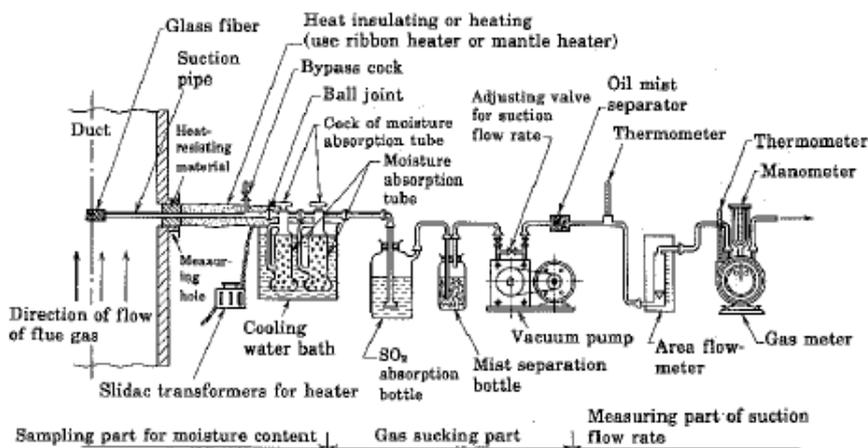
- ① 測定点はダクトの中央部を選ぶ。
- ② 測定装置は図4-5のとおり設置する。

- ③ 前準備として吸湿前の吸湿管の重量を測定する。
- ④ 測定方法
 吸引管を測定孔に挿入し、保温または加熱開始後、バイパスコックを用いて吸引管の空気排ガスを十分置換してからバイパスコックを閉じ、吸湿管出入口のコックを開いて排ガス吸引を開始する。吸引ガス量は、吸引した水分が0.1から1.0gになるように選ぶ。
- ⑤ 測定後に吸湿後の吸湿管の重量を測定する。
- ⑥ 吸湿管の重量増加分と吸引ガス量より、排ガス中の水分量を計算により求める。

問題・相違点等

HOBは煙突内の排ガス温度が低く、また外気温は低いため、温度差が生じ、水分が吸湿管に行くまでに結露してしまい、水分含有率が低くなる傾向にあった。本調査では加熱用にリボンヒーターを用いていたが、本格プロジェクトにおいて、今回よりも気温の低い時期に調査を予定する可能性があるため、加熱部分をより確実に加熱するために加熱採取管を使う必要がある。

また、水分測定用の天秤が日本からモンゴルへの輸送段階で故障してしまい、現地で代替品を購入して対応した。JISにおいては天秤の感量を10mgとしているが、代替品は感量が100mgのものを使用することとなった。



出所：JIS Z 8808

図 4 - 5 排ガス中の水分量測定装置

d) 排ガスの流速及び流量測定

測定孔より測定用器材（ピトー管）を挿入し、a) で定めた測定点に先端を合わせる。測定点の動圧及び静圧を求め、排ガス中の水分量及び排ガス温度より排ガス流速を計算し、断面積より排ガス流量を求める。

問題・相違点等

自然通風式のHOB、ゲルストーブ及び壁ストーブのような排煙流速の低い（5m/s以下）場合は、傾斜マンオメーターでは圧力が小さいため、ピトー管での測定は困難であった。

このため、排ガス流速の低い場合には、ピトー管の代わりとして、低速レンジが測定可能である高温対応用の熱線式風速計で測定した。

e) ダスト測定

a～dで測定した測定点における排ガス及び吸引ガスの諸条件より、等速吸引速度を求め、図4-6の装置によりダスト試料を等速吸引でろ過捕集するものである。

問題・相違点等1

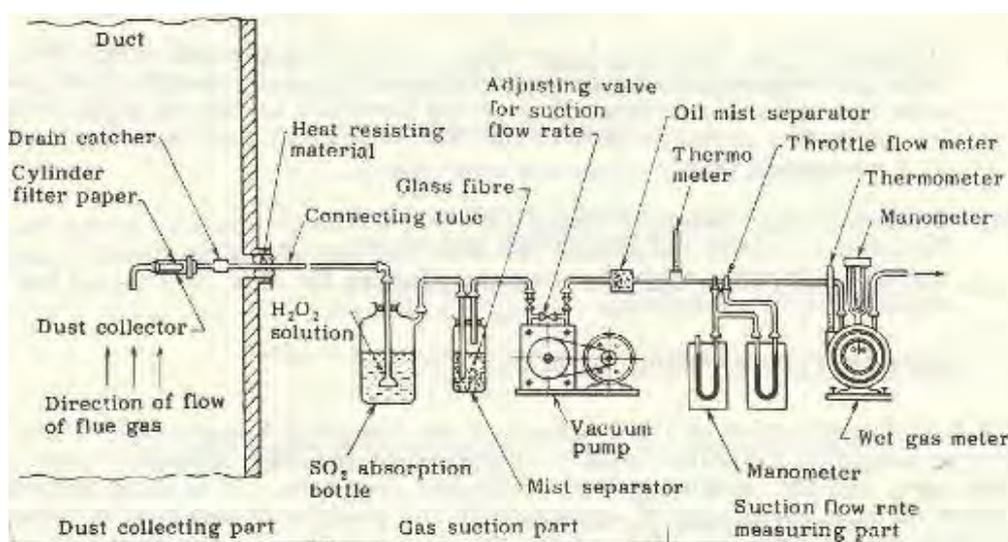
日本においては、一般には定常運転にコントロールした状態で測定をすることが多いため排ガス流速が安定しているが、モンゴルでは石炭投入ボイラ等が主流であり、手動で石炭を投入するタイプ（マニュアル式）のHOBでは、石炭の投入が間欠的になるため、燃焼が一定ではなく、排煙流速が変動していた。今回、普通型試料採取装置を使用し、流速測定を行って吸引量を求めたうえでダスト測定を行った。リアルタイムな等速吸引を行うことはできなかった。そのため、実際の測定では、流速、排ガス組成はできるだけ長い時間測定を行い、この平均値を用いて吸引量を求め等速吸引を行った。

ゲルストーブ及び壁ストーブについても石炭の投入が連続的ではなく、さらに屋外の風速が影響するため排煙流速の変動が激しかった。そのため、10分ごとに熱線式風速計による排ガス流速、及びこれにより求めた吸引量でダスト測定を行った。

今後の課題として、変動する排煙流速中でリアルタイムに等速吸引するために、平衡形自動試料採取装置の使用や測定方法を工夫していく必要がある。

問題・相違点等2

JISではダスト測定を実施するにあたり、測定前、測定後にろ紙を105～110℃で十分に乾燥し、排ガス温度が100℃以上の場合にはあらかじめろ紙が排ガスと同程度の温度で恒量となるまで加熱するとされているが、今回CLEMで借用した乾燥機は設定温度に対する実温度の変動幅が約数十℃と大きく、105～110℃の変動レンジ内で乾燥させることは困難であった。また排ガス温度を事前に把握することが困難であったため、上記の方法のみで測定前後のろ紙を恒量を行った。



出所：JIS Z 8808

図4-6 普通型手動試験試料採取装置

4) 窒素酸化物測定

窒素酸化物の測定はJIS K 0104に準拠し、下記の2つの方法で行った。また、ダスト同様に、測定上の問題点、相違点等について以下にそれぞれ併記した。

- a. 化学分析法：亜鉛還元ナフチルエチレンジアミン吸光光度法
- b. 連続分析法：化学発光法

概要を下記に記す。

a) 化学分析法

i 試料採取方法（真空フラスコ法）

試料空気は、吸収液を入れた後に真空ポンプで吸引し、真空にしたフラスコ（真空度を測定する）を、図4-7に示す試料ガス採取装置にセットし、流路切り替え弁を開け、試料採取管より排ガスを吸引する。吸引後の真空フラスコ内圧を測定する。前後の圧力差と真空フラスコの内容積等により吸引排ガス量を計算する。

ii 定量操作

・前処理

真空フラスコで採取した排ガスをオゾン酸化し、すべてをNO₂に変換して、吸収液に吸収させNO₃にする。

・定量操作

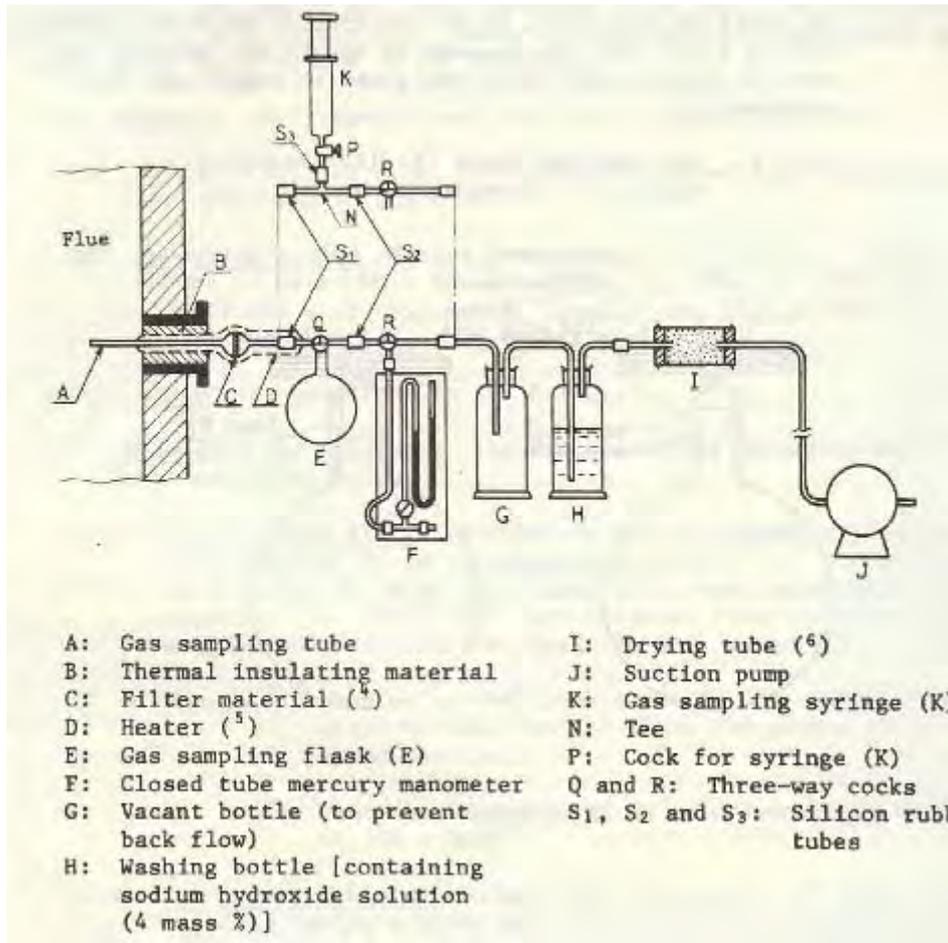
NO₃を含んだ吸収液を亜鉛で還元し、NO₂とし、ナフチルエチレンジアミン発色液を加え、発色した溶液の吸光度測定し、検量線よりNO₂量を求め、吸引ガス量等より窒素酸化物濃度を求める。

問題・相違点等1

当初化学分析法による測定を予定していなかったことから、事前に試薬及び装置の一部を準備しておらず、JIS法に準拠した試薬、機材等の測定準備に非常に時間を要した。一部の試薬は輸送が非常に難しいため、事前に周到な準備しておく必要がある。また、この方法は排ガスを水溶液の吸収液に吸収させるため、厳冬期では凍結してしまうことから測定できないと考えられる。厳冬期の測定には装置の保温設備等を用意する必要がある。

問題・相違点等2

真空フラスコによる試料採取は、1回の測定で2回採取を行い、採取は1回当たり数秒～1分程度で完了するためほぼ瞬時値をみていることになる。火力発電所でも排ガス中のNO_xは変動していると考えられるため、全体の値を把握するためには、採取回数を多くするか、連続測定が望ましい。



出所：JIS K 0104

図 4 - 7 試料ガス採取装置

b) 連続分析法（化学発光法）

採取管より採取された窒素酸化物（NO）がオゾンにより酸化されてNO₂になるとき一部の分子が励起状態（高いエネルギー状態）となり、これが基底状態に移るとき光を放射する。このときの発光光量がNO濃度と比例するため、発光光量により窒素酸化物濃度を測定するものである。

i 試料採取部

排ガス中のダストを除去し、必要に応じて水分を除去または一定量を保つ機能を持ち、対象成分の損失を可能な限り抑制しつつ必要な一定量の試料ガスを連続的に分析装置に供給するものである。採取管、1次フィルタ、導管、除湿機、2次フィルタ、吸引ポンプ、流量計、切り替え弁、絞り弁、校正用ガス導入口、コンバーターなどを構成する装置を用いる（図 4 - 8 参照）。

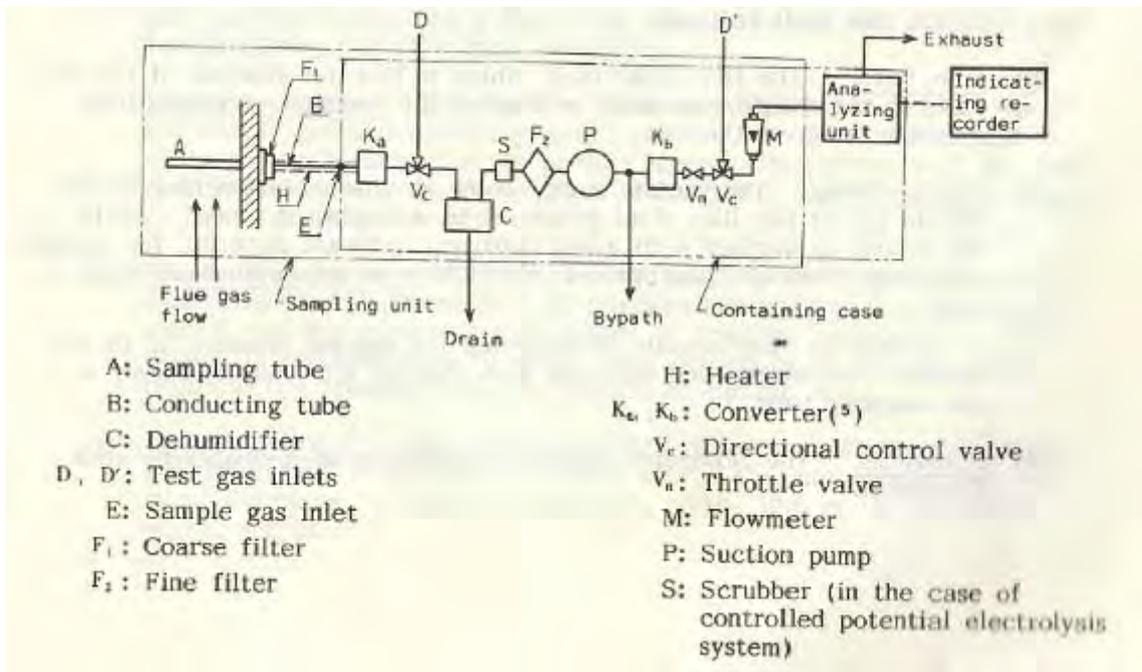
ii 分析計

化学発光方式による分析計は、流量制御部、反応層、測光部、オゾン発生器よりなる。

流量制御部で制御された排ガスがオゾン発生器で発生されたオゾンにより酸化され、その時の発光を測光部で測定し指示記録計で測定値を記録する。

問題・相違点等

連続分析計は基本として、対象試料の濃度を挟む形でゼロガスとスパンガスにより校正を行うが、今回は対象のNO_x濃度が数十～80ppm付近であったのに対し、現地で入手した校正ガス（スパンガス）はNO：40.2ppmと測定濃度をすべてカバーするものでなかった。したがって、本格プロジェクトでは、適当な濃度のスパンガスを容易する必要がある。



出所：JIS K 0104

図 4 - 8 NO_x測定器の構成例

5) 硫黄酸化物

硫黄酸化物の測定はJIS K 0103に準拠し、下記の2つの方法で行った。また、ダスト同様に、測定上の問題点、相違点等について以下にそれぞれ併記した。

- a. 化学分析法：比濁法（光散乱法）
 - b. 連続分析法：非分散赤外線吸収法
- 概要を下記に記す。

a) 化学分析法

i 試料採取方法

試料採取装置の一例を図 4 - 9 に示す。

排ガスを試料採取管より吸引し、吸収液を入れた吸収瓶で硫黄酸化物を採取する。

ii 定量操作

採取した吸収液を定量する。

定量後の試料液を2個の100mlビーカーに50mlずつ取り分ける。

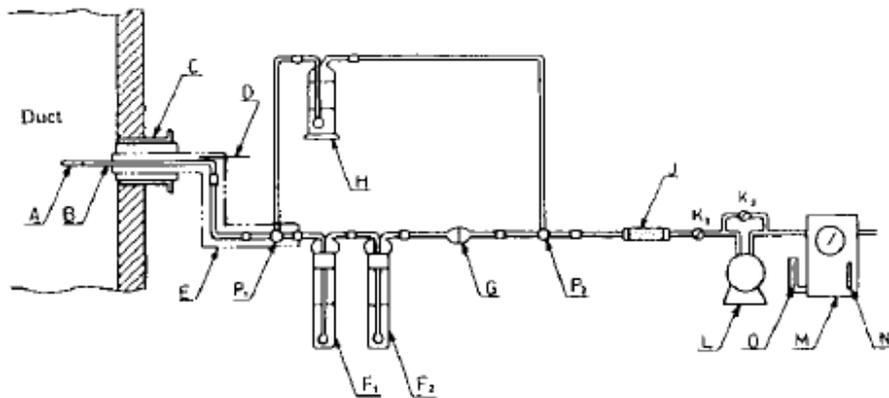
両方のビーカーにグリセリン溶液と塩化ナトリウム溶液を加えてよく攪拌する。

一方のビーカーに塩化バリウムを加え攪拌、静置、攪拌後吸収セルに溶液の一部を取り、塩化バリウムを加えない液を対照に吸光度を測定する。

検量線より硫酸イオン量を求め、吸引ガス量より排ガス中の硫黄酸化物濃度を算出する。

問題・相違点等

NO_xと同様に、当初湿式法による測定を予定していなかったことから、事前に試薬及び装置の一部を準備しておらず、JIS法に準拠した試薬、機材等の測定準備に非常に時間を要した。また、この方法は排ガスを水溶液の吸収液に吸収させるため、厳冬期では凍結してしまうことからこの方法では測定できないと考えられる。厳冬期の測定には装置の保温設備を用意する必要がある。



- | | |
|---|---|
| A : filter medium | J : drying pipe |
| B : sampling pipe for sample gas | K ₁ , K ₂ : adjusting cock of flow rate |
| C : insulator | L : suction pump |
| D : thermometer | M : gas meter |
| E : heater | N : thermometer |
| F ₁ , F ₂ : absorbing bottle (250 ml capacity or 100 ml capacity) | O : manometer |
| G : glass filter | P ₁ , P ₂ : three way cock to switch flow way |
| H : washing bottle (put in 50 ml of absorbing liquid) | |

出所：JIS K 0103

図 4 - 9 SO_x排ガス採取装置

b) 連続分析法（赤外線吸収法）

排ガスをガスセルに導入し、セルを通過する赤外線吸収を測定し、硫黄酸化物濃度を算出する。

i 試料採取部

排ガス中のダストを除去し、必要に応じて水分を除去しまたは一定量を保つ機能を持ち、対象成分の損失を可能な限り抑制しつつ必要な一定量の試料ガスを連続的に分析装置に供給するものであって、採取管、1次フィルタ、導管、除湿機、2次フィルタ、吸引ポンプ、流量計、切り替え弁、絞り弁、校正用ガス導入口を構成する図 4 - 10に示す装置を用いる。

ii 分析計

赤外線ガス分析計は、波長非分散、正フィルタ方式で、光源回転セクタ、光学フィ

ルタ、試料セル、比較セル、測光部、増幅部などで構成され、試料セルに導入された排ガスの赤外線吸収を測定し、硫黄酸化物（SO₂）濃度を求める。

問題・相違点等1

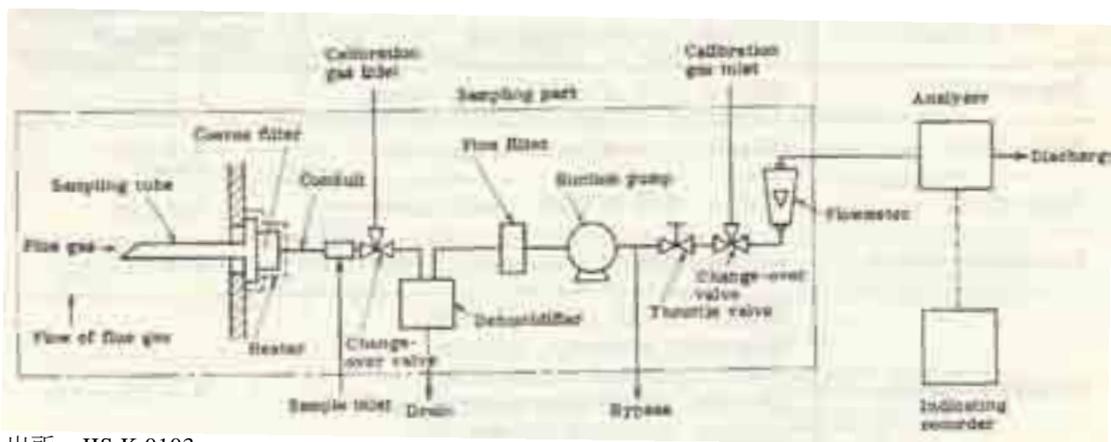
排ガス中には水分が含まれているため、排ガスが煙道から測定装置へ導入されるまでに温度が下がり、水分が導管内で凝縮した。SO₂は水分に容易に溶解し、これにより煙道内の濃度より測定値が低くなってしまう可能性がある。今回の測定では導管内に水分が凝縮していない間に行ったが、煙道から測定装置の位置が遠く、気温が低いほど水分が凝結しやすくなるため、本格プロジェクトでは対策が必要である。

問題・相違点等2

NO_xと同様であるが、連続分析計は基本として、対象試料の濃度を挟む形でゼロガスとスパンガスにより校正を行うが、今回は対象のSO₂濃度が50～150ppm程度であったのに対し、現地で入手した校正ガス（スパンガス）はNO：40ppmと測定濃度に比べて低いものであった。したがって、本格プロジェクトでは、適当な濃度のスパンガスを用意する必要がある。

問題・相違点等3

一部のHOBは氷点下5℃程度の周囲温度条件で測定を試みたが、低温のため標準ガスによる連続分析計のスパン校正ができなかった。一般に測定装置の使用温度範囲は0℃～40℃程度であることから、氷点下における測定を実施するときには、周辺温度を適当な温度に保てる施設内に設置する、もしくは測定小屋を設置する等の適当な保温方法を検討する必要がある。



出所：JIS K 0103

図4-10 測定器の構成の一例

(3) 測定の準備及び実施の状況

本調査において、HOB等、石炭火力発電所、ゲル（壁）ストーブの測定を準備・実施するにあたり、さまざまな必要作業、諸課題等が発生した。以下に必要な作業、諸課題、及びそれに対処するために実施した作業等を示す。

1) HOB等

- ・プロジェクト実施前に大気質庁に15カ所の対象HOBを選定してもらったが、UB市全体のHOB種類、規模、分布に対する代表性を確保できていない、煙突がレンガ製のためフランジが設置できない、煙突位置が高く測定場所が確保できない等の理由から、訪問調査と併行しながら現地の状況を勘案しながら測定箇所を選定し直した。そのため、当初ははじめの1週間程度で測定孔を設置して測定を開始する予定であったが、測定と併行しながら日程調整して同時併行で行うこととなった。
- ・UB市内のHOBすべてを大気質庁では把握しておらず、各区の行政単位で把握されていた。そのため、事前にUB市から各区長へレターを出し、各区の協力を得たうえでHOBの位置を把握し、訪問を行った。
- ・測定孔用のフランジは設置の容易さからレンガ煙突を想定していたが、実際にはレンガ煙突の下部の厚みは60cm程度あることが多く、第4火力発電所で作成したフランジ（10cmと15cm）では長さが足りず、また、設置工事自体も困難なため、鉄製の煙突を対象として、溶接による接合をすることとした。
- ・大気質庁を通して、事前にHOBのオーナーに測定孔の取り付けを了解してもらっていたはずであったが、当日設置工事者と現地を訪問した際に断られ、他のHOBへの変更が発生した。（大気質庁担当者とオーナーとの関係が良くなかったことが原因？）
- ・事前に十分な連絡がいておらず、石炭の在庫が少ないため測定時に十分な石炭を投入してもらえない箇所があった。
- ・測定中に停電が発生したため、日を改めて測定することとなった（1カ所）。
- ・測定中にブレーカーが落ちる、コンセントを抜かれてしまう等により、測定のやり直し等が発生した。
- ・一部のHOBでは気候が暖かかったため、過熱しすぎると故障するとの理由でボイラの負荷を上げることができず、低負荷状態で測定することとなった。
- ・測定時の運転に関しては、事前に現状でできる範囲で厳冬期のピークに近いような石炭量で稼動してほしいと依頼した。実際にはその日の気温や供給先の状況、ボイラの負荷により、石炭をあまり焚けない状況もあった。

2) 石炭火力発電所

- ・第4火力発電所では事前に測定日、作業人数等をFAXで担当者（キックオフミーティングの参加者）へ連絡し、また在籍SVを通して担当部署へ機材準備の協力を依頼していたが、当日訪問した際に、発電所内で関係部署への正式な展開、連絡がされていなかったことが判明し、測定の下承が得られなかった。そのため、その日に関係部署を回り、下承を取り付け、安全教育等必要な手続きを受けて測定が可能となった。
- ・第4火力発電所では在籍SVをとおして事前にボイラの負荷を調整して、測定対象のボイラを一定してもらうように依頼したうえで測定を行った。
- ・第4火力発電所の電気集塵機出口側の測定箇所は足場があるものの、一部錆びていたり、十分な強度を有しておらず、また、足場にワイヤ等の障害物も置かれており安全性に問題があった。さらに、一部のフランジは錆びているため固結しており、開かないものもあった。測定は開かないフランジ以外で測定を行った。

- ・第4火力発電所の測定時には、強風が吹いており、巻き上げ粉塵により視界が悪くなり、機材の操作、安全に影響があった。また、測定用の足場の行動範囲は狭く、3m程度のピトー管やダスト捕集管を扱う際にはバランスを崩しやすいため担当部署の作業員2名に協力を依頼して測定を行った。
- ・第4火力発電所の電気集塵機出口側の測定箇所周辺では、ガラスやトタンが落下することがあり、測定時には十分安全に配慮して測定を行った（ヘルメット着用）。
- ・第2火力発電所では、キックオフミーティング及び事前訪問時に2カ所のボイラの測定をお願いしていたが、対象ボイラの1台が測定日に停止しており、1カ所のボイラのみ測定することとなった。
- ・第2火力発電所では、ダクトが大きく、JISに準拠した測定を実施するため、既存の測定孔数では足りないため、数カ所追加してほしい旨事前訪問で伝え、了承を得ていた。しかし、測定で訪問した際に強度の問題で測定孔を追加することができないとのことで、結局、既存の1ダクトあたり1カ所の測定孔のみを利用して測定した。
- ・第2、第4火力発電所ともに測定用の電源はその都度担当者に設置してもらう必要があり、これに1時間程度は時間を要した。
- ・第2火力発電所はサイクロン+スクラバーの直後で測定し、第4火力発電所は電気集塵機後のダクトで測定した。
- ・第4火力発電所では石炭供給量 (t/h) を調整できるため、一定に調整してもらい測定を行った。第2火力発電所では、負荷をできる限り一定にってもらう依頼を行ったうえで測定を実施した。

3) ゲル（壁）ストーブ

- ・ゲルストーブの測定は、測定中に万が一排ガス（特にCO）がゲル内に漏れ出したら人命に支障が出る可能性があるため、大気質庁担当者及び関係者所有のゲルストーブ、壁ストーブで測定することとした。
- ・ゲルストーブの測定では、既存のゲルストーブの煙突に測定孔を工具で開け、測定終了後には新品の煙突と交換した。（新品の煙突の準備はHOBの測定孔設置工事の契約に含めた。）
- ・壁ストーブは煙突がレンガ造りであり、測定孔の設置が困難であるため、金属製で測定孔を取り付けた煙道を作成（HOBの測定孔設置工事の契約に含めた）し、これを既存のレンガ煙突の出口部に取り付けて測定を行った（図4-20を参照）。

4) 測定全般

- ・供給電源の電圧変動、過電圧発生の可能性があるため、安定化電源を使用した。しかし、粉塵、振動等の発生する環境で使用していたためか途中で故障が発生した。現地では簡易な安定化電源を購入して対処することとなった。
- ・現場で水分測定用に使用する天秤が日本からモンゴルへの輸送中に故障し、現地で代替品を購入した。JISでは最小単位が10mgであるが、最小単位100mgの天秤を入手して対応した。
- ・当初SO₂、NO_xは乾式測定を予定していたが、標準ガスの空輸輸送ができないことがわ

かり、急遽化学分析法（乾式測定用の標準ガスの現地入手も同時併行で検討）で対応することとなった。しかし、試薬類の輸入は税関において検査ですべて分析して調べるとのことで多くの日数が必要なこと、また反応性の高いものは輸送できないとのことで、モンゴルで入手できる試薬を使用して対応できる分析方法にすることとした。ただし、現地では試薬代理店（調べた範囲では「ツェツフ」という会社のみ）が限られており、在庫にある試薬の種類も少なく、注文をしても半年程度かかるとのことであった。SO₂について購入試薬で対応可能であったが、NO_xの分析試薬に関しては現地代理店では手に入らないことがわかった。そのため、第4火力発電所で以前在籍していた環境管理担当のSVが用意したJIS準拠の試薬が残っていたため、これを利用し、また、第4火力発電所のラボ及びオゾン発生器を利用してNO_x測定を実施することとした。なお、使用消耗品については後日日本より代替品を送付することを条件に借用した。

- ・上記のとおり、湿式準備を進めると同時に乾式測定用の標準ガスの入手についてNAMHEM、大気質庁、他ドナーに聞き、検討していた。その中で、大気質庁のダバドルジ氏の知り合いの会社（商社のような輸入販売業者）が中国製の標準ガス（NO : 40.2ppm、SO₂ : 40ppm、CO : 835ppm、CO₂ : 17%）を所有していることがわかり、これを1校正あたり200ドルで借用できることとなった。これより、ガス濃度の変動が大きいHOBとゲル（壁）ストーブについてはSO₂、NO_xは乾式の連続分析法とし、濃度が高くガス濃度の変動が比較的安定している発電所については発電所については化学分析法とした。

5) 測定状況写真

図4-11～図4-20にHOB、CFWH、火力発電所、ゲルストーブ、壁ストーブの測定状況写真をそれぞれ示す。

① HOB（一例）



図4-11 HOB測定状況1



図4-12 HOB測定孔1



図4-13 HOB測定状況2



図4-14 HOB測定孔2

② 火力発電所



図4-15 第4火力発電所測定状況1



図4-16 第4火力発電所測定状況2



図 4-17 第4火力発電所測定孔



図 4-18 第2火力発電所測定状況

③ ゲルストーブ、壁ストーブ



図 4-19 ゲルストーブ測定状況



図 4-20 壁ストーブ測定状況

4-2 排煙測定結果と排出基準遵守状況

(1) 排煙測定結果

1) 測定対象

本調査で対象とした測定場所、ボイラ・ストーブの種別、及び実施測定項目等について表 4-12 に示す。なお、測定対象とした HOB は、UB 市内に台数が多く、測定孔の設置が可能な場所を優先的に選定した。

2) 測定結果

前述の施設を対象として、日本工業規格（JIS）に準拠して実施したダスト、SO₂、NO_x の測定結果を HOB、ゲル（壁）ストーブ、火力発電所ごとにそれぞれ表 4-13～表 4-14、表 4-15～表 4-16 に示す。

なお、今回は CO については他の大気汚染物質に比較して、優先度が低いことから、結果には示していない。

表 4-12 測定対象施設

NO.	Date	Capacity Q (HOB) D (PP)		Measurement Item			Remarks
		MW(HOB) T/H(PP)	MNS range	Dust	SO ₂	NO _x	
1	3/31/09	1.4	0.8<Q≤3.15	●	-	-	The exhaust gas scrubber was operated. There was a leakage of exhaust gas in the chimney.
2	3/31/09	2.8	0.8<Q≤3.15	●	-	-	The exhaust gas scrubber was not operated. There was a leakage of exhaust gas in the chimney.
3	4/1/09	0.7	Q≤0.8	●	-	-	A lot of dust had piled up in the flange. There was an exhaust gas leakage near the chimney.
4	4/3/09	0.3	Q≤0.8	●	-	-	The water temperature was set by 70 degrees. The measurement hole have been installed in the horizontal chimney. The measurement hole is near the suck fan.
5	4/6/09	0.385	Q≤0.8	●	-	-	
6	4/6/09	0.2	Q≤0.8	●	-	-	The measurement was executed while the exhaust fan was operated regularly. Because the measurement is done on the roof, attention is necessary for the sudden fall.
7	4/7/09	0.8	0.8<Q≤3.15	●	-	-	Because the coal feeding was a little, HOB was in the state of low combustion. There was a leakage of air in the chimney.
8	4/9/09	0.35	Q≤0.8	●	-	-	A set water temperature was 56°C. A lot of dust had piled up in the flange.
9	4/10/09	0.8	0.8<Q≤3.15	●	●	●	Because the power failure had occurred while measuring it, the re-measurement was executed. When the combustion residue was taken out of the combustion chamber, a lot of dust was exhausted from the chimney.
10	4/13/09	0.7	Q≤0.8	●	-	-	Same HOB as NO.3
11	4/13/09	0.385	Q≤0.8	●	●	●	Same HOB as NO.5 A set water temperature was about 70°C.
12	4/14/09	0.73	Q≤0.8	●	●	●	The measurement device did not operate normally because the outside temperature was the freezing point under.
13	4/15/09	0.3	Q≤0.8	●	●	●	Same HOB as NO.4 The water temperature was set by 47 degrees.
14	4/15/09	0.7	Q≤0.8	-	●	●	Same HOB as NO.3
15	4/16/09	0.35	Q≤0.8	●	●	●	Because the temperature was high, a set water temperature is 41 degrees. Same HOB as NO.8
16	4/17/09	1.4	0.8<Q≤3.15	-	●	●	Same HOB as NO.1 The exhaust gas scrubber was operated.
17	4/17/09	0.2	Q≤0.8	-	●	●	Same HOB as NO.6 The water temperature was set by 60 degrees. The breaker tripped while measuring.
18	4/18/09	0.8	0.8<Q≤3.15	●	-	-	Same HOB as NO.9
19	4/18/09	0.4	Q≤0.8	●	-	-	The measurement hole have been installed near the suck fan. Positive pressure in the chimney is high.
20	4/20/09	0.35	Q≤0.8	●	-	-	Two HP-18-27 boilers were operating.
21	4/21/09	0.023	Q≤0.8	●	●	●	The boiler is classified into CFWH. The measurement hole was installed in the chimney in the HOB house.
22	4/21/09	0.022	Q≤0.8	●	●	●	The boiler is classified into CFWH. There is in the same house as NO.22.
23	4/23/09	75	D=51-75	●	●	●	Negative pressure in the chimney is high. The measurement hole is just behind the scrubber.
24	4/27/09	420	D=221-420	●	-	-	Negative pressure in the chimney is high. It is necessary to note so that the work stand is narrow, and there are an obstacle etc. The measurement was executed while the combustion was operated regularly.
25	4/29/09	420	D=221-420	-	●	●	Same HOB as NO.24 The measurement was executed while the combustion was operated regularly.
26	4/29/09	420	D=221-420	●	●	●	Negative pressure in the chimney is high. It is necessary to note so that the work stand is narrow, and there are an obstacle etc. The measurement was executed while the combustion was operated regularly.
27	4/30/09	-	Ger stove	●	●	●	The measurement was executed when the velocity of the wind was strong. The chimney with the measurement hole was installed, and the measurement was executed. Because a lot of tar elements are exhausted, the filter paper is easy to be blocked.
28	5/4/09	-	Ger stove	●	●	●	The chimney for the measurement was set up in an existing brick chimney, and the measurement was executed. Because the measurement is done on the roof, attention is necessary for the sudden fall.

Note) Q : steam capacity (ton / hour)
D : stove capacity (MW)

表 4-13 HOB、CFWH、ゲル（壁）ストーブのダスト測定結果

NO.	Date	Capacity Q		Basic data								Concentration				TSP Emission Factor kg/t	PM10 Emission Factor (TSP×0.6) kg/t	Remarks
				Type of coal	Coal supply system	Velocity of flue gas m/s	Temp. of flue gas °C	O2 conc. %	Coal consumption rate kg/h	Amount of wet flue gas Nm3/h	Amount of dry flue gas Nm3/h	Dust conc. 1 g/Nm3	Dust conc. 2 g/Nm3	Dust conc. Average g/Nm3	Dust conc. O2=9.33% conversion (EA=1.8) g/Nm3			
		MW	MNS range															
1	3/31/09	1.4	0.8<Q≤3.15	Nalaikh	Auto	17.3	98	14.9	346	7,365	6,902	0.13		0.13	0.24	2.5	1.5	scrubber on
2	3/31/09	2.8	0.8<Q≤3.15	Nalaikh	Auto	17.1	62	18.1	285	10,412	9,986	0.32		0.32	1.28	11.1	6.7	scrubber off
3	4/1/09	0.7	Q≤0.8	Nalaikh	Manual	4.7	119	17.9	105	3,273	3,182	0.84		0.84	3.15	25.4	15.2	
4	4/3/09	0.3	Q≤0.8	Nalaikh	Auto	9.4	84	15.8	44	975	941	0.92		0.92	2.06	19.6	11.8	
5	4/6/09	0.385	Q≤0.8	Baganuur	Auto	2.5	146	16.0	27	1,074	1,022	0.05		0.05	0.12	1.9	1.2	
6	4/6/09	0.2	Q≤0.8	Nalaikh	Manual	5.6	79	18.4	9	572	555	0.22		0.22	0.98	13.4	8.0	
7	4/7/09	0.8	0.8<Q≤3.15	Baganuur	Manual	2.3	48	20.6	125	6,031	5,984	0.02		0.02	0.47	0.8	0.5	State of low combustion
8	4/9/09	0.35	Q≤0.8	Nalaikh	Manual	17.5	126	12.7	57	2,490	2,420	1.04		1.04	1.46	43.9	26.3	A set water temperature is 56°C.
9	4/10/09	0.8	0.8<Q≤3.15	Nalaikh	Manual	5.9	126	19.3	129	3,687	3,401	1.40		1.40	9.60	36.7	22.0	
10	4/13/09	0.7	Q≤0.8	Nalaikh	Manual	6.0	107	17.3	99	3,905	3,698	0.44	1.25	0.84	2.65	31.3	18.8	
11	4/13/09	0.385	Q≤0.8	Baganuur	Auto	2.9	140	16.0	17	1,193	1,148	0.02		0.02	0.04	1.2	0.7	
12	4/14/09	0.73	Q≤0.8	Baganuur	Manual	5.4	99	19.2	125	3,424	3,399	0.35	0.19	0.27	1.73	7.2	4.3	The operation of the weighing device deteriorates because of the freezing point under.
13	4/15/09	0.3	Q≤0.8	Nalaikh	Auto	8.9	84	16.4	53	919	912	0.86	0.97	0.91	2.31	15.7	9.4	
15	4/16/09	0.35	Q≤0.8	Nalaikh	Manual	4.9	71	15.2	59	677	627	0.10	0.14	0.12	0.24	1.3	0.8	Because the temperature was high, a set water temperature is 41 degrees.
18	4/18/09	0.8	0.8<Q≤3.15	Nalaikh	Manual	3.1	130	17.7	110	1,918	1,873	0.38	0.40	0.39	1.39	6.7	4.0	
19	4/18/09	0.4	Q≤0.8	Nalaikh	Manual	14.6	120	18.8	48	2,377	2,377	0.43	0.91	0.67	3.55	33.1	19.9	
20	4/20/09	0.35	Q≤0.8	Shive ovoo Baganuur	Manual	4.9	105	18.6	200	8,015	7,899	0.34	0.55	0.44	2.16	17.6	10.5	boiler×2
21	4/21/09	0.023	Q≤0.8	Nalaikh	Manual	3.1	220	15.9	3	149	145	0.24	0.25	0.24	0.55	11.0	6.6	CFWH
22	4/21/09	0.022	Q≤0.8	Nalaikh	Manual	2.1	196	16.7	4	203	196	0.02	0.02	0.02	0.05	1.0	0.6	CFWH
27	4/30/09	-	Ger stove	Nalaikh	Manual	1.92	167	12.2	1.6	62.4	61.5	0.14		0.14	0.19	5.4	3.3	
28	5/4/09	-	Ger stove	Nalaikh	Manual	1.12	34	16.3	1.6	48	47	0.12		0.117	0.29	3.4	2.1	

Note) Emission factor shows the amount of the emission when one ton of coal is consumed.

表 4-14 HOB、CFWH、ゲル（壁）ストーブのSO₂、NO_x測定結果

NO.	Date	Capacity Q		Basic data								SO ₂ Concentration			NO _x Concentration			Emission Factor		Remarks
				Type of coal	Coal supply system	Velocity of flue gas m/s	Temp. of flue gas ℃	O ₂ conc. %	Coal consumption rate kg/h	Amount of wet flue gas Nm ³ /h	Amount of dry flue gas Nm ³ /h	SO ₂ raw data ppm	SO ₂ conc. mg/Nm ³	SO ₂ conc. O ₂ =9.33% conversion (EA=1.8) mg/Nm ³	NO _x raw data ppm	NO _x conc. ※1 mg/Nm ³	NO _x conc. O ₂ =9.33% conversion (EA=1.8) mg/Nm ³	SO ₂ kg/t	NO _x kg/t	
		MW	MNS range																	
9	4/10/09	0.8	0.8<Q≦3.15	Nalaikh	Manual	5.9	126	19.3	129	3687	3401	148	422	2899	29	39	268	11.1	1.0	
11	4/13/09	0.385	Q≦0.8	Baganuur	Auto	2.9	140	16.0	17	1193	1148	50	144	335	23	31	72	9.8	2.1	
12	4/14/09	0.73	Q≦0.8	Baganuur	Manual	5.4	99	19.2	125	3424	3399	11	32	208	17	23	150	0.9	0.6	The operation of the weighing device deteriorates because of the freezing point
13	4/15/09	0.3	Q≦0.8	Nalaikh	Auto	8.9	83.7	16.4	53	919	912	81	231	587	43	58	147	4.0	1.0	
14	4/15/09	0.7	Q≦0.8	Nalaikh	Manual	7.0	117	17.7	124	4627	4591	86	247	872	31	42	148	9.1	1.6	
15	4/16/09	0.35	Q≦0.8	Nalaikh	Manual	4.9	70.8	15.2	59	677	627	51	147	296	40	53	107	1.6	0.6	
16	4/17/09	1.4	0.8<Q≦3.15	Nalaikh	Auto	10.2	42.6	14.2	325	4225	3811	86	246	421	77	103	177	2.9	1.2	
17	4/17/09	0.2	Q≦0.8	Nalaikh	Manual	4.6	118	12.0	28	455	435	86	246	320	67	90	117	3.8	1.4	
21	4/21/09	0.023	Q≦0.8	Nalaikh	Manual	3.1	220	15.9	3	149	145	122	350	800	85	114	261	15.8	5.2	CFWH
22	4/21/09	0.022	Q≦0.8	Nalaikh	Manual	2.1	196	16.7	4	203	196	53	152	413	48	64	174	8.5	3.6	CFWH
27	4/30/09	-	Ger stove	Nalaikh	Manual	1.92	167	12.2	3	62	61	128	364	483	86.9	116.4	154.3	7.5	2.4	
28	5/4/09	-	Ger stove	Nalaikh	Manual	1.12	34	16.3	2	48	47	80	228	567	49	65	162	6.7	1.9	

Note) Emission factor shows the amount of the exhaust when one ton of coal is consumed.

※1 NO_x concentration (mg/Nm³) is calculated as molecular weight of NO.

表 4-15 火力発電所のダスト測定結果

NO.	Date	Place	Boiler Type	Capacity D		Basic data								Concentration				TSP Emission Factor kg/t	PM10 Emission Factor (TSP×0.65) kg/t	Remarks
						Type of coal	Coal supply system	Velocity of flue gas m/s	Temp. of flue gas ℃	O2 conc. %	Coal consumption rate kg/h	Amount of wet flue gas Nm3/h	Amount of dry flue gas Nm3/h	Dust conc. 1 g/Nm3	Dust conc. 2 g/Nm3	Dust conc. Average g/Nm3	Dust conc. O2=6% conversion (EA=1.4) g/Nm3			
				T/H	MNS range															
25	4/23/09	NO.2 PP	NO.4-boiler	75	D=51-75	Baganuur	Auto	14.2	117	12.1	11528	160,350	157,913	1.72	1.52	1.62	2.73	22.2	14.4	
26	4/27/09	NO.4 PP	NO.8-boiler	420	D=221-420	Shive ovoo	Auto	20.5	131	5.4	85600	767,555	736,996	0.07	0.06	0.06	0.06	0.56	0.4	
28	4/29/09	NO.4 PP	NO.2-boiler	420	D=221-420	Shive ovoo	Auto	21.98	145	8.1	98200	1,011,058	945,767	0.09	0.14	0.12	0.13	1.11	0.7	

Note) Emission factor shows the amount of the exhaust when one ton of coal is consumed.

表 4-16 火力発電所のSO₂、NO_x測定結果

NO.	Date	Place	Boiler Type	Capacity D		Basic data								SO ₂ Concentration			NO _x Concentration			Emission Factor		Remarks
						Type of coal	Coal supply system	Velocity of flue gas m/s	Temp. of flue gas ℃	O2 conc. %	Coal consumption rate kg/h	Amount of wet flue gas Nm3/h	Amount of dry flue gas Nm3/h	SO ₂ raw data ppm	SO ₂ conc. mg/Nm3	SO ₂ conc. O2=6% conversion (EA=1.4) mg/Nm3	NO _x raw data ppm	NO _x conc. ※1 mg/Nm3	NO _x conc. O2=6% conversion (EA=1.4) mg/Nm3	SO ₂ kg/t	NO _x kg/t	
				T/H	MNS range																	
25	4/23/09	NO.2 PP	NO.4-boiler	75	D=51-75	Baganuur	Auto	14.2	117	12.1	11528	160,350	157,913	119	339	571	235	315	531	4.6	4.3	
27	4/29/09	NO.4 PP	NO.8-boiler	420	D=221-420	Shive ovoo	Auto	17.78	131	6.8	86500	724,991	697,975	593	1694	1789	305	409	432	13.7	3.3	
28	4/29/09	NO.4 PP	NO.2-boiler	420	D=221-420	Shive ovoo	Auto	21.98	145	8.1	98200	1,011,058	945,767	274	782	910	276	369	429	7.5	3.6	

Note) Emission factor shows the amount of the exhaust when one ton of coal is consumed.

※1 NO_x concentration (mg/Nm3) is calculated as molecular weight of NO.

(2) 排出基準遵守状況

1) 日本の排出基準

日本においては、人の健康を保護し、生活環境を保全するうえで維持されることが望ましい基準として、「環境基準」が環境基本法に設定されている。この環境基準を達成することを目標に、大気汚染防止法で固定発生源（工場や事業場）から排出される大気汚染物質について、物質の種類ごと、排出施設の種類・規模ごとに排出基準等が定められており、大気汚染物質の排出者はこの基準を守らなければならない。

大気汚染防止法で規制されている物質と法規制内容について表4-17に示す。

表4-17 日本の大気汚染防止法の法規制概要

物質名	主要な発生源			規制基準(注1)			規制内容
	発生の形態	発生業種	発生(規制対象)施設等	国の(一般)排出基準	特別排出基準(注2)	上乗せ基準(注3)	
硫黄酸化物(SO _x)	ボイラ、燃焼炉等における重油、鉱石等の燃焼	火力発電所、製鉄所、ビルディング等	ボイラ等のばい煙発生施設	$q=K \times 10^{-3} \times H_e^2$ [Nm ³ /h] K:3.0~17.5 (K値は地域ごとに設定)	$q=K \times 10^{-3} \times H_e^2$ [Nm ³ /h] K:1.17~2.34 (K値は地域ごとに設定)	×	・特定の地域においては燃料使用規制が行われている。(重油等の石油系燃料中の硫黄(S)分0.5~1.2%) ・総量規制:ばい煙として指定
ばいじん	同上及び電気炉の使用	同上	ボイラ、電気炉等のばい煙発生施設	0.05~0.50g/m ³	0.03~0.25g/m ³	○	濃度規制:排出基準は、施設の種類及び規模ごとに、ナショナルミニマムの基準として全国一律に設定されている。
ばい煙 有害物質	鉛(Pb) 鉛化合物	物の燃焼、合成、分解等の化学的処理	金属精錬工場、ガラス工場、蓄電池工場等	銅、亜鉛、鉛の精錬用の焙焼炉、溶解炉等のばい煙発生施設	10~30mg/Nm ³		濃度規制:排出基準は、施設の種類及び規模ごとに、ナショナルミニマムの基準として全国一律に設定されている。
	フッ素(F) フッ化水素(HF) 等	同上	アルミニウム工場、ガラス工場、肥料工場、染剤工場等	アルミニウム精錬用電解炉、ガラス製造用焼成炉等のばい煙発生施設	1.0~20mg/Nm ³		
	カドミウム(Cd)、カドミウム化合物	同上	金属精錬工場、ガラス工場、顔料製造工場等	銅、亜鉛、鉛の精錬用の焙焼炉、溶解炉等のばい煙発生施設	1.0mg/Nm ³	○	
	塩素(Cl ₂)、塩化水素(HCl)	同上	石油化学工場、活性炭製造工場等	塩素化エチレン、製造用の塩素急速冷却施設、化学製品製造用反応施設等のばい煙発生施設	塩素30mg/Nm ³ 塩化水素80~700mg/Nm ³		
	窒素酸化物(NO _x)	同上	火力発電所、精錬所、硝酸工場、ビルディング、家庭等	ボイラ等のばい煙発生施設	新設60~400ppm 季節130~600ppm		
特定有害物質	未設定			未設定	未設定	未設定	量規制:硫黄酸化物と同じくK値規制が予定されている。
粉じん	一般粉じん(特定粉じんを除く粉じん)	鉱石、土砂等の破碎選別、堆積等	製鉄所、火力発電所、金属精錬工場等	コークス炉、堆積場、ふるい、ベルトコンベア等の粉じん発生施設	集じん材、防じんカバー、フードの設置、散水機による散水等の、粉じん発生施設の構造使用管理基準		
	特定粉じん	石綿の解綿、混合、切断等	石綿製品等製造工場、吹付け石綿使用建築物の解体現場等	石綿を含有する製品の製造に係る解綿用機械、混合機、紡織用機械等、吹付け石綿使用建築物の解体作業等	規制基準(敷地境界線において10本(L)または作業基準)		特定粉じんとは、粉じんの内、石綿その他の人の健康に係る被害を生じるおそれのある物質をいう。
特定有害物質	アンモニア、ホルムアルデヒド、メタノール、ホスゲン等28物質	物の合成、分解等の化学工程における施設の故障・破損等の事故時	化学工場等		なし		・事故時の規制が行われる。

注意1: この他に、硫黄酸化物及び窒素酸化物については総量規制基準がある

2: 特別排出基準は、施設集合地域等の新增施設について適用される

3: ばいじん、有害物質及び特定有害物質については、都道府県は条例で国の基準よりも厳しい上乗せ基準を設定することができる

出所: 石川禎昭『公害防止管理者のための環境保全関係法令早わかり』オーム社、平成15年より抜粋

2) モンゴルにおける排出基準

2009年現在、モンゴルにおいて、暖房用ボイラ、ストーブ、蒸気ボイラ等の固定発生源を対象とした排出基準として、モンゴル国家基準（Mongol National Standard：MNS）が存在している。MNSでは規模や種類ごとに各4種類の基準値が設定されており、併せて測定方法、算出方法についても記載されている。

4種類の基準値は以下のとおりである。

- ① 1kg標準燃料燃焼当たりの汚染物質排出量 単位：g/kg,j,t ※j,tは標準燃料換算を意味する。
- ② 発熱量1MJ当たりの汚染物質排出量 単位：g/MJ
- ③ 排煙中の濃度（標準状態換算）単位：mg/Nm³
- ④ 1秒当たりの汚染物質排出量 単位：g/sec

なお、①の標準燃料はMNS5919：2008によると、7000kCal/kg=29.33MJ/kg（低位発熱量）とされており、実際の燃料の熱量及び重量をこの標準燃料に換算して値を求めることとされている。

表4-18にモンゴルにおける排出基準（MNS）の概略を示す。

表4-18 モンゴルにおける排出基準（MNS）

基準番号	基準題目	備考
MNS5457：2005	「暖房やゲルストーブの排煙中の大気汚染物の最大許容量及び測定方法」	暖房ストーブ、ゲルストーブ等を対象とし、ストーブの熱能力（MW）ごとに基準値を規定 詳細は添付資料を参照
MNS5919：2008	「発熱及び発電所、蒸気・熱湯ボイラ使用に伴い発生する排煙中の大気汚染物の最大許容量及び測定方法」	発電所や発熱所等の蒸気ボイラ等を対象とし、燃焼室の種類及びその蒸気能力（t/h）もしくは熱能力（MW）ごとに基準値を規定 詳細は添付資料を参照

日本では、排出規制は、濃度規制（mg/Nm³）と総量規制〔Nm³/h（g/h等とも表記できる）〕の両面から行われており、上記の③及び④がこれらに該当し、①と②に対しては日本では基準値は設けられていない。一般には濃度と総量が把握できれば、排出規制は可能であり、①と②のような一般に排出係数といわれるものは規制の対象とはされていない。これらはインベントリ及び大気シミュレーションのパラメーターとして重要なものである。

なお、①は定められた熱量の基準燃料で換算した基準値であり、②の熱量あたりの排出量基準値と対応している。そのため、片方が基準値を超過すると、おのずと他方も超過していることになっている。

表4-19に大気汚染防止法の石炭（固体）燃焼ボイラの一般排出基準値とMNSの基準値（mg/Nm³）を比較結果を示す。極力モンゴルのHOBの規模に近い施設の基準値を参照し、SO₂については、大気汚染防止法ではK値規制で個々の施設ごとに設計、稼動条件等をもと

に規制値を定めているため、HOBの稼動条件に近い値を設定し、算出したものと比較した。

なお、日本においては、大気汚染防止法の一般排出基準の他に、特別排出基準、総量規制、さらに都道府県ごとに上乘せ基準を設定しており、人口が集中した地域や大規模な施設ほど実際には環境基準を遵守するためにより厳しい基準値が課せられている。

表 4-19 大気汚染防止法とMNSの基準値比較

国	対象法	対象施設	規制値			
			単位	ばいじん	SO ₂	NO _x
日本	大気汚染防止法 (一般排出基準)	ボイラ (伝熱面積10m ² 以上、石炭 (固体) 燃料ボイラ) 小規模を想定 ※1	mg/Nm ³	450	211-1229 ※1	469
		ボイラ (伝熱面積10m ² 以上、石炭 (固体) 燃料ボイラ) 中規模を想定 ※2	mg/Nm ³	450	1132-6603	335
モン ゴル	MNS5457 : 2005 ※3	ストーブ能力0.8MW未満のボイラ	mg/Nm ³	514	1028	578
		ストーブ能力0.8MW以上3.15MW未満のボイラ	mg/Nm ³	386	771	514
	MNS5919 : 2008 ※4	スチーム能力221t/h以上420t/h未満のボイラ (第4火力発電所)	mg/Nm ³	200	1200	715
		スチーム能力76t/h以上220t/h未満のボイラ (第3火力発電所)	mg/Nm ³	10800	1485	1100
		スチーム能力51t/h以上75t/h未満のボイラ (第2火力発電所)	mg/Nm ³	21000	1931.8	1270

※1

- ・規制値はO₂=6%換算
- ・ばいじんは最大定格排出量を4万Nm³/時未満として、特別区以外の区域に設置された施設の一般排出基準を示した。発熱量5500kcal/kg以下の石炭を燃焼させる場合には、0.45g/Nm³とされている。
- ・SO_xは排出基準 (K値規制) 算出にあたり、以下の条件を用いた。

【条件】

煙突の実高さ：10m、温度15℃における排出ガス量：1.7m³/s、排出ガスの排出速度：8m/s、排出ガスの温度：100℃、煙道直径：0.6m、K値：3～17.5 (地域により定められており、都市部は低い数値が適用される。)

・最大定格排出量として4万Nm³/時未満、昭和62年4月1日以降に設置した施設の排出基準値を使用 (NO_x)。

・NO_xは、基準値 (NO_x : 350ppm) のすべてがNOと仮定してppmからmg/Nm³へ単位換算した。

・参考として、Carborobot-300 (300kW) の伝熱面積 (カタログ値) は28m²とされている。

※2

- ・規制値はO₂=6%換算
- ・ばいじんは最大定格排出量を4～20万Nm³/時として、特別区以外の区域に設置された施設の一般排出基準を示した。発熱量5500kcal/kg以下の石炭を燃焼させる場合には、0.45g/Nm³とされている。
- ・SO_xは排出基準 (K値規制) 算出にあたり、以下の条件を用いた。

【条件】

煙突の実高さ：200m、温度15℃における排出ガス量：171m³/s、排出ガスの排出速度：20m/s、排出ガスの温度：130℃、煙道直径：3.9m、K値：3～17.5 (地域により定められており、都市部は低い数値が適用される。)

・最大定格排出量として10～20万Nm³/時未満、昭和62年4月1日以降に設置した施設の排出基準値を使用 (NO_x)。

・NO_xは、基準値 (NO_x : 250ppm) のすべてがNOと仮定してppmからmg/Nm³へ単位換算した。

※3

・規制値はO₂=9.33%換算 (過剰空気比として1.8) のため、大気汚染防止法の一般排出基準と比較するために、O₂=6%へ変換した。

※4

・規制値はO₂=6%換算 (過剰空気比として1.4) としている。

参照) 東京都環境局環境改善部計画課、大気汚染・悪臭関係基準集。平成15年4月

日本の大気汚染防止法の基準値（一般排出基準）とモンゴルのMNS（mg/Nm³）を比較すると、小規模ボイラ程度の基準値とMNS5457の基準値ではおおむね近い値であり、緩い値ではない。一方、中規模ボイラ程度の基準値とMNS5919の基準値を比較すると、MNSの第2火力発電所を対象とした施設のダストの規制値が2桁程度も高く、日本のものと比べても非常に緩い値となっている。SO₂については同程度であり、NO_xは数倍程度緩い値となっている。

排出基準は環境基準を達成するために、主要な排出源に対して規制をかけるものであり、わが国においては、必要以上にコストを負担しないことを配慮したうえで、基準を定めた時点で施設の種類ごとに削減効果が高く、一般に採用可能な対策手法により対策した場合の排出値を基に定めてきている。ただ、採用可能な対策手法は時代の経過とともに削減率、費用等が改善され、新設ではその時点の最新の対策設備を設置段階で併設できるが、既存の施設では最新の対策設備の設置、更新は物理面、費用面等で困難である。そのため、排出基準値は施設の設置年代別にその時点での対策手法を勘案して定められている。

MNSの排出基準の設定の考え方について明確ではないが、実効性の高い日本の排出基準を参考にすると、今後の改善点として、第2火力発電所、第3火力発電所等、極端に値の高い排出基準の見直し、設置年代別に対策方法を考慮した排出基準の設定、見直しが必要であると考えられる（規制が的確に実施されることが前提であるが）。なお、これによっても環境濃度が減少せず、環境基準達成の見込みがない場合には、日本のように特定地域、対象となる施設種類を定めて、これらに対し、上乘せ基準等を定めてより厳しい排出基準を制定していくことが望まれる。この場合には、新設、既存施設に対して、より効果的な対策手法の有無、設置可否等を勘案することが必要である。

3) モンゴル排出基準と測定結果の比較

モンゴル基準MNS5457：2005、及びMNS5919：2008と個々の排煙測定値をまとめ、遵守状況について表4-21～表4-23に整理した。なお、個々の詳細な結果については表4-24～表4-29に示す。ゲルストーブについては、MSNにSO₂、NO_xの基準値は設定されていないことから、ダストのみ比較した。

以下に測定結果を基にしたMNSの遵守状況を示す。

■HOB,CFWH

- ・ダスト：基準値の遵守率は3割程度
- ・SO₂：基準値の遵守率は5割～8割
- ・NO_x：基準値の遵守率は8割～10割

■石炭火力発電所

- ・ダスト：第2火力は基準値を満足。第4火力は部分的に遵守
- ・SO₂：第2火力は基準値を満足。第4火力はほぼ非遵守
- ・NO_x：第2火力は基準値を満足。第4火力は部分的に遵守

■ゲル（壁）ストーブ

- ・ダスト：ゲルストーブ、壁ストーブともに基準値を遵守

上記より、MNSとの遵守状況をみると以下のようなことがいえる。

HOB等に関しては、ダスト、SO₂、NO_xの順に基準値を遵守していない傾向にあり、最も注目の集まっているダストが最も遵守されていない。火力発電所に関しては、第2火力については基準値をすべて満足していたが、第4火力は第2火力に比較して、表4-19に示されているように、厳しい基準値が設定されていることから、部分的に基準値を満足している結果となった。ゲルストーブ、壁ストーブについては今回の測定値（5時間平均値）においては、基準値を満足している結果となった。

なお、今回の測定は下記に抜粋しているようにMNSに記載されている測定方法、測定手順に則ったものではなく、燃烧状態は不安定であったため、不確実性があることを考慮する必要がある。

○MNSの測定条件と実測条件

MNSには測定方法については記載されているものの、詳細には定められておらず、主には以下のような記載がされているのみである。

- ・測定ではストーブを平常稼働状態にしておき、計画能力の70%以上で稼働させる。
- ・測定数字が安定した後、数字を記録、あるいはプリントアウトする。
- ・測定は5回以上実施し、最大値と最低値、平均値を算出する。

実際には計画能力自体の把握が困難であり、また定常的な稼働状態を維持するのが難しいことや、具体的な測定時間については指示がない。一方、日本においては、一般にボイラ等は計画能力付近で稼働させ、定常燃焼状態で測定しており、測定回数についてはJIS等では、明示はされていない。今回の測定にあたっては表4-20に示した方法により測定を行っており、MNSの記載内容や日本の一般的な測定条件には必ずしも適応していない。

表4-20 ダスト、SO₂、NO_xの測定条件

対象	石炭投入	測定方法・時間		
		ダスト	SO ₂	NO _x
HOB、CFWH	可能な限り冬場のピーク時に近い量を供給（場所により大きく異なる。）	測定方法：手動式試料採取装置による測定 時間：30分間程度吸引（約500L）×1 or 2回	測定方法：乾式連続分析 時間：約20分程度	
石炭火力発電所	ボイラ負荷を一定	測定方法：手動式試料採取装置による測定 時間：30分間程度吸引（約500L）×2回	測定方法：湿式化学分析 ^{※1} 時間：約5分×2回	測定方法：湿式化学分析 ^{※1} 時間：約1分×2回
ゲル（壁）ストーブ	着火時に木材1kg、石炭6kg投入→2時間後に石炭2kg投入→さらに3時間後に燃焼終了（後述4-3(1)を参照）	測定方法：手動式試料採取装置による測定 時間：着火から燃焼終了までの約5時間 ^{※2}	測定方法：乾式連続分析 時間：着火から燃焼終了までの5時間 ^{※3}	測定方法：乾式連続分析 時間：着火から燃焼終了までの5時間 ^{※3}

※1 SO₂、NO_xは濃度が高いため、湿式分析を採用

※2 ダスト測定は、目詰まりが発生したため、全体でろ紙を数回交換

※3 ゲルストーブ測定では電源トラブルのため、着火から始めの2時間のみ測定

表 4-21 HOB、CFWHの測定結果のMNS遵守状況

Item	Capacity Q (MW)	Measured Number	Compliance of Standard (Yes/No)	MNS5457:2005			
				Amount of Emission per Unit Fuel g/kg,j,t	Amount of Emission per Unit Calorie g/MJ	Concentration in Flue Gas mg/m ³	Amount of Emission per Unit Time g/sec
Dust	Q ≤ 0.8	14	Standard Value	<6.0	<0.15	<400	<0.34
			Yes	4	4	4	6
			No	10	10	10	8
	0.8 < Q ≤ 3.15	5	Standard Value	<4.5	<0.2	<300	<0.23
			Yes	1	1	1	0
			No	4	4	4	5
	Compliance rate (%)				26%	26%	26%
SO ₂	Q ≤ 0.8	8	Standard Value	<12.0	<0.4	<800	<0.4
			Yes	4	4	6	7
			No	4	4	2	1
	0.8 < Q ≤ 3.15	2	Standard Value	<9.0	<0.3	<600	<0.5
			Yes	1	1	1	1
			No	1	1	1	1
	Compliance rate (%)				50%	50%	70%
NO _x	Q ≤ 0.8	8	Standard Value	<6.75	<0.23	<450	<0.3
			Yes	6	6	8	8
			No	2	2	0	0
	0.8 < Q ≤ 3.15	2	Standard Value	<6.0	<0.2	<400	<0.25
			Yes	2	2	2	1
			No	0	0	0	1
	Compliance rate (%)				80%	80%	100%

表 4-22 ゲル（壁）ストーブのダスト測定結果のMNS遵守状況

Item	Capacity Q (MW)	Measured Type	Compliance of Standard (Yes/No)	MNS5457:2005			
				Amount of Emission per Unit Fuel g/kg,j,t	Amount of Emission per Unit Calorie g/MJ	Concentration in Flue Gas mg/m ³	Amount of Emission per Unit Time g/sec
Dust	Ger stove	Ger stove	Standard Value	-	-	2500	-
		Ger stove	yes	-	-	189	-
		Wall stove	yes	-	-	291	-

Note) The measurement results show five hour mean value.

表 4 - 23 火力発電所の測定結果のMNS遵守状況

Item	Capacity D (t/hr)	Measured Number	Compliance of Standard (Yes/No)	MNS5919:2008			
				Amount of Emission per Unit Fuel g/kg,j,t	Amount of Emission per Unit Calorie g/MJ	Concentration in Flue Gas mg/m ³	Amount of Emission per Unit Time g/sec
Dust	D=51-75 (NO.2 PP)	1	Standard value	<304	<10.5	<21000	<650
			Yes	1	1	1	1
			No	0	0	0	0
	D=221-420 (NO.4 PP)	2	Standard value	<2.35	<0.08	<200	<50.8
			Yes	1	1	2	2
			No	1	1	0	0
	Compliance rate (%)				67%	67%	100%
SO ₂	D=51-75 (NO.2 PP)	1	Standard	<33.1	<1.18	<1931.8	<56.8
			Yes	1	1	1	1
			No	0	0	0	0
	D=221-420 (NO.4 PP)	2	Standard	<13.2	<0.45	<1200	<112.5
			Yes	0	0	1	0
			No	2	2	1	2
	Compliance rate (%)				33%	33%	67%
NO _x	D=51-75 (NO.2 PP)	1	Standard	<20.8	<0.72	<1270	<37.9
			Yes	1	1	1	1
			No	0	0	0	0
	D=221-420 (NO.4 PP)	2	Standard	<7.6	<0.261	<715	<67
			Yes	1	1	2	0
			No	1	1	0	2
	Compliance rate (%)				67%	67%	100%

表 4-24 MNS基準値とHOB、CFWH、ゲル（壁）ストーブのダスト測定結果の比較（詳細）

NO	Date	Capacity Q		Dust MNS standard							
				Q ≤ 0.8 → <6.0 0.8 < Q ≤ 3.15 → <4.5		Q ≤ 0.8 → <0.15 0.8 < Q ≤ 3.15 → <0.2		Q ≤ 0.8 → <400 0.8 < Q ≤ 3.15 → <300 Ger stove → <2500		Q ≤ 0.8 → <0.34 0.8 < Q ≤ 3.15 → <0.23	
		MW	MNS range	g/kg,j,t		g/MJ		mg/m3		g/sec	
1	3/31/09	1.4	0.8 < Q ≤ 3.15	4.6	×	0.16	×	243	○	0.47	×
2	3/31/09	2.8	0.8 < Q ≤ 3.15	20.0	×	0.68	×	1280	×	3.55	×
3	4/1/09	0.7	Q ≤ 0.8	45.6	×	1.56	×	3151	×	2.79	×
4	4/3/09	0.3	Q ≤ 0.8	35.2	×	1.20	×	2056	×	0.54	×
5	4/6/09	0.385	Q ≤ 0.8	4.0	○	0.14	○	119	○	0.03	○
6	4/6/09	0.2	Q ≤ 0.8	24.0	×	0.82	×	983	×	0.15	○
7	4/7/09	0.8	0.8 < Q ≤ 3.15	1.6	○	0.05	○	467	×	0.78	×
8	4/9/09	0.35	Q ≤ 0.8	79.0	×	2.69	×	1464	×	0.98	×
9	4/10/09	0.8	0.8 < Q ≤ 3.15	66.1	×	2.25	×	9597	×	9.07	×
10	4/13/09	0.7	Q ≤ 0.8	56.3	×	1.92	×	2651	×	2.72	×
11	4/13/09	0.385	Q ≤ 0.8	2.5	○	0.09	○	41	○	0.01	○
12	4/14/09	0.73	Q ≤ 0.8	15.2	×	0.52	×	1725	×	1.63	×
13	4/15/09	0.3	Q ≤ 0.8	28.2	×	0.96	×	2311	×	0.59	×
15	4/16/09	0.35	Q ≤ 0.8	2.3	○	0.08	○	238	○	0.04	○
18	4/18/09	0.8	0.8 < Q ≤ 3.15	12.1	×	0.41	×	1393	×	0.72	×
19	4/18/09	0.4	Q ≤ 0.8	59.6	×	2.03	×	3550	×	2.34	×
20	4/20/09	0.35	Q ≤ 0.8	36.8	×	1.25	×	2163	×	4.75	×
21	4/21/09	0.023	Q ≤ 0.8	19.7	×	0.67	×	554	×	0.02	○
22	4/21/09	0.022	Q ≤ 0.8	1.8	○	0.06	○	49	○	0.00	○
27	4/30/09	-	Ger stove	-		-		189	○	-	
28	5/4/09	-	Ger stove	-		-		291	○	-	

■ Calorific value of coal
 Nalaikh:
 Baganuur:
 Shivee ovoo:
 Standard fuel: for MNS

○:compliance
 ×:noncompliance

表 4-25 MNS基準値とHOB、CFWHのSO₂測定結果の比較（詳細）

NO	Date	Capacity Q		SO ₂ MNS standard							
				Q ≤ 0.8 → <12.0 0.8 < Q ≤ 3.15 → <9.0		Q ≤ 0.8 → <0.4 0.8 < Q ≤ 3.15 → <0.3		Q ≤ 0.8 → <800 0.8 < Q ≤ 3.15 → <600		Q ≤ 0.8 → <0.4 0.8 < Q ≤ 3.15 → <0.5	
		MW	MNS range	g/kg,j,t		g/MJ		mg/m3		g/sec	
10	4/10/09	0.8	0.8 < Q ≤ 3.15	20.0	×	0.68	×	2899	×	2.74	×
13	4/13/09	0.385	Q ≤ 0.8	20.6	×	0.70	×	335	○	0.11	○
14	4/14/09	0.73	Q ≤ 0.8	1.8	○	0.06	○	208	○	0.20	○
15	4/15/09	0.3	Q ≤ 0.8	7.2	○	0.24	○	587	○	0.15	○
16	4/15/09	0.7	Q ≤ 0.8	16.5	×	0.56	×	872	×	1.11	×
17	4/16/09	0.35	Q ≤ 0.8	2.8	○	0.10	○	296	○	0.05	○
18	4/17/09	1.4	0.8 < Q ≤ 3.15	5.2	○	0.18	○	421	○	0.45	○
19	4/17/09	0.2	Q ≤ 0.8	6.9	○	0.24	○	320	○	0.04	○
23	4/21/09	0.023	Q ≤ 0.8	28.5	×	0.97	×	800	×	0.03	○
24	4/21/09	0.022	Q ≤ 0.8	15.3	×	0.52	×	413	○	0.02	○

■ Calorific value of coal
 Nalaikh:
 Baganuur:
 Shivee ovoo:
 Standard fuel: for MNS

○:compliance
 ×:noncompliance

表 4-26 MNS基準値とHOB、CFWHのNO_x測定結果の比較（詳細）

NO	Date	Capacity Q		NO _x MNS standard							
				Q ≤ 0.8 → <6.75 0.8 < Q ≤ 3.15 → <6.0		Q ≤ 0.8 → <0.23 0.8 < Q ≤ 3.15 → <0.2		Q ≤ 0.8 → <450 0.8 < Q ≤ 3.15 → <400		Q ≤ 0.8 → <0.3 0.8 < Q ≤ 3.15 → <0.25	
		MW	MNS range	g/kg,j,t		g/MJ		mg/m3		g/sec	
10	4/10/09	0.8	0.8 < Q ≤ 3.15	2.1	○	0.07	○	268	○	0.25	×
13	4/13/09	0.385	Q ≤ 0.8	4.4	○	0.15	○	72	○	0.02	○
14	4/14/09	0.73	Q ≤ 0.8	1.3	○	0.05	○	150	○	0.14	○
15	4/15/09	0.3	Q ≤ 0.8	2.1	○	0.07	○	147	○	0.04	○
16	4/15/09	0.7	Q ≤ 0.8	3.3	○	0.11	○	148	○	0.19	○
17	4/16/09	0.35	Q ≤ 0.8	1.2	○	0.04	○	107	○	0.02	○
18	4/17/09	1.4	0.8 < Q ≤ 3.15	2.5	○	0.09	○	177	○	0.19	○
19	4/17/09	0.2	Q ≤ 0.8	3.0	○	0.10	○	117	○	0.01	○
23	4/21/09	0.023	Q ≤ 0.8	10.8	×	0.37	×	261	○	0.01	○
24	4/21/09	0.022	Q ≤ 0.8	7.5	×	0.26	×	174	○	0.01	○

■ Calorific value of coal
 Nalaikh: Baganuur: Shivee ovoo: Standard fuel: for MNS
 ○:compliance
 ×:noncompliance

表 4-27 MNS基準値と火力発電所のダスト測定結果の比較（詳細）

NO	Date	Place	Boiler Type	Capacity D		Dust MNS standard							
						D=221-420 → <2.35 D=51-75 → <304		D=221-420 → <0.08 D=51-75 → <10.5		D=221-420 → <200 D=51-75 → <21000		D=221-420 → <50.8 D=51-75 → <650	
				T/H	MNS range	g/kg,j,t		g/MJ		mg/m3		g/sec	
25	4/23/09	NO.2 PP	NO.4-boiler	75	D=51-75	46.4	○	1.58	○	2726	○	119.6	○
26	4/27/09	NO.4 PP	NO.8-boiler	420	D=221-420	1.2	○	0.04	○	62	○	12.8	○
28	4/29/09	NO.4 PP	NO.2-boiler	420	D=221-420	2.5	×	0.08	×	134	○	35.2	○

■ Calorific value of coal
 Nalaikh: 16.3 MJ/kg
 Baganuur: 14.0 MJ/kg
 Shivee ovoo: 13.2 MJ/kg
 Standard fuel: 29.33 MJ/kg for MNS
 ○:compliance
 ×:noncompliance

表 4-28 MNS基準値と火力発電所のSO₂測定結果の比較（詳細）

NO	Date	Place	Boiler Type	Capacity D		SO ₂ MNS standard							
						D=221-420 → <13.2 D=51-75 → <33.1		D=221-420 → <0.45 D=51-75 → <1.18		D=221-420 → <1200 D=51-75 → <1931.8		D=221-420 → <112.5 D=51-75 → <56.8	
				T/H	MNS range	g/kg,j,t		g/MJ		mg/m3		g/sec	
25	4/23/09	NO.2 PP	NO.4-boiler	75	D=51-75	9.7	○	0.33	○	571	○	25.0	○
27	4/29/09	NO.4 PP	NO.8-boiler	420	D=221-420	30.4	×	1.04	×	1789	×	346.9	×
28	4/29/09	NO.4 PP	NO.2-boiler	420	D=221-420	16.7	×	0.57	×	910	○	239.0	×

■ Calorific value of coal
 Nalaikh: 16.3 MJ/kg
 Baganuur: 14.0 MJ/kg
 Shivee ovoo: 13.2 MJ/kg
 Standard fuel: 29.33 MJ/kg for MNS
 ○:compliance
 ×:noncompliance

表 4-29 MNS基準値と火力発電所のNOx測定結果の比較（詳細）

NO	Date	Place	Boiler Type	Capacity D		NO _x MNS standard							
						D=221-420 → <7.6 D=51-75 → <20.8		D=221-420 → <0.261 D=51-75 → <0.72		D=221-420 → <715 D=51-75 → <1270		D=221-420 → <67 D=51-75 → <37.9	
				T/H	MNS range	g/kg,j,t		g/MJ		mg/m3		g/sec	
25	4/23/09	NO.2 PP	NO.4-boiler	75	D=51-75	9.0	○	0.31	○	531	○	23.3	○
27	4/29/09	NO.4 PP	NO.8-boiler	420	D=221-420	7.3	○	0.25	○	432	○	83.7	×
28	4/29/09	NO.4 PP	NO.2-boiler	420	D=221-420	7.9	×	0.27	×	429	○	112.7	×

■ Calorific value of coal
 Nalaikh: 16.3 MJ/kg
 Baganuur: 14.0 MJ/kg
 Shivee ovoo: 13.2 MJ/kg
 Standard fuel: 29.33 MJ/kg for MNS

4-3 排出係数及び既存調査との比較

(1) 排出係数の算定方法

前項の排煙測定をもとに、石炭1kgを消費するに伴い発生する大気汚染物質の排出量（g）を示す排出係数〔EF：Emission Factor（単位：g/kg）〕の算出を行った。排出係数は以下に示す1)～4)の手順により算定した。

1) 排煙中の汚染物質（ダスト、SO₂、NO_x）濃度測定

2) 測定中の石炭投入量の把握

a) HOB、CFWH、火力発電所

これまでにモンゴルにおいて正確な石炭投入量に基づいた排出係数算定事例はない。今回、可能な限り正確に把握するため、表4-30に示す方法により石炭投入量の把握を行った。特に、マニュアル給炭式のHOB、CFWHでは、石炭投入量はボイラマンの投入加減により大幅に変動する。そのため、定量的な把握を行うために、測定時間を含め約3時間程度にわたりスコープによる石炭供給状況をビデオ撮影し、スコープの投入回数を把握した。

表 4-30 石炭投入状況の把握

対象	石炭投入量の把握方法	備考
HOB（マニュアルの給炭方式）、CFWH	単位石炭投入量（スコープ1杯）の重量測定＋ビデオ撮影による石炭投入状況の定量的把握	図4-21、図4-22参照
HOB（オート、セミオートの給炭方式）	単位石炭投入量（石炭袋1袋）の重量測定＋石炭袋投入数のヒアリング	図4-23参照
第2火力発電所	ボイラ別年間統計データより算出	
第4火力発電所	オペレーションデータを使用	



図 4-21 単位石炭投入量の重量測定状況



図 4-22 石炭供給状況のビデオ撮影



図 4-23 石炭袋 (オート給炭式用)

b) ゲルストーブ、壁ストーブ

ゲルストーブの測定においては、世界銀行レポート“*Heating in Poor, Peri-urban Ger Areas of Ulaanbaatar FINAL DRAFT*”にゲルストーブの排出係数を算出するために考案された *Testing Protocol*がある（下記【参考】を参照）。ゲルストーブ等に関しては、石炭の焚き方や気象条件によって排出係数が大幅に変化する可能性があるため、今後、値の比較や議論が可能なように、極力この *Protocol*に近い方法とした。ただ、今回の限られた調査期間では記載されている重量計やフードなどの設備の準備、繰り返し測定等、記載内容どおりには実行することが困難であったこと、及び今回対象としたゲルストーブ、壁ストーブでは、記載の石炭投入量では少量のため通常の焚き方と異なるため、*Testing Protocol*の燃料投入のタイムスケジュール、石炭投入量割合を可能な限り合わせる形で実施することとした。

図 4-24 に設定した測定手順、図 4-25～図 4-30 にゲルストーブ、壁ストーブの測定状況写真を示す。測定方法としては、はじめに予備的に水分測定を行い、その後測定を開始した。ダスト測定については10分ごとに熱線風速計*により排ガス流速を確認して等速吸引測定を行った。SO₂、NO_xについては乾式測定により連続測定（1sごとに記録）を行った。ゲルストーブでは煙突に熱線風速計用の測定孔、ダスト用の測定孔、SO₂、NO_x用の測定孔を設置し、連続測定できるようにした。壁ストーブは煙突がレンガ造りのため、測定孔が設置できないため、パイプで作成した測定孔付きの煙突（直径130mm）を作成し、既存のレンガ煙突へ漏れがないように挿入して測定した。

* 流速が小さい（ゲルストーブ3m/s程度、壁ストーブ1m/s程度）ため、ピトー管の代わりに熱線風速計を使用した。JISZ8808では排ガス流速の測定には、ピトー管によって校正された風速計等を使用してもよいとされている。今回使用した熱線風速計は使用前に校正されたもので、メーカーによると測定精度は±18%（0～4.99m/sの範囲）とされている。日本環境測定分析協会¹⁾の研究結果をもとにこの誤差によるゲルストーブと壁ストーブのダスト濃度の測定誤差は8%程度となる。ただし、ゲルストーブ等の排気ガスの流速は周辺の風速の影響により大幅に（本測定中は0.5m/s程度は容易に変動していた）ことから、これによる排ガス速度変動誤差はゲルストーブ、壁ストーブでそれぞれ、約17%、50%となり、同様にダスト濃度の測定誤差を求めると、7%、22%となり、流速の測定誤差以上に大きいものとなる。

1) 参考：日本環境測定分析協会『環境と測定技術』（vol.11 No.1、ダスト濃度の測定方法に関する調査研究報告—非等速吸引法について—、1984）

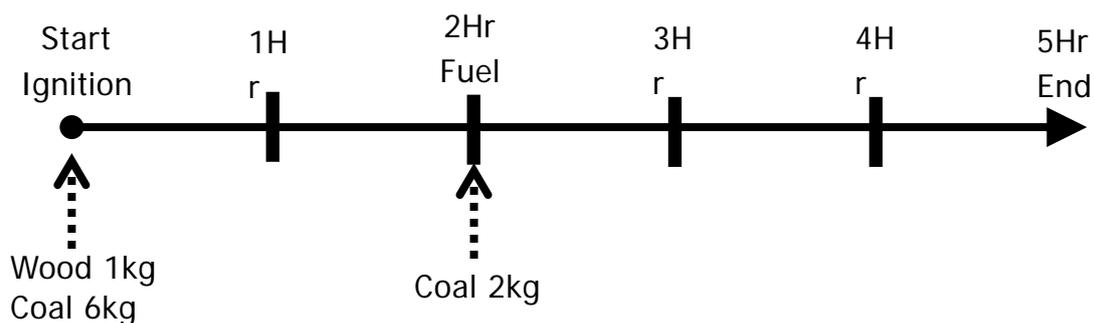


図 4-24 ゲルストーブ、壁ストーブの燃料投入方法



図 4-25 対象ゲルストーブ



図 4-26 対象壁ストーブ



図 4-27 ゲルストーブ測定状況



図 4-28 壁ストーブ測定状況



図 4-29 着火時の燃料投入状況



図 4-30 燃料追加時の燃料投入状況

3) 1時間あたりの石炭投入量 (kg/h) の算出

2) の示す方法をもとに、1時間あたりの石炭供給量 (kg/h) を算定した。石炭供給量の算定結果については、表 3-11～表 3-12に示している。

4) 排出係数 (EF)

測定により得られた排煙中の汚染物質濃度 (mg/Nm³)、排煙ガス量 (Nm³/h)、上記3)により求めた石炭供給量 (kg/h) から以下のように排出係数を算出した。

$$\text{排出係数 (g/kg)} = \frac{\text{排煙中の汚染物質濃度 (g/Nm}^3\text{)} \times \text{排煙ガス量 (Nm}^3\text{/h)}}{\text{石炭供給量 (kg/h)}}$$

【参考】世界銀行レポート“Heating in Poor, Peri-urban Ger Areas of Ulaanbaatar FINAL DRAFT”
のANNEXB: Testing Protocol (P117-P118)

テストプロトコルは大気汚染管理に興味を示すすべてのラボラトリにより議論され、承認されたものである。プロトコルの目的は、国内の特定の燃料を使用した暖房・調理ストーブの排出係数 (Emission Factor) 決定するためである。これは、テスト全体で以下に示す項目の測定、記録をすることにより行われる。

項目		単位
a.	燃料消費率	kg/sec
b.	燃料中の水分量	% WWB (テストの初期でのみ測定)
c.	希釈ファクター (過剰空気率)	O ₂ % (EA)
d.	CO濃度	ppm (煙突中及び大気中)
e.	CO ₂ 濃度	% (煙突中及び大気中)
f.	SO ₂ 濃度	ppm
g.	NO _x 濃度	ppm
h.	TSP濃度	µg/m ³
i.	PM10濃度	µg/m ³
j.	PM2.5濃度	µg/m ³
k.	VOC濃度	µg/m ³
l.	PAH濃度	µg/m ³
m.	H ₂ 濃度	ppm
n.	大気の相対湿度	%
o.	煙突内の相対湿度	%

上記の項目の測定結果をもとに、次の排出係数が算出される。

項目		単位
q.	CO	g/MJとg/kg
r.	CO ₂	g/MJとg/kg
s.	SO ₂	g/MJとg/kg
t.	PM10	µg/MJとµg/m ³ 、µg/g
u.	PM2.5	µg/MJとµg/m ³ 、µg/g
v.	TSP	µg/MJとµg/m ³ 、µg/g
w.	VOC	µg/MJとµg/m ³
x.	PAH	µg/MJとµg/m ³
y.	H ₂	µg/MJとµg/m ³

得られたデータの質の確認は、次に示す結果と記録データを比較することで決定される。

項目		単位（備考）
z.	O ₂	%、煙突内で検出されるガスから計算される
aa.	炭素バランス	CO ₂ +CO+HC×排ガス速度=燃焼燃料

テストの手順：

- ① 燃料の構成を決定
- ② 3kgの石炭と少量の薪、新聞紙を投入したストーブで冷えた状態で点火。
- ③ 2時間後に1kgの石炭を追加し、それより何も加えない。
- ④ 燃料がなくなり、排ガスが排出されなくなるまで10分間隔で測定を行う。これは、おそらく4～5時間続く。
- ⑤ これを各燃料ごと（生石炭、セミコークス、ブリケット等）に3回繰り返す。

使用する設備：

- ① ストーブを設置でき、最小単位5gか悪くても10gを測定できる正確な150kgプラットホーム重量計
- ② さらに、粒子状排出物を測定できるガス捕集、希釈システム
 [設備は例えば、コンクリートのスケールベース、適当な換気設備、リアルタイムで排出物を捕集し、希釈し、測定するための捕集フード（局所的に作成される）とともに製作されなければならないだろう。]このフードは常設のラボラトリにのみ設置される。ガス分析を除き、テストストーブに利用できる設備はない。UB市におけるテスト能力は、MNS5216：2002の火力発電所とHOBのモニタリングに集中している。このスタンダードは燃焼効率と耐久性だけを扱い、粒子状排出物、料理・暖房ストーブは扱っていない。
- ③ CO、CO₂、SO₂、NO_x排出のため、TESTOかそれ以上の装置が必要である。
- ④ Dusttrakは低濃度でのエアロゾル/微小ダストをリアルタイムで測定するのに必要である。

(2) 排出係数の算定結果及び既存調査との比較

1) 排出係数の算定結果

排出係数については、既出の表4-13～表4-16に示す。

2) 既存調査との比較

既存調査としてダスト、SO₂、NO_xの排出係数については、JICA開発調査『モンゴル 石炭産業総合開発計画調査 ファイナルレポート、1995』²⁾（以下「JICA Coal」とする）に記載されているアジア地域、ロシア地域の文献値と比較した。

また、HOBの実測結果については、世界銀行レポート「Report “Small boiler improvement in Ulaanbaatar”. From the Clean Air Action Plan for Ulaanbaatar Mongolia, WB, HOB section by B. Frydenberg. (Referred to as “HOB report, 2008”).」³⁾（以下「WB HOB report」とする）に記載があり、ゲルストーブの実測結果については、平成19年度NEDOレポート『国際石炭利用対

策事業 クリーン・コール・テクノロジー実証普及事業 モンゴル石炭改質・燃焼技術協力可能性調査』⁴⁾ (以下「NEDO Study」とする)に記載されている。表4-31に既存調査結果と本調査による算定排出係数について比較結果を示す。

表4-31 既存調査結果と測定結果の排出係数比較

Unit : kg/t

Item	Reference		Source				Remarks	
			Boiler	Power Plants		Household		
				A	B	Ger stove		Wall stove
Dust	This Study	Max	43.9	-	1.1	-	-	
		Min	1.0	-	0.6	-	-	
		Ave.	17.0	22.2	0.8	5.4	3.4	
	JICA Coal ¹⁾	59.2	31.0		42.1		Note1	
	WB HOB report ²⁾	10.7	-		-	-	Measurement value, Note2	
NEDO Study ³⁾	-	-		0.8	-	Measurement value, Note3		
SO ₂	This Study	Max	15.8	-	13.7	-	-	
		Min	1.6	-	7.5	-	-	
		Ave.	7.7	4.6	10.6	7.5	6.7	
	JICA Coal ¹⁾	10.9	13.7		8.4		Note1	
WB HOB report ²⁾	2.4	-		-	-	Measurement value, Note2		
NO _x	This Study	Max	5.2	-	3.6	-	-	
		Min	0.6	-	3.3	-	-	
		Ave.	2.4	4.3	3.4	2.4	1.9	
	JICA Coal ¹⁾	4.6	8.3		2.1		Note1	
WB HOB report ²⁾	1.2	-		-	-	Measurement value, Note2		

Reference 1) STUDY ON COMPREHENSIVE COAL DEVELOPMENT AND UTILIZATION IN MONGOLIA FINAL REPORT, JICA, 1995

Reference 2) Report "Small boiler improvement in Ulaanbaatar". From the Clean Air Action Plan for Ulaanbaatar Mongolia, WB, HOB section by B. Frydenberg. (Referred to as "HOB report, 2008")

Reference 3) "Clean Coal Introduction Project" (CCIP) Research on Improving the Quality of Coal in Mongolia Introduction of technology, NEDO, 2008

Note1) The EFs were calculated based on the following condition by study team.

Sulfur content : 0.7%, Baganuur coal : 29.62MJ/kg (High Heating Value, presented by MOMRE), NO_x concentration (mg/m³) was calculated as NO.

Note2) EFs show the values that converted into the amount of a real consumption of fuel based on report data by study team.

Note3) EF shows five hour mean value that calculated based on report data by study team.

排出係数の比較結果を以下に示す。

■ ダスト

- ・ボイラ：「JICA Coal」の文献値に比べ1/3程度、「WB HOB report」の実測値に比較して1.5倍程度であった。
- ・発電所：「JICA Coal」の文献値に比べ、本調査の第2火力発電所の測定結果は2/3程度、第4火力発電所の結果は1/40程度であった。
- ・ストーブ：「JICA Coal」の文献値に比べ、本調査の結果はゲルストーブで1/8程度、壁ストーブで1/12程度、「NEDO Study」の実測値に比較してゲルストーブで7倍程度であった。

■ 二酸化硫黄 (SO₂)

- ・ボイラ：「JICA Coal」の文献値に比べ、本調査の平均値は2/3程度、「WB HOB report」の実測値に比較して3倍程度であった。
- ・発電所：「JICA Coal」の文献値に比べ、本調査の第2火力発電所の測定結果は1/3程度、第4火力発電所の結果はおおむね同程度であった。

- ・ストーブ：「JICA Coal」の文献値に比べ、ゲルストーブ、壁ストーブともに本調査の結果はおおむね同程度であった。

■ 窒素酸化物（NOx）

- ・ボイラ：「JICA Coal」の文献値に比べ、本調査の平均値は1/2程度、「WB HOB report」の実測値に比較して2倍程度であった。
- ・発電所：「JICA Coal」の文献値に比べ、本調査の第2火力発電所、第4火力発電所の測定結果はおおむね1/2程度であった。
- ・ストーブ：「JICA Coal」の文献値に比べ、ゲルストーブ、壁ストーブともに本調査の結果はおおむね同程度であった。

(3) 排出係数の妥当性検討

前項の排出係数比較結果によると、全体的に既存の文献値と今回の測定値に差異のあるものが散見された。これらは以下のように考察される。

なお、本測定は時期、測定数量が限定的なものであり、今後更なる測定により詳細に検討していくことが必要である。

1) ダスト

ボイラについては、文献値、実測値との乖離がみられたが、本調査結果自体の測定値間でも大きく数値がばらついていた。これは同じ石炭供給量でも排出量が一定ではなく、変動していることを示唆している。また、同じHOB（マニュアル式）を測定日を変えて計2回測定した際にも、排出係数が5倍以上、数十倍以上も相違しているものもあり、機種の違いのみ由来するものではないことがうかがえる。よって、ボイラの排出係数は規模や稼働状況（例えば石炭供給方法、排ガス流速、燃焼状態、フィルタの有無や形状、残渣の取り出し等）により大きく影響されるものと考えられる。さらに、本調査時期が3月～4月と厳冬期（12月や1月）に比べて暖かく、ピークに比べて石炭供給量が少なかったことも懸念される。燃焼室と外気温の温度差が大きくなるとそれだけ排出ガス速度上昇等にも影響するため、厳冬期には排出係数が本調査の平均値、レンジが全体に上昇する可能性がある。したがって、本測定ではUB市の代表的で、なるべく多様な種類のHOBを選定したため、平均値やレンジは厳冬期に比べ暖かい季節（3月、4月）において一定の代表性を持つと考えられるが、厳冬期ではこれより大きい値となる可能性が懸念される。

火力発電所については、文献値はマルチサイクロンや湿式スクラバーによる集塵による値が採用されており、効率も低い条件（除塵効率92%）が想定されている。したがって、サイクロン+湿式スクラバーの設置されている第2火力の測定値は妥当な値であると考えられる。一方、第4火力発電所は、効率の高い（除塵効率約98%）電気集塵機が設置されているため、排出係数が文献値より大幅に低い値になったものと考えられる。

ストーブについては、実測値との乖離の要因としては、文献値はリスク側（予想レンジの最大値）の値を採用しており高い値を採用していることが挙げられる。また本調査においては1度の測定のみであり、また今回対象としたセドト氏のゲルストーブは煙突がストーブに直接接続されておらず、途中にガス溜まりのような、円筒形のタンクが付いていた

め、一般的な伝統的なゲルストーブとの相違があり、燃焼状態もゲルストーブの形状、外気の状態、燃料の投入量等により大きく影響されることも考えられる。ただし、「NEDO Study」の実測値も文献値に比べて低い値であることから、実際には比較した文献値よりは低い排出係数である可能性が予想される。また、本調査結果において、ゲルストーブより壁ストーブの方が低い値となっているが、これは壁ストーブは燃焼ガスが煙道と一体となった壁（排ガスの熱効率を上げるため、内部で排ガスが上下するように板が挿入されている）を通るため、内部で一部のダストが大気へ放出される前に取り除かれたことが原因であると考えられる。

2) 二酸化硫黄 (SO₂)

ボイラについては、文献値、実測値との乖離は、実際の石炭中の硫黄分の割合の影響や、またダストと同様に稼働状況により大きく変動し、未燃焼の石炭中に残留している割合が異なっている等の要因が考えられる。さらに、SO₂ガスは水に容易に吸着されることから、煙道中の水分や、測定位置が離れた場合には、測定管壁に凝固した排ガス中の水分による吸着も影響していることも懸念される。

火力発電所については、上記同様に実際の石炭中の硫黄分の割合の影響が考えられ、第2火力発電所の実測値が低いことに関しては、湿式スクラバーによる吸着の影響が考えられる。

したがって、複数の要因が考えられるため、今後更なる検討が必要である。

3) 窒素酸化物 (NO_x)

全体に、文献値と実測値との乖離がみられるが、これらは実際の石炭中の窒素分の割合（フューエルNO_x）の影響や、またダストと同様に燃焼温度等稼働状況（サーマルNO_x）により大きく変動する影響が考えられる。

したがって、複数の要因が考えられるため、今後更なる検討が必要である。

(4) 排出係数と測定対象HOB等の稼働状況

HOB等の運転状況と排出係数の関連性をみるために、今回測定対象としたHOBの稼働状況、測定時の状況とTSPの排出係数について、表4-32に整理した。また、設備の写真について図4-31～図4-42に示した。

表4-32 測定対象HOBの設備、運転状況と排出係数

No.	能力 MW	TSP 排出係数 kg/t	設備、周辺状況等	全体 評価	測定時の状況
1	1.4	2.5	1) 共に、自動給炭式、移動式ストーカー式、平衡通風式、湿式除塵器付の中国製の最新鋭機である。 2) 湿式除塵器については、水酸化カルシウム溶液で脱硫も行うものであるが、硫酸カルシウムの堆積で、長期間の運転ができない問題があり、改善検討中である。 3) きめ細かい燃焼用空気量調整は、実施されていないようである。なお、DZL-2.8の吸引プロウアーのサクシオンダンパーは、腐食で欠落しているが、そのままとなっている。 4) 全体的に、メンテナンスを含む設備の管理は良く行われており、経営者(SELENGE Construction LLC)の意識、また、作業員のレベルも高い。	○	・除塵用スクラバーが稼働 ・煙突の土台より排ガスが漏出 ・煙突からは水蒸気が多量に発生
2	2.8	11.1		○	・除塵用スクラバーは非稼働 ・煙突の土台より排ガスが漏出
3	0.7	25.4	1) 手動給炭式、固定ストーカー式、吸引通風式の旧タイプである。 2) 室内環境も悪く、設備管理面、運転管理面でも改善すべき点が多いと思われる。	×	・フランジに多くのダストが堆積 ・煙道より排ガスが漏出 ・石炭を投入すると煙突から黒煙が上がっていた。
10		31.3			
4	0.3	19.6	1) ANU Service LLCの管理するHOBの1つであり、作業性、煤塵除去(マルチサイクロン)にも配慮したHOBであり、また、室内環境も良い。 2) 温水熱交換器によるカスケードシステムを採用しており、硫酸酸露点腐食を緩和することで、HOBチューブの長寿命化も考慮している。	○	・水温は70度に設定 ・測定孔は水平煙道部に設置 ・測定孔は吸引ファンから数m後ろに設置
13		15.7			・水温は47度に設定
5	0.385	1.9	1) ANU Service LLCの管理するHOBの1つであり、作業性、煤塵除去にも配慮したHOBであり、また、室内環境も良い。 2) HOB後流で沈降した煤塵を除去する設備となっているが、ここで、効率的に煤塵が除去されている様である。 3) 温水熱交換器によるカスケードシステムを採用しており、硫酸酸露点腐食を緩和することで、HOBチューブの長寿命化も考慮している。	○	・煙突から目視では煙の発生が確認できなかった。 ・水温は70度に設定 ・煙突から目視では煙の発生が確認できなかった。
11		1.2			
6	0.2	13.4	1) ウランバートル市で普及を計画している小型HOBの初号機であり、3年間使った中国製に替えて、2008年10月から使用開始した。この際、HOB室も新設している。 2) 給水温度は、吸引ファンのON/OFFで自動制御される。 3) 室内環境および設備管理面では、設備が新しいこともあるが、そこそこに良い状況にある。 4) 使用する水は、井水で、トラックで運んでいる。	○	・吸引ファンを一定にして稼働
7	0.8	0.8	1) 典型的な手動給炭式、固定ストーカー式、自然通風式の旧タイプである。 2) 2基あるBUZUI-100の1基では、病院廃棄物を焼却処分している。 3) 室内環境は極端に悪く(石炭灰の著しい堆積、暗い、等)、また、管理用計器(圧力計、温度計等)も壊れたままであり、設備の保全も不十分である。	×	・石炭供給が少なく、低燃焼状態 ・煙道より排ガスが漏出
8	0.35	43.9	1) 吸引通風式のHOBであるが、除塵装置はない。 2) 室内環境は、まずまず良い状況にあり、設備内容、また設備の保全状況も良い様である。	○	・水温は56度設定 ・測定孔には多くのダストが集積 ・ファンが高速で稼働(流速が早い)
15		1.3			・水温は41度設定 ・ファンは低稼働
9	0.8	36.7	1) 室内環境はかなり悪く、また、管理用計器(圧力計、温度計等)も壊れたものも多く、設備の保全も不十分である。 2) 環境改善についての問題意識は持っている。	×	・燃焼残渣の掻き出しを測定中に実施 ・時折煙突より黒煙が上がっていた。 ・黒煙発生時に測定
18		6.7			・時折煙突より黒煙が上がっていた。 ・黒煙発生時には測定していない。
12	0.73	7.2	1) 室内環境は、さほど悪くはないが、管理用計器(圧力計、温度計等)も壊れたものもあり、設備の保全は不十分である。 2) 最新設備への変更要望はあるが、予算面からなかなか実現できないとのことである。	△	・煙突から黒煙は発生していなかった。
19	0.4	33.1	1) 吸引通風式で、サイクロン式除塵装置付HOBである。 2) 室内環境は余り良くないが、設備管理面ではまずまずのレベルにあると思われる。	△	・測定孔は吸引ファンの数m後方に設置 ・煙道の排ガスは高い正圧
20	0.35	17.6	1) 旧タイプのHOBであるが、室内環境は良く、設備面でも良く管理されている。 2) 井水を使用しているが、よく詰まる状況があるとのこと、この辺りの井水の硬度は高い様である。この場合、補給水を増やす等の対策が必要であるが、この辺りの運転管理の強化が必要であろうと考えられる。 3) 3基あるHOBの内1基は10年以上経過しており(2基は、2006年更新)、予算が取得できれば更新するとのことである。	△	・2台のHP-18-27が稼働 ・煙突から黒煙は発生していなかった。
21	0.023	11	1) CFWHであるが、室内環境は良く、設備面でも良く管理されているようである。 2) DAKONDOR21は、2003年から、また、Viadrus-u22は、2004年から使用している。	○	・煙突から黒煙は発生していなかった。
22	0.022	1	3) 使用する水は、井水で、トラックで運んでいる。	○	・煙突から黒煙は発生していなかった。

- ：設備、運転の状態が全体として良好である。
△：設備、運転の状態が全体として中程度である。
×：設備、運転の状態が全体として悪い。

HOBの設備、稼働状況と排出係数の関係を見ると、全体としては、古い設備で、管理が徹底されていないものほど排出係数が高く、新しく自動給炭のHOBほど対策設備が内蔵され、管理も行われており低い傾向にある。また、2回測定しているものに関しては値が相違している場合が多いが、特にマニュアル給炭のものほど稼働状態で値が大きく相違している。これは、測定時の状況を勘案すると、ファンの稼働状態（設定水温の高さ）や石炭の投入、未燃焼の石炭の掻き出し等の作業が排出係数に大きく影響したものと推測される。

①Police Academy



図 4 - 31 (1) HOB建屋全景



図 4 - 31 (2) DZL-1.4全景



図 4 - 31 (3) DZL-2.8全景



図 4 - 31 (4) 補機類及びDZL-2.8除塵器

②Child Care Center



図 4 - 32 (1) HOB建屋全景



図 4 - 32 (2) KBPO7KB (KWZ) 全景



図 4 - 32 (3) 燃焼状況



図 4 - 32 (4) ボイラ前面の状況

③No.57 School



図 4 - 33 (1) HOB建屋全景



図 4 - 33 (2) HOB全景



図 4 - 33 (3) 補機類の設備状況



図 4 - 33 (4) 水平ダクト

④No.17 School



図 4 - 34 (1) HOB建屋全景



図 4 - 34 (2) HOB全景



図 4 - 34 (3) 吸引ファン



図 4 - 34 (4) 補機類の設備状況

⑤No.63 School



図 4 - 35 (1) HOB建屋全景



図 4 - 35 (2) HOB全景



図 4 - 35 (3) 吸引ファン



図 4 - 35 (4) 燃烧状况

⑥Children Hospital



図 4 - 36 (1) HOB建屋全景



図 4 - 36 (2) HOB全景



図 4 - 36 (3) HOB室内ダクト部状况



図 4 - 36 (4) 燃烧状况

⑦No.58 School



図 4 - 37 (1) HOB建屋全景



図 4 - 37 (2) HOB全景



図 4 - 37 (3) 燃烧状况



図 4 - 37 (4) 補機類の状况

⑧No.37 2nd. School



図 4 - 38 (1) HOB建屋全景



図 4 - 38 (2) HOB全景



図 4 - 38 (3) 屋外部ダクトの状況



図 4 - 38 (4) 補機類の状況

⑨No.253 Army Base for maintenance



図 4 - 39 (1) HOB建屋全景



図 4 - 39 (2) HOB全景



図 4 - 39 (3) 起動用押し込みファン



図 4 - 39 (4) 補機類の設備状況

⑩No.62 Kindergarten



图 4 - 40 (1) HOB建屋全景



图 4 - 40 (2) HOB全景



图 4 - 40 (3) 除塵器



图 4 - 40 (4) 吸引ファン

⑪Train repair shop (2)



图 4 - 41 (1) HOB建屋全景



图 4 - 41 (2) HOB全景



図 4 - 41 (3) HOB間の状況



図 4 - 41 (4) 補機類の状況

⑫No.45 Kindergarten



図 4 - 42 (1) HOB建屋全景



図 4 - 42 (2) HOB全景



図 4 - 42 (3) Viadrus-u22の燃焼状況



図 4 - 42 (4) DAKONDOR21の内部状況 (停止中)

(5) 排出係数の影響要因の検討

本調査結果で算出されたHOBの排出係数により、最小値1kg/tから最大値43.9kg/tまでと大きなばらつきがあることが把握された。このばらつきの要因としては、既述したようにHOBの規模や機種、稼働状況、対策の有無等が考えられる。一方でばらつきがあるということは、その変動要因を把握できれば、排出係数の予測や、排出を低下させることができる可能性が

あるということでもある。したがって、得られた調査結果をもとに排出係数とその要因について以下に検討した。

1) 石炭供給方式

UB市内のHOBには、石炭供給方式としてマニュアル式とオート式（セミオート式）に大きく分類される。石炭供給方式ごとの排出係数の違いについて確認するため、排出係数の平均値とその標準偏差について測定項目ごとに表4-32に整理した。

表4-32 マニュアル式とオート式の排出係数比較

Coal supply system		Auto (Semi Auto)	Manual
TSP EF (kg/t)	Number	6	10
	Average	8.7	22.0
	Standard Deviation	7.9	14.2
SO ₂ EF (kg/t)	Number	3	6
	Average	5.6	8.3
	Standard Deviation	3.7	5.1
NO _x EF (kg/t)	Number	3	6
	Average	1.4	2.2
	Standard Deviation	0.6	1.8

表4-32によると、どの項目もオート式（セミオート式）の方が平均値、標準偏差ともに小さい結果となった。

ばらつきの差の理由としては、燃焼状態の変動の大きさが考えられる。オート式は石炭供給量がマニュアル式に比べて定常的であり、かつ石炭が細かく粉砕されて供給されていることから、燃焼状態がよく、安定していることが挙げられる。マニュアル式は、ボイラマンの加減によるところが大きいいため石炭投入にむらがあり、かつ石炭が固まりとしてそのまま投入されていることが多く、不完全燃焼しやすいため、変動が大きいのと考えられる。

平均値の差については、ダストの差が大きいが、これは上記と同様に燃焼状態の変動が大きく、燃料投入の供給むらにより発生する部分的な酸素不足によってダストが生じやすいためと考えられる。

また、マニュアル式のHOBでは、燃焼残渣等を石炭投入口より掻き出す作業が行われる。一部測定中に確認されたように、通風条件（通風形式、位置、速度など）によっては、その作業の際に大量のダストが煙突より排出される場合が確認されており、排出濃度、排出係数が高くなる要因の1つであると考えられる。

2) ボイラ能力

ボイラ能力（MW）と排出係数との関連性について図4-43～図4-45に整理した。

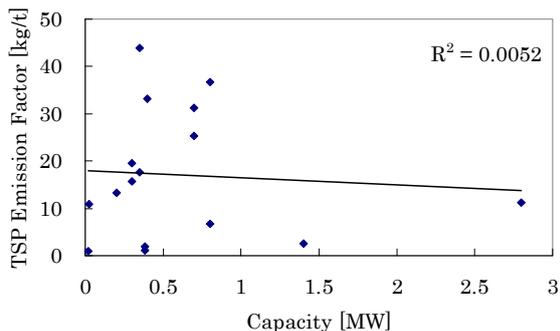


図 4-43 ボイラ能力とダストの排出係数

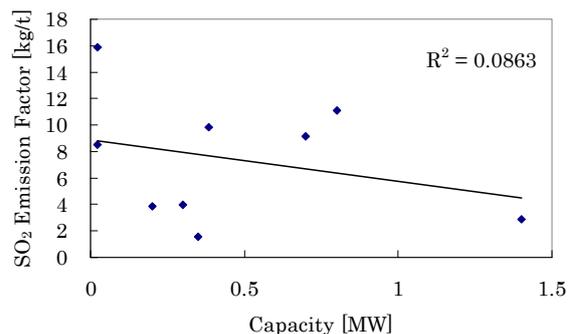


図 4-44 ボイラ能力とSO₂の排出係数

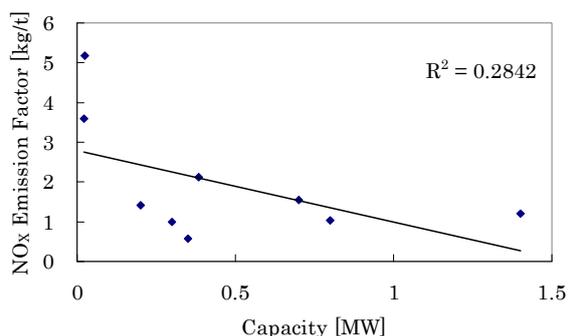


図 4-45 ボイラ能力とNO_xの排出係数

図によると各項目ともにボイラ能力と排出係数の相関は見られなく、能力の影響は見受けられなかった。

一方で対策の面からみると、仮に排出係数が大きい小さなHOBが数多くある地域の場合には、これらを排出係数の小さい能力の大きなHOBに集約することで、全体として地域の汚染物質排出量を減少させることができるといえる。

3) 稼働状況

HOBの測定時の稼働状況と排出係数についての関連性について確認するため、排ガス速度、排ガス温度、酸素濃度についてそれぞれ項目ごとに相関図で関連性を確認した。

その結果、ダストについては、どれも関連性は見られなかったが、排ガス速度に関しては、図 4-46、図 4-47に示すように、1MW以上の能力のボイラを除いた場合には、相関 ($R^2=0.58$) がみられた。

ダストは一般にガス流速が小さく、ダストの粒径が大きい場合ほど重力による沈降が起こりやすい。したがって、結果のように、ガスの流速が小さいほど比較的重量があり、粒子の大きいダストが煙道内で沈降しやすく、その結果、ダストの捕集量が減少し、このような関連性が見られたと考えられる。

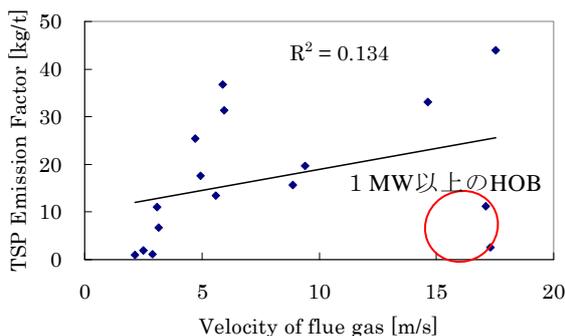


図 4-46 排ガス速度とダストの排出係数

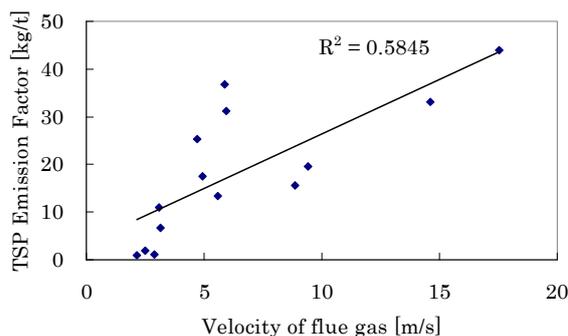


図 4-47 排ガス速度とダストの排出係数
(HOB : <1MW)

また、 SO_2 、 NO_x については、排出係数と排ガス速度、酸素濃度との関連性はみられなかったが、図 4-48、図 4-49に示すように、排ガス温度との相関 (SO_2 は $R^2=0.69$ 、 NO_x は $R^2=0.80$)が見られた。これは、排ガス温度が高いほど SO_2 、 NO_x が発生しやすいことを示唆している。

理由としては、単純には言えないが、 SO_2 に関しては、温度が低くなると種々の反応により、煙道中で水蒸気と反応して硫酸 (H_2SO_4) となって凝縮し、排ガスから除去される等が考えられ、 NO_x については高温ほどサーマル NO_x が発生しやすいことが影響していると考えられる。

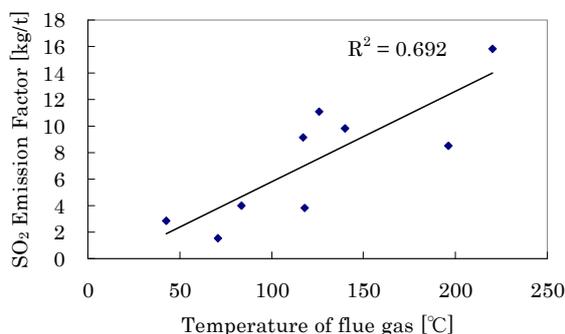


図 4-48 排ガス温度と SO_2 の排出係数

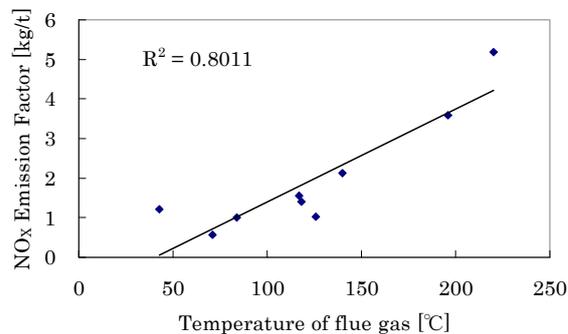


図 4-49 排ガス温度と NO_x の排出係数

以上の排出係数の影響要因を整理すると、全般に、燃料供給条件（定常燃焼、粉碎石炭）が影響しており、ダストについては排ガス速度、 SO_2 、 NO_x については排ガス温度が排出係数に影響を及ぼしていることが懸念される。

ただし、これらは限られた調査結果により得られた傾向であり、今後さらに測定数を増加させ、排出係数とその要因について把握していき、議論を深めていくことが求められる。

(6) HOB等測定方法の改善

本調査のHOB測定による排出係数は既述したようにばらつきが大きく、妥当性の評価が難しいことがわかった。今後排出係数の妥当性や信頼性を向上させていくことが課題である。このばらつきの原因としては、本調査で把握されたとおり、測定を実施する際の稼働状況自

体も場所、日にち、時間帯等によって異なっていることが挙げられる。そのため、はじめに測定条件の標準化が必要であると考えられる。

調整可能なばらつきを生じる要素としては、具体的に石炭投入量、投入ペースの変動、投入石炭の粒径、吸い込み、押し込みファンの変動、燃焼室内の残渣清掃の有無が挙げられる。したがって表4-33のような改善内容（案）をもとに測定マニュアル等を作成する必要があると考えられる。また、測定孔位置による測定値への影響もあるため、測定孔設置規定等（表4-34に例を示す）を作成し、これに基づいて測定孔を設置するように改善する必要があると考えられる。

表4-33 測定改善（案）

課題	改善点		
	測定時の条件	測定方法	その他
石炭投入量の把握	・石炭投入量（kg/h）はボイラ負荷ピーク時の80～100%となるように調整する。	・測定は石炭投入を一定にした状態でダスト、SO ₂ 、NOxとも2回測定を行う。 〔ダストは500L～1000L吸引×2回程度（n=2）で測定値を平均する。〕	・ボイラのカタログを提出させ、仕様値を把握したうえで決定する。 ・石炭投入状況はビデオ等で撮影し、記録を残す。
石炭投入ペースの変動	・石炭投入を一定間隔で投入するようにする。 ・マニュアル式の場合には、石炭投入量（kg/h）を踏まえ、一定間隔になるように調節する。	・2回の測定結果でばらつきが大きい場合（2倍異なるなど）には再測定を実施する。	・石炭投入状況はビデオ等で撮影し、記録を残す。
投入石炭の粒径	・その施設で通常使用している石炭種、粒径を使用する。		
吸い込み、押し込みファン等の変動	・ファンの稼働条件を一定とする。 ・ボイラ負荷ピーク時の80～100%とする。	・排ガス速度に追従することのできる平衡形ダスト吸引装置を使用するようにする。 （手動形ダスト吸引装置では排ガス速度の急激な変動に対応させることが困難であることが想定される。）	・ボイラのカタログを提出させ、仕様値を把握したうえで決定する。 ・一定にできない場合には、事前に稼働状況を把握してその変動を把握し、全体の変動をカバーできるように測定時間等を調整する。
燃焼室内の残渣清掃 [*] の有無	・測定時には残渣の清掃作業は行わないようにする。		・必要であれば、別途残渣清掃時、燃料の点火時の排出係数を算出するための測定を行う。

^{*} 残渣の清掃とは、燃焼室内の石炭残渣及び未燃残渣を掻き出す作業をいう。日本の大気汚染防止法では、「燃料の点火、灰の除去のための火層整理、またはすすの清掃を行う場合において排出される煤塵（1時間につき合計6分間を超えない時間内に排出されるものに限る）には適用しない」と記載されている。

表 4 - 34 測定孔設置規定 (例)

測定孔設置規定
<ul style="list-style-type: none"> ・ 事前に煙道の構造を把握する。 ・ 採取位置前後での空気の漏れの有無を確認する。 ・ 採取位置付近の環境を確認する。 ・ 測定孔は垂直煙突の中央部に設けるのが理想である。煙道で測定する場合には、ダンパーから少なくとも1.5D (Dは直径または縦寸法) 離し、ダストの沈積のない場所を選ぶべきである。 ・ 採取作業場所の安全性、機材の搬入経路の確認、緊急避難場所の確認等を行う。 <p style="text-align: right;">など</p>

(7) その他の課題

今回の測定にダストの測定方法として、JIS Z 8808「排ガス中のダスト濃度の測定方法」を採用して測定を行ったが、この方法により得られる値は、排ガス中の固体状粒子（1次粒子）を測定するものであり、煙突から排出された後、冷却されたガス（例えば、SO_x、NO_x、HCなど）が凝縮して1次粒子に付着してダスト成分に加わる凝縮ダスト（Condensable Particulate Matter : CPM）については、測定の対象としていない。JIS Z 8808に類似する海外の規格であるアメリカのEPA Method5もしくはMethod17やISO9096；2003においても、同様にCPMについては測定対象とされておらず、一般にこれに対応した排出基準についても考慮されていないようである。

一方で、CPMの排出量は上記の方法により得られるダスト量に比べても、少なくとも（場合よって数倍以上になることもある）、PM_{2.5}サイズで生成して大気中へ飛散しており、固定発生源からの実際のPM排出量はより大きいといわれている。アメリカのEPAにおいては、そのような問題より、従来よりCPMの測定方法としてMethod202を公布して測定されてきている。しかし、近年排ガス中に含まれるSO₂が正の影響を及ぼし、値を過大評価しているということが判明し、修正版を2009年に公布している。これに伴い、アメリカでは2011年1月までにCPMを含めたPMの排出基準を制定することが計画されている。現在、日本においてもCPMについては議論が続いており、排出基準には考慮されておらず、実態は完全には把握されていないのが現実である。

しかしながら、モンゴルでは石炭燃焼が中心のためその影響がより大きいことが懸念される。ゲルストーブにおける測定では、排ガス温度条件下では石炭に含まれるタール成分がろ紙を通り抜けて捕集プローブ内の壁面に付着していることが確認されており（図4-50参照）、煙突から大気へ放出されると同時に厳冬期では瞬時に冷却され、PMとして拡散していることが推測される。これにより、実際に大気中への拡散するPMに対し、実測結果に基づいた排出係数は過小評価されている可能性が高い。

したがって、アメリカ、日本の状況からも現状では、早急にCPMの測定、把握はモンゴルにおいて困難であると思われるが、使用燃料が石炭であることや、寒さの厳しい地域であることから大気汚染に対するCPMの寄与度は大きいことが懸念される。そのため、今回測定されていないが、今後CPMの実態を把握するための測定を検討し、排出係数の補正などを行っていくことも将来的には必要であると考えられる。



図 4-50 石炭中のタール成分の付着
※透明のガラスがタールで茶色くなっている。

第5章 発生源インベントリ

5-1 調査対象施設の汚染物質排出量及び既存調査との比較

(1) 対象発生源と算定方法

対象発生源は今回、調査を行った火力発電所、製造業（一部）とHOBであるが、CFWHについては至近のHOB Market Studyの石炭使用量を用いて、算定した。

一般的に汚染物質排出量は以下の式で求まる。

汚染物質排出量＝活動量×排出係数

ここで、UB市の燃焼施設については活動量＝石炭使用量とすることができる。

(2) 石炭使用量

表5-1に示したとおりであり、CFWHの19,857tを追加する。

(3) 排出係数

一般的には、石炭燃焼から発生するPM10排出係数は、ボイラ規模、石炭種類等の関数である可能性があるが、今回調査の排出係数算定結果では、これらのパラメータに対する傾向は明確でなかったことから、測定結果の平均値を用いることとした（表5-1）。

TSPからPM10への換算はGuttikundaの用いたFactorを採用した。ただし、このFactorの出典についてはレポートには記載されていない。やや古い資料ではあるが、USEPAの排出係数資料（Compilation of Air Pollutant Emission Factors Volume I: Stationary point and Area Sources, January 1995, USEPA）では、褐炭の微粉炭燃焼で集塵機等の対策なしの場合には、PM10/TSP Factorが0.35、褐炭の散布式ストーカー（Spreader stoker）燃焼の場合には0.20となっており、最近の中国におけるインベントリ調査結果（Major components of China's anthropogenic primary particulate emissions, Environmental Research Letters, December 2007, Q. Zhang et al.）のPM10/TSP排出比率では、火力発電所で0.77、工業燃焼で0.53となっている。Guttikundaの用いた値は後者の値に近いものとなっている。

表5-1 排出係数

	TSP	Factor	PM10	SO2	NOx
	kg/ton	-	kg/ton	kg/ton	kg/ton
HOBs & CFWHs	17	0.6	10.2	7.7	2.4
Industry	17	0.6	10.2	7.7	2.4
2nd & 3rd Power Plant	22.2	0.65	14.4	4.6	4.3
4th Power Plant	0.85	0.65	0.55	10.6	3.4

第3火力発電所のボイラの測定は行っておらず、第2火力発電所と第4火力発電所では排出係数、特にPM10の排出係数が大きく異なり、対策装置の状況から、第3火力発電所の排出係数には、第2火力発電所のものを適用した。

また、製造業についてはHOBで使用しているボイラのより大型のものが導入されていたことからHOB等と同じ排出係数を適用した。

(4) 汚染物質排出量

表 5 - 2 にPM10、SO₂及びNO_xの汚染物質排出量を示す。

表 5 - 2 調査対象施設の汚染物質排出量 ton/year

	PM10	SO ₂	NO _x
Power Plants	18,589	33,218	14,019
Industry	87	66	21
HOBs&CFWHs	1,124	849	265

今回の排出係数測定では第4火力発電所のSO₂排出係数が相対的に大きく算定されたために、SO₂排出における火力発電所の寄与が大きくなっている。

(5) 既存調査との比較

表 5 - 3 から表 5 - 5 に今回調査による汚染物質排出量の既存調査との比較を示す。

火力発電所のPM10排出量については、今回調査結果は、Guttikundaのものよりは小さい。

工場及びHOBのPM10排出量については、今回調査がかなり小さい。

表 5 - 3 PM10排出量の既存調査との比較

PM10	Guttikunda 2007	JICA Mission 2009
Power Plants	32,370	18,589
Industry	2,844	87
HOBs	15,563	1,124
Kiosiks and Shops	1,439	
Gers	22,281	1)
Vehicles	2,368	
Fugitive Dust	9,194	2)
Waste	4,433	
Unknown	8,000	
	98,492	

1) Not estimated, but emission factors by our measurement indicate less PM10.

2) Not estimated, and will be investigated in the coming JICA project.

火力発電所のSO₂排出量については、今回の調査結果はGuttikundaの値の2.4倍である。

HOBのSO₂排出量については、今回、調査結果は小さめである。

表 5 - 4 SO₂排出量の既存調査との比較

SO ₂	ton/year	
	Guttikunda 2007	JICA Mission 2009
Power Plants	13,840	33,218
Industry	219	66
HOBs	3,388	849
Kiosiks and Shops	240	
Gers	4,286	
Vehicles	1,354	
	23,327	

火力発電所のNO_x排出量については、今回、調査結果はGuttikundaのもの約半分であり、HOBについては1桁小さくなっている。

表 5 - 5 NO_x排出量の既存調査との比較

NO _x	ton/year	
	Guttikunda 2007	JICA Mission 2009
Power Plants	29,847	14,019
Industry	329	21
HOBs	5,099	265
Kiosiks and Shops	361	
Gers	7,150	
Vehicles	10,372	
	53,158	

ここで示したように、2007年と2009年という短期間に行われた2つの調査の排出量算定結果の傾向が異なっていることが、基礎情報の不確かさを示しているといえる。

5 - 2 調査対象以外の施設の汚染物質排出量

(1) 調査対象以外の施設

Guttikundaが対象とした発生源分類の中で、今回調査において対象としなかったのは、ゲルストーブ等、自動車、巻き上げ粉塵及び廃棄物からの汚染物質である。これらの中、ゲルストーブ等と自動車についてはPM₁₀、SO₂及びNO_xの排出量が算定されているが、巻き上げと廃棄物についてはPM₁₀のみが算定されている。

自動車、巻き上げと廃棄物については今回調査で全く新たな知見がないが、ゲルストーブ等については排出係数を算定したことから、ゲルストーブ等からの汚染物質排出量の試算を行った。

(2) ゲル地区の燃料消費量と排出係数

表 5 - 6 に今回調査のゲルストーブと壁ストーブの石炭燃焼時における排出係数を示す。

表 5-6 ゲルストーブと壁ストーブの排出係数

Emission Factor	PM10	SO ₂	NO _x
	kg/ton	kg/ton	kg/ton
Ger Stove (Coal)	5.4	7.5	2.4
Wall Stove (Coal)	3.4	6.7	1.9
Average (Coal)	4.4	7.1	2.15

表 5-7 に Guttikunda によるゲル地区における PM10 排出量の推計を示す。石炭と木材を対象としているが、石炭と木材の使用量が明示されていなかったことから PM10 排出量と排出係数から逆算して求めている。

今回調査では石炭燃焼時の測定しか行っていないが、PM10 排出係数は既存調査のものよりもかなり小さい値となった。

表 5-7 Guttikunda による PM10 排出量推計

Guttikunda 2007	Fuel Consumption ¹⁾ (ton/year)	Emission Factor (kg/ton-Fuel)	PM10 Emission (ton/year)
Ger Stove (Coal)	773,646	25	19,341.15
Ger Stove (Wood)	773,646	3.8	2,939.85
Total			22,281.00

1) Fuel consumption was estimated from PM10 emission and emission factor

(3) ゲル地域における汚染物質排出量の試算

木材燃焼時の PM10 排出係数については Guttikunda のものを用い、それに加えて、今回の排出係数測定結果を用いてゲル地区における汚染物質排出量を試算した (表 5-8)。

表 5-8 ゲル地区における汚染物質排出量

JICA 2009 PM10	Fuel Consumption (ton/year)	Emission Factor (kg/ton-Fuel)	PM10 Emission (ton/year)
Ger Stove (Coal)	773,646	4.4	3,404.04
Ger Stove (Wood)	773,646	3.8	2,939.85
Total			6,343.90

JICA 2009 SO ₂	Fuel Consumption (ton/year)	Emission Factor (kg/ton-Fuel)	SO ₂ Emission (ton/year)
Ger Stove (Coal)	773,646	7.1	5,492.89
Total			5,492.89

JICA 2009 NO _x	Fuel Consumption (ton/year)	Emission Factor (kg/ton-Fuel)	NO _x Emission (ton/year)
Ger Stove (Coal)	773,646	2.15	1,663.34
Total			1,663.34

(4) 既存調査との比較

表 5 - 9 ゲル地域の汚染物質排出量の既存調査との比較
ton/year

Ger Area	Guttikunda 2007	JICA 2009
PM10 Emission	22281.0	6343.9
SO ₂ Emission	4286.0	5492.9
NOx Emission	7150.0	1663.3

ここでは比較のために石炭使用量を同じにして汚染物質排出量を算定しているため、排出量の違いは排出係数によるものである。

PM10については木材を考慮しても、今回の排出係数を用いると排出量は既存調査の約1/3～1/4になる。SO₂についてはGuttikundaの推計と同じ程度であり、NOxについてはGuttikundaの約1/4である。このように今回の汚染物質排出量推計は全般に既存調査よりも小さめとなった。

5 - 3 UB市大気汚染物質インベントリ

表 5 - 10に今回調査結果に加えて既存調査結果を用いて求めた現時点での大気汚染物質排出量推計結果を示す。排出量で見ると、火力発電所が大きな寄与を占めており、特にSO₂でその傾向が強い。その次に寄与が大きいのは、PM10では自動車、NOxでは自動車、SO₂ではゲルストープ等となっている。

表 5 - 10 UB市大気汚染物質排出量

	PM10	SO ₂	NOx
Power Plants	18,589 ¹⁾	33,218 ¹⁾	14,019 ¹⁾
Industry	87 ¹⁾	66 ¹⁾	21 ¹⁾
HOBs	1,124 ¹⁾	849 ¹⁾	265 ¹⁾
Kiosiks and Shops			
Gers	6,344 ²⁾	5,493 ²⁾	1,663 ²⁾
Vehicles	2,368 ³⁾	1,354 ³⁾	10,372 ³⁾
Fugitive Dust	9,194 ³⁾		
Waste	4,433 ³⁾		
Unknown	8,000 ³⁾		
Total	50,139	40,980	26,340

1) JICA 2009

2) Emission factors by JICA Survey 2009 and fuel consumption by Guttikunda 2007

3) Guttikunda 2007

図 5 - 1 から図 5 - 3 に今回調査した火力発電所、製造業及びHOB等の合計について、PM10、SO₂及びNOxの排出量分布を示す。SO₂とNOxについても火力発電所が突出して排出量が多いことには変わりはないが、3つの火力発電所の中、PM10排出量が最も多かったのは火力発電所Cであるが、SO₂とNOxについては火力発電所Bが多くなっている。

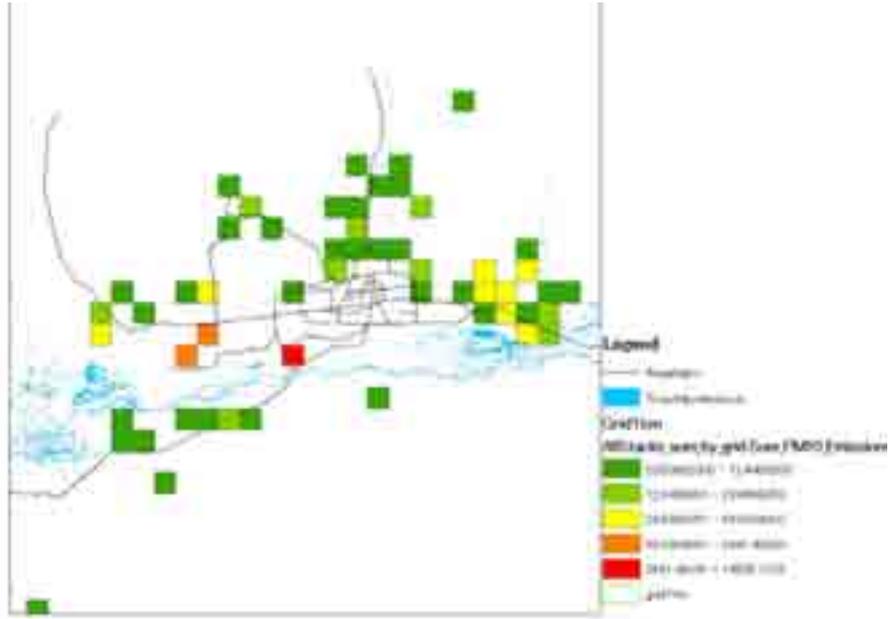


图 5 - 1 PM10排放量分布

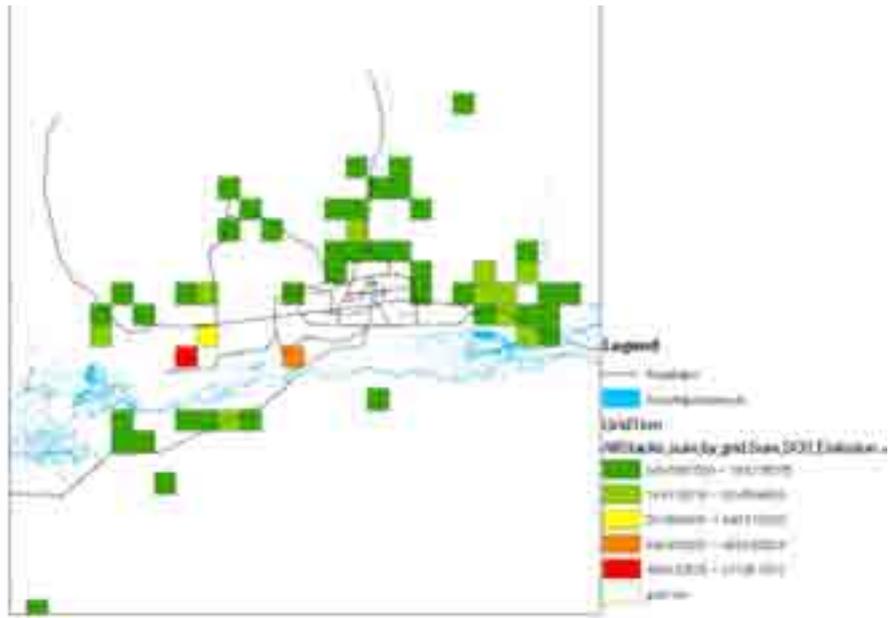


图 5 - 2 SO₂排放量分布

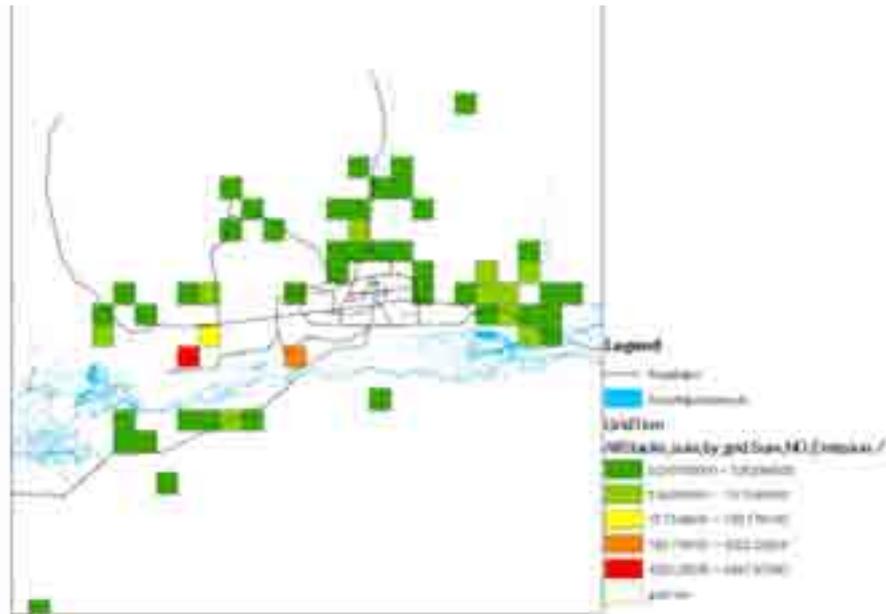


図 5 - 3 NOx排出量分布図

5 - 4 本格技術協カプロジェクトにおける調査項目

本格技術協カプロジェクトにおいては、今回の初期インベントリ調査では対象としなかった発生源についても調査を行い、最終的に全発生源についての発生源インベントリを作成する。具体的には以下のような項目について調査を行うことになる。

- HOB、CFWH及び製造業の全数及びその石炭使用量を確認する
- 火力発電所、HOB、CFWH、ゲルストーブ等について、燃焼条件や測定方法を検討して、できる限り多くの排ガス測定を行い、より代表性の高い排出係数を求める
- 交通量実査や年間走行距離のヒアリング調査等を行い、UB市内の車両保有台数統計等を収集して、これらに基づいて自動車走行量を算定する
- 車載計（簡易自動車排ガス測定装置）を用いて、自動車排出係数を推計するとともに、既存の自動車排出係数データを精査して、UB市に適切な自動車排出係数を設定する
- 廃棄物の野外燃焼についての調査方法を検討し、調査を行う
- 推計した大気汚染物質発生源インベントリを用いてシミュレーションを行い、その計算結果を大気環境モニタリング測定値と比較して、汚染物質排出量推計値の妥当性を検討する

第6章 簡易シミュレーション

6-1 対象地域、対象期間、対象汚染物質

作成した初期インベントリを用いて簡易シミュレーションを行った。

対象地域、対象期間、対象汚染物質は以下のとおりである。

対象地域：UB市を中心とする東西80km×南北80kmの範囲を1km×1kmのグリッドで分割し、その中央点の濃度を計算した。

対象期間：2008年1年間毎時間の濃度を計算した。

対象汚染物質：PM10、SO₂

6-2 シミュレーションモデル

シミュレーションモデルにはUSEPAが公開しているISCST3モデルを使用した。ただし、ISCST3モデルでは風速1m/s以下の気象条件の時に濃度を計算しないことから、その際にはPuffモデルを用いた。

ISCST3で使用しているPlume式は以下のとおりである。

$$\chi = \frac{QKVD}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \exp \left[-0.5 \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right]$$

χ : Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Q : Pollution emission rate (mass per unit time)

K : Scaling coefficient to convert calculated concentration to desired units
(default value of 1×10^6 for Q in g/s and concentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

V : Vertical term

D : Decay term

σ_x, σ_y : Standard deviation of lateral and vertical concentration distribution (m)

us : Mean wind speed (m/s) at release height

Puffモデルの式は以下のとおりである。

$$C(R, z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{Q_p}{\pi \gamma} \cdot \left\{ \frac{1}{\eta_-^2} \cdot \exp \left(-\frac{u^2(z-He)^2}{2\gamma^2 \eta_-^2} \right) + \frac{1}{\eta_+^2} \cdot \exp \left(-\frac{u^2(z+He)^2}{2\gamma^2 \eta_+^2} \right) \right\}$$

$$\eta_-^2 = R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (z-He)^2$$

$$\eta_+^2 = R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (z+He)^2$$

$$R^2 = x^2 + y^2$$

R : Horizontal distance from point source to calculation point

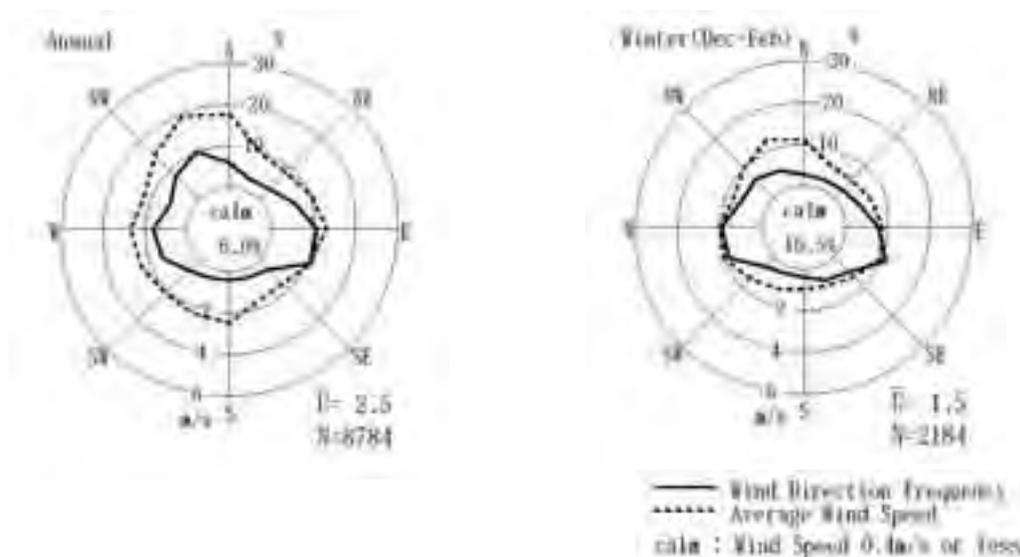
Qp : Emission ($\text{m}^3\text{N}/\text{s}$)

U : Wind speed (m/s)

He : Effective plume height (m)

6-3 気象データ及び設定条件

図6-1に年間と冬期の風配図を示す。東西に開けた盆地という地形の影響で東西方向風向の頻度が高くなっている。また、冬期の平均風速が1.5m/s、Calmの頻度が16.5%と、特に風が弱いことが特徴的である。



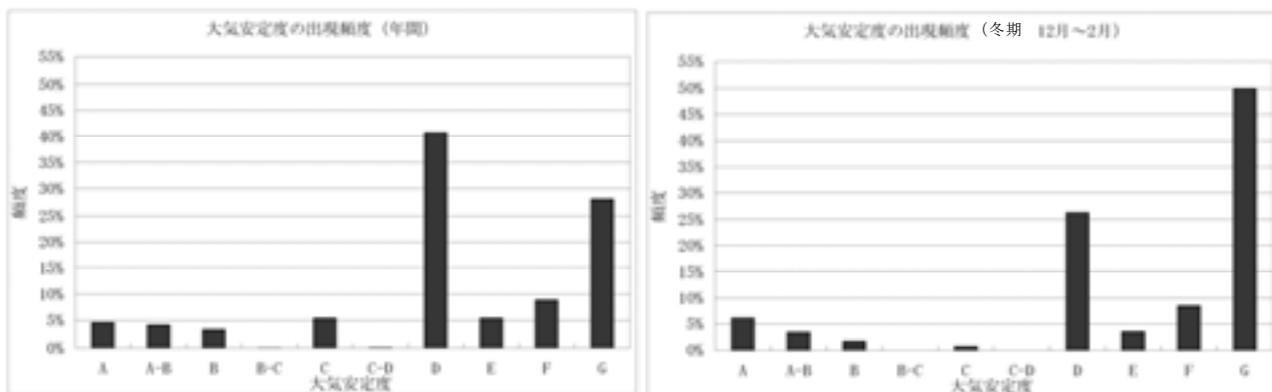
出所：NAMHEM

図6-1 風配図〔左：年間、右：冬期（12月～2月）〕

図6-2に年間と冬期の大気安定度別出現頻度を示す。大気安定度は日射量データと雲量データから作成した。

ただし、2008年の11月と12月については雲量が観測されていなかったことから、10月と1月における雲量と現在天気の間関係を分析して、その関係に基づき11月と12月の雲量を現在天気から推測した。

盆地であり全般に風速が弱く強安定（G）の出現頻度が高いことが特徴的である。冬期に至ってはその頻度は50%にもなっている。



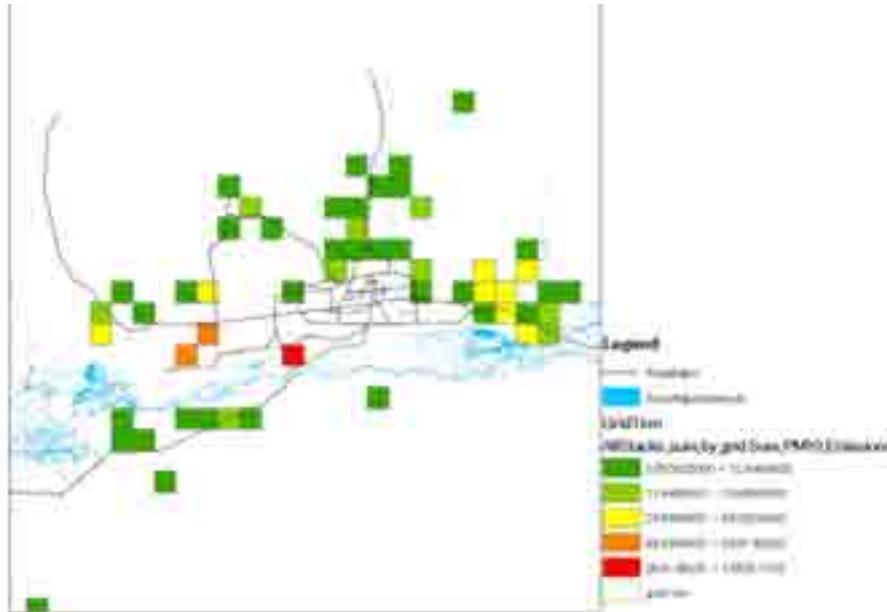
出所：NAMHEM

図6-2 大気安定度別出現頻度〔左：年間、右：冬期（12月～2月）〕

6-4 発生源データ

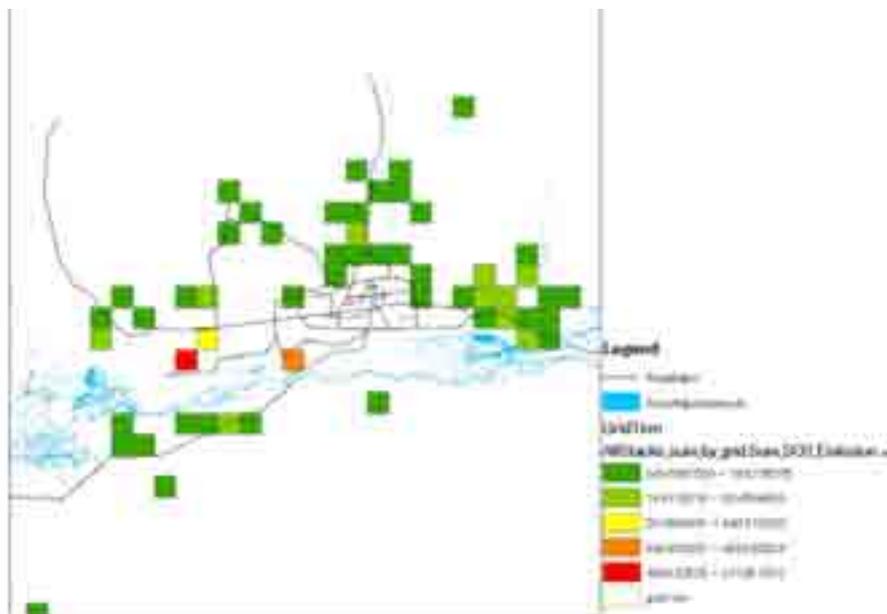
(1) 汚染物質排出量分布

図6-3 図6-4にPM10とSO₂の排出量分布を再掲する。



出所：JICA Survey Mission, Unit : ton/year

図6-3 PM10排出量分布



出所：JICA Survey Mission, Unit : ton/year

図6-4 SO₂排出量分布

(2) 時間変化パターン

汚染物質排出量の時間変化パターンに関しては、1日の中での時刻別排出量は一律として、月

別排出量のパターンを与えた。

調査票等で個別施設の月別石炭使用量が把握できたものについては、そのパターンを適用し、その他の製造業やHOBについては原則として、以下の重みで年間汚染物質排出量を配分した。

10月	: 50%
11月	: 75%
12月～2月	: 100%
3月	: 75%
4月	: 50%

6-5 現状の簡易シミュレーション結果

(1) PM10現状濃度分布図（年平均値）

図6-5から図6-8にPM10の現状濃度分布を示す。おのおの発電所、製造業、HOB + CFWHの寄与濃度とそれらの合計である。発電所の寄与は最大 $16\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、UB市中心部のやや南西地域にその影響は広がっている。製造業については今回把握できた工場がUB市西部の煉瓦工場と東部のいくつかの飲料工場のみであったことから、その影響は狭い地域に限られているが、これが実態なのか、または、いまだ調査しきれていない製造業が存在するのかは本格技プロの調査を待たなければならない。HOB等についてはUB市の主要幹線道路沿いに点在しており、その寄与は $11\mu\text{g}/\text{m}^3$ と発電所に匹敵するレベルである。

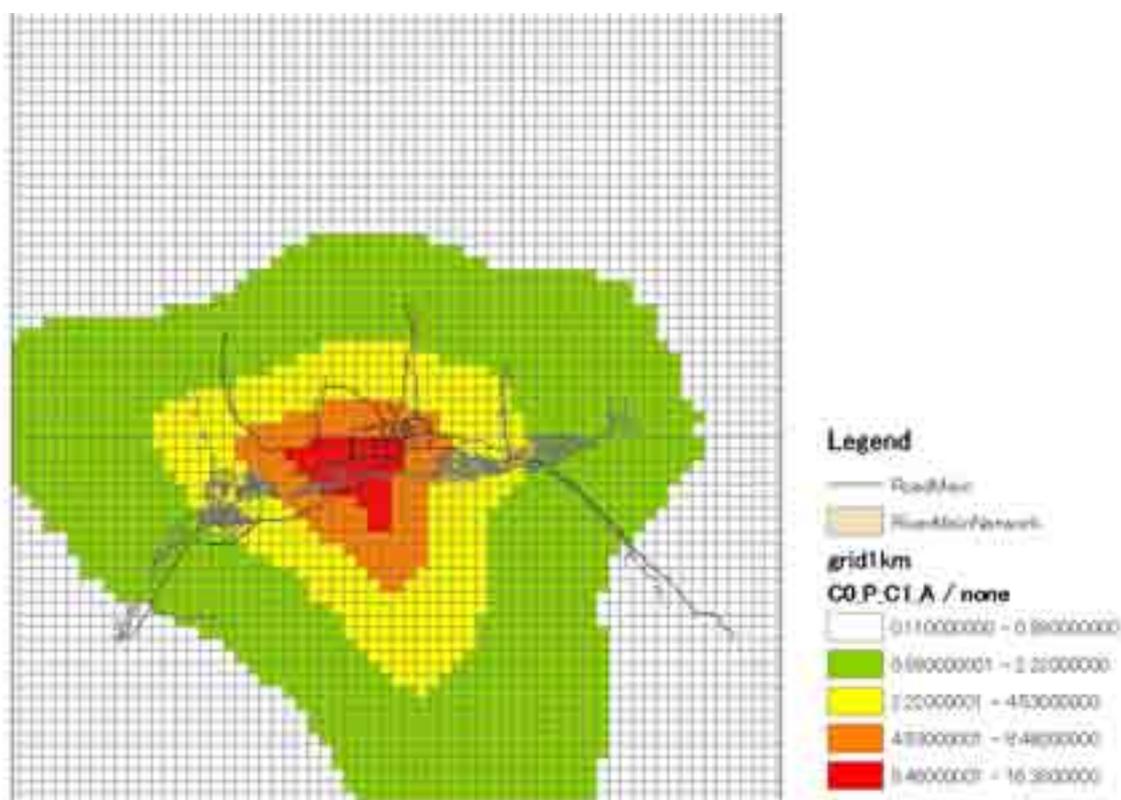


図6-5 PM10現状濃度分布（発電所・年平均値）（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

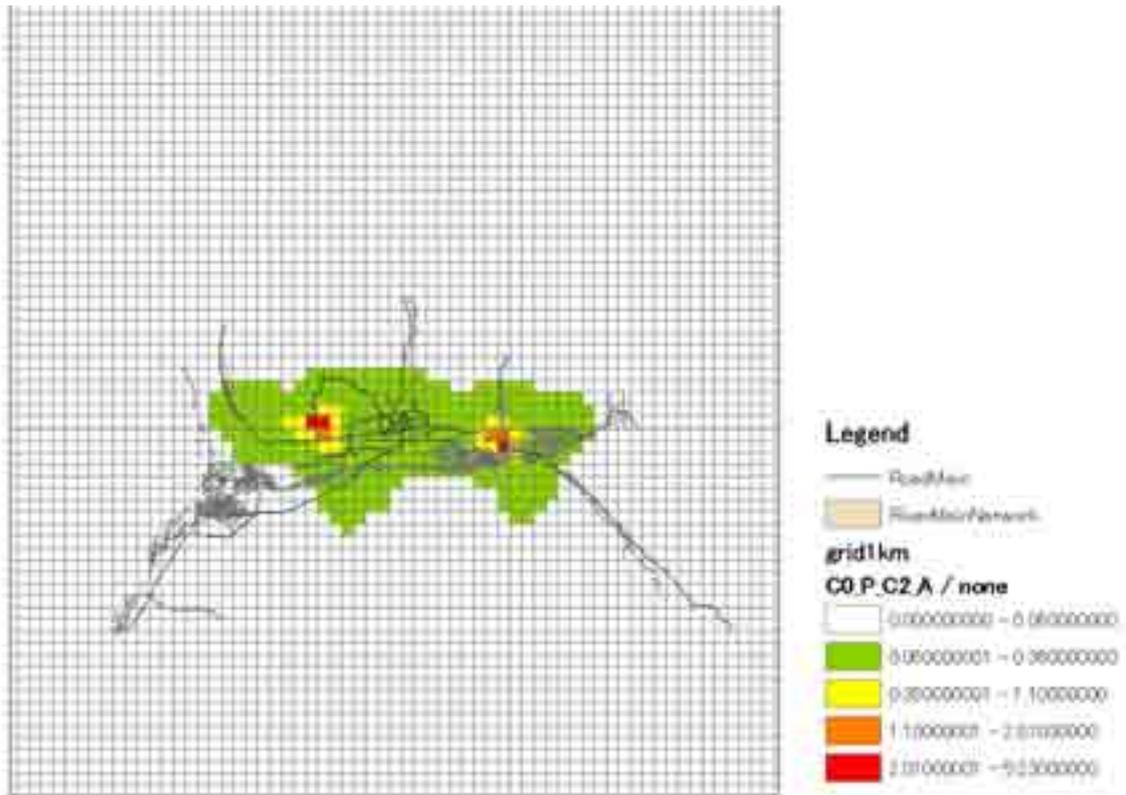


图 6 - 6 PM10现状浓度分布 (工場・年平均値) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

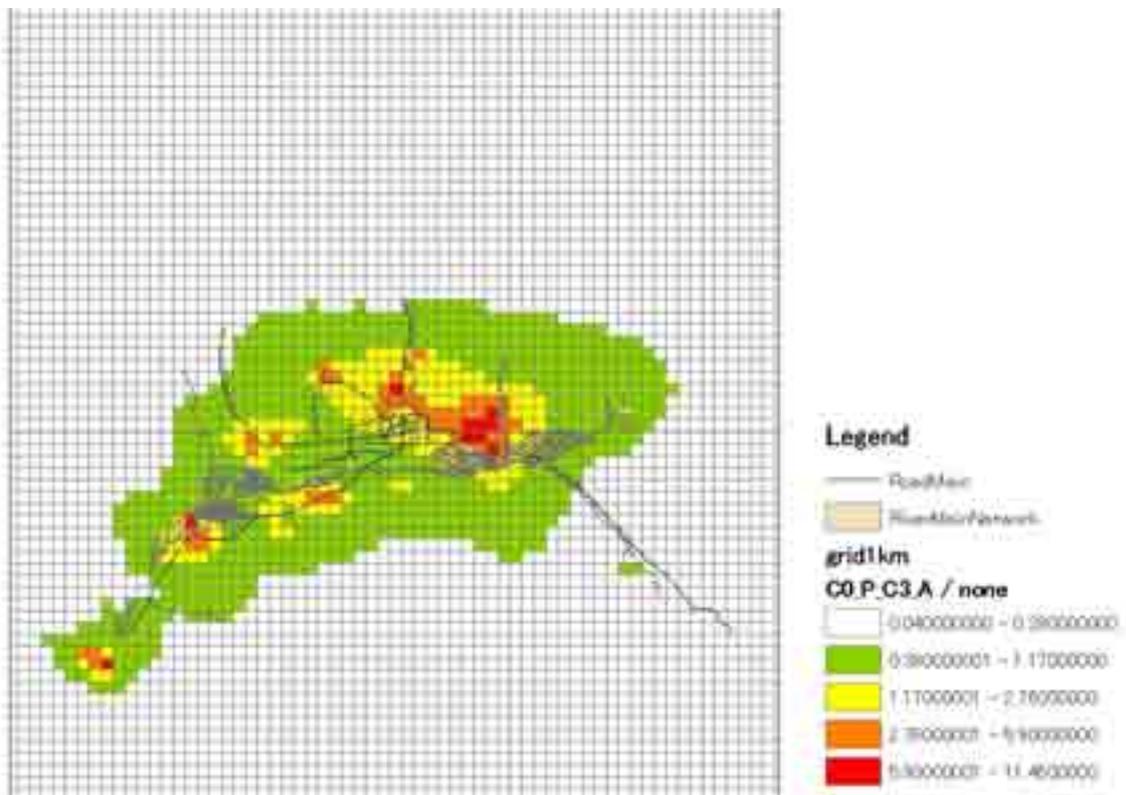


图 6 - 7 PM10现状浓度分布 (HOB・年平均値) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

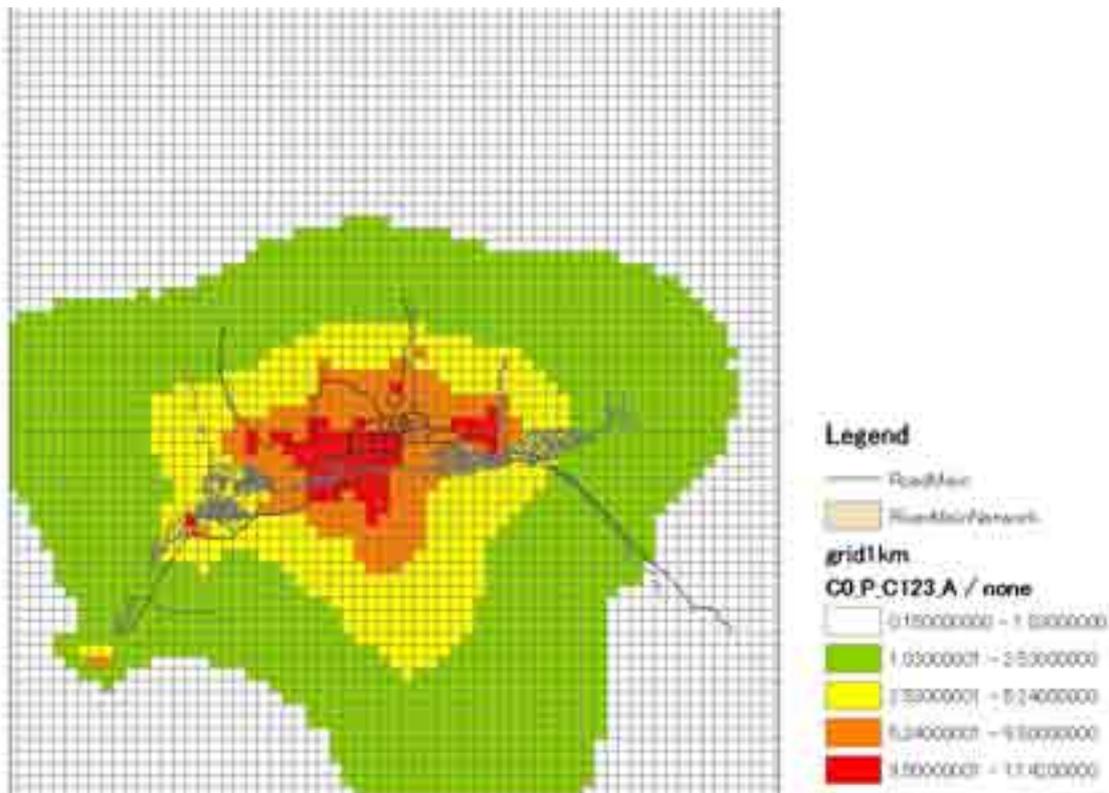


図 6 - 8 PM10現状濃度分布（合計・年平均値）（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

(2) PM10現状濃度分布図（冬期平均値）

ここでは冬期を12月から2月とした。前述のように、今回のシミュレーションでは毎時の濃度を計算しているのので、ここで示す冬期平均値は冬期の毎時の濃度を平均した結果である。図 6 - 9 から図 6 - 12 に発電所、製造業、HOB等及び合計の寄与濃度を示す。

発電所の最大寄与濃度は $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超え、風速が非常に弱いことから発電所付近を中心とする同心円上の濃度分布となっている。製造業については、その影響範囲は非常に限られている。HOB等の最大寄与濃度も $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えているが、やはり影響範囲はより限られた範囲となっている。これらを合計した寄与濃度の最大値は発電所単独の寄与とあまり変わらず、発電所とHOB等の寄与濃度分布が異なっていると考えられる。

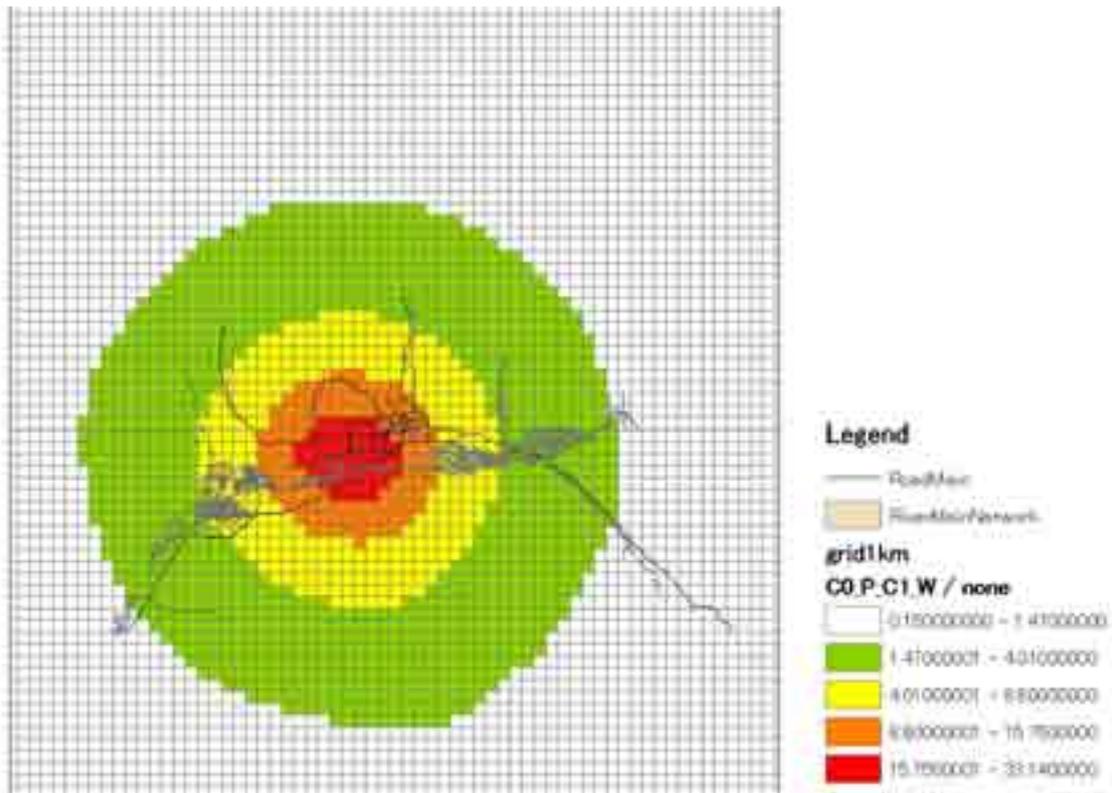


图 6 - 9 PM10现状浓度分布（発電所・冬期平均值）（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

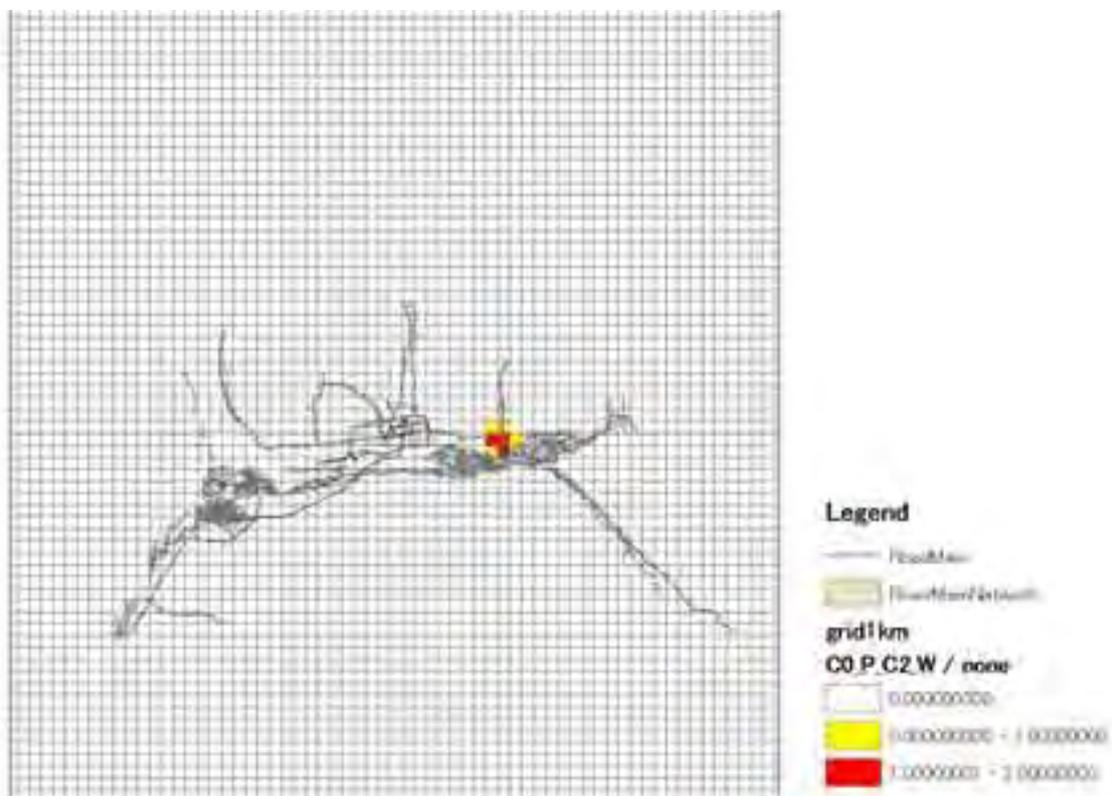


图 6 - 10 PM10现状浓度分布（工場・冬期平均值）（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

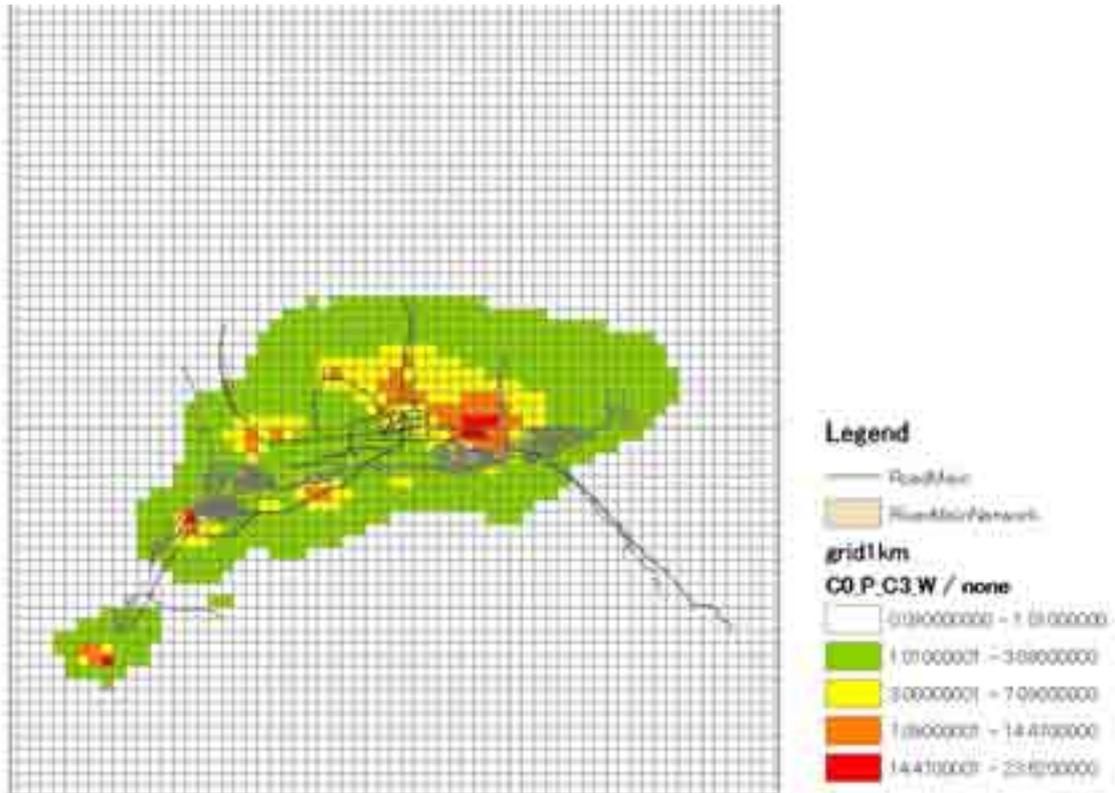


图 6 - 11 PM10现状浓度分布 (HOB · 冬期平均值) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

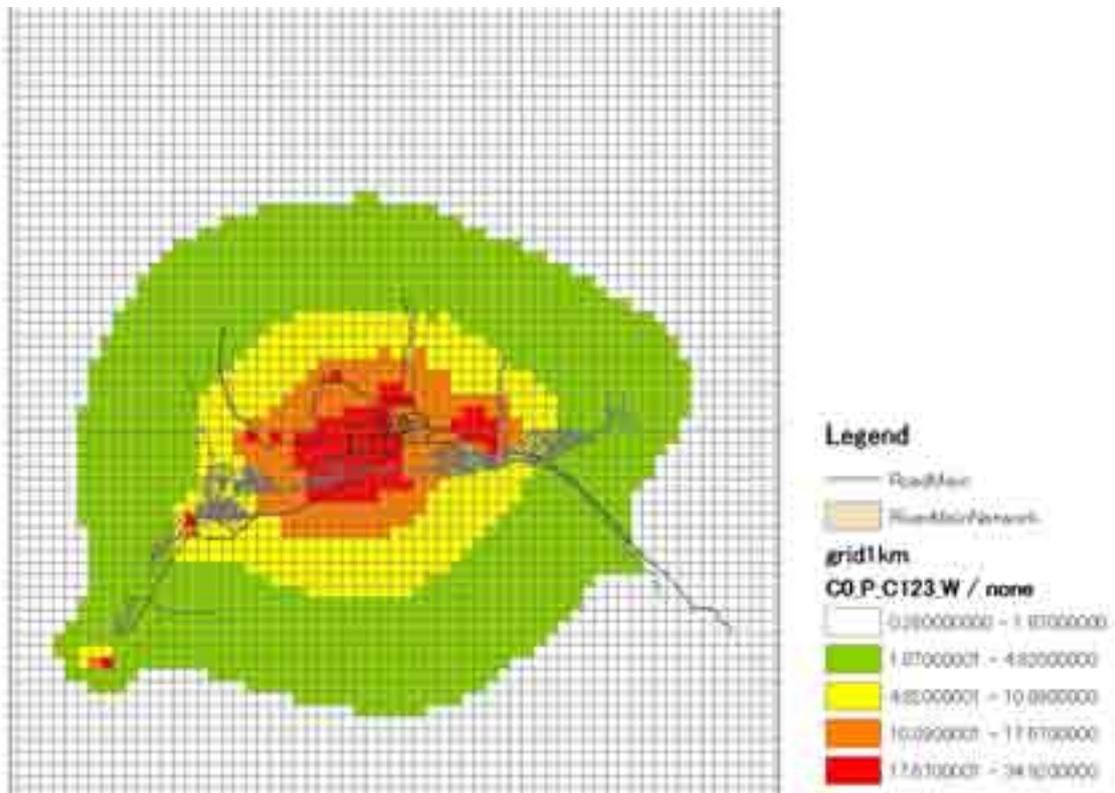


图 6 - 12 PM10现状浓度分布 (合计 · 冬期平均值) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

(3) PM10現状濃度分布図（12月）

同様の濃度分布図を12月のみについて計算した（図6-13～図6-16）。結果的に12月の濃度分布図は冬期のものと非常に似た傾向となった。製造業とHOB等の最大寄与濃度が若干、高くなっている。

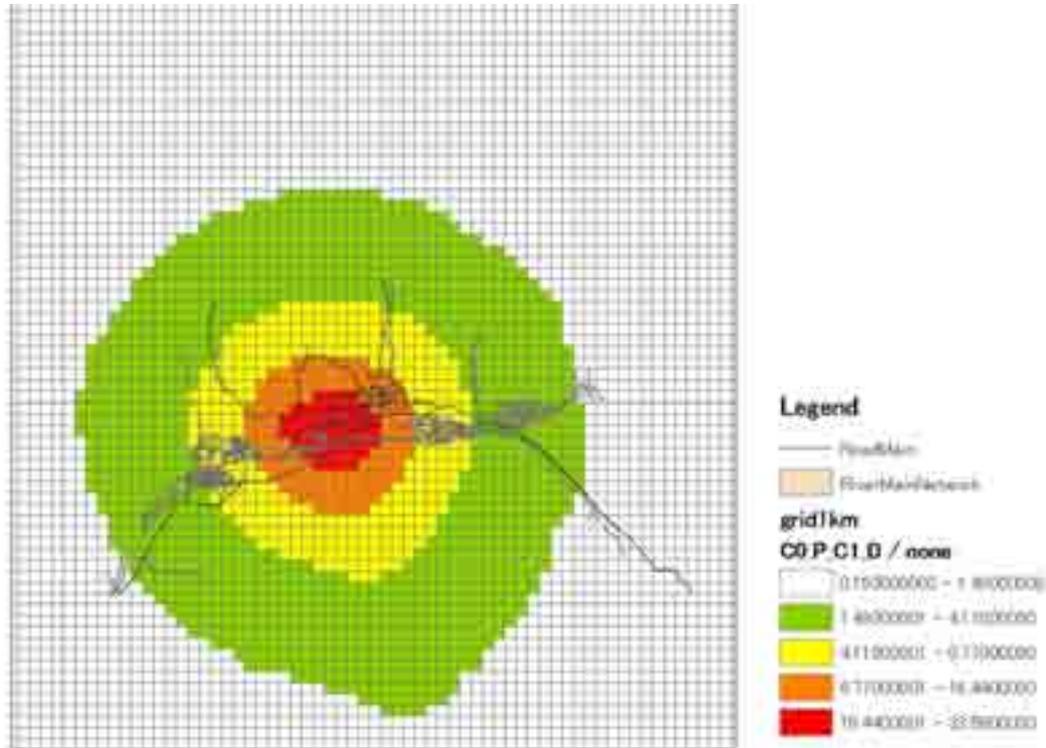


図6-13 PM10現状濃度分布（発電所・12月平均値）（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

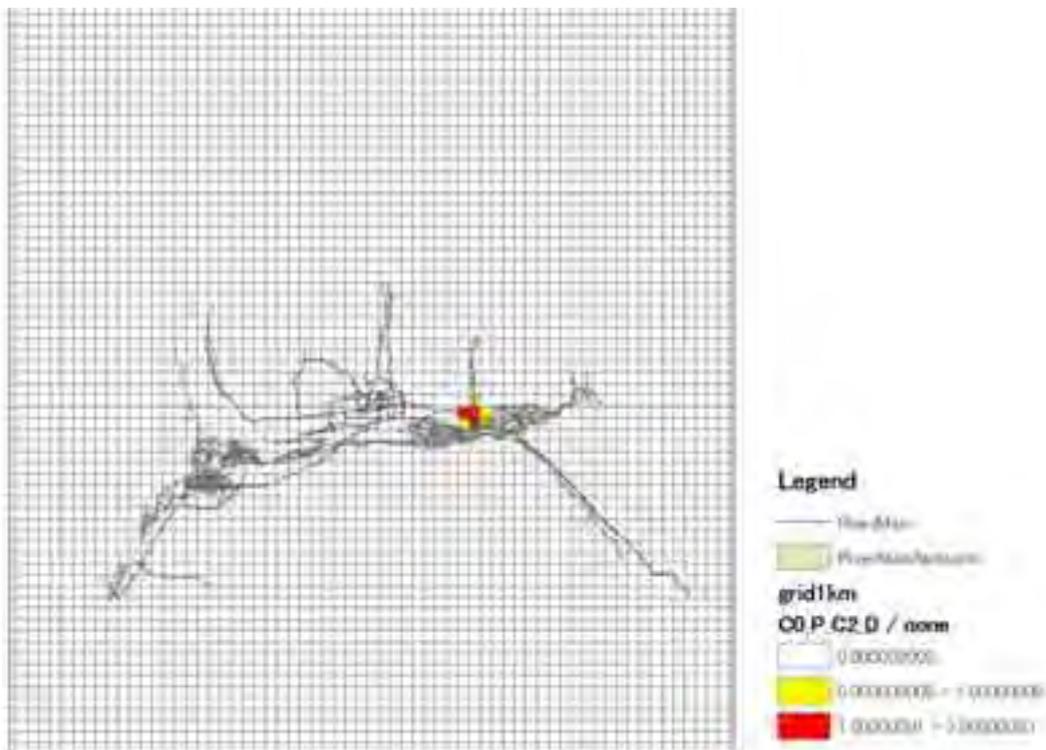


図6-14 PM10現状濃度分布（工場・12月平均値）（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

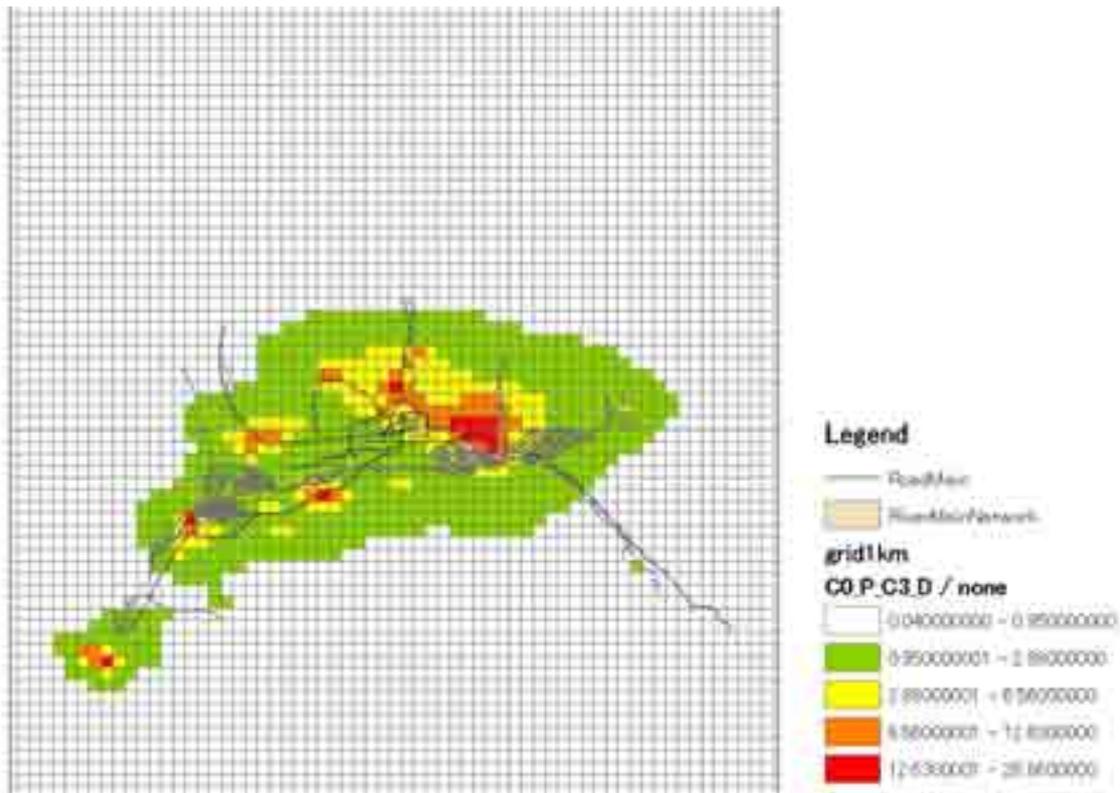


図 6 - 15 PM10現状濃度分布 (HOB・12月平均値) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

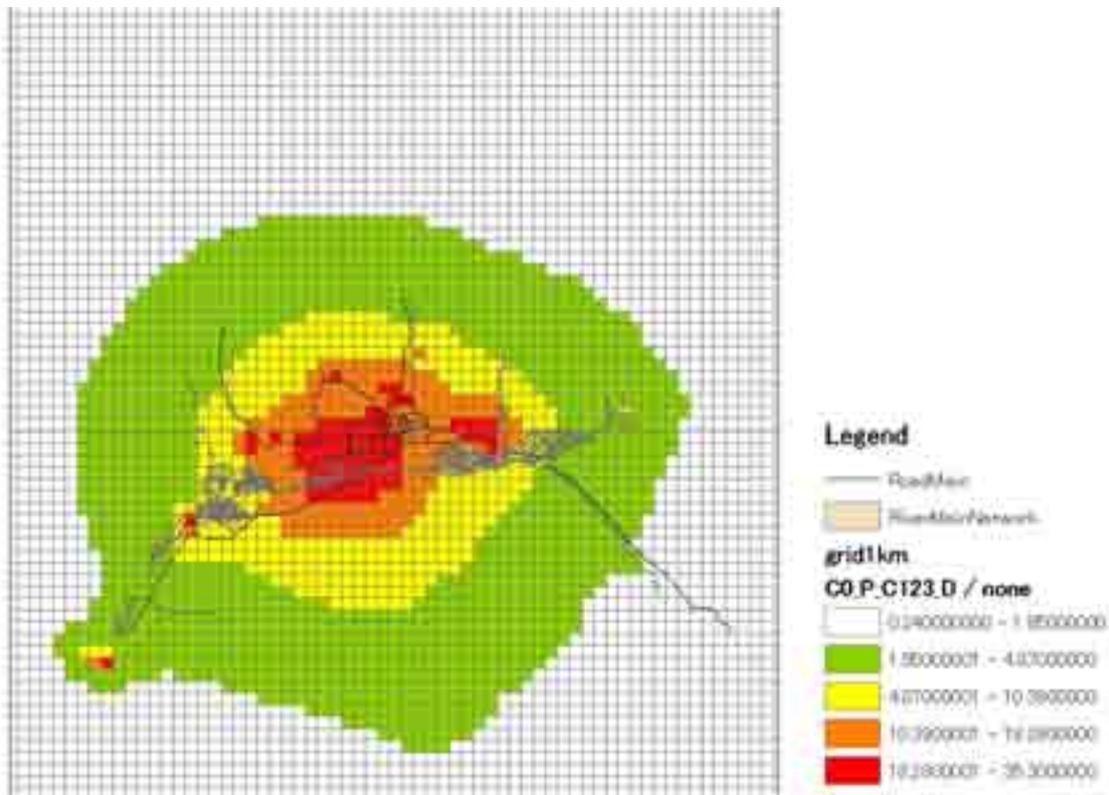


図 6 - 16 PM10現状濃度分布 (合計・12月平均値)

(4) SO₂現状濃度分布図 (冬期)

図 6 - 17から図 6 - 20に冬期のSO₂濃度分布図を示す。発電所とHOB等の最大寄与濃度はお

のおの、 $24\mu\text{g}/\text{m}^3$ と $17\mu\text{g}/\text{m}^3$ となっている。 SO_2 については第4火力発電所の排出量が突出して大きい、その煙突は250mと非常に高く、また、排ガス量も大きいことから、その有効煙突高はかなり高くなり、汚染物質はかなり拡散しているものと考えられる。

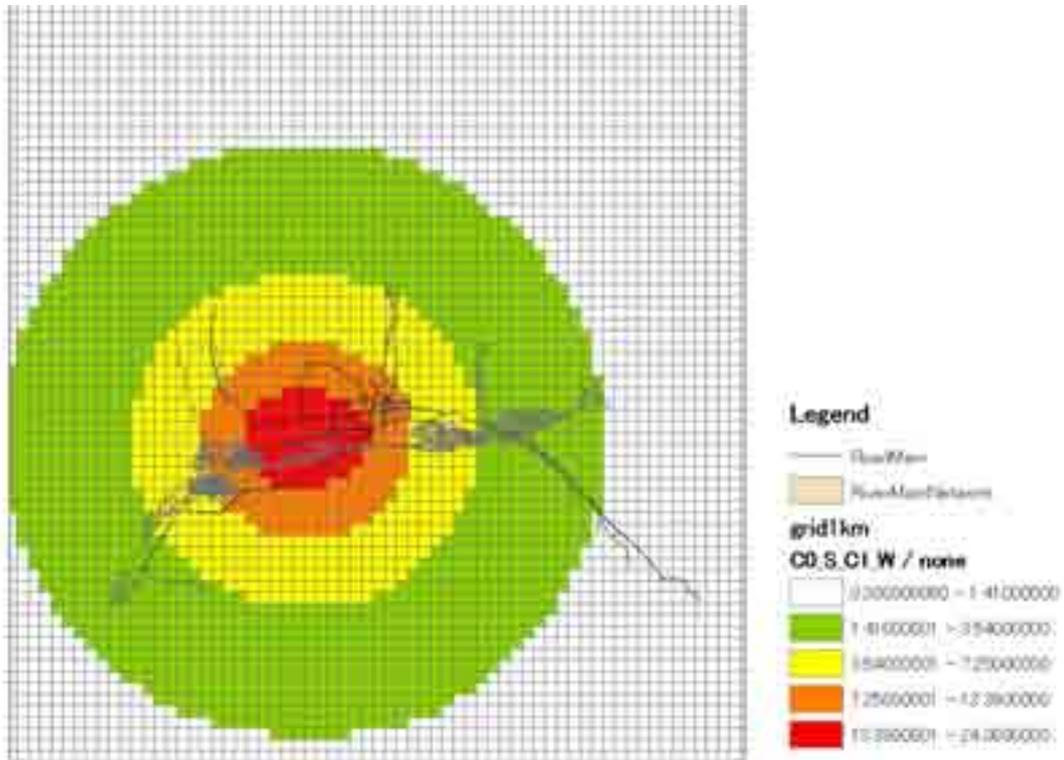


図6-17 SO_2 現状濃度分布（発電所・冬期平均値）（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

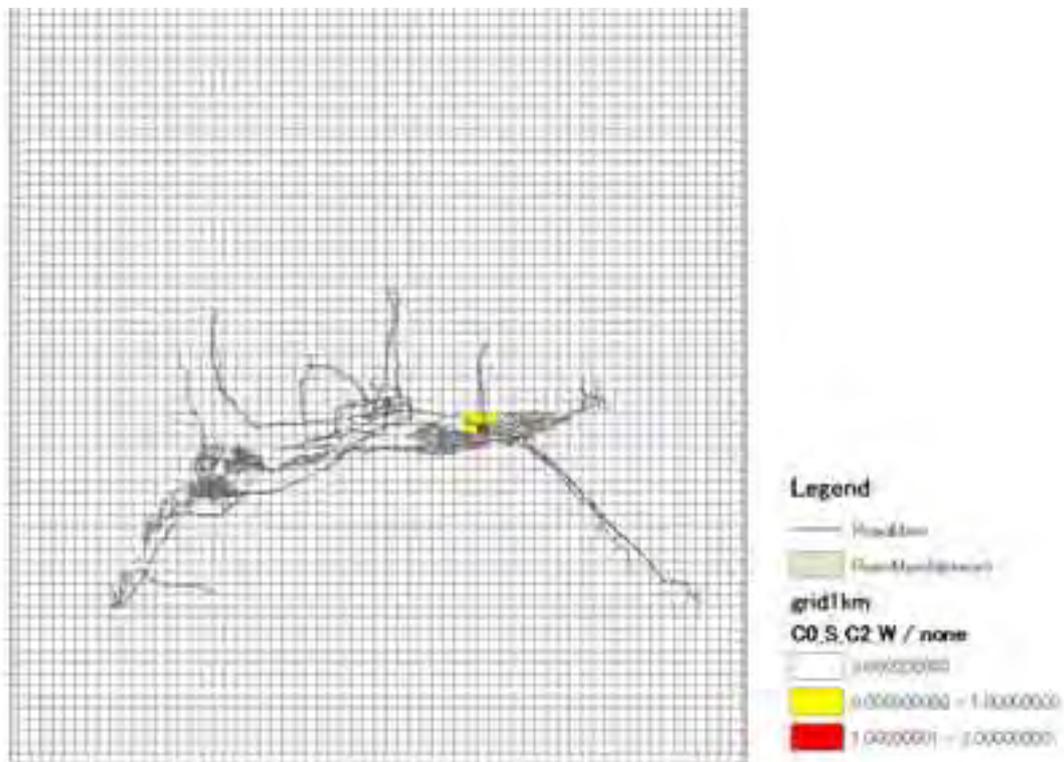


図6-18 SO_2 現状濃度分布（工場・冬期平均値）（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

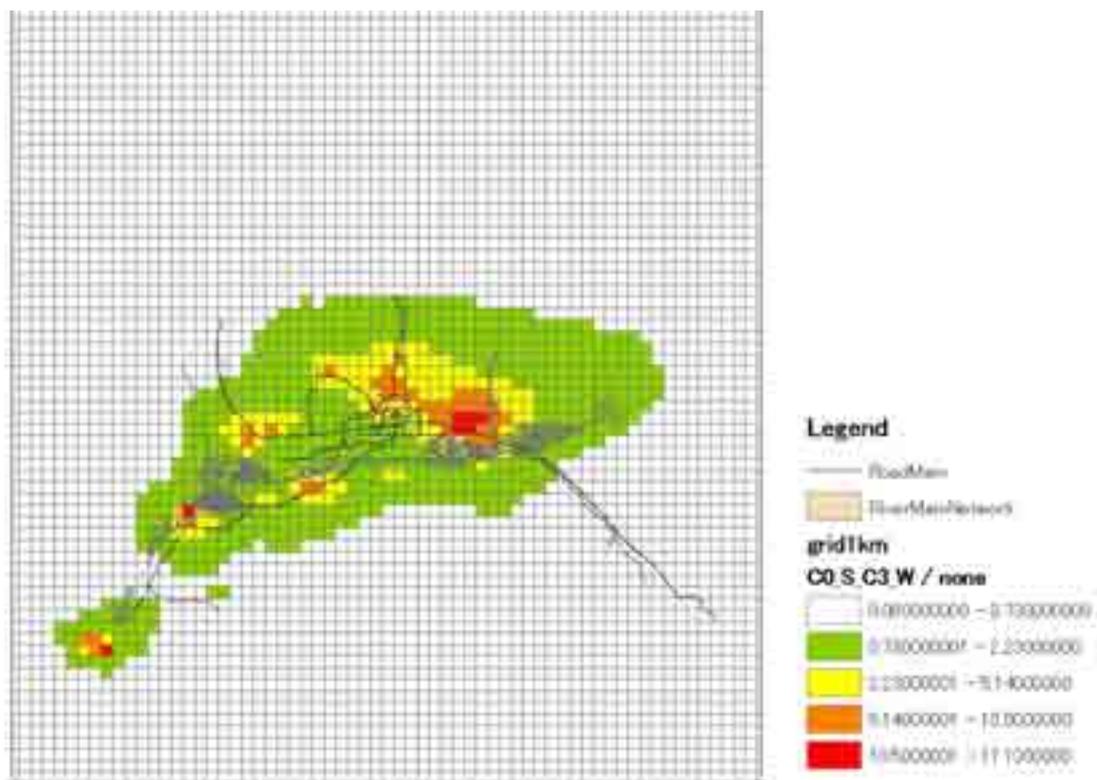


图 6-19 SO₂现状浓度分布 (HOB・冬期平均值) (μg/m³)

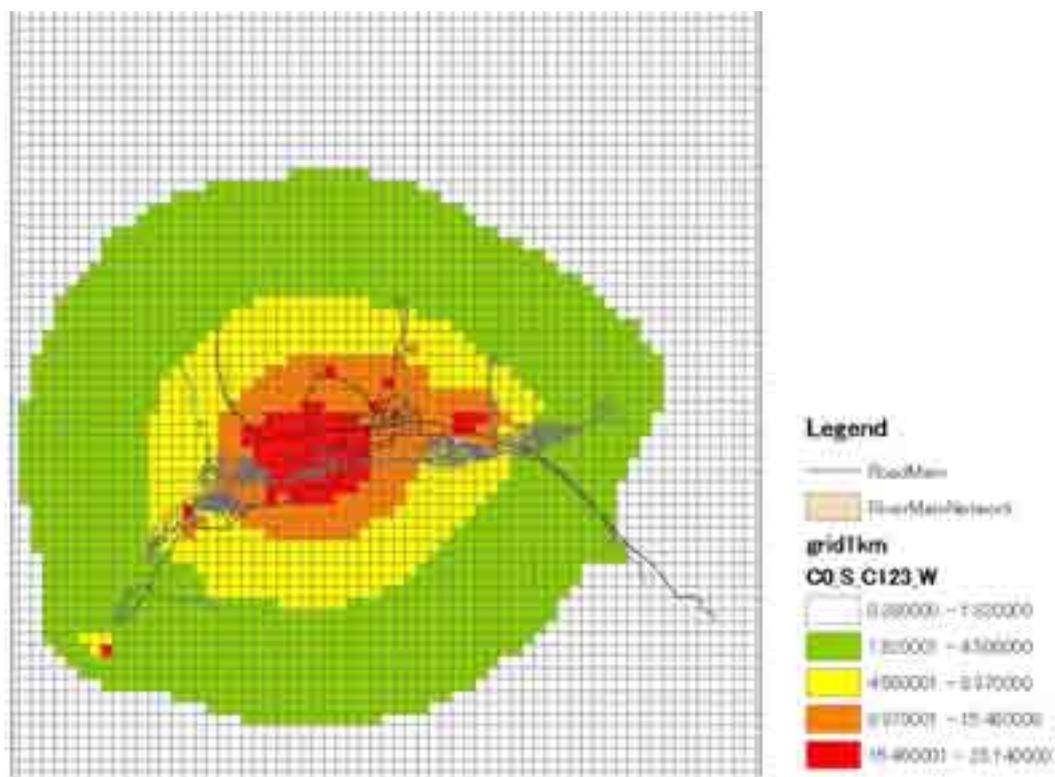


图 6-20 SO₂现状浓度分布 (合计・冬期平均值) (μg/m³)

(5) 人口分布と暴露濃度

図6-21にPM10年平均値の濃度分布を図6-22に人口分布を示す。発電所、製造業及びHOB等の影響が人口密度の高い地域にも及んでいることがわかる。ちなみにPM10年平均濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$) \times 人口(人)として求めた暴露量は $7,246,780\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{人}$ であり、暴露人口加重平均濃度は $7.66\mu\text{g}/\text{m}^3$ となる。

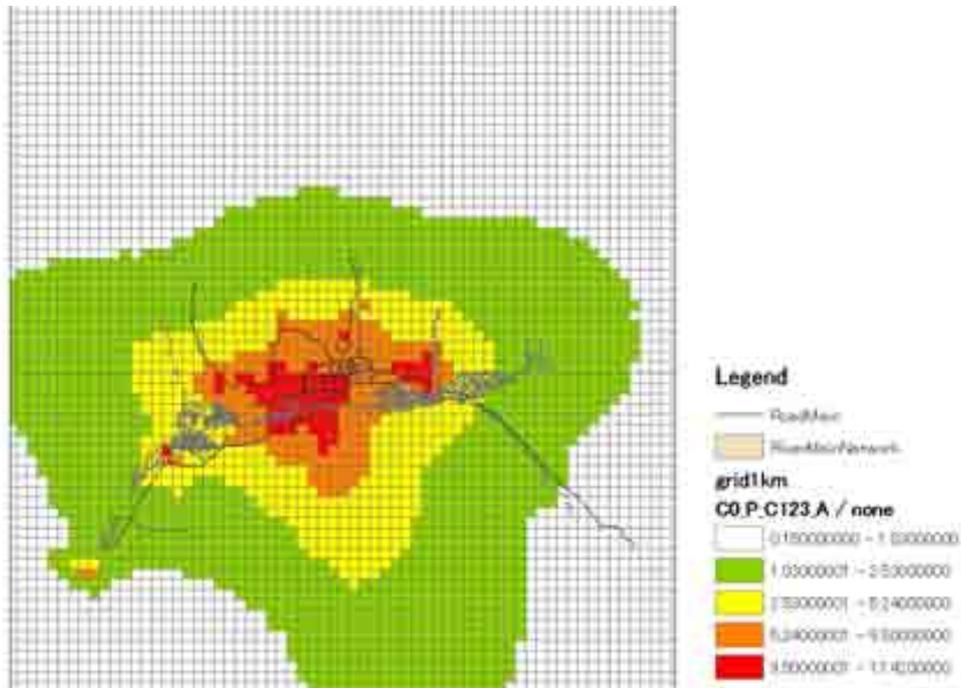


図6-21 PM10現状濃度分布(合計・年平均値)($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



図6-22 人口分布(2007年、人/ km^2)

6-6 感度解析及び対策ケース

現状のPM10濃度分布をベースケースとして、悪化ケースと対策による改善ケースについて検討を行った。対策ケースについてはHOBへの排出規制ケースと第2、第3火力発電所への電気集塵機の設置ケースである。

(1) 悪化シナリオ

前述のようにHOBの排出係数の測定結果は非常にバラツキが大きく、相当、汚染物質排出の多いボイラが存在することも事実である。ちなみに今回、現状濃度の計算に用いたPM10の排出係数は10.2kg/tであるが、測定した中には40kg/tを超えるボイラもあり、20kg/t程度のボイラも数多く存在する。

そこで、ここではPM10排出係数を20kg/tとしたケースについて計算を行った（図6-23）。現状（図6-24）と比較すると、明らかに高濃度地域が拡大していることがわかる。

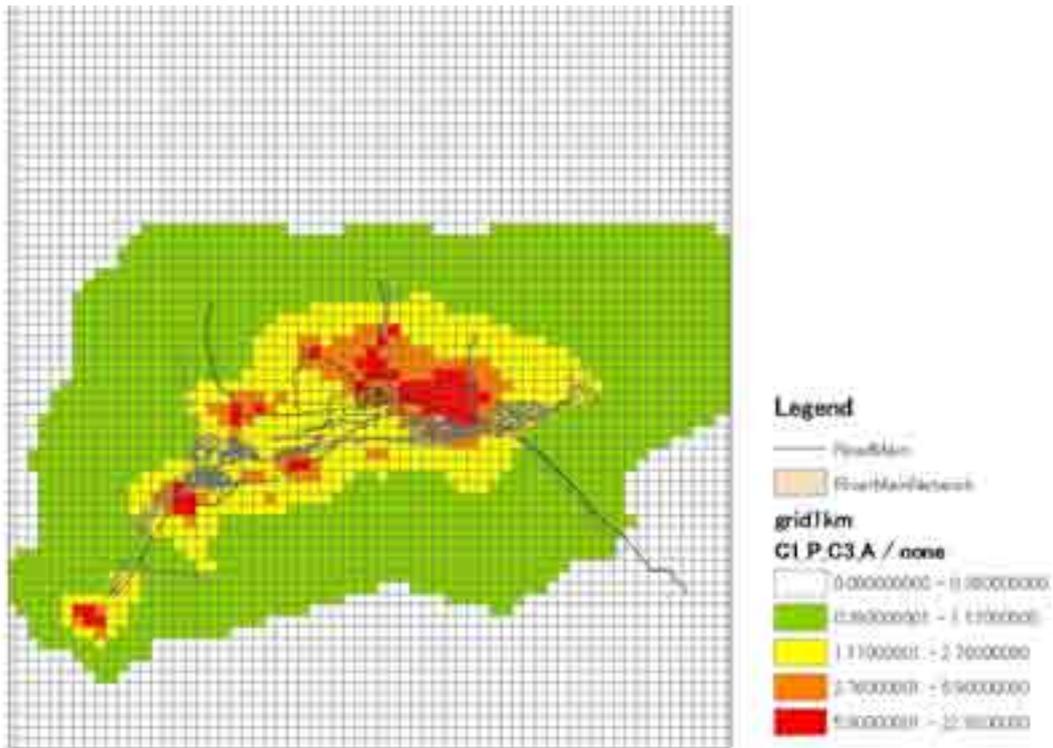


図 6-23 悪化シナリオのPM10濃度分布 (HOB・年平均値) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

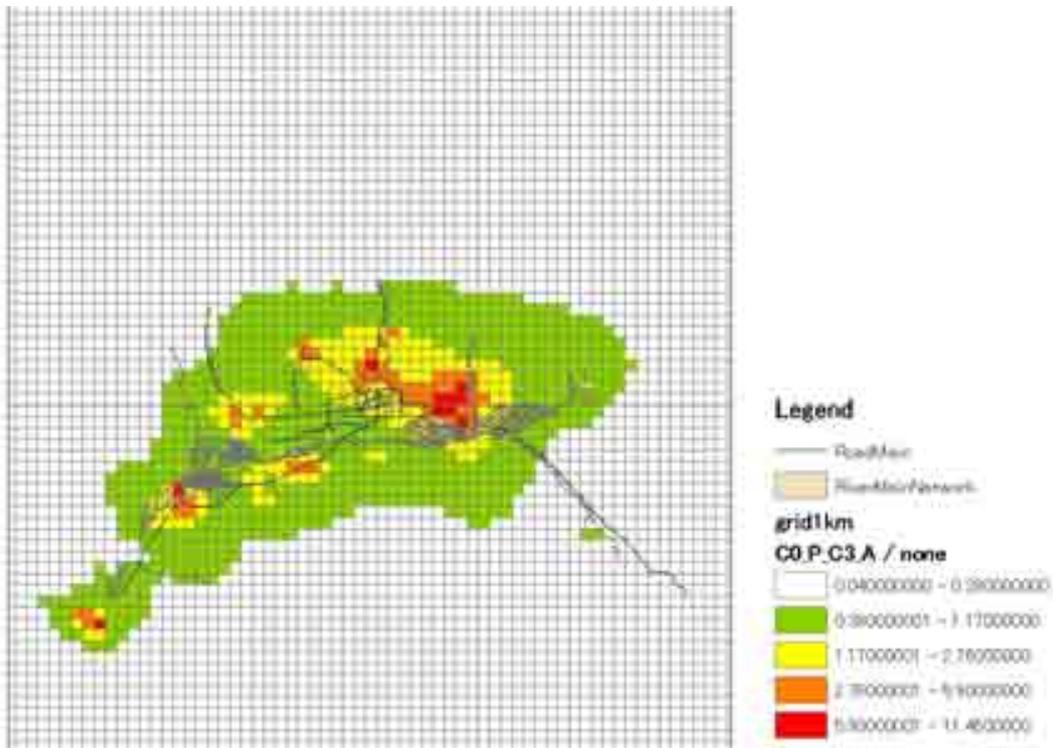


図 6-24 PM10現状濃度分布 (HOB・年平均値) (※比較のために再掲)

(2) 排出規制ケース

現状では排出規制が徹底しておらず、多くのボイラが規制値を満たしていないことがわかっており、本格技プロのメインテーマは「排出規制の実施強化」である。ここではすべての

ボイラが規制値（6.0kg/t）を満たした場合の計算を行った。

排出規制を行った場合には（図6-25）、現状（図6-26）と比較してかなり汚染は改善されることがわかる。

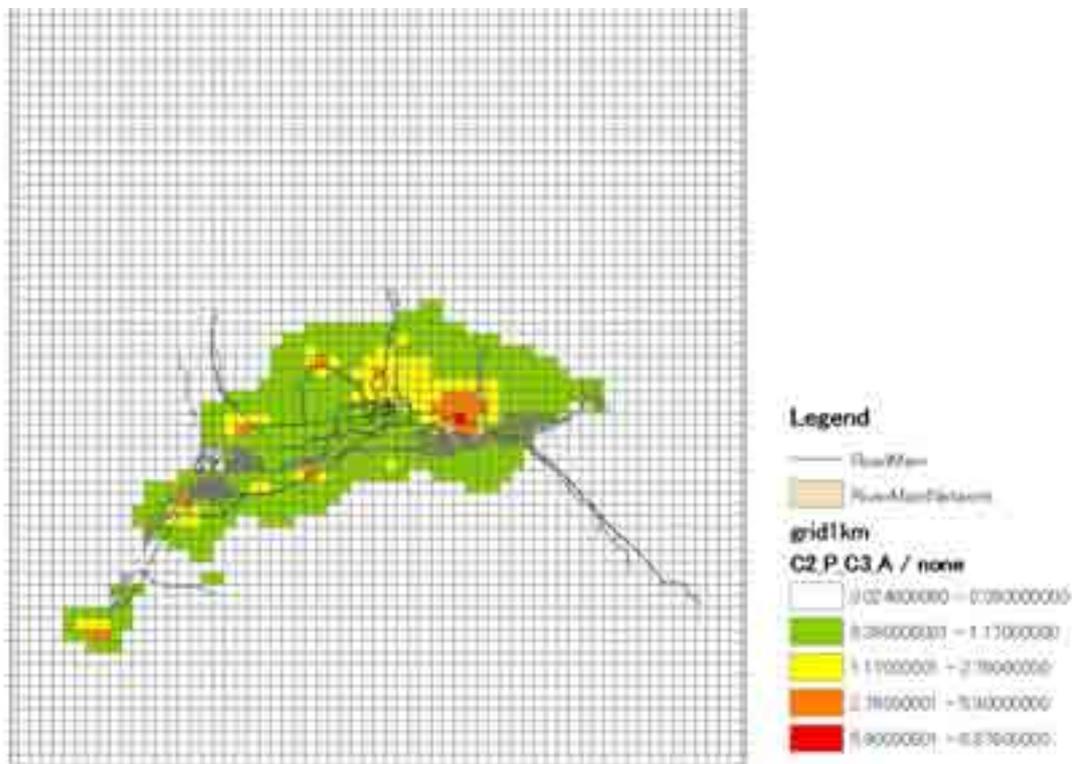


図6-25 排出規制ケースのPM10濃度分布（HOB・年平均値）（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

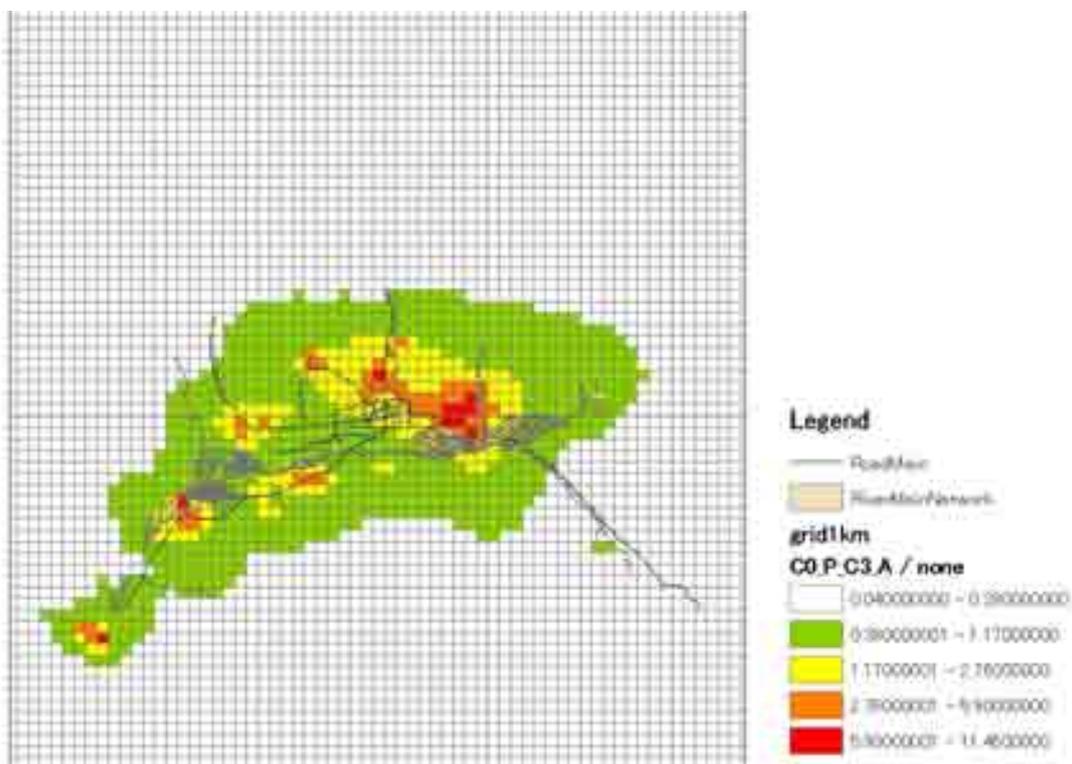


図6-26 PM10現状濃度分布（HOB・年平均値）（※比較のために再掲）

(3) 電気集塵機の設置

現状では電気集塵機を設置しているのは第4火力発電所のみであり、第2、第3火力発電所からはかなりの量のPM10が排出されている。ここでは第2、第3火力発電所にも電気集塵機が設置されて、第4火力発電所並にPM10排出が削減されるとした。

電気集塵機を設置することによって（図6-27）、現状の発電所による大気汚染（図6-28）は急激に改善される。

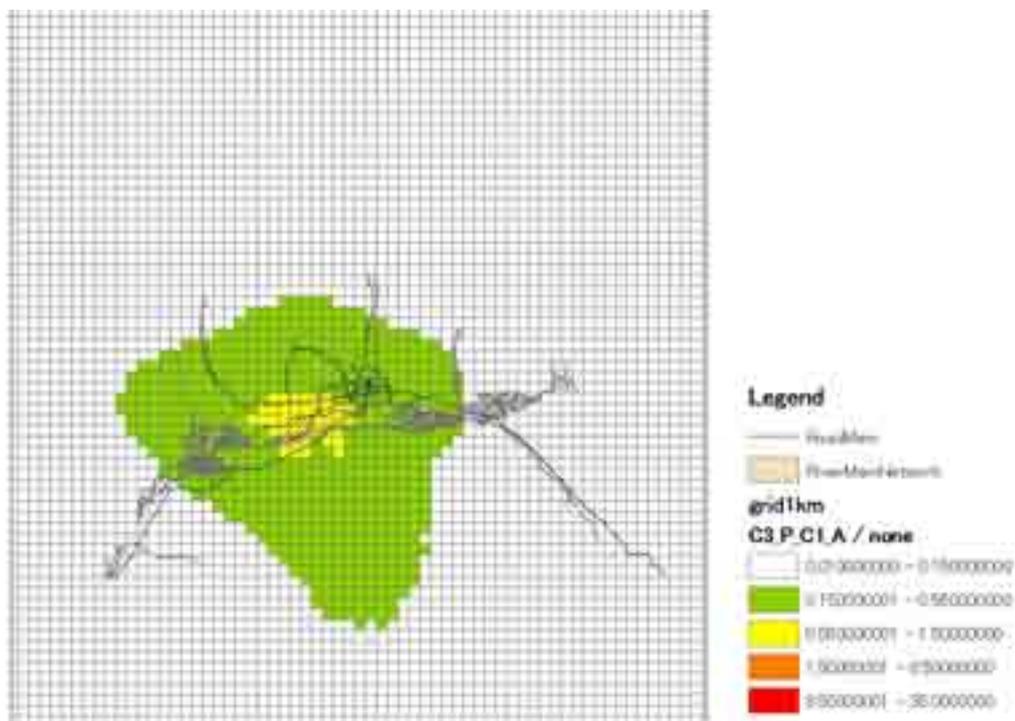


図6-27 電気集塵機設置ケースのPM10濃度分布（発電所・年平均値）（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

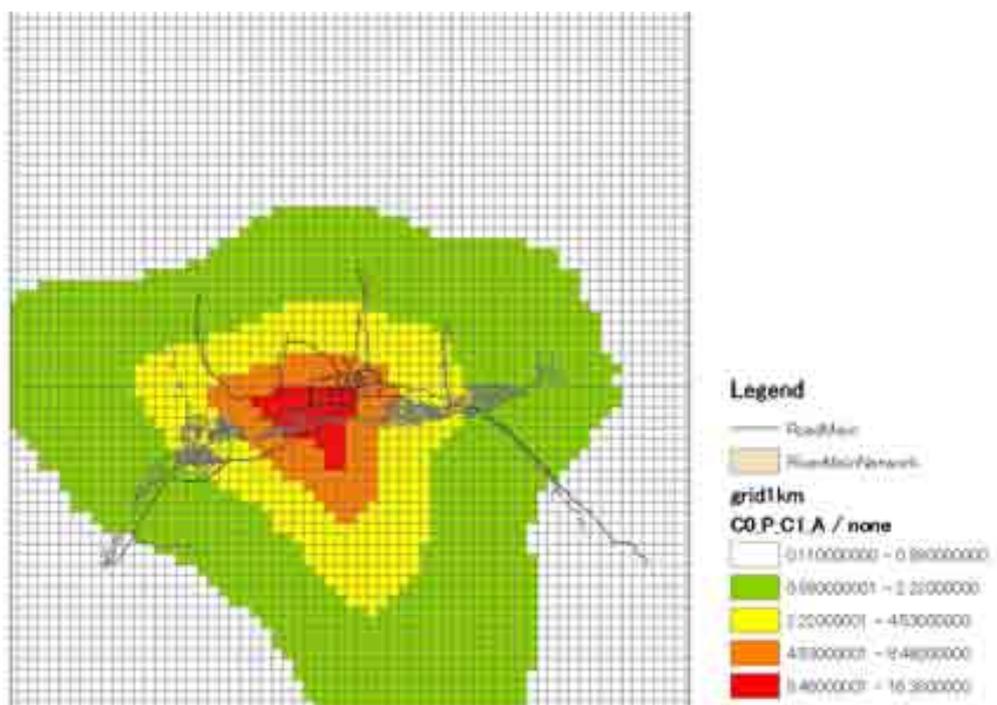


図6-28 PM10現状濃度分布図（発電所・年平均値）（※比較のために再掲）（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

第7章 大気汚染対策可能性調査

7-1 大気汚染物質排出削減にかかわる問題点・課題

(1) HOB

1) 規制面（設備の規格面を含む）での現状の問題点及び課題

- ・HOBの設備の構造及び性能に関する規格、また運用規格に関する基準類が整備されていない。
- ・HOBの登録制度がないため、設置されているHOBについて、行政側で正確な設置状況が把握されていない。
- ・HOBの新設、取替、改造等における申請、許可制度が整備されていない。
- ・排ガスの有害物質の排出基準については、煤塵も含め、MNS 5457（2005）で規定されているが、これを測定するための測定口が設置されていない。
なお、今回の予備調査で、15カ所のHOBで、排ガス測定口を設置した。
- ・排ガス測定の立入検査を行うための所轄機関の要員また計測機器が十分でない。
なお、煤塵測定用の計測機器は、現在保有されていない。

2) 設備面に関する現状の問題点及び課題

- ・燃焼管理面、公害発生面、また環境面を考慮したHOBは徐々に増えてきていると思われるが、燃焼効率のよい移動式ストーカーの設置は22%、公害対策としての除塵設備の設置は24%にすぎず、また、自然通風方式及び押し込み通風方式が、まだ71%を占めている状況がある。
- ・HOB室内が暗く、また狭い箇所も多く、そのような箇所では、概して室内での粉塵の堆積、飛散が顕著であり、それが運転管理またHOB室内環境に悪影響を与えている。そのような箇所では、回転機械（ファン、ポンプ）にも悪影響を与えていると思われる。
- ・圧力計、温度計等の運転管理用計器の保全がほとんど実施されていない箇所も多く（故障したまま）、また、移動式ストーカーが故障し、人力投炭で運転している状況もある。

3) 運用に関する現状の問題点及び課題

- ・運転員の技術が不十分であることによる、非効率な燃焼管理が見られる。
具体的には、過剰な空気過剰率での運転（排ガス損失大）、ストーカー上の石炭分散不良によるエアレス部分での煤塵及びCOの発生、また最終的に取り出される石炭灰中の未燃割合が多いこと等である。
- ・運転員の技術が不十分な原因としては、以下の点が考えられる。
 - － 体系的な運転員教育が実施されていない。
 - － 運転マニュアルが整備されていない。

4) 重要な問題点及び課題

3-2項で述べたとおり、低汚染、高効率、高信頼性のHOBの導入は、まだ一部に留まっており、これをいかに今後推進していくか、また、それらの設備を以下に効率よく運転するとともに、維持、管理していくかが、キーポイントとなる。

また、作業員の作業環境、作業労度の問題も、運転管理面、設備管理面、さらに、運転員の健康管理面に多大な悪影響を及ぼしている。

これらの状況を改善するための、規制面、助成面での行政の対応、また、オーナーの意識の改善も大きな課題である。

(2) 火力発電所

UB市にある3つの発電所（No.2、No.3、No.4火力発電所）の設備内容は、表7-1に示すとおりである。

表7-1 発電所の設備内容

Power Plant		Boiler	Steam Turbine Generator	Dust Collector
No.1 Power Plant 1961-		35t/h×2,75t/h×2 (4.0MPaG, 440℃)	3.5MW、6MW、12MW (Total : 21.5MW)	Water scrubber
No.3 Power Plant	No.1 Series 1968-	75t/h×6 (3.94/4.05MPaG, 440℃)	12MW×4	Water scrubber
	No.2 Series 1976-	220t/h×7 (10.1MPaG, 540℃)	24MW×4 (No.1&2 Total : 144MW)	Water scrubber
No.1 Power Plant 1983-		420t/h×8 (14MPaG, 560℃)	80MW×2,100MW×4 (Total : 560MW)	Electric precipitator

これら3火力発電所における問題点及び課題は、次のとおり。

- ・火力発電所のボイラ排ガスの除塵装置は、水ガス洗浄装置（Water Scrubber）が主体であり、効率のよい電気集塵器（Electric Precipitator）は、第4火力発電所のみを設置されている。
- ・これらの除塵装置において、予算面の制約もあって、十分な保全が実施されていない状況がある。
- ・第4火力発電所の電気集塵器（設計捕集効率：99%）においても、電源ユニットが不調のものがあり、さらに、電極線が腐食により切断されても、修理されていない状況があり、これらの状況から、大幅な捕集効率の低下が予想される。
- ・第4火力発電所でのボイラ排ガス中のO₂%は、3.5～6%であり、平均的には高く、また変動もある。
- ・第4火力発電所の自家使用蒸気割合は、約15%とのことであったが、日本の石炭火力の場合と比較しても数%は高く、省エネルギー対策等の実施による改善余地はあると考えられる。
- ・省エネルギー活動としての対策は、ほとんど実施されていない。
- ・煙突から排出される大気汚染物質監視用の連続排ガス分析計がないか、または、あっても故障しており、使用されていない。

(3) ゲルストーブ等

- ・2007年の世銀レポート“**Heating in Poor, Peri-Urban Ger Area of Ulaanbaatar**”によれば、家庭用として約10万のゲルストーブ、壁ストーブ等があり、それらの年間石炭使用量は、約40万tである。
- ・これが、冬期の早朝等に投炭が集中すること、また媒煙の排出高さが低い状況を考慮すれば、大気汚染に与える影響は大きいと考えられる。
- ・石炭使用のストーブ（着火時には、薪も使用）が大半であるが、一部、大鋸屑焚きのものもある（図7-1参照）。
- ・ゲルストーブを使った**Low Pressure Water Heater (LPWH)** もある（図7-2参照）。
- ・2007年に生炭使用が禁止されたが、セミコークス、ブリケット等の価格が高いことから、これらは現在、ほとんど使用されていない。



図7-1 大鋸屑ストーブ



図7-2 LPWH

7-2 大気汚染物質発生源対策メニュー

(1) 各大気汚染物質発生源における対策

1) HOB

a) 規制面（設備の規格面を含む）での対策メニュー

- ・HOBの設備の構造規格、運用規格に関する基準類の整備
- ・HOBの登録制度の確立
- ・HOB技術者また運転員の資格制度及び教育訓練制度の確立
- ・HOBの新設、取り換え、改造等における申請、許可制度の確立
- ・定期的な立入検査による排ガス測定の実施

b) その他の対策メニュー

- ・低汚染、高効率、高信頼性HOBの開発
- ・低汚染、高効率、高信頼性HOBのユーザーによる導入の推進
- ・ユーザーによる定期的かつ適正な保全の実施
- ・上記のメニュー推進のための行政による助成面でのバックアップ

2) 火力発電所

a) 除塵設備の改善による除塵率の向上

- ・第2火力発電所 : ①既設水ガス洗浄装置の改造による煤塵捕集効率改善及びその継続的保全
②電気集塵機の設置及びその継続的保全
- ・第3火力発電所 : ①既設水ガス洗浄装置の改造による煤塵捕集効率改善及びその継続的保全
②電気集塵機の設置
- ・第4火力発電所 : 既設電気集塵器の故障個所の修理及び継続的保全

ただし、特に、第2火力発電所及び第3火力発電所の第1系列については、ボイラ効率も低く、さらに主蒸気圧力も約4MPaGと低いことから、発電所総合効率も低く、さらに建設後40年以上も経過して、老朽化の問題もあることから、火力発電所全体としてのリハビリ等を考慮して対応する必要がある。

ちなみに、第2火力発電所及び第3火力発電所の第1系列の各ボイラの設計効率及び運用開始年は、次のとおりである。

- － 第2火力発電所
第1 & 3ボイラ : 72% (1961年)
第4 & 5ボイラ : 86% (1968年)
- － 第3火力発電所 第1系列
第1～4ボイラ : 88.7% (1968年)
第5 & 6ボイラ : 87% (1969年、注2003年)

注：第5 & 6ボイラでは、2003年に、微粉炭ボイラから流動床ボイラに改造されている。

なお、これらの設備の発電所総合効率については、熱（温水）供給、自家使用蒸気及び電気を考慮しない場合でも、概算ではあるが、14～18%と非常に低い（最新の石炭火力の総合効率は、約40%）。

b) 排ガスモニタリング設備の設置

各発電所の集合煙突に以下の排ガスモニタリング設備を設置する。

- － O₂、SO₂、NO_x、CO、温度、圧力、流速（連続測定）
- － 煤塵は定期的測定

c) 省エネルギー対策推進による石炭使用量の削減

考えられる省エネ対策項目としては、次のとおりであり、これまで省エネルギー対策がほとんど実施されていない状況を考慮した場合、かなりの対策項目が抽出されると考えられ、また、投資効率のよい項目だけの実施でも、自家使用ユーティリティの10%以上の削減は十分可能であると考えられる。

- ・インバーターモーターの導入
- ・高効率回転機械の導入（低効率で使用している回転機械の効率改善）
- ・燃焼制御システムの改善（排ガスO₂%の低減のための高級制御導入等）
- ・配管、機器類からの放散熱ロスの削減（保温、断熱の修理、改善等）
- ・蒸気ロスの削減（蒸気漏洩個所、不調スチームトラップ等の修理等）
- ・その他

d) 上記のメニュー推進のための行政による助成面でのバックアップ

3) ゲルストーブ等

- ・低大気汚染燃料（セミコーク、コールブリケット等）への燃料転換
- ・低大気汚染改良ストーブの開発

図7-3は、現在、世銀が開発中の改良ストーブのプロトモデルの写真で、その特徴は次のとおり。

- － 本体横の燃焼チャンバーで燃料をダウンフロー燃焼（未燃分発生抑制）
 - － 燃焼ベッド直下に2次空気を回転流で注入（未燃分の再燃焼）
 - － 本体内に蓄熱体（煉瓦）を挿入
- ・上記燃料転換また改良ストーブ開発、普及のための行政による助成



図7-3 世銀開発中の改良ストーブ

4) 大気汚染対策の推進

以上で述べてきた対策については、行政面での必要な規制及び助成、また、ユーザーサイドで、適正な設備の導入、また適正な管理を行うことで、大気汚染の削減を図ることができる。

なお、HOBに関して、行政による施設の把握、及びその後の必要な施策を推進するための登録制度の確立、及びHOB技術者また運転員の資格制度及び教育訓練制度の確立は、それらの実行機関の確立も含め、早急に取り組むべき課題であると考えます。

5) 石炭灰の飛散による大気汚染源対策

石炭燃焼で発生する石炭灰は、石炭中の灰分及び未燃分、不完全燃焼による煤からなるが、生炭ベースで、燃焼される石炭の約10%強が発生する。

これらの膨大な石炭灰の一部は、煉瓦製造の原料等で有効使用されるものの、その大半は、石炭灰捨場に廃棄処分されるか、HOB、家庭用ゲルストーブ等では、敷地内に野積みされている。

これらの石炭灰捨場の石炭灰また敷地内に野積された石炭灰の風による飛散は、大気汚染に悪影響を及ぼしており、極力有効利用を図るとともに、捨場処分されるものについては、それが飛散しないような適正な処分を行う必要がある。

6) 個別ユーザーの石炭使用量の削減による大気汚染源対策

今後の検討課題ではあるが、以下の方策を行い、個別ユーザーでの石炭使用量の削減を図ることで、大気汚染の削減を図ることができる。

具体的には、

- ・発電所からの温水供給範囲の拡大
- ・暖房用燃料の都市ガス（石炭乾留ガス）への転換

7) HOB水管外表面の硫酸露点腐食

ボイラ水管の外表面での硫酸露点腐食から、ボイラ寿命が短く、場合によっては、使用開始後数年（平均的には、4年前後）で、ボイラの取り換え、またはチューブの修理等が必要となっている。

この酸露点温度は、排ガス中の SO_3 濃度（ SO_2 の一部が酸化）、水分濃度で決まる温度であるが、この温度以下の場合、 SO_3 は凝縮した水分と反応し、硫酸となることから、これにより、腐食を受けることになる。

この腐食を避けるため、排ガス温度を露点温度以上に保つ必要があるが（一般的に、石炭焚きボイラの場合、 140°C 以上で設計）、HOBの場合、低負荷の場合、排ガス温度が低い場合が多く、この腐食は避けられない。

なお、一部HOBでは、HOBの低負荷時においても、温水温度を極力高く保つことにより、この腐食を緩和するために、図7-4に示すような設備を採用しているが、この腐食を完全に防止できる温度まで温水温度及び排ガス温度を上げることは不可能なため、この対策による効果は、何割かの寿命の延長であろうと思われる。

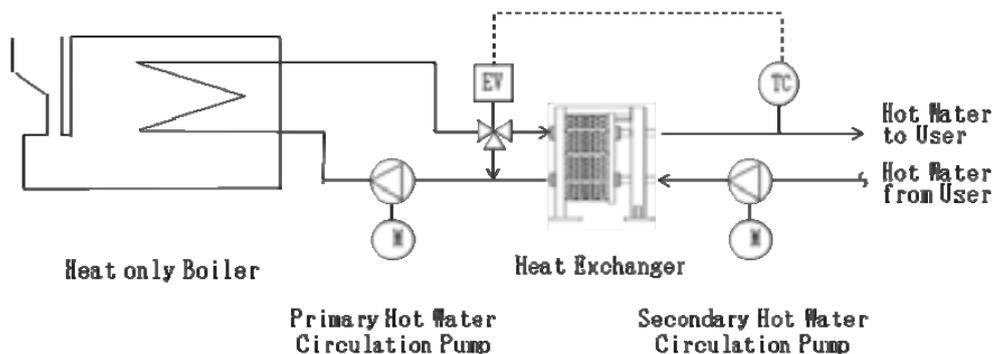


図7-4 硫酸露点腐食対策例

また、HOBの寿命が短い現状から、必要な施策を行えば、短期間で低汚染、高効率のHOBへの取り換えが促進される可能性があるが、低汚染、高効率のHOBが相対的に高額な投資となることから、更なる寿命延長の検討も含め、この寿命延長対策も併せて推進する必要があると考える。

8) HOB室内の環境改善

一部のHOBでは、粉塵の飛散、堆積、また、噴出する燃焼ガス臭等で、室内の環境が極端に悪く、そのような場合、運転及び設備管理面での問題とともに、運転員の健康上の問題は深刻であり、早急な対応が必要である。



(Good Environment)



(Bad Environment)

図 7 - 5 HOB室内の環境状況例

HOB室内の環境について、以下の傾向がある。

- ・ホッパー付自動給炭式のHOBについては、平均的に環境はよく、人力給炭式は悪い。
- ・室内が照明不足から暗い場合は、清掃が行き届かないこともあり、全体的に環境が悪い。
- ・押し込み送風を行うHOBの場合（BZUI-100、HP-18等の運転開始時のみの押し込み送風を含む）、炉内が一時的でも正圧となる状況もあると思われ、全体的に環境が悪い。

なお、HOB室内の環境改善は、ボイラマンの意欲の向上にもつながり、運転管理改善、強化に大いに寄与するものである。

(2) 各大気汚染物質排出施設における対策実施可能性とその効果の予想

削減効果については推定値が含まれるが、各大気汚染物質排出施設における対策実施可能性とその効果の予想について、表 7 - 2 に示す。

表 7 - 2 各大気汚染物質排出施設における対策実施可能性とその効果

Facilities	Countermeasures	Possibility	Effect	Remarks
HOB (& CFWH)	Emission standard enforcement	B	A	- Urgent theme
	Establishing boiler registration system and improving technical capability and awareness of boiler engineer	B	A	- Urgent theme
	Dissemination of low emission and high performance HOB	B	B More than 50% reduction rate	- Financial issue
Ger Stove, Wall Stove, etc.	Emission standard enforcement	C	C	- Future theme
	Development and dissemination of improved stoves	C	B	- Future theme
	Fuel switching (semi-cokes, coal briquette, etc.)	C	B	- Future theme
Power Plant				
No.2 Power Plant	Installation of electric precipitators	C	A More than 90% reduction	- Low power generation rate (lower than 20%) - Decrepit facilities (more than 40 years) - Financial issue

	Retrofit improvement of existing anti-air pollution facilities (scrubber etc.)	B	B	<ul style="list-style-type: none"> – Uncertain on the effect – Financial issue
No.3 Power Plant (No.1 Series)	Installation of electric precipitators	C	A More than 90% reduction	<ul style="list-style-type: none"> – Low power generation efficiency (lower than 20%) – Decrepit facilities (more than 40 years) – Financial issue
	Retrofit improvement of existing anti-air-pollution facilities (scrubber etc.)	B	B	<ul style="list-style-type: none"> – Uncertain on the effect – Financial issue
No.3 Power Plant (No.2 Series)	Installation of electric precipitators	C	A More than 90% reduction	<ul style="list-style-type: none"> – Financial issue
	Retrofit improvement of existing anti-air-pollution facilities (scrubber etc.)	B	B	<ul style="list-style-type: none"> – Uncertain on the effect – Financial issue
No.4 Power Plant	Maintenance and improvement of existing electric precipitators	B	A Around 80% reduction	<ul style="list-style-type: none"> – Financial issue
Common	Promoting energy conservation Activities	B	B From 10 to 20% reduction	<ul style="list-style-type: none"> – Financial issue

Note) Possibility B : Promising
C : Further study
Effect A : Large
B : Certain

なお、火力発電所の排ガスの環境負荷は大きい、特に、第2火力発電所、及び第3火力発電所の第1系列については、設備の老朽化と発電効率が低い状況、また発電所能力も小さいことを考慮した対応が必要であり、最新の高効率石炭発電所への転換も視野に入れる必要があると考える。

また、第2火力発電所については、2013年に、また、第3火力発電所については、2016年に閉鎖予定との情報がある。

第8章 現地ワークショップ

第2次詳細計画策定調査の現地調査期間も終わりに近づいた2009年5月8日にモンゴル側関係機関、ドナー機関等を招待して、現地ワークショップを行い、初期インベントリ調査結果を発表するとともに、活発な意見交換を行った。

このワークショップの最後には、コンサルタントチームから本格技術協力プロジェクトについての提案を行ったが、この時点でコンサルタントチームとJICAは提案内容について十分な協議を行っていなかったことから、この提案はあくまでもコンサルタントチームからモンゴル側関係機関及びJICAに対する提案という位置づけとした。

当日のプログラムは以下のとおりである。

Schedule	
Chairman of the Workshop: Mr. Taizo YAMADA, Senior Adviser in Environment, JICA	
1. Greetings by	Mr. Hudnyan INJINNASIL, Air Quality Agency
2. Greetings by	Mr. Taizo YAMADA, JICA
	(10:00-10:10)
3. Presentation on the Outputs from the 2 nd Detailed Planning Survey by Technical Team	
3-1. Outline of the 2 nd Detailed Planning Survey by	Mr. Akeo FUKAYAMA
	(10:10-10:20)
3-2. Present Situation and Possible Countermeasures on Air Pollutant Sources like Power Plant, HOBs etc. by	Mr. Akeo FUKAYAMA, Technical Team Leader (Air Pollution Control)
	(10:20-11:20)
	(Coffee Break)
	(11:20-11:30)
3-3. Flue Gas Measurement and Air Pollutant Emissions from Power Plant, HOBs and Ger Stove by	Mr. Nobuhiro HONDA (Flue Gas Measurement 1) and Mr. Kenichi SAKURAI (Flue Gas Measurement 2)
	(11:30-12:30)
3-4. Air Pollutant Emission Inventory and Preliminary Simulation by	Mr. Akeo FUKAYAMA
	(12:30-13:30)
	(Lunch)
	(13:30-14:30)
3-5. Ideas of Technical Cooperation Project by	Mr. Akeo FUKAYAMA
	(14:30-15:00)
4. Discussions	(15:00-15:30)
5. Closing Remarks by	Mr. Taizo YAMADA, JICA
6. Closing Remarks by	Mr. Chultemuren BATSAIKHAN, Air Quality Agency
	(15:50-16:00)

また、初期インベントリ調査結果に関する概要は以下のとおりである。

3-1 第2次詳細計画策定調査の概要

本件調査が2008年12月19日に署名されたM/Mでの合意事項に従って実施されるものであり、本格調査も含めてJICAの焦点は発生源対策であること等を説明した。

3-2 火力発電所、HOB等の現状と対策可能性：

訪問調査結果に基づいて、ボイラの給炭・通風方式、集塵機の設置状況等のハード面や燃焼管理等の運用面、その他行政面の課題及びそれらの課題に対する対策案について紹介した。

3-3 火力発電所、HOB及びゲルスストーブの排煙測定と汚染物質排出

今回測定した火力発電所、HOB及びゲルスストーブの排煙測定について、その測定方法、排出基準との比較、排出係数の算定及び既存調査との比較などについて発表した。

3-4 大気汚染物質インベントリと簡易シミュレーション

訪問調査で収集した石炭使用量データと測定に求めた排出係数データを用いて初期インベントリを作成し、そのインベントリを使って行ったシミュレーション結果について紹介した。

3-5 技術協力プロジェクト案

今回の調査結果に基づき、①排出規制の実施能力強化、②ボイラ登録システムの構築、③ボイラ技術者の養成・ボイラ技術資格の創設、④インベントリ作成・更新システムの構築、⑤自動車排ガス測定に関する提案を行った。

また、ワークショップ全体を通じて行われた協議の主な論点を以下に示す。

- ・発生源対策案に関して今回の調査で費用面の検討を行ったかという質問〔世界銀行、トゥーメン氏（Mr. TOUMENTSGOT）〕があったが、費用面を含めた分析については本格調査の課題であるとの回答を行った。
- ・今回のシミュレーション結果が数十 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であるのに対して、GTZで行っている測定では600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える濃度が測定されていることとの違いをどう考えたらよいのかという質問（GTZ、Mr. TSERENDASH）に対して、測定、インベントリ、シミュレーション等のそれぞれの精度を上げていかなければ実態はわからないとの認識を示した。
- ・HOB対策として電気ヒーターへの転換を行うことはどうかとの質問（国家監査庁）があったが、全部のHOBを電気ヒーターに転換することは短期的には経済的に困難であるという見解を示した。
- ・電気集塵機の設置等に関して費用面の協力を得られないかとの質問（第3、第4火力発電所）があったが、技術協力プロジェクトそのものには資金援助は含まれていないが、有償・無償資金協力へのコメントを行っていききたいと回答した。

ワークショップは10時から昼食をはさんで16時過ぎまでという長時間にわたったが、40名以上の参加者は最後まで熱心に議論に参加し、JICAの行う本格プロジェクトへの期待の高さがうかがわれた。

第9章 キャパシティ・アセスメント（組織・人材）

(1) 大気質庁の組織

組織の成立過程から言えば、大気質庁は大気質課が拡張されたものではないが、実質的にスタッフは14名（長官、副長官、運転手、人事・経理担当を含む）に増強された。

市長と長官が契約を結び、さらに、長官とスタッフが契約を結ぶという新しい試みが、モンゴルの大気汚染行政でうまく機能するかどうかはわからないが、環境保護・廃棄物課が政策を担当し、大気質庁が実施機関であるというデマケは明確になっている。

ただし、大気質庁の実施権限は限られており、例えば、排出規制に関しても、大気質庁は測定を行うことはできるが、罰則・罰金等の強制的な措置を行うことはできない模様であり、現時点では、そのためには、国家監査庁やUB市監査庁の協力が必要である。

強制的な措置を行うという点に関しては、現在、申請中の3名がインスペクターの資格を認められれば、権限が拡大するかもしれない。

また、ボイラの改善や自動車対策の検討には、他のAgencyの協力が必要となる。カウンターパート・ワーキンググループ（C/P-WG）に関する打合せの際に、大気質庁側から都市開発局を追加することが要請された。

大気質庁の限られた権限やAgency制度から見ても、本格技術協力プロジェクトにおける適切なC/P-WGの招集・組織化はプロジェクトの成否を分かつ重要な要素となるであろう。

また、大気質庁自体は産業・エコロジー担当副市長の下にある組織であり、例えば、大気質庁がカウンターパート（C/P）となる場合には、産業・エコロジー担当副市長がサイナーになることが妥当であるが、他のAgencyや局に指示を出す際には、GMが権限を発揮するらしい。したがって、サインの後に市長令を出して、他のAgencyや局に協力を依頼する処置を取るようになるであろう。

結論として、大気質庁は現在、想定している技術協力プロジェクトを実施する機関としては適切ではあるが、こと大気汚染対策案の実施に関しては、大気質庁単独では実効性に乏しく、他の関係機関の協力が必要であり、その協力を得るために、GMや市長の協力が必要となるであろう。

(2) 人材

民間のHOB運用会社のインジナシュ氏（Mr. INJINAASH）を長官に迎え、前大気質課課長のバッサイハン氏が副長官として長官を支える現在の体制は、HOBの規制を中心とする技術協力プロジェクトには好ましいといえる。長官、副長官を含む大気質庁職員のキャパシティ・アセスメント結果を表9-1に示す。

また、今回の初期インベントリ調査では、実質的に大気環境・発生源等の測定全般を担当しているダバドルジ氏（Mr. DAVAADORJ）と共に仕事を行っているダバジャガル氏（Mr. DAVAJARGAL）が測定調査のC/Pを、元HOB運用会社社員で、発電所のボイラの修理を行った経験を有するセデド氏（Mr. SEDED）が訪問調査のC/Pを担当するというアレンジは現在の大気質庁としては最善の措置であり、そのおかげで当初、遂行が危ぶまれた初期インベントリ調査の予定をおおむね完遂できたものとする。逆に言えば、初期インベントリ調査をより拡張した部分もある本格技プロではこれらのC/Pの全面的な協力は必須である。

一方、ダバドルジ氏は国際的な標準法による測定やシミュレーションにも興味を示し、日本の大学への留学経験もあることから、JICAプロジェクトへの関心は強いが、他のドナーのプロジェクトの業務との兼ね合いが課題である。今回のHOB測定の際にも途中で、GTZの測定局のプロジェクトとの調整に苦勞した場面があった。今回はバツサイハン氏の努力と、GTZのプロジェクトの遅れが幸いして事なきを得たが、本格技プロの際にもC/Pの調整には苦勞するものと思われる。

運転手と人事・経理担当の2名を除いた残りの12名の中、旧大気質課時代からの職員はバツサイハン副長官、車両排ガス担当のアルタンゲレル氏 (Mr. ALTANGEREL)、ゲル地区担当のムンクバット氏 (Mr. MUNKHBAT)、電気ヒーティング担当のツォルモン氏 (Ms. TSOLMON)、モニタリングネットワーク担当のダバドルジ氏 (Mr. DAVAADORJ) の5名であり、担当分野から判断すると、中3名が本格技プロの内容に関係すると思われる。

バツサイハン副長官も心配していたことではあるが、残りの7名の職員は環境関連分野の業務を行うのは、この大気質庁での勤務が初めてであり、経験が浅い点が課題である。

また、英語によるコミュニケーションも大きな障害となる可能性がある。UKに英語留学していた1名を除けば、ある程度、英語でコミュニケーションが図れることが確認できたのは1名ぐらいである。その他の職員は長官、副長官をはじめとして打合せ中にもほとんど英語を使うことはなく、日本語ーモンゴル語の通訳に頼り切りであった。おそらくモンゴルにおいては英語でプロジェクトを行うことがいまだ一般的ではないのではないかと思慮される。例えば、世銀と自然環境・観光省の業務でHOB Market Studyを行ったEECというローカルコンサルタントの報告書についても、モンゴル語版が印刷され関係機関に配布された時点でもWeb上の英語版はいまだドラフトであり、英文の間違いとともに、モンゴル語版との違いが散見された。

本格技プロでも測定チームが複数になるなど、専門家チームが異なる活動を行う場合には、それぞれのチームに常時、通訳が必要になると考える。

表9-1 大気質庁職員のキャパシティ・アセスメント

No.	氏名	専門	環境分野の勤務経験	現在の担当業務	課題・問題点	JICAへの期待・要望	その他
1	Mr. Budnyam INJINNASH	物理学、経済学	1990～1992年：科学技術 研究所 1996～1998年：大手運送 会社 1998～2008年：HOB運用 会社 2009～：大気質庁長官	大気質庁長官 29項目の契約を市長と結 び長官として勤務中	民間でやってきて気づい た点は、市の計画では実 現できそうにない項目が ずっと残っていることで あり、大気質庁としては 組織の法的整備が不十分 である。 情報を収集して科学的分 析をしても、閉鎖・罰則 といった権限がないの で、エンジニアリング整 備局、道路局、国家監査 庁などに提案することし かできない。	JICAへの期待・要望 プロジェクトは結果が大 事なので、「できることを やる」という方針でやり たい。 HOBの所有者は運用会社 を含めて民間が7～8割と 多いので、そこにどう対 策していくかが課題。 ※本格プロジェクトにお けるC/Pに関する打ち合 わせの際には、政府機関 と契約している民間には 環境投資の余裕はあるは ずなので、排出基準を守 れないボイラハウスは閉 鎖も辞さない強硬な発言 もみられた。	現在、副長官やDavaadorj 氏と共にインスペクター の申請中
2	Mr. Chultensuren BATSAIKHAN	地形学 (Geomorphology) 地理学教師	1984～1990年教育大学の 講師 1997年2月～2008年6月 UB市環境政策担当者 2008年7月UB市都市開発 局環境政策担当者 2008年8月～12月UB市自 然保護局大気質課課長 2009年1月～大気質庁副 長官	大気質庁副長官 29項目全体をマネジメン トする。	現在の重点項目は石炭か らコークスといった燃料 転換であるが、1.1～1.5 といった番号付けは必ず しも優先順位を表したも のではない。また、2009 年の業務契約ではある が、中には複数年にわた る継続項目もある。 (業務契約を見ながら) 世銀 (1.9 (項目番号))、 EBRD (1.10) のプロジェ クトが進んでいない。2 万トンのコークスの販売 (1.3) がうまくいってい ない。	○燃料転換、石炭改良技 術 ○ガスの技術 ○工場の排ガス測定 ○HOB設備の技術 ○汚染管理ネットワーク	1998年JICAのモンゴル国 観光開発MPに環境担当 者として参加 1998年2カ月間、JICA環境 分野集団研修 2007～2008年にかけて、 JICA-KOICA共同研修 2006年10日間JICA廃棄物 研修

					改良燃料には木材ペレットの乾燥技術といった技術面の課題と、価格が高く補助金が必要であるといった費用面の課題がある。 大気質課から大気質庁になって自身は2年間同じような仕事内容をやっているが、大気質庁のスタッフは経験が浅く、個人的には人材育成に注目している。		
3	Mr. Choijil SEDED	工学熱力学エンジニア（維持管理、修理、組立、調整、実務）	1978～1983年エネルギー総合修理工場で蒸気ボイラやタービンの修理に従事 1983～1988年エネルギー省Heating調達担当者 1988～1993年電力生産実験所 1993～1998年第3、第4火力発電所のボイラ更新プロジェクトに参加 1998～2001デンマークのUB市ボイラ改善プロジェクトに参加 2001～2008年 HOB運用会社でHOB11カ所の更新に従事 2009年1月～大気質庁	HOB担当 ※今回の初期インベントリではHOB、ゲル地域の訪問調査、HOB測定孔設置の手配、そして自宅のゲルストーブ、壁ストーブを測定のために提供するなど、その貢献度はずば抜けて高い。	既存のボイラ業者をどうしていくのかは行政の問題だと考えている。	燃料転換、ガス化、ゲル地域、自動車、都市開発といった問題が絡み合っていて、どこから手をつけてよいのかわからない。その面での技術協力を期待する。	※大気質庁職員の中、公務員資格を持っていなかった者は5月9日に公務員試験を受験したが、Seded氏は合格できなかったことから、その去就に一抔の不安がある。
4	Ms. Dambadarjaa TSERELMAA	環境工学（Industrial Ecology）	2009年1月～大気質庁	小さなKiosk、Shop、タイヤ屋の燃料使用実態を調査中 14号政令の遵守を指導業務契約の製品4の4.1	守られていなくても処罰する権限がない。	特になし	※産休の職員の代わりに勤務していることから6月で替わるかもしれないとの情報あり。

				(政令14号の実行)、4.2 (緑化)、4.3 (セミナー) を担当			
5	Mr. Ochirbat ALTANGEREL	自然生態学	2007年～自然保護局大気質課 (BATSAIKHAN氏の下) で交通大気汚染担当 2009年1月～大気質庁	車両排ガス担当 自動車の排ガスを管理する。道路警察やUB市監査局と協力して、3～5月にかけて車が車検を受ける際に排ガスの測定を行う。 業務契約の製品2の2.5 (バス購入)、2.6 (排ガス測定と禁止措置) を担当	中古車は基準に合わず、故障しやすい。また、ガソリンの質も問題だが、分析がない。 これからLPGタクシーを1,000台以上入れる予定。	排ガス測定の機材やトレーニングがプロジェクトに入るとよい。 道路事情や渋滞の問題も検討したい。	2007年JICA青年研修環境保全参加
6	Mr. Tsendeekhuu MUNKHBAT	自然環境管理・評価・モニタリング	2004～2005年環境NGO 2005年8月～2006年環境省管轄国家オゾン対策局職員 2005年6月環境関連会社職員 (兼任) 2007年1月UB市大気質課 2009年1月～大気質庁	ゲル地区担当 業務契約の中、緊急性の高いゲルエリアへの改良燃料の普及を担当。 1.1ハンウールとソンギンハイルハンのゲル地区にヨントンストープ・燃料を導入する。 1.2スフバートルとチンゲルテイのゲル地区に木屑・乾留ブリケットを導入する。 1.3コークスを2万t販売する。	ゲル地区への改良燃料の普及を担当しているが、非常に困難である。新しいストーブや燃料を無料で配っても、何か問題があると、1週間もすると使わなくなって、元のストーブや燃料に戻ってしまう。 エネギー省とUB市との間に連携がないことも問題だと思う。	調査をやる際にはポイントを絞ってやってほしい。世銀では1,000世帯のゲルの調査を行ったが、個人的にはもうそのような調査は不要だと思う。 むしろゲル地区でタイヤやごみをどの程度、燃やしているのかといったことが重要。 また、住民の意識改革の広報や改良燃料を買えない世帯への補助などを考えてほしい。 木材ペレットの評判が良く、一冬2tで過ごせて、14万Tgで済む。生産量の方が問題。 煙突の数を減らすためにゲル地区の250世帯程度に供給するHOBを作って集中供熱を行ってはどうか。	2006年JICA研修オゾン増加対策に参加

7	Ms. Tcogbadrakh TSOLMON	電気システムの 自動化	2006年大気質課 2009年1月～大気質庁	電気ヒーティング担当 Chief Officer 63カ所（第34第2学校、第 12幼稚園等）を電気ヒー ティングに換えようとして いる。	発電所が夜間の電気代を 安くしないことが問題。 石炭よりも安ければ普及 する。	UB市全体を電化するた めには第5火力発電所が 必要といわれている。 学校や幼稚園は国の予算 で運営しており、電気料 金が最近、2倍になったが 差額がおりにくい。 ※資金的な援助を期待し ているのか明確ではなか った。	なし
8	Ms. Norovsambuu GANKHUU	化学・技術	1997～2000年ビール工場 2001～2008年民間 2009年1月～大気質庁	石炭技術担当 ヨークス燃料1社、木材ペ レット4社、Brown Coal4 社、ヨントン燃料1社の燃 料分析や実験を行っている。測定に関しては Davaadorj氏、Davahjargal 氏が担当。 業務契約の中、緊急性の 高い1.5各種ブリケット の燃焼実験を行い、選定 するという業務を実施 中。	良い燃料がない。 ヨントン燃料は生産量が 契約した量に足りずもめ ている。	特になし	なし
9	Ms. Jamiyangam MENDBAYAR	生物学・地理学 教師	2009年1月～大気質庁	人事・法務担当	(※事務職のため以降の インタビューを行わなか った)	—	—
10	Ms. Erdenebaatar ENKHZOYA	環境工学	2005～2009年 Air Ticket Office 2009年1月～大気質庁	ガス・液化ガス担当 ガスの供給は全て輸入に 頼っており、ロシアと中 国の4社のみなので、現 在、会社の統計資料を調 べている。 消費者への訪問調査も実 施中。	ガス燃料は新しい分野で 市場も小さく、広げるた めにどうしたらよいか を模索中。	先進国の技術を紹介して ほしい。将来的には石炭 ガス化も考えたい。	

11	Ms. Gankhuyag URANBCEBCE G	環境工学	2009年1月～大気質庁	情報技術担当 業務契約の製品3の3.1～3.4を担当。基本的にIT技術を使った広報活動。 大気質課時代のTSOLMON氏のあとを引き継いだ形になっている。 現在はGTZが管理している4局の測定データを毎日と毎月集計・報告している。専用の管理・解析システムを導入した訳ではなくExcelで処理している模様。	元々、IT技術を専門に学んだわけではないので不安がある。また、GTZのトレーニングもない。	コンピュータやソフトウェア関係の研修を希望。	
12	Mr. Dorjartsan DAVAADORJ	物理化学、有機化学 化学教師 冶金学	1996～1999年銅鉱山 2000～2006民間EIA調査会社3社 2007年UB市自然保護局 大気質課	モニタリングネットワーク担当 大気環境モニタリング、煙突・自動車排ガスモニタリング、燃料分析等、測定全般を担当 業務契約の中、2.4（ボイラの測定）、3.1（固定局における測定）、1.8（市内4カ所の測定局）を担当。1.5（ブリケット試験）の排ガス測定も。	ずっとモニタリング関連の仕事をやっているが、モンゴルに本当の専門家がいけないことが問題。	排出係数は重要だと考えるし、標準測定法についても学びたい。さらに、燃焼計算やシミュレーションといった知識・理論についても習得したい。	通常のインタビューの後、山田専門員を交えて打合せをした際に、インベントリの取りまとめをやってもらいたいと話を向けると、やや困った様子であった。おそらく、近々、GTZから引き渡される4測定局の維持管理も行わなければならないことなどから、自分1人に業務が集中するのを危惧しているものと推察された。
13	Mr. Gan-Ochir DAVAAJARGA L	環境工学	2009年1月～大気質庁	固定モニタリングステーション担当 実際にはDAVAADORJ氏と一緒に業務を行うことが多いようである。	業務を始めたばかり。特に問題はない。	測定技術やHOBの維持管理に興味がある。	なし

第10章 本体事業における課題

10-1 排煙測定

(1) HOB及びCFWH

- ① 採取孔を設置しないと測定ができない。設置するのは、測定予定の前年の秋に実施しないと、春先の測定に間に合わない（現地で作製した採取孔は、蓋を止めるネジが細すぎたり、弱すぎたりしたためネジが止まらなくなってしまった）。
- ② 石炭燃焼は安定していないため、測定のタイミングを決めるのが難しい。
- ③ 石炭の人力で石炭と投入するボイラの場合、石炭消費量を測定するのが難しい。
- ④ 測定時期の選定が、難しい。測定孔（煙突）が屋外にあるため厳冬期は測定器の耐寒性の問題がある。逆に、暖かい春先に実施すると、温水の需要が減少するため石炭燃焼が少なくなるため、排出量及び排出計数が厳冬期とは異なる値となる。最悪の場合、温水の供給を止めてしまうため、ボイラを稼働させておらず、測定自体ができない。
- ⑤ 電気の供給が安定していないため、停電が頻発に起こり、自動分析器及び吸引ポンプが止まってしまうため、測定ができない。
- ⑥ 測定の設置してある煙突の周囲が灰置場等になっており非常に汚く、測定装置及び測定作業者に悪影響を及ぼす。
- ⑦ 煙突でなく横ダクトで測定する場合は、堆積粉じんの影響を受けるので、測定前にダクトを清掃しなければならない。
- ⑧ 連続分析計を用いて排煙中の有害ガスを測定する場合、標準ガスを事前に準備する必要がある。日本より輸出すると約3か月かかり、中国より輸入すると金額及び精度に問題がある。

(2) 火力発電所

① 第2火力発電所

- ・ 35tボイラには測定孔が設置されていない。
- ・ 75tボイラは測定孔が設置されているが、設置位置が測定には適しておらず、数も少ない。
- ・ 測定装置がないため時間当たりの石炭消費量が不明であるため、正確な排出係数が求まらない。

② 第3火力発電所

- ・ 測定孔が設置されていない。

③ 第4火力発電所

- ・ 測定孔が屋外に設置されており、厳冬期の気温が零下何十度になるような場所では測定ができない。また、測定用のステージが高所かつ狭いため、雪が付着していたり、床が凍りついていたりする場合、スリップにより転倒し、高所から転落する危険性が考えられる。
- ・ 測定孔の蓋を止めるボルトがさびついていて、開かない物がある。
- ・ 測定周囲の高所より物が落ちてきて、被災する。

(3) ゲルストーブ及び壁ストーブ

- ① 煙突が細すぎて測定孔を設置することが難しい。
- ② 消費する石炭量が少ないため、燃焼状態が安定しないので、測定するタイミングを決めるのが難しい。
- ③ 燃焼中に一酸化炭素が大量に発生するため、ゲルのような狭い空間で測定する場合、排ガスの漏洩により測定者等が一酸化中毒になる。
- ④ ③の理由で、測定できるストーブが決まらない。
- ⑤ ゲル地区は市の郊外に有り、電気の供給が安定していないため、停電及び電圧変動等で電動式測定器材が停止してしまい、測定できなくなる。
- ⑥ 煙突が低く、細いため、排ガス流速が周囲の影響（風及び気温）の影響を受け変動が激しいため、手動測定装置を使うと、等速吸引が難しい。

(4) 測定全般

- ① 測定器材は量が多いため、商用車タイプのワンボックスバンが必要である。
今回使用した車では、大量の測定器材が積み積み込めず苦労した。

10-2 インベントリ調査（シミュレーション）

- ① C/Pや地元のドライバーでさえ、ボイラの所在を知らず、ホロー単位の住所がわかっても辿り着くのに手間と時間がかかった。
- ② 訪問したがボイラ所有者やボイラマンが不在で出直したことも何度かあり、事前連絡が望ましい。
- ③ 訪問自体に苦労するので、フィールド調査期間中は通訳やドライバーを固定したい。
- ④ ボイラハウスへの立ち入りの許可が必要であるので課の同行は必須だが、長期間、C/Pを拘束することになる。
- ⑤ ボイラマンや所有者で英語でコミュニケーションを図れる者はまれであるので、通訳の同行は必須。
- ⑥ 調査対象によって区長等の協力を得て地域単位で調査するとか、HOB会社単位で調査するといった調査の計画立案が必要。
- ⑦ 余裕をもった調査工程を組み、定期的に収集データのレビューを行うことがデータの精度を高めるためには必要。
- ⑧ 煙突の測定にあたっては、煙突に近づけない構造になっている場合がある。
- ⑨ 通常、ボイラハウスにはゲルや番犬が付きものなので、犬には注意が必要。
- ⑩ 統計データの収集には関係機関の協力が必要。例えば、気象・環境データに関してはNAMHEM (NAQO) の協力は必須。

10-3 大気汚染物質発生源対策

- ① 訪問調査の課題についてはインベントリ調査と同様。
- ② 温度計・圧力計等の計器がないか、あっても壊れていて、技術的・定量的な検討を行うための基礎情報がない。
- ③ ボイラハウス内が暗くて狭く、装置の構造を確認しにくいことも多く、余計に時間がかか

る。

- ④ ボイラ、給水設備、ファン等の運転マニュアルが整備されていることはまれで設備仕様の確認が困難である。
- ⑤ ボイラの型番が付いていない場合も多く、また、自家製のボイラやパイプの伝熱面積を変更する等の改造を行っている場合も多い。
- ⑥ わが国が技術協力を行うにあたっての大きな課題は、石炭ボイラ、特に中小規模の石炭ボイラを扱った経験を有する技術者が日本では非常に少ないと考えられることである。

10-4 その他

- ① 通訳及び運転手を調査期間中、同じ人に固定する必要がある。
- ② 市役所の近くに常時使える事務所が必要である（今回のCLEMのラボでは事務所の部屋にインターネット回線がなかった点が不便であった）。
- ③ モンゴル語しか解さない人も多く、資料のほとんどはモンゴル語であるので、通訳・翻訳費は潤沢に必要。また、モンゴル語訳に時間がかかるので、資料入手から活用までの時間遅れを見込む必要がある。また、当然のことながら大気汚染分野の専門性を持ち合わせた通訳を期待することは無理であるので、プロジェクト期間中に通訳も教育する必要があり、その意味でも人の固定は重要な課題。
- ④ 厳しい気候への適応が必要である。初期インベントリ調査期間中は既にかかなり暖かったが、それでも場所により1日の中でも時刻により急激に冷え込む場合もあり、防寒対策、健康管理は長期の調査では重要。
- ⑤ 防犯対策にも十分に留意するべき。スリ等の被害や暴力沙汰は日常茶飯事であるので常に注意を怠らないようにすべき。夜間遅くの1人歩きは危険。

第11章 技術協力プロジェクトの活動に係る提案

(1) 技術協力プロジェクトの活動内容

技術協力プロジェクトの活動内容を表11-2に示す。

ここに示す技術協力プロジェクトの活動内容を提案するに至った経緯は以下のとおりである。

第1次詳細計画策定調査からの流れの中で、JICAの行う「大気汚染対策能力強化プロジェクト」は大気汚染物質の削減に焦点を絞るという枠組は、既にC/Pとの間で合意されていた。

いくつかある発生源の中で、世銀等他ドナーがUB市の大気汚染の原因のほとんどを占めると主張して、集中的に支援を行ってきているゲルストーブについては、既に他ドナーが支援を行ってきたこともあり、また、10万～13万世帯の各世帯に1台以上はあるストーブへの対策の費用対効果は低いという判断もあり、JICAのプロジェクトでは対象としないことを想定していた。

今回の第2次詳細計画調査では、火力発電所とHOBを主な対象として、排ガス測定、訪問調査や簡易シミュレーション等を行い、その影響について検討するとともに、本格技術協力プロジェクトを実施する際の具体的な活動や実施に伴う課題・問題点の抽出を行うことを意図していた。

当初はHOBからの大気汚染物質排出量が世銀等他ドナーの主張よりも大きいのではないかとという仮説に基づいて調査を開始したものの、排出量そのものはむしろ世銀等の推計よりも少ない結果となった。しかしながら、簡易シミュレーションの結果によれば、火力発電所やHOBは、UB市内の人口集中地域に、一定の影響を与えているものと予測された。さらに、各1台ずつではあったがゲルストーブと壁ストーブの排ガス測定を行い、排出係数を算定したところ、その値は既存調査のものよりもかなり小さかった。

以上のことから、技術協力プロジェクトにおいて主にHOBや火力発電所を対象とすることが妥当であると判断された。

今回の調査で10基以上のHOBの排ガス測定を実施したが、測定対象のボイラを選定するにあたって、ボイラ台帳も整備されておらず、C/Pがボイラハウスに辿り着くのに道に迷うような状況であり、排ガス測定のための測定孔もなく、すべて新たに設置した。加えて、モンゴル側C/Pからの情報からも、排出基準は設定されているものの中には排ガス測定、特にDustの測定が実施されておらず、かつ、測定を行う機材・技術が不足していることが明らかになった。さらに、今回の測定結果では約7割のボイラでDustの排出基準が順守されていないことも確認できた。

そこで、排ガス測定に関する技術協力を行い、排出基準を順守させることによって大気汚染の削減が見込めるものと期待された。また、そのような規制強化を行うためにはボイラの登録システムを整備することも必要であると考えられた。

また、ボイラの訪問調査によれば、燃焼管理が不十分であり、省エネルギー意識の全くないボイラハウスが多く、ボイラ技術者の技術レベルに問題があることがわかった。これらのボイラ技術者のためのトレーニングコースを開設し、優秀なボイラ技術者を養成することが適切である。

一方で、これまでに行われた既存調査による大気汚染排出量推計結果には大きな差があり、推計に必要な石炭使用量や汚染物質排出係数に関しては非常に大きな「不確かさ」が存在していることも確認できた。

大気汚染対策の立案や実施した対策の評価を行うためには、これらの基礎情報の整備が重要であり、定期的到大気汚染物質発生源インベントリを作成・更新するシステムを構築するべきであると考えられた。

今回の初期インベントリ調査では、時間や資源の制約から自動車発生源については調査対象としておらず、排出係数についてはモンゴルでの測定は皆無であることから、その実態は明らかではない。さらに、UB市内では自動車交通量の増加が顕著であり、しばらくは増加傾向が続くものと考えられる。そこで、自動車排ガスの汚染レベルを確認するために、車載計（簡易排ガス測定システム）による自動車排ガス測定を行う。

プロジェクト案における活動項目は以下のとおりである。

① 排出規制の実施能力強化

排出基準が設定されているにもかかわらず、初期インベントリ調査においても約7割のHOBが排出基準を満たしておらず、行政側にも事業者側にも遵守に係る認識が希薄である状況が見られた。その原因の一端は排ガス測定技術、特にダストの測定技術の不足によるものと考えられたことから、技術面・制度面において技術協力活動を行い、排出規制の遵守を徹底することによって、大気汚染物質削減につながると考えられる。

② ボイラ登録システムの構築

排出規制の実施においてもインベントリ作成・更新においてもボイラが登録されていて、規制対象のボイラ・その所在が把握されていることが前提条件となる。

③ ボイラ技術者の養成・ボイラ技術資格の創設

燃料が石炭であることも一因であるが、ボイラにおける燃焼管理が不十分であり、不完全燃焼によるCOやダストの排出、過剰空気燃焼によるエネルギーの損失とその結果としての余剰な石炭消費などの問題を引き起こしていると分析された。この対策としてボイラ技術者に燃焼管理・省エネルギー技術をトレーニングし、ボイラ技術資格を創設する。

④ インベントリ作成・更新システムの構築・シミュレーション

対策効果の評価、科学的な対策立案のための基礎情報として大気汚染物質発生源インベントリの作成と定期的な更新が必要である。石炭使用量、排出係数等の基礎情報の不確かさが大気汚染対策の戦略・方針に混乱を招いている状況が存在する。

また、インベントリ作成・更新システム構築においては、既存資料の有効活用を検討し、なるべく少ない資源で作成・更新を行える設計とすることが持続性の観点から重要である。

さらに発生源インベントリの検証のために、もっとも人為起源による石炭燃焼の把握が容易となるSO₂等のシミュレーションを行い、現状濃度との比較を行う。

⑤ 自動車排ガス測定

モンゴルにおいてははまだ実際の自動車排ガスの測定が行われておらず、車載計という簡易型自動車排ガス測定装置による測定を提案する。必要な機材の費用は数百万であると想定される。

(2) モンゴル側の関係機関

現在、想定しているC/Pである大気質庁の能力と技術協力プロジェクト案の活動内容及びモンゴルにおける行政組織の特性にかんがみ、ステアリング・コミッティ (Steering Committee : S/C)、カウンターパート (Counterpart : C/P) 及びカウンターパート・ワーキンググループ (Counterpart Working Group : C/P-WG) の3つのグループの構築を提案する。

各グループの機能を表11-1にまとめる。

表11-1 モンゴル側の各グループの機能

グループ	機能
ステアリング・コミッティ (S/C)	各省庁等の関係機関の間の調整
カウンターパート (C/P)	プロジェクトに関する意志決定
カウンターパート・ワーキンググループ (C/P-WG)	プロジェクトの実施主体であり、指名されたカウンターパート・メンバーは、プロジェクトの各々の分野で、JICA 専門家と協働する。

1) ステアリング・コミッティ

想定される機関は、大気質庁、自然環境・観光省、鉱物資源エネルギー省、NAMHEM、UB市環境保護・廃棄物課、国家監査庁、UB市監査庁などである。

① カウンターパート

大気質庁と想定している。

② カウンターパート・ワーキンググループ

現時点の想定案を表11-2に示す。

表11-2 活動内容案（コンサルタントチーム）

活動	内容	日本の技術者の対応可能性	大気汚染削減効果	他ドナーの動向	想定されるカウンターパート
A. 排出規制の実施能力強化	排煙測定の実験協力を中心として、規制対象施設、処罰等を含む排出規制実施全般にわたって協力を進める。	◎ PM10測定、厳冬期対応等の課題はあるものの本邦技術者での対応が可能と考えられる。	削減効果あり 排出基準が遵守されていない現状に対して、基準を遵守させる活動を行うことで、抑制効果が見込める。	排煙測定に関する他ドナー活動はないか、限定的。 世銀やEBRDが構想を持っているストーブのテストラボに関しては、排煙測定を当方が担当することで協働できる可能性あり。	大気質庁 国家大気質局（NAQO） CLEM 国家監査庁 UB市監査庁 第2、第3、第4火力発電所
B. ボイラ登録システムの構築	規制対象となるボイラを登録管理するシステムを構築する。	◎ 日本にボイラの登録・更新システムは存在し、協働可能である。	間接的だが効果あり 規制対象ボイラを特定・管理することで、1の活動と相まって抑制効果が期待できる。	HOB、CFWHの市場調査を世銀が実施しており、データ共有の可能性あり。	大気質庁 エンジニアリング施設庁 公共供熱公社 UB市都市開発局
C. ボイラ技術者の養成・ボイラ技術資格の創設	ボイラ技術者にボイラの維持管理・燃焼管理等の技術を指導し、これら技術の認定システムを創設する。	○（一部、困難） 日本に大気汚染防止管理者、エネルギー管理士、ボイラ技師等の資格制度があり対応可能。 ただし、現在、日本には小型・中型の石炭燃焼ボイラが存在せず、これらの燃焼管理指導を行える技術者が不足。	効果あり（一部課題） ボイラ技術者の技術力向上によって長期的には一定の効果が見込めるが、短期的には、実際のボイラに対して、どこまで本邦技術者が具体的な改善指導を行えるかが課題。	他ドナーの活動はない。	大気質庁 エンジニアリング施設庁 公共供熱公社 UB市都市開発局 第2、第3、第4火力発電所

D. インベントリ作成・更新システムの構築 (SO ₂ シミュレーション)	少ないリソースで効率的・科学的にインベントリを作成・更新するシステムを構築する。作成したインベントリの精度をSO ₂ のシミュレーションで確認する。	◎ 環境省のとりまとめる「大気汚染排出実態調査」もあり、協力可能。また、シミュレーションの経験も豊富。	間接的 短期的削減効果は見込めないが、長期的・科学的発生源対策立案や対策効果評価には必須。	世銀調査の中でGuttikundaやLarssenがシミュレーションのためにインベントリを作成していることは承知しているが、インベントリの定期的更新を意図したものではない。	大気質庁 国家大気質局 (NAQO) 第2、第3、第4火力発電所 交通警察 UB市道路局 UB市交通局 モンゴル国立大学
E. 自動車排ガス測定	車載型の自動車排ガス測定器を用いて、自動車排ガスを測定する。	△ 車載型の自動車排ガス測定技術はあるものの、モンゴルへの適用可能性を確認する必要あり。	間接的 モンゴルでは自動車排ガス測定の実施例がなく、実施されればインパクトは大きいものと考えられる。	モンゴルでの測定はない。	大気質庁 国家大気質局 (NAQO) CLEM 国家監査庁 UB市監査庁 交通警察 UB市道路局 UB市交通局