

モンゴル国

ウランバートル市大気質庁（AQDCC）

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

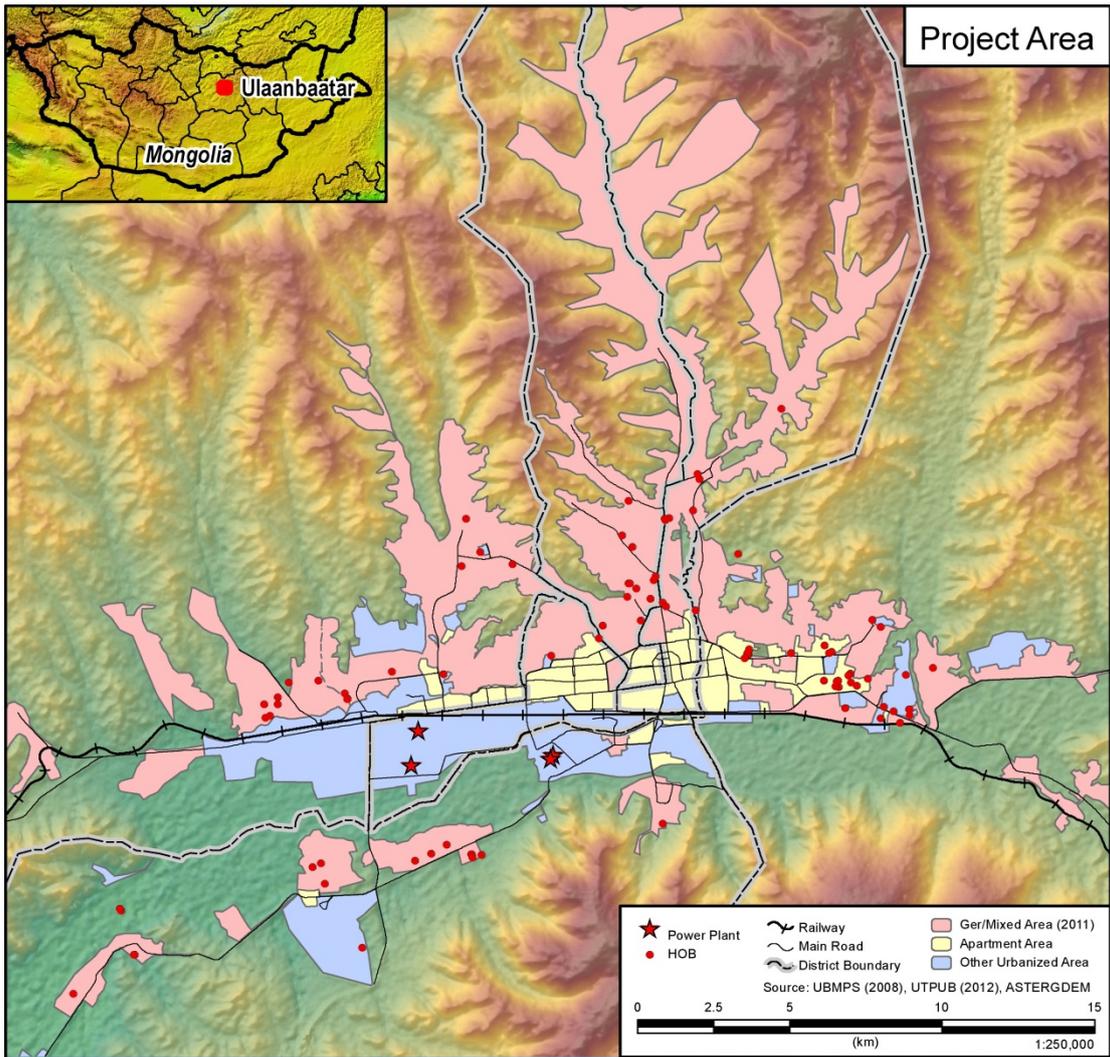
プロジェクト事業完了報告書

2013年3月

独立行政法人  
国際協力機構（JICA）

株式会社 数理計画







## 目次

図目次.....	vii
表目次.....	x
略語表.....	xvi
<b>1 プロジェクトの概要.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 プロジェクトの背景・概要・実施方針.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 プロジェクトの背景.....	1
1.1.2 プロジェクトの活動.....	1
1.1.2.1 大気汚染発生源解析と大気環境評価能力の構築（成果1）に係る活動.....	5
1.1.2.2 排ガス測定（成果2）に係る活動.....	5
1.1.2.3 大気質庁の排出規制能力の強化（成果3）に係る活動.....	6
1.1.2.4 大気汚染発生源対策（成果4）に係る活動.....	6
1.1.2.5 環境行政（成果5）に係る活動.....	7
1.1.3 プロジェクトの実施方針.....	7
1.1.3.1 キャパシティ・デベロップメントの重視.....	7
1.1.3.2 発生源対策の重視.....	7
1.1.3.3 大中規模発生源の重視.....	8
1.1.3.4 カウンターパート・ワーキンググループ（C/P-WG）の設置.....	10
1.1.3.5 他ドナー・JICAの他プロジェクトの連携.....	11
1.1.3.6 ウランバートル固有の条件への配慮.....	12
1.1.3.7 PDM、合同調整委員会、中間レビュー・終了時評価.....	12
1.1.3.8 本邦研修の活用.....	12
<b>1.2 プロジェクトの成果一覧.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3 PDMの変遷.....</b>	<b>16</b>
<b>1.4 合同調整委員会会合の開催記録.....</b>	<b>16</b>
<b>1.5 報告書提出記録.....</b>	<b>19</b>
<b>1.6 技術ガイドライン（マニュアル）.....</b>	<b>19</b>
<b>2 活動の概要.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 大気汚染発生源解析と大気環境評価能力の構築（成果1）.....</b>	<b>21</b>
2.1.1 成果1に係る技術移転（セミナー、ワークショップ等を含む）.....	21
2.1.1.1 ボイラ登録・許認可制度及び発生源インベントリに関するワークショップ（2010年6月25日）.....	21
2.1.1.2 発生源インベントリ及びシミュレーションに関するワークショップ（2011年3月4日）.....	22
2.1.1.3 インベントリ・シミュレーションに関する研修（第2年次）.....	22

2.1.1.4	発生源インベントリ及びシミュレーションに関するワークショップ（2011年6月13日）	23
2.1.1.5	JICA 地域別研修フォローアップセミナーにおける発表	24
2.1.1.6	C/P-WG 会合における説明	25
2.1.1.7	焼却灰の放射能分析の精度確認	25
2.1.1.8	インベントリ・シミュレーションに関する研修（第3年次）	26
2.1.1.9	移動発生源インベントリに関する研修（第3年次）	28
2.1.1.10	その他の面的発生源インベントリに関する研修（第3年次）	30
2.1.2	発生源インベントリの構成	31
2.1.2.1	発生源インベントリの枠組み	31
2.1.2.2	発生源インベントリの更新	32
2.1.3	発生源種類別活動量及び排出係数の設定	33
2.1.4	発生源インベントリの作成方法（インベントリデータの更新方法を含む）	36
2.1.4.1	固定発生源	36
2.1.4.2	移動発生源	44
2.1.4.3	その他面的発生源	50
2.1.5	発生源インベントリ作成結果	52
2.1.6	シミュレーションモデルの構築方法	57
2.1.6.1	シミュレーションの計算条件と基本構造	57
2.1.6.2	気象データと大気環境データの解析	60
2.1.6.3	シミュレーションモデルの構築	64
2.1.6.4	PM <sub>10</sub> の計算値と実測値の濃度差について	68
2.1.7	シミュレーション結果	69
2.1.7.1	シミュレーション結果	69
2.1.7.2	大気測定局における計算濃度と発生源別寄与濃度	74
2.1.7.3	シミュレーション結果の評価	85
2.1.7.4	2010年と2011年のシミュレーション結果の比較	85
<b>2.2</b>	<b>排ガス測定の継続的实施（成果2）</b>	<b>88</b>
2.2.1	排ガス測定に係る研修の実施	88
2.2.1.1	研修の概要	88
2.2.1.2	研修活動の推移	91
2.2.2	排ガス測定の実施	97
2.2.2.1	測定工程	97
2.2.2.2	排ガス測定の実績数	98
2.2.2.3	測定結果	98
2.2.2.4	得られた知見	106

2.2.2.5	測定手法の改善点.....	107
2.2.2.6	その他.....	111
2.2.3	排ガス測定ガイドラインの作成.....	112
2.2.3.1	排ガス測定技術マニュアル.....	112
2.2.3.2	排ガス測定方法の確立.....	113
2.2.4	排ガス測定継続性への配慮.....	113
2.2.5	MNS 排出基準の検討.....	114
2.2.5.1	基準値の検討.....	114
2.2.5.2	測定手法に関して.....	115
<b>2.3</b>	<b>大気質庁の排出規制能力の強化（成果3）.....</b>	<b>117</b>
2.3.1	ボイラ登録制度の構築.....	117
2.3.1.1	ボイラ登録管理制度の目的.....	117
2.3.1.2	既存データの収集.....	117
2.3.1.3	対象ボイラ.....	117
2.3.1.4	ボイラ登録制度構築セミナー.....	118
2.3.1.5	ボイラ登録制度と大気法及び大気支払い法.....	121
2.3.1.6	市長令.....	122
2.3.1.7	統計調査の認可.....	123
2.3.1.8	届出様式の作成.....	125
2.3.1.9	ボイラ登録ワークショップ.....	126
2.3.1.10	ボイラ登録制度説明会.....	127
2.3.1.11	ボイラ運転員講習テキストの作成.....	128
2.3.1.12	ボイラ届出の実施.....	128
2.3.1.13	ボイラ登録データベースの構築.....	128
2.3.1.14	ボイラ利用許可と優良ボイラ認定.....	128
2.3.2	技術移転.....	129
2.3.2.1	技術移転活動.....	129
2.3.2.2	ボイラ運転員講習.....	130
2.3.2.3	システム開発と発注管理.....	131
2.3.3	ボイラ届出の実施と解析結果.....	131
2.3.3.1	ボイラ訪問調査とボイラ届出結果の概要.....	131
2.3.3.2	区別のボイラ設置数.....	132
2.3.3.3	ボイラ設置施設の分類.....	133
2.3.3.4	ボイラの形式.....	134
2.3.3.5	定格出力別の分類.....	135
2.3.3.6	排ガス処理装置の設置状況.....	135

2.3.3.7	煙突高さ.....	135
2.3.3.8	2012年度ボイラ届出データ.....	136
<b>2.4</b>	<b>大気汚染発生源対策（成果4）.....</b>	<b>137</b>
2.4.1	大気汚染対策技術.....	137
2.4.1.1	ボイラ対策技術に係る技術.....	137
2.4.1.2	大気汚染対策の検討.....	157
2.4.1.3	ボイラ熱バランス測定結果.....	161
2.4.1.4	ボイラ対策の効果の定量的把握.....	163
2.4.1.5	優良 HOB の判定基準.....	172
2.4.2	省エネルギー.....	175
2.4.2.1	省エネルギーに関する技術移転.....	175
2.4.2.2	省エネルギー診断.....	180
2.4.3	大気汚染対策診断及び省エネルギー診断に関する協議.....	190
<b>2.5</b>	<b>環境行政への成果の活用（成果5）.....</b>	<b>193</b>
2.5.1	会合、セミナー・ワークショップ及び研修.....	193
2.5.2	インセプション・レポートに係るワークショップ.....	195
2.5.3	環境行政本邦研修.....	196
2.5.3.1	第1年次.....	196
2.5.3.2	第2年次.....	202
2.5.3.3	第3年次.....	207
2.5.4	中間レビュー・終了時評価.....	211
2.5.4.1	中間レビュー.....	211
2.5.4.2	終了時評価.....	215
2.5.5	ドナー・モンゴル側機関合同会合.....	219
2.5.5.1	会合への参加状況.....	219
2.5.5.2	発電所・HOBの排ガス測定結果.....	219
2.5.5.3	サイクロン効率・改良燃料の効果.....	220
2.5.6	ドナー機関・他プロジェクトとの連携.....	221
2.5.6.1	MCA（Millennium Challenge Account）.....	221
2.5.6.2	世銀.....	222
2.5.6.3	無償資金協力への要請書.....	223
2.5.6.4	TSL（ツーステップローン）.....	223
2.5.6.5	JICAと他ドナー機関・モンゴル側機関の活動.....	224
2.5.7	広報活動.....	229
2.5.7.1	プロジェクト活動紹介セミナー.....	229
2.5.7.2	シンポジウム.....	230

2.5.7.3	ニュースレター.....	231
2.5.7.4	新聞記事.....	233
2.5.7.5	総括セミナー.....	236
2.5.8	各成果とプロジェクト目標との関係.....	237
2.5.8.1	年次報告.....	237
2.5.8.2	提言1：ボイラ登録制度構築.....	237
2.5.8.3	提言2：MNSの改定.....	237
2.5.8.4	提言：大気汚染対策案の提言.....	238
2.5.9	大気汚染対策案.....	239
2.5.9.1	大気汚染対策案の検討.....	239
2.5.9.2	HOBの集約化（対策案1）.....	240
2.5.9.3	サイクロンの設置（対策案2）.....	249
2.5.9.4	ゲルストーブのHOBへの置き換え（対策案3）.....	253
2.5.9.5	流動床ボイラへの改造（対策案4）.....	262
2.5.9.6	灰埋立地への飛散防止対策（対策案5）.....	265
2.5.9.7	MNS基準遵守（対策案11）.....	271
2.5.9.8	対策の費用対効果.....	275
2.5.10	体制構築.....	277
2.5.10.1	体制構築のための活動.....	277
2.5.10.2	活動及びその他の要因の分析.....	280
2.5.10.3	大気汚染対策の策定・実施の流れ.....	281
2.5.11	国家イニシアチブへの貢献.....	282
<b>2.6</b>	<b>キャパシティアセスメント結果の変遷.....</b>	<b>282</b>
2.6.1	大気汚染発生源解析と大気環境評価能力の構築（成果1）.....	282
2.6.1.1	固定発生源インベントリ.....	282
2.6.1.2	移動発生源インベントリ.....	283
2.6.1.3	その他発生源インベントリ.....	284
2.6.1.4	シミュレーションモデル.....	285
2.6.2	排ガス測定（成果2）.....	286
2.6.3	大気質庁の排出規制能力強化（成果3）.....	287
2.6.4	大気汚染発生源対策（成果4）.....	288
2.6.4.1	大気汚染対策.....	288
2.6.4.2	省エネルギー.....	290
2.6.5	環境行政能力（成果5）.....	290
2.6.5.1	大気質庁.....	290
2.6.5.2	NAMEM/NAQO.....	291

2.6.5.3	都市開発計画局.....	291
2.6.5.4	エンジニアリング施設庁.....	291
2.6.5.5	ウランバートル市監査庁.....	292
2.6.5.6	エネルギー省（旧鉱物資源エネルギー省）.....	292
2.6.5.7	自然環境・グリーン開発省（旧自然環境・観光省）.....	292
2.6.5.8	公共熱供給公社.....	292
2.6.5.9	建設都市開発省（旧道路交通建設都市開発省）.....	293
<b>2.7</b>	<b>プロジェクト実施運営上の工夫、教訓.....</b>	<b>293</b>
2.7.1	プロジェクト実施運営上の工夫.....	293
2.7.1.1	十分な事前調査とそれに基づく計画.....	293
2.7.1.2	季節性等への配慮.....	293
2.7.1.3	2つの事務所スペース.....	294
2.7.2	プロジェクトからの教訓.....	294
2.7.2.1	長期専門家の必要性.....	294
2.7.2.2	特殊言語対応の難しさ.....	295
<b>2.8</b>	<b>今後に向けて.....</b>	<b>295</b>
<b>3</b>	<b>投入実績.....</b>	<b>298</b>
<b>3.1</b>	<b>活動実施スケジュール.....</b>	<b>298</b>
<b>3.2</b>	<b>モンゴル側プロジェクト関係者.....</b>	<b>299</b>
<b>3.3</b>	<b>専門家派遣実績.....</b>	<b>300</b>
<b>3.4</b>	<b>研修実施実績.....</b>	<b>305</b>
<b>3.5</b>	<b>供与機材実績.....</b>	<b>307</b>
<b>3.6</b>	<b>現地業務費実績.....</b>	<b>318</b>
3.6.1	現地業務費の金額実績.....	318
3.6.2	現地業務費による再委託業務・工事の成果.....	318
3.6.2.1	交通量調査・旅行速度調査(1年次).....	318
3.6.2.2	ボイラ訪問調査(1年次).....	318
3.6.2.3	石炭成分分析(1年次).....	319
3.6.2.4	未燃焼分石炭（残渣）成分分析(1年次).....	319
3.6.2.5	測定孔工事・測定孔フランジ制作(1年次).....	319
3.6.2.6	焼却灰の放射能分析(2年次).....	319
3.6.2.7	測定孔工事・測定孔フランジ制作(2年次).....	320

## 図目次

図 1.1-1	プロジェクトの経過 .....	3
図 1.1-2	各成果とプロジェクト目標の関係 .....	5
図 1.1-3	プロジェクトの重点分野 .....	8
図 1.1-4	C/P-WG の概念図 .....	10
図 1.1-5	他ドナー・JICA の他プロジェクトとの連携 .....	11
図 2.1-1	インベントリ・シミュレーション研修の様子.....	23
図 2.1-2	「都市における自動車公害対策」コースのフォローアップセミナー.....	25
図 2.1-3	AQDCC ウェブサイトでの掲載.....	25
図 2.1-4	研修の状況 .....	28
図 2.1-5	研修の状況 .....	30
図 2.1-6	研修の状況 .....	31
図 2.1-7	自動車排気ガス（主要道路分）排出インベントリに必要な項目 .....	47
図 2.1-8	自動車排気ガス（主要道路分）排出インベントリの計算に使用するクエリの例.....	48
図 2.1-9	自動車排気ガス（主要道路分）排出インベントリの計算結果例.....	48
図 2.1-10	主要道路以外からの自動車排気ガス排出インベントリに必要な項目 .....	49
図 2.1-11	主要道路以外からの自動車排気ガス排出インベントリの計算に使用するクエリの例.....	49
図 2.1-12	主要道路以外からの自動車排気ガス排出インベントリの計算結果例.....	50
図 2.1-13	2010 年と 2011 年の排出量の比較.....	55
図 2.1-14	PM <sub>10</sub> 排出量分布図（2010 年） .....	56
図 2.1-15	シミュレーションモデルの基本構造 .....	58
図 2.1-16	風配図（2010 年 3 月～2011 年 2 月） .....	60
図 2.1-17	大気汚染測定地点（連続測定機材が設置されている地点のみ）.....	61
図 2.1-18	月別濃度変化図（PM <sub>10</sub> ） .....	62
図 2.1-19	月別濃度変化図（SO <sub>2</sub> ） .....	62
図 2.1-20	月別濃度変化図（NO） .....	63
図 2.1-21	月別濃度変化図（NO <sub>2</sub> ） .....	63
図 2.1-22	月別濃度変化図（CO） .....	64
図 2.1-23	NO <sub>x</sub> から NO <sub>2</sub> への変換式推計 .....	65
図 2.1-24	計算値と実測値との比較結果（PM <sub>10</sub> ） .....	66
図 2.1-25	計算値と実測値との比較結果（SO <sub>2</sub> ） .....	67
図 2.1-26	計算値と実測値との比較結果（CO） .....	67
図 2.1-27	計算値と実測値との比較結果（NO <sub>2</sub> ） .....	68
図 2.1-28	SO <sub>2</sub> のシミュレーション結果（2010 年） .....	70
図 2.1-29	PM <sub>10</sub> のシミュレーション結果（2010 年） .....	71

図 2.1-30	CO のシミュレーション結果 (2010 年)	72
図 2.1-31	NO <sub>2</sub> のシミュレーション結果 (2010 年)	73
図 2.1-32	SO <sub>2</sub> 計算濃度に対する地点別発生源種類別寄与濃度 (2010 年)	77
図 2.1-33	PM <sub>10</sub> 計算濃度に対する地点別発生源種類別寄与濃度 (2010 年)	78
図 2.1-34	CO 計算濃度に対する地点別発生源種類別寄与濃度 (2010 年)	79
図 2.1-35	NO <sub>2</sub> 計算濃度に対する地点別発生源種類別寄与濃度 (2010 年)	80
図 2.1-36	SO <sub>2</sub> 発生源種類別南北断面寄与濃度 (2010 年)	81
図 2.1-37	PM <sub>10</sub> 発生源種類別南北断面寄与濃度 (2010 年)	82
図 2.1-38	CO 発生源種類別南北断面寄与濃度 (2010 年)	83
図 2.1-39	NO <sub>2</sub> 発生源種類別南北断面寄与濃度 (2010 年)	84
図 2.1-40	2010 年と 2011 年の PM <sub>10</sub> の地点別発生源種類別寄与濃度比較結果	86
図 2.1-41	2010 年と 2011 年の PM <sub>10</sub> の地点別発生源種類別寄与濃度比較結果	87
図 2.2-1	排ガス実測 現地研修 (第 4 火力)	92
図 2.2-2	1 年次冬季 排ガス実測現場 (手動機材を使用)	93
図 2.2-3	湿式分析研修 (上列: NO <sub>x</sub> 手分析、下列: SO <sub>x</sub> 手分析)	94
図 2.2-4	排ガス実測 (2 年次冬季: 自動採取装置)	96
図 2.2-5	使用した排ガス分析計	108
図 2.2-6	使用したダスト採取装置	109
図 2.2-7	排ガス中ダストの濃度変化例とダスト採取タイミング	110
図 2.2-8	排ガス濃度の変化例 (前冬季)	111
図 2.2-9	排ガス濃度の変化例 (今冬季)	111
図 2.2-10	スモークテスター	112
図 2.3-1	ボイラ登録制度構築に関するレター	120
図 2.3-2	市長令 (日本語訳)	123
図 2.3-3	ボイラ運転講習会の様子	131
図 2.3-4	区別のボイラ施設数とボイラ台数	132
図 2.3-5	ボイラ設置年	133
図 2.3-6	ボイラ設置施設の内訳	133
図 2.3-7	代表的なボイラ形式	134
図 2.3-8	煙突高さ	136
図 2.4-1	大気汚染対策に関する講義のアンケート	138
図 2.4-2	大気汚染対策に関する講義のアンケート結果	139
図 2.4-3	発電所での実習の様子	141
図 2.4-4	HOB での実習の様子	142
図 2.4-5	第 3 発電所での実習アンケート結果	143
図 2.4-6	鉄道修理工場での実習アンケート結果	144

図 2.4-7	発電用ボイラの講習アンケート結果 .....	147
図 2.4-8	HOB の講習アンケート結果 .....	148
図 2.4-9	排ガス分析計及び超音波流量計 .....	149
図 2.4-10	MUHT ボイラでの測定項目と測定位置 .....	150
図 2.4-11	HOB 運転研修アンケートの様式 .....	152
図 2.4-12	HOB 運転員教材の概要 .....	156
図 2.4-13	流動床ボイラへの改造 .....	159
図 2.4-14	MUHT ボイラの系統図 .....	160
図 2.4-15	DZL1.4 ボイラの系統図 .....	161
図 2.4-16	No.60School のサイクロンの点検結果 .....	165
図 2.4-17	No.41School のサイクロンの点検結果 .....	165
図 2.4-18	No.60School におけるサイクロンでの集塵効率の測定 .....	166
図 2.4-19	省エネルギーに関する講義のアンケート用紙 .....	176
図 2.4-20	省エネルギー診断時の OJT 状況 (データロガーを使用した計測) .....	185
図 2.4-21	省エネルギー診断時の OJT 状況 (超音波漏洩検知器による圧縮空気の漏洩検知) .....	185
図 2.5-1	本プロジェクトの特徴 .....	196
図 2.5-2	発電所・HOB の排ガス測定結果 .....	220
図 2.5-3	サイクロンと改良燃料の効果 .....	221
図 2.5-4	大気質庁から MCA へのレター .....	225
図 2.5-5	オープンデーの様子 1 .....	230
図 2.5-6	オープンデーの様子 2 .....	230
図 2.5-7	イベントの様子 1 .....	230
図 2.5-8	イベントの様子 2 .....	230
図 2.5-9	シンポジウムの様子 1 .....	231
図 2.5-10	シンポジウムの様子 2 .....	231
図 2.5-11	ニュースレターの例 .....	232
図 2.5-12	新聞掲載記事の例その 1 .....	234
図 2.5-13	新聞掲載記事の例その 2 .....	235
図 2.5-14	総括セミナーの記念写真 .....	236
図 2.5-15	成果とプロジェクト目標の関係 .....	239
図 2.5-16	対策 (1) における HOB 集約対象範囲 (水色の範囲、東部 HOB 密集地域) .....	241
図 2.5-17	ベースラインと対策 (1) における SO <sub>2</sub> 及び PM <sub>10</sub> の排出量 .....	243
図 2.5-18	ベースラインと対策 (1) における SO <sub>2</sub> 排出量分布図の比較 .....	244
図 2.5-19	ベースラインと対策 (1) における PM <sub>10</sub> 排出量分布図の比較 .....	245
図 2.5-20	ベースラインと対策 (1) における SO <sub>2</sub> 濃度分布図の比較 .....	246
図 2.5-21	ベースラインと対策 (1) における PM <sub>10</sub> 濃度分布図の比較 .....	247

図 2.5-22	ベースラインと対策（２）における PM <sub>10</sub> の排出量.....	250
図 2.5-23	ベースラインと対策（２）における PM <sub>10</sub> 排出量分布図の比較.....	251
図 2.5-24	ベースラインと対策（２）における PM <sub>10</sub> 濃度分布図の比較.....	252
図 2.5-25	対策（３）におけるゲルストーブから HOB への代替地域（Chingeltei 区北部） .....	254
図 2.5-26	ベースラインと対策（３）における SO <sub>2</sub> 及び PM <sub>10</sub> の排出量.....	256
図 2.5-27	ベースラインと対策（３）における SO <sub>2</sub> 排出量分布図の比較.....	257
図 2.5-28	ベースラインと対策（３）における PM <sub>10</sub> 排出量分布図の比較.....	258
図 2.5-29	ベースラインと対策（３）における SO <sub>2</sub> 濃度分布図の比較.....	259
図 2.5-30	ベースラインと対策（３）における PM <sub>10</sub> 濃度分布図の比較.....	260
図 2.5-31	ベースラインと対策（４）における PM <sub>10</sub> の排出量及び排出削減率.....	263
図 2.5-32	ベースラインと対策（４）における PM <sub>10</sub> 濃度分布図の比較.....	264
図 2.5-33	防風柵の設置例 .....	267
図 2.5-34	ベースラインと対策（５）における PM <sub>10</sub> の排出量及び排出削減率.....	268
図 2.5-35	ベースラインと対策（５）における PM <sub>10</sub> 濃度分布図の比較.....	269
図 2.5-36	ベースラインと対策（１ １）における PM <sub>10</sub> の排出量.....	272
図 2.5-37	ベースラインと対策（１ １）における PM <sub>10</sub> 排出量分布図の比較.....	273
図 2.5-38	ベースラインと対策（１ １）における PM <sub>10</sub> 濃度分布図の比較.....	274
図 2.5-39	PM <sub>10</sub> 削減量と対策費の関係 .....	277
図 2.5-40	大気汚染対策策定・実施サイクルフロー図.....	282
図 2.6-1	固定発生源インベントリ技能レベル推移.....	283
図 2.6-2	移動発生源インベントリ技能レベル推移.....	284
図 2.6-3	その他発生源インベントリ技能レベル推移.....	285
図 2.6-4	シミュレーションモデル技能レベル推移.....	286
図 2.6-5	大気固定発生源測定 技能レベル推移.....	286
図 3.1-1	活動実施スケジュール .....	298
図 3.3-1	JICA 専門家の派遣 .....	301

## 表目次

表 1.1-1	プロジェクトの枠組み .....	2
表 1.1-2	図 1.1-1 中のセミナー・ワークショップ等の名称 .....	3
表 1.1-3	プロジェクト活動と発生源種類 .....	9
表 1.2-1	プロジェクト成果一覧 .....	13
表 1.4-1	合同調整委員会（JCC）会合の開催記録.....	18
表 1.5-1	報告書提出記録.....	19

表 1.6-1	技術ガイドライン一覧 .....	20
表 2.1-1	研修内容と日程 .....	23
表 2.1-2	研修概要 .....	26
表 2.1-3	研修プログラム .....	27
表 2.1-4	研修概要：移動発生源インベントリに関する研修（第3年次） .....	29
表 2.1-5	研修概要：移動発生源インベントリに関する研修（第3年次、追加） .....	29
表 2.1-6	研修概要 .....	30
表 2.1-7	発生源インベントリの枠組み .....	31
表 2.1-8	2010年インベントリの更新方法 .....	32
表 2.1-9	2011年インベントリの作成方法 .....	33
表 2.1-10	発生源種類別活動量及び排出係数 .....	34
表 2.1-11	発生源別排出量推計方法、活動量、排出係数及び発生源種類・配分指標 .....	36
表 2.1-12	火力発電所排出インベントリに必要な項目 .....	38
表 2.1-13	火力発電所の稼働パターンの計算例 .....	38
表 2.1-14	HOB 排出インベントリに必要な項目 .....	39
表 2.1-15	代表的なボイラの排出係数 .....	40
表 2.1-16	CFWH 排出インベントリに必要な項目 .....	40
表 2.1-17	CFWH のホロー別排出量の更新 .....	41
表 2.1-18	CFWH 排出インベントリの更新 .....	41
表 2.1-19	CFWH の稼働パターン計算表 .....	42
表 2.1-20	ゲルストーブ排出インベントリに必要な項目 .....	43
表 2.1-21	ホロー別排出インベントリの計算 .....	44
表 2.1-22	ゲルストーブの稼働パターン .....	44
表 2.1-23	発生源別排出量推計方法、活動量、排出係数及び発生源種類・配分指標 .....	45
表 2.1-24	発生源別排出量推計方法、活動量、排出係数及び発生源種類・配分指標 .....	50
表 2.1-25	発電所の灰埋立地の灰飛散インベントリに必要な項目と計算例 .....	52
表 2.1-26	発生源別排出量（専門家判断ケース） .....	54
表 2.1-27	シミュレーション基本条件 .....	57
表 2.1-28	発生源別の排出高さ .....	64
表 2.1-29	発生源別時間変化 .....	65
表 2.1-30	大気環境測定局及び HOB 最高濃度地点における発生源別計算濃度（2010年） .....	76
表 2.1-31	環境基準とシミュレーションの比較結果（2010年） .....	85
表 2.2-1	排ガス測定 研修の進捗 .....	88
表 2.2-2	測定機材ごとの学習分野 .....	89
表 2.2-3	補完学習項目 .....	89
表 2.2-4	排ガス測定ガイドライン .....	89

表 2.2-5	排ガス測定技術マニュアル	90
表 2.2-6	排ガス測定 研修生リスト	90
表 2.2-7	本邦研修内容	91
表 2.2-8	現地研修内容 1	91
表 2.2-9	現地研修内容 2	92
表 2.2-10	現地研修内容 3	93
表 2.2-11	排ガス測定研修の項目と進捗度	94
表 2.2-12	C/P の研修参加度（前回 2011 年 10 月まで）	95
表 2.2-13	現地研修内容 4	95
表 2.2-14	C/P の研修参加度（2011 年 11 月～2012 年 2 月）	96
表 2.2-15	現地研修内容 5	97
表 2.2-16	排ガス測定実績（通算）	98
表 2.2-17	1 年次排ガス測定 MNS 排出基準値に対する超過割合	99
表 2.2-18	2 年次排ガス測定 MNS 排出基準値に対する超過割合	99
表 2.2-19	3 年次排ガス測定 MNS 排出基準値に対する超過割合	100
表 2.2-20	1 年次 排ガス測定結果概要（HOB）	101
表 2.2-21	1 年次 排ガス測定結果概要（火力発電所）	102
表 2.2-22	2 年次 排ガス測定結果概要（HOB）	103
表 2.2-23	2 年次 排ガス測定結果概要（第 3 火力発電所）	104
表 2.2-24	2 年次 排ガス測定結果概要（ゲルストーブ、壁ストーブ）	104
表 2.2-25	3 年次 排ガス測定結果概要（ゲルストーブ）	105
表 2.2-26	3 年次 排ガス測定結果概要（HOB）	105
表 2.2-27	各期比較（機材・用法、計算法） ガス状物質	108
表 2.2-28	各期比較（機材・用法、計算法） ダスト	109
表 2.2-29	作成した排ガス測定ガイドライン	112
表 2.2-30	作成した排ガス測定技術マニュアル	113
表 2.2-31	改善可能性のあるポイント（火力発電所）	114
表 2.2-32	改善可能性のあるポイント（HOB）	115
表 2.2-33	改善可能性のあるポイント（ゲルストーブ）	115
表 2.2-34	MNS 記載の測定手順を適用できないケース	115
表 2.2-35	測定手順に関する改訂案	116
表 2.3-1	ボイラ登録制度セミナーのプログラム	118
表 2.3-2	ボイラ登録制度と大気法	121
表 2.3-3	大気法の罰金	122
表 2.3-4	ボイラ届出項目	126
表 2.3-5	ボイラ登録ワークショップのプログラム	127

表 2.3-6	成果 3 の技術移転活動.....	129
表 2.3-7	区別のボイラ施設数とボイラ台数 .....	132
表 2.3-8	ボイラ設置施設の分類 .....	133
表 2.3-9	代表的なボイラ形式 .....	134
表 2.3-10	定格容量別ボイラ基数 .....	135
表 2.3-11	煙突高さ .....	136
表 2.4-1	MUHT ボイラの仕様.....	149
表 2.4-2	アンケートの集計結果 .....	153
表 2.4-3	微粉炭燃焼と流動床燃焼ボイラで排ガス測定結果.....	157
表 2.4-4	第 3 発電所のボイラの改造実績 .....	158
表 2.4-5	第 3 発電所 No.7 ボイラ熱バランス .....	161
表 2.4-6	鉄道工場 HOB 熱バランス .....	162
表 2.4-7	調査対象 HOB.....	163
表 2.4-8	サイクロンによるダスト捕集率 .....	163
表 2.4-9	サイクロン集塵捕集率 .....	166
表 2.4-10	空気比改善の効果 .....	167
表 2.4-11	ボイラ対策メニュー（案） .....	169
表 2.4-12	優良 HOB の判定基準（案） .....	173
表 2.4-13	省エネルギーに関する講義のアンケート結果.....	177
表 2.4-14	モンゴル側への供与省エネ診断用計測機器類.....	178
表 2.4-15	アンケート調査票 .....	179
表 2.4-16	アンケート調査結果 .....	180
表 2.4-17	簡易省エネルギー診断結果 .....	181
表 2.4-18	モンゴル国の省エネルギーセンター .....	183
表 2.4-19	第 1 年次における詳細省エネルギー診断の実施内容.....	184
表 2.4-20	第 1 年次における省エネルギー診断結果.....	184
表 2.4-21	第 2 年次における省エネルギー診断の実施内容.....	186
表 2.4-22	第 2 年次における省エネルギー診断結果.....	187
表 2.4-23	第 3 年次における詳細省エネルギー診断の実施内容.....	188
表 2.4-24	3 年次の詳細省エネルギー診断結果.....	188
表 2.4-25	省エネルギー診断による提案項目の実施による省エネルギーのポテンシャル.....	189
表 2.4-26	大気汚染対策に関する診断内容（火力、HOB） .....	191
表 2.4-27	省エネルギーに関する診断内容（工場、火力） .....	192
表 2.5-1	会合、セミナー・ワークショップ及び研修.....	194
表 2.5-2	研修生（第 1 年次） .....	197
表 2.5-3	研修日程（第 1 年次） .....	199

表 2.5-4	研修生（第2年次）	203
表 2.5-5	研修日程（第2年次）	204
表 2.5-6	研修生（第3年次）	207
表 2.5-7	研修日程（第3年次）	208
表 2.5-8	合同評価者（中間レビュー）	211
表 2.5-9	合同評価者（終了時評価）	215
表 2.5-10	ドナー・モンゴル側機関合同会合への参加状況	219
表 2.5-11	JICA と他ドナー機関・モンゴル側機関の活動	227
表 2.5-12	プロジェクト活動紹介セミナーの担当者	229
表 2.5-13	ニュースレターのタイトル	231
表 2.5-14	総括セミナー発表者	236
表 2.5-15	検討した大気汚染対策案	240
表 2.5-16	ベースライン及び対策ケースの設定概要	242
表 2.5-17	ベースライン及び対策（1）でのシミュレーションにおける最大着地濃度	248
表 2.5-18	ベースライン及び対策ケースの設定概要	249
表 2.5-19	ベースライン及び対策（2）でのシミュレーションにおける最大着地濃度	253
表 2.5-20	ベースライン及び対策ケースの設定概要	255
表 2.5-21	ベースライン及び対策（3）でのシミュレーションにおける最大着地濃度	261
表 2.5-22	ベースライン及び対策ケースの設定概要	262
表 2.5-23	ベースライン及び対策（3）でのシミュレーションにおける最大濃度	265
表 2.5-24	ベースライン及び対策ケースの設定概要	266
表 2.5-25	ベースライン及び対策（5）でのシミュレーションにおける最大濃度	270
表 2.5-26	ベースライン及び対策ケースの設定概要	271
表 2.5-27	ベースライン及び対策（11）でのシミュレーションにおける最大着地濃度	275
表 2.5-28	対策案別費用対効果	276
表 2.5-29	ボイラ登録管理制度構築に係る活動	278
表 2.5-30	発生源インベントリ作成・シミュレーション実施に係る体制構築のための活動	279
表 2.6-1	発電用ボイラ関係 技能レベル推移	289
表 2.6-2	HOB 関係 技能レベル推移	289
表 3.2-1	モンゴル側プロジェクト関係者	299
表 3.3-1	専門家派遣実績	302
表 3.4-1	第1年次“排ガス測定”研修	305
表 3.4-2	第1年次“環境行政”研修	305
表 3.4-3	第2年次“大気汚染行政”研修	306
表 3.4-4	第3年次“大気汚染行政”研修	306
表 3.5-1	供与機材実績	308

表 3.6-1 現地業務費実績 ..... 318

## 略語表

略語	日本語／英語
ADB	アジア開発銀行 Asian Development Bank
AERMOD	－ (Name of air quality dispersion model)
AMHIB	－ Ulaanbaatar Air Monitoring and Health Impact Baseline
AP 42	－ Compilation of Air Pollutant Emission Factors
AQDCC	大気質庁 Air Quality Department of the Capital City
ASM	国家基準・測量庁 Agency for Standardization and Metrology
BEEC	建物エネルギー効率センター Building Energy Efficiency Center
BRMS	ボイラ登録管理制度 及び ボイラ登録制度 Boiler Registration and Management System
CA	キャパシティ・アセスメント Capacity Assessment
CAF	きれいな空気基金 Clean Air Fund
CD	キャパシティ・ディベロップメント Capacity Development
CFWH	小型石炭焚き温水ヒーター Coal Fired Water Heater
CLEM	環境・度量衡中央ラボラトリー Central Laboratory of Environment and Metrology
C/P	カウンターパート Counterpart
C/P-WG	カウンターパート・ワーキンググループ Counterpart Working Group
CO	一酸化炭素 Carbon monoxide
COPERT	－ Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport (Name of road emission calculation programme)
CORINAIR	－ Core Inventory of Air Emissions (Name of air emission inventory guidebook)
EBRD	欧州復興開発銀行 The European Bank for Reconstruction and Development

ECC	エネルギー調整委員会 Energy Coordination Committee
EFDUC	エンジニアリング施設庁 Engineering Facilities Department of the Ulaanbaatar City
EIC	— Education, Information and Communication
EPWMD	環境保護・廃棄物管理局 Environment Pollution and Waste Management Department
GIS	— Geographic Information System
GM	— General Manager
GOJ	日本国政府 The Government of Japan
GOM	モンゴル国政府 The Government of Mongolia
GIZ	ドイツ国際協力公社 Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
HOB	地域暖房用ボイラ Heat Only Boiler
HSUD	公共供熱公社 Heating Stoves Utilization Department
IACC	ウランバートル市監査庁 Inspection Agency of the Capital City
IHM	水文気象研究所 Institute of Hydrology and Meteorology
ISO	— International Organization for Standardization
JCC	(ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト) 合同調整委員会 Joint Coordinating Committee
JICA	独立行政法人 国際協力機構 Japan International Cooperation Agency
JIS	日本工業規格 Japanese Industrial Standards
MCA	— Millennium Challenge Account
MNET	自然環境・観光省 Ministry of Nature, Environment and Tourism
MNS	モンゴル国国家基準 Mongolian National Standard

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  
プロジェクト事業完了報告書

MMRE	鉱物資源エネルギー省 Ministry of Mineral Resources and Energy
MUB	ウランバートル市 The Municipality of Ulaanbaatar
MUST	モンゴル科学技術大学 Mongolian University of Science and Technology
NAMEM	国家気象、環境モニタリング庁 National Agency for Meteorology and Environment Monitoring
NCAPR	国家大気汚染低減委員会 National Committee for Air Pollution Reduction
NAQO	国家大気質局 National Air Quality Office
NCC	国家大気質調整委員会 The National Committee on Coordination Management and Policy on Air Pollution
NGRAPs	国家発生源総合登録 National Comprehensive Registration on Air Pollutant Source
NIA	国家監査庁 National Inspection Agency
NO <sub>2</sub>	二酸化窒素 Nitrogen dioxide
NO <sub>x</sub>	窒素酸化物 Nitrogen oxides
NSC	国家統計委員会 National Statistics Committee
NUM	モンゴル国立大学 National University of Mongolia
OJT	— On the Job Training
O <sub>2</sub>	酸素 Oxygen
PAM	石油庁 Petroleum Authority of Mongolia
PATA	— Policy and Advisory Technical Assistance
PCM	プロジェクト・サイクル・マネジメント Project Cycle Management
PDM	プロジェクト・デザイン・マトリックス Project Design Matrix
PMU	プロジェクト・マネジメント・ユニット Project Management Unit
PM <sub>10</sub>	—

	(Particulate Matter with a diameter of 10 micrometers or less)
PM <sub>2.5</sub>	— (Particulate Matter with a diameter of 2.5 micrometers or less)
PO	プロジェクト実施計画 Plan of the Operation
PTDCC	ウランバートル市公共交通局 Public Transportation Department of the Capital City
RDCC	ウランバートル市道路局 Road Department of the Capital City
R/D	討議議事録 Record of Discussions
SO <sub>2</sub>	二酸化硫黄 Sulfur dioxides
SO <sub>x</sub>	硫黄酸化物 Sulfur oxides
TSL	ツーステップローン Two Step Loan
TSP	全浮遊粉じん Total Suspended Particle
TPD	交通警察局 Traffic Police Department
UB	ウランバートル Ulaanbaatar
UBCAP	Ulaanbaatar Clean Air Project
UDPDMOCC	ウランバートル市都市開発政策局 Urban Development Policy Department of the Mayor's Office of Capital City
UNDP	国連開発計画 United Nations Development Programme
USD	アメリカドル United States Dollar
USEPA	米国環境保護庁 United States Environmental Protection Agency
WB	世界銀行 The World Bank



## 1 プロジェクトの概要

### 1.1 プロジェクトの背景・概要・実施方針

#### 1.1.1 プロジェクトの背景

モンゴル国（以下、モ国）のウランバートル市は急激な人口や自動車交通量の増加に伴って大気汚染問題が顕在化しており、現在、最も問題となっているのは浮遊粒子状物質（ダスト、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>）であるというのが市民やドナーの共通認識である。

その原因は、3ヶ所の石炭火力発電所、180以上のHOB（Heat Only Boiler）、1000以上のより小型のCFWH（Coal Fired Water Heater）、13万世帯以上にあるゲルストーブ、壁ストーブにおける石炭燃焼であり、特に冬季における大気汚染は甚大なものがある。

一方で、同国は非常に石炭資源に恵まれていることもあり、短期的には石炭資源に頼らざるを得ないという状況もある。さらに、この石炭は水分や灰分が多く、煤じんを発生しやすいという特徴を持っている。

このような状況下で、世界銀行を始めとするドナーコミュニティもゲルストーブへの対策を中心とする援助を行ってきた。また、ウランバートル市政府は2006年に自然環境保護局の下に大気質課を設立し、2009年2月には大気質庁（Air Quality Department of Capital City）に格上げするなどの対応を進めているが、設立間もない同庁のスタッフは未だ知識・経験が不足している状況にあった。

モ国政府が2007年に本技術協力の実施を日本政府に要請したことを受けて、2008年4月にプロジェクト形成調査が、同年12月に第一次詳細計画策定調査がJICAにより実施され、協力の大枠が合意された。

その後、2009年3月から5月にかけて実施された第2次詳細計画実施調査では、排ガス測定を含む発生源インベントリ予備調査が実施され、火力発電所、HOB等の大中規模発生源がウランバートル市内の大気汚染に影響を与えており、排出規制の徹底が大気質改善への効果を持つとの見通しが示された。

最終的に2009年8月の第3次詳細計画策定調査において、技術協力内容やカウンターパート・ワーキンググループの設置等について合意に達し、同年12月にR/Dの署名・交換を行い、2010年3月にプロジェクトを開始した。

#### 1.1.2 プロジェクトの活動

表 1.1-1 にプロジェクトの枠組みを、図 1.1-1 にプロジェクトの経過を示す。

表 1.1-1 プロジェクトの枠組み

タイトル	ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト
対象地域	ウランバートル市（中心6区）
実施期間	2010年3月～2013年3月（3年間）
カウンターパート	ウランバートル市大気質庁
関係省庁	エネルギー省（旧鉱物資源エネルギー省）、自然環境・グリーン開発省（旧自然環境・観光省）、大蔵省
カウンターパート・ワーキンググループ	エネルギー省（旧鉱物資源エネルギー省）、自然環境・グリーン開発省（旧自然環境・観光省）、建設都市開発省（旧道路交通建設都市開発省）、国家気象、環境モニタリング庁（NAMEM）、国家大気質局（NAQO）、環境・度量衡中央ラボラトリー（CLEM）、国家監査庁、ウランバートル市エンジニアリング施設庁、ウランバートル市監査庁、ウランバートル市公共供熱公社、ウランバートル市都市開発計画局、ウランバートル市環境保護・廃棄物管理局、交通警察局、ウランバートル市公共交通局、ウランバートル市道路局、石油庁、第2火力発電所、第3火力発電所、第4火力発電所、モンゴル国立大学、モンゴル科学技術大学
上位目標 <sup>※)</sup>	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。
プロジェクト目標 <sup>※)</sup>	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。
成果 <sup>※)</sup>	<p>成果1：ウランバートル市大気質庁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。</p> <p>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。</p> <p>成果3：関係機関と協力しつつ、大気質庁の排出規制能力が強化される。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>

※) JICA 技術協力プロジェクトではプロジェクト終了時迄に達成することを目指すプロジェクト目標とプロジェクト終了後3～5年後に達成されるであろう上位目標を設定する。また、各成果を達成することによってプロジェクト目標が達成される様にプロジェクトが設計されている。

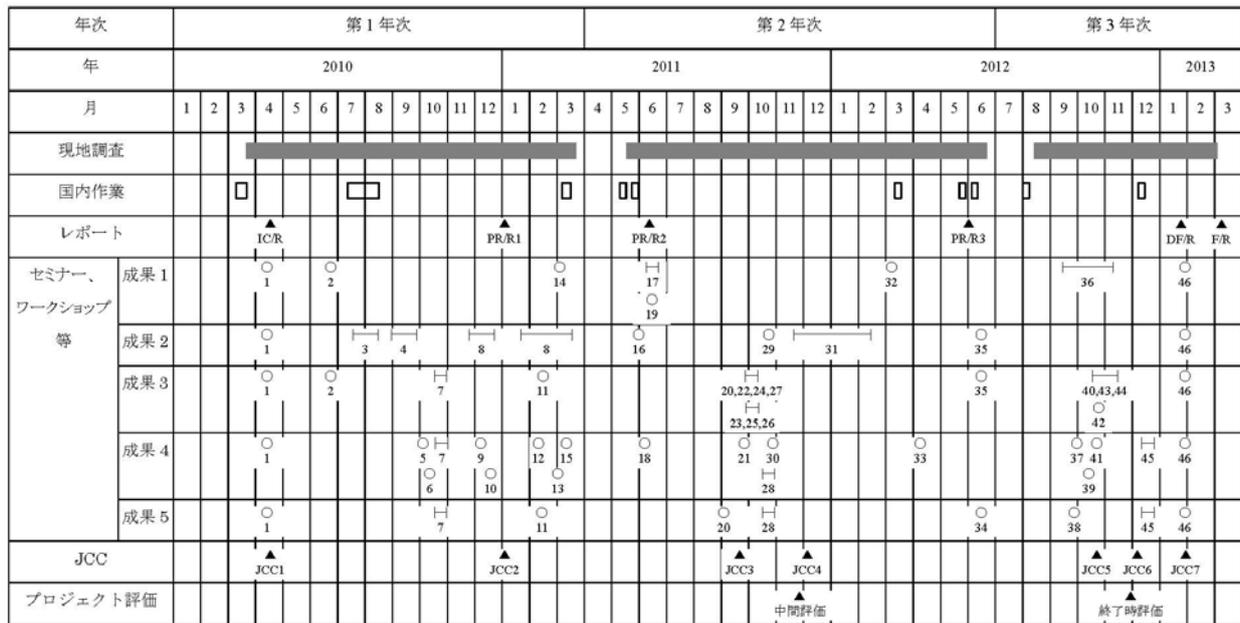


図 1.1-1 プロジェクトの経過

表 1.1-2 図 1.1-1 中のセミナー・ワークショップ等の名称

	セミナー・ワークショップ・研修名	関連する成果
1	インセプション・レポートに係るワークショップ	成果 1~5
2	ボイラ登録・許認可制度及び発生源インベントリに関するワークショップ	成果 1, 3
3	本邦研修排ガス測定	成果 2
4	実測による排ガス測定機材の操作手順及び計算手順の学習	成果 2
5	大気汚染対策に関する講義	成果 4
6	省エネルギーに関する講義	成果 4
7	本邦研修環境行政（第1年次）	成果 3, 4, 5
8	排ガス測定実習（2010年~2011年冬期）	成果 2
9	ボイラ熱管理実習（発電所ボイラ）	成果 4
10	ボイラ熱管理実習（HOB）	成果 4
11	ボイラ登録制度セミナー	成果 3, 5
12	ボイラ性能管理に関する講習（発電所ボイラ）	成果 4
13	ボイラ性能管理に関する講習（HOB）	成果 4
14	発生源インベントリ・シミュレーションのワークショップ	成果 1
15	詳細省エネルギー診断実地研修（第1回目）	成果 4
16	湿式分析講習・実技訓練	成果 2
17	発生源インベントリ・シミュレーション研修	成果 1
18	詳細省エネルギー診断実地研修（第2回目）	成果 4
19	発生源インベントリ・シミュレーションのワークショップ	成果 1
20	ボイラ登録ワークショップ兼ボイラ登録制度説明会（第1回）	成果 3, 5
21	詳細省エネルギー診断実地研修（第3回目）	成果 4
22	ボイラ登録制度説明会（第2回）	成果 3
23	ボイラ運転員講習会（第1回）（2011年~2012年冬期）	成果 3
24	ボイラ登録制度説明会（第3回）	成果 3

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

プロジェクト事業完了報告書

25	ボイラ運転員講習会（第2回）（2011年～2012年冬期）（東部地域）	成果3
26	ボイラ運転員講習会（第3回）（2011年～2012年冬期）（西部地域）	成果3
27	ボイラ登録制度説明会（第4回）	成果3
28	本邦研修環境行政（第2年次）	成果4,5
29	湿式分析研修	成果2
30	省エネルギー診断ワークショップ	成果4
31	排ガス測定実習（2011年～2012年冬期）	成果2
32	JICA 地域別研修「都市における自動車公害対策」コース・フォローアップセミナー（セミナー発表）	成果1
33	HOBのグッド&バッド・プラクティスセミナー（第1回目）	成果4
34	プロジェクト活動紹介セミナー（第1回目）	成果5
35	HOB 排ガス測定と大気汚染予測シミュレーションに係るシンポジウム	成果1,2
36	発生源インベントリ・シミュレーション研修	成果1
37	省エネ診断機器の取扱に関するワークショップ	成果4
38	プロジェクト活動紹介セミナー（第2回目）	成果5
39	詳細省エネルギー診断実地研修（第4回目）	成果4
40	ボイラ運転員講習会（第1回）（2012年～2013年冬期）	成果3
41	HOBのグッド&バッド・プラクティスセミナー（第2回目）	成果4
42	ボイラ登録管理データベース研修	成果3
43	ボイラ運転員講習会（第2回）（2012年～2013年冬期）	成果3
44	ボイラ運転員講習会（第3回）（2012年～2013年冬期）	成果3
45	本邦研修環境行政（第3年次）（予定）	成果4,5
46	総括セミナー	成果1～5

各成果とプロジェクト目標の関係を図 1.1-2 に示す。

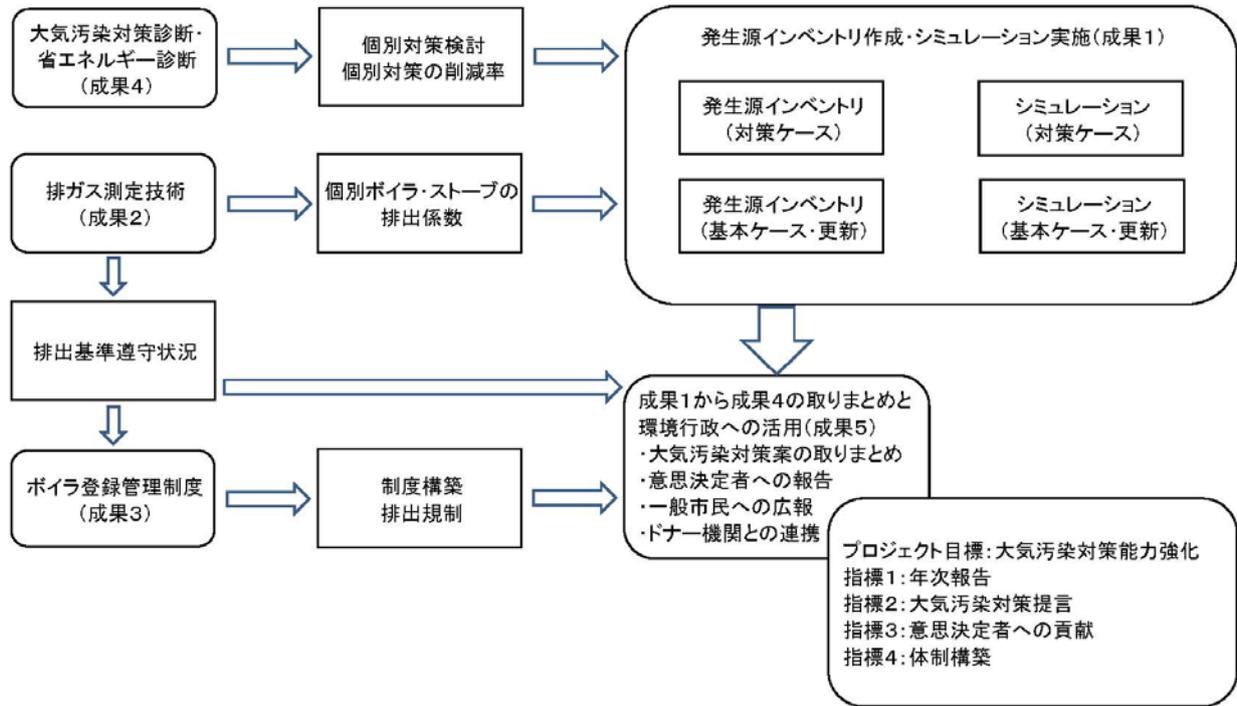


図 1.1-2 各成果とプロジェクト目標の関係

各成果を達成するために行う活動について以下で説明する。

#### 1.1.2.1 大気汚染発生源解析と大気環境評価能力の構築（成果 1）に係る活動

大気汚染発生源解析と大気環境評価能力の構築に係る活動は、固定発生源インベントリ、移動発生源インベントリ、その他面的発生源インベントリデータの作成・更新、シミュレーションモデルの構築・活用であった。

C/P 及び C/P-WG に対して発生源インベントリの更新、シミュレーションモデルの構築ができるように技術移転を行った。技術移転の対象者は、AQDCC、NAQO、NAMEM、CLEM のスタッフであった。

発生源インベントリについては、第 1 回の基準年インベントリとして 2010 年度版を作成した。プロジェクトで実施された排ガス測定結果、ボイラ登録データや情報収集結果を反映させた、2010 年度改訂版及び 2011 年度の更新版インベントリを作成した。技術移転では、C/P-WG のスタッフが発生源インベントリを更新しやすいように、発生源インベントリシステム及びマニュアルを作成した。

発生源インベントリ及びシミュレーションに関する 2 回の年次報告を行った。

発生源インベントリ及びシミュレーションモデルを用いて、各発生源対策のプライオリティの検討が開始できるまでになった。

#### 1.1.2.2 排ガス測定（成果 2）に係る活動

C/P 及び C/P-WG メンバが発電所ボイラや HOB の排ガス測定を実施できる様に技術移転を行った。技術移転の対象者はウランバートル市大気質庁、国家大気質局、環境・度量衡中央ラボラトリー、第 2 火力発電所、第 3 火力発電所及び第 4 火力発電所のスタッフであった。

研修項目は主に基礎理論、手動式・自動式機材の操作、湿式分析（SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>）、実地測定、データ整理・報告書作成及びガイドライン・マニュアル作成であった。

測定方法は国際標準化機構（ISO）と日本工業規格（JIS）の方法をベースとして、モンゴル国の気象条件や石炭焚きボイラの燃焼条件に合わせて改良した。また、測定方法に適した測定機材（2セット）を供与した。

排ガス測定結果はプロジェクト期間中に2回の年次報告に含まれた。

測定プロトコル、測定孔設置手順、湿式分析手順やボイラ排ガス測定手順のガイドラインを作成した。

ボイラの監査を行う予定であったが、大気質庁の権限や連携の問題で、2012年12月現在、監査は行われていなかった。

簡易測定法についても検討したが、特にダストの簡易測定法についてはプロジェクト期間中に、適当な方法が見つからなかった。

### 1.1.2.3 大気質庁の排出規制能力の強化（成果3）に係る活動

成果3に係る活動は、大気汚染発生源のうち固定発生源を登録・管理することであった。

固定発生源のうち、年間50～5,000トンの石炭を消費するHOBを対象とし、登録管理制度を構築した。管理能力の強化とは、排出状況を把握して基準を満たさないHOBに対し改善指導を行い、改善が見られない施設に対しボイラの利用に制限をかけることであった。

登録制度の設計にあたり、5項目からなるボイラ利用許可要件を定めた。これらのうち事業者による排ガス測定と排ガス基準の遵守は、排ガス測定の体制が整うまで保留とし、当面はA.毎年ボイラの情報を届け出ること、B.ボイラ運転員に運転講習を受講させること、C.排ガス測定や監査の受け入れに同意することを利用許可要件とした。次に初期データの取得を目的にボイラ訪問調査を行い、結果を分析して届出様式を作成した。

登録制度は事業者に新たな規制を課すことから、市長令の発令を目指した。また、国家統計委員会に統計調査の承認を得た。

許可要件の一つであるボイラ運転員講習会を開き、講習会受講者には受講証を発行した。排ガス測定を含む監査の受け入れに関する同意書についても、様式と一体化することで回収率の向上を図った。

ボイラ利用許可については、エネルギー法の規定が問題視されたため、次の大気法改定まで保留となった。代わりに排ガス基準を満たし、作業環境も優れたボイラ施設に対し、優良ボイラ認定が発行できないか検討したが、実施には至らなかった。

### 1.1.2.4 大気汚染発生源対策（成果4）に係る活動

大気汚染発生源対策に係る活動は、大気汚染対策と省エネルギー対策に関する技術移転と対策メニューの策定に分かれた。

研修項目として、大気汚染対策に関する講義、熱管理、ボイラの性能管理、省エネルギー技術及び省エネ診断用計測機器類の取り扱いに関する講義であった。HOBの運転管理に関する研修用ビデオを作成し、HOB事業者向けの講習会を行った。

大気汚染対策及び省エネルギーに関する供与機材については、実習により機材の使用方法を技術移転した。機材の有効活用を図るため、大気汚染対策及び省エネルギーのための測定機材の貸し出しに関する協定をAQDCCと科学技術大学の間で締結した。

大気汚染対策の活動としては、火力発電所と HOB に対して大気汚染対策診断を行い、16 件の対策メニューを提示した。工場に対する省エネ診断を行い、7 件の対策診断結果を提示した。提示した合計 23 件の診断結果に基づき、ボイラ対策メニュー案とボイラ優良判定基準案を作成した。

プロジェクト終了時まで大気汚染対策に係る約 20 件の議事録を作成した。

#### 1.1.2.5 環境行政（成果 5）に係る活動

環境行政に係る活動は、成果 1~4 を取りまとめて、大気汚染対策に係る提言を行うこと（プロジェクト目標 3）と、政策的、法的、組織体制の枠組みを整備すること（プロジェクト目標 4）に繋げる活動と、広報活動に分かれた。

成果 2 の排ガス測定結果、成果 4 の発生源対策検討結果や成果 1 のシミュレーション結果等を JCC 会合、C/P-WG 会合や環境行政本邦研修等で検討して、大気汚染対策提言を策定することを想定した。

組織体制枠組みの構築については、ボイラ登録管理制度の構築に関して市長令が発行されたことに基づき、中間レビュー時点で PDM に追加された指標であり、中間レビュー以降は大気汚染対策案に応じて関係機関の間で覚書を締結することを目指した。

広報活動は市民レベルへのものと意思決定者へのものがあり、市民レベルへの広報活動としては、パンフレット・ニュースレターの発行、新聞掲載やプロジェクト成果公開セミナーの開催等を行った。

意思決定者レベルへのアプローチとしては、プロジェクト開始時には NCC のラウンドテーブルでの発表を想定したが、NCC が開催されず、実際にはそれに代わる国家大気汚染低減委員会の開催する会合での発表を行った。

#### 1.1.3 プロジェクトの実施方針

プロジェクト実施するに当たって、以下の様な方針を立てた。

##### 1.1.3.1 キャパシティ・デベロップメントの重視

JICA の技術協力プロジェクトに共通の概念であるが、本プロジェクトではモンゴル側の人材・組織のキャパシティ・デベロップメントを重視した。

具体的に言えば、日本人専門家がモンゴル国で調査を行って結果を報告書としてモンゴル側に提出し、大気汚染対策案を提言するということが目的ではなく、モンゴル側の人材・組織が技術力を向上させ、自ら大気汚染対策検討を行える能力を身に付けることが目的である。

技術移転にはおいては初期段階で日本人専門家が実際に特定の技術を実施してみせ、モンゴル側スタッフを指導することはやむを得ないが、徐々にモンゴル側だけで実施できる様に技術移転を行った。また、モンゴル側の組織制度構築を支援した。

##### 1.1.3.2 発生源対策の重視

第 1 次詳細計画策定調査時に、プロジェクトの枠組が合意された通り、本プロジェクトは大気汚染対策のプロジェクトであるが、特に発生源対策に力点を置いており、大気環境モニタリングの実施等は含まれていなかった（図 1.1-3）。

技術協力プロジェクトであるので、C/P や C/P-WG メンバを含むウランバートル市の大気汚染対策能力の CD (Capacity Development) を目標とするが、その上で、可能な限り直接的な大気汚染対策に結び付くことが期待されていた。

### Proposed Focus of JICA Technical Cooperation Project for Air Pollution Reduction in UB City

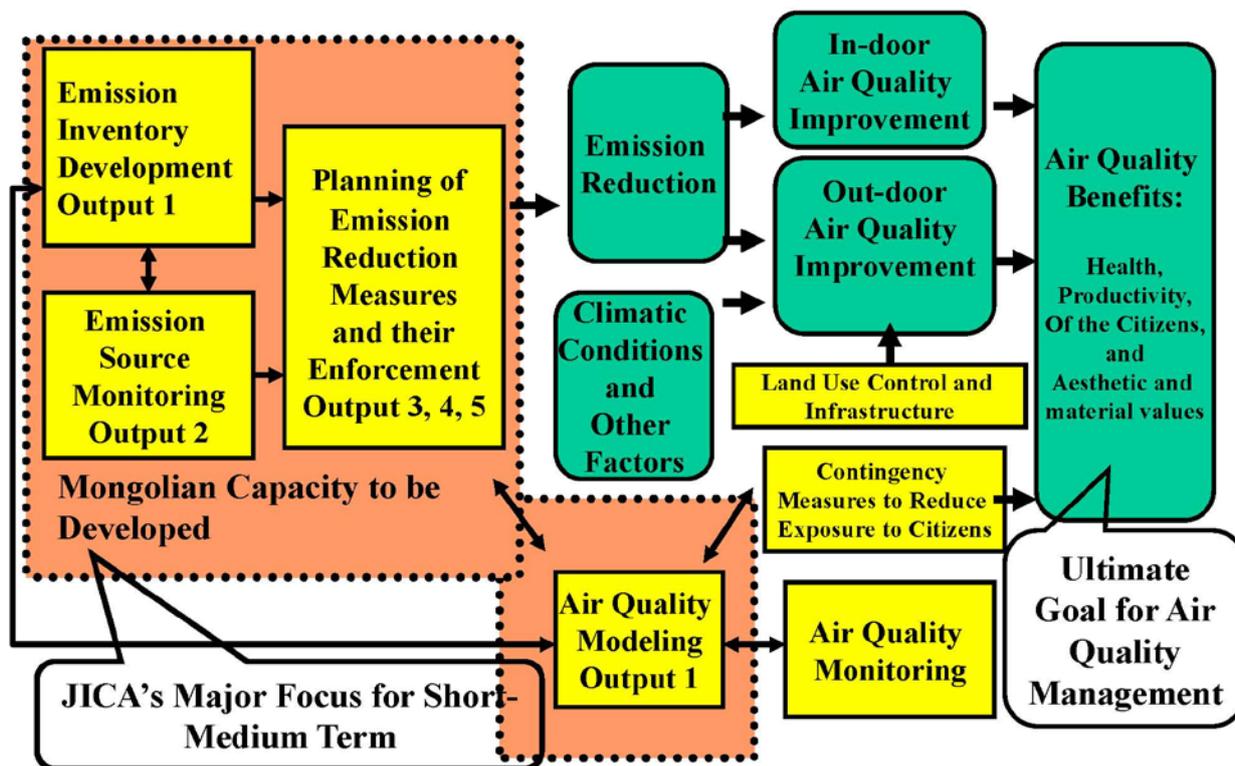


図 1.1-3 プロジェクトの重点分野

引用：第1次詳細計画策定調査報告書案の図を改変

#### 1.1.3.3 大中規模発生源の重視

本プロジェクトの各活動で対象とした発生源種類を表 1.1-3 に示す。発電所、工場、HOB 等の大中規模発生源については排ガス測定や対策検討の対象としたが、その他の発生源については既存調査結果等を参考として発生源インベントリを作成した。

表 1.1-3 プロジェクト活動と発生源種類

活動項目	発生源インベントリ作成とその活用 成果 1、2				規制能力と対策の奨励 成果 2、3				発生源対策 成果 4、5			指導、研修、EIC とド ナー間連携 成果 5		
	情報基 盤・統 計	発生源 推計	測定（排 出係数及 び活動 量）	シミュレ ーション	登録・許 可制度	排ガ ス測 定	監査試 行	ガイド ライン 及び MNS 改 善案	排出削 減対策 案の提 示*	制度面改 善及びト レーニン グ	指導	研修	EIC	情報発 信
発電所	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
工場	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
HOB	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
小型ボイラ	○	○	排出係数の 検討	○	実施可能性 の検討	少数ボ イラを 測定	—	策定可 能性の 検討	—	—	—	—	—	—
ゲルストーブ	○	○	排出係数の 検討	○	—	少数ス トーブ を測定	—	策定可 能性の 検討	—	—	—	—	—	—
移動発生源 (排気ガス、 走行巻き上げ 粉じん)	○	○	測定方法の 検討	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
巻き上げ等 ダスト	○	○	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
オープン バーニング	○	○	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
その他発生源	○	○	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

○:プロジェクト対象 -:プロジェクト対象外、\*: JICA もしくは他ドナーの資金協力との連携

本プロジェクトの優先的な対象は火力発電所や HOB であり、ゲルストープ等については排ガス測定方法の検討等、限定的な活動に止めることとした。

これは一つには、ゲルストープに関しては世界銀行等が既にかかなりの年月・予算を投じて対策を検討してきた経緯があること、そして、もう一つは少なくとも 10 万台以上もあるゲルストープを対象とすることは費用対効果の観点から有効性が低いのではないかと考えられることが、その理由であった。

費用対効果の観点から言えば、石炭使用量や汚染物質排出量の点で圧倒的に多い火力発電所をまず対象とすることが妥当である。また、AQDCC や C/P-WG のスタッフのマンパワーやウランバートル市がかなり広範囲に亘ることを考慮すると、200 台程度と推測されている HOB を直接、管理することが限界であるかもしれない。その次に小さい規模となる CFWH については既存調査でも 1000 台以上と推測されていた。

### 1.1.3.4 カウンターパート・ワーキンググループ (C/P-WG) の設置

本プロジェクトのもう一つの大きな特徴はカウンターパート・ワーキンググループ (C/P-WG) が設置された点である (図 1.1-4)。これは現在のモンゴル国における環境行政では権限が分割されていて、今回のカウンターパートであるウランバートル市大気質庁 (AQDCC) だけでは、プロジェクトの遂行、対策の実施が困難になる場面が想定されるからである。例えば、HOB に対する排ガス測定の実施に関しても、本来、AQDCC には立入や罰則の権限は無く、監査庁が権限を持っていた。

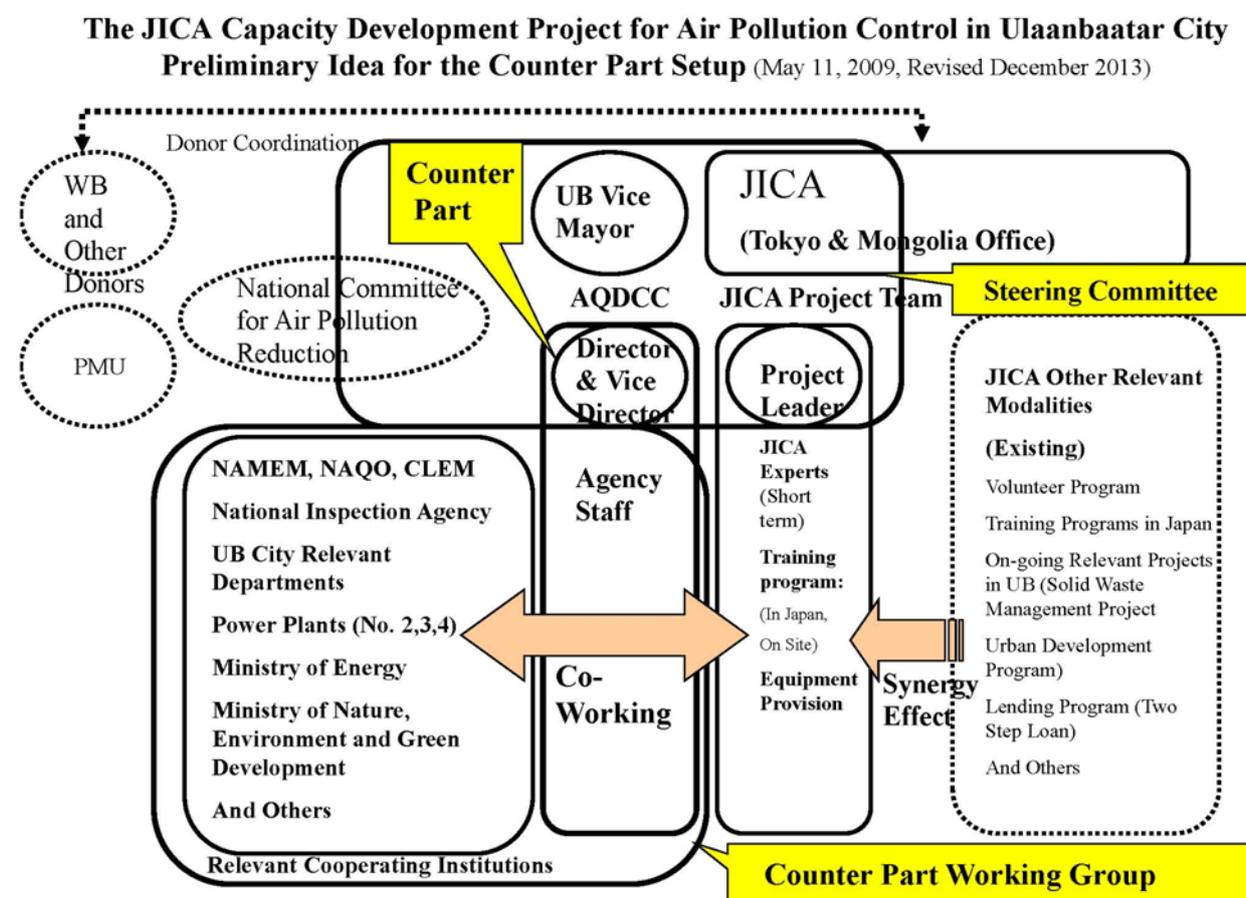


図 1.1-4 C/P-WG の概念図

引用：第 2 次詳細計画策定調査報告書案の図を改変

### 1.1.3.5 他ドナー・JICA の他プロジェクトの連携

ウランバートル市の大気汚染対策に関しては本プロジェクトに先行して世界銀行、EBRD、GIZ（旧 GTZ）等、多くのドナーが既にプロジェクトを実施してきた。

他ドナーとは常に連絡を取り、お互いのプロジェクトが重複せず、うまく連携していく様に配慮する必要がある。さらに、連携ということに関して付け加えるとすれば、主張すべき点は主張するという視点も必要である。

International Staff は常にモ国に居る訳ではないので、ローカルスタッフと頻繁にコンタクトを取り、必要に応じて、メール交換や TV 会議を行うことが有効であると考えた。

本プロジェクトの実施に当たっては、ウランバートル市で実施される都市計画や廃棄物等の JICA プロジェクトとの連携を積極的に行った。実際に、第 2 次詳細計画策定調査時の解析において、汚染物質濃度の暴露量を算定した際には、既存の都市計画プロジェクトで調査した人口分布データの提供を受け、それを活用した。

また、本プロジェクト中で提案する発生源対策案についても、可能な限り、JICA の環境プログラム無償資金や環境ツーステップローンの活用を検討し、より効果的に本プロジェクトの成果が活用される様に調整を図った。

プロジェクト終了時点での他ドナー・JICA の他プロジェクトとの連携を図 1.1-5 に示す。

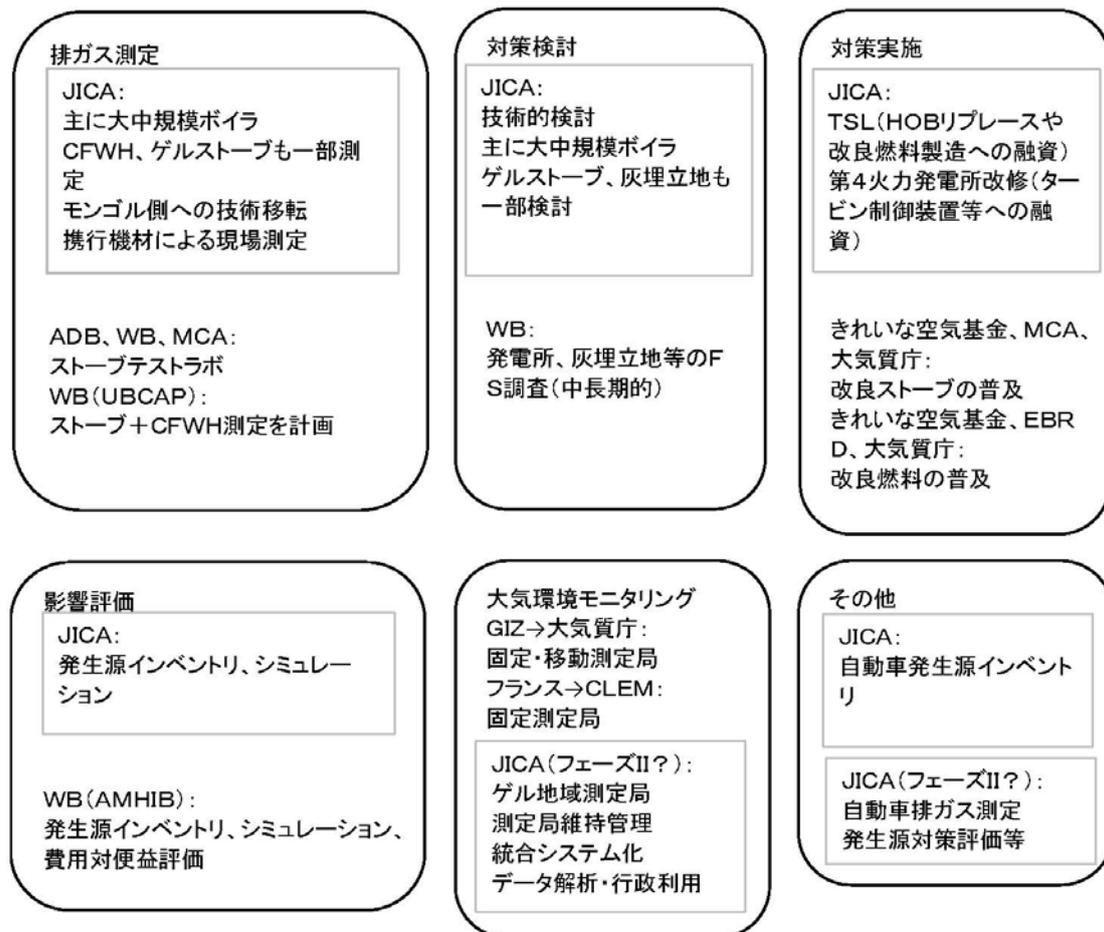


図 1.1-5 他ドナー・JICA の他プロジェクトとの連携

### 1.1.3.6 ウランバートル固有の条件への配慮

大気汚染対策の観点から見た時にウランバートルで特徴的な点の主なものは以下の通りであった。

- ①冬季の零下 30～40 度という厳しい気象条件
- ②現在の日本では経験に乏しい中型・小型の温水ボイラを対象とすること
- ③石炭に依存せざるを得ない経済・社会条件

極寒の気象条件はプロジェクト実施の当たっては、特に排ガス測定の実施可能性に大きく影響を与える。技術的提案では現時点で考え得る限りの対策を検討した。

日本では高度成長期の脱硫装置・脱硝装置といった高額投資に加えて、石炭から重油、天然ガスへの燃料転換が非常に有効な大気汚染対策であったが、モ国では石炭の採掘が容易で価格も安く、短期的にはそれを石油や天然ガスに代替するという選択肢が無い中で取り得る現実的な対策を検討した。

北海道の札幌市は冬季暖房のために多くの石炭をボイラ及び家庭の石炭ストーブで使用していた点で、ウランバートル市における大気汚染対策を検討する際の参考とした。結果的には、石油への燃料転換が進んだことが、ばいじん対策の最終的な解決に繋がったが、それ以前にも、ばい煙防止地区を設定したり、リングルマン濃度表による排出濃度規制を実施したり、高いビルからばいじん監視を行って黒煙を排出するボイラを指導したりという活動を行っていた。これらの活動もウランバートル市での規制手法の検討の際に参考とした。

### 1.1.3.7 PDM、合同調整委員会、中間レビュー・終了時評価

JICA の技術協力プロジェクトでは、PDM がプロジェクト形成時からプロジェクト立案／計画及びモニタリング／評価の基礎となり、プロジェクトの相手機関及び関係機関との合意形成のツールとしても活用される。PDM をプロジェクト運営に活用すると共に必要に応じて改訂した。

合同調整委員会（JCC）が設置されることは JICA の技術協力プロジェクトにおいては一般的なことであり、本プロジェクトの場合はウランバートル市産業・エコロジー担当副市長が議長を務めた。JCC は複数の関係機関から成る C/P-WG の活動を保証する役目を担うことが期待された。

中間レビューはプロジェクト期間の半ば、終了時評価はプロジェクト終了の約 6 ヶ月前に実施されることが一般的であり、その際には JICA 本部から評価調査団が派遣される。本プロジェクトでは R/D の際に、日本側評価者に加えて、モンゴル側評価者の協力を得て、合同評価を行うことが合意されていた。

### 1.1.3.8 本邦研修の活用

本プロジェクトではプロジェクト開始早々に、排ガス測定の研修生 8 名前後に対して、約 1 ヶ月間の本邦研修を行った。フィールドワークの研修を日本で行うことはあまり多くはないが、今回は、冬場のモンゴル国での排ガス測定が、技術的にかなり困難な条件下での測定になると予想されることから、条件の整った日本での排ガス測定研修で予め基礎知識・技術を習得させておくことを考えた。

加えて、3 年間のプロジェクト期間の各年次で環境行政に係る本邦研修を計 3 回実施した。この研修では、環境行政に係る各機関からの研修生が日本の各機関で講義を受け、見学を行うと共に、その時点で適切なモンゴル国における大気汚染管理に係る課題を 2 週間に亘って協議し、最後に発表した。

## 1.2 プロジェクトの成果一覧

表 1.2-1 にプロジェクトの成果一覧を示す。以下の各項目における「やや高い」といった評価は、終了時評価団によるものである。

表 1.2-1 プロジェクト成果一覧

要 約	指 標	プロジェクトの成果一覧 (2012年12月時点)
上位目標		
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	1. 150 から約 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。	
プロジェクト目標		
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。	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。	2012 年 6 月に 2010 年の発生源インベントリ、大気環境評価結果及び排ガス測定結果を含む第 1 回年次報告が公表され、2012 年 12 月に 2011 年についての第 2 回年次報告が公表された。以上のことから、達成度はやや高い。
	2. 大気質庁が、他の関係機関と協力して、UB 市副市長に対して、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。	大気汚染対策に係る 11 件の提言が専門家によってまとめられ、その中 3 件については大気質庁と C/P-WG の努力により、市議会で承認され、事業計画に盛り込まれた。残りの対策案について、今後、大気質庁が関係機関と協議・検討を行い、副市長等に上程する予定である。以上のことから達成度は高い。
	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全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。	大気汚染低減委員会が開催するドナー・モンゴル側機関合同会議において、大気質庁及び専門家は報告を行っており、2012 年 10 月には C/P がプロジェクト成果に基づくプレゼンテーションを行った。以上のことから達成度はやや高い。

	4. 市長令等の公的な施策・枠組みの発行、あるいは大気質庁と国レベル、市レベルの関連機関との組織間の協定文書が結ばれるなど、大気汚染対策を進めるための政策的、法的、組織体制的枠組みが整備される	ボイラ登録管理制度に関する市長令が 2011 年 8 月に発行され、大気汚染対策と省エネ診断のための測定機器使用に関する覚書が 2012 年 11 月に大気質庁とモンゴル科学技術大学との間で交わされた。今後、各機関の責任・役割・業務分担につき、覚書等により公式な組織間連携を進めることを検討中である。以上のことから達成度は中程度である。  指標 1 から 4 の達成度からプロジェクト目標の達成見込みはやや高い。
成果		
成果 1	ウランバートル市大気質庁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。	2012 年 11 月までに 2 回のデータベース更新が行われ、インベントリのマニュアルも作成された。シミュレーションモデルの構築が完了し、各発生源対策のプライオリティの検討が開始されおり、今後、大気質庁が関係機関と協議・検討した結果を副市長に上程する計画である。以上のことから達成度はやや高い。
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。	火力発電所のボイラ、HOB、ゲルストーブに対して計 201 回の排ガス測定が行われ、順調に技術移転が行われ、排ガス測定技術ガイドラインも作成された。今後、優良ボイラを認定して HP 上に公表することを検討中である。以上のことから達成度はやや高い。
成果 3	関連機関と協力しつつ、大気質庁の排出規制能力が強化される。	2011 年 8 月に市長令が発行され、2011 年よりボイラ登録管理制度が正式に実施されている。届出様式をまとめ、データベースを構築し、それに基づき発生源インベントリを作成した。ボイラ登録管理制度に係る説明会やボイラ運転員講習会を通して行政側と事業者の連携体制も構築されてきている。今後は、ボイラ登録管理制度の完全実施への道筋を明確化することが課題である。以上のことから達成度はやや高い。
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。	火力発電所と HOB に対して 16 件の対策メニューが提示され、7 工場に対しては省エネ診断の結果が報告された。HOB の運転・保守に係る教材も作成された。火力発電所、工場、HOB 事業者とボイラ測定孔の設置・燃焼改善など改善策の議論がされ、これまでに 10 件の議事録が取りまと

		められ、プロジェクト終了時迄に約 20 件の議事録を作成する予定である。以上のことから達成度はやや高い。
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。	大気汚染低減委員会が開催するドナー・モンゴル側機関合同会議で進捗が報告され、プロジェクト概要をまとめたニュースレターが発行され、大気質庁の HP へ年次報告が掲載され、啓発セミナーが開催された。一方、意思決定レベルや市民に対する情報発信については課題が残っている。以上のことから達成度はやや高い。

妥当性、有効性、効率性、インパクト及び持続性という評価 5 項目については、以下の様な評価であった。

(1) 妥当性	プロジェクトの目標は日本国のモンゴル国への援助方針や大気汚染対策に関するモンゴル国の政策とよく一致している。大気汚染対策のキャパシティ・デベロップメントのニーズに込えている点も適切である。日本の大気汚染対策技術や経験における優位性を活用したアプローチとなっている。プロジェクトの範囲も他ドナー機関のプロジェクトとの重複を避ける様に適切に設計されている。以上のことから妥当性は高い。
(2) 有効性	プロジェクトにおける技術移転によって、C/P と C/P-WG メンバの排ガス測定やそのデータ解析の能力が向上した。プロジェクトでは 11 件の大気汚染対策案を検討中であり、大気質庁と C/P-WG メンバの努力によって、その中 3 件が市議会で承認され、事業計画に掲載された。今後、大気質庁や関係機関が残りの対策案の実施可能性を検討する。総合的な大気汚染管理能力を高めるためには組織連携構築のためのよりいっそうの努力が求められる。以上のことから有効性はやや高い。
(3) 効率性	中間レビュー時点では主要な機材の到着遅れに直面して、そのことがプロジェクトの進捗に影響を与えたことが指摘されたが、その後、C/P と専門家は研修、OJT、セミナーやワークショップを継続的に行うことによって、影響を最小化するために努力した。政権交代はあったものの計画していた活動はほとんど実施された。3 回の本邦研修が既に行われ、12 月に予定されている本邦研修は C/P や C/P-WG メンバがプロジェクト活動を推し進めることを支援するように設計されている。ローカルスタッフは必要に応じて活用された。大気質庁の職員の異動は減り、増員された。投入は適切に期待される成果を生んだ。C/P-WG 機関の連携構築には想定していた以上の時間がかかった。以上のことから効率性はやや高い。
(4) インパクト	「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」という上位目標の達成見込みは中程度である。上位目標を達成するためには、C/P と関係する意思決定者が活動の質と量を満足できるレベルまで上げて、信頼性におけるデータや情報に基づく説得力のある提言を行う能力を高め、必要な法制度の策定や大気汚染対策の実施に貢献することが求められる。大気質庁と関係機関が継続的に能力を強化しさえすれば、上位目標は

	達成されるであろう。以上のことからインパクトはやや高い。
(5) 持続性	持続性はプロジェクト終了後にプロジェクトの効果が持続するかどうかを調べることである。モンゴル国の政策は大気汚染対策に向いているので、政策における持続性はやや高い。しかしながら、組織制度の面からは、C/P や C/P-WG 機関の間の連携は強化されるべきである。技術的な持続性に関しては、排ガス測定技術の持続性は高いものの、シミュレーションモデル、大気汚染対策検討、省エネ診断といった分野は、持続性を高めるために、さらに支援を要する。以上のことから持続性は中程度である。

最終的に、一連の評価による結論は以下の通りであった。

1. 活動は概ね計画通り実施されている。
2. プロジェクト目標の達成見込みは、やや高い。
3. 継続的に技術の指導や協力が必要とされる。
4. 以下の提言に対して対応がなされればプロジェクト目標と上位目標の達成見込みは向上する。

### 1.3 PDM の変遷

2009年12月21日のRDで署名されたPDM (Version1) は、2011年1月5日 (Version2) と2011年12月2日 (Version3) の2回、改訂された。

Version2 への改訂では、RDの時点で未定であった成果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。」のための活動の指標4.1の診断を行って対策案を提示する際の件数を「20件」に決めたものである。

Version3 への改訂では、プロジェクト目標に4番目の指標（「市長令等の公的な施策・枠組みの発行、あるいは大気質庁と国レベル、市レベルの関連機関との組織間の協定文書が結ばれるなど、大気汚染対策を進めるための政策的、法的、組織体制的枠組みが整備される」）を追加した。また、プロジェクト目標の指標3でプロジェクトによって得られた成果を報告するラウンドテーブル会合及びそれに相当する会合の「全ての」という形容詞を削除した。

PDM (Version1、Version2、Version3) を別添資料1.3-1に示す。

### 1.4 合同調整委員会会合の開催記録

プロジェクト期間中に7回の合同調整委員会 (JCC) 会合が開催された。その開催時期と主な内容を表1.4-1に示す。また、各会合のMMを別添資料1.4-1に示す。

第3回と第7回合同調整委員会会合で説明に用いた「自立発展性を担保するためのマトリックス」は、複数の関係機関から成るC/P-WGによって実施した本プロジェクトにおいて、成果・プロジェクト目標を達成し、プロジェクト終了後の各関係機関の連携を担保することを目的として導入された。全体は「1.プロジェクト成果別の自立発展性の要件の特定マトリックス」と「2.プロジェクト成果別のC/P-WGの関連機関の役割分担・連携あり方検討マトリックス」とに分かれる。

前者は各成果・プロジェクト目標を達成するためのステップを、技術移転対象人材の確保、技術移転、スキルの維持・活用の担保、機材・施設環境の整備・維持管理、情報ベースの整備・維持管理、QA/QC、組織内人材の確保、予算の確保、組織内体制構築、組織間連携構築、大気汚染対策意思決定と実施メカニズムの構築といった要因に分けて分析した。

後者は各成果・プロジェクト目標を達成するための各関係機関の役割分担を活動ベースで分析したものである。

第 3 回合同調整委員会時点で分析した「自立発展性を担保するためのマトリックス」を別添資料 1.4-2 に、第 7 回時点でのマトリックスを別添資料 1.4-3 に示す。

表 1.4-1 合同調整委員会 (JCC) 会合の開催記録

会合、セミナー・ワークショップ及び研修名	開催・実施時期	主な内容
第 1 回合同調整委員会会合	2010 年 4 月 15 日	インセプション・レポートについて説明・協議が行われた。C/P-WG のメンバ及び Participants のリストを承認された。加えて、直後に実施する予定になっていた排ガス測定の本邦研修の研修生の選定手順を詳細に決めた。
第 2 回合同調整委員会会合	2011 年 1 月 5 日	プロGRESS・レポート 1 が承認された。PDM の大気汚染対策検討ケース数が「20」に決められた。加えて、モンゴル側はシミュレーションに強い関心を示し、発電所等の対策検討に必要であることから排ガス測定結果の提供を求めた。
第 3 回合同調整委員会会合	2011 年 9 月 23 日	プロGRESS・レポート 2 が承認された。ボイラ登録管理制度の課題について協議が行われた。専門家は発電所との公害防止協定を推薦した。モンゴル側は HOB の集約化を提案し、専門家も同意した。JICA 国際協力専門員は第 2、第 3 火力発電所の存続・廃止についてモンゴル側が態度を明確にすべきであることを指摘した。 自立発展性を担保するためにマトリックスについて説明・協議が行われた。JCC 議長は詳細なマトリックスによる分析を賞賛し、モンゴル側関係者にその更新を奨励した。
第 4 回合同調整委員会会合	2011 年 12 月 2 日	中間レビュー結果の報告・承認が行われた。ボイラ登録管理制度の進捗が報告された。合同評価者からは他のドナーが取り組んでいなかった HOB の排ガス測定結果や科学的データが得られたことの重要性が指摘された。世銀のセミナーで発表する排ガス測定結果についてのプレゼンテーションを紹介したところ、エネルギー省のメンバからマスコミに公表すべきだとの意見が述べられた。
第 5 回合同調整委員会会合	2012 年 10 月 22 日	プロGRESS・レポート 3 が承認された。NAMEM のメンバから PM <sub>10</sub> のシミュレーション結果の測定結果との差異の原因についての質問があり、専門家が可能性について説明した。
第 6 回合同調整委員会会合	2012 年 12 月 7 日	終了時評価結果の報告・承認が行われた。大気汚染対策案の説明・協議が行われた。JICA 本部からの出席者は大気汚染対策案について C/P や C/P-WG で協議して、副市長

		や国家大気汚染低減委員会に上程してほしいとの要望が示された。加えて、モンゴル側からフェーズ II の要請書が提出されていることが告げられ、既に始まっている世銀のプロジェクトと相乗効果を生むように調整するつもりであることが述べられた。
第7回合同調整委員会会合	2013年2月	プロジェクト事業完了報告書案の説明・協議が行われ、コメントの締め切りが提示された。更に、プロジェクト終了に当たって、専門家が残された課題について取りまとめた。会合の最後に、運営指導のために来蒙していた国際協力専門員がプロジェクト及びそれを取り巻く状況について意見を述べた。

## 1.5 報告書提出記録

表 1.5-1 に報告書の提出・承認時期を示す。

表 1.5-1 報告書提出記録

報告書名	提出時期	承認時期
インセプション・レポート	2010年4月	2010年5月
プロGRESS・レポート 1	2010年12月	2011年1月 (第2回 JCC 会合)
プロGRESS・レポート 2	2011年6月	2011年9月 (第3回 JCC 会合)
プロGRESS・レポート 3	2012年6月	2012年10月 (第5回 JCC 会合)
ドラフト・ファイナル・レポート 技術マニュアル案	2013年1月	2013年2月
ファイナル・レポート 技術マニュアル	2013年3月	—

## 1.6 技術ガイドライン (マニュアル)

プロジェクトで作成した技術ガイドラインを表 1.6-1 に示す。本プロジェクトでは技術的内容の全体を説明する資料を「ガイドライン」と称し、操作手順書の類いを「マニュアル」と称する。

各ガイドラインは別冊として作成・配付した。

表 1.6-1 技術ガイドライン一覧

分野	ガイドライン名称・内容
排ガス測定	排ガス測定プロトコル： 排ガス測定原理、代表値の考え方、各パラメータの計算方法等の排ガス測定の基本的な方法論について説明している
	測定孔設置手順： ここで採用した排ガス測定を実施するために煙突・煙道に設置する必要がある測定孔の設置方法を説明している。設置のための図面を含む。
	排ガスの湿式採取・分析手順： 湿式法による大気汚染物質濃度測定のための試料採取方法と、採取した試料のラボラトリーでの分析方法を説明している。
	火力発電所の排ガス測定手順： 火力発電所において「排ガス測定プロトコル」に沿って測定を行う際の具体的な手順を説明している。
	HOB、ゲルストープの排ガス測定手順： HOB とゲルストープにおいて「排ガス測定プロトコル」に沿って測定を行う際の具体的な手順を説明している。
ボイラ登録管理	ボイラ登録管理制度ガイドライン： ボイラ登録管理制度の解説、ボイラ届出様式の内容やボイラ登録管理データベースの機能について説明している。
発生源インベントリ	発生源インベントリ作成・更新ガイドライン： 発生源インベントリの概念からウランバートル市における発生源インベントリの具体的な内容や大気汚染物質排出量推計方法について説明している。
シミュレーション	シミュレーション実施・更新ガイドライン： シミュレーションモデルの構成・機能について説明すると共に、ウランバートル市におけるシミュレーション結果を紹介している。

## 2 活動の概要

### 2.1 大気汚染発生源解析と大気環境評価能力の構築（成果 1）

#### 2.1.1 成果 1 に係る技術移転（セミナー、ワークショップ等を含む）

##### 2.1.1.1 ボイラ登録・許認可制度及び発生源インベントリに関するワークショップ（2010 年 6 月 25 日）

日本とモンゴルにおけるボイラ登録・許認可制度及び発生源インベントリに関するワークショップを実施した。モンゴル側は、発生源インベントリとボイラ登録制度について、相互の関係が明確に区別できていなかった。ワークショップ以降の技術移転では、その点に念頭をおいた理解の支援に繋がった。

2010 年 6 月 25 日に開かれたワークショップの資料を別添資料 2.1-1 に示す。

日時：2010 年 6 月 25 日（金） 10:00～14:05

場所：Puma Imperial Hotel

#### 1. オープニング

10:00-10:05 Openings by Chultemsuren BATSAIKHAN, AQDCC

#### 2. ボイラ登録と許可制度

10:05-10:25 Presentation on boiler registration system in Japan by Mr. Masanori EBIHARA (Boiler Technology for Air Pollution Control 2)

10:25-10:45 Presentation on boiler registration in Mongolia Mr. Ts. MUNKHBAT (Ministry of Nature, Environment and Tourism, Office of Environmental Pollution)

10:45-11:45 Discussions on Boiler Registration and Permission System

11:45-12:00 Coffee Break

#### 3. 発生源インベントリ

12:00-12:20 Presentation on stationary source inventory in Japan by Mr. Toru TABATA (Stationary Source Inventory / Simulation 1)

12:20-12:40 Presentation on mobile source inventory in Japan by Mr. Hiroyuki MAEDA (Mobile Source Inventory)

12:40-13:00 Presentation on emission source inventory in Mongolia by Ms. Sarangerel ENKHMAA (National Agency for Meteorology and Environment Monitoring)

13:00-14:00 Discussions on emission source inventory

14:00-14:05 Closing Remarks by Mr. Akeo FUKAYAMA, Leader of JICA Expert Team

### 2.1.1.2 発生源インベントリ及びシミュレーションに関するワークショップ（2011年3月4日）

発生源インベントリ及びシミュレーションに関するワークショップを行った。ワークショップでは、2011年2月末時点でのウランバートル市の固定発生源、移動発生源、その他面的発生源、シミュレーション結果について発表し、関係機関と情報共有・意見交換を図った。

2011年3月4日に開かれたワークショップの資料を別添資料 2.1-2 に示す。

日時 : 2011年3月4日（金） 10:00-13:00

場所 : モンゴル日本センター

#### プログラム

10:00～10:05 開会の挨拶（大気質庁）

10:05～10:25 発生源インベントリとは？（田畑）

10:25～10:55 固定発生源インベントリについて（田畑）

10:55～11:20 移動発生源、その他発生源インベントリ、大気汚染物質合計排出量について（前田）

11:20～11:35 シミュレーション結果について（田畑）

11:35～11:50 コーヒーブレイク

11:50～12:50 発生源インベントリ及びシミュレーションに関する協議

12:50～12:55 総括

12:55～13:00 閉会の挨拶

### 2.1.1.3 インベントリ・シミュレーションに関する研修（第2年次）

インベントリ・シミュレーションに関する研修を、NAMEM において表 2.1-1 の日程で実施した。参加者は 15 名であった。シミュレーションモデルを構築するために必要な気象データと大気環境データの解析、モデルの入力データ作成方法、モデル結果の評価方法を重点に研修を行った。その結果、Participants がインベントリデータの更新やシミュレーションモデルを再構築するために必要な技術やノウハウが移転された。インベントリ・シミュレーション研修の様子を図 2.1-1 に示す。

この研修での配布資料を別添資料 2.1-3 に示す。

表 2.1-1 研修内容と日程

日付	固定発生源	移動発生源、その他の発生源	シミュレーション
第1回 2011/6/6 (月) 10:00~14:00	ゲルストープ、壁ストーブの排出量推計	自動車の排出係数に影響する主な要因	気象と大気環境データの解析
	CFWHの排出量推計	自動車の排出係数	シミュレーションモデルの構築
第2回 2011/6/7 (火) 10:00~14:00	ボイラ登録データを用いた火力発電所、HOB、工場の排出量推計、宿題	自動車の交通量・旅行速度・排出係数による排出量推計、宿題	モデル入力データの作成、設定
第3回 2011/6/15 (水) 14:00~16:00	排出量の推計精度と排出量合計、宿題の答え合わせ		シミュレーションモデルの基本操作習得と構築
第4回 2011/6/23 (木) 10:00~12:00	その他の発生源		



図 2.1-1 インベントリ・シミュレーション研修の様子

#### 2.1.1.4 発生源インベントリ及びシミュレーションに関するワークショップ（2011年6月13日）

発生源インベントリ及びシミュレーションに関するワークショップを行った。ワークショップでは、2011年3月までの調査結果に基づき、ウランバートル市の固定発生源、移動発生源、その他面的発生源、シミュレーション結果について発表した。Participants は、本ワークショップを通じて、シミュレーションモデルの精度向上には、モニタリングデータ、発生源インベントリ及びシミュレーションモデルの全てで精度向上を図る必要があり、不足している発生源インベントリを新たに作成する必要があることを理解した。また、精度向上に向けた活動には、どのようなことが重要となるかについて議論を行った。この議論を踏まえ、データの精度向上に必要な冬季の補完調査を計画・実施した。

2011年6月13日に開かれたワークショップの資料を別添資料 2.1-4 に示す。

日時 : 2011年6月13日(月) 10:00-13:00

場所 : モンゴル日本センター 2階

10:00～10:05 開会の挨拶(大気質庁)

10:05～10:35 固定発生源インベントリについて(田畑:固定発生源インベントリ/シミュレーション1)

10:35～11:05 移動発生源、その他発生源インベントリについて(前田:移動発生源インベントリ)

11:05～11:20 大気汚染物質合計排出量とインベントリデータの精度について(田畑)

11:20～11:35 インベントリデータの精度向上に向けた今後の活動について(大気質庁)

11:35～11:50 コーヒーブレイク

11:50～12:05 シミュレーション結果について(田畑)

12:05～12:25 インベントリ・シミュレーションの構築体制について(NAMEM)

12:25～12:50 インベントリ及びシミュレーションに関する協議

12:50～12:55 総括

12:55～13:00 閉会の挨拶

ボイラ登録管理制度の構築では、日本とモンゴルにおけるボイラ登録制度及びエミッションインベントリに関する説明を行い、ボイラ登録制度を用いた発生源インベントリの作成方法について、相互の理解を深めた。

#### 2.1.1.5 JICA 地域別研修フォローアップセミナーにおける発表

2012年3月6日、JICA 地域別研修「都市における自動車公害対策」コースのフォローアップセミナーがウランバートル市のケンピンスキーホテルで開催され、53名が参加した。

本プロジェクトの技術移転対象者の多くが聴講することから、ウランバートル市の移動発生源インベントリについての発表を要請された。自動車が原因と考えられる大気質の基準超過状況、自動車からの排出量、大気質基準を超過している大気汚染物質の排出を削減する方法等、移動発生源インベントリとその関連情報について解説した。

配布資料を、別添資料 2.1-5 に示す。AQDCC ウェブサイトに掲載され、エンジニアやスタッフの教育に使用されている。

(<http://www.airquality.ub.gov.mn/index.php/en/2011-05-26-08-29-50/2012-03-23-01-08-58.html>)



図 2.1-2 「都市における自動車公害対策」コースのフォローアップセミナー

出典 JICA プロジェクトチーム



図 2.1-3 AQDCC ウェブサイトでの掲載

### 2.1.1.6 C/P-WG 会合における説明

2012年3月29日のC/P-WGにおいて、基準年の発生源インベントリ及びシミュレーション結果を説明し、議論を行った。また、プロジェクト終了後を見据えて、成果毎の協力体制について協議した。C/P-WGにおけるプレゼン資料を、別添資料 2.1-6 に示す。

主な協議内容は以下の通りである。

- 1) 環境大気測定地点における測定値と、拡散シミュレーションによる大気汚染物質濃度が大きくことなる原因について
- 2) インベントリ作成には、AQDCC、NAQO、NAMEM が関係する。これら3機関以外に、どの機関がどの作業に関与すべきかは、実際のインベントリ作成とシミュレーションの作業を通じて判明する。その結果に応じて、具体的な案を作成し、議論して決める。

### 2.1.1.7 焼却灰の放射能分析の精度確認

モンゴル国の石炭燃焼の焼却灰には放射能があり、再利用の際には注意が必要であり、既に放射能のレベルによって再利用の基準を定めている。今回の放射能分析の精度確認の目的は同一試料について日本の信頼性の高い分析機関で分析した結果とモンゴル国で実施した結果とを比較して、分析精度を確認することであった。

モンゴル国立大学と日本分析センターの分析結果を用いてクロスチェックを行うと共に、日本分析センターの専門家がモンゴル国立大学を訪問して、分析状況を把握し、分析結果の妥当性及び分析技術について検証した。

モンゴル国立大学で通常の測定時間を 7200 秒としており、235U (144keV) の検出が難しく 226Ra の測定結果に差が生じたが、現在の測定条件では、現在の定量方法でやむを得ないと考えられた (別添資料 2.1-7) 。

### 2.1.1.8 インベントリ・シミュレーションに関する研修（第3年次）

インベントリ・シミュレーションに関する研修を、NAMEM において実施した。研修概要と研修プログラムを表 2.1-2 及び表 2.1-3 に示す。参加者は 9 名であった。研修では、発生源インベントリの構築及び更新方法、シミュレーションモデルを構築するために必要な気象データと大気環境データの解析、モデルの入力データ作成方法、GIS ソフトを用いた分布図作成方法を重点に研修を行った。その結果、Participants がインベントリデータの更新やシミュレーションモデルを再構築するために必要な技術やノウハウが移転された。インベントリ・シミュレーション研修の様子を図 2.1-4 に示す。

また、2 日間の研修で習得した技術の向上を図るため、発生源インベントリの更新方法、モデルの入力データ作成方法、モデル結果の評価方法に重点を置き、2012 年 9 月 25 日及び 11 月 6 日に技術移転を行った。シミュレーションモデルの構築では、発生源の時間変化、月別変化、パラメータの調整等の研修では習得しきない技術について、個別に技術移転した。研修を通じて、参加者の大部分は、発生源インベントリの更新方法やシミュレーションモデルに関する技術を習得することができた。この研修における配布資料を別添資料 2.1-8 に示す。また、配布資料を基にして「発生源インベントリ・シミュレーション技術マニュアル」を作成した（別添資料 2.1-9）。

表 2.1-2 研修概要

日時	2012 年 9 月 14 日（金） 9:30-17:30      2012 年 9 月 17 日（月） 9:30-17:45 2012 年 9 月 25 日（火） 13:30~16:15      2012 年 11 月 6 日（火） 10:30~12:15
場所	NAMEM 地下 1 階研修室
主な参加者	(AQDCC) Davajargal、Galimbyek、Tsatsaral (NAMEM) Enkhmaa (NAQO) Nyamdavaa、Unurbat、Bayarmagnai (IHM) Gansukh (CLEM) Barkhasragchaa

表 2.1-3 研修プログラム

9/14 (金)	全体概要 (田畑)	
	9:30~10:30	発生源インベントリ構築からシミュレーションモデルの構築までの流れ
	発生源インベントリの構築方法 (仲田)	
	10:45~12:00	ArcGIS を用いた排出量分布図の作成方法の説明
		火力発電所の排出量インベントリの説明
	12:00~13:00	昼食
13:00~17:30 (途中休憩有)	火力発電所の排出量インベントリ更新方法の説明及び実習、排出量分布図作成	
	CFWH の排出量インベントリの説明	
	CFWH の排出量インベントリ更新方法の説明及び実習、排出量分布図の作成	
9/17 (月)	9:30~12:00 (途中休憩有)	HOB 排出量インベントリの説明
		ゲルの排出量インベントリの説明
		ゲルの排出量インベントリの更新方法の説明及び実習、排出量分布図の作成
	12:00~13:00	昼食
	13:00~14:30 (途中休憩有)	移動発生源の排出量インベントリの説明、排出量分布図の作成
		その他の発生源の排出量インベントリの説明、排出量分布図の作成
	シミュレーションモデルの構築 (仲田)	
	14:45~17:30 (途中休憩有)	気象と大気環境データの解析
		シミュレーションモデルの構築に関する説明
		モデル入力データの作成、設定
		シミュレーションモデルの基本操作習得と構築
計算濃度結果分布図の作成		
研修後の課題説明 (仲田)		
17:30~17:45	更新した固定発生源インベントリを用いて、SO <sub>2</sub> における濃度拡散シミュレーションの実行及び濃度分布図作成の課題の説明	

Access 及び ArcGIS の操作が初めての人がほとんどであり、研修開始当初は思うように進行することができなかった。そこで、Access 及び ArcGIS の操作に慣れてもらうため、排出量インベントリの更新及び排出量分布図の作成に研修の重点を置き、これらの項目について時間をかけて行うこととした。

研修開始当初はこれらの操作に不慣れだったが、研修が進むにつれ、理解度の早いメンバーが、操作に不慣れなメンバーに対して指導をし、協力して研修を実施している様子が見られるようになった。

この研修における概要を以下に記す。

①全体概要

2011年6月の研修で説明したが、今回が初めての研修のメンバーもいるため、復習を兼ねてインベントリ・シミュレーションの概要の説明を行った。

#### ②発生源インベントリの構築方法

固定発生源、移動発生源及びその他の発生源について排出量インベントリ作成に必要な項目、インベントリ作成及び更新方法の説明を行った。また、インベントリファイルを Access にインポートする方法、点源の座標付け・測地系変換方法の説明及び実習を行い、排出量分布図の作成方法の説明及び実習を行った。

#### ③シミュレーションモデルの構築

シミュレーションモデルに必要な気象データの項目を説明した。当初、風配図の作成の実習を予定していたが、研修室の PC の Acrobat Reader に日本語フォントが入っていないため、表示することができないことが判明し、実習をカットした。大気環境分析の方法例として、時間帯別平均濃度の Access における集計方法について説明し、Excel で時間帯別平均濃度を図示するまでの実習を行った。濃度拡散シミュレーションモデルの入力データ作成方法及び計算結果の形式変換の方法を説明し、火力発電所において入力データの作成、計算の実行及び濃度分布図の作成の実習を行った。

#### ④研修後の課題説明

研修後の課題として以下を提示した。

火力発電所、HOB、CFWH、ゲルの各発生源について、研修内で更新したインベントリを用いて SO<sub>2</sub> の濃度拡散シミュレーションを実行する。

ArcGIS 環境の有無、研修の理解度等を考慮して、3つの段階で提出を求めた。

ArcGIS 環境がない場合：各発生源濃度の計算結果（ArcGIS で使用するための形式に変換したファイル）

ArcGIS 環境がある場合：可能ならば：各発生源を合計した濃度分布図

それが難しい場合：各発生源の濃度分布図



図 2.1-4 研修の状況

#### 2.1.1.9 移動発生源インベントリに関する研修（第3年次）

エミッションインベントリの更新手順（案）と、2010年のインベントリ計算に用いた Microsoft Access データベースファイルを渡し、Microsoft Access の基本的使い方、データベースの保管状況、計算の手順などを説明した。配布資料を別添資料 2.1-10 に示す。

研修概要を表 2.1-4 及び表 2.1-5 に、研修の状況を図 2.1-5 に示す。

プロジェクト協力者への報告、インベントリ更新の円滑化、インベントリの有効活用を目的として、移動発生源インベントリの Participants 以外の方も招待することとなった。その結果、CLEM（2011 年のディーゼルガスエンジン試験において排気ガスの測定を担当した）、大気汚染低減委員会（自動車担当、かつ、2012 年の JICA 地域別研修『都市における自動車公害対策』の研修員）、きれいな空気基金、科技大（自動車整備と大気汚染の関係について研究しているグループ）、市公共交通局と電気輸送公社（排気ガスに関する EURO 基準適合車の導入を自主的に推進しようとしているグループ）が、移動発生源インベントリの概要を理解し、Participants とも議論した。勉強会等を継続し、関連機関との関係強化と、AQDCC 等の専門機関の立場向上を図るのが好ましい。

業務への役立ちについては A 評価を付けた参加者が多かったが、Microsoft Access を利用したインベントリの更新作業については、理解が不十分と回答した参加者が少なくなかった。理解促進のため、Microsoft Access を利用したインベントリの更新作業に特化した研修を追加した。追加の研修においては、新たに参加した参加者がソフトウェアを利用したデータ解析に慣れており、モンゴル語にて他の参加者の理解を促進した。

表 2.1-4 研修概要：移動発生源インベントリに関する研修（第 3 年次）

日時	2012/11/20(火) 14:00～17:00
場所	NAQO 地下 1 階研修室
時間割	14:00～ PPT で説明（質疑応答は随時） 16:00～インベントリ計算実習
参加者	(AQDCC) ALTANGEREL (NAMEM) ENKHMAA (NAQO) NYAMDAVAA、UNURBAT (CLEM) BARKHASRAGCHAA (大気汚染低減委員会) ENKHJARGAL (きれいな空気基金) BAYARSAIKHAN (科技大) BATTOGTOKH (電気輸送公社) TSETSEGMAA (市公共交通局) MYAGMARSUREN

表 2.1-5 研修概要：移動発生源インベントリに関する研修（第 3 年次、追加）

日時	2012/11/23(金) 10:00～12:10
場所	NAQO 地下 1 階研修室
時間割	10:00～インベントリ計算実習
参加者	(AQDCC) ALTANGEREL (NAQO) NYAMDAVAA、UNURBAT、BAYARMAGNAI (IHM) GANSUKH



図 2.1-5 研修の状況

#### 2.1.1.10 その他の面的発生源インベントリに関する研修（第3年次）

第2発電所の測定結果記録紙と、式が入力済みの EXCEL ファイルを渡し、測定結果の入力、測定データの評価、飛散量の計算結果の確認を行った。配布資料を別添資料 2.1-11 に示す。

研修の概要を表 2.1-6 に、研修の状況を図 2.1-6 に示す。

プロジェクト協力者への報告、インベントリ更新の円滑化、インベントリの有効活用を目的として、灰埋立地インベントリの Participants 以外の方も招待することとなった。その結果、CLEM（初夏の PM 粗粒分の高濃度が公表された最初の論文の共著者）、大気汚染低減委員会（出身母体である発電所の動向についても検討している専門家、改質燃料担当として燃焼灰の管理も担当している専門家）が、灰埋立地インベントリの概要を理解し、Participants とも議論した。勉強会等を継続し、関連機関との関係強化と、AQDCC 等の専門機関の立場向上を図るのが好ましい。

直接の CP 等大気専門機関に所属する参加者は、理解についてはすべて十分あるいは概ねと回答し、業務への役立ちについてはすべて役に立つと回答した。

一方、大気汚染低減委員会に所属する参加者は、理解は不十分との回答が目立つものの、役に立つとの回答もあり、インベントリの活用について考えるきっかけになった。

表 2.1-6 研修概要

日時	2012/11/20(水) 9:30～11:30
場所	NAQO 地下1階研修室
時間割	9:30～ PPT で説明 10:30～ 質疑応答 11:00～ インベントリ計算実習
参加者	(AQDCC) SANCHIRBAYAR (NAMEM) ENKHMAA (NAQO) NYAMDAAVA, BAYARMAGNAI (CLEM) BARKHASRAGCHAA (大気汚染低減委員会) ENKHJARGAL, BATTUBSHIN



図 2.1-6 研修の状況

## 2.1.2 発生源インベントリの構成

### 2.1.2.1 発生源インベントリの枠組み

発生源インベントリの枠組みを表 2.1-7 に示す。ウランバートル市における大気汚染状況把握のため、発生源インベントリの推計を行った。基準年は、ボイラ訪問調査、排ガス測定調査、交通量調査及び旅行速度調査を全て実施した 2010 年 3 月～2011 年 2 月とした。作成した基準年の発生源インベントリ、排ガス測定結果、ボイラ登録データや情報収集結果を反映させて、2010 年度の更新及び 2011 年度のインベントリを作成した。

表 2.1-7 発生源インベントリの枠組み

項目	内容
対象年	基準年：2010 年 3 月～2011 年 2 月 2 回の発生源インベントリ更新 更新 1（2010 年の更新）：基準年と比較して、石炭使用量や排出係数などを見直し 更新 2（2011 年）：2011 年 3 月～2012 年 2 月
対象汚染物質	TSP、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>x</sub> (SO <sub>2</sub> )、NO <sub>x</sub> 、CO
対象発生源	固定発生源、移動発生源、その他面的発生源
対象地域、空間解像度	ウランバートル市の中央 6 区を含む領域、1000m×1000m
活動量	火力発電所における石炭使用量、ボイラ訪問調査、ボイラ管理登録データベース、交通量調査及び旅行速度調査、灰埋立地における灰飛散量調査
排出係数	火力発電所及び HOB の排ガス測定調査、既存インベントリ結果
既存資料の収集	世界銀行ボイラマーケットスタディ、GIS 地形図、JICA が実施した各種マスタープラン、ホロー別人口、CFWH の区別分布状況、ゲルストーブ及び壁ストーブのホロー別分布状況

## 2.1.2.2 発生源インベントリの更新

### (1) 更新1

2010年発生源インベントリ（専門家判断）に対して表 2.1-8 に示す更新を行い、2010年インベントリを作成した。表に記載がない石炭使用量と排出係数については、2.1.3 の設定の設定を用いた。

表 2.1-8 2010年インベントリの更新方法

対象発生源	改訂方法
火力発電所	石炭使用量：75t/h ボイラと 220t/h ボイラの石炭使用量の配分方法を見直した 排出係数：第1年次のものから第2年次のものに差し替えた
HOB	排出係数：第1年次のものから第2年次のものに差し替えた
CFWH	面積配分方法をホロー面積からホロー別非アパート地区居住面積へ変更した
ゲルストーブ	面積配分方法をホロー面積からホロー別ゲル地区居住面積へ変更 複数ゲル所有世帯の割合を 2%（世銀のデータ）から 20%（世帯数といくつかのホローを抽出して衛星画像で見られるゲルの数をカウントした結果から推計）へ変更した
自動車排気ガス	排出係数の計算に使用する自動車保有データベースを、2009年車検データから2010年車検データに変更した。 市全域の交通量の推計に使用する燃料使用量データを、2009年 UB 税関通関量データから、2010年 UB 税関通関量データに変更した。
発電所の灰埋立地	灰に含まれる PM <sub>10</sub> の割合を、スクラバ入口の値から、灰埋立地の表層の灰の PM <sub>10</sub> 率に変更した。

### (2) 更新2

2011年の専門家判断インベントリを表 2.1-9 に方針により作成した。表に記載がない石炭使用量と排出係数については、2010年インベントリの設定を用いた。

表 2.1-9 2011年インベントリの作成方法

対象発生源	改訂方法
火力発電所	石炭使用量：2011年3月～2012年2月に変更した
HOB	ボイラ登録制度で登録されたHOBを使用した
CFWH	石炭使用量を2010年～2011年人口増加率で伸ばした
ゲルストーブ	2010年ゲル世帯数、壁ストーブ使用世帯数を2010年～2011年人口増加率で伸ばした
自動車排気ガス	排出係数の計算に使用する自動車保有データベースを、2010年車検データから2011年車検データに変更した。 交通量は、2010年交通量調査の交通量を、VDS交通量値で計算した2010年に対する2011年交通量比を乗じて2011年交通量とした。 市全域の交通量の推計に使用する燃料使用量データを、2011年UB税関通関量データに変更した。
発電所の灰埋立地	灰の飛散量データを、2012/3/21～5/22のデータに変更した。 覆土状況等の情報を2011年の状況に更新した。

### 2.1.3 発生源種類別活動量及び排出係数の設定

2010年及び2011年の発生源インベントリは、ウランバートル市の大気汚染物質排出量を最小、最大、専門家判断の3種類に分けて推計した。固定発生源及びその他面的発生源に関する最小、最大、専門家判断の設定及びデータの信頼性を表2.1-10に示す。最小ケースは、排出係数及び活動量（石炭消費量等）が最小になると判断した設定である。最大ケースは、排出係数及び活動量が最大と判断した設定である。専門家判断ケースは、排出係数及び活動量の最小から最大の範囲で、最もウランバートルの現状に合ったと専門家が判断した設定である。データの信頼性は、対象発生源により大きな差がある。例えば、火力発電所の石炭使用量、排出係数については、実測データが存在し、高い精度が確保されている。それに対して、PM<sub>10</sub>の土壌巻上げの飛散量については、推計の根拠となる排出係数が道路中に含まれるシルト率に大きく左右される。このシルト率は、舗装道路で0.03～400の範囲内にある。そのため、排出係数は、不確実性が大きく、かつ設定の差により飛散量に大きな幅が生じている。

これ以降の排出量の解析及びシミュレーションの構築では、原則的に専門家判断ケースを用いて評価を行った。

表 2.1-10 発生源種類別活動量及び排出係数

発生源	項目	最小	最大	専門家判断
火力発電所	石炭使用量	火力発電所からの報告値		
	排出係数	各発電所における排ガス測定結果の石炭使用量加重平均値	各発電所における排ガス測定結果の最大値	
	データの信頼性	石炭使用量は、火力発電所からの報告に基づいて設定しており、データの信頼性は非常に高い 排出係数は、排ガス測定調査結果に基づいており、信頼性は高い		
HOB	石炭使用量	ボイラ訪問調査結果のデータ		
	排出係数 (同一機種の測定がないHOB)	測定 HOB の機種別最小値の平均値	測定 HOB の機種別最大値の平均値	測定 HOB の機種別平均値の平均値
	データの信頼性	石炭使用量は、ボイラ訪問調査に基づいて設定しており、信頼性は比較的高めである。 測定対象 HOB の排出係数は、排ガス測定調査結果に基づいており信頼性は高い。ただし、同一機種の測定がなかった HOB については、排ガス測定結果からの推測であるため、信頼性は中程度である。		
CFWH	石炭使用量	世銀の HOB Market Study (2009)のボイラ調査データから設定		
	排出係数	詳細計画調査と1年度の排ガス測定結果から求めた値		
	データの信頼性	石炭使用量は、世界銀行の聞き取り調査をベースにしていることから、信頼性は中程度である。 排出係数は、排ガス測定結果に基づいているが、測定ケースが少なく、信頼性は中程度である。		
ゲルストーブ (壁ストーブを含む)	石炭使用量	○石炭：3ton/台/年（ゲル）、4ton/台/年（壁） ○木材：3.27ton/台/年（ゲル）、2.99ton/台/年（壁）	○石炭：3.49ton/台/年（ゲル）、4.49ton/台/年（壁） ○木材：3.27ton/台/年（ゲル）、2.99ton/台/年（壁）	
		ストーブを2台使っている世帯数を2.1%とする <sup>1</sup> 。	ストーブを2台使っている世帯数を25%とする <sup>2</sup> 。	ストーブを2台使っている世帯数を2.1%とする <sup>3</sup> 。
	排出係数	○石炭は、詳細設計調査の排出係数を原則として使用し、COのみプロジェクトのHOBの平均EFを使用。	世銀のAMHIB、2009年の値に変更、PM <sub>10</sub> （ゲル・壁）：石炭16.0、木材18.5）、CO（石炭）の排出係数は、	CO以外は、最小ケースと同じ。CO（石炭）の排出係数は、HOBのボイラ別排出係数上位5機種までの平均値

<sup>1</sup> 出典は、Heating in Poor, Peri-Urban Ger Areas of Ulaanbaatar, 世界銀行、2009年

<sup>2</sup> 出典は、本プロジェクトの調査値（各区からランダムに1ホローを選択し、人工衛星画像から数えたゲル数を人口統計のホローで除した平均値）

<sup>3</sup> 出典は、最大ケースと同じ

		○木材は GAP Forum Manual の値を使用 (PM <sub>10</sub> : 石炭 (ゲル) 3.3、石炭 (壁) 2.1、木材 (ゲル、壁) 3.82)	HOB のボイラ別排出係数のうち最大値 (389.71) を使用	(173.34) を使用
	データの信頼性	石炭使用量は、世界銀行による聞き取り調査である。この調査は、実測に基づいた調査ではないため、信頼性はあまり高くない。 排出係数は、測定ケースが少ないため、信頼性は中程度である。		
自動車排気ガス	交通量	主な道路の交通量は、本プロジェクトの交通量調査データを使用した。その他の道路の交通量は、その他の道路での燃料使用量から推定した。その他の道路での燃料使用量は、ガソリンと軽油の輸入量のうち UB 税関が取り扱った量から、主要道路の交通量データから計算した主要道路での燃料消費量を減じて計算した。		
	排出係数	日本の排出係数に対し、ウランバートル市内の自動車検査場にて 2009 年に自動車検査に合格した全自動車データから計算した車種別排ガス規制別の走行距離比で加重平均して計算した。		
		燃料が原因の被毒や車検に不合格となった自動車を除き、劣化は無いと仮定して計算した	輸入後 2 年以上を経過した自動車全てについて、劣化を設定した。	輸入後 1 年以上を経過した自動車全てについて、劣化を設定した。
データの信頼性	交通量、日本の排出係数は、UB の燃料の化学成分情報、信頼性が高い。また、燃料使用量は燃料の UB 税関通関量のデータと比較に基づき、大きな誤差が無いことを確認した。しかし、UB の状況に基づいて日本の排出係数を修正した方法については実データによる検証ができていない。そのため、CO <sub>2</sub> と SO <sub>2</sub> の排出量は信頼性が高く、NO <sub>x</sub> と CO と PM の排出量についての信頼性は中程度である。			
道路巻上げ	舗装・未舗装の設定	アパート地区の細街路は全て舗装、それ以外の地区の細街路は 30% が舗装、70% が未舗装	アパート地区の細街路は全て舗装、それ以外の地区の細街路は全て未舗装	最小ケースと同じ
	排出係数	舗装路：最大のケースから、Silt Loading を 3.3g/m <sup>2</sup> に変更 未舗装路：Surface material silt content を 1.8% に変更し、かつ、Annual number of rain and snow average days として降水日数(58 日)を考慮	○舗装路：AP-42 の Table13.2.1-2 で Ubiquitous Baseline ○未舗装路：AP-42 の Table13.2.2-1 で Construction sites、Table13.2.2-2 で Public Roads を適用したケースから Surface material silt content を 1.8% に変更し、かつ、Annual number of rain and snow average days として降水日数(58 日)を考慮	
	データの信頼性	走行量ベースの舗装・未舗装率の設定に仮定があり、ゲル地域での不確実性が高いため、信頼性は低い。 排出係数は、引用した AP-42 の測定ケースが少なく、ウランバートルの気象条件や土壌に合致していないパラメータの可能性が高い。そのため、不確実性が極めて高く、排出係数の信頼性は低い。		
火力発	飛散量	測定期間(3/15～4/20)の	測定期間(3/15～4/20)の	測定期間(3/15～4/20)の

電所の 焼却灰		飛散量を年間の飛散量と みなす	飛散量と月別パターン から年間飛散量最大値 を計算	飛散量が年間最大の飛 散量とみなして、年間 飛散量を計算
	データの信 頼性	飛散量：火力発電所の実測調査に基づいているが、特定期間の測定であるため、年間飛散量としての信頼性は中程度である。		

## 2.1.4 発生源インベントリの作成方法（インベントリデータの更新方法を含む）

### 2.1.4.1 固定発生源

#### (1) 排出量の推計方法

固定発生源の発生源別活動量、排出係数及び発生源種類・配分指標を表 2.1-11 に示す。

対象固定発生源は、火力発電所、HOB、工場、CFWH、ゲルストーブ及び壁ストーブとする。

固定発生源における排出量は、原則として、汚染物質排出量＝活動量×排出係数の式から求めた。活動量は、石炭使用量あるいは木材使用量とした。活動量は、火力発電所からの報告値、ボイラ登録データ、人口・世帯数データ、各種統計データから求めた。

排出係数は、本プロジェクトの排ガス測定結果を原則として用い、それ以外の指標を補足的に用いた。

発生源種類については、火力発電所と HOB は発生源毎に点源として、CFWH とゲルストーブ及び壁ストーブはホロー別に面源として発生源インベントリを作成した。

表 2.1-11 発生源別排出量推計方法、活動量、排出係数及び発生源種類・配分指標

	排出量の推計方法	活動量	排出係数	発生源種類と配分 指標
火力発電所	排出量＝石炭使用量×大気汚染物質別排出係数	各発電所へのヒアリングで取得した月別の石炭使用量	本プロジェクトの排ガス測定結果から設定  TSP から PM <sub>10</sub> の換算は、第 2 次詳細計画策定調査の PM <sub>10</sub> /TSP=0.65 を使用	発生源種類：点源
HOB	排出量＝石炭使用量×大気汚染物質別排出係数	ボイラ訪問調査の結果及びボイラ登録管理制度にて収集した情報における石炭使用量	本プロジェクトの排ガス測定の結果から設定  TSP から PM <sub>10</sub> の換算は、第 2 次詳細計画策定調査の PM <sub>10</sub> /TSP=0.65 を使用	発生源種類：点源
CFWH	排出量＝石炭使用量×大気汚染物質別排出係数	世界銀行の HOB Market Study の石炭使用量	本プロジェクトの排ガス測定結果から設定  JICA 第 2 次詳細計画	発生源種類：面源 メッシュ別非アパート地区居住面積

			策定調査での結果を使用	で配分
ゲルストーブ	<p>排出量＝石炭使用量×ゲルストーブ（石炭）での大気汚染物質別排出係数</p> <p>+木材使用量×ゲルストーブでの木材の大気汚染物質別排出係数</p>	<p>区別ホロー別のゲルストーブ及び壁ストーブ数にそれぞれの年間石炭使用量を乗じて推計</p>	<p>本プロジェクト、過去の調査での排ガス測定結果及び GAP Forum Manual 等の統計資料に基づいて設定</p>	<p>発生源種類：面源</p> <p>メッシュ別ゲル地区面積で配分</p> <p>ストーブ 1 台当たりの燃料使用量は、AQDCCによるサンプリング調査結果及び世界銀行の Ger Area Heating 報告書から推定</p>

## (2) インベントリデータの更新方法

### 1) 火力発電所

煙突単位で排出量を推計した。集合煙突の場合、それぞれのボイラについて、排出量を求め、その合計が集合煙突から排出される排出量となる。火力発電所排出インベントリに必要な項目を表 2.1-12 に示す。

燃料使用量は、各発電所に問い合わせる月別の使用量を取得する。更新の際には、[FuelConsumption\_TPY]の列を更新する。

排出係数は、排ガス測定結果が用いられており、最新の排出係数を取得したら、[EF\_SO2\_kgpt]列などを更新する。

排出量は燃料使用量と排出係数から自動的に計算される。

煙突の位置座標、発電所の煙突の高さ、内径、排ガス温度、排ガス速度、月別稼働パターンは濃度拡散シミュレーション計算で使用する。

表 2.1-12 火力発電所排出インベントリに必要な項目

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Name	StackDia meter mm	StackHei ght m	GasTemp_ degree	GasSpeed mps	Latitude_ degree	Longitude degree	Longitude_ m	Latitude_m	FuelConsump tion TPY
2	PowerPlant 2	4200	100	146	18.644	47.904845	106.80716	635105.448	5309428.65	189,997
3	PowerPlant 3-1	4600	100	84	19.75	47.896736	106.86612	639535.012	5308631.95	345,906
4	PowerPlant 3-2	6000	150	98	11.376	47.895564	106.86503	639456.811	5308499.68	690,047
5	PowerPlant 4	8000	250	154	23.3	47.894719	106.80387	634885.725	5308297.05	2,835,514
6										
7										

	A	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
1	Name	EF_SO2_ kgpt	EF_NOx_ kgpt	EF_TSP_ kgpt	EF_PM10 kgpt	EF_CO_k gpt	SO2_TPY	NOx_TPY	TSP_TPY	PM10_TPY	CO_TPY	Ptn_
2	PowerPlant 2	3.30	0.97	23.00	14.95	41.00	626.9901	184.2971	4369.931	2840.455	7789.877	1.3
3	PowerPlant 3-1	6.10	1.99	8.60	5.59	124.37	2110.024	688.3523	2974.789	1933.613	43020.55	1.7
4	PowerPlant 3-2	6.10	1.99	3.00	1.95	0.00	4209.286	1373.193	2070.141	1345.592	0	1.6
5	PowerPlant 4	2.20	3.90	2.90	1.89	0.00	6238.131	11058.5	8222.991	5344.944	0	1.2
6												
7												

	A	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1	Name	Ptn_Jan	Ptn_Feb	Ptn_Mar	Ptn_Apr	Ptn_May	Ptn_Jun	Ptn_Jul	Ptn_Aug	Ptn_Sep	Ptn_Oct	Ptn_Nov	Ptn_Dec
2	PowerPlant 2	1.304357	1.189282	1.248083	1.12606	0.945552	0.738075	0.094423	0.812855	0.936267	1.15246	1.138313	1.314273
3	PowerPlant 3-1	1.764412	1.496212	1.533283	1.192722	0.881039	0.258538	0	0.004826	0.772664	1.346039	1.269828	1.680437
4	PowerPlant 3-2	1.649418	1.271409	1.172063	0.993973	0.874061	0.404345	0.700435	0.692796	0.635538	0.916325	1.285232	1.604408
5	PowerPlant 4	1.287513	1.125151	1.106965	0.955095	0.813511	0.877204	0.857072	0.824511	0.883463	1.023637	1.07294	1.07294
6													
7													

火力発電所の稼働パターンの計算例を表 2.1-13 に示す。月別稼働パターンは発電所の月別燃料使用量を用いて以下の式で計算する。

$$1 \text{ 月の稼働パターン} = 1 \text{ 月の燃料使用量} / \text{年間の燃料使用量} \times 12$$

表 2.1-13 火力発電所の稼働パターンの計算例

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	Total
2	No1		22776	4633	45970	46084	12410	34211	40604	40604	41244	39377	35041	
3	No2	43176	26995	44672			11639	33113	42939	42939	24075	10934	36153	
4	No3						149	30396	27351	27351	24178	31903	25948	
5	No4	46859	44240	48975	26237	17760	27697	5983	18850	18850	44913	37958		
6	No5	15915	17977		23622	28460	46830	46302	26651	26651	37925	43992	48020	
7	No6	46328	46169	56263		10464	55670	46250	57627	57627	51788	51154	42934	
8	No7	26084		47508	53377	39777					28151	50547	39825	
9	No8	47320	57699	5226	53314	52281	54361	45623	39506	39506	51956		33647	
10	Total	225682	215856	207277	202520	194826	208756	241878	253528	253528	304230	265865	261568	2835514
11	Pattern	0.95509	0.91351	0.8772	0.85707	0.82451	0.88346	1.02364	1.07294	1.07294	1.28751	1.12515	1.10697	
12														
13														

## 2) HOB

煙突単位で排出量を推計する。集合煙突の場合、それぞれのボイラについて、排出量を求め、その合計が集合煙突から排出される排出量となる。HOB 排出インベントリに必要な項目を表 2.1-14 に示す。

「HOBemission」シートでは、ボイラ登録管理制度に基づいて、燃料使用量、ボイラ種類等の情報を更新する。

排出係数は、排ガス測定結果が用いられており、最新の排出係数を取得したら、[EF\_SO2\_kgpt]列などを更新する。

排出量は燃料使用量と排出係数から自動的に計算される。

煙突の位置座標、発電所の煙突の高さ、内径、排ガス温度、排ガス速度、月別稼働パターンは濃度拡散シミュレーション計算で使う。

表 2.1-14 HOB 排出インベントリに必要な項目

A	J	K	P	Q	R	V	W	Y	Z	AA	At
Num	Boiler_Type	Number_of_Emission_Factor	StackDiameter_mm	StackHeight_m	GasTemp_degree	Latitude_degree	Longitude_degree	Longitude_m	Latitude_m	FuelConsumption_tpy	Opern_Pan
1											
2	1 BNEB	14	220	3.4	182.71	47.86656389	106.8295528	636880.429	5305211.9	96	
3	2 Carborobot 150	14	250	18.92	182.71	47.868075	106.8117111	635541.685	5305348.44	180	
4	3 HP -18- 54	1	250	18.92	149.82	47.868075	106.8117111	635541.685	5305348.44		
5	4 HP -18-54	1	300	35.43	149.82	47.86739444	106.8338056	637196.403	5305311.78	576	
6	5 HP -18-54	1	300	35.43	149.82	47.86743056	106.8338528	637199.841	5305315.88	576	
7	6 Carborobot -300	14	250	11.03	182.71	47.86756111	106.8337556	637192.223	5305330.23	256	
8	7 Carborobot -300	14	250	11.03	182.71	47.86756667	106.83375	637191.793	5305330.83	256	
9	8 Carborobot -300	14	250	11.03	182.71	47.86759722	106.8337306	637190.257	5305334.2	256	
10	9 Hyatad-1200	14	150	12.85	182.71	47.86753333	106.8293889	636865.615	5305319.39	35.5	
11	10 Hyatad-900	14	150	12.85	182.71	47.86753333	106.8293889	636865.615	5305319.39	315	
12	11 KWZ-0.7	14	338.5	17.95	182.71	47.87070278	106.8183778	636033.55	5305652.32	216	

A	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	
Num	Loading_Days	Ptn_Jan	Ptn_Feb	Ptn_Mar	Ptn_Apr	Ptn_May	Ptn_Jun	Ptn_Jul	Ptn_Aug	Ptn_Sep	Ptn_Oct	Ptn_Nov	Ptn_Dec	EF_SO2_kgpt	EF_NOx_kgpt	EF_TS P_kgpt	EF_PM10_kgpt	EF_CO_kgpt	SOx_tpy	NOx_tpy	TSP_tpy	PM10_tpy	CO_tpy	
1																								
2	1	210	1.00	1.00	1.00	0.75	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	1.00	1.00	6.96	1.69	32.88	21.37	72.89	0.67	0.16	3.16	2.05	7.00
3	2	210	1.00	1.00	1.00	0.75	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	1.00	1.00	6.96	1.69	32.88	21.37	72.89	1.25	0.30	5.92	3.85	13.12
4	3														15.77	2.75	11.21	7.29	25.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	4	210	1.00	1.00	1.00	0.75	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	1.00	1.00	15.77	2.75	11.21	7.29	25.65	9.09	1.58	6.46	4.20	14.77
6	5	210	1.00	1.00	1.00	0.75	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	1.00	1.00	15.77	2.75	11.21	7.29	25.65	9.09	1.58	6.46	4.20	14.77
7	6	210	1.00	1.00	1.00	0.75	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	1.00	1.00	6.96	1.69	32.88	21.37	72.89	1.78	0.43	8.42	5.47	18.66
8	7	210	1.00	1.00	1.00	0.75	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	1.00	1.00	6.96	1.69	32.88	21.37	72.89	1.78	0.43	8.42	5.47	18.66
9	8	210	1.00	1.00	1.00	0.75	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	1.00	1.00	6.96	1.69	32.88	21.37	72.89	1.78	0.43	8.42	5.47	18.66
10	9	210	1.00	1.00	1.00	0.75	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	1.00	1.00	6.96	1.69	32.88	21.37	72.89	0.25	0.06	1.17	0.76	2.59
11	10	210	1.00	1.00	1.00	0.75	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	1.00	1.00	6.96	1.69	32.88	21.37	72.89	2.19	0.53	10.36	6.73	22.96
12	11	210	1.00	1.00	1.00	0.75	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	1.00	1.00	6.96	1.69	32.88	21.37	72.89	1.50	0.37	7.10	4.62	15.74

代表的なボイラの排出係数は「EF\_ByBoiler」シートに記載されている（表 2.1-15）。ここに記載されていないボイラは、Average の排出係数を適用している。記載されているボイラ以外で排ガス測定が行われた場合、排ガス測定により求められた排出係数などを「Average」の上の行に挿入し、「Average」の値を再計算する。挿入後、該当するボイラに付いて、表 2.1-15 の「Number\_of\_Emission\_Factor」列の値を更新する。

表 2.1-15 代表的なボイラの排出係数

No.	Type of Boiler	Capacity	Condition		Emission Factor				
			Stack gas temperature (degree)	Stack gas speed (m/s)	Dust (kg/t)	PM10 (kg/t)	SO2 (kg/t)	NOx (kg/t)	CO (kg/t)
1	HP-18-54	0.73	150	5.29	11.21	7.29	15.77	2.75	25.65
2	RJG-18	0.25	250	7.32	228.84	148.75	3.86	1.17	24.24
3	MDZ-0.25	0.25	241	4.55	3.68	2.39	13.06	1.16	2.86
4	MUHT	0.25	230	14.85	2.36	1.54	1.01	0.24	2.56
5	KCR-300	0.70	218	11.02	1.49	0.97	1.84	0.44	138.44
6	DZL 1,4-0,7/95/70A	0.70	110	6.15	0.48	0.31	2.41	0.65	3.63
7	WWGS 035	0.70	124	4.82	0.59	0.39	0.85	0.71	238.61
8	LSG-0.2	1.40	323	5.18	7.60	4.94	28.57	4.91	65.10
9	ThermoCholor-0.3	0.35	69	5.68	53.37	34.69	1.26	1.76	389.71
10	MWB-1	1.00	161	6.50	35.88	23.32	6.82	0.83	9.47
11	DLIRSH 170-80/55-AII*AI	0.17	220	4.72	4.47	2.90	1.75	2.13	6.46
12	MDZ-800	0.80	90	6.24	13.23	8.60	6.82	4.25	34.86
13	BZUI-100	0.85	190	13.98	64.23	41.75	6.46	1.02	5.95
14	Average		183	7.41	32.88	21.37	6.96	1.69	72.89

3) CFWH

CFWH 排出インベントリに必要な項目を表 2.1-16 に示す。

「CFWHEmission」シートは、個々の CFWH の排出量を計算している。[Ratio]は燃料使用量を補正しているものであり、最新の燃料使用量を使用している場合は、[Ratio]は 1 にする。また、人口増加率等で石炭使用量を増やす場合は、その値を[Ratio]に入力する。

最新の排出係数を入手した際には、[EF\_SO2]列などを更新する。

排出量は補正後の燃料使用量と排出係数から自動的に計算される。

表 2.1-16 CFWH 排出インベントリに必要な項目

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
MNS5641_3	District	sequence	Khoroo	FuelConsumption	Ratio	Corr.FuelConsumption	EF_TSP	EF_PM10	EF_SO2	EF_NOx	EF_CO	TSP_TPY	PM10_TPY	SO2_TPY	NOx_TPY	CO_TPY	
1	110767	Bavangol	16	9	1.65	13.24	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.146	0.087	0.209	0.069	0.310	
2	110767	Bavangol	17	9	7.2	1.65	11.92	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.131	0.078	0.188	0.062	0.279
3	110767	Bavangol	18	9	2.4	1.65	3.97	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.044	0.028	0.063	0.021	0.093
4	110767	Bavangol	19	9	6	1.65	9.93	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.109	0.068	0.157	0.052	0.232
5	110767	Bavangol	20	9	16	1.65	26.48	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.291	0.176	0.419	0.130	0.619
6	110767	Bavangol	21	9	5	1.65	8.27	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.091	0.056	0.131	0.043	0.193
7	110767	Bavangol	22	9	5	1.65	8.27	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.091	0.056	0.131	0.043	0.193
8	110767	Bavangol	23	9	6	1.65	9.93	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.109	0.068	0.157	0.052	0.232
9	110767	Bavangol	24	9	4.8	1.65	7.94	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.087	0.052	0.126	0.041	0.166
10	110767	Bavangol	25	9	8	1.65	13.24	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.146	0.087	0.209	0.069	0.310
11	110767	Bavangol	26	9	12	1.65	19.86	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.219	0.131	0.314	0.103	0.464
12	110767	Bavangol	27	9	8	1.65	9.93	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.109	0.068	0.157	0.052	0.232
13	110767	Bavangol	28	10	14	1.65	23.17	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.255	0.159	0.366	0.120	0.542
14	110769	Bavangol	29	10	4.8	1.65	7.94	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.087	0.052	0.126	0.041	0.166
15	110769	Bavangol	30	10	8	1.65	13.24	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.146	0.087	0.209	0.069	0.310
16	110769	Bavangol	31	10	10	1.65	16.55	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.192	0.109	0.281	0.098	0.397
17	110769	Bavangol	32	10	12	1.65	19.86	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.219	0.131	0.314	0.103	0.464
18	110769	Bavangol	33	10	2.5	1.65	4.14	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.048	0.027	0.065	0.022	0.097
19	110769	Bavangol	34	10	4	1.65	6.62	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.073	0.044	0.105	0.034	0.155
20	110769	Bavangol	35	10	12	1.65	19.86	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.219	0.131	0.314	0.103	0.464
21	110769	Bavangol	36	10	4	1.65	6.62	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.073	0.044	0.105	0.034	0.155
22	110769	Bavangol	37	10	14	1.65	23.17	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.255	0.159	0.366	0.120	0.542
23	110769	Bavangol	38	10	4	1.65	6.62	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.073	0.044	0.105	0.034	0.155
24	110769	Bavangol	39	10	8	1.65	13.24	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.146	0.087	0.209	0.069	0.310
25	110769	Bavangol	40	10	4	1.65	6.62	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.073	0.044	0.105	0.034	0.155
26	110769	Bavangol	41	10	30	1.65	49.65	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.546	0.328	0.794	0.258	1.161
27	110769	Bavangol	42	10	5	1.65	8.27	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.091	0.056	0.131	0.043	0.193
28	110769	Bavangol	42	10	4	1.65	6.62	11.0	6.6	15.8	5.2	23.33	0.073	0.044	0.105	0.034	0.155

「EmissionByKhoroo」シートでは、「CFWHEmission」シートで計算した排出量をホロー別に合計した表を作成している。「CFWHEmission」シートを更新した場合は、「EmissionByKhoroo」シート

内のセルを選択し、[Option]-[Refresh]-[Refresh All]をクリックして、ホロー別排出量を更新する（表 2.1-17）。

表 2.1-17 CFWH のホロー別排出量の更新

District	MNS5641.3	Khoroo	データ	合計 / SO2_TPY	合計 / NOx_TPY	合計 / TSP_TPY	合計 / PM10_TPY	合計 / CO_TPY
Bayangol	110767	9	2.259167233	0.743523393	1.572837947	0.943702768	3.342995564	
	110769	10	7.480876684	2.462060681	5.208205286	3.124923172	11.0698036	
	110771	11	4.262086332	1.402711957	2.967275294	1.780365176	6.306808761	
	110781	18	6.223168999	2.048131569	4.332586012	2.599551607	9.208714633	
Bayanzurkh	111053	2	14.4597162	4.758893941	10.06689103	6.040134617	21.3967193	
	111057	4	3.634539878	1.196177681	2.530375864	1.518225519	5.378198882	
	111059	5	4.418972945	1.454345526	3.076500152	1.845900091	6.538961231	
	111065	8	10.14533434	3.338970794	7.063207449	4.23924469	15.01252638	
	111087	9	9.007906388	2.964627419	6.271327232	3.762796339	13.32942097	
	111089	10	6.027060733	1.983589608	4.19605494	2.517632964	8.918524046	
	111071	11	2.274855895	0.74888875	1.583760433	0.95025626	3.868210811	
	111073	12	18.14655162	5.972282812	12.63367518	7.580205107	26.85230233	
	111075	13	3.1115845	1.024065785	2.166293006	1.299775804	4.604357317	
	111077	14	10.63429761	3.499895417	7.403624921	4.442174953	15.73806824	
	111091	16	3.203101691	1.054185367	2.230007506	1.338004504	4.739779591	
	111083	17	6.654607186	2.190123884	4.63295437	2.779772622	9.847133925	
	111097	19	6.066282386	1.996498	4.223361155	2.534016693	8.976562164	
	111089	20	28.8409891	9.491971097	20.07916963	12.04750178	42.67736236	
	111091	21	5.25570155	1.729724561	3.659032725	2.195419635	7.777107737	

[EmissionByKhoroo]シートで更新した結果を[EmissionByKhoroo\_ForGrid]シート内の対象ホローにコピーする（表 2.1-18）。

表 2.1-18 CFWH 排出インベントリの更新

DIS_KHO	District_ID	MNS5641	District	Khoroo	TPY_SOx	TPY_NOx	TPY_TSP	TPY_PM10	TPY_CO
2001	2	110751	Bayangol	1	0	0	0	0	0
2002	2	110753	Bayangol	2	0	0	0	0	0
2003	2	110755	Bayangol	3	0	0	0	0	0
2004	2	110757	Bayangol	4	0	0	0	0	0
2005	2	110759	Bayangol	5	0	0	0	0	0
2006	2	110761	Bayangol	6	0	0	0	0	0
2007	2	110763	Bayangol	7	0	0	0	0	0
2008	2	110765	Bayangol	8	0	0	0	0	0
2009	2	110767	Bayangol	9	2.259167233	0.743523393	1.572837947	0.943702768	3.342995564
2010	2	110769	Bayangol	10	7.480876684	2.462060681	5.208205286	3.124923172	11.0698036
2011	2	110771	Bayangol	11	4.262086332	1.402711957	2.967275294	1.780365176	6.306808761
2012	2	110773	Bayangol	12	0	0	0	0	0
2013	2	110775	Bayangol	13	0	0	0	0	0
2014	2	110777	Bayangol	14	0	0	0	0	0
2015	2	110779	Bayangol	15	0	0	0	0	0
2016	2	110781	Bayangol	16	6.223168999	2.048131569	4.332586012	2.599551607	9.208714633
2017	2	110783	Bayangol	17	0	0	0	0	0
2018	2	110785	Bayangol	18	0	0	0	0	0
2019	2	110787	Bayangol	19	0	0	0	0	0
2020	2	110789	Bayangol	20	0	0	0	0	0
3001	3	111051	Bayanzurkh	1	0	0	0	0	0
3002	3	111053	Bayanzurkh	2	14.4597162	4.758893941	10.06689103	6.040134617	21.3967193
3003	3	111055	Bayanzurkh	3	0	0	0	0	0
3004	3	111057	Bayanzurkh	4	3.634539878	1.196177681	2.530375864	1.518225519	5.378198882
3005	3	111059	Bayanzurkh	5	4.418972945	1.454345526	3.076500152	1.845900091	6.538961231
3006	3	111061	Bayanzurkh	6	0	0	0	0	0
3007	3	111063	Bayanzurkh	7	0	0	0	0	0

CFWH の季節別時間帯別稼働パターンは、世界銀行の”Mongolia Heating in Poor, Peri-urban Ger Areas of Ulaanbaatar”(2009)の季節別時間帯別燃料投入回数 (Table4.3) から算定されている (表 2.1-19)。

表 2.1-19 CFWH の稼働パターン計算表

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1		Ger & Wall	Stove & CFWH															
2													5.21002991					
3		count for throwing coal to ger stove (by WB Report)																
4	時間	Sep, Oct, Mar, Apr						時間	Nov, Dec, Jan, Feb									
5	1			0.090	0.090					0.180	0.180	0.675		0.675	0.225	0.000	0.450	
6	2			0.090	0.090					0.180	0.180	0.675		0.675	0.225	0.000	0.450	
7	3			0.090	0.090					0.180	0.180	0.675		0.675	0.225	0.000	0.450	
8	4			0.090	0.090					0.180	0.180	0.675		0.675	0.225	0.000	0.450	
9	5			0.090	0.090					0.180	0.180	0.675		0.675	0.225	0.000	0.450	
10	6	0.088			0.088			0.158			0.158	0.593		0.593	0.220	0.000	0.418	
11	7	0.088			0.088			0.158			0.158	0.593		0.593	0.220	0.000	0.418	
12	8	0.088			0.088			0.158			0.158	0.593		0.593	0.220	0.000	0.418	
13	9	0.088			0.088			0.158			0.158	0.593		0.593	0.220	0.000	0.418	
14	10	0.088			0.088			0.158			0.158	0.593		0.593	0.220	0.000	0.418	
15	11	0.088			0.088			0.158			0.158	0.593		0.593	0.220	0.000	0.418	
16	12	0.088			0.088			0.158			0.158	0.593		0.593	0.220	0.000	0.418	
17	13	0.088			0.088			0.158			0.158	0.593		0.593	0.220	0.000	0.418	
18	14	0.088			0.088			0.158			0.158	0.593		0.593	0.220	0.000	0.418	
19	15	0.088			0.088			0.158			0.158	0.593		0.593	0.220	0.000	0.418	
20	16	0.088			0.088			0.158			0.158	0.593		0.593	0.220	0.000	0.418	
21	17		0.118		0.118				0.267		0.267	1.000		1.000	0.296	0.000	0.629	
22	18		0.118		0.118				0.267		0.267	1.000		1.000	0.296	0.000	0.629	
23	19		0.118		0.118				0.267		0.267	1.000		1.000	0.296	0.000	0.629	
24	20		0.118		0.118				0.267		0.267	1.000		1.000	0.296	0.000	0.629	
25	21		0.118		0.118				0.267		0.267	1.000		1.000	0.296	0.000	0.629	
26	22		0.118		0.118				0.267		0.267	1.000		1.000	0.296	0.000	0.629	
27	23			0.090	0.090					0.180	0.180	0.675		0.675	0.225	0.000	0.450	
28	24			0.090	0.090					0.180	0.180	0.675		0.675	0.225	0.000	0.450	
29																		

#### 4) ゲルストーブ

使用されているゲルストーブ数の推定方法は、2010 年版は世界銀行のゲルストーブと壁ストーブの調査結果から、複数台のゲルを所有する世帯が最小ケースと専門家判断ケースで 2%、最大ケースで 25%とした。2010 年と 2011 年版は、一部のホローについて、衛星画像に写っているゲルの数をカウントし、世帯数とゲル数の関係を検証した結果から、複数台のゲルを所有する世帯を 20%とした。

ゲルストーブ及び壁ストーブの排出インベントリに必要な項目を表 2.1-20 に示す。

ホロー別ゲルまたは建物の居住人口・世帯数を最新のデータに更新する。このとき、ストーブを複数所有している世帯数を考慮して、ゲルストーブの数を推計する。

1 台当たりの年間燃料使用量、排出係数は排ガス測定の結果等により更新する。

排出量は、ゲルストーブ数、1 台当たりの年間燃料使用量、排出係数から自動的に計算される。

表 2.1-20 ゲルストーブ排出インベントリに必要な項目

1	A	B	C	Ger				H	I			K
				family	corr_family	Population	Corr_Population		Fuel Consumption per one ger stove (ton/year)	Fuel Consumption_TPY	TSP	
2	District Name	MNS5641	Khoroo ID					Ger Stove				
3								Unit				
4	Bayangol	110751	1	51	53.1165	183	190.5945	54.2	3.49	189.3	5	
5		110753	2		0		0	0.0	3.49	0.0	5	
6		110755	3	23	23.9545	75	78.1125	24.5	3.49	85.4	5	
7		110757	4		0		0	0.0	3.49	0.0	5	
8		110759	5		0		0	0.0	3.49	0.0	5	
9		110761	6	22	22.913	80	83.32	23.4	3.49	81.6	5	
10		110763	7	43	44.7845	190	197.885	45.7	3.49	159.6	5	
11		110765	8		0		0	0.0	3.49	0.0	5	
12		110767	9	1288	1341.452	5277	5495.9955	1369.6	3.49	4780.0	5	
13		110769	10	1853	1929.8995	6460	6728.09	1970.4	3.49	6876.8	5	

1	A	B	C	Coal					Emission (ton_year)				
				Emission Factor (kg/ton)					TSP	PM10	SOx	NOx	CO
2	District Name	MNS5641	Khoroo ID	TSP	PM10	SOx	NOx	CO	TSP	PM10	SOx	NOx	CO
3													
4	Bayangol	110751	1	5.4	3.3	7.5	2.4	173.34	1.0	0.6	1.4	0.5	32.8
5		110753	2	5.4	3.3	7.5	2.4	173.34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6		110755	3	5.4	3.3	7.5	2.4	173.34	0.5	0.3	0.6	0.2	14.8
7		110757	4	5.4	3.3	7.5	2.4	173.34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8		110759	5	5.4	3.3	7.5	2.4	173.34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9		110761	6	5.4	3.3	7.5	2.4	173.34	0.4	0.3	0.6	0.2	14.2
10		110763	7	5.4	3.3	7.5	2.4	173.34	0.9	0.5	1.2	0.4	27.7
11		110765	8	5.4	3.3	7.5	2.4	173.34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12		110767	9	5.4	3.3	7.5	2.4	173.34	25.8	15.8	35.8	11.5	828.6
13		110769	10	5.4	3.3	7.5	2.4	173.34	37.1	22.7	51.6	16.5	1192.0

排出量はストーブの種類、燃料別にシートを作成し、その合計は「TotalEmissionByKhoroo」シートで計算するように更新する（表 2.1-21）。

たとえば、Traditional のゲルストーブからトルコストーブへの転換したことを反映するには、新たにシートを作成し、トルコストーブでのインベントリを作成する。

表 2.1-21 ホロー別排出インベントリの計算

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	DIS_KHO	District_ID	MNS5641	DISTRICT_NAME	KHOROO_ID	TSP_TPY	PM10_TPY	SO2_TPY	NOx_TPY	CO_TPY
2	2001	2	110751	Bayangol	1	1.7	1.3	1.4	0.7	45.1
3	2002	2	110753	Bayangol	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	2003	2	110755	Bayangol	3	0.8	0.6	0.7	0.3	22.4
5	2004	2	110757	Bayangol	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2005	2	110759	Bayangol	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2006	2	110761	Bayangol	6	0.7	0.6	0.6	0.3	19.4
8	2007	2	110763	Bayangol	7	2.9	2.2	2.8	1.2	90.4
9	2008	2	110765	Bayangol	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	2009	2	110767	Bayangol	9	82.4	63.7	80.5	34.8	2,596.8
11	2010	2	110769	Bayangol	10	117.0	90.5	114.0	49.3	3,677.7
12	2011	2	110771	Bayangol	11	89.6	69.3	88.0	37.9	2,842.0
13	2012	2	110773	Bayangol	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	2013	2	110775	Bayangol	13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	2014	2	110777	Bayangol	14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2015	2	110779	Bayangol	15	0.1	0.1	0.1	0.0	1.8
17	2016	2	110781	Bayangol	16	49.3	38.3	50.9	21.4	1,651.4

ゲルストーブの季節別時間帯別稼働パターンの計算過程を表 2.1-22 に示す。ゲルストーブにおける稼働パターンは、ゲル地区とアパート地区の季節別時間帯別 SO2 濃度の差を取ることで（表の L 列～O 列）、ゲルからの濃度を推計してゲル・壁ストーブの稼働パターンとしている。

表 2.1-22 ゲルストーブの稼働パターン

1	Ger	Use SO2 concentration pattern at UB5 monitoring station	Use SO2 concentration at UB2 as not-ger area concentration	UB5-UB2 concentration (Minimum is 0)	Mar-May	Jun-Aug	Sep-Oct	Nov-Feb					
3	1	40.054348	8.6393333	27.6875	112.65	26.493827	4.3098592	18.428671	55.842105	13.560521	4.3234742	9.2589286	56.807895
4	2	35.356896	8.0111111	22.387097	111.55556	27.1875	3.4861111	15.95122	56.678261	8.1711957	4.525	6.4358773	54.877295
5	3	30.835165	7.0786517	18.25	99.779661	24.365854	2.630137	13.439024	53.219298	6.4693112	4.4485147	4.8109756	46.560363
6	4	27.460674	6.4673913	15.21875	89	21.6375	2.4935065	10.926829	48.965217	5.8231742	3.9738848	4.2919207	40.034783
7	5	23.955556	5.9456522	11.84375	78.663886	19.555556	2.2857143	9.047619	42.965217	4.4	3.6599379	2.796131	35.988648
8	6	21.606742	5.7582418	10.75	68.188067	18.5	2.1025641	8.195122	39.33913	3.1067416	3.6556777	2.554878	28.828937
9	7	22.889889	7.4891304	11.193548	63.898931	18.892927	2.3393333	7.7560976	37.791304	4.2059621	5.1557971	3.4374508	25.598526
10	8	32.333333	10.25	14.6875	66.588235	29.550976	4.2435897	10.902439	38.434783	8.7729577	6.0064103	3.785061	28.153453
11	9	53.373626	14.293478	26.354939	87.208333	32.1125	6.0789474	16.707217	44.964602	21.261126	6.2145009	9.845216	42.243732
12	10	65.208791	14.838957	34.833333	129.25	35.5	13.025974	19.629268	50.321429	29.708791	1.8109825	15.004065	78.928571
13	11	63.472527	14.768087	31.25	177.33333	40.641975	18.223604	27.297297	58.267857	22.830552	0	3.9527027	119.06548
14	12	58.155556	17.644444	31.78125	167.49167	46.594937	21.272727	29.175	68.221239	11.560619	0	2.86625	99.270428
15	13	52.868132	16.099001	32.484848	130.95798	42.407407	18.833333	28.255814	65.269565	10.460724	0	4.2290345	65.888418
16	14	47.25	13.945055	30.40625	116.89067	35.597561	18.171053	30.517073	66.350877	11.652499	0	0.0891768	50.329795
17	15	40.965909	12.912088	29.6625	103.91525	31.6875	18.589744	30.238095	60.147826	9.2784091	0	0	43.767428
18	16	38	12.233333	23	94.125	29.292683	17.842105	24.325	53.403509	8.7073171	0	0	40.721491
19	17	36.747253	11.280899	23.727273	85.956522	25.493976	16.065789	19.6	47.964602	11.253277	0	4.1272727	37.99192
20	18	37.714286	12.224719	28.909091	82.018807	24.950617	14.933333	19.15	42.120343	12.763668	0	9.7590909	39.303763
21	19	38.978022	11.988889	63.65625	101.91597	23.108434	13.907895	18.341463	44.2	15.869588	0	45.314787	57.715966
22	20	50.155556	10.956044	80.25	116.27119	23.698795	11.909091	28.435897	56.044643	26.45676	0	51.814103	60.226544
23	21	68.444444	11.318681	56.25	116.52101	27.891566	10.064103	34.97661	54.20354	40.552878	1.2545788	2.127439	62.317469
24	22	64.695652	11.494055	45.606061	113.82203	35.180723	8.6625	30.952381	54.20354	29.514929	2.8320055	14.65368	54.229114
25	23	52.5	10.912088	39.939394	112.93333	30.650602	6.7179487	26.27907	58.330435	21.849398	4.1941392	13.660324	54.602899
26	24	47.793478	9.4111111	38.69697	114.19167	29.650602	5.1216216	23.488372	57.424779	18.142876	4.2894895	10.208598	56.766888
27	Total	1050.8166	265.94557	743.7262	2540.386	694.44402	245.30466	502.01458	1260.6562	356.37262	56.344423	243.71222	1279.7298

2.1.4.2 移動発生源

(1) 排出量の推計方法

移動発生源の発生源別活動量、排出係数及び発生源種類・配分指標を表 2.1-23 に示す。

対象移動発生源は、自動車の排気ガスである。

移動発生源における排出量は、原則として、汚染物質排出量＝活動量×排出係数の式で計算した。

主要道路の活動量は、交通量である。交通量は、交通量＝リンク別走行台数×リンク長の式で計算した。リンク別走行台数は、本プロジェクトで実施した交通量調査のデータおよび市交通管制センタの VDS センサのデータから推定した交通量データを使用した。

主要道路以外の道路の活動量は、主要道路以外での燃料使用量である。UB 税関が取り扱った燃料輸入量から UB 市内燃料使用量を推定し、主要道路での燃料使用量を減じて推定した。

主要道路の排出係数は、日本の排出係数を基礎として、ウランバートルの状況に応じた補正係数を推定して乗じ、更に、ウランバートル市内の自動車検査場にて自動車検査に合格した全自動車データから計算した車種別排ガス規制別の走行距離比で加重平均して計算した。

主要道路以外の道路の排出係数は、燃料使用量に対する大気汚染物質排出量であり、主要道路での排出量計算結果から計算した。

主要道路は道路毎に線源として発生源インベントリを作成した。その他の道路からの排出量は、全市合計排出量をホロー別の移動発生源利用者人口の割合でホローに配分し、更に、ホロー別排出量を市街化地域の範囲に対しグリッド面積比で配分し、面源としてインベントリを作成した。

技術的な詳細については、セクターレポート（移動発生源からの大気汚染物質排出インベントリ）に記載した（別添資料 2.1-12）。

**表 2.1-23 発生源別排出量推計方法、活動量、排出係数及び発生源種類・配分指標**

	排出量の推計方法	活動量	排出係数	発生源種類と配分指標
自動車排気ガス：主要道路分	排出量＝車種別交通量×車種別大気汚染物質別排出係数	リンク毎の交通量調査のデータおよび市交通管制センタの VDS センサのデータから推定した交通量データに、リンク長を乗じて計算した	日本の排出係数をベースを基礎として、ウランバートルの状況に応じた補正係数を推定して乗じ、更に、ウランバートル市内の自動車検査場にて 2009 年に自動車検査に合格した全自動車データから計算した車種別排ガス規制別の走行距離比で加重平均して計算した	発生源種類：線源
自動車排気ガス：主要道路以外の道路分	排出量＝その他道路での燃料消費量×燃料消費量に対する大気汚染物質排出量	UB 税関が取り扱った燃料輸入量から UB 市内燃料使用量を推定し、主要道路での燃料使用量を減じた量	主要道路での燃料使用量と大気汚染物質排出量から、燃料消費量に対する大気汚染物質排出量を計算した	発生源種類：面源 移動発生源利用者人口(ホロー別学生数+労働者数と同じと仮定)とグリッド別市街地面積で配分

## (2) インベントリデータの更新方法

### 1) 自動車排気ガス：主要道路からの排出量

リンク単位で排出量を推計した。

自動車排気ガス(主要道路分)の排出インベントリに必要な項目を図 2.1-7 に示す。

交通量データは、2010 年の交通量データを基礎データとした。太陽橋のように交通量が大きく変化した道路周辺の交通量のみ現地調査してデータを差し替え、その他の道路は、市交通管制センターの VDS センサのデータから計算した交通量の増減率を乗じて計算した。

排出係数は、日本の排出係数を基礎として、ウランバートルの状況に応じた補正係数を推定して乗じ、更に、ウランバートル市内の自動車検査場にて排出インベントリ計算対象年に自動車検査に合格した全自動車データから計算した車種別排ガス規制別の走行距離比で加重平均して計算した。

車種別排ガス規制別の走行距離比は、ウランバートル市内の自動車検査場にて自動車検査に合格した全自動車のデータを入手して、計算した。

クエリを順番に実行して計算する（図 2.1-8 は計算に使用する代表的なクエリの例）と、排出量が計算される（図 2.1-9 は計算結果の例）。

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  
プロジェクト事業完了報告書

The figure displays three screenshots of Microsoft Access database tables, showing data for traffic counts, travel speeds, and vehicle inspections.

**Table 1: in\_TrafficCount - Microsoft Access**

ID	LocationID	Season	DayType	Dir	TimeF - TimeT	Count1	Count2	Count3	Count4	Count5	Count6	Count7	CountTotal	IntFlg	RowStatus
1	1	nonwinter	weekday	total	7:00-9:00	1420	396	0	114	64	16	0	2040		counted
2	1	nonwinter	weekday	total	9:00-11:00	1966	582	0	120	90	30	4	2792		counted
3	1	nonwinter	weekday	total	11:00-13:00	1754	534	0	114	180	48	6	2636		counted
4	1	nonwinter	weekday	total	13:00-15:00	1638	476	0	116	226	44	4	2504		counted
5	1	nonwinter	weekday	total	15:00-17:00	1624	496	0	110	218	36	2	2486		counted
6	1	nonwinter	weekday	total	17:00-19:00	1658	376	0	106	110	42	4	2296		counted
7	1	nonwinter	weekday	total	19:00-21:00	1638	460	0	104	214	64	6	2546		counted
8	1	nonwinter	weekday	total	21:00-23:00	1642	454	0	96	194	62	0	2448		counted
9	1	nonwinter	weekday	total	15:00-16:00	1906	490	0	102	250	72	10	2620		counted
10	1	nonwinter	weekday	total	16:00-17:00	1596	482	0	108	202	56	10	2464		counted
11	1	nonwinter	weekday	total	17:00-18:00	1624	476	0	98	232	28	4	2462		counted
12	1	nonwinter	weekday	total	18:00-19:00	1776	620	0	118	214	50	12	2790		counted
13	1	nonwinter	weekday	total	19:00-20:00	2074	756	0	104	186	38	2	3160		counted
14	1	nonwinter	weekday	total	20:00-21:00	2186	644	0	90	150	30	6	3106		counted
15	1	nonwinter	weekday	total	22:00-23:00	1992	532	0	56	146	42	2	2770		counted
16	1	nonwinter	weekday	total	23:00-00:00	1122	668	225	9287	4511278	4440625	3791661	0	1435430454	estimated
17	1	nonwinter	weekday	total	00:00-1:00	8801118	1205824	0	7518797	177625	1849940	0	1044434866	estimated	
18	1	nonwinter	weekday	total	1:00-2:00	6544942	7132145	0	1002506	2072317	1595489	0	779123511	estimated	
19	1	nonwinter	weekday	total	2:00-3:00	4071957	4670811	0	2005013	15542188	1896269	0	4874136944	estimated	

**Table 2: in\_TravelSpeedRaw - Microsoft Access**

ID	Row	Lir	Ln	SpeedCl	TimeClass	Date	Season	Week	DayType	Distance	Direct	StartG	EndG	StartM	EndM	Secov	TravelSpec
1	1	1	2	2-2	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	517 A		0.2816	0.2921	8.2816	8.2921	65.0000	28.63896154
2	1	2	2	2-2	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	3618 A		0.2921	0.3545	8.2921	8.3545	384	33.91875000
3	1	3	2	2-2	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	1573 A		0.3545	0.3926	8.3545	8.3926	161	35.26447255
4	1	4	2	1	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	445 A		0.3926	0.4223	8.3926	8.4223	237	6.7594036109
5	1	5	4	2-1	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	540 A		0.4223	0.5020	8.4223	8.5020	477.0000	4.075416981
6	1	6	4	1	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	815 A		0.5020	0.5133	8.5020	8.5133	73	40.191780822
7	1	7	3	1	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	267 A		0.5133	0.5158	8.5133	8.5158	25.0000	38.448
8	1	8	4	1	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	396 A		0.5158	0.5246	8.5158	8.5246	46	29.700000000
9	1	9	4	1	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	551 A		0.5246	0.5340	8.5246	8.5340	54.0000	36.733333333
10	1	10	2	3-2	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	444 A		0.5340	0.5549	8.5340	8.5549	129.0000	12.89097674
11	1	11	2	3-2	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	897 A		0.5549	1.0028	8.5549	9.0028	279	11.574193548
12	1	12	4	3-1	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	253 A		1.0028	1.0057	9.0028	9.0057	29	31.406890552
13	1	13	6	3-1	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	755 A		1.0057	1.0159	9.0057	9.0159	62	43.838109677
14	1	14	4	3-1	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	386 A		1.0159	1.0849	9.0159	9.0849	410	14.107311078
15	1	15	8	3-1	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	2703 A		1.0849	1.1410	9.0849	9.1410	321.0000	30.314018692
16	1	16	4	3-1	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	1322 A		1.1410	1.1622	9.1410	9.1622	132	36.054646465
17	1	17	2	2-2	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	3822 A		1.1622	1.2257	9.1622	9.2257	395.0000	33.010632911
18	1	18	2	3-2	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	1414 B		1.2257	1.2555	9.2257	9.2555	178.0000	28.597752809
19	1	19	2	3-2	morning	2010/10/07	nonwinter	thursday	weekday	685 B		1.2555	1.2701	9.2555	9.2701	68.0000	36.436363636

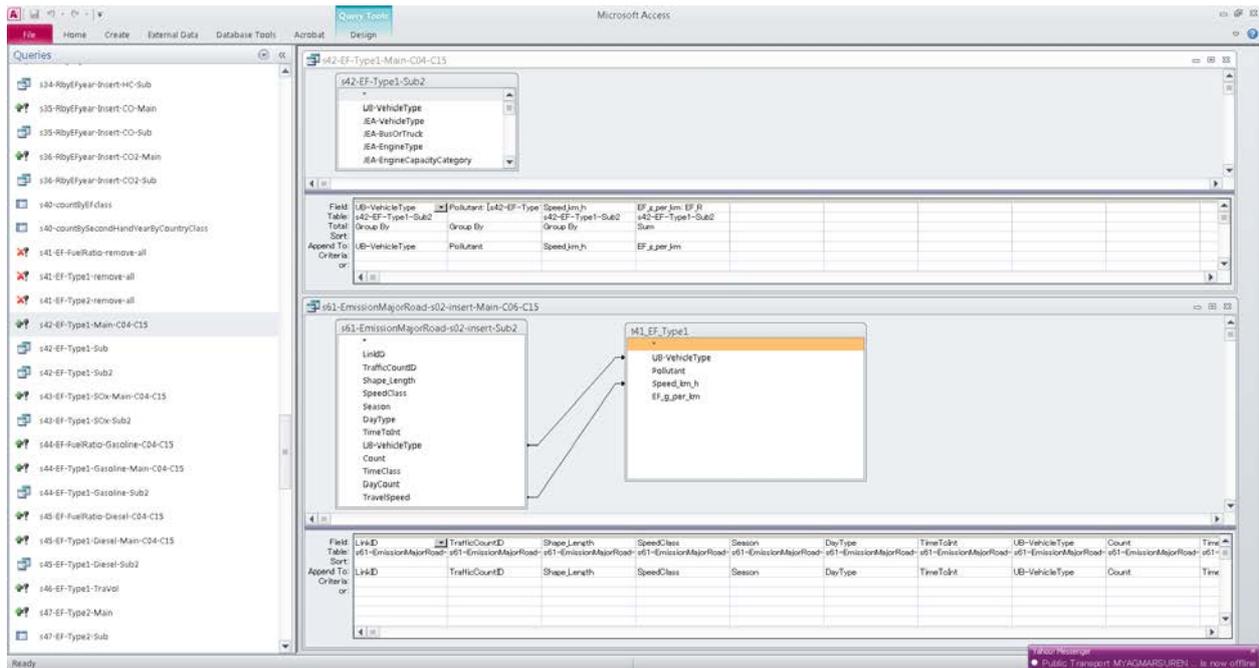
**Table 3: in\_VehicleInspection\_Private - Microsoft Access**

ID	idvehicle	country	brandname	clateno	modelname	enginepers	man	eng	total	vehicletype	importedat	ate	acurname	lhc	dateinspec	obsc	dlsc
311613	279368101	БНСУ	Хюнда (H)	УБА	Porter150	Дизель	1999	2476	2	Ачааны	2008/12/23	Чингэл 14	2010/01/04	22			
311613	260968109	Япон	Тойота	УБХ	Vitz	Бензин	2000	990	12	Судлы	2008/10/07	Сүхбаат 6	2010/01/04	15			
311614	161161000	БНСУ	Хюнда (H)	УБЕ	Starex 2.411	Дизель	1997	2476	2	Бээрэг	2008/01/01	Баянзүр 5	2010/01/04	15			
311615	59270000	Япон	Тойота	УБЛ	Catina ESport	Бензин	1995	1762	12	Судлы	2007/01/01	Сэнгин 3	2010/01/04				
311616	130762000	Япон	Тойота	УБЛ	Hamlet	Бензин	1999	2166	18	Судлы	2007/03/01	Сүхбаат	2010/01/04				
311617	279366101	Япон	Сузуки	УБ	CARRY	Бензин	1994	657	1	Ачааны	2009/11/28	Баянзүр	2010/01/04				
311618	5583104	БНСУ	Хюнда (H)	УБО	Соната	Бензин	1994	1997	1	Судлы	2007/01/01	Сүхбаат	2010/01/04				
311619	279357101	БНСУ	Хюнда (H)	УНГ	Verna 1.4 16V	Бензин	2001	1399	1	Судлы	2009/12/28	Баянзүр 5	2010/01/04				
311620	279364101	Япон	Lexus	УБ	Lexus LX (H70)	Бензин	2002	4670	24	Судлы	2009/12/23	Баянзүр 8	2010/01/04				
311621	279349101	Япон	Ниссан	УБ	Teana 2.0 16V	Бензин	2003	1998	14	Судлы	2009/10/30	Баянзүр 4	2010/01/04				
311622	295444037	Япон	Ниссан	УБ	X-Trail 2.0	Бензин	2003	1998	1	Судлы	2009/12/29	Дархан 15	2010/01/04				
311623	279365101	Япон	Hino	УБ	RANGER	Дизель	1995	7961	33	Ачааны	2009/11/18	Баянзүр	2010/01/04	25			
311624	279361101	Япон	Хюнда (H)	УБ	HR-V	Бензин	2000	1490	1	Судлы	2009/12/24	Баянзүр	2010/01/04				
311625	299379111	БНСУ	Хюнда (H)	УНБ	Accent II 3.1	Бензин	1997	1341	17	Судлы	2007/09/09	Чингэл 7	2010/01/04				
311626	95958000	БНСУ	Хюнда (H)	УБ	Accent GT	Бензин	1997	1495	1	Судлы	2007/01/01	Сэнгин 3	2010/01/04				
311627	122580000	БНСУ	Хюнда (H)	УПА	Sonata EV-3	Бензин	1993	1991	15	Судлы	2008/01/01	Баян-Өн 11	2010/01/04				
311628	148668000	Япон	Тойота	УБЕ	Land Cruiser I	Бензин	1994	4164	18	Судлы	2008/09/01	Сэнгин 17	2010/01/04				
311629	282365101	Япон	Тойота	УБЕ	Sprinter	Бензин	1999	1498	1	Судлы	2008/10/21	Сүхбаат 11	2010/01/04				
311630	279351101	БНСУ	Хюнда (H)	УБС	Фрейс	Дизель	1996	2000	2	Бээрэг	2006/01/01	Чингэл 18	2010/01/04	99.3			

注 上から順に、交通量データ、旅行速度データ、自動車検査データである。

図 2.1-7 自動車排気ガス（主要道路分）排出インベントリに必要な項目

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  
プロジェクト事業完了報告書



注 クエリの一覧が左側に表示されている。右側は、排出係数を計算するクエリと排出量を計算するクエリ

図 2.1-8 自動車排気ガス（主要道路分）排出インベントリの計算に使用するクエリの例

LinkID	Shape Length	CO_tpy,km	CO2_tpy,km	Diesel_tpy,km	Gasoline_tpy,km	HC_tpy,km	NOx_tpy,km	PM_tpy,km	SOx_tpy,km	TraVovol,mpdy
02	3289 7870361	243 24298825	5788 8263550	500 73630477	1351 2735506	33 76409097	40 119831834	1 8536300906	1 9425000981	16 057399413
03	1716 2206921	106 05036149	2656 4505623	271 46703281	577 84282282	14 819219302	18 420031016	0 5238223238	0 9912078587	7 2927015539
04-1	1239 625612	121 90388491	2542 3746427	170 302327	676 00289717	16 133049495	16 631643305	0 5948252665	0 7474248187	7 8248523239
04-2	1073 2364734	182 24787009	3731 4835447	265 92872947	928 66508570	23 464889100	20 250244024	0 7087962461	1 1160202613	8 7159205623
05	566 04065133	77 902961670	2130 2532355	161 02871627	520 81959673	10 611663501	14 963871867	0 4839964418	0 659202756	8 7159205623
06	3264 2059469	72 917387878	2146 6959042	199 78416527	466 48960659	10 513169482	15 929622393	0 7462207621	0 7539839170	8 21818182945
07-1	3967 008305	163 56269582	4330 0171803	513 94185204	869 43328364	23 891305033	32 755304261	1 8914639487	1 889790279	11 100920782
07-2	1508 8907676	82 231053948	2228 4744290	188 31003389	524 70354967	11 422325217	16 731626386	0 6475803273	0 7371413678	9 1479064516
08	1135 8223309	137 06759180	3065 7240576	247 5583212	739 91916576	18 310682833	20 616032258	0 7945869139	0 9689149148	9 1479064516
09-1	4707 4974022	109 71928796	2988 0944721	226 23178843	730 18857531	15 285503846	21 838686888	0 8198204995	0 9255130975	11 649078282
09-2	1577 5726291	176 40961366	4003 7144134	291 71903369	989 93506371	23 703639485	26 407183274	1 0071369364	1 2127719436	11 649078282
09-3	994 83721159	181 92762342	4127 4387462	235 41116723	1025 9224253	24 346238954	26 78481812	1 0089093589	1 2379543023	11 649078282
10-1	4267 650912	107 85906757	3382 4247749	381 26340073	701 87532294	16 323891618	21 210415966	1 5364392205	1 9481567785	11 788310272
10-2	6175 0702412	174 9457742	4532 7679575	486 89156079	961 96354498	25 426233886	33 54842344	1 838507312	1 7480665217	11 788310272
11	6729 3407109	50 629073302	1606 2265002	192 91052902	320 22301446	7 5538554901	13 365192582	0 7394338976	0 6682348458	5 4843469785
12	6831 0789120	41 65099157	1474 9726543	223 25056541	247 30959906	6 4803800186	13 467539820	0 9526553613	0 7240425728	4 5147233376
13	2702 7931695	372 07408808	9378 7448373	903 95390005	2095 295711	52 85649174	66 438270771	3 4467044386	3 8991568958	2 4617817513
14	9489 2521211	156 00730391	1922 1210590	21454739390	361 119400189	6 5951999306	15 023064903	0 8994862392	0 7482051159	6 0753026396
15	2194 6969185	108 47040133	2666 6831283	320 65510298	615 55944825	14 66999137	16 744547433	0 6880488223	0 8126481096	7 3283238952
16	3530 0225642	278 09012466	6510 217954	900 29047729	1552 9653853	38 601330882	44 557092298	2 0655882319	2 7159933114	27 883426529
17	1151 3658228	416 76682322	9378 5506357	631 0213523	2371 925947	54 810679969	58 170588966	1 9747786332	2 7159933114	27 883426529
18-1	943 38592398	181 45242378	4258 3825008	341 07814619	1021 6750062	25 014242159	28 870283464	1 2956604291	1 3636729445	11 805651229
18-2	2623 673972	164 03104672	4201 5206955	432 57899901	919 85621016	23 559589349	29 915901582	1 67111943378	1 5754539484	10 911942185
20	2902 620111	128 48278575	2786 5464549	17361 729886	722 01788376	16 636807359	11 2383178862	0 5889738801	0 71749243547	7 958589231
21	1337 6038788	120 27263790	2553 5565371	126 83319305	691 41125582	15 525567928	14 986227959	0 4065563982	0 6316868616	7 4070358330
22	1948 759455	94 319779545	1930 642193	74 048714011	544 8986286	11 867622183	10 718306514	0 1911476794	0 4252876776	5 8096025654
23	2316 0643121	221 35298121	4997 750482	363 01380395	1247 0142465	30 03103902	32 895878705	1 3256731285	1 4872249776	13 868069814
24	947 27178327	217 39484256	4701 5660018	260 65885716	1245 517224	28 627703476	29 36405484	0 9130016935	1 2280322329	13 29710558
25	2198 9496005	340 77818514	7788 0239480	675 51636702	1911 0226206	46 918898940	52 77057013	2 289480749	2 2758254504	21 536401039
26	241 46330097	268 63183318	6316 6069101	509 98361636	1511 3797414	37 394354623	43 707032028	2 0695784292	2 0244325551	17 135223201
27	2005 9424023	252 98401770	6115 5948583	535 84263653	1419 9729278	36 142186870	43 649411531	2 2553813154	2 0883274242	16 13172899
28	2291 4283993	242 24070787	5621 33611238	434 64743909	1364 504439	33 410414478	38 099826689	1 7011042396	1 7627394150	15 17810482
29	1224 0942736	254 46699507	5907 3477784	468 35997819	1432 2932462	34 674389515	38 906153382	1 6678676273	1 8593029499	16 328482301
30	1095 9985949	157 92064255	2929 9004895	142 69204899	786 1936842	17 669130305	16 970157805	0 4272395005	0 717978928	6 7321418026
31	1965 4847352	263 34852050	6431 4391528	595 90045288	1501 7022503	36 900648166	43 8750101602	2 1662794344	2 1571872575	17 2048168785
32-1	3639 7806409	92 254597247	2422 5571057	281 05821057	493 00151497	13 546427195	19 055718454	1 1331980439	0 9641595555	5 958641102
33	3134 8146976	237 06982233	5099 1011853	281 72938984	1351 8132814	31 061318212	31 034446567	0 9892475533	1 3295456036	14 551598418
34	4495 4958145	213 10000336	4668 878238	359 11629351	1135 2061305	27 82060206	23 271456335	1 0523659973	1 4539504445	13 018334610
35	1159 2547889	146 06071581	3232 2356745	247 82015942	805 96963532	19 022427793	20 758337043	0 7151742564	1 0162713863	9 3783383785
36	3242 95448205	10 583027888	288 16346242	20 548263862	71 78389179	1 416785906	2 046831835	0 063022113	0 086208976	1 482006219
37	7733 1464287	14 018967720	450 53026476	53 636984950	90 298500471	2 148799972	3 7570161257	0 2223670523	0 196301279	15 89256621
38	10863 569586	46 56792386	1155 9091468	135 46230668	233 85713102	6 7302395046	8 2902041672	0 4898314388	0 4728336873	2 767384935
39	19215 746031	115 90973236	1155 9091468	135 46230668	233 85713102	6 7302395046	8 2902041672	0 4898314388	0 4728336873	2 767384935
40	392 07542735	115 90973236	1155 9091468	135 46230668	233 85713102	6 7302395046	8 2902041672	0 4898314388	0 4728336873	2 767384935

図 2.1-9 自動車排気ガス（主要道路分）排出インベントリの計算結果例

2) 自動車排気ガス：主要道路以外からの排出量

主要道路以外での自動車用燃料使用量を推計し、大気汚染物質排出量を推計し、グリッドに配分した。

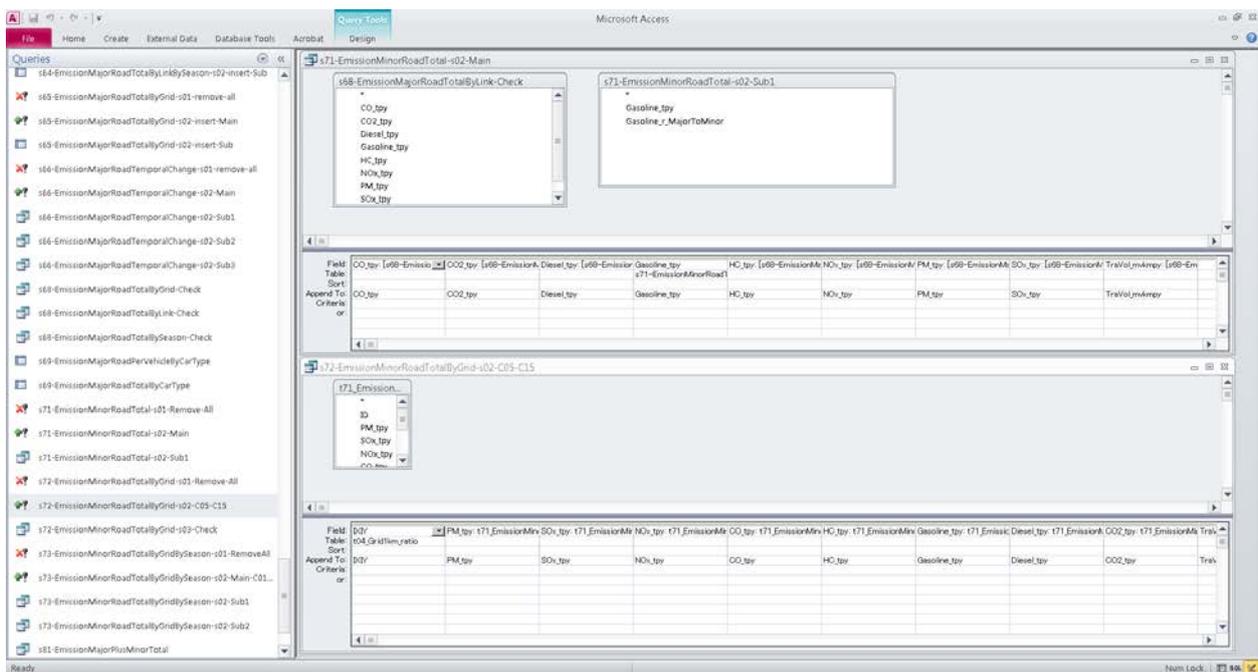
主要道路以外での自動車用燃料使用量は、UB 市内の自動車用燃料使用量から、主要道路での燃料使用量を引いて計算した。UB 市内の自動車用燃料使用量は、統計が作成されていないことから、UB 税関が取り扱った自動車用燃料輸入量（図 2.1-10）に、推定した UB 市内使用率を乗じて計算した。

クエリを順番に実行して計算する（図 2.1-11 は計算に使用する代表的なクエリの例）と、排出量が計算される（図 2.1-12 は計算結果の例）。



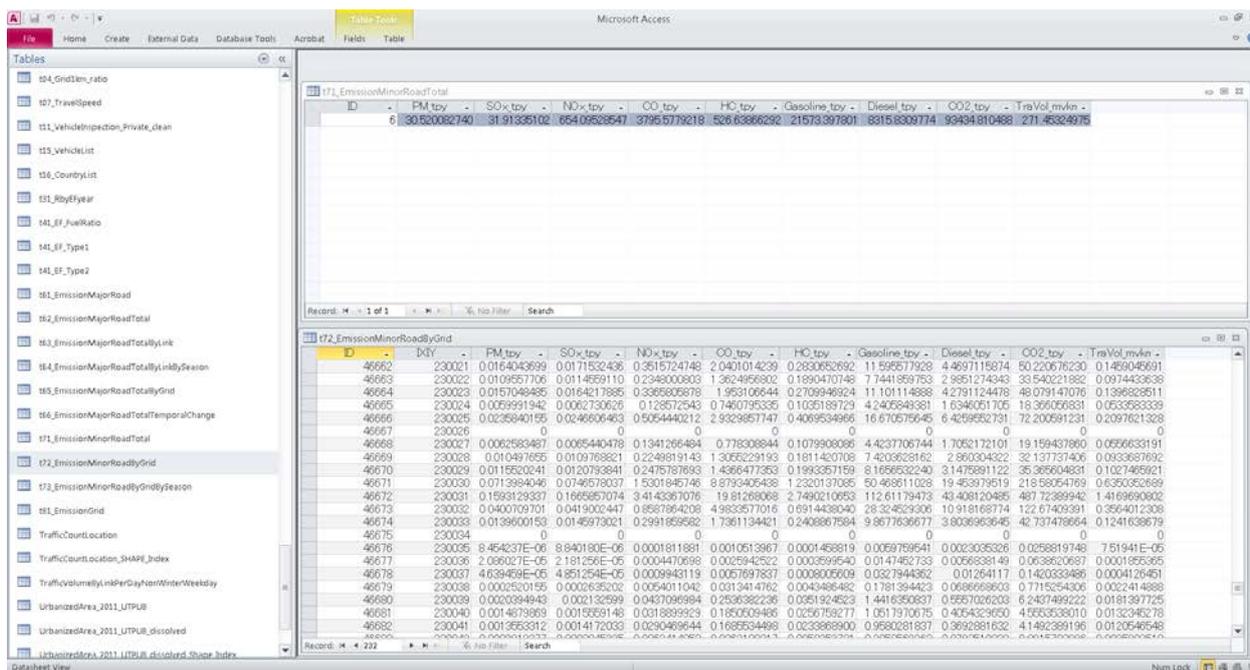
注 UB 税関が取り扱った自動車用燃料輸入量データである。

図 2.1-10 主要道路以外からの自動車排気ガス排出インベントリに必要な項目



注 クエリの一覧が左側に表示されている。右側は、総排出量を計算するクエリと排出量をグリッドに配分するクエリ

図 2.1-11 主要道路以外からの自動車排気ガス排出インベントリの計算に使用するクエリの例



注 テーブルの一覧が左側に表示されている。右側は、総排出量とグリッド別排出量

図 2.1-12 主要道路以外からの自動車排気ガス排出インベントリの計算結果例

2.1.4.3 その他の発生源

(1) 排出量の推計方法

その他の発生源の発生源別活動量、排出係数及び発生源種類・配分指標を表 2.1-24 に示す。

対象発生源は、発電所の灰埋立地とした。

汚染物質排出量は、汚染物質排出量=活動量×排出係数の式で計算した。活動量は、飛散可能面積とし、各発電所へのインタビュー・実地調査等に基づいて測定した。排出係数は、本プロジェクトの灰飛散量調査データ等から計算した。

発生源種類は、面源として発生源インベントリを作成した。

表 2.1-24 発生源別排出量推計方法、活動量、排出係数及び発生源種類・配分指標

発生源の種類	排出量の推計方法	活動量	排出係数	発生源種類と配分指標
発電所の灰埋立地	排出量=飛散可能面積×大気汚染物質別排出係数	各発電所へのインタビュー、実地調査等で判明した飛散可能面積	本プロジェクトの灰飛散量調査データから計算  TSP から PM <sub>10</sub> の換算は、ボイラから出る灰の粒径分布および灰埋立地の表層の灰の粒径分布から計算した PM <sub>10</sub> 率を乗じて計算	発生源種類：面源

## (2) インベントリデータの更新方法

### 1) 発電所の灰埋立地

灰埋立地の区画毎に、排出量を計算した。

発電所灰埋立地の灰飛散インベントリの計算に必要な項目と、排出量の計算過程を表 2.1-25 に示す。

PM10 Ratio シートでは、灰に含まれる直径 10 ミクロン以下の粒径の粒子の割合を入力・計算している。燃焼方式等が変化した場合のみ、灰に含まれる直径 10 ミクロン以下の粒径の粒子の割合を測定して更新する。

Emission のシートでは、灰埋立地の面積、飛散可能表面積の割合、浸食厚さ、乾燥密度のデータを入力し、飛散測定期間の飛散量を計算した。また、後述の Pattern シートで推定する月別飛散量から年間飛散量を計算した。飛散可能表面積の割合は灰埋立地の管理（覆土、水位管理等）状況によって変化することから、毎年データを更新する。浸食厚さや乾燥密度を新たに測定した場合は、それらの値も更新する。

Pattern のシートでは、月別の飛散割合を設定し、月別の TSP 飛散量と PM-10 飛散量を計算している。1 年間を通した浸食厚さの測定に成功する等、月別の飛散割合に関する新たな情報が得られた場合は、当該する値を更新する。

以上のデータにより、Pattern シートには月別排出量が計算され、Emission シートには年間合計排出量が計算される。

表 2.1-25 発電所の灰埋立地の灰飛散インベントリに必要な項目と計算例

Sample Name	PM-10 Ratio	PP	Area Name	Square (m <sup>2</sup> )	fugitive area (%)	Average erosion depth (cm)	dry density (g/cm <sup>3</sup> )	TSP emission (ton)	TSP_TPY	PM10_TPY
PP2, No.3 Boiler (35ton/h), Scrubber Entrance	7.06%	PP2	West	50,882	100%	0.576	1.29	378	986.77	201.46
PP2, No.5 Boiler (75ton/h), Scrubber Entrance	23.50%		East	55,968	0%	0.576	1.29	0	0.00	0.00
PP2, No.4 Boiler Entrance	7.83%		Subtotal					378	986.77	201.46
PP3, No.6 Boiler Entrance	17.99%	PP3	1	123,000	0%	0.576	1.29	0	0.00	0.00
PP3, No.7 Boiler Entrance	33.39%		2	141,000	0%	0.576	1.29	0	0.00	0.00
PP3, No.4 Boiler, Scrubber Entrance	5.97%		3	119,000	0%	0.576	1.29	0	0.00	0.00
PP3, No.6 Boiler, Scrubber Entrance	22.24%		4	102,600	100%	0.576	1.29	762	1,989.76	406.23
PP3, No.7 Boiler, Scrubber Entrance, Left	30.82%	Subtotal					762	1,989.76	406.23	
PP3, No.10 Boiler, Scrubber Entrance, Left	25.60%	PP4	3	250,000	40%	0.576	1.29	743	1,939.33	395.93
average	20.42%		4	160,000	25%	0.576	1.29	297	775.73	158.37
Particle classification test on Ash from Ash Ponds			5	180,000	70%	0.576	1.29	936	2,443.56	498.88
Gravel (D>2mm)			Subtotal					1,976	5,158.63	1,053.19
Sand (2-0.05mm)			15 Total					3,117	8,135.16	1,660.87
Silt (0.05-0.002mm)										
Clay (<0.002mm)										
PM-10										
PP2, Ash Pond, 14	0.77%									
PP2, Ash Pond, 16	12.36%									
PP2, Ash Pond, 22	6.40%									
PP2, Ash Pond, 24	18.24%									
Average PM-10 Ratio										39.92%

Month	Average wind	Inverse of wind	Pattern	Pattern for simulation	Maximum temperature	Minimum temperature	West	East	Subtotal	1	2	3	4	5	Subtotal	3	4	5	Subtotal	Total
1	1.3	0.769	1	0.046	-7.3	-33.2	3.780736	0	3.78074	0	0	0	0	0	3.78074	0	0	0	3.78074	0
2	1.8	0.556	1	0.046	-1	-30.1	3.780736	0	3.78074	0	0	0	0	0	3.78074	0	0	0	3.78074	0
3	2.8	0.357	10	0.460	9.9	-23.7	3.780736	0	3.78074	0	0	0	0	0	3.78074	0	0	0	3.78074	0
4	3	0.333	50	2.299	20.1	-14.3	3.780736	0	3.78074	0	0	0	0	0	3.78074	0	0	0	3.78074	0
5	3.7	0.270	100	4.598	27.9	-8.3	3.780736	0	3.78074	0	0	0	0	0	3.78074	0	0	0	3.78074	0
6	3.9	0.256	50	2.299	30.4	1.8	3.780736	0	3.78074	0	0	0	0	0	3.78074	0	0	0	3.78074	0
7	3.1	0.323	30	1.379	30.9	5.2	3.780736	0	3.78074	0	0	0	0	0	3.78074	0	0	0	3.78074	0
8	2.8	0.357	10	0.460	29.3	3.2	3.780736	0	3.78074	0	0	0	0	0	3.78074	0	0	0	3.78074	0
9	2.4	0.417	5	0.230	25	-5.1	3.780736	0	3.78074	0	0	0	0	0	3.78074	0	0	0	3.78074	0
10	2	0.500	2	0.092	18.4	-14.9	3.780736	0	3.78074	0	0	0	0	0	3.78074	0	0	0	3.78074	0
11	1.9	0.526	1	0.046	5.9	-25.1	3.780736	0	3.78074	0	0	0	0	0	3.78074	0	0	0	3.78074	0
12	1.9	0.526	1	0.046	-4.9	-31.5	3.780736	0	3.78074	0	0	0	0	0	3.78074	0	0	0	3.78074	0
2011					261				886.772	0	0	0	0	0	886.772	0	0	0	886.772	0

2.1.5 発生源インベントリ作成結果

2010年及び2011年における専門家判断ケースの発生源別排出量を表 2.1-26 に示す。また、2010年におけるすべての発生源からのPM<sub>10</sub>の排出量分布図を図 2.1-14 に示す。TSP 排出量は、火力発電所で最も大きく、次いで、ゲルストーブ、土壌巻き上げの順となっている。PM<sub>10</sub> 排出量は、火力発電所で最も多く、次いで、土壌巻き上げ、ゲルストーブの順となっている。SO<sub>x</sub> 及び NO<sub>x</sub> 排出量は、火力発電所、ゲルストーブの順になっており、火力発電所とゲルストーブの排出量で、全体の排出量に対して 90%程度を占めている。CO 排出量は、ゲルストーブが全体の排出量に対して 60%程度をしめており、幹線道路からの排出量の約 2.5 倍となっていることがわかる。活動量、排出係数の設定、2010年を除く排出量の詳細は別添資料 2.1-13 に示す。

2010年と2011年の排出量の比較結果を図 2.1-13 に示す。TSP 排出量では、火力発電所のPM<sub>10</sub> 排出量は2010年から2011年にかけてあまり変化していないが、ゲルストーブで排出量が約600ton/年減少している。HOB では、2011年にかけて約260ton/年減少している。SO<sub>x</sub> および NO<sub>x</sub> 排出量については、2010年から2011年にかけて、すべての発生源において大きな変化はなかった。CO 排出量

では、部分の発生源では、年次の変化が大きくなかったが、ゲルストーブで 62,078ton/年から 55,766ton/年に減少していることがわかる。

なお、2011年に補助金を通じて 63,224 台販売された高効率ストーブについては、排気ガスの流速が遅く、濃度の経時変化が激しいため、測定が難しく、測定サンプル数が少なく、値のばらつきが大きい。排気ガス大気汚染物質濃度のデータを用いて排出量を計算しているが、住民への使用方法インタビューと更なる排気ガス測定を通じて、精度を向上する必要がある。

表 2.1-26 発生源別排出量（専門家判断ケース）

単位：ton/年

	TSP		PM <sub>10</sub>		SO <sub>x</sub>		NO <sub>x</sub>		CO	
	2010年	2011年	2010年	2011年	2010年	2011年	2010年	2011年	2010年	2011年
火力発電所	19,826	20,108	12,887	13,070	10,545	10,667	14,251	14,275	8,481	8,484
HOB	2,011	1,607	1,307	1,044	764	830	126	146	4,970	5,944
CFWH	218	246	131	148	313	354	103	116	463	524
ゲルストープ	7,720	6,803	5,018	4,422	4,258	4,191	592	559	62,078	55,766
幹線道路	195	212	195	212	204	257	4,186	3,303	24,293	16,462
細街路	31	33	31	33	32	40	654	516	3,795	2,572
土壌巻き上げ	6,812	6,644	6,812	6,644	-	-	-	-	-	-
灰飛散	8,135	3,105	1,950	956	-	-	-	-	-	-
合計	44,948	38,758	28,331	26,529	16,116	16,339	19,912	18,915	104,080	89,752

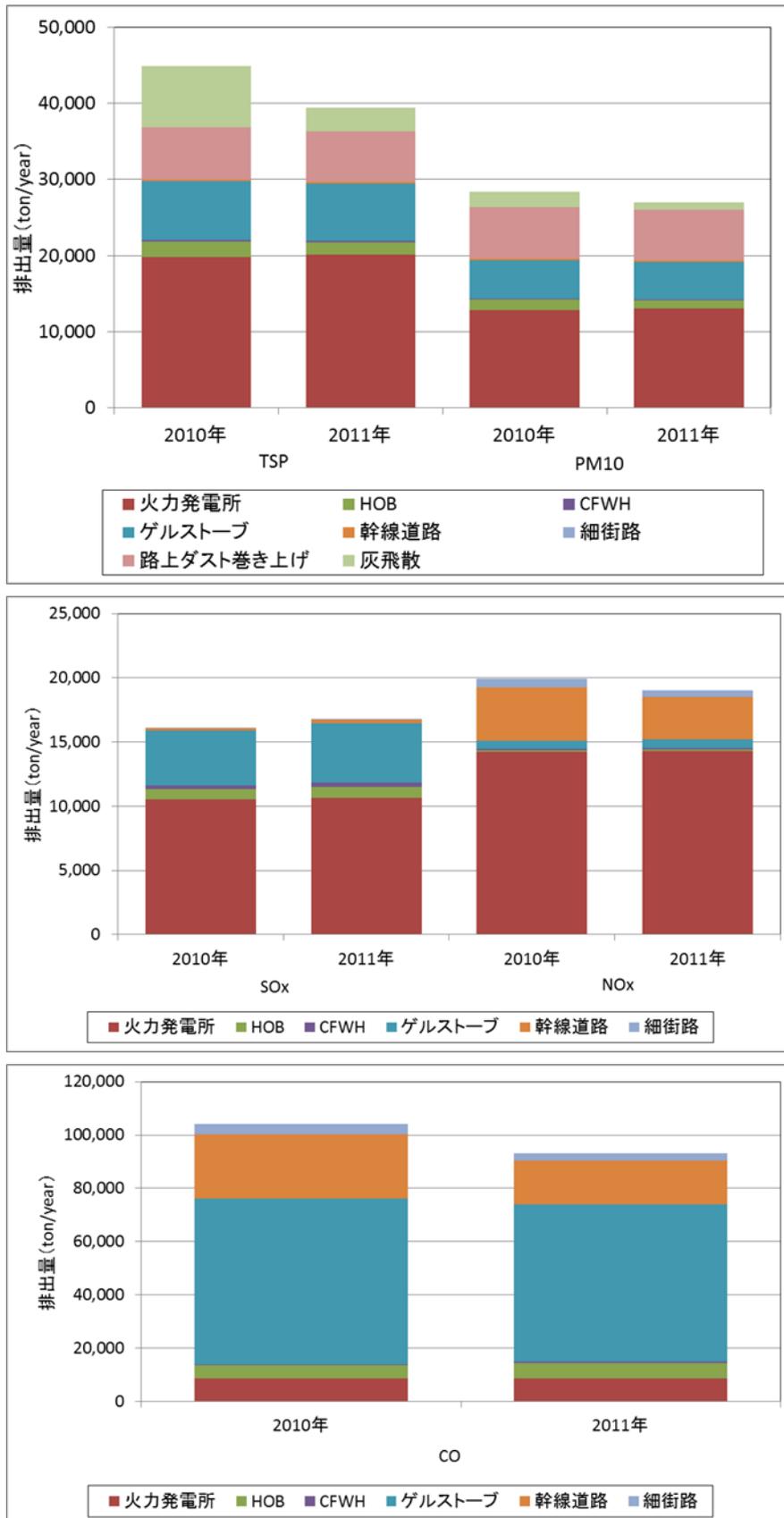


図 2.1-13 2010年と2011年の排出量の比較

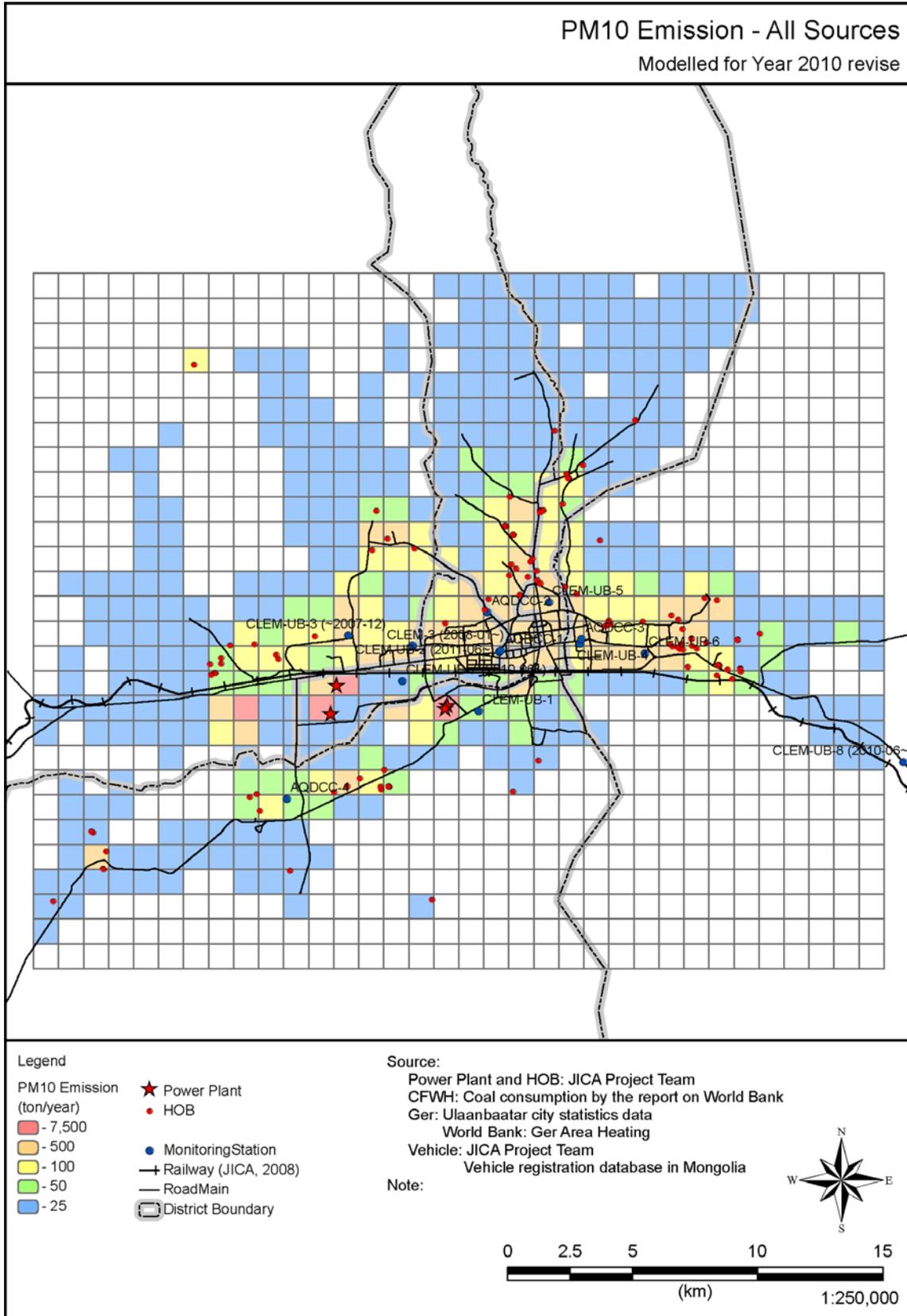


図 2.1-14 PM<sub>10</sub>排出量分布図 (2010年)

## 2.1.6 シミュレーションモデルの構築方法

### 2.1.6.1 シミュレーションの計算条件と基本構造

#### (1) シミュレーションの計算条件

今回計算したシミュレーションモデルの計算条件を表 2.1-27、シミュレーションモデルの基本構造を図 2.1-15 に示す。シミュレーションモデルの入力データは大気環境データ、気象データと発生源データである。ウランバートル市の測定局でモニタリングしている PM<sub>10</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、CO、WD（風向）、WS（風速）をモデルの入力として加工した。同様に、発生源インベントリをモデルの入力として加工する。これらの機能は、気象プリプロセッサ及び発生源プリプロセッサにより実現している。

表 2.1-27 シミュレーション基本条件

項目	内容	
使用モデル ISC-ST3 (US-EPA)+Puff Model	対象地域	郊外、都市、工業地域
	地形	計算メッシュ別平均標高により地形を考慮
	対象煙源	高煙源、地表煙源
対象汚染物質	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>x</sub> (SO <sub>2</sub> )、CO、NO <sub>x</sub> (NO、NO <sub>2</sub> )	
発生源	固定発生源、移動発生源、その他面的発生源	
対象期間	2010年11月～2011年2月	
気象データの解析	気象データについて解析し、モデルの入力データに変換した。	
大気環境データの解析	月・年平均値、時刻別変化等の基礎解析を通じて、ウランバートル市の大気汚染状況を解析した。	
対象地域・解像度	中心部を含む約 34km×28km、解像度は 1km×1km	

データ処理

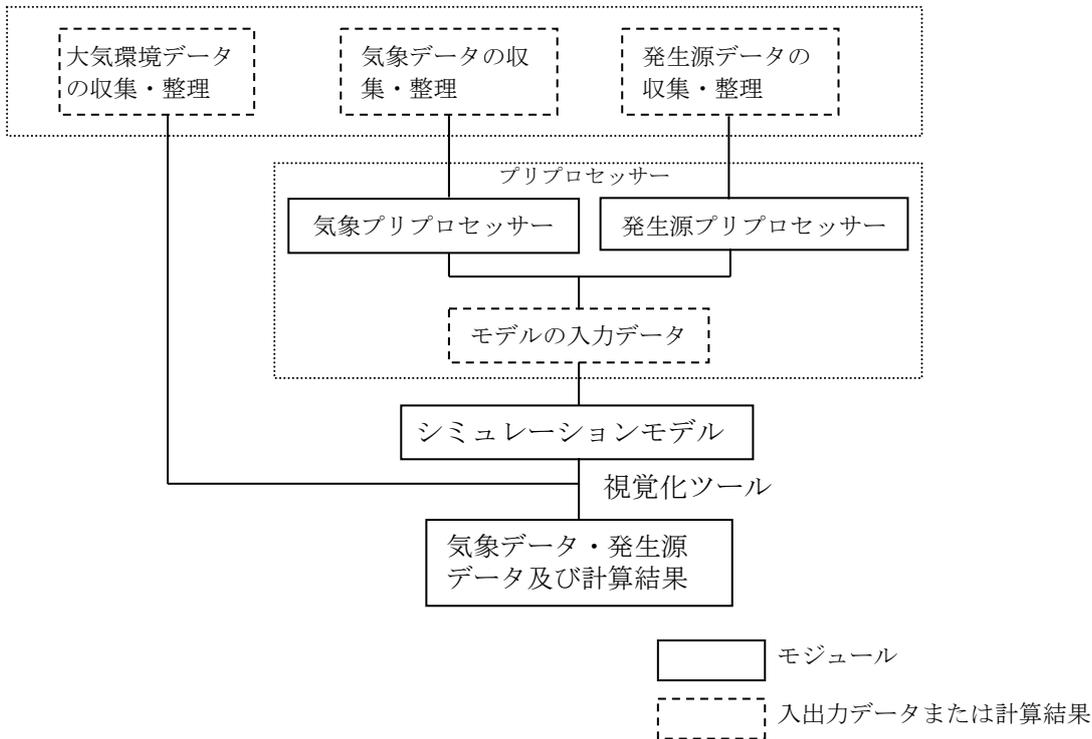


図 2.1-15 シミュレーションモデルの基本構造

(2) モデルの基本構造

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 式は以下の通りである。

$$\chi = \frac{QKVD}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \exp \left[ -0.5 \left( \frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right]$$

$\chi$  : Concentration ( $\mu \text{ g/m}^3$ )

Q : Pollution emission rate (mass per unit time)

K : Scaling coefficient to convert calculated concentration to desired units  
(default value of  $1 \times 10^6$  for Q in g/s and concentration in  $\mu \text{ g/m}^3$ )

V : Vertical term

D : Decay term

$\sigma_x, \sigma_y$  : Standard deviation of lateral and vertical concentration distribution (m)

$u_s$  : Mean wind speed (m/s) at release height

Puff モデルの式は以下の通りである。

$$C(R, z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{Q_p}{\frac{\pi}{8} \gamma} \cdot \left\{ \frac{1}{\eta_-^2} \cdot \exp\left(-\frac{u^2(z - He)^2}{2\gamma^2 \eta_-^2}\right) + \frac{1}{\eta_+^2} \cdot \exp\left(-\frac{u^2(z + He)^2}{2\gamma^2 \eta_+^2}\right) \right\}$$

$$\eta_-^2 = R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (z - He)^2$$

$$\eta_+^2 = R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (z + He)^2$$

$$R^2 = x^2 + y^2$$

- R : Horizontal distance from point source to calculation point  
 Q<sub>p</sub> : Emission (m<sup>3</sup><sub>N</sub>/s)  
 U : Wind speed (m/s)  
 He : Effective plume height (m)

### (3) 有効煙突高の推計

有効煙突高 (he) とは、煙突から排出されるガスが、それ自身が持つ熱と吐出速度による運動量により一定高さまで上昇した高さのこと。この高さまで上昇した後に、風による大気拡散を始める。つまり、水平風が同じ強さの時、有効煙突高が高ければ拡散幅は広がり、汚染物質を広範囲に薄く拡散させることができるため、地表濃度を低下させることができる。水平風が同じときに有効煙突高が高くなるためには、排ガス温度、排ガス速度及び煙突高さが大きく、煙突の内径が小さいことが条件となることがわかる。

大気安定度が不安定もしくは中立の条件下において、ISC-ST3 モデルでの有効煙突高は以下の式で求められている。

$$h_e = h_s' + 21.425 \frac{F_b^{3/4}}{u_s} \quad F_b < 55$$

$$h_e = h_s' + 38.71 \frac{F_b^{3/5}}{u_s} \quad F_b \geq 55$$

スタックチップダウンウォッシュを考慮した吐出高 (h<sub>s</sub>') 及び浮力フラックスパラメータ (F<sub>b</sub>) はそれぞれ以下の式で求められる。

$$F_b = g v_s d_s^2 \left( \frac{\Delta T}{4T_s} \right)$$

$$h_s' = h_s + 2d_s \left( \frac{v_s}{u_s} - 1.5 \right) \quad v_s < 1.5$$

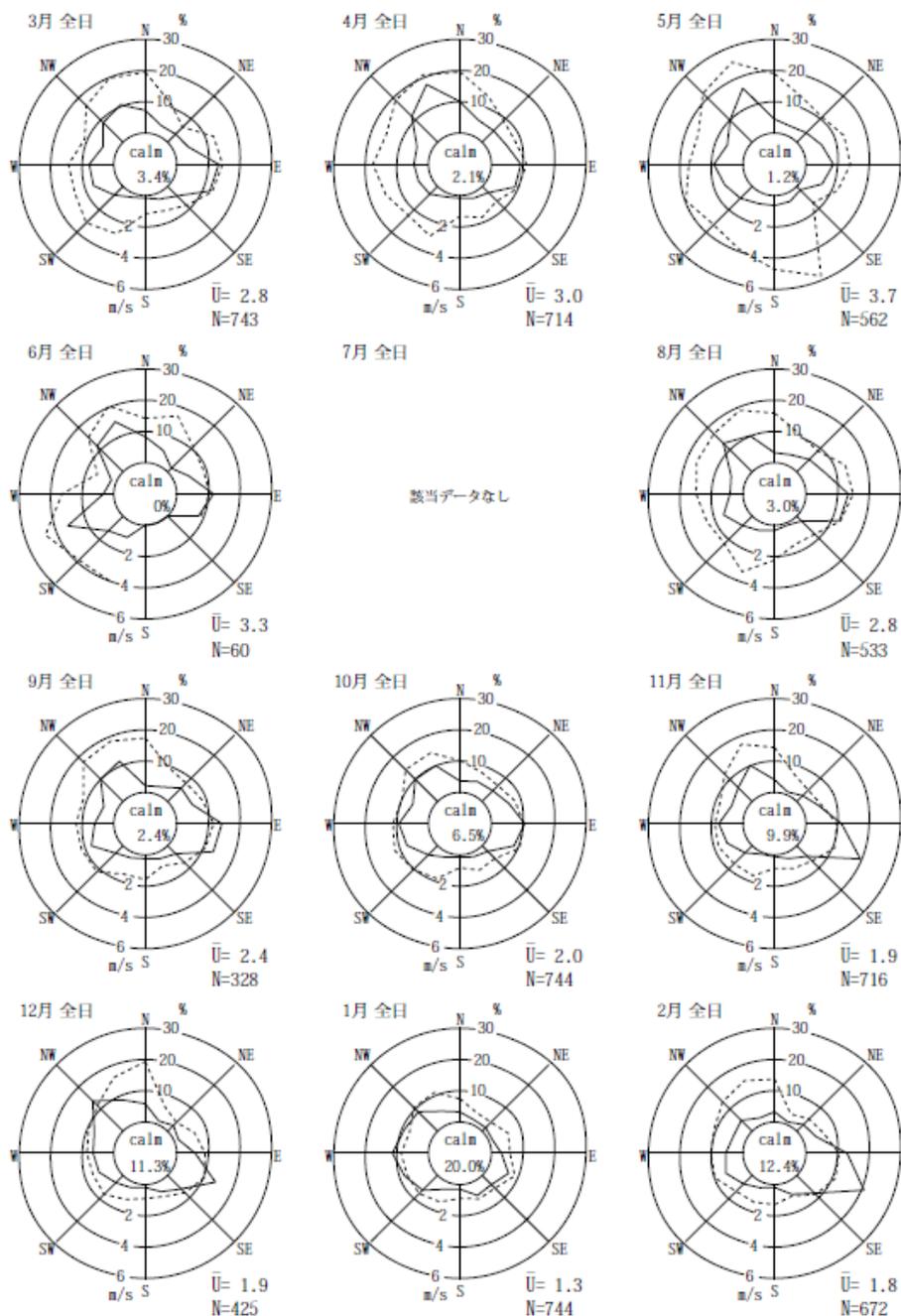
$$h_s' = h_s \quad v_s \geq 1.5$$

- u<sub>s</sub> : 吐出高さで補正した水平風速 (m/s)  
 g : 重力加速度 (m/s<sup>2</sup>)  
 v<sub>s</sub> : 排ガス速度 (m/s)  
 d<sub>s</sub> : 煙突内径 (m)  
 ΔT : 排ガス温度(T<sub>s</sub>)と大気温度(T<sub>a</sub>)の差 (K)  
 h<sub>s</sub> : 実際の煙突高さ (m)

### 2.1.6.2 気象データと大気環境データの解析

#### (1) 気象データ

NAMEM から提供を受けた気象データを用いた。風配図を図 2.1-16 に示す。東西方向の風向頻度が高く、ウランバートルの地形を反映した結果となっている。しかし、年間の気象データ有効率は 6000 時間を超えている程度であり、シミュレーションモデルの精度に少なからず影響を与えている。



実線：風向別頻度、破線：風向別平均風速

図 2.1-16 風配図 (2010年3月～2011年2月)

(2) 大気環境データ

拡散シミュレーションの精度は、大気環境濃度の測定値とシミュレーションで計算した数値を比較して評価すべきである。そのため、大気環境濃度の測定値を収集し、大気汚染の概況を解析した。

大気汚染連続測定機材が設置されている地点を、図 2.1-17 に示す。

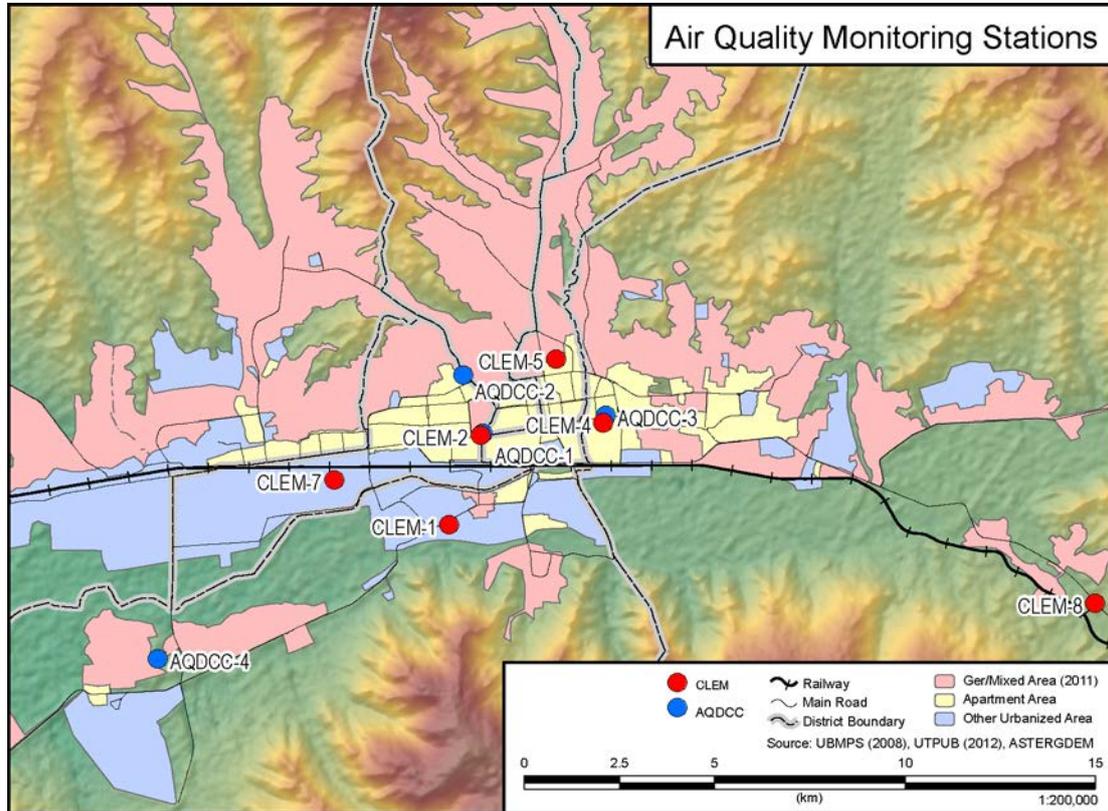


図 2.1-17 大気汚染測定地点 (連続測定機材が設置されている地点のみ)

月別濃度変化を図 2.1-18～図 2.1-22 に示す。図中の赤色およびオレンジ色で値が変化しない線は、それぞれの環境基準である。PM<sub>10</sub> と SO<sub>2</sub> では、12 月～1 月で高濃度になっていることがわかる。NO、NO<sub>2</sub> 及び CO は、9 月～4 月の暖房期に濃度が高くなっている。CLEM の測定値に基づく解析 (別添資料 2.1-5) では、PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> の 3 項目は全地点で年平均値環境基準を超過している一方、CO は環境基準を超過することはほとんどない。

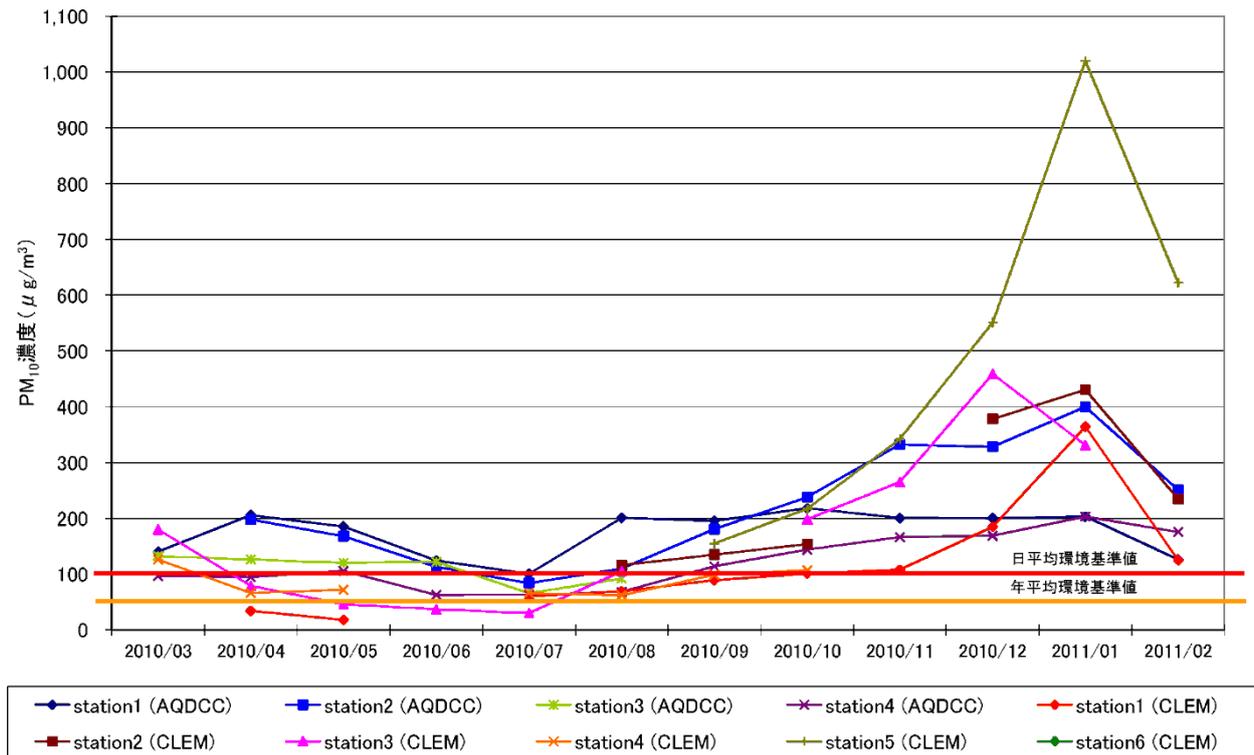


図 2.1-18 月別濃度変化図 (PM<sub>10</sub>)

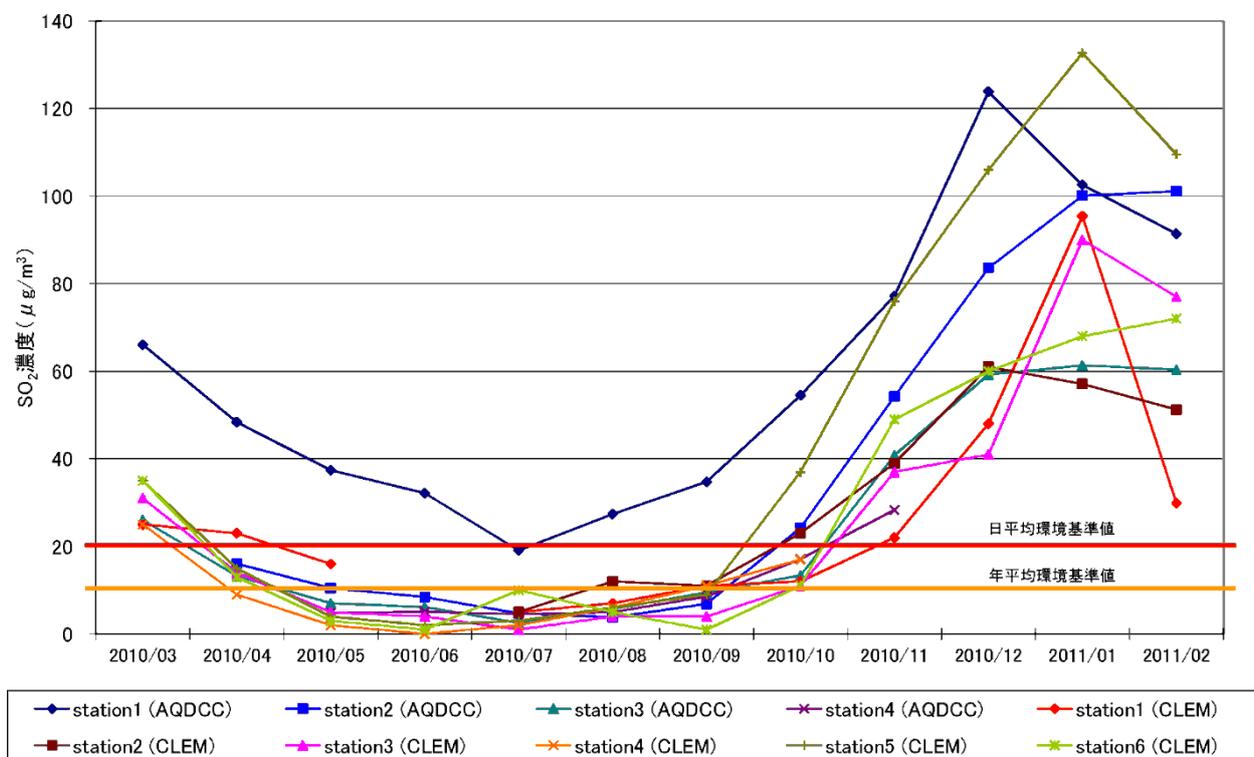


図 2.1-19 月別濃度変化図 (SO<sub>2</sub>)

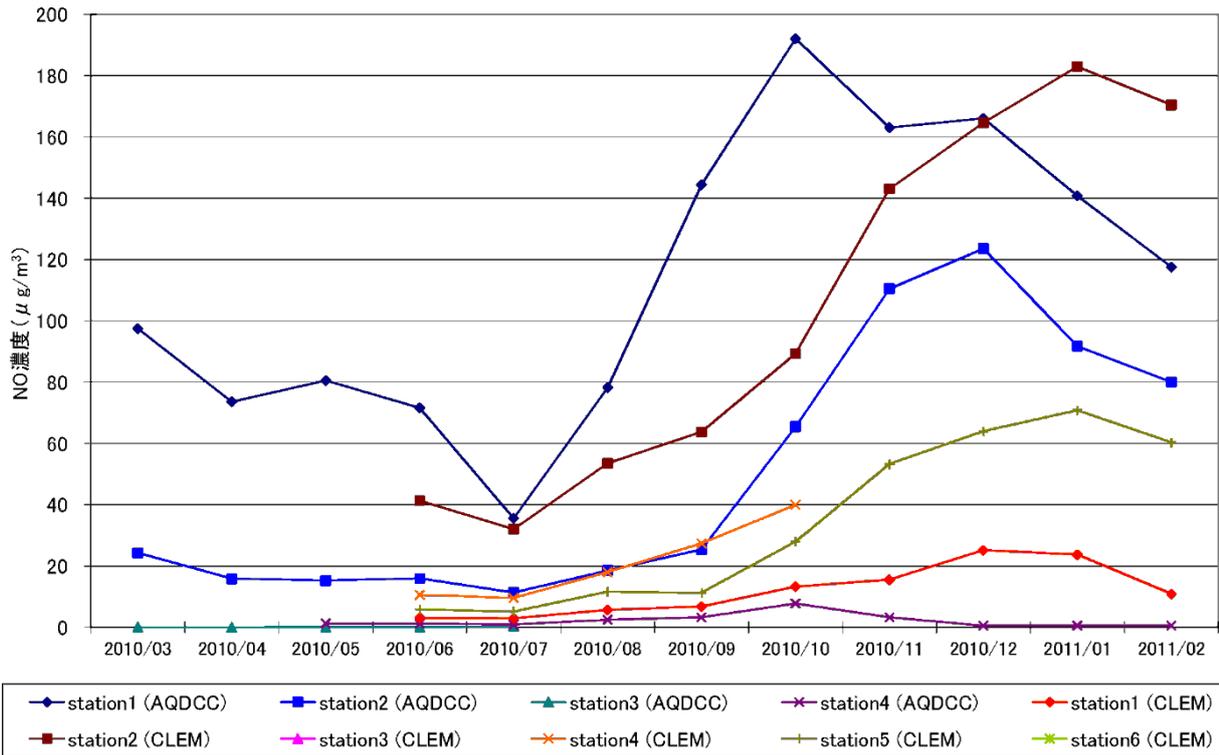


図 2.1-20 月別濃度変化図 (NO)

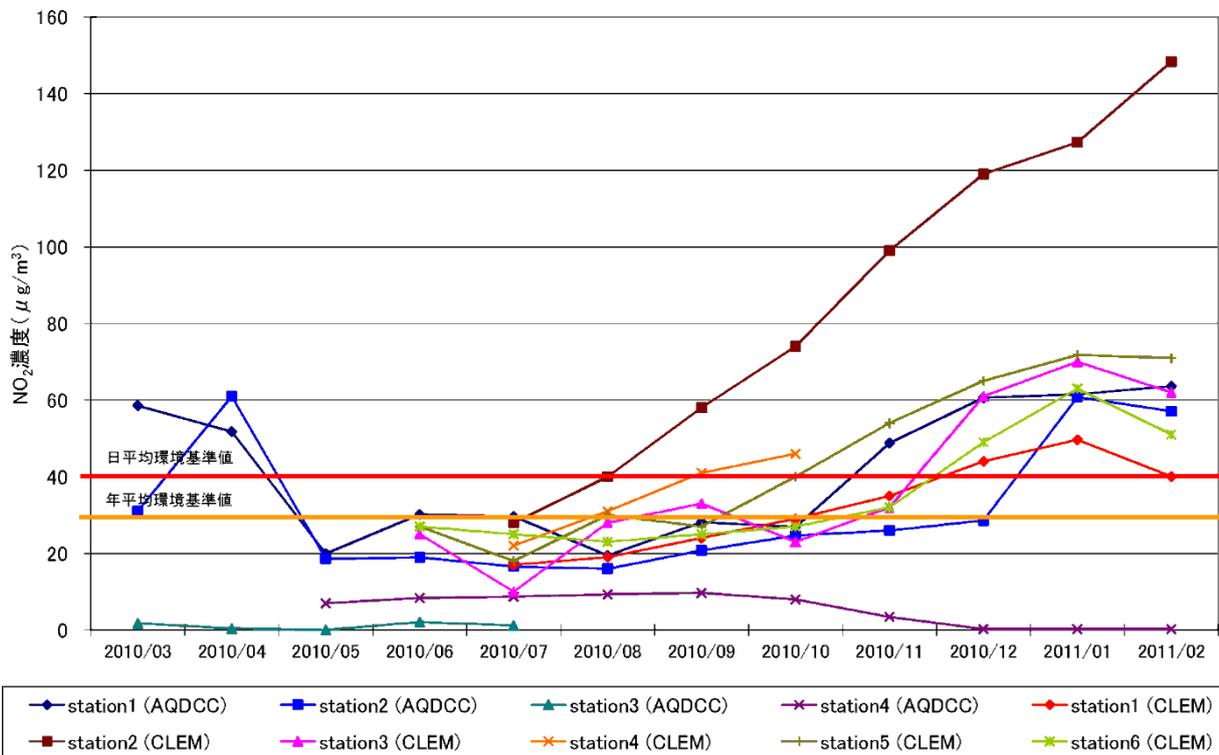


図 2.1-21 月別濃度変化図 (NO<sub>2</sub>)

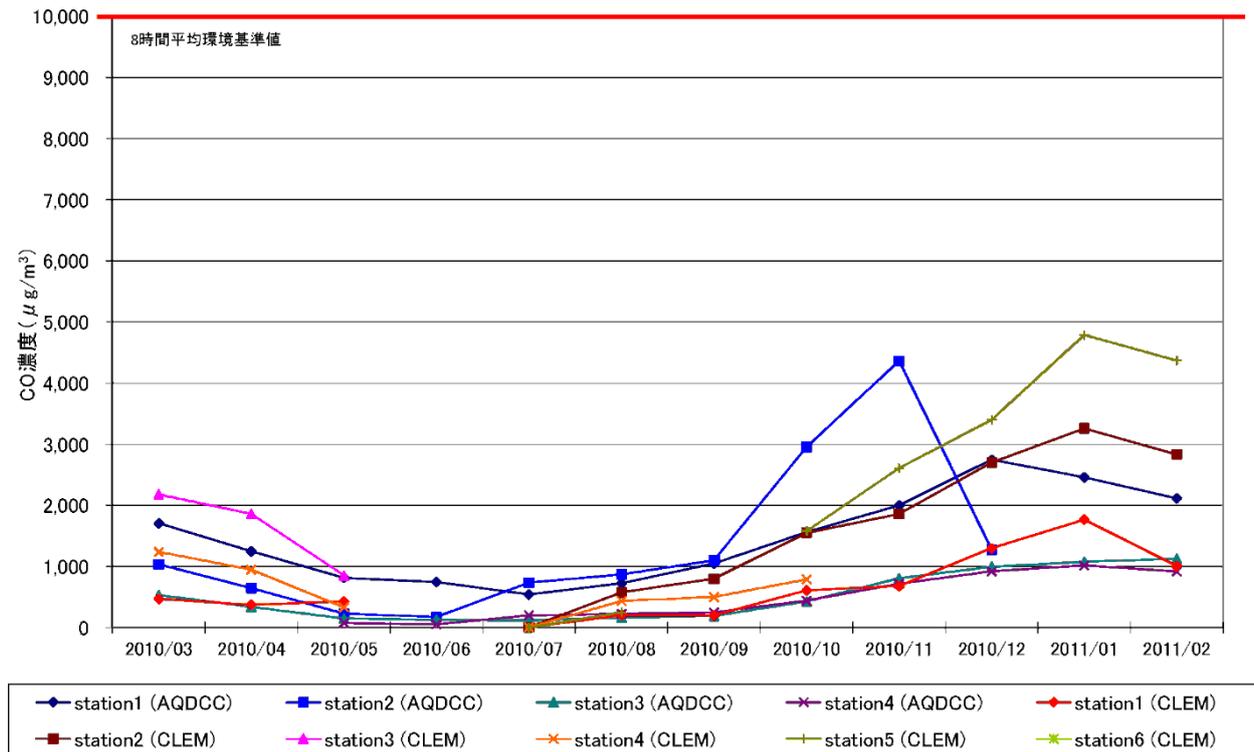


図 2.1-22 月別濃度変化図 (CO)

### 2.1.6.3 シミュレーションモデルの構築

#### (1) 発生源の排出高さ (共通)

発生源別の排出高さを表 2.1-28 に示す。排ガスの上昇高さは、有効煙突高の推計式を用いて推計した。

表 2.1-28 発生源別の排出高さ

発生源	排出高さ
火力発電所、HOB、工場	煙突高+排ガスの上昇高さ
CFWH	5m
ゲルストーブ (壁ストーブ)	3m
自動車 (道路粉じんを含む)、その他面的発生源	2m

#### (2) 時間変化 (共通)

発生源別時間変化を表 2.1-29 に示す。

表 2.1-29 発生源別時間変化

発生源	時間変化
火力発電所、HOB、工場	月別燃料使用量から月別変化を設定した
CFWH	月別燃料使用量から月別変化を設定した
ゲルストーブ（壁ストーブ）	季節別時刻別変化を設定した
自動車（道路粉じんを含む）	平日・休日別時間変化を設定した
その他	月別変化を設定した

(3) **NO<sub>2</sub>変換**

大気環境基準は NO<sub>2</sub> が対象であるため、NO<sub>x</sub> のシミュレーション結果を NO<sub>2</sub> 濃度に変換する必要がある。そこで、実測値の NO<sub>x</sub> と NO<sub>2</sub> から、窒素酸化物総量規制マニュアルに記載されている統計モデルを用いて、NO<sub>2</sub> 変換式を算定した。NO<sub>x</sub> から NO<sub>2</sub> の変換式を図 2.1-23 に示す。変換式を NO<sub>x</sub> のシミュレーション結果を以下のように適用することにより、NO<sub>2</sub> の計算濃度を算出した。ただし、[NO<sub>2</sub> 計算濃度]>[NO<sub>x</sub> 計算濃度]となる場合は、[NO<sub>2</sub> 計算濃度]=[NO<sub>x</sub> 計算濃度]とした。

$$[\text{NO}_2 \text{ 計算濃度}] = 2.9076 \times [\text{NO}_x \text{ 計算濃度}]^{0.6216}$$

CLEM Monitoring StationにおけるNO<sub>x</sub> と NO<sub>2</sub> の相関

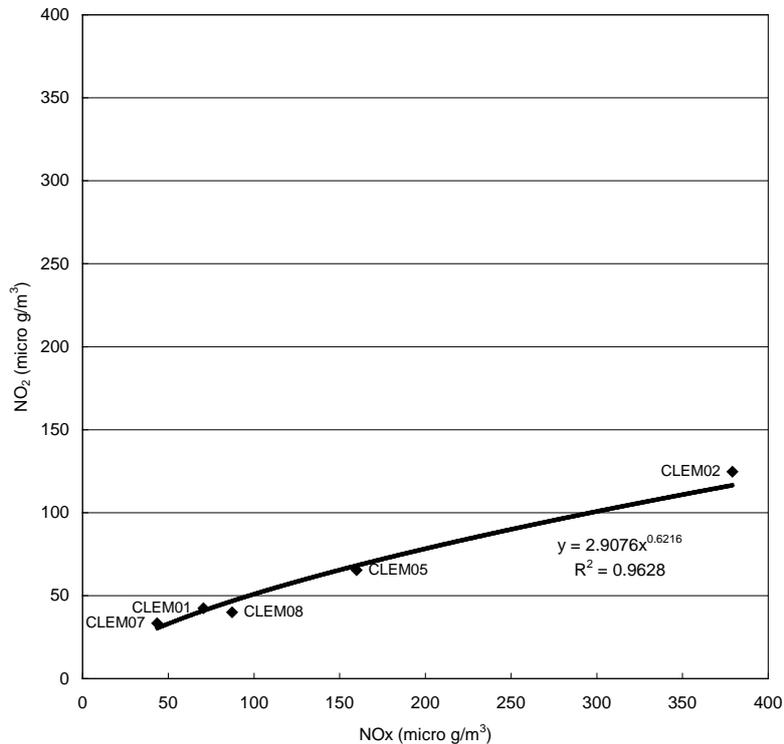


図 2.1-23 NO<sub>x</sub> から NO<sub>2</sub> への変換式推計

#### (4) 計算値と実測値との比較によるモデルの構築

ウランバートル市には、大気質庁及び CLEM による大気環境測定局により自動連続測定が実施されている。CLEM の測定局は、メンテナンスが継続的に実施されており、異常値はほとんど見あたらず、冬季の時刻別平均濃度の解析から判断して、測定データは信頼性が高いものとする。しかし、大気質庁の測定局は、対象期間の測定データにばらつきが大きく、異常値が多くみられる。そのため、CLEM のデータを用いて、計算値と実測値の比較を行い、シミュレーションモデルを構築することとした。シミュレーションモデルの構築では、専門家判断による発生源インベントリを用いた。

CLEM の測定局における計算値と実測値との比較結果を図 2.1-24～図 2.1-27 に示す。SO<sub>2</sub>、CO は、計算値と実測値の関係がほぼ 1 対 1 であり、相関係数も極めて高い。そのことから、非常に精度の高いシミュレーションが構築できていることがわかる。

また、PM<sub>10</sub> については、相関係数としては高くなっているが、計算値が実測値に対して半分程度となっている。PM<sub>10</sub> の計算値が実測濃度の半分になる原因は、次項の「2.1.6.4 PM<sub>10</sub> の計算値と実測値の濃度差について」で詳述する。

NO<sub>2</sub> については、相関係数は比較的高めである。3 局で計算値が過大となっているが、CLEM-2 において計算値の再現性が低い。この原因として、CLEM-2 は、交通量の多い交差点に設置されているため、自動車排出ガス測定局に分類される測定局である。そのため、自動車排気ガスの影響により、実測値が地点を代表する濃度より過大となっている可能性が高い。本モデルは、1km×1km 四方の平均的な濃度再現に適しており、数十メートルの局地的な濃度を再現することには適していない。自動車排気ガスの局地的な影響がある一部の地点を除けば、ウランバートル市全体の NO<sub>2</sub> 環境濃度を把握するには、十分な精度を持つモデルである。

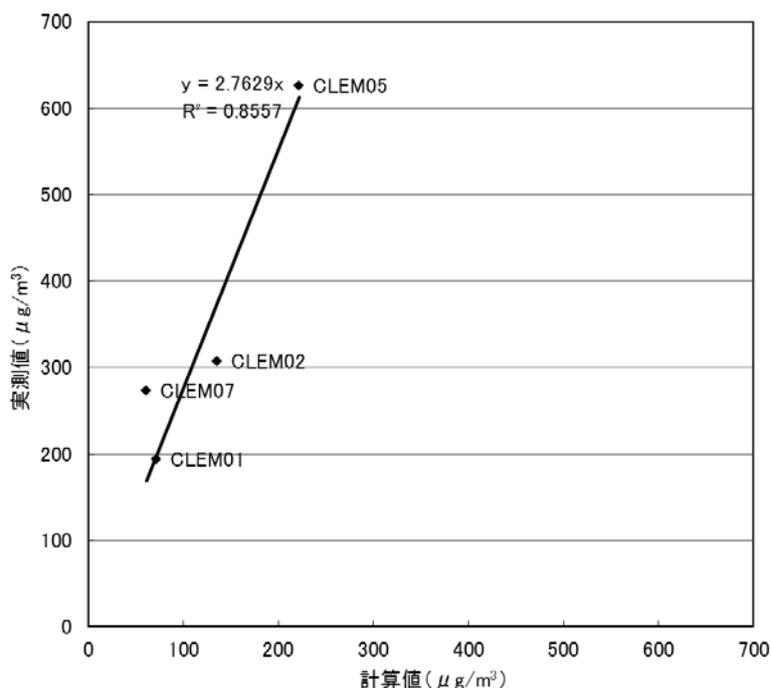


図 2.1-24 計算値と実測値との比較結果 (PM<sub>10</sub>)

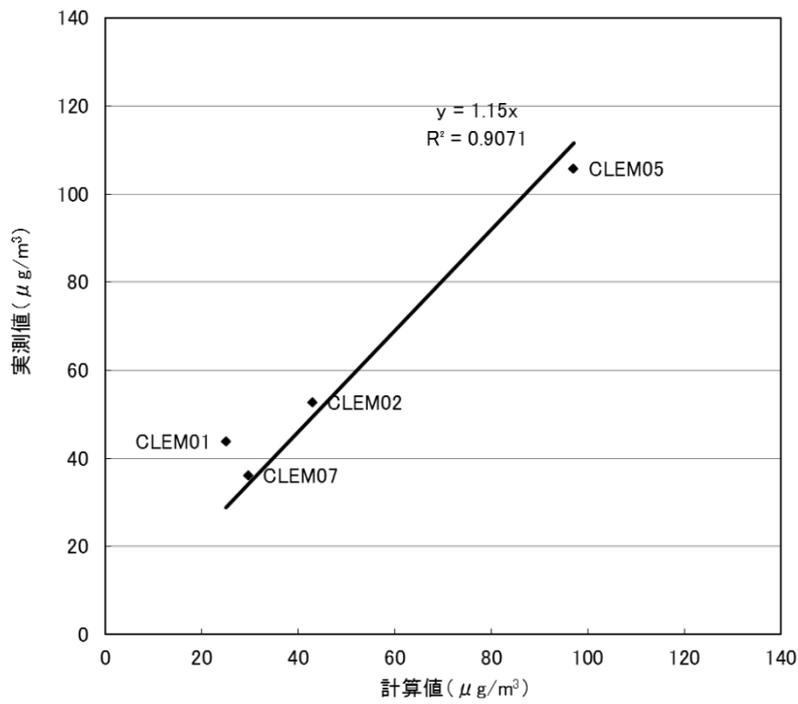


図 2.1-25 計算値と実測値との比較結果 (SO<sub>2</sub>)

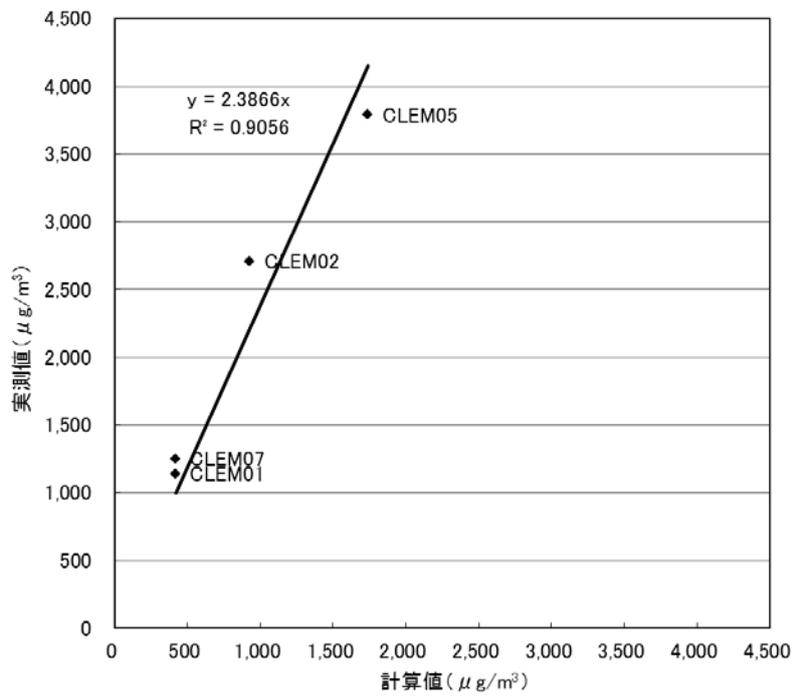


図 2.1-26 計算値と実測値との比較結果 (CO)

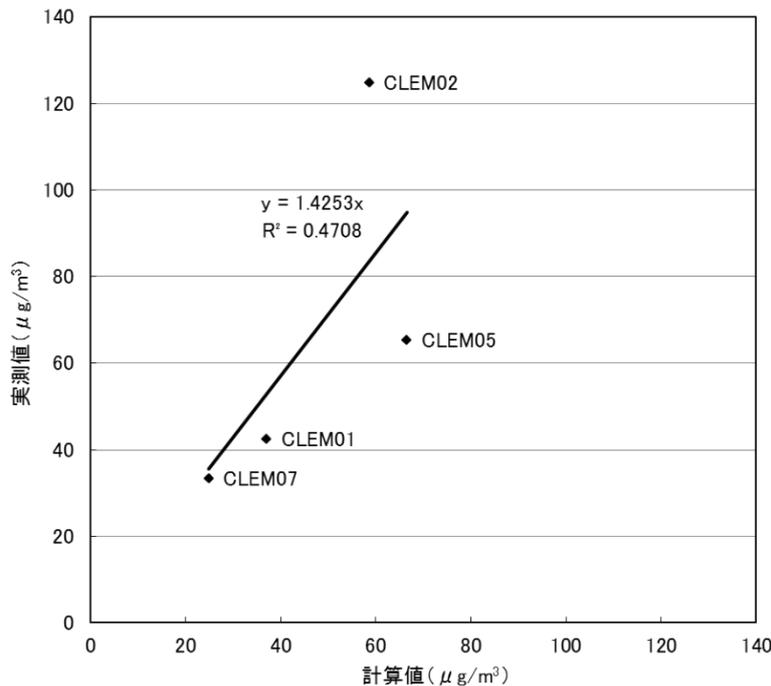


図 2.1-27 計算値と実測値との比較結果 (NO<sub>2</sub>)

#### 2.1.6.4 PM<sub>10</sub>の計算値と実測値の濃度差について

PM<sub>10</sub>排出量は、シミュレーション結果との比較から半分程度しか把握していない。PM<sub>10</sub>のシミュレーション結果が実測値に対して半分程度となる原因としては、以下が考えられる。

- 大気環境測定局の PM<sub>10</sub> は、β線吸収法あるいは光散乱法を用いた測定方法がとられている。冬季の測定では、ウランバートルの-30~-40 度になる条件下において、氷結した空気中の水分を過剰に測定し、実際の濃度より過大になっている可能性がある。
- 大気中に排出された汚染物質（一次粒子）が反応し二次粒子となるが、PM<sub>10</sub>のシミュレーションは、二次粒子を考慮したモデルではない。二次粒子には、硫黄系（硫酸塩）、窒素系（硝酸塩、アンモニウム）、塩素系（塩化物）および炭素系（有機物）の4種類がある。特に、ウランバートルでは、石炭燃焼による SO<sub>x</sub> や有機物の排出が多く、二次粒子が多く生成される。そのため、PM<sub>10</sub>の実測値は、一次粒子として把握されている発生源から推計された計算値より、高くなっている可能性がある。
- PM<sub>10</sub>には、燃料燃焼による直接的な排出に加えて、焼却灰の埋立地からの飛散粉じん、道路からの巻き上げ等がある。燃焼以外の粉じんや巻き上げの排出係数は、幅が非常にあり、どの係数を用いるかによっては、排出量に大きな差が生じる。しかも、係数の精度は十分ではない。
- 燃料系以外の不明な PM<sub>10</sub>発生源がある。
- 工場等の排出量で把握できていないものがある。ただし、多くのレンガ工場やアスファルト工場は夏期操業のものが多く、冬季に操業している工場は限定的である。そのため、工場による影響は他の要因と比較して、少ない可能性がある。

PM<sub>10</sub>の排出量の推計で用いた排出係数として、第2次詳細計画策定調査で測定された石炭 5.4kg/ton、木材 3.82kg/ton を用いた。AMHIB (World Bank) では、ゲルストーブの排出係数として、

石炭 16kg/ton、木材 18.5kg/ton を用いている。EMEP/EEA<sup>4</sup>の排出係数（380g/GJ）及び石炭熱量<sup>5</sup>（13.4GJ/t）から算定した PM<sub>10</sub>排出係数 5.09kg/ton と比較しても、AMHIB の排出係数が突出して高くなっていることがわかる。現段階で、AMHIB によるゲルストーブの高い排出係数を説明できるだけの根拠は存在しない。

PM が環境基準値以下になる対策を選定するためには、より、発生源インベントリと拡散シミュレーションモデルの改善が必要である。新たに、現インベントリで捕捉できていない大気汚染物質発生源の搜索、PM の成分分析、二次生成モデルの構築とそのために必要な気象等のデータの測定等を実施し、PM が高濃度である原因の解明を進める必要がある。また、二次生成の原因物質の削減、特に、SO<sub>x</sub> の排出量を大幅に削減する方法について検討が必要となる。

## 2.1.7 シミュレーション結果

### 2.1.7.1 シミュレーション結果

対象期間（2010年11月～2011年2月）における SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、CO 及び NO<sub>2</sub> のシミュレーション結果を図 2.1-28～図 2.1-31 に示す。SO<sub>2</sub> 及び PM<sub>10</sub> は、平和通りから北側のゲル地域で高い濃度となり、ほぼ同じ濃度分布となっている。ゲル地域において高濃度となる原因としては、排出高さは 5m 以下であり、地表付近に強く影響を与えていると考えられる。CO は、SO<sub>2</sub> 及び PM<sub>10</sub> に類似した分布となっているが、火力発電所からの排出影響が少ないため、全体の濃度分布が狭まっている。NO<sub>2</sub> は、交通量の多い交差点付近で濃度が高くなっている。そのほかの期間におけるシミュレーション結果を別添資料 2.1-14 に、HOB のみのシミュレーション結果を別添資料 2.1-15 に示す。

---

<sup>4</sup> Small Single household scale, capacity≤50kWth boiler

Tier 2 emission factors for source category boiler burning solid fuel (except biomass)

<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-4-small-combustion-tfeip-endorsed-draft.pdf>

<sup>5</sup>第4火力の石炭分析結果(約 3200kcal/kg)をもとに設定

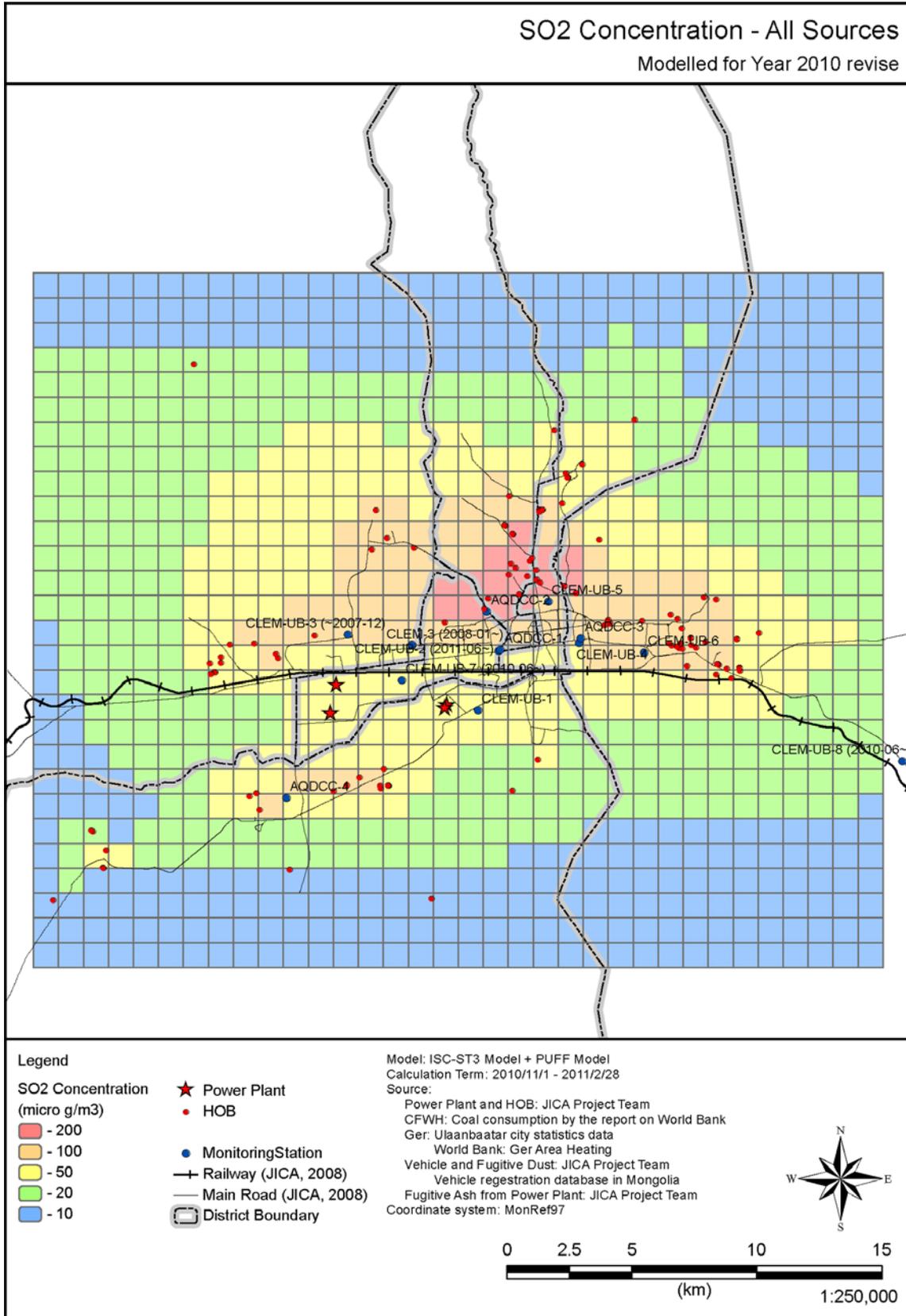


図 2.1-28 SO<sub>2</sub>のシミュレーション結果 (2010年)

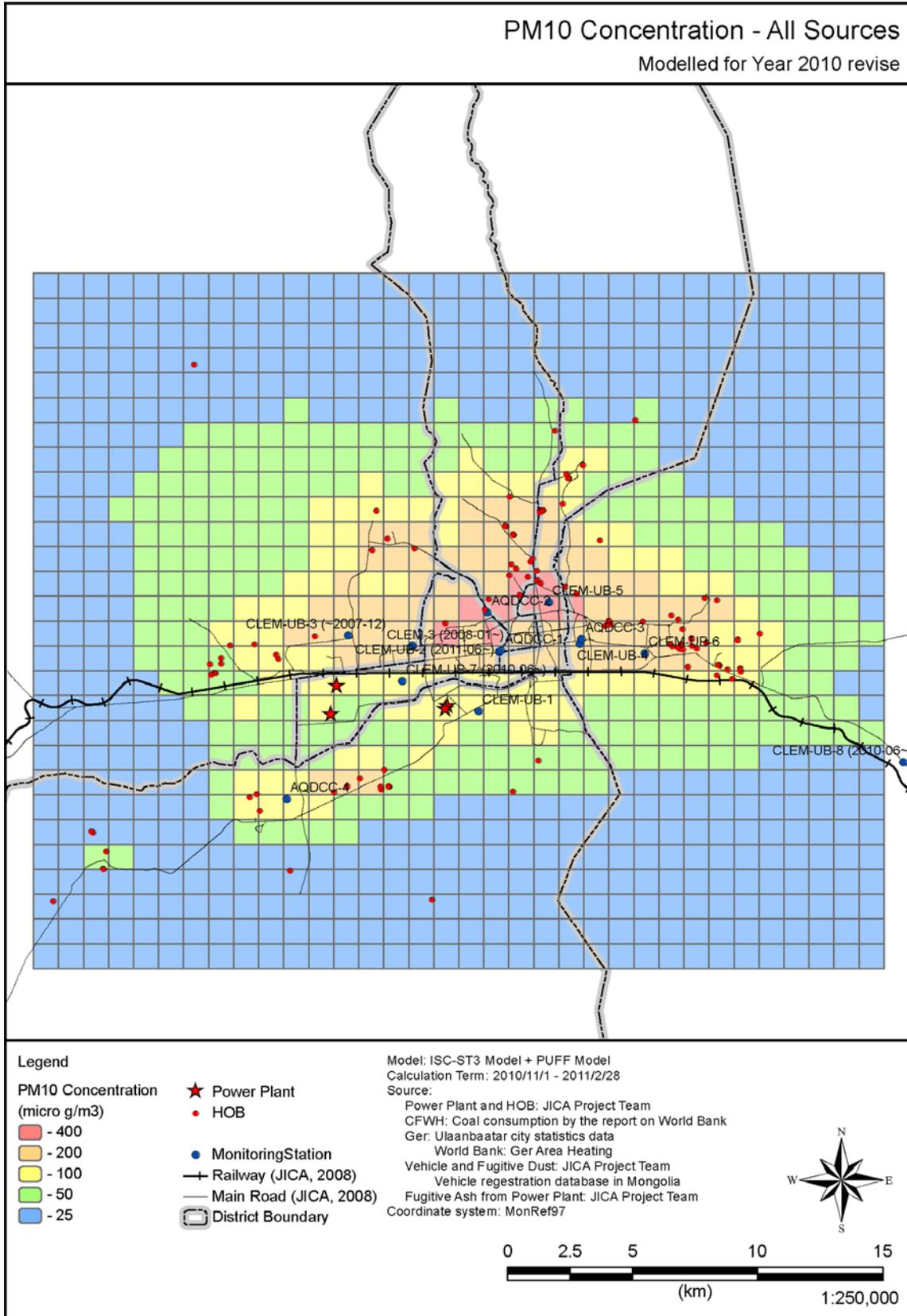


図 2.1-29 PM<sub>10</sub> のシミュレーション結果 (2010 年)

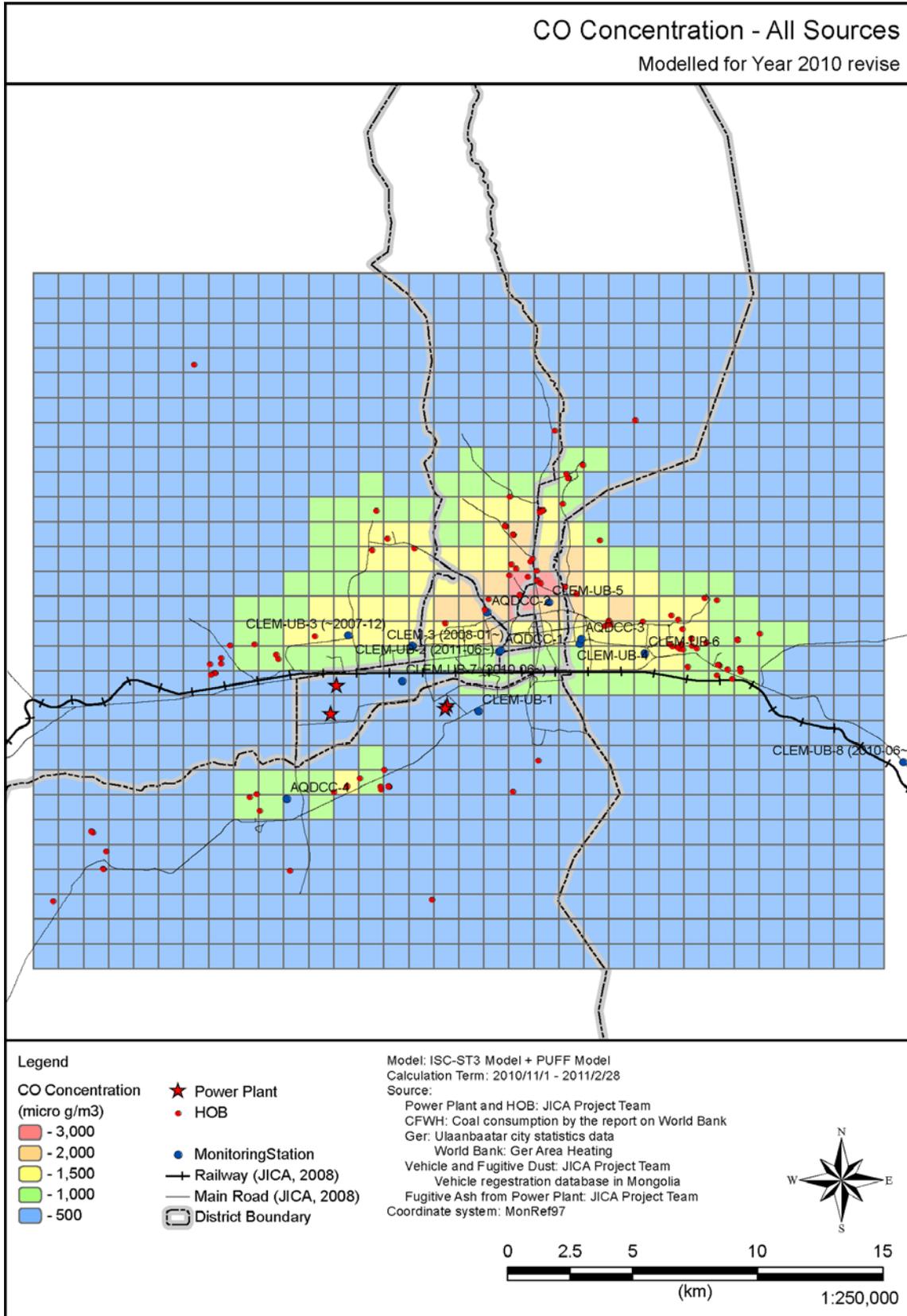


図 2.1-30 CO のシミュレーション結果 (2010 年)

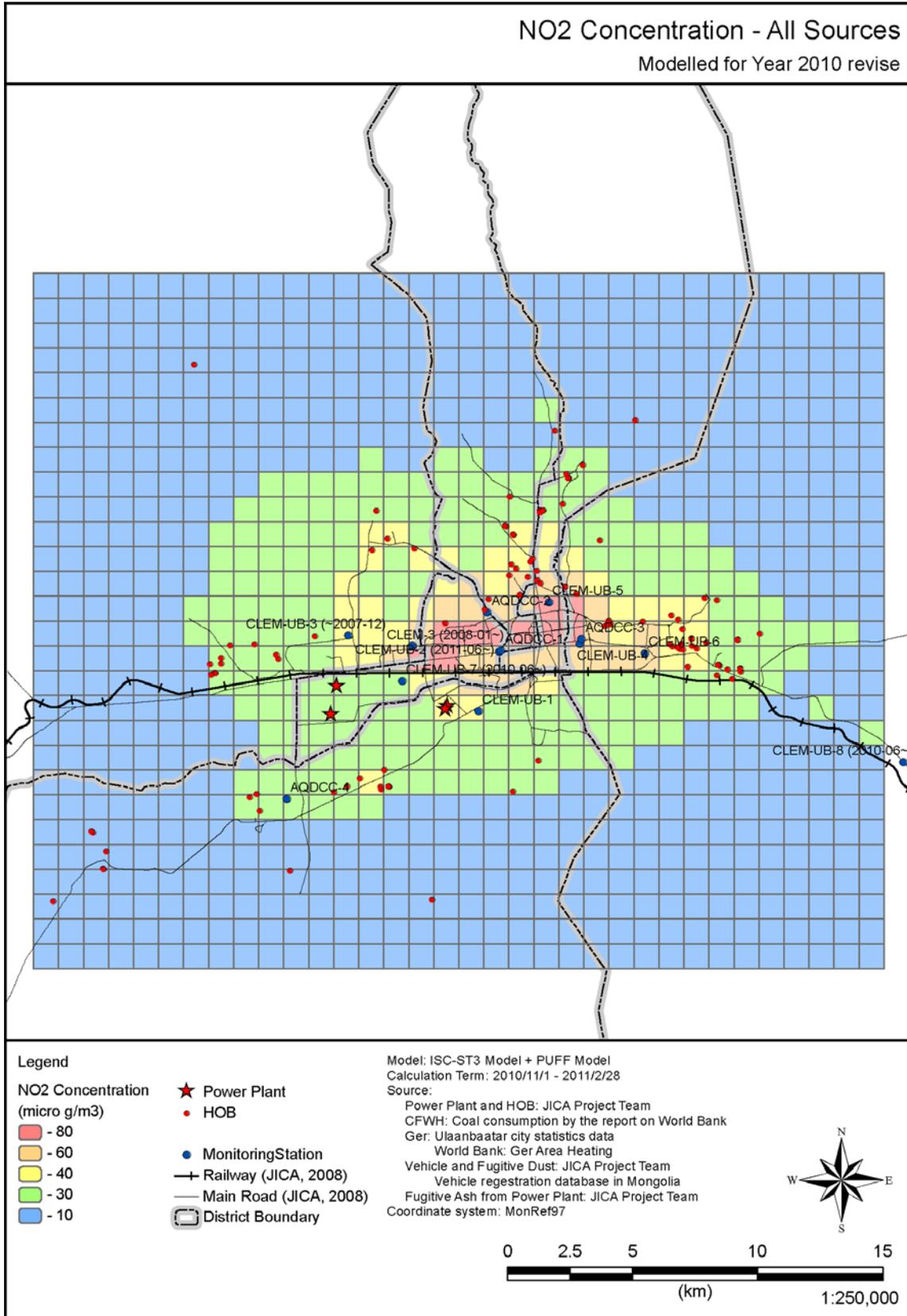


図 2.1-31 NO<sub>2</sub> のシミュレーション結果 (2010 年)

### 2.1.7.2 大気測定局における計算濃度と発生源別寄与濃度

2010年の大気環境測定局（大気質庁、CLEM）及びHOBの最大濃度地点における地点別発生源別計算濃度を表2.1-30と図2.1-32～図2.1-35に示す。また、発生源種類別南北断面寄与濃度を図2.1-36～図2.1-39に示す。

なお、この計算濃度は4ヶ月間（11月～翌年2月）の平均値である。大気環境基準（MNS 4585:2007）は、平均化時間が異なるが、大気汚染の程度を理解する基準であるので、基準値も図に掲載した。

この図から、大気汚染物質別に、寄与濃度の低減が必要な発生源種類と、基準超過への影響度合いがわかる。本技プロで作成したインベントリとシミュレーションに関する技術マニュアルを使用すれば、各種の政策候補について寄与濃度を計算し効果が高い政策を選定できる。本技プロでは、排出削減効果が見込める対策案と、ウランバートル市およびモンゴル国が検討している主な政策のいくつかを選定し、排出量削減効果と寄与濃度の低減効果を評価する事例を示した（2.5.9 大気汚染対策案参照）。

#### (1) SO<sub>2</sub>

SO<sub>2</sub>については、ゲルストープ（壁ストーブを含む）が全体の濃度割合の70～80%を占めており、最も寄与が大きい。次いで火力発電所の順となっている。排出量に対して、寄与濃度が高くなっている。これはゲルストープからの排出が地表付近であるため、地表濃度への直接的な影響が強いことを示している。

AQDCC-2及びCLEM-5では、ゲルストープの寄与濃度だけで、日平均基準の4.5～6.5倍の濃度がある。ゲルストープ（壁ストーブを含む）からのSO<sub>2</sub>排出量が大きく削減される政策を実施しない限り、大気質は環境基準に適合しないと考えられる。

#### (2) PM<sub>10</sub>

PM<sub>10</sub>については、土壌巻き上げの寄与が最も高く、次いでゲルストープの順となっている。大気環境測定局におけるHOBの寄与は低い、HOB最大濃度地点の寄与は比較的高くなっている。

しかしながら、PM<sub>10</sub>の計算値は、実測値の半分程度しか説明できない。このPM<sub>10</sub>の計算値が過小となる原因を特定するためには、ウランバートル市内の主要地点にハイボリュームサンプラーを設置することにより、PM<sub>10</sub>を測定し、その成分分析を行う。その上で、発生源、成分分析結果とCMB法などによるシミュレーション結果との関係から、ウランバートルでのPM<sub>10</sub>発生源別寄与割合を評価し、対策案策定に繋げていくことが必要である。

AQDCC-2及びCLEM-5では、ゲルストープと道路からの巻き上げの寄与濃度だけで、日平均基準の2倍の濃度がある。PM<sub>10</sub>の計算値が過小であることから、本当は4倍程度の影響がある可能性もある。ゲルストープ（壁ストーブを含む）と道路からの巻き上げからのPM<sub>10</sub>排出量が大きく削減される政策を実施しない限り、大気質は環境基準に適合しないと考えられる。

#### (3) CO

COは、ゲルストープによる寄与が最も高く、次いで幹線道路の順となっている。

しかし、環境基準を大幅に下回っていることから、COの排出量削減は重要とは言えない。

#### (4) NO<sub>2</sub>

NO<sub>2</sub>は、幹線道路及び細街路における寄与が大きくなっている。

自動車の寄与濃度が日平均基準を超過している地点があり、合計の濃度は日平均基準の 1.5 倍程度になっている。図 2.1-27 に示した通り、CLEM-2 では、計算濃度の 1.5 倍程度の濃度がある。そのため、自動車の NOx 排出量を半分以下にしない限り、大気質は環境基準に適合しないと考えられる。

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  
プロジェクト事業完了報告書

表 2.1-30 大気環境測定局及びHOB最高濃度地点における発生源別計算濃度（2010年）

SO2											
測定局/地点	計算値							実測値	計算値-実測値	有効データ数	有効データ割合
	火力	HOB	CFWH	ゲル	幹線道路	細街路	合計				
AQDCC1	3.94	0.52	1.33	34.16	2.17	0.88	43	98.75	-55.75	2784	96.67%
AQDCC2	2.89	1.4	2.73	117.15	1.21	0.44	125.82	84.77	41.05	1939	67.33%
AQDCC3	2.18	1.21	1.81	49.19	2	1.31	57.7	55.43	2.27	2055	71.35%
AQDCC4	2.86	0.46	0.44	29.58	0.31	0.05	33.7	28.33	5.37	62	2.15%
HOB_Max	1.08	6.81	3.82	77.71	0.47	0.25	90.14		90.14		0.00%
CLEM01	6.17	0.36	0.55	16.4	1.11	0.44	25.03	43.86	-18.83	1847	64.13%
CLEM02	3.94	0.52	1.33	34.16	2.17	0.88	43	52.70	-9.70	2735	94.97%
CLEM03	4.23	0.48	1.67	73.88	1.07	0.43	81.76		81.76		
CLEM04	2.18	1.21	1.81	49.19	2	1.31	57.7		57.70	0	0.00%
CLEM05	2.27	1.45	2.62	87.57	2.12	1.05	97.08	105.73	-8.65	2852	99.03%
CLEM06	1.45	2.16	2.6	72.02	0.78	0.61	79.62		79.62		
CLEM07	6.08	0.3	0.71	21.82	0.56	0.19	29.66	36.04	-6.38	2277	79.06%
CLEM08								35.49	-35.49	2510	87.15%
相関係数(AQDCC局を含む)											0.677

PM10													
測定局/地点	計算値							実測値	計算値-実測値	有効データ数	有効データ割合		
	火力	HOB	CFWH	ゲル	幹線道路	細街路	土壌巻上げ 火力焼却灰					合計	
AQDCC1	5.39	0.81	0.56	40.19	1.91	0.84	85.38	0.26	135.34	182.54	-47.20	2877	99.90%
AQDCC2	4.03	1.77	1.14	139.15	1.05	0.42	62.58	0.15	210.29	327.94	-117.65	1985	68.92%
AQDCC3	2.95	1.96	0.76	57.74	1.73	1.26	90.81	0.16	157.37		157.37	0	0.00%
AQDCC4	3.95	0.52	0.18	35.20	0.36	0.04	10.39	0.47	51.11	178.43	-127.32	2877	99.90%
HOB_Max	1.44	33.71	1.59	90.19	0.45	0.24	33.95	0.11	161.68		161.68		0.00%
CLEM01	8.31	0.56	0.23	19.23	1.16	0.42	41.09	0.54	71.54	194.06	-122.52	2495	86.63%
CLEM02	5.39	0.81	0.56	40.19	1.91	0.84	85.38	0.26	135.34	306.93	-171.59	1705	59.20%
CLEM03	6.15	0.74	0.7	86.22	1.02	0.41	56.37	0.23	151.84		151.84		
CLEM04	2.95	1.96	0.76	57.74	1.73	1.26	90.81	0.16	157.37		157.37	0	0.00%
CLEM05	3.1	2.22	1.09	102.63	1.83	1	109.73	0.14	221.74	625.90	-404.16	2797	97.12%
CLEM06	1.95	3.92	1.09	84.87	0.72	0.58	77.58	0.13	170.84		170.84		
CLEM07	8.88	0.49	0.3	25.51	0.58	0.18	24.5	0.64	61.08	273.30	-212.22	2303	79.97%
CLEM08									144.15		-144.15	2547	88.44%
相関係数(AQDCC局を含む)											0.748		

CO											
測定局/地点	計算値							実測値	計算値-実測値	有効データ数	有効データ割合
	火力	HOB	CFWH	ゲル	幹線道路	細街路	合計				
AQDCC1	3.14	3.54	1.97	500.72	315.17	104.28	928.82	2337.18	-1408.36	2876	99.86%
AQDCC2	2.77	13.33	4.04	1661.68	170.15	52.66	1904.63	4188.66	-2284.03	670	23.26%
AQDCC3	1.78	7.75	2.68	726.4	297.57	156.22	1192.4	988.79	203.61	2678	92.99%
AQDCC4	3.64	2.64	0.64	416.77	22.25	5.55	451.49	894.88	-443.39	2877	99.90%
HOB_Max	0.9	37.54	5.65	1190.46	54.66	30.03	1319.24		1319.24		0.00%
CLEM01	4.12	2.32	0.81	242.69	117.15	52.07	419.16	1140.10	-720.94	2325	80.73%
CLEM02	3.14	3.54	1.97	500.72	315.17	104.28	928.82	2710.26	-1781.44	2709	94.06%
CLEM03	5.2	3.01	2.47	1111.68	140.1	51.03	1313.49		1313.49		
CLEM04	1.78	7.75	2.68	726.4	297.57	156.22	1192.4		1192.40	0	0.00%
CLEM05	1.99	9.64	3.87	1299.37	298.11	124.86	1737.84	3789.71	-2051.87	2861	99.34%
CLEM06	1.2	12.33	3.85	1050	92.46	72.18	1232.02		1232.02		
CLEM07	7.69	1.98	1.05	326.54	59.84	22.27	419.37	1251.29	-831.92	2181	75.73%
CLEM08								795.66	-795.66	836	29.03%
相関係数(AQDCC局を含む)											0.857

NO2											
測定局/地点	計算値							実測値	計算値-実測値	有効データ数	有効データ割合
	火力	HOB	CFWH	ゲル	幹線道路	細街路	合計				
AQDCC1	3.97	0.08	0.44	4.79	31.85	17.51	58.65		58.65		0.00%
AQDCC2	3.03	0.20	0.90	15.58	21.96	9.07	50.74		50.74		0.00%
AQDCC3	2.28	0.19	0.60	6.97	30.44	22.51	62.99		62.99		0.00%
AQDCC4	3.64	0.08	0.14	3.89	6.06	0.96	14.77		14.77		0.00%
HOB_Max	1.18	1.24	1.26	11.66	9.56	5.18	30.08		30.08		0.00%
CLEM01	5.97	0.06	0.18	2.33	19.62	8.97	37.13	42.44	-5.30	2420	84.03%
CLEM02	3.97	0.08	0.44	4.79	31.85	17.51	58.65	124.73	-66.09	2773	96.28%
CLEM03	4.49	0.08	0.55	10.79	20.21	8.79	44.91		44.91		
CLEM04	2.28	0.19	0.60	6.97	30.44	22.51	62.99		62.99	0	0.00%
CLEM05	2.38	0.23	0.86	12.51	31.02	19.59	66.59	65.33	1.26	2864	99.44%
CLEM06	1.56	0.34	0.86	10.01	16.00	12.44	41.21		41.21		
CLEM07	6.47	0.05	0.23	3.16	11.18	3.84	24.93	33.37	-8.44	1468	50.97%
CLEM08								39.96	-39.96	1750	60.76%
相関係数(AQDCC局を含む)											0.686

相関係数の対象外局

発生源別寄与濃度 (SO<sub>2</sub>)

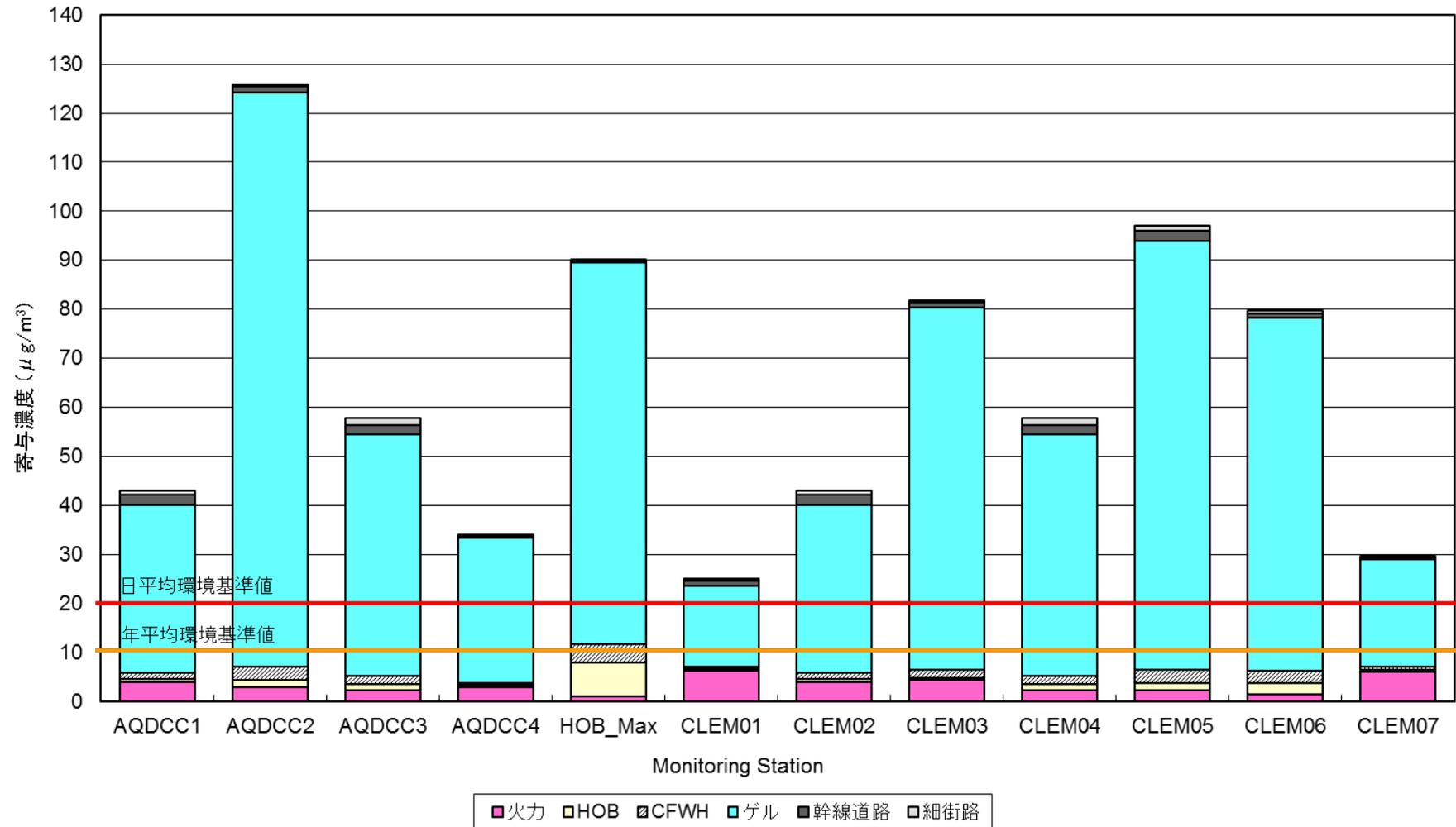


図 2.1-32 SO<sub>2</sub> 計算濃度に対する地点別発生源種類別寄与濃度 (2010 年)

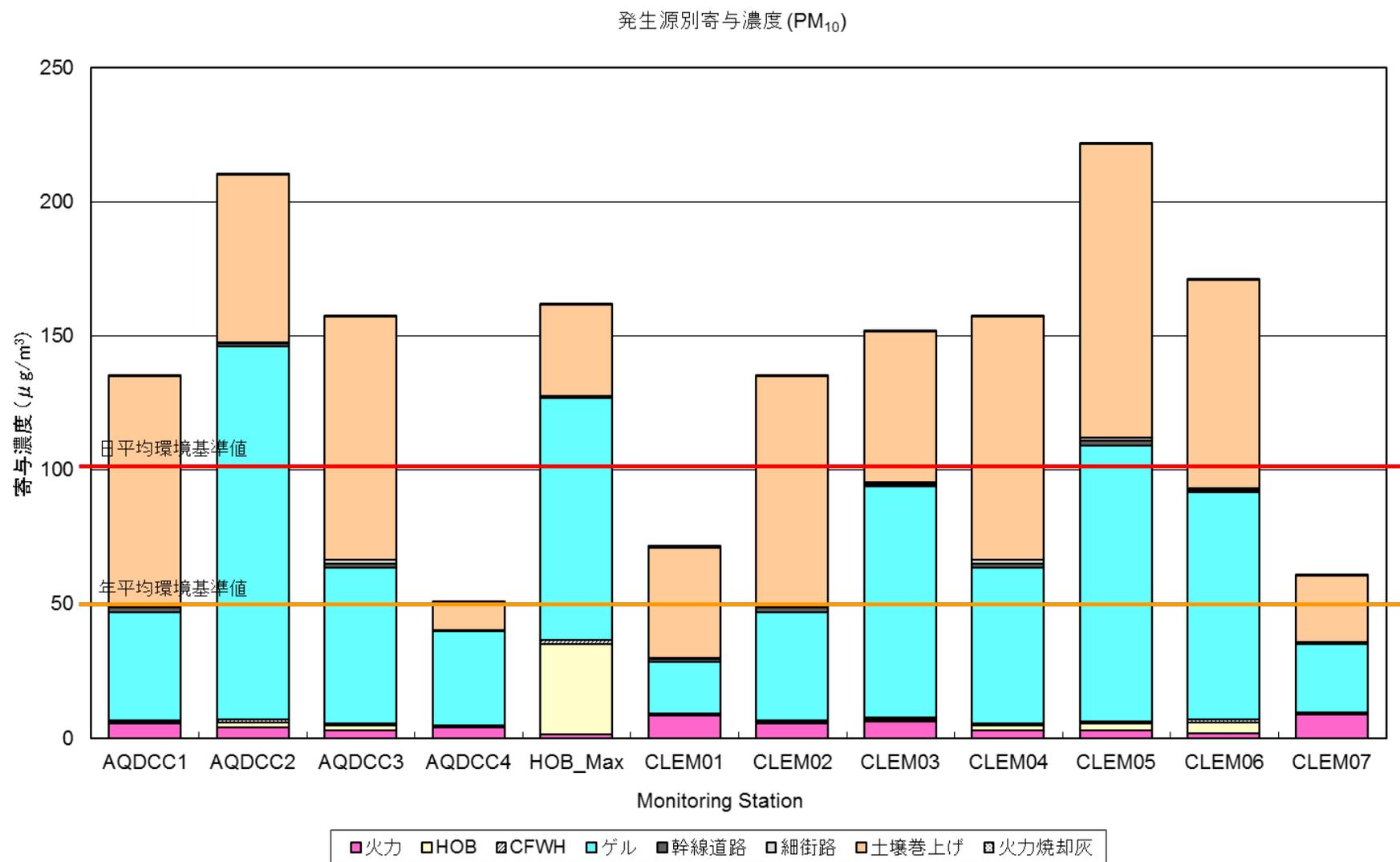


図 2.1-33 PM<sub>10</sub> 計算濃度に対する地点別発生源種類別寄与濃度 (2010年)

発生源別寄与濃度 (CO)

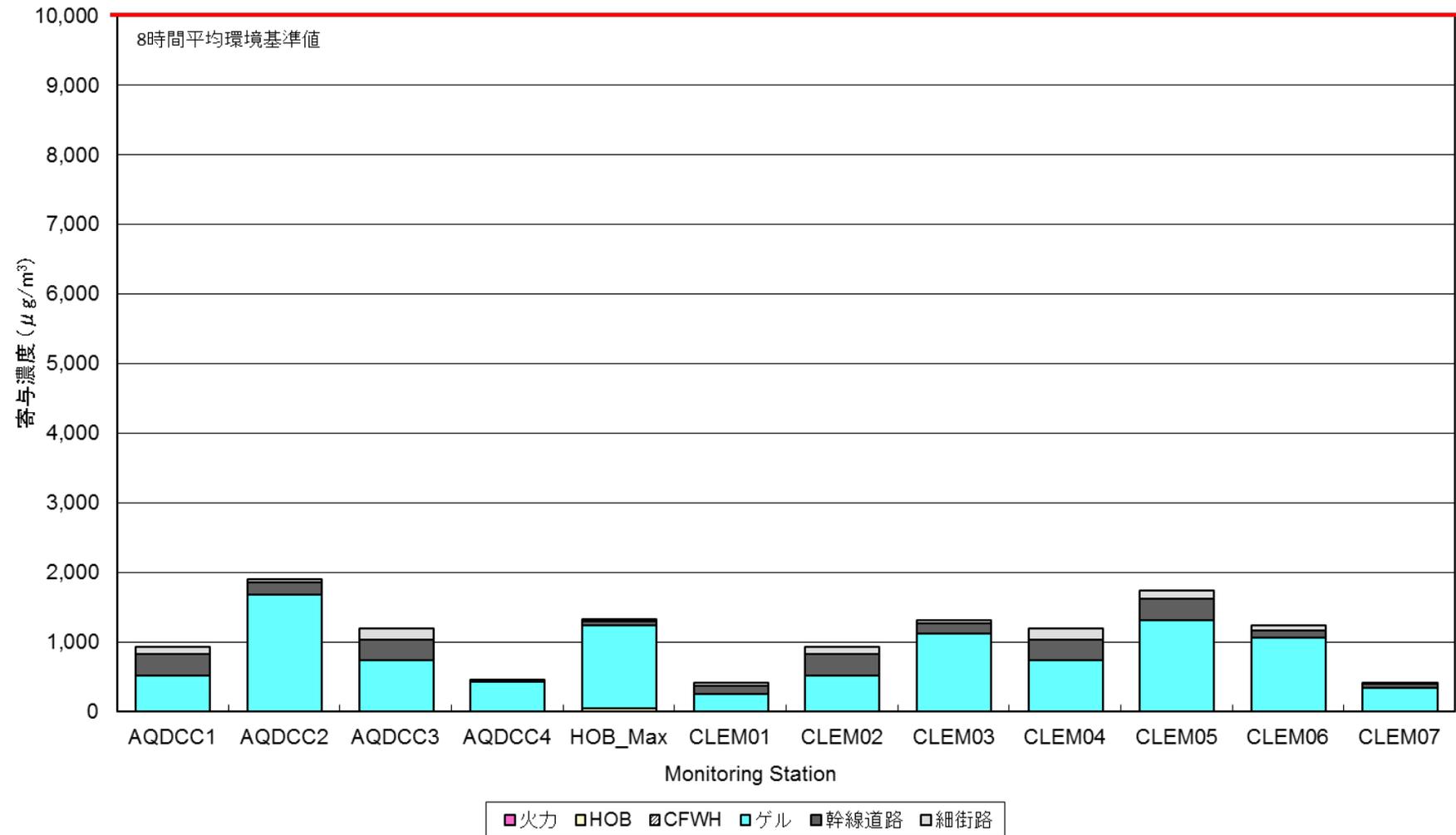


図 2.1-34 CO 計算濃度に対する地点別発生源種類別寄与濃度 (2010 年)

発生源別寄与濃度 (NO<sub>2</sub>)

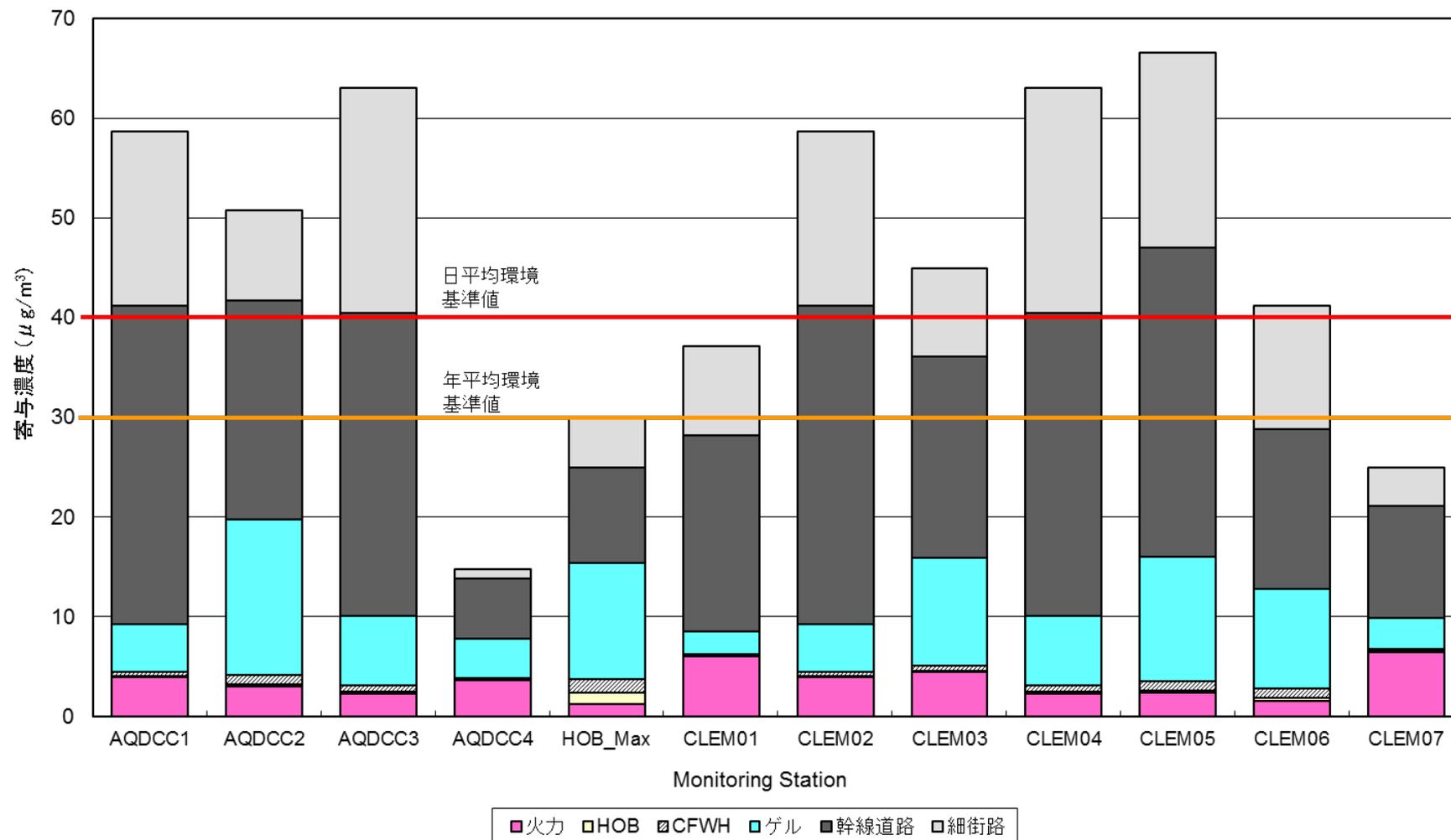


図 2.1-35 NO<sub>2</sub> 計算濃度に対する地点別発生源種類別寄与濃度 (2010 年)

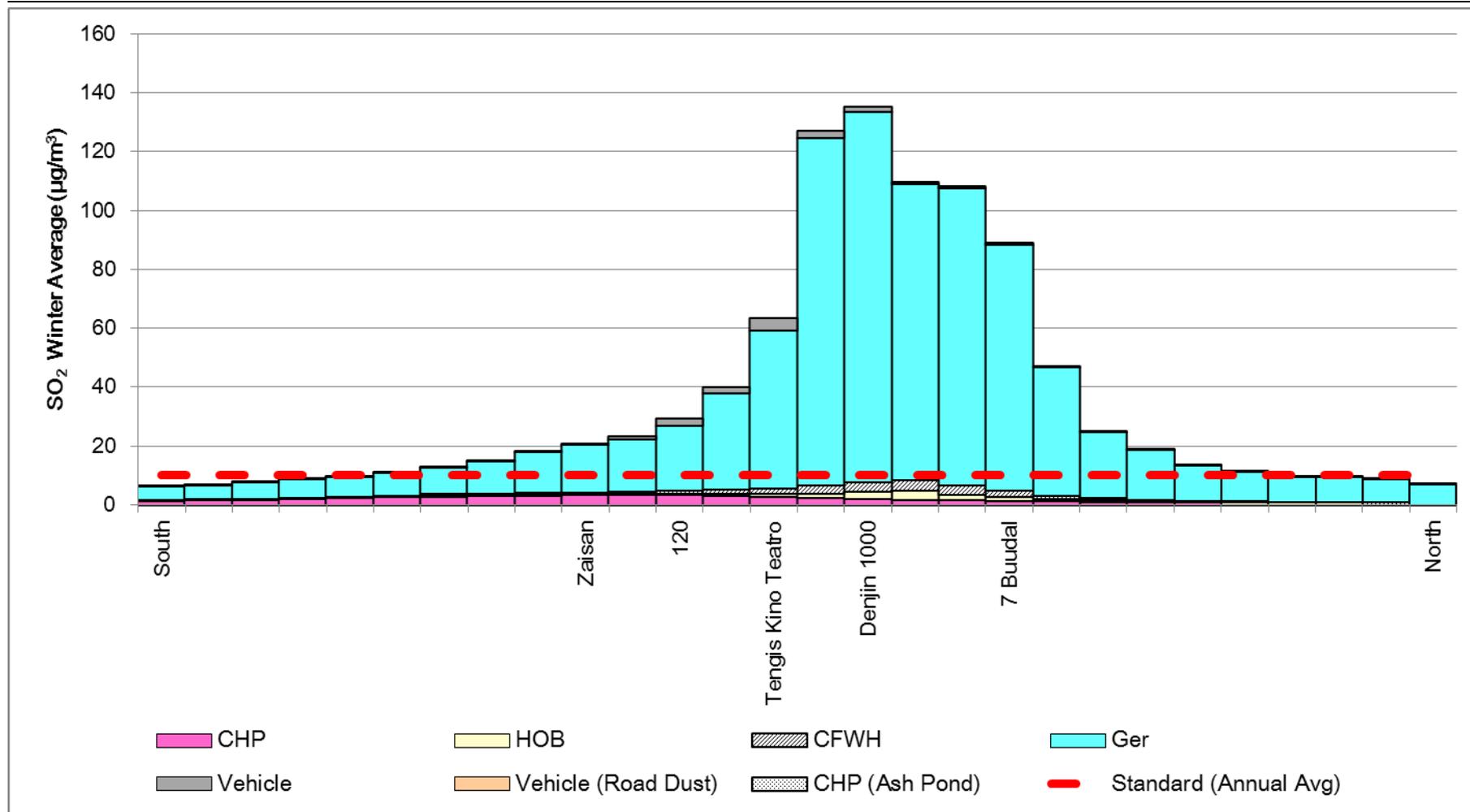


図 2.1-36 SO<sub>2</sub>発生源種類別南北断面寄与濃度 (2010年)

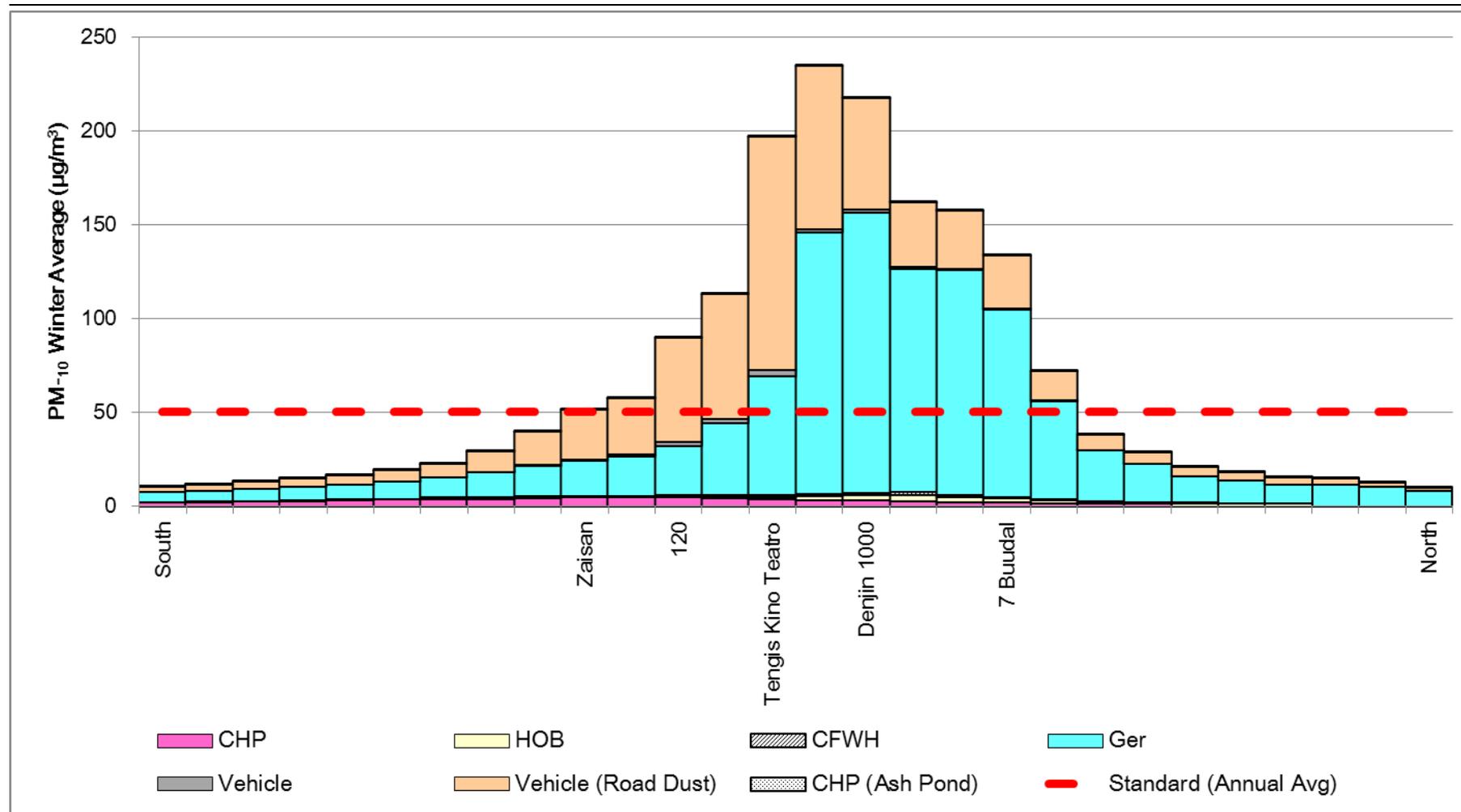


図 2.1-37 PM<sub>10</sub> 発生源種類別南北断面寄与濃度 (2010 年)

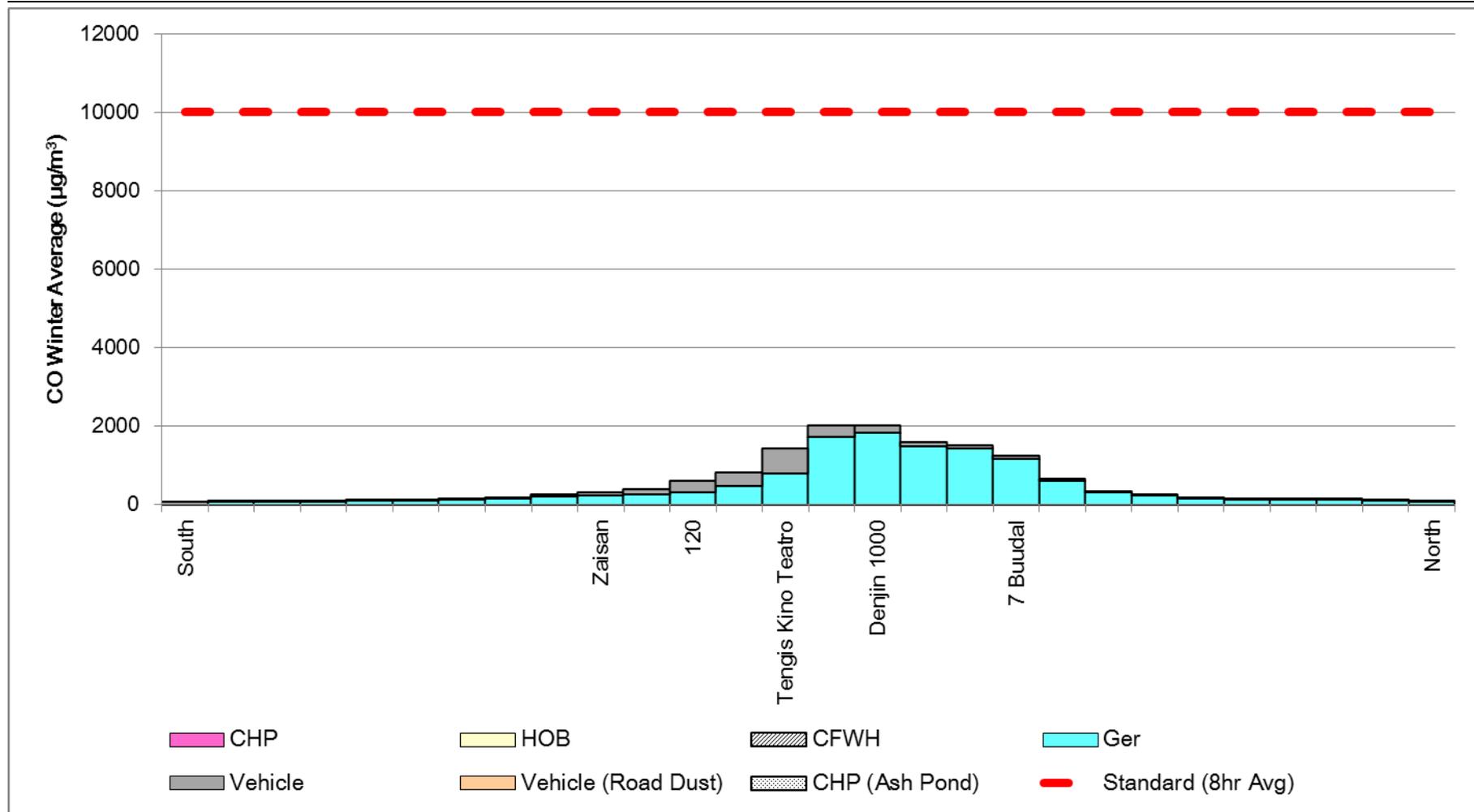


図 2.1-38 CO 発生源種類別南北断面寄与濃度 (2010 年)

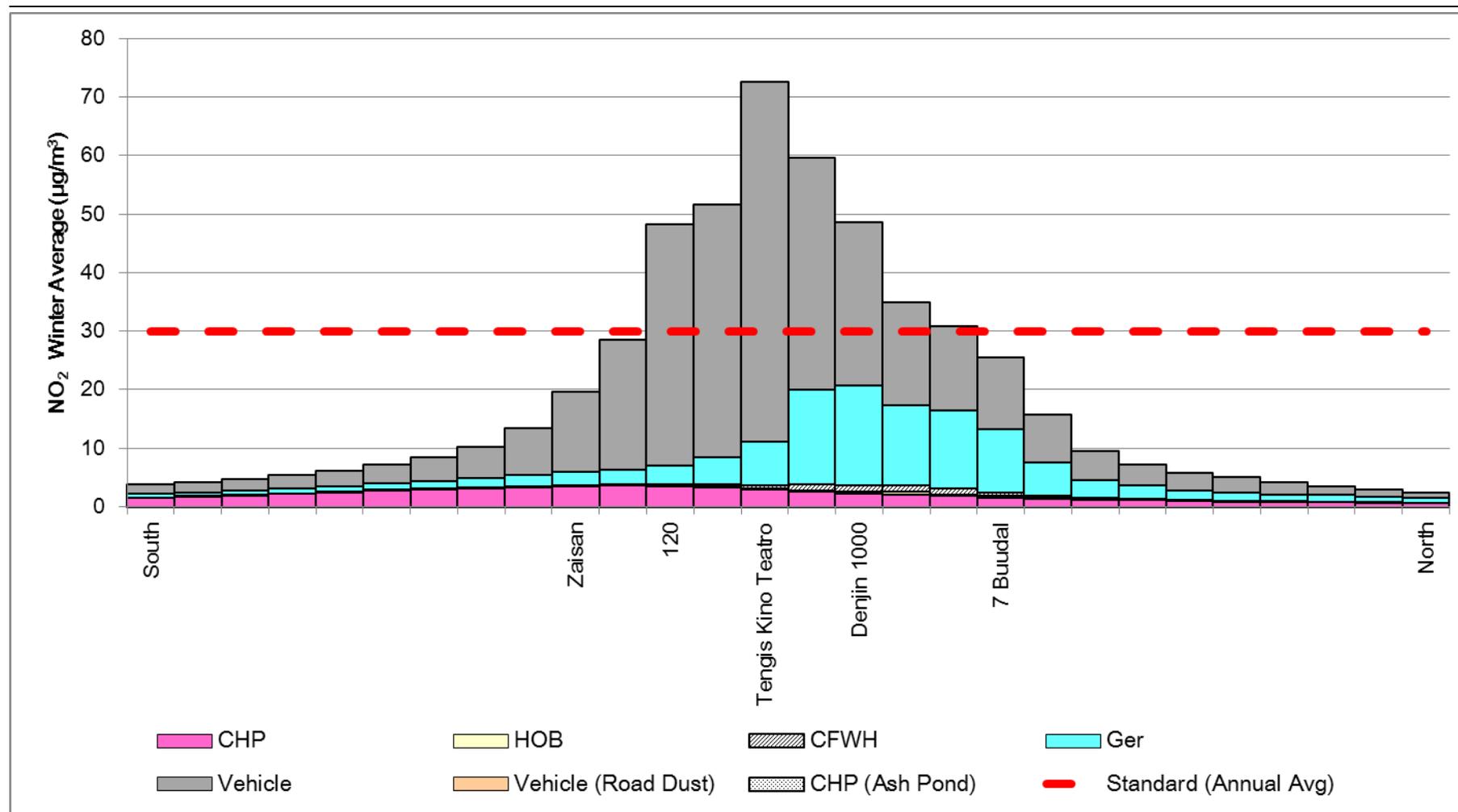


図 2.1-39 NO<sub>2</sub>発生源種類別南北断面寄与濃度 (2010年)

### 2.1.7.3 シミュレーション結果の評価

SO<sub>2</sub>及びNO<sub>2</sub>のシミュレーション結果と年間の環境基準との比較結果を表 2.1-31 に示す。その結果、年の SO<sub>2</sub> 環境基準（10μg/m<sup>3</sup>）に対して 65.55%、日平均の SO<sub>2</sub> 環境基準（20μg/m<sup>3</sup>）に対して 30.46%の計算メッシュで超過した。年の NO<sub>2</sub> 環境基準（30μg/m<sup>3</sup>）に対して 7.56%、日平均の NO<sub>2</sub> 環境基準（40μg/m<sup>3</sup>）に対して 3.57%の計算メッシュで超過した。PM<sub>10</sub> については、計算値の再現性があまり高くないことから、環境基準との比較は行わなかった。

表 2.1-31 環境基準とシミュレーションの比較結果（2010 年）

対象物質	年環境基準超過メッシュ数 ／全計算メッシュ数（超過率）	日平均環境基準超過メッシュ数 ／全計算メッシュ数（超過率）
SO <sub>2</sub>	624/952（65.55%）	290/952（30.46%）
NO <sub>2</sub>	72/952（7.56%）	34/952（3.57%）

### 2.1.7.4 2010 年と 2011 年のシミュレーション結果の比較

2010 年から 2011 年にかけて、排出源（ゲル地域世帯数、自動車等）が増え、また、各種の大気汚染削減政策が実施された。それらの効果を、更新されたインベントリと拡散シミュレーションを用いて確認した。

2010 年と 2011 年の PM<sub>10</sub> の地点別発生源別寄与濃度比較結果を図 2.1-40～図 2.1-41 に示す。大部分の地点では、2010 年から 2011 年にかけて大きな変化は見られない。ただし、HOB の寄与濃度が最大であった地点では、2010 年から 2011 年にかけて HOB の寄与濃度が大きく下がった。その主な理由は、周辺の HOB が PM の排出量が少ない機種に置換されたためであると考えられる。

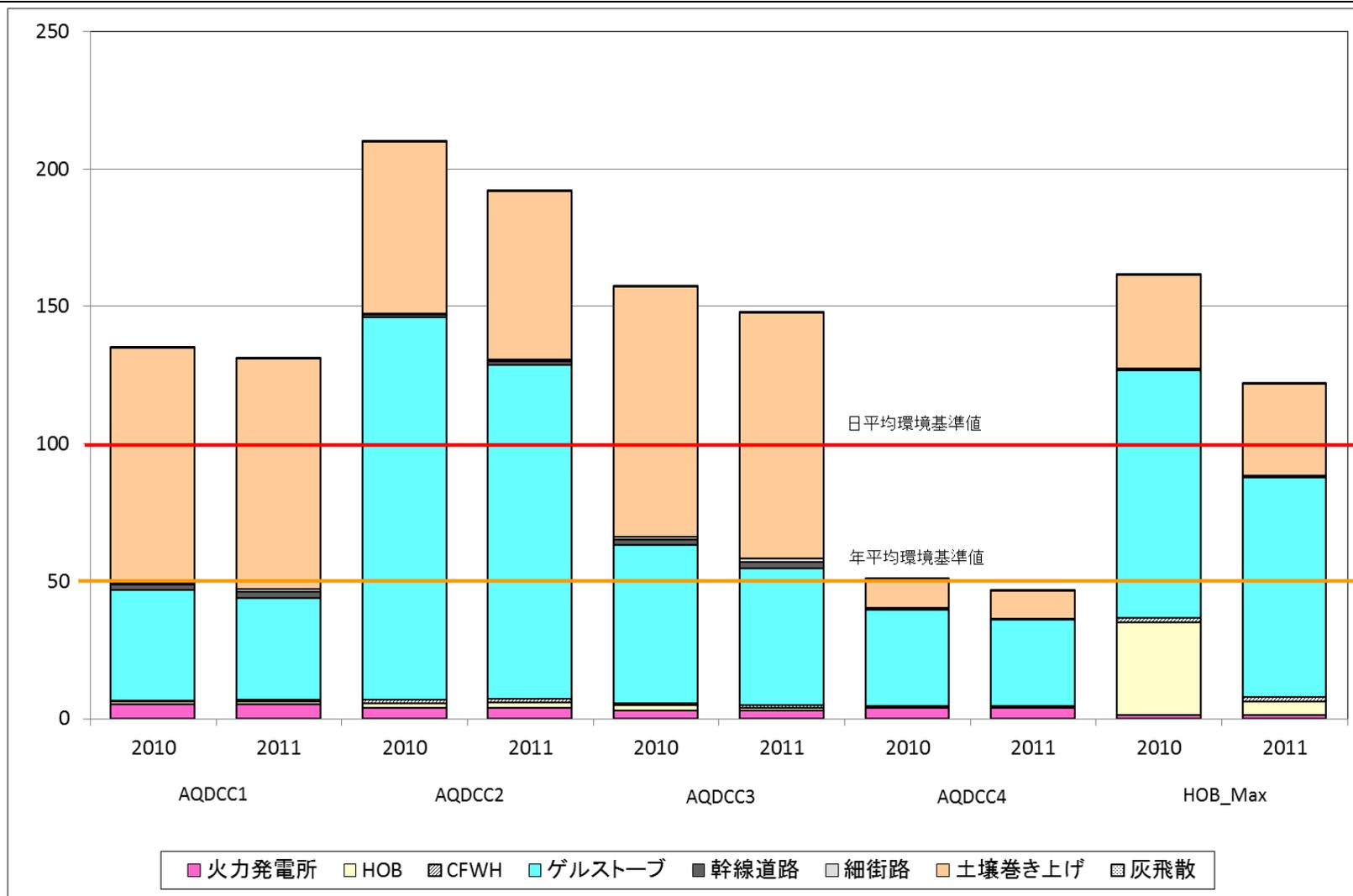


図 2.1-40 2010年と2011年のPM<sub>10</sub>の地点別発生源種類別寄与濃度比較結果

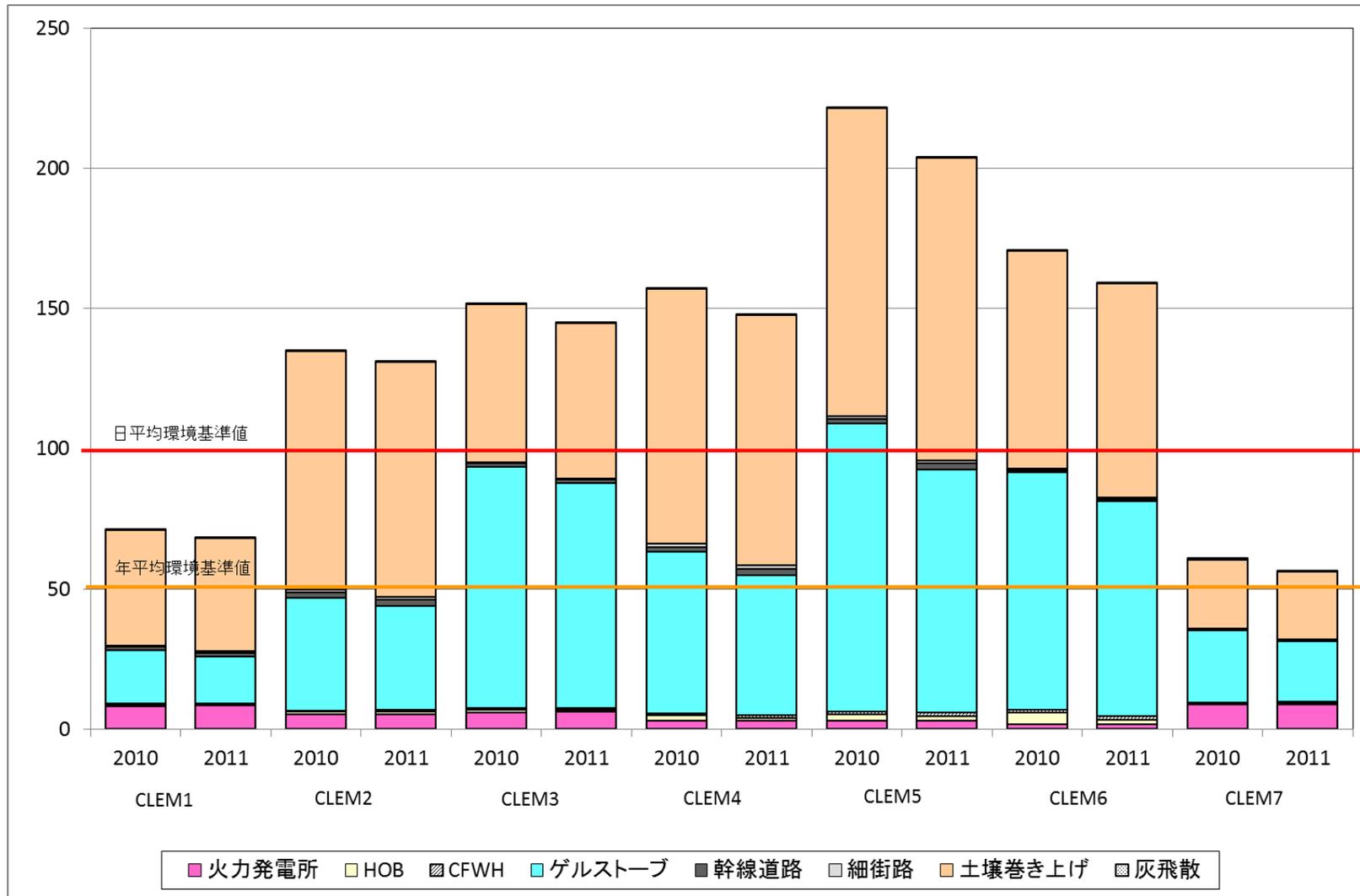


図 2.1-41 2010年と2011年のPM<sub>10</sub>の地点別発生源種類別寄与濃度比較結果

## 2.2 排ガス測定 of 継続的実施（成果 2）

### 2.2.1 排ガス測定に係る研修の実施

ウランバートル市では今までに、海外技術支援の下で火力発電所の排ガス測定を実施したことがあった。しかし、冬季に HOB まで含めて組織的に排ガス測定が行われたことは無かった。モンゴル人が自力で排ガス測定を行うためには、測定技術の習得が必要であった。このため、現地の関係機関から研修生を集めて排ガス測定技術者として養成する活動が、本プロジェクトで計画された。

#### 2.2.1.1 研修の概要

ボイラの稼働は厳冬期に最大となり、大気汚染もピークを迎える。排出量が最大となるこのシーズンに合わせて排ガス測定を行う計画を立て、排ガス担当の専門家は主に冬季にモンゴルを訪問した。本邦研修を除けば、研修のほとんどは冬季に行われた。表 2.2-1 に、排ガス測定研修の3年間の流れを示した。

表 2.2-1 排ガス測定 研修の進捗

研修時期 (日数)	Jul., Aug. 2010 (29 日)	Sep. 2010 (6 日)	Nov.2010 Mar.2011 (約 40 日)	Jun., Oct. 2011 (7 日)	Nov.2011 Feb.2012 (約 40 日)	Sep. 2012 (15 日)	Jan. 2013 (7 日)
研修場所	本邦	PP4	PP2, PP3 HOB	CLEM	PP3, HOB Ger stove	Office	Ger stove HOB
分類							
基礎理論	○	○	○	○	○	—	—
機材操作 (手動式)	○	○	○	○	—	—	—
機材操作 (自動式)	○	—	—	—	○	—	○
湿式分析 SO <sub>x</sub>	○	—	—	○	—	—	—
湿式分析 NO <sub>x</sub>	○	—	—	○	—	—	—
ボイラ実測	(○)	○	○	—	○	—	○
データ整理 報告書作成	○	—	(○)	(○)	○	(○)	○
ガイドライン 作成	—	—	—	—	○	○	○

注) ○ : 実施したことを示す。 (○) : 内容紹介のみであったことを示す。 — : 実施の無かったことを示す。

測定機器を操作してボイラ施設で排ガスサンプルを採取・測定し、計算により排出濃度などのデータを算出することが、本分野の作業内容である。

このことから研修内容は、次の3つの部分に大別された。

- ① 機器操作を中心とする学習分野（表 2.2-2）
- ② 上記①を補完する学習項目（表 2.2-3）
- ③ 標準作業手順を示したガイドライン・技術マニュアルの作成（表 2.2-4、表 2.2-5）

表 2.2-2 測定機材ごとの学習分野

測定項目	主機材名	学習分野	
		理論／操作手順	データ整理手順
基本測定項目 (温度、流速、水分)	手動採取装置	○	○
	(自動採取装置)	○	—
ガス濃度 (SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> )	排ガス分析計 (ドイツ製)	○	—
	排ガス分析計 (日本製)	○	○
	湿式分析機器 (SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> )	○	○
ダスト濃度	手動採取装置	○	○
	自動採取装置	○	○

注) ○ : 学習内容があることを示す      — : 学習内容が無いことを示す

表 2.2-3 補完学習項目

研修場所	学習項目
机上研修	安全教育、ラボ作業 (事前準備・秤量、サンプル保管ほか) 計算シートの使い方
現場研修	機材の準備・搬送・現場設置・起動・撤収、寒冷対策 ボイラ運転情報収集、野帳への記録、作業員間の連携のあり方
	測定機の校正手順、データ収録手順、機器トラブル対処法

表 2.2-4 排ガス測定ガイドライン

No.	測定ガイドライン名
1	測定プロトコル
2	測定孔設置手順
3	排ガスの湿式採取・分析手順
4	火力発電所での排ガス測定手順
5	HOB での排ガス測定手順
6	ゲルストーブでの排ガス測定手順

表 2.2-5 排ガス測定技術マニュアル

No.	分類	手動測定	自動測定
		機材名	機材名
1	排ガス分析機	化学センサ式 (1機種)	光学センサ式 (2機種)
2	湿式排ガス分析	SOx 分析、NOx 分析	—
3	水分測定	シェフィールド管による重量測定	
4	温度測定	K 熱電対	自動等速吸引装置
5	流速測定	ピトー管 傾斜マノメータ	
6	ダスト等速吸引	手動採取機材	
7	データ整理	計算シートの使い方	
8	保守マニュアル	ポンプ・ノズル	排ガス分析計

注) 技術マニュアル：操作手順など技術の細部を示す資料。ガイドラインの補助資料となる。

研修生の決定に当たり、排ガス測定業務に関与する CP-WG の所属機関から候補者の推薦を受けた。この中から、大気質庁副長官と専門家が面接を行って、研修生 8 名が選出された。うち 2 名が半年内に他機関へ移籍したものの、代替者がすぐに補われ、以降は表 2.2-6 に掲げる 9 人を対象として研修が進んだ。

所属は監査側と火力側に大別される。排ガス測定の経験者 2 名（第 4 火力発電所）も含まれた。

担当業務のため研修生が研修に参加できない場合には、同じ組織の他の職員が参加することもあった。排ガス担当の専門家 4 名が交替して現地研修での技術指導に当たった。

表 2.2-6 排ガス測定 研修生リスト

No.	研修生名 (年齢)	所属
1	Gan-Ochir Davaajargal (26)	ウランバートル市大気質庁 (AQDCC)
2	Muuguu Otgonbayar (38)	ウランバートル市大気質庁 (AQDCC)
3	Jyambaldorj Bayarmagnai (25)	国家大気質局 (NAQO)
4	Erdembileg Bayar (44)	環境・度量衡中央ラボラトリー (CLEM)
5	Enkhtuvshin Myagmarkhuu (37)	第 2 火力発電所
6	Nugudai Baitlov (50)	第 3 火力発電所
7	Purev-Ochir Batbaatal (50)	第 3 火力発電所
8	Tsevegee Altangerel (31)	第 4 火力発電所
9	Bayarsuren Munkhtulga (32)	第 4 火力発電所

研修生は、多くの研修の場で理論と実技を学び、一通り体験を終えている。各人の実力は大きく伸びたものの、一人では一人前のレベルにやや足りず、数人でチームを組んで相互に能力を補えるレベルである。研修生の習熟度の推移をグラフ化しており、6 章に示した。

大気質庁や NAQO と行った監査側で 1 チーム、別に第 4 火力の研修生で 1 チームを構成できるが、今後も実測の経験を積む必要がある。研修に用いた技術資料を別添資料 2.2-1 に示す。

次節に、研修期ごとの研修内容を示す。

### 2.2.1.2 研修活動の推移

#### (1) 本邦研修 (2010 年 7～8 月)

プロジェクト初年度に選出された研修生 8 名が日本へ赴き、排ガス測定の実測研修を受けた。表 2.2-7 に研修内容を示す。

約 1 ヶ月の基礎養成コースで、机上講習と実測研修（プロジェクト購入予定品とほぼ同じ機材を用いた実測作業）から成り、表 2.2-2、表 2.2-3 に示す学習項目をほぼカバーした包括養成プログラムであった。

**表 2.2-7 本邦研修内容**

実施期間	2010 年 7 月 14 日（水）～8 月 12 日（木）
学習内容	<p>&lt; 机上講習 &gt;                  下記測定項目ごとに「安全教育、測定理論、機器操作手順、計算手順」を学習                  測定項目：圧力、温度、水分、ガス密度、ばいじん濃度                  ガス湿式採取・湿式手分析（窒素酸化物、硫黄酸化物）</p> <p>&lt; 実測研修 &gt;                  実測による機器操作手順、及び計算手順の学習                  ばい煙測定機材、ラボ前処理、機器分析</p>
研修場所	机上講習、分析実習：JFE テクノリサーチ（株）環境技術事業部 実測研修：JFE スチール（株）東日本製鉄所発電ボイラなど 見学：東京電力（株）常陸那珂発電所ほか
受け入れ	JFE テクノリサーチ（株）

第 4 火力の 2 名を除く 6 名の研修生は本作業に関してほぼ初心者レベルにあった。

全体的に積極的に受講し「理論、機材操作手順、計算機を用いた報告値算出」についてかなり理解が進んで、基礎固めとして有効であった。しかしながら、暑さに慣れない研修生にとって酷暑期の排ガス実測作業は非常に厳しく、時に体調を崩す要因ともなった。複数名の研修生が欠席を繰り返したり、適切な健康管理を怠ったりしたために、研修実施面では、非常に大きな課題を残した研修であった。

#### (2) 現地研修 (第 4 火力 : 2010 年 9 月)

本邦研修の後、第 4 火力発電所で表 2.2-8 に示す現地研修を行った。実測作業を通して研修生が試行錯誤しながら操作経験を積むことを目標とした。

購入予定の機材が未だ調達中で現地に届いていなかったことから、この現地研修は、第 4 火力発電所が所有する排ガス測定機材を借り、実測現場の提供を受けて可能となった。

工場側の積極的協力のもとに炉の稼働体制が整えられた。測定当日に対象ボイラを安定燃焼させることができ、専門家の作業管理の下に、ボイラ 5 基に対して測定精度及び代表性の高いデータが得られた。

**表 2.2-8 現地研修内容 1**

実施期間	2010 年 8 月 31 日（火）～9 月 22 日（水） 全 6 日間
------	---------------------------------------

学習内容	<実測研修> 実測による排ガス測定機材（手動）の操作手順、及び計算手順の学習
研修場所	第4火力屋上 電気集塵機前後の排ガス測定点
研修生	8名全員

連日の反復作業により、研修生の過半数が、第4火力所有の手動測定機材（表 2.2-2 に示す機材の約半数）の操作手順をほぼ理解した。出だしとして順調であった。操作の習熟、およびデータ整理を通して計算に慣れることが研修の今後の課題となった。



図 2.2-1 排ガス実測 現地研修（第4火力）

### (3) 現地研修（1年次での冬季実測：2010年12月～2011年3月）

本邦調達機材のうち、排ガス測定に最小限必要な測定機材（手動式）が11月中旬に到着した。自前の機材で市内各所のボイラを実測できるようになった。

11月下旬から明けて3月中旬までの間に、週3回のペースで実測した。第2、第3火力発電所や14箇所HOBが測定対象となった。その全てに、大気質庁或いはNAQOの研修生が同行した。火力側の研修生は、火力発電所での測定に同行した。

火力発電所の燃焼設備は巨大で燃焼状態が良く制御されており、排ガスの性状はかなり安定している。これに対し、市内の地域暖房システムを担うHOBは小型で、時間的に燃焼の様相が大きく変わり、測定結果にも大きく影響する。他にも、気候状況（気温、湿度、凍結）、測定環境（地形、屋内外、測定孔位置等）などの外的要因が測定結果に影響する。

HOBで代表的な排ガスデータを得るのは容易でなく、測定の前に、炭種、投入タイミング、ボイラ施設の特徴（ファン、排ガス処理装置など）、当日の天候について情報を得ておく必要がある。これら事前情報からサンプルの採取条件を決め、測定開始となる。測定中も、ボイラ運転条件に目を配りつつ収集中のデータが妥当か否か、常にチェックしなければならない。

冬場のこの実測作業は、研修生にとって、影響要因が多様に変化した場合の操作を学ぶ絶好の機会であった。

表 2.2-9 現地研修内容 2

実施期間	2010年11月～2011年3月 全約40日間
学習内容	<実測研修> ・基本測定項目：操作手順 ・ダスト手動等速吸引装置：寒冷対策、操作 ・野帳への記録、トラブル対処ほか <データ整理研修>

	・計算シートの使い方、データ整理手順
研修場所	第2、第3火力発電所7炉、HOB 14ヶ所、及び、プロジェクト事務所
研修生	9名全員

ところで、正確な実測データを得ることを重視せざるを得なかったため、主な機器操作や報告書作成を専門家チームが行った。そのため、研修生は部分的に手伝う場面が多くなり、操作学習のために試行錯誤する機会はほとんど無かった。手動装置の操作を一通り行ったが、操作の必要な理由など理解できない部分がかなり残り、一貫して自力でできるという自信を持てなかった。この点は、現場でのトラブル対応とデータ整理において顕著であり、以降の課題として残った。

また本来業務があるため研修生の参加機会は均等とはならず、3月の時点では自ずとAQDCC職員を主とする監査側研修生の習熟度が高くなった。



図 2.2-2 1年次冬季排ガス実測現場（手動機材を使用）

#### (4) 現地研修（湿式分析：2011年6月、10月）

夏季はほとんどのボイラが稼働を停止しているため、室内でできる分析作業を選んで研修した。排ガス中窒素酸化物、硫黄酸化物を湿式分析法により分析する研修である。冬季の実測では、排ガス分析計を用いて測定する項目であり、本研修の湿式分析法は、あくまで代替法としての位置づけである。研修内容を表 2.2-10 に示す。

表 2.2-10 現地研修内容 3

実施期間	2011年5月30日（月）～6月3日（金） 全4日間 2011年10月19日（水）～10月21日（金） 全3日間
学習内容	<p>&lt;机上講習&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>測定対象物質：排ガス中の窒素酸化物、硫黄酸化物</li> <li>内容：湿式採取手順、サンプル分析手順、濃度計算と理論</li> </ul> <p>&lt;実技訓練&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>湿式採取機材の操作、サンプル分析</li> </ul>

研修場所	CLEM 2階 化学実験室
研修生	計 6 名（敬称略）：Davaajargal, Otgonbayar, Bayarmagnai, Erdembileg, Altangerel, Munkhtulga（特別参加：NAQO 職員 3 名、CLEM 職員 1 名） 計 4 名（敬称略）：Otgonbayar, Altangerel, Munkhtulga, NAQO 職員 1 名（特別参加）

湿式分析法は本邦研修でも紹介されており、再訓練であった。実務の都合で日により参加者が変わったものの、研修を一通り終えることができた。化学出身の研修生が多く、夏季の講習で採取・分析手順や計算手順が理解された。



図 2.2-3 湿式分析研修（上列：NO<sub>x</sub> 手分析、下列：SO<sub>x</sub> 手分析）

この時点での研修の進捗度は表 2.2-11 のとおりで、自動機材を用いた研修を今後行うことで、履修項目をカバーできる見通しとなった。

表 2.2-11 排ガス測定研修の項目と進捗度

測定項目	機材名	研修進捗	
		理論／操作手順	データ整理手順
ガス濃度	排ガス分析計（ドイツ製）	ほぼ終了	終了
	排ガス分析計（日本製）	未	未
	湿式分析機器（SO <sub>x</sub> 、NO <sub>x</sub> ）	終了	
ダスト濃度 （基本項目を含む）	手動採取装置	ほぼ終了	進行中（要習熟）
	他測定機材（基本測定項目用）		
	自動採取装置	未	未

研修生の参加機会が均等でなく（表 2.2-12）、この時点で、養成度は C/P 間で大きな開きが出た。

表 2.2-12 C/P の研修参加度 (前回 2011 年 10 月まで)

C/P 機関	研修参加度		
	火力実測	HOB 実測	湿式研修
ウランバートル市大気質庁 (AQDCC)	高	高	高
国家大気質局 (NAQO)	高	高	高 (新人参加あり)
環境・度量衡中央ラボラトリー (CLEM)	低	0	高 (新人参加あり)
第 2 火力発電所	第 2 のみ	0	0
第 3 火力発電所	第 3 のみ	0	0
第 4 火力発電所	高	0	中

(5) 現地研修 (2 年次の冬季実測 : 2011 年 11 月 ~ 2012 年 2 月)

前冬季では手動機材を使用したのに対し、この冬季は自動機材を用いた。光学センサ型の排ガス分析計と、計算や制御をほぼ自動で行うダスト採取装置を用いた、理想に近いシステムである。火力発電所、HOB、ゲルを測定対象とし、計 38 基延べ 101 回の排ガス実測を行った。この間に、研修生は自動機材による排ガス測定を一通り学習した。

表 2.2-13 現地研修内容 4

実施期間	2011 年 11 月 14 日 (月) ~ 2012 年 2 月 17 日 (金) 全 40 日間
学習内容	<p>&lt;実測研修&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・排ガス分析計：寒冷対策、操作手順、校正、データ収録</li> <li>・ダスト自動等速吸引装置：寒冷対策、操作</li> <li>・野帳への記録、トラブル対処ほか</li> </ul> <p>&lt;データ整理研修&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・計算シートの使い方、データ整理手順</li> </ul>
研修場所	第 3 火力発電所 4 炉、HOB 27 ヶ所、ゲル、及び、プロジェクト事務所
研修生	計 5 名 (敬称略) : Davaajargal, Otgonbayar, Bayarmagnai, Altangerel, Munkhtulga (他特別参加 : NAQO, PP2, PP3, Mongol 大より各 1 名)

前期までと同じく AQDCC と NAQO の参加が主で、他機関からの参加は僅かであった。

表 2.2-14 C/P の研修参加度 (2011 年 11 月～2012 年 2 月)

C/P 機関	研修参加度		
	火力実測	HOB 実測	湿式研修
ウランバートル市大気質庁 (AQDCC)	高	高	中
国家大気質局 (NAQO)	中	中	高
環境・度量衡中央ラボラトリー (CLEM)	0	0	0
第 2 火力発電所	新人見学	0	0
第 3 火力発電所	見学のみ	0	0
第 4 火力発電所	高	低	中

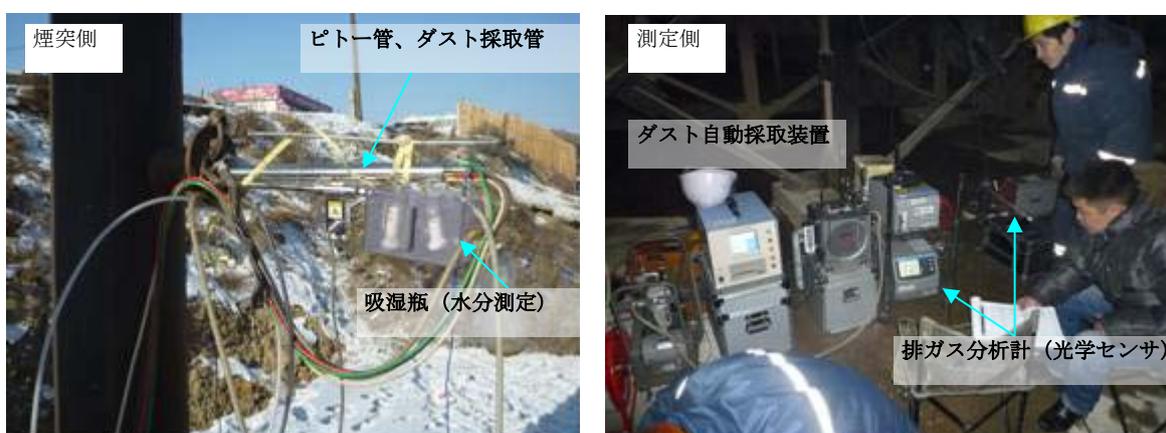


図 2.2-4 排ガス実測 (2 年次冬季：自動採取装置)

前冬季と今冬季とで基礎理論はほぼ共通している。しかし新機材は自動式で、前冬季の手動式とは操作が大きく異なり、新たに学習する必要があった。それでも長期の冬季実測を通して、参加した研修生はほぼ自動機材の操作を理解した。第 4 火力の研修生は新機材に高い関心を示し、繁忙業務の合間を縫って積極的に参加した。

冬季実測での研修により履修項目はほぼカバーされた。今後の研修では、習熟度を高めガイドライン等を作成することが、要点になった。

AQDCC、NAQO、第 4 火力は、自動機材を用いた排ガス測定作業にかなり慣れてきた。しかし前冬季と同じく、正確な実測データを得ることを重視して専門家が主に機材操作やデータ整理を行っており、自動機材による排ガス測定を C/P が自力で完遂することができなかった。前冬季と同じく、現場でのトラブル対応とデータ整理における習熟が、課題として残った。

#### (6) 現地研修 (ガイドライン作成：2012 年 9 月)

排ガス測定技術を文書化して残す作業を、今までも、少しずつ研修生と専門家が行っていった。この回では 3 週間と長めの期間を設けて文書作成を行った。今までの研修で見えた課題を、文書化の過程で考えながら解決していくことを企図したものであった。

表 2.2-4 の「火力発電所での排ガス測定手順」を、参加者が意見交換して作成した。専門家が適宜アドバイスしている。半完成品が出来たが記述不足が少なくないため、11月に専門家と再協議しつつ1月に修正した。HOB やゲルストーブでの排ガスの測定ガイドラインもほぼ同時に作成された。

表 2.2-15 現地研修内容 5

実施期間	2012年11月12日(月)～2012年11月30日(金) 全15日間
学習内容	ガイドライン「火力発電所での排ガス測定手順」の作成 その他：自由質問
研修場所	プロジェクト事務所
研修生	計8名(敬称略)：(全16名：短時間参加の研修生は記載せず) Davaajargal, Otgonbayar, Altangerel, Munkhtulga, Tuya, Delgermaa, Munkhbold Baitlov, Batbaatar

## 2.2.2 排ガス測定の実施

ボイラ稼動がピークとなる厳寒期(11月～3月)に排ガス測定を行うが、対象とする HOB の多くには煙突上に測定孔が付いておらず、このままでは排ガスを測定できない状態にあった。

測定孔の設置に必要なフランジの製作および現地での開口設置作業を現地業者再委託とし、AQDCC 職員推薦の業者3社を対象に入札の上、2010年9月および2011年11月～2012年1月に、測定孔の設置作業を行った。設置総数は55個である。測定孔を設置した HOB のリストを別添資料 2.2-2 に示す。

「測定用フランジの作成仕様書及びフランジ図面、測定用フランジの設置に関する仕様書」を別添資料 2.2-3 に示す。

工事前は専門家と大気質庁職員が下見して、取り付け位置の指定等を行った。工事中および工事後には、設置手順の確認や出来映えの確認を行った。

工事は HOB 側に影響を与えることもなく無事終了し、適切なデザインの測定孔が適所に取り付けられた。

### 2.2.2.1 測定工程

ウランバートルの大気汚染は冬季にピークとなる。その主因は、冬季に需要が多くなる暖房やお湯等を供給する、石炭ボイラやストーブであると見られている。

ウランバートル市内の主要な固定発生源から排出される排ガスを採取し、含まれる大気汚染物質の濃度等を測定分析する作業を、プロジェクト1年次と2年次の2期に分けて行った。

対象は、火力発電所(第2、第3、第4)と HOB、そしてゲルで使用する家庭用ストーブである。

作業を専門家4名と研修生が行った。測定対象施設へは事前に、大気質庁を通じて「測定許可取得、測定孔の設置、工程調整」などの問い合わせや手続きを行った。作業当日にも、必ず研修生が同行し、作業がスムーズに行くよう施設側と適宜打ち合わせた。

#### (1) 1年次(2010年9月、2010年11月～2011年3月)

2.2.1.2 研修活動の推移に示したように、1年次は11月中旬になって排ガス測定機材(手動式)が納品された。

納品までの間は、火力発電所での測定許可を得て、9月に第4火力発電所で排ガス測定を行った。第4火力所有の測定機材を借用することができ、ボイラ5基(電気集塵機の前後)で、夏季の実測データを得た。

11月中旬に本邦調達により排ガス測定用機材（手動式）が到着し、1年次冬季の排ガス測定を自前の機器でできるようになった。但し、排ガス測定にとって必要最低限の機材だけが納品されたこと、零下を大きく下回る外気環境の下で排ガス測定が行われたことはほとんどないことから、入手した機材の使用限界を確認し使い方を工夫する作業を、専門家は11月下旬に行った。現地で新たに物品を購入することで、冬季でも機動的に作業できるよう機材構成を整えた。また、計算シートや測定野帳の書式（モンゴル語版）も専門家側で作成した。

これら機材や書式などは、現場で使用しながら順次欠点が改良された。11月から3月まで、ほぼ3日に1ヶ所のペースで実測を行った。

## (2) 2年次 (2011年11月～2012年2月)

2012年の春までに本邦調達機材（1年次分）の残りが到着し、自動測定機材を2年次の冬の測定に使えるようになった。専門家4名と研修生は11月中旬から使用法の検討・機材調整・新計算シートの作成などを行い、その後、11月下旬から2月中旬まで、HOBとゲルストーブでの実測を行った。

## (3) 3年次 (2012年10月)

2年次に使用した自動測定機材を用い、専門家がHOBとゲルストーブで追加測定を行った。HOBでは、サイクロンでの除塵効率点検やMCAが更新したボイラの性能確認のために行った。ゲルストーブでは、改良燃料種による排ガス性状の変化を見るために行った。

### 2.2.2.2 排ガス測定の実績数

3年間の排ガス測定実績数を、表2.2-16に示す。通算で65基と、目標総数の50基を満足した。

なお、第4火力では、高所屋外での冬季測定作業が危険とみなされて火力から測定許可を得られず、冬季測定データは得られなかった。第4火力での夏の排ガスデータは取れたが、この表では実績数として数えていない。

表 2.2-16 排ガス測定実績（通算）

基数（サンプル数）

測定対象	HOB	火力発電所		ゲルストーブ 壁ストーブ	計
		第2火力	第3火力		
1年次 (2010年11月～2011年3月)	14 (56)	3 (14)	4 (16)	—	21 (86)
2年次 (2011年11月～2012年2月)	27 (74)	—	4 (12)	7 (25)	38 (111)
3年次 (2012年10月)	2 (10)	—	—	4 (8)	6 (18)
通算	43 (140)	3 (14)	8 (28)	11 (33)	65 (215)

※HOBで基数に比してサンプル数が多い理由：傾向把握のため、同一箇所を複数回測定したことによる。

### 2.2.2.3 測定結果

MNS 排出基準値への達成度、測定結果の概要を一覧表に示す。その後、データから得られた知見を次章で示す。

1年次冬季のデータは、使用した排ガス分析計（化学センサ型）の性能に限界があるため、データの代表性が乏しく、参考値として扱う。

2年次以降は、光学センサ型排ガス分析計や自動等速吸引装置を用いていて、データの信頼度・代表性は1年次より大きく向上している。

(1) **MNS 排出基準値への達成度**

1年次から3年次までの達成度を、排出基準値に対する超過割合の形で、表 2.2-17、表 2.2-18、表 2.2-19 に示した。MNS の基準値 4 種類の内、濃度値 (mg/m<sup>3</sup>) の基準値で比較している。

本プロジェクトでの排ガス測定手法の長所は、排ガス濃度の高い時や低い時も含めてできるだけ 1 燃焼シーケンスの全時間にわたって濃度を計測し、汚染物質濃度の平均値を求めようとした点である。表では、この代表値を基準値と比較している。瞬間的な高濃度では、特にほとんどの HOB やゲルストーブでは基準を達成できない。達成度を見る際、この点は留意すべきである。

ゲル・壁ストーブに関しては、MNS には SO<sub>2</sub> と NO<sub>x</sub> に対する基準値の設定がなく、この達成度は記述しない(空欄で示した)。

表 2.2-17 1年次排ガス測定 MNS 排出基準値に対する超過割合

測定対象	能力	対象 基数	MNS 基準値 (超過数/全基数)				Dust 捕集 効率(%)	
			Dust	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO		
HOB	<0.8 MW	9	7/9	4/9	0/9	6/9	—	
	0.8~3.15MW	5	3/5	2/5	0/5	0/5	—	
火力発電所	PP4	420t/h	5	2/5	0/4	0/4	95.0~99.9	
		220t/h	2	0/2	データなし		0/2	92.9~93.4
	PP3	75t/h (流動床)	1	0/1	1/1	0/1	1/1	95.3
		75t/h (微粉炭)	1	0/1	データなし		0/1	95.0
	PP2	75t/h	2	0/2	0/2	0/2	1/2	78.4
		35t/h	1	0/1	0/1	0/1	1/1	67.1

※ PR2 での報告値に誤りがあり、一部データを修正し再掲した  
 ※ HOB の測定では、同じ箇所を複数回測定している分も含む  
 ※ 第4火力については、夏季9月の測定データを基にしている

表 2.2-18 2年次排ガス測定 MNS 排出基準値に対する超過割合

測定対象	能力	対象 基数	MNS 基準値 (超過数/全基数)			
			Dust	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO
HOB	<0.8 MW	23	16/23	19/23	0/23	20/23
	0.8~3.15MW	4	2/4	3/4	0/4	3/4
第3 火力発電所	220t/h	2	0/2	0/2	0/2	0/2
	75t/h (流動床)	1	0/1	1/1	1/1	0/1
	75t/h (微粉炭)	1	0/1	0/1	0/1	0/1
ゲル・壁ストーブ	—	7	1/7	—	—	7/7

表 2.2-19 3年次排ガス測定 MNS 排出基準値に対する超過割合

測定対象	能力	対象 基数	MNS 基準値 (超過数/全基数)			
			Dust	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO
HOB	<0.8 MW	1	1 / 1	0 / 1	0 / 1	1 / 1
	0.8~3.15MW	3	3 / 3	3 / 3	3 / 3	3 / 3
ゲル・壁ストーブ	—	4	0 / 4	—	—	4 / 4

※ゲルストーブには、SO<sub>2</sub>とNO<sub>x</sub>のMNS基準値が規定されておらず、—で示す。

(2) **排ガス測定結果の概要**

1年次から3年次までの測定結果の概要を、表 2.2-20～表 2.2-26 に示した。測定結果の詳細は別添資料 2.2-4 に示している。

表 2.2-20 1年次 排ガス測定結果概要 (HOB)

測定日	施設名	ボイラ型式	給湯能力 MW	炭種	乾きガス量 Nm <sup>3</sup> /h	投炭量 kg/h	Raw Data		排出係数				排出濃度 (O <sub>2</sub> 換算後)			
							O <sub>2</sub> %	CO <sub>2</sub> %	Dust Kg/t	SO <sub>2</sub> Kg/t	NOx Kg/t	CO Kg/t	Dust g/Nm <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> ppm	NOx ppm	CO ppm
30-Nov-10	NO.39school	DZL-1.4	1.40	Nalaikh (crushed)	2900	228	16.1	2.8	0.3	4.5	0.8	6	0.1	298	117	880
02-Dec-10	Bosa	RJG-18	unknown	Nalaikh (crushed)	1700	138	14.0	6.1	25.4	14.5	1.3	9	3.4	687	130	1000
14-Dec-10	Train Repair	BZUF-100	0.85	Shiveovoo (lump + crushed)	16000	672	17.8	2.8	64.2	6.5	1.0	6	9.8	346	117	730
23-Dec-10	Childcare	MUHT	0.70	Nalaikh (crushed)	2600	330	17.5	3.0	7.5	-	-	1	3.2	-	-	430
24-Jan-11	NO.310 Army	HP-18-54	0.73	Nalaikh (crushed)	4800	223	18.4	2.3	5.3	5.8	1.0	13	1.1	421	156	2200
26-Jan-11	NO.310 Army	HP-18-54	0.73	Nalaikh (crushed)	4900	222	18.9	1.9	7.8	-	-	15	2.0	-	-	2900
28-Jan-11	NO.310 Army	HP-18-54	0.73	Nalaikh (crushed)	11000	167	17.9	2.8	20.5	25.8	4.5	49	1.2	509	190	2200
01-Feb-11	Bosa	RJG-18	unknown	Nalaikh (crushed)	1800	86	14.6	5.6	295.2	-	-	20	25.8	-	-	1400
10-Feb-11	NO.113 secondary school	MDZ-0.25	0.25	Nalaikh (lump)	550	69	15.5	4.6	6.0	17.1	2.0	4	1.6	1586	396	910
11-Feb-11	NO.113 secondary school	MDZ-0.25	0.25	Nalaikh (lump)	660	86	17.9	2.7	1.4	9.0	0.3	1	0.7	1516	115	557
16-Feb-11	BOSA	RJG-18	unknown	Nalaikh (crushed)	1800	144	13.1	6.0	162.5	3.9	1.2	28	19.1	159	103	2600
23-Feb-11	NO.41secondary school	MUHT	0.70	Nalaikh (lump)	1500	281	17.5	3.4	3.2	1.4	0.3	2	2.0	312	119	1100
24-Feb-11	NO.41 secondary school	MUHT	0.70	Nalaikh (lump)	1600	231	19.3	1.9	1.5	0.6	0.2	3	1.5	214	166	2300
01-Mar-11	No.46 school	KCR-300	unknown	Nalaikh (lump)	510	74	14.4	5.8	1.5	1.8	0.4	138	0.4	165	83	28000
02-Mar-11	No 39 school	DZL 1.4-0.7/95/70A	1.40	Nalaikh (crushed)	1700	104	16.8	3.8	0.5	2.4	0.6	4	0.1	144	83	500
03-Mar-11	No.104 school	WWGS 035	0.35	Nalaikh (crushed)	620	85	12.0	7.8	0.6	0.8	0.7	239	0.1	53	95	34000
08-Mar-11	Burd center	LSG-0.2	unknown	Nalaikh (lump)	1000	24	10.3	10.4	7.6	28.6	4.9	65	0.2	261	96	1400
09-Mar-11	No.106 school	Thrmocholor-0.3	unknown	Nalaikh (crushed)	1300	57	14.5	5.7	53.4	1.3	1.8	390	4.2	35	103	25000
11-Mar-11	No 10 secondary school	MWB-1	1.00	Nalaikh (crushed)	6300	750	15.8	4.3	23.1	4.4	0.5	6	6.2	410	107	1300
15-Mar-11	No 71 school	DLIRSH 170-80/55-AIP*AIU	0.17	Baganuur (lump)	620	48	10.8	9.0	4.5	1.7	2.1	6.5	0.4	54	141	460
16-Mar-11	No 92 secondagy school	MDZ-800	0.80	Baganuur (lump + crushed)	3700	138	12.9	7.1	13.2	6.8	4.2	35	0.7	128	170	1500

- ※PR2での報告値に誤りがあり、一部データを修正し提示した
- ※データ比較の際に見易くするため、敢えて桁数を揃えていない
- ※基準超過した結果を着色して表示している
- ※集合煙突でも、濃度は1台当りの平均濃度で算出されている
- ※測定精度が劣るため、1年次データ全体を参考値とする

表 2.2-21 1年次 排ガス測定結果概要（火力発電所）

測定日	施設名	ボイラ型式	給湯能力 MW	炭種	乾きガス量 Nm <sup>3</sup> /h	投炭量 kg/h	Raw Data				排出係数				排出濃度（O <sub>2</sub> 換算後）			
							O <sub>2</sub> %	CO <sub>2</sub> %	Dust Kg/t	SO <sub>2</sub> Kg/t	NO <sub>x</sub> Kg/t	CO Kg/t	Dust g/Nm <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> ppm	NO <sub>x</sub> ppm	CO ppm		
21-Jan-11	PP2	NO.3	35	Buguuur	50000	10580	8.5	11.0	23.4	3.3	0.7	41	5.8	294	131	8400		
17-Feb-11		NO.4	75		89000	17830	7.6	12.0	7.6	1.3	1.0	1	1.7	98	162	220		
19-Jan-11		NO.5	75		87000	17110	6.8	12.0	5.8	-	-	39	1.2	-	-	6500		
18-Feb-11		NO.5	75		84000	20630	11.4	8.4	7.0	1.5	0.6	7	2.7	182	182	2000		
17-Dec-10	PP3	NO.4	75	Buguuur	115000	12714	4.2	15.0	8.6	6.1	2.0	124	0.95	252	175	12000		
16-Dec-10		NO.6	75		85000	13528	4.3	15.0	3.1	-	-	11	0.42	-	-	1300		
09-Dec-10		NO.7	220		133000	33021	4.2	15.0	3.0	-	-	-	0.67	-	-	-		
07-Dec-10		NO.10	220		123000	26820	9.5	10.0	1.7	-	-	-	0.49	-	-	-		
01-Sep-10	PP4	NO.1	420	Buguuur	380000	62560	6.6	12.6	1.8	1.0	3.1	0.02	0.31	60	398	3.3		
02-Sep-10		NO.2			400000	74000	5.7	13.4	0.02	-	-	0.03	0.0027	-	-	3.9		
14-Sep-10		NO.3			530000	69100	6.7	12.6	2.9	0.0	3.9	0.03	0.39	0	393	2.9		
07-Sep-10		NO.4			420000	73500	5.9	13.3	0.2	2.2	2.9	0.02	0.036	133	382	2.6		
08-Sep-10		NO.5		Shivee ovoo	410000	84000	5.9	13.2	0.5	1.3	3.0	0.01	0.093	90	456	1.6		

- ※ データ比較の際に見易くするため、敢えて桁数を揃えていない
- ※ 基準超過した結果を着色して表示している
- ※ 第4火力については、夏季9月の測定データを基にしている
- ※ 測定精度が劣るため、1年次データ全体を参考値とする

表 2.2-22 2年次 排ガス測定結果概要 (HOB)

測定日	施設名	ボイラ型式	給湯能力 MW	炭種	乾きガス量 Nm <sup>3</sup> /h	投炭量 kg/h	Raw Data				排出係数				排出濃度 (O <sub>2</sub> 換算後)			
							O <sub>2</sub> %	CO <sub>2</sub> %	Dust Kg/t	SO <sub>2</sub> Kg/t	NO <sub>x</sub> Kg/t	CO Kg/t	Dust g/Nm <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> ppm	NO <sub>x</sub> ppm	CO ppm		
30-Nov-10	NO.39school	DZL-1.4	1.40	Nalaikh (crushed)	2900	228	16.1	2.8	0.3	4.5	0.8	6	0.1	298	117	880		
02-Dec-10	Bosa	RJG-18	unknown	Nalaikh (crushed)	1700	138	14.0	6.1	25.4	14.5	1.3	9	3.4	687	130	1000		
14-Dec-10	Train Repair	BZUI-100	0.85	Shiveovoo (lump + crushed)	16000	672	17.8	2.8	64.2	6.5	1.0	6	9.8	346	117	730		
23-Dec-10	Childcare	MUHT	0.70	Nalaikh (crushed)	2600	330	17.5	3.0	7.5	-	-	1	3.2	-	-	430		
24-Jan-11	NO.310 Army	HP-18-54	0.73	Nalaikh (crushed)	4800	223	18.4	2.3	5.3	5.8	1.0	13	1.1	421	156	2200		
26-Jan-11	NO.310 Army	HP-18-54	0.73	Nalaikh (crushed)	4900	222	18.9	1.9	7.8	-	-	15	2.0	-	-	2900		
28-Jan-11	NO.310 Army	HP-18-54	0.73	Nalaikh (crushed)	11000	167	17.9	2.8	20.5	25.8	4.5	49	1.2	509	190	2200		
01-Feb-11	Bosa	RJG-18	unknown	Nalaikh (crushed)	1800	86	14.6	5.6	295.2	-	-	20	25.8	-	-	1400		
10-Feb-11	NO.113 secondary school	MDZ-0.25	0.25	Nalaikh (lump)	550	69	15.5	4.6	6.0	17.1	2.0	4	1.6	1586	396	910		
11-Feb-11	NO.113 secondary school	MDZ-0.25	0.25	Nalaikh (lump)	660	86	17.9	2.7	1.4	9.0	0.3	1	0.7	1516	115	557		
16-Feb-11	BOSA	RJG-18	unknown	Nalaikh (crushed)	1800	144	13.1	6.0	162.5	3.9	1.2	28	19.1	159	103	2600		
23-Feb-11	NO.41secondary school	MUHT	0.70	Nalaikh (lump)	1500	281	17.5	3.4	3.2	1.4	0.3	2	2.0	312	119	1100		
24-Feb-11	NO.41 secondary school	MUHT	0.70	Nalaikh (lump)	1600	231	19.3	1.9	1.5	0.6	0.2	3	1.5	214	166	2300		
01-Mar-11	No.46 school	KCR-300	unknown	Nalaikh (lump)	510	74	14.4	5.8	1.5	1.8	0.4	138	0.4	165	83	28000		
02-Mar-11	No 39 school	DZL 1,4-0,7/95/70A	1.40	Nalaikh (crushed)	1700	104	16.8	3.8	0.5	2.4	0.6	4	0.1	144	83	500		
03-Mar-11	No.104 school	WWGS 035	0.35	Nalaikh (crushed)	620	85	12.0	7.8	0.6	0.8	0.7	239	0.1	53	95	34000		
08-Mar-11	Burd center	LSG-0.2	unknown	Nalaikh (lump)	1000	24	10.3	10.4	7.6	28.6	4.9	65	0.2	261	96	1400		
09-Mar-11	No.106 school	Thirmocholor-0.3	unknown	Nalaikh (crushed)	1300	57	14.5	5.7	53.4	1.3	1.8	390	4.2	35	103	25000		
11-Mar-11	No 10 secondary school	MWB-1	1.00	Nalaikh (crushed)	6300	750	15.8	4.3	23.1	4.4	0.5	6	6.2	410	107	1300		
15-Mar-11	No 71 school	DLIRSH 170-80/55-AI/AIII	0.17	Baganuur (lump)	620	48	10.8	9.0	4.5	1.7	2.1	6.5	0.4	54	141	460		
16-Mar-11	No 92 secondagy school	MDZ-800	0.80	Baganuur (lump + crushed)	3700	138	12.9	7.1	13.2	6.8	4.2	35	0.7	128	170	1500		

※ データ比較の際に見易くするため、敢えて桁数を揃えていない  
※ 集合煙突でも、濃度は1台当りの平均濃度で算出されている

※ 基準超過した結果を着色して表示している  
※ MCS Tiger beer には、蒸気ボイラの排出基準を適用した

表 2.2-23 2年次 排ガス測定結果概要（第3火力発電所）

測定日	施設名	ボイラ型式	給湯能力 MW	炭種	乾きガス量 Nm <sup>3</sup> /h	投炭量 kg/h	Raw Data		排出係数				排出濃度 (O <sub>2</sub> 換算後)			
							O <sub>2</sub> %	CO <sub>2</sub> %	Dust Kg/t	SO <sub>2</sub> Kg/t	NO <sub>x</sub> Kg/t	CO Kg/t	Dust g/Nm <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> ppm	NO <sub>x</sub> ppm	CO ppm
06-Dec-11	PP3	NO.4	75	Buganuur	70700	11000	8.9	10.8	1.2	4.0	1.8	1.1	0.2	268	265	174
07-Dec-11		NO.6	75		220400	14000	4.8	15.3	10	7.4	6.9	0.58	0.61	152	303	27
24-Jan-12		NO.7	220		130000	37340	14.3	6.1	5.1	1.6	0.67	0.23	3.3	371	324	115
24-Jan-12		NO.10	220		183800	26800	16.3	4.4	3.0	1.1	0.88	0.021	1.4	173	307	8

※ データ比較の際に見易くするため、敢えて桁数を揃えていない  
※ 基準超過した結果を着色して表示している

表 2.2-24 2年次 排ガス測定結果概要（ゲルストーブ、壁ストーブ）

測定日	施設名	ボイラ型式	給湯能力 MW	炭種	乾きガス量 Nm <sup>3</sup> /h	投炭量 kg/h	Raw Data		排出係数				排出濃度 (O <sub>2</sub> 換算後)			
							O <sub>2</sub> %	CO <sub>2</sub> %	Dust Kg/t	SO <sub>2</sub> Kg/t	NO <sub>x</sub> Kg/t	CO Kg/t	Dust g/Nm <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> ppm	NO <sub>x</sub> ppm	CO ppm
28-Dec-11	A Ger of Mr. Otgonbayar	Traditional	Cold start	Wood	58	2.5	20.1	1.0	2.6	0.012	0.039	22	1.3	1.8	10	6732
29-Dec-11				Wood + Nalaikh	45	1.7	17.2	3.1	4.4	1.2	1.1	58	0.53	55	87	6688
30-Dec-11		Turkey		Wood	75	1.2	19.0	1.7	11	1.1	0.55	107	0.98	22	24	4997
31-Dec-11				Wood + Nalaikh	56	2.2	17.1	3.1	3.3	3.3	0.94	46	0.38	154	64	5606
05-Feb-12	A House of Mr. Davaajargal	Wall Traditional	Hot start	Nalaikh	38	2.0	18.9	1.8	9.8	6.1	0.61	60	2.8	630	131	14048
06-Feb-12	A Ger of Mr. Davaajargal	Traditional			45	2.3	14.0	5.9	4.4	7.3	0.76	73	0.38	204	40	7193
06-Feb-12					Semi-coke	45	1.0	18.6	2.1	0.79	2.7	0.31	244	0.088	110	25

※ データ比較の際に見易くするため、敢えて桁数を揃えていない  
※ 基準超過した結果を着色して表示している

表 2.2-25 3年次 排ガス測定結果概要 (ゲルストープ)

測定日	施設名	ボイラ型式	給湯能力 MW	炭種	乾きガス量 Nm <sup>3</sup> /h	投炭量 kg/h	Raw Data		排出係数				排出濃度 (O <sub>2</sub> 換算後)			
							O <sub>2</sub> %	CO <sub>2</sub> %	Dust Kg/t	SO <sub>2</sub> Kg/t	NO <sub>x</sub> Kg/t	CO Kg/t	Dust g/Nm <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> ppm	NO <sub>x</sub> ppm	CO ppm
09-Oct-12	A Ger of Mr. Davaajargal	Traditional	Cold start	Wood B. (Tunkhel)	39	3.1	13.9	6.5	4.4	8.1	0.4	196	0.58	252	42	14938
09-Oct-12			Hot start	Semi-coke	36	2.1	14.8	5.8	5.4	3.3	1.1	62	0.59	125	78	10516
25-Oct-12			Cold start	Wood B. (Hyalgant)	48	2.8	16.5	4.2	3	3.3	0.55	95	0.45	115	70	7646
25-Oct-12			Hot start	Semi-coke	70	2.4	18.5	2.5	2.7	3.9	0.56	56	0.43	280	57	8757
21-Jan-13	A Ger of Mr. Otgonbayal	Turkey	Cold start	Nalaikh	13	1.8	15.0	4.8	0.064	3.9	0.97	14	0.012	254	137	1962
22-Jan-13					14	1.8	14.7	5.4	0.34	3.9	0.90	4	0.054	207	98	565
28-Jan-13		36			1.6	17.3	3.2	1.2	2.3	1.2	63	0.17	104	125	7298	
29-Jan-13		30			1.6	16.3	3.9	1.2	3.9	1.2	103	0.15	186	110	11491	
23-Jan-13		Traditional		Wood B.(Tunkhel)	39	2.0	17.9	2.9	4.1	1.2	0.45	60	0.78	71	63	9191
24-Jan-13				Wood B.(Hyalgant)	30	2.8	15.7	4.4	1.0	0.42	0.35	32	0.21	22	54	5930
25-Jan-13				Wood B.(2-step)	34	2.0	17.5	2.8	0.97	0.36	0.31	33	0.19	29	46	5966
24-Jan-13				Hot start	Semi-coke(PP2)	38	1.0	18.1	2.2	0.11	0.16	0.47	152	0.011	5.1	35
28-Jan-13		Semi-coke(MAK)			35	1.0	18.7	2.1	1.0	1.6	0.59	104	0.15	83	64	12161

※ データ比較の際に見易くするため、敢えて桁数を揃えていない  
※ 基準超過した結果を着色して表示している

表 2.2-26 3年次 排ガス測定結果概要 (HOB)

測定日	施設名	ボイラ型式	給湯能力 MW	炭種	乾きガス量 Nm <sup>3</sup> /h	投炭量 kg/h	Raw Data		排出係数				排出濃度 (O <sub>2</sub> 換算後)			
							O <sub>2</sub> %	CO <sub>2</sub> %	Dust Kg/t	SO <sub>2</sub> Kg/t	NO <sub>x</sub> Kg/t	CO Kg/t	Dust g/Nm <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> ppm	NO <sub>x</sub> ppm	CO ppm
15-Jan-13	No.76 School	DZL-1.4	1.40	Nalaikh	2500	275	10.6	9.5	5.0	16.0	1.9	0.6	0.63	700	172	60
16-Jan-13	No.20 Kindergarten	DZL-0.7	0.70		500	186	12.6	7.9	0.03	0.6	0.3	2.4	0.016	107	115	1237
31-Jan-13	No.104 school	SHG 0.7	0.35		1200	64	16.3	4.5	0.9	14.6	1.2	4.6	0.12	684	111	669

※ データ比較の際に見易くするため、敢えて桁数を揃えていない  
※ 基準超過した結果を着色して表示している

### 2.2.2.4 得られた知見

2年次以降は、光学センサ型排ガス分析計や自動等速吸引装置を用いていて、データの信頼度・代表性は1年次より大きく向上している。用いた機材と手法については、2.2.5節で1年次と2年次を比較し、改善点を示した。

まず2年次以降のデータを用いて、データから得られる知見を整理した。信頼性はやや劣るが1年次の結果からも知見が得られ、本章の(7)に示した。

#### (1) 排出基準値との比較

対象施設	特徴
第3火力発電所	ダストとCOは、どのボイラでも基準をクリアした。 流動床ボイラ（4号）では、SO <sub>2</sub> とNO <sub>x</sub> が基準値を超過した（微粉炭焚きボイラと比べて高い濃度ではないが、微粉炭焚きボイラとは適用排出基準が異なる）。
HOB	全てのHOBで、NO <sub>x</sub> は基準をクリアした（炉内温度が低いことによる）。ほとんどのボイラで、ダスト、SO <sub>2</sub> 、COが超過した。
壁ストーブ ゲルストーブ	COは全てのストーブで超過した。壁ストーブで、ダストが超過した。

#### (2) ボイラ種による知見

対象	特徴
共通	燃焼の良いボイラは残存酸素濃度（過剰空気率）が低い。該当するのは、火力発電所ボイラと警察学校のHOBだけである。 その他多数のHOBやゲルストーブではCO濃度が数1000ppmあり、多かれ少なかれ不完全燃焼している。残存酸素濃度が高く、燃焼が良くない。不完全燃焼の激しいものは、CO濃度が%オーダーで変動する。
第3火力発電所	HOBに比べて、火力発電所ボイラは通常良い燃焼状態に制御されており、ガス濃度は安定している。HOBに比べて、濃度や排出係数は小さいと見られる。
HOB	押込みの円筒タイプ（CLSG25, RJG-18）はダスト濃度が高い（炉室から煙突に直結していて、排ガスのPathが短い）。 自動給炭＋排ガスを湿式処理するタイプ（DZL）は、ダスト濃度が低い。但し、石灰を投入していないためかSO <sub>2</sub> 濃度は下がらない。
壁ストーブ ゲルストーブ	排出量の観点からすれば、従来型のストーブとTurkeyストーブに差は認められない。

#### (3) 炭種による差異

- ① Baganuur炭ではSO<sub>2</sub>基準をクリアするが、Nalaikh炭ではクリアしない傾向がある。
- ② 火力発電所のボイラのSO<sub>2</sub>濃度が低い理由は、Baganuur炭使用のためと見られる。

#### (4) その他の知見

- ① 火力発電所のボイラは炉内温度が高く、NO<sub>x</sub>濃度はHOBよりも高い。
- ② 固定発生源ではNO<sub>x</sub>濃度の問題は無い。SO<sub>2</sub>低減対策として、Baganuurに変えるか、排ガス処理を湿式スクラバーに変更し、石灰石を投入することが考えられる。ダストとCOが汚染対策のメインになる。
- ③ ダストで評価の悪いボイラが、COでも悪いとは限らない（例：Tavangan CLSG25）。また、ダストで評価が良くてもCOでは悪いボイラがある（例：17 学校 Viaduras VSB、46 学校 KCR-300、104 学校 WWGS 0.35、HaanBank CLHG-0.6/C）。モンゴルでは大気の見通しの点からダストが問題になり易いが、CO排出量からもボイラ良否を判断することが必要。
- ④ 前冬季に用いた化学センサ型の排ガス分析計では、石炭ボイラの排ガス濃度の平均値を出すことが非常に困難である。このデータを基に基準値と比較してはならない。

#### (5) 大気汚染低減への提言

- ① 押し込みファン方式の円筒型ボイラは排除した方がよい。
- ② SO<sub>2</sub>基準クリアのために、Baganuur炭に変える。
- ③ CO濃度低減のためには粉炭が望ましい。塊炭を使う場合は、不完全燃焼に気をつける。
- ④ ゲルでのセミコークス使用は、ダスト、SO<sub>2</sub>の低減に効果がある（但しCOは出る）。
- ⑤ 石炭の入れすぎと、不均一な投炭に注意する（特にマニュアルで投入する場合）。
- ⑥ 不完全燃焼、熱効率、サイクロン捕集効率の立場から、給気バランスに配慮する。

#### (6) 1年次測定結果からの知見

既報 PR2 で知見を整理したが、性能上限界の多い手動測定機材の測定結果から得たもので、データの代表性は低かった。その後の2年次測定で測定精度の高い機材を用いたところ、HOBでは排ガス濃度の実際の変動が非常に大きいことが分かり、PR2に記したHOBの知見は蓋然性が低くなった。但し、火力発電所では排ガス濃度の時間的変動が小さいため、以下の知見は確からしさが高いと思われる、再掲する。

##### <火力発電所>

ダストの排出濃度は、第4火力のボイラが0.03~0.4g/Nm<sup>3</sup>（但し夏季データ）、第3火力では0.4~1g/Nm<sup>3</sup>程度、第2火力では数g/Nm<sup>3</sup>~10g/Nm<sup>3</sup>と、明確な差異が認められた。集塵装置の種類により排出量が相違するものと見られる。

集塵効率は、電気集じん機>サイクロン+ジェットスクラバ>水膜サイクロン>マルチサイクロンの順で、時折黒煙をあげている第2火力は集じん効率が低く、第4火力に比べて数倍から数十倍、時として100倍近い濃度で排出している。

なお、最も低濃度を示した第4火力でMNS基準値を超過したケースがあった。これは基準値自体がボイラ規模、設備ごとにそれぞれまちまちに設定されていることによる。

#### 2.2.2.5 測定手法の改善点

1年次に比べ2年次は、使用機器の性能、サンプル採取タイミング、計算手順において改善され、データの信頼度が非常に高くなった。前季と今季を比較しつつ、手法の改善点を以下に示す。

**(1) 手法の特徴**

手法の特徴を「ガス状物質、ダスト」に分けて表 2.2-27、表 2.2-28 に整理した。表の上半分には手法の相違点を示した。下半分では、手法により決まる測定 of 正確さ、及び、報告値の信頼度を「高、中、低」で評価している。

前冬季では、排ガス分析計の性能に限界があり短時間の測定のみ可能だった。このため算出した平均値の代表性が良くなかった。今冬季の機器には上記の短所がなく、測定値の精度は良い。

表 2.2-27 各期比較（機材・用法、計算法） ガス状物質

比較項目		1年次冬季	2年次冬季
ガス分析計の特徴	センサの種類	化学センサ式	光学センサ式
	測定濃度範囲	低濃度と高濃度をともに測定可能	
	センサの劣化し易さ	高濃度の妨害ガスがあると劣化し易い	劣化しにくい
	測定時間の長さ	短時間しか計測できない	長時間の連続測定が可能
機材の使い方	ボイラ稼動状況の事前把握	事前に把握済み	
	データ数 サンプル採取タイミング	1ボイラにつき3個 任意のタイミングで採取	1ボイラにつき数百個 10秒毎1データ：全時間 採取
報告値の求め方	濃度平均値の算出	3個のデータを平均	数百個のデータを平均
	濃度平均値（O <sub>2</sub> 換算後）の算出	O <sub>2</sub> データが3個しかなく 代表性が悪い	数百個のO <sub>2</sub> データを用いており、 代表性は高い
測定精度の高さ	感度合わせ	中 (妨害ガスの影響で、感度が数ヶ月の間に徐々に低下した)	高
	ガス導入方法の適切さ	高	高
採取条件の適切さ	計測のタイミング	低	高
	採取時間の長さ	低	高
報告値の信頼度 (ガス濃度)	報告値の信頼性 酸素換算の妥当性	低	高



図 2.2-5 使用した排ガス分析計

表 2.2-28 各期比較（機材・用法、計算法） ダスト

比較項目		1年次冬季	2年次冬季
ダスト採取機材の種類		手動	自動
機材の使い方	ボイラ稼動状況の事前把握	事前に把握済み（採取タイミングに反映された）	
	等速制御の仕方	2分ごとに条件を読み取り手で吸引速度を調整	常時、計器が自動調整
	データ数 サンプル採取タイミング	1ボイラにつき3サンプル以上、約20分/1サンプル 運転条件に合わせて、タイミングと時間長を定めた	ファン稼動状況を意識 稼動1周期全体を意識
報告値の求め方	濃度平均値の算出	3個のデータを単純平均	3個のデータを加重平均
	濃度平均値（O <sub>2</sub> 換算後）の算出	O <sub>2</sub> データが3個しかなく、代表性が時として悪くなった	数百個のO <sub>2</sub> データを用い、代表性は高い
制御面での適否	制御の早さ	中	高
	制御の忠実さ	中	高
採取条件の適切さ	開始タイミング	高	高
	採取時間の長さ	高	高
報告値の信頼度（ダスト濃度）	報告値の信頼性 酸素換算の妥当性	中	高

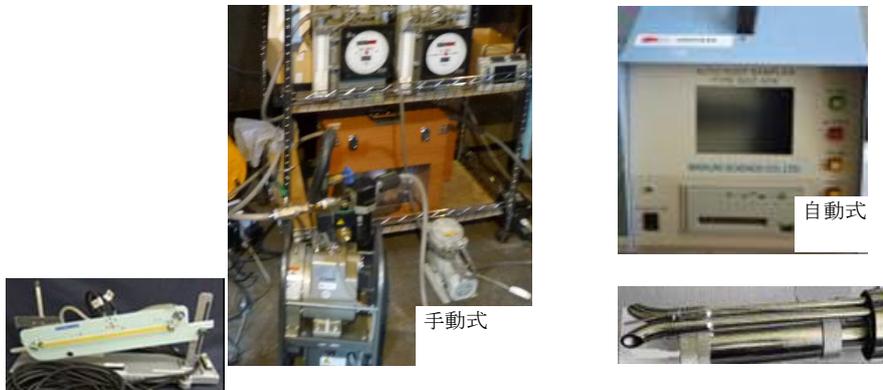


図 2.2-6 使用したダスト採取装置

## (2) 採取タイミングとデータ代表性について

2 年次冬季は使用機器の性能が向上したことから、サンプルの採取タイミングも改善された。そして、測定値から平均値を求める際により細やかな算出手順を用いることができ、報告値としての代表性も向上した。改善点を概略する。

### 1) ダスト採取について

図 2.2-7 はダスト濃度の時間変動を仮想したものである。ボイラへの石炭投入（投炭タイミングを▲で表示）に伴いダスト濃度は一時ピークを示し、その後徐々に濃度低下するイメージである。2 度の投炭による連続 2 回分の燃焼を示している。ダスト採取の時間帯を緑バーで示す。

<1 年次冬季での採取法、平均濃度の算出法>

ダスト採取時間は 1 サンプル当たり約 20 分で、3 サンプル以上採取した。また採取タイミングは各ボイラ運転条件を見つつ、投炭直後の高濃度①、続く徐々に低下する中濃度②、低濃度③と 3 パートに分けた。

その後、平均濃度の算出においては、 $(①+②+③) / 3$  と単純平均をとった。

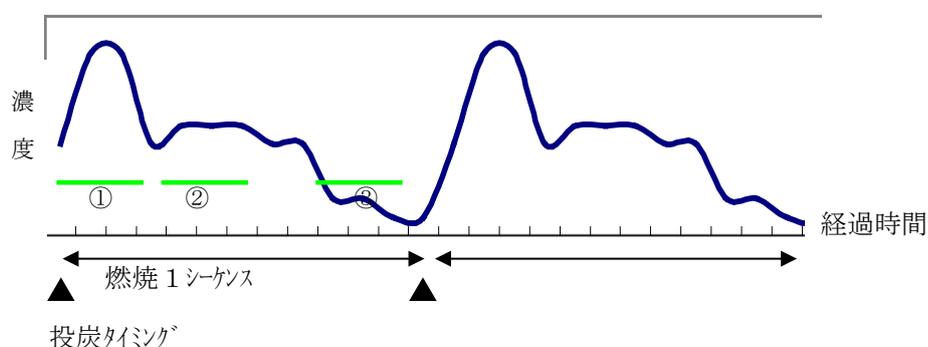


図 2.2-7 排ガス中ダストの濃度変化例とダスト採取タイミング

<2 年次冬季での採取法、平均濃度の算出法>

ダスト採取タイミングは、前冬季と同じである。

平均濃度の算出法が異なる。例えば上記濃度変動では、中程度の濃度が、②のほぼ 2 倍の時間の間続いている。1 シーケンスのダスト平均濃度をより良く近似するため、②での濃度が 2 倍続いたと想定して、平均計算した。（時間的に加重平均）。

### 2) ガス状物質について

図 2.2-8、図 2.2-9 はガス濃度の時間変動を仮想したものである（ダストと同様）。採取時間帯を緑で示す。

<1 年次冬季での採取法、平均濃度の算出法>

排ガスを約 3 分間採取バッグに吸引し 1 サンプルとする。これを 1 シーケンスの間に 3 サンプル、任意のタイミングで採取する。採取サンプルを速やかに化学センサ式の排ガス分析計に吸引し、濃度値を読み取り記録する。

化学センサは、石炭ボイラの高濃度ガス（特に CO）の存在下で速やかに劣化する。このため長時間採取に向かず、短時間のバッチ採取となった。任意タイミングの短時間採取であり、データの代表性は低い。

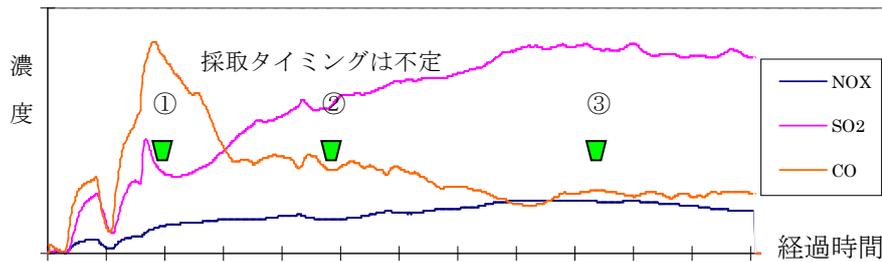


図 2.2-8 排ガス濃度の変化例（前冬季）

<2年次冬季での採取法、平均濃度の算出法>

長時間連続測定ができる自動測定機である。CO の高濃度レンジをカバーできる測定機を加え、高濃度も連続測定できる。10 秒に 1 データ取れるよう設定した。1 シーケンスの全期間にわたってデータ収集しており、平均濃度の代表値として信頼度が高い。

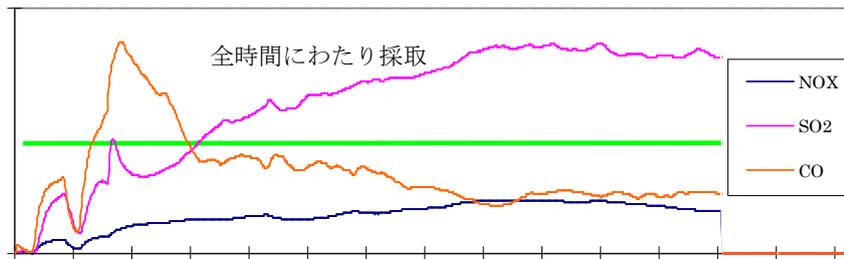


図 2.2-9 排ガス濃度の変化例（今冬季）

## 2.2.2.6 その他

### (1) 標準ガスによる排ガス分析計の感度確認

排ガス分析計の感度を、ボンベ詰め標準ガス（日本製、中国製）を用いて定期的に点検した。前冬季、今冬季、および夏季の専門家滞在中にも点検を行った。

化学センサ式の排ガス分析計に対しては、冬季は 1,2 ヶ月ごとに 1 度の頻度で、光学センサ式には、毎回現場測定の際に感度確認／校正を行った。その結果、光学センサ式は大きな感度変化は起きなかったが、化学センサ式は使用期間 1 年の間に徐々に感度低下した。

また、火力発電所や AQDCC が所有する同型の化学センサ式排ガス分析計を、同様に標準ガスで点検した。すでに各センサが劣化しており、数割にまで感度低下していた。モンゴルでは標準ガスの調達容易でなく、標準ガスによる定期的な感度確認をするところまで手が回っていない。

JICA 調達の化学センサ式排ガス分析計が 1 年の使用を経て劣化したため、今冬季にセンサを購入し交換した。標準ガスにより感度を確認したところ感度が正常に戻ったことを確認した。今後もボイラの簡易点検に使用可能である。

ところで、排ガス分析計を用いて、日本製標準ガスと中国製標準ガスの濃度差を比較したが、どのガス種においてもさほど大きな濃度差は認められなかった。

## (2) ダスト濃度簡易測定

1 年次冬季において、リングルマン法によるダスト排出濃度の観測を試行したが、共存する白煙の影響があり簡易法として採用できなかった。

2 年次冬季は代替法としてスモークテスターを試みた。毎回現場測定においてスモークテスターでダスト採取し、ろ紙上のサンプルの黒さを色見本と比べて、煙の濃さを数値で表すものである。

この目安値を、等速吸引によるダスト計測結果と比較したが相関は認められず、スモークテスターを、ダスト濃度の簡易測定法として用いることができない。原因として、スモークテスターでの採取は等速吸引ではない点、そして短時間である点が考えられる。

他の簡易測定法として光散乱型粉じん計があるが、排ガス温度が高いと故障につながる点や高価である点を考え、対象外とした。種々検討したが、適用可能な手法を見つけるに至らなかった。今後は簡易法により排煙の濃さを目安値で表すことはせず、正規の測定手法で排ガス濃度を測定し報告することが望ましい。



図 2.2-10 スモークテスター

### 2.2.3 排ガス測定ガイドラインの作成

#### 2.2.3.1 排ガス測定技術マニュアル

モンゴル国内では排ガス測定方法を記した公開文書が乏しいため、モンゴル側に残る成果として測定ガイドラインを作成した。技術マニュアルは、測定ガイドラインに必要な技術の細部を示す技術資料として位置付けられている。

これらは研修資料として作成されたほか、C/P の能力開発を兼ねて研修の場で協議しつつ作成された（別添資料 2.2-5）。測定ガイドライン作成の進捗を表 2.2-29 に示した。ほぼ作成を終了している。

表 2.2-29 作成した排ガス測定ガイドライン

No.	測定ガイドライン名	作成時期
1	測定プロトコル	初版：2012年5月 第2版：2012年9月
2	測定孔設置ガイドライン	2012年5月
3	排ガスの湿式採取・分析手順（NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> ）	2012年5月
4	火力発電所での排ガス測定ガイドライン	2013年1月
5	HOB での排ガス測定ガイドライン	2012年11月
6	ゲルストーブでの排ガス測定ガイドライン	2012年11月
7	（ダスト簡易測定の手順）	有効手法なく、作成しない

技術の細部を示す技術マニュアルも、手動測定機材と自動測定機材に分けて作成した。保守マニュアルを主要機材について作成した。技術マニュアル作成の進捗を表 2.2-30 に示した。

表 2.2-30 作成した排ガス測定技術マニュアル

No.	分類	手動測定		自動測定	
		機材名	進捗	機材名	進捗
1	排ガス分析機	化学センサ式 (1機種)	2013年1月	光学センサ式 (2機種)	2012年1月
2	湿式排ガス分析	SO <sub>x</sub> 分析、NO <sub>x</sub> 分析	ガイドラインとして、作成済み	-	
3	水分測定	シェフィールド管による重量測定：作成済み			
4	温度測定	K熱電対	作成済み	自動等速吸引装置	2012年1月
5	流速測定	ピトー管 傾斜マンノメータ	作成済み		
6	ダスト等速吸引	手動採取機材	作成済み		
7	データ整理	計算シートの使い方：2012年11月			
8	保守マニュアル	ポンプ、ノズル	2012年9月	排ガス分析計	2012年9月

### 2.2.3.2 排ガス測定方法の確立

2年次に自動機材を使うことができ、固定発生源における排ガス汚染物質の濃度変動の様相は、かなり明らかとなった。

この経験に基づき、排ガス測定ガイドラインで「排ガス測定プロトコル」を作成しており、濃度変動を左右する多数のパラメータに配慮しながら一ボイラから出る排ガス濃度の代表値を得るための詳細なルールを定めている。石炭ボイラの実際のタイプやデータを元に、現状に沿った解説となっている。そして、排ガス測定での操作手順は「火力・HOB・ゲルでの排ガス測定ガイドライン」に示しており、排ガス測定方法として確立に至った。

この測定方法で得た排ガス測定結果から、2.2.2.4 に示した整理された知見が得られており、手法として妥当と見ている。

### 2.2.4 排ガス測定継続性への配慮

プロジェクト終了後もモンゴル側が自力で排ガス測定を行うことが、大気汚染対策の策定にとって必要である。

要員面では、監査側 C/P として AQDCC と NAQO の技量が、火力側 C/P として第4火力の技量が向上している。研修生の各人の実力は、6章の技能表に示したように1人前としてやや足りず、相互に補い合うことで何とかチームとして機能するレベルにある。一方で、ボイラのほとんどが冬季に稼働するため、排ガス測定も冬季にしかできず、排ガス担当者は覚えた技術を忘れがちになる。研修に参加した C/P は、今後も積極的に実測を重ねる必要がある。

機材面では、プロジェクトで調達した測定機材は2セットあり、消耗品のストックも相当数ある。

機材面、要員面での必要条件是整うと見られる。ウランバートル市内の HOB 施設は約110カ所で、約220の HOB がある。10月中旬から翌年の2月中旬迄（ツァガンサルと予備1週を除き、15週）、

週に 2.5 回の測定を実施し、各 HOB 施設は 3 年に 1 回測定を実施すれば良いと仮定する。110 カ所なので 110 回の測定を行えば良いが、再測定を考慮して 150 回と仮定する。150 回÷3 年÷2.5 回/週=20 週/年となり、2 チーム・2 セットの人員・機材で可能となる。冬季期間中に専属で排ガス測定を実施するスタッフを割り当てることができれば、現状でもウランバートル市内の HOB の測定は可能である。

予算面では、排ガス測定機材にかかる消耗品と維持管理にかかる費用が対象となる。専門家側で、必要となる消耗品や交換用スペアパーツの一覧表を作成し、今後の経費検討のための参考とした。機材の保管・修繕・調整等を行う場所や機材を測定場所まで運ぶための自動車などについても AQDCC が予算化を検討できるように、測定活動に必要な支出項目を提示した。

## 2.2.5 MNS 排出基準の検討

固定発生源の排出ガスに含まれる大気汚染物質を規制する排出基準が、モンゴル国で定められている。本プロジェクトで測定した固定発生源についての排出基準は次のとおりである。

- ① MNS 5919 ; 発電所・発熱ボイラの排出基準
- ② MNS 5457 ; HOB およびゲルストーブの排出基準

### 2.2.5.1 基準値の検討

表 2.2-20～表 2.2-25 の排ガス測定結果では、上記基準と比較して達成度を評価している。基準不適合が多かったが、いくつかは現状のボイラ構造や排ガス処理装置では達成困難な基準値であるか、逆に緩すぎる可能性が認められた。MNS 排出基準値の改善ポイントと見られ、表 2.2-31、表 2.2-32、表 2.2-33 に整理した。

表 2.2-31 改善可能性のあるポイント（火力発電所）

対象	現状	改善提案
75t/h 流動床ボイラ	PP3 の 4 号が相当する。他の微粉炭ボイラよりも厳しいダスト、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> の排出基準が適用されている。CO については、不完全燃焼を示唆する高い基準値が適用されている。	一般的に流動床は微粉炭よりダストが高めであり、微粉炭並みにはダスト基準値を緩和する。 完全燃焼に近い流動床には、より低い CO 基準値を適用する。
35t/h ボイラ	CO 基準値が他と比較し異常に低い	規格表の数値は、小数点の位置を間違えている可能性があり訂正する

ウランバートル市の HOB では、サイクロンや湿式脱硫装置などの排ガス処理装置が設けられていないタイプが少なくない。排出対策のしにくい HOB と、対策されている火力を比較すると、HOB の方がより厳しい基準が適用されている。測定精度の良い 2 年次測定結果でも基準不適合の結果が多く、達成困難な基準である可能性が高い。

なお、基準に定めた空気比が火力は 1.4、HOB は 1.8 と異なるため、例えば HOB の基準値を空気比 1.4 に換算した後、火力と HOB の基準値を比較した。

表 2.2-32 改善可能性のあるポイント (HOB)

対象	現状	改善提案
Dust 基準値	PP4 (電気集塵装置) に適用する基準値に接近している。対策された HOB ボイラでも、ほとんど達成できていない。	燃やし方など運転の改善で濃度低減できるところまで、基準値を若干緩和する
SO <sub>2</sub> 基準値	脱硫装置のある HOB は非常に少ない。一方、火力より質の劣る炭種を使っているところが多い。しかし、火力での最小の基準値に近い厳しい基準値が HOB に適用され、基準不適合が多い。	火力並みに緩和する
CO 基準値	燃焼制御されている火力並みに厳しい基準値である。不完全燃焼し易い小型ボイラでは、ほとんど達成できていない。	緩和する

表 2.2-33 改善可能性のあるポイント (ゲルストーブ)

対象	現状	改善提案
CO 基準値	HOB より高めの基準値であるが、不完全燃焼し易く全く達成できなかった。	緩和する

### 2.2.5.2 測定手法に関して

MNS 排出基準の 5.2 節に測定手順の記載がある。化学センサ型の排ガス分析計のように、採取現場で濃度値を即座に表示できる測定機をイメージした記載内容である。得たデータ 5 個の平均値を報告に用いることとなっている。

石炭火力発電所のようにガス濃度が時間的に大きく変動しないところでこの測定手順を適用しても、大きな測定誤差は出ないと見られるが、以下のケースでは適用すべきでないと考えられる。

表 2.2-34 MNS 記載の測定手順を適用できないケース

ケース	理由
火力発電所や HOB で、排ガス中のダスト濃度を測定する場合	高濃度ダストの瞬時値を、その場で正確に表示できる機器は、現在存在していないため
HOB、ゲルストーブで排ガス中のガス成分濃度を測定する場合	排ガス濃度が時間的に大きく変動し、また変動のパターンがボイラごとに異なるため。どのタイミングで 5 個のデータを取れば良いか事前に分からない。

手法を以下のように改訂し、代表値としての精度を高めることが望ましい。

表 2.2-35 測定手順に関する改訂案

ケース	理由
火力発電所や HOB で、排ガス中のダスト濃度を測定する場合	フィルター+等速吸引方式を用い（表 2-28）、2.2.2.5 の 2 に示したタイミングでサンプル採取する。
HOB、ゲルストープで排ガス中のガス成分濃度を測定する場合	光学センサ式排ガス分析計を用い（表 2-27）、2.2.2.5 の 2 に示したタイミングでサンプルを連続採取する。

## 2.3 大気質庁の排出規制能力の強化（成果3）

### 2.3.1 ボイラ登録制度の構築

#### 2.3.1.1 ボイラ登録管理制度の目的

ボイラ登録管理制度は、年間 50～5,000 トンの石炭を燃焼する HOB を登録し、管理を強化する制度である。ウランバートル市中心 6 区<sup>6</sup>に設置されるボイラを対象とした。副次目的として、固定発生源インベントリの入力データとして使用し、大気拡散シミュレーションモデルに活用した。また、一定の要件を満たす HOB に対し、ボイラ利用許可を発行するか優良ボイラ認定を行う方法の検討材料とした。

#### 2.3.1.2 既存データの収集

ボイラ登録制度を設計するにあたり、既存のボイラデータを収集した。ドナー機関の支援により作成されたリストがいくつか確認できたが、汚染物質の排出状況の把握が可能で、経年的に更新されたリストは見つけることができなかった。その為、本プロジェクトにおいて、ボイラデータベースの作成が計画された。

ボイラ登録制度とインベントリシステムの初期データの作成を目的としてボイラ訪問調査を行った。調査期間は 2010/11/15～2011/1/15 で、ウランバートル市中心 6 区で中規模のボイラを持つ施設を調査した。調査方法を以下に示す。

- 1) 既存のボイラリストの収集と整理（大気質庁が排ガス測定業務で利用しているリストとエンジニアリング施設部で管理されているリストが入手できた）
- 2) 訪問調査の調査票の設計
- 3) 大気質庁から対象地域の全ホロー（Khoroo<sup>7</sup>）へ訪問調査の説明と協力を要請するレターを発行
- 4) ホローからボイラ施設の情報を得て訪問調査を実施

訪問調査の質問票を別添資料 2.3-1、大気質庁からホローへの調査協力のレターを別添資料 2.3-2 に示す。

ボイラ訪問調査の結果 108 施設 211 機のボイラの情報が得られた。

#### 2.3.1.3 対象ボイラ

既存データの収集により確認された対象ボイラは以下のとおりである。

- |                      |             |
|----------------------|-------------|
| 1. ゲルストーブ            | 約 150,000 台 |
| 2. 小型ボイラ（10～100kW）   | 約 1,000 基   |
| 3. 中型ボイラ（0.1～3.15MW） | 約 200 基     |
| 4. 発電用及び工業用ボイラ       |             |

<sup>6</sup> Khan-Uul and Bayanzurkh、Songinokhairkhan、Sukhbaatar、Chingeltei、Bayangol district

<sup>7</sup> District の下に設置される行政単位。

ボイラ登録制度の目的は、大気汚染物質の排出状況を把握し、基準を満たさないボイラの利用に制限をかけることである。排出状況を把握するには排ガス測定が必要であり、機材や測定技術者を整備する必要がある。従って、中型ボイラ 200 基を対象に登録制度をスタートさせることにした。

### 2.3.1.4 ボイラ登録制度構築セミナー

2011 年の 1 月に、環境行政本邦研修に参加した研修生を中心として、さらにウランバートル市のボイラ登録制度関係者が集まり会合を行った。その結果、新たにボイラ登録制度を構築すること及びそのボイラ登録制度を大気質庁が中心となって進めるべきであるということについて合意した。その結果、2 月にボイラ登録制度構築セミナーを開催することとなった。

ボイラ登録構築セミナーは 2011 年 2 月 11 日に開催され、その概要は以下の通りである。

表 2.3-1 ボイラ登録制度セミナーのプログラム

日時：2011 年 2 月 11 日（金）10:00～13:10
会場：Puma Imperial Hotel
10:00～10:10 開会の挨拶（大気質庁 Munkhtsog 長官、JICA 岩井次長）
10:15～10:30 日本のボイラ登録制度について（村井：データベース）
10:30～10:45 大気法の改正点、大気支払法の概要について（自然環境・観光省）
10:50～11:05 大気法改正後の監査行政について（UB 市監査庁）
11:05～11:40 ボイラ登録制度案について（深山：総括／大気汚染対策）
11:45～12:00 昼食
12:00～13:00 ボイラ登録許可制度案に関する協議
13:00～13:05 総括（山田：国際協力専門員 [環境管理]）
13:05～13:10 閉会の挨拶

セミナーでの協議の結果、以下の点について合意が得られた。

- 登録制度の対象は定格出力が 100kW 以上の中型ボイラとする
- 2011 年の冬は、以下の 3 つの要件を満たすボイラに対して、利用を許可する
  1. 毎年、ボイラを届けること
  2. ボイラ運転員がボイラ運転の講習を受けること
  3. 大気質庁等行政機関がボイラ施設に立ち入り、排ガス測定等を行うことを受け入れ、協力すること
- 具体的な内容については、追って協議する

このセミナーでの大きな成果は具体的に 2011 年の冬から新たなボイラ登録制度を開始するという点について合意が得られたことである。

その結果をセミナー参加者からのレターという形で、ウランバートル市産業・エコロジー担当副市長のガンボルト氏と助役のバット氏に提出した（図 2.3-1）。

セミナー後、ボイラ事業者への事前説明について大気質庁と検討した結果、事前の説明は行わず、然るべき時期に、ボイラ事業者を集めて、行政の決定事項として通達するという手続きが妥当であり、その際には全面的に大気質庁がその任を負うことが適切であるという結論に至った。

ウランバートル市 助役 Bat 殿

大気汚染物質排出削減のためのボイラ登録制度構築に係る提言

2011年2月11日（金）10時から14時の間、PUMA ホテルに於いて、「大気汚染物質排出削減のためのボイラ登録制度構築に係るワークショップ」が開催された（別添1 ワークショップ議事次第）。

このワークショップの目的は、新たなボイラ登録制度を構築して、2011年6月から実施するために、ウランバートル市の各関係機関が基本的な合意に達することである（別添2 ワークショップ参加者名簿）。まず、今回、ボイラ登録制度を開始して多くのボイラを規制対象として、その後、段階的に排出基準を遵守させる計画である。

ここで議論されたボイラ登録制度は、ウランバートル市内にある全ての中型・大型ボイラ（100kW以上）を対象としたものであり、定期的にダストを含む排ガス測定を実施し、排出基準を超過したボイラを規制することによって、ウランバートル市に於ける大気汚染物質の排出削減を目的としている。新たなボイラ登録制度の詳細は「別添3 ボイラ登録制度の説明資料」を参照されたい。さらに、ボイラ登録制度のデータを活用して、固定発生源インベントリを作成し、シミュレーションを行うことで、正確に大気汚染状況を評価し、適切な判断を行うことができるようになる。

ウランバートル市のボイラ登録制度に関する各関係機関からの参加者は、活発な意見交換・協議を行い（別添4 ワークショップ議事録）、以下の基本的な合意に達した。

最終的にはボイラ事業者に排ガス測定を実施させ、その結果を報告させ、排出基準を遵守させることが必要であるが、2011年6月から新たなボイラ登録制度を開始し、2011年の冬は、以下の3つの要件を満たすボイラに対して、運転を許可する。

1. 毎年、ボイラを届けること
2. ボイラ運転員がボイラ運転の講習を受けること
3. 大気質庁等行政機関がボイラ施設に立ち入り、排ガス測定等を行うことを受け入れ、協力すること

具体的な内容については6月の登録制度開始迄に検討する。

新たなボイラ登録制度を開始するためには、モンゴル国やウランバートル市の関係機関の協力が必要となりますので、Bat 助役殿、Ganbold 副市長におかれましては、新たなボイラ登録制度の目的をご理解の上、その実施のために、それぞれの管轄しておられる機関へのご指示や、必要な調整のためのご支援をお願い申し上げます。

大気質庁 副長官  
Ch. Batsaikhan

JICA 専門家チーム総括  
深山 暁生

連署 JICA 国際協力専門員（環境管理）  
山田 泰造

図 2.3-1 ボイラ登録制度構築に関するレター

2.3.1.5 ボイラ登録制度と大気法及び大気支払い法

自然環境・観光省は 2010 年 12 月に大気法を改定しており、その内容を分析した結果、新たに構築するボイラ登録制度で実施しようとしている項目は、大気法をその根拠として実施することが可能であることを確認した。

表 2.3-2 ボイラ登録制度と大気法

条項	条文	ボイラ登録制度における根拠
第 8 条大気質庁		
8.1	大気質の汚染度を把握し、監査・検査し、報告、結果を出す責務の大気質の専門機関（以下「専門機関」と称す）を国家行政機関が任命する。	ここで言う「大気質の専門機関」はウランバートル市においては「大気質庁」であることから、監査・検査し、報告、結果を出す責務を有している。
第 13 条大気大規模汚染源の利用許可		
13.1	一般、企業、機関は大気汚染排出物質、物理的影響を及ぼす大規模汚染源を利用して工業、サービス業の運営する場合、専門機関で評価させ郡、区の高官の許可を得る。	大気質庁が大規模汚染源を評価して、区の高官が許可を出すことから、大気質庁が監査を行い、区長が運転許可を出す根拠となる。
第 7 条一般、企業、組織の権限、責務		
7.1	大気保護の法規、国家や県庁からの通達文書、国家検査官の要求を充たすこと。	ボイラ事業者がボイラ登録制度の要件を満たし、届出、監査への同意書等を区やホローまで提出しなければならない根拠となる。
7.5	企業、組織は大気汚染源の事業所内管理にかかるその他の情報報告を本法の第 10 条 10.5 に示されたとおり、当地域での専門機関の支所まで提出する。	同上
10.5	大気質に関する報告の様式手順を国家行政機関の中央組織が承認する。	同上
第 26 条大気規制法の違反者にかかる罰則		
26.1.2	排出汚染物質基準を超過し、物理的影響を及ぼす交通機関や移動式発生源を利用して大気を汚染させた場合、一般人に対して最低月給の 3-4 倍、企業機関の場合には 6-7 倍かけた分の罰則額をかける。	排出基準を超過した場合に罰金を徴収できる根拠となる。
26.1.5	住環境の大気に汚染させ健康にも悪影響を与える状況を作り又は公認機関から無許可で排出汚染物質・物理的悪影響の固定発生源を利用して工業、サービス業の運用した場合には、無法で得た収入を投入し、それと同量の罰則額をかける。	無許可でボイラを運転した場合に罰金を徴収できる根拠となる。

加えて、自然環境・観光省と鉱物資源エネルギー省の法律担当者に、大気法を根拠にボイラ登録制度を開始することが可能であることを確認した。当然のことではあるが、鉱物資源エネルギー省所管の火力発電所についても大気法で定めるところの大規模汚染源に該当する。

同様に罰金についても確認した。

表 2.3-3 大気法の罰金

条文	適用	罰則 [Tg]
24.1	大規模発生源において大気汚染物質の排出量が基準を超過した場合	損害の回復と損害額の3倍
26.1.2	排出汚染物質基準を超過し、物理的影響を及ぼす交通機関や移動式発生源を利用して大気を汚染させた場合	一般人 (3~4倍) : 324,000~432,000 企業機関 (6~7倍) : 648,000~756,000
26.1.3	大気保護条件を満たさない建築施設、機械を設置、又はその技術を普及させた者	一般人 (4~5倍) : 432,000~540,000 企業機関 (8~9倍) : 864,000~972,000
26.1.4	大気汚染物質の排出許容量を超過した場合、大気汚染物質低減装置、掃除、管理装置、工具、機材利用の規制を違反した場合	一般人 (3~5倍) : 324,000~540,000 企業機関 (6~8倍) : 648,000~864,000
26.1.5	公認機関の許可を得ず固定発生源を利用して工業、サービス業を運用した場合	不法に得た収入の2倍
26.1.6	24.1条の違反者に損害の回復又は罰則を科さなかった高官	(8~9倍) : 864,000~972,000
26.1.7	有罪者が罰金を支払わなかった場合	罰金+ (9~10倍) : 972,000~1,080,000

※賠償額は最低月給 (2011年2月現在: 108,000 Tg) にカッコ内の係数をかけた額となる

### 2.3.1.6 市長令

専門家と大気質庁で協議を行い、ボイラ登録制度を開始するにあたり、市長令を発行すべきであるとの結論に達した。市長令は通常、命令の詳細を関係機関に送り意見を徴収する。各機関の承認が済むと、命令の概要と実施担当者及び管理責任者が記載された命令書が作成されて発令される。命令の詳細は命令書には添付されないため、利用許可要件などが後々うやむやになる可能性があった。専門家はこれを問題視し、命令の詳細を添付したまま市長令を発行すべきと主張した。結果、詳細を添付した命令書が2011年8月2日に市長令585号として発令された。

市長令を図2.3-2に示す。また、市長令に添付された「監査等受入同意書(市長令別紙2)」及び「ボイラ登録管理制度の導入に関する規制(市長令別紙4)」を別添資料2.3-3、2.3-4に示す。

市長令では2月のボイラ登録制度構築セミナーで合意した3つの要件を満たしたボイラに運転許可を出すこととしている。ここで言う3つの要件とは、A ボイラ届出義務、B ボイラ運転講習会受講義務、C 排ガス測定等監査受入義務である。ボイラ事業者自身による排ガス測定及び報告の義務については別途、定めることとし、排出基準遵守の義務についても規定した。

さらに、届出等提出の具体的な日程や行政機関の具体的な役割についても明示した。

罰則規定の中、罰金については前述の大気法の規定に従うこととし、加えて、改善計画の提出や違反事業者の公表及び重大違反の場合の厳罰に言及した。

ウランバートル市長令

2011年8月2日

No.585

ウランバートル市

ボイラ登録管理制度の導入、基準の遵守について

モンゴル国行政・地域単位、その管理に関する法律の第29条の29.2、大気法の7.1, 7.2, 13.1, 21、大気汚染支払法の4.3、自然環境観光大臣の2011年4月28日のA-131の命令によって承認された「大気汚染発生源の国家総合登録の実施に関する規制」にそれぞれ基づき、命令する：

1. 2011年10月1日までに、定格出力100kW以上のHOB及び蒸気ボイラの所有者をボイラ登録の対象とし、登録・監査の総合制度整備、基準満たす業務の実施をUB市監査庁/L. BYAMBASUREN/と各区長にそれぞれ義務付ける。
2. HOB及び蒸気ボイラのボイラ運転員の講習会を2011年9月中に各区で開催し、講習終了証を発行することを大気質庁/D. MUNKHTSOG/と各区長にそれぞれ義務付ける。
3. HOB及び蒸気ボイラ毎から大気への排ガス成分を確定する準備を行い、示した図の通り「測定孔」の設置をボイラ利用を担当する市及び民間企業の管理者、個人、各区長及び公共熱供給公社/B. GAN-OCHIR/にそれぞれ義務付ける。
4. 登録様式は別紙1、合意の覚書は別紙2、測定孔の図は別紙3、ボイラ登録管理制度の導入に関する規制は別紙4の通り、それぞれ承認する。
5. ボイラの届出を行い、合意の覚書を提出し、ボイラ運転員の講習を受け、HOB及び蒸気ボイラの基準を満たしたHOB及び蒸気ボイラの事業者に対してボイラ利用許可証を発行することをエネルギー調整委員会/CH.BAT/に義務付ける。
6. この市長令の実施管理をD.GANBOLD副市長、CH.BATウランバートル市ジェネラル・マネージャー及び市長事務課課長らに義務付ける。

都知事及びウランバートル市長 G. MUHKHBAYAR

図 2.3-2 市長令（日本語訳）

### 2.3.1.7 統計調査の認可

2011年6月下旬、届出様式の作成にあたり、モンゴル国の地方公共団体コードや企業分類コードの情報を入手するため市統計局を訪問した。Bayanchimeg 局長に届出制度の概要を説明したところ、以下の情報を得た。

- ボイラ届出制度は統計調査にあたる
- モンゴル国では統計調査は原則許可制である

- 統計調査の承認は国家統計委員会が行い、承認された場合は承認番号が発行される
- 最近無許可で統計調査を行うケースが多く、ホローに対しそのような調査には協力しないよう通達が出ている

大気質庁と協議をした結果、国家統計委員会に統計調査の許可申請を行うこととした。7月上旬から8月上旬にかけて、市統計局局長及びボイラ登録担当者 8と届出様式案とその回収方法について協議し、以下の点で合意した。

- 国家統計委員会へ申請する際は、市長或いは副市長のレターを添付する
- レターには誰が様式を配布・回収するのかと期限を明記し、記入要項を添付すること
- 市長令の第一項に、この届出が国家統計委員会の承認を得たことを明記すること
- 様式の配布と回収については Khoroo や Group の職員ではなく、PSD<sup>9</sup>を利用すべきである
- 様式の語句・表記に関する小変更

レターはガンボルト副市長名義で作成することになった。レターに届出制度の説明資料と修正した様式案、記入要項を添付して8月15日に国家統計委員会へ申請を行った。

国家統計委員会では、マクロ経済統計局の Ms.Erdenesan 副局長と Ms.Aruinaa 調査員がボイラ登録制度を担当することになった。8月17日にマクロ経済統計局にて協議を行い、以下の要請を受けた。

- 様式の書式・語句について修正すること
- 評議会にプロジェクト側から代表者を参加させること
- ガンボルト副市長のレターとは別にプロジェクトからもプロジェクトの背景説明を含めたレターを出すこと

評議会にかけるには、上記の手続き後、関係機関の意見徴収も含め2週間は必要との説明を受けた。それでは届出の配布に間に合わないため、手続きはそのまま進め、代わりに国家統計委員会より「現在手続き中の申請について却下することはないので、今年度は市役所の判断で届出を行うことを承認する」というレターを出すことで合意した。

翌18日、国家統計委員会よりレター案が届いたが、上記の文言は入っていなかった。レター案の修正を求めたが、19日、国家統計委員会副委員長の判断としてレターは出さない旨の通知が届いた。また、さらに追加で届出様式及び記入要項の語句の訂正を要請された。大気質庁、市統計局と対応策を協議し、市統計局やガンボルト副市長からも、すみやかに承認するよう働きかける事になった。

8月22日に修正案とプロジェクトからのレターを提出したが、さらなる語句と書式の訂正要請があった。修正は関係各所の意見を集約してからまとめて行いたい旨を申し入れたが、協議は難航した。プロジェクトからのレターを別添資料2.3-5に示す。

8月26日、マクロ経済統計局から様式を全面的に見直す、こちらで一から修正するので原紙を送るよう要請が来た。修正はプロジェクトで行うので、修正点を一覧にして欲しいと解答したが拒否された。しかたなく原紙を送付したが以下の要請は行った。

- 書式や語句の修正は受け入れるが、届出様式の構成自体は変更しないこと
- ボイラ登録は、一般市民に向けた調査ではなく、ボイラ所有者或いは管理者が対象である。従って、業界で日常使用される技術用語があり、それを一般市民向けの単語に置き換えてしまうと、却って意味の分からない様式になる点に留意すること
- 訂正箇所は赤字で分かるようにすること

---

<sup>8</sup> 市統計局はボイラ登録制度の担当職員を用意した

<sup>9</sup> Product Service Department (区の環境担当職員)

8月30日、マクロ経済統計局から修正された様式案が届いたが、様式の構成も含め大幅に修正されていた。特にボイラ1基に1枚のカルテを作成し経年的に管理するという趣旨が全く無視されて、1枚の帳票で記入するようになっていた。マクロ経済統計局で協議した結果、ボイラ毎に管理する趣旨は理解いただき再修正を行った。

9月1日、届出様式案が評議会関係者に配布された。国家統計委員会からは追加で以下の資料を提出するよう要請された。

1. この調査が実施可能であることを示す資料
2. 調査対象ボイラの説明資料
3. 大気質庁が届出結果を審査する際の基準

1と2については2010年度のボイラ訪問調査結果で、3については大気法と大気支払い法を引用して説明文を作成した。

9月9日、評議会が開催されて、細かな語句の修正は求められたが承認された。国家統計委員会の承認レターを別添資料2.3-6に示す。

#### **2.3.1.8 届出様式の作成**

2010年度のボイラ訪問調査の質問票を整理し、国家統計委員会の要求事項を取り込み、ボイラ届出制度用の届出様式を作成した。届出様式はボイラ登録データベースシステムで作成され、出力形式はPDFである。

調査項目は以下のとおり。

表 2.3-4 ボイラ届出項目

I-1.	ボイラ設置施設名
I-2.	ボイラ設置施設の所在地 区名、区コード、ホロー番号、通り名、住宅地名・ビル名
I-3.	ボイラ所有者の情報 ボイラ所有者名、国家登録番号、特別許可番号（1.5MW以上のボイラ所有者のみ）、業種
I-4.	担当者（様式に関する問い合わせ先）の情報 氏名、役職、電話番号、携帯番号、FAX、E-mail
I-5.	ボイラ所有者の責任形態 <sup>1</sup> （個人、会社、協同組合など）
I-6.	ボイラ所有者の資本形態 <sup>1</sup> （民間、国有など）
II.	煙突の情報 煙突番号、高さ、口径（円筒形の場合は直径、長方形の場合は長さ×幅）、測定孔の有無
III.	排ガス処理装置の情報 装置番号、型式、設置年月、効率（SO <sub>x</sub> 、NO <sub>x</sub> 、dust）
IV.	固形燃料及び燃焼灰の貯蔵方法と処理方法 貯蔵方法、処理方法、処理量
V-1.	ボイラの情報 ボイラ番号、型式、製造国、設置年、定格容量、伝熱面積、稼働月、ボイラ種別、送風方式
V-2.	ボイラ燃料とボイラ水の供給元の情報 燃料種別、年間消費量、石炭産地（使用燃料が石炭の場合のみ）、ボイラ水の供給元
V-3.	メンテナンスの情報 月、メンテナンスの内容
VI.	温水及び蒸気の供給先の情報 供給先、建物体積（暖房用）、供給量（給湯用）、供給量（蒸気）
VII.	ボイラ運転員の情報 氏名、ボイラ運転員講習会受講番号
VIII.	ボイラ及び煙突、排ガス処理装置の接続状況図

<sup>1</sup>国家統計委員会の指定項目

排出濃度分布図を作成する為には位置情報（緯度、経度）が必要となるが、事業者には測量させることは困難と判断した。分布図の精度（メッシュの長さ×幅）を考慮すると、高い精度は必要ないため、大気質庁職員が Google Earth を利用して緯度経度を取得する。

### 2.3.1.9 ボイラ登録ワークショップ

ボイラ登録管理制度の開始にあたり、制度の周知を目的として、ボイラ事業者（ボイラ設置施設と契約し、ボイラの運用管理を行う事業者）及び報道機関を対象としたワークショップを開催した。

市民向けのワークショップであるため、モンゴル側主体で実施し、専門家からは JICA プロジェクトの紹介のみとした。

大気質庁よりボイラ登録管理制度の紹介とボイラ運転員講習の告知を行い、エネルギー調整委員会よりエネルギー法に定める特別許可の概要、自然環境観光省からは大気法・大気支払法とボイラ登録管理制度の関係について発表を行った。

ボイラ登録ワークショップのプログラムを表 2.3-5 に示す。

表 2.3-5 ボイラ登録ワークショップのプログラム

日時：2011年9月21日（水）10:00～14:10	
会場：Puma Imperial Hotel	
1.	10:00～10:05 開会の挨拶（ガンボルト副市長）
2.	10:05～10:30 新たなボイラ登録管理制度について（バッサイハン副長官／市大気質庁） 届出様式の記入要領（ガリンベック氏／市大気質庁）
3.	10:30～10:05 ボイラ利用許可の要件について（ガンオチル氏／市エネルギー調整委員会）
4.	10:50～11:05 ボイラ運転員講習について（セDET氏／市大気質庁）
5.	11:05～11:35 JICA プロジェクトとボイラ登録管理制度（村井／データベース）
6.	11:35～12:05 昼食
7.	12:05～12:20 ボイラ登録制度と大気法・大気支払い法との関係（ムンフバット市／自然環境・観光省）
8.	12:20～12:50 ツーステップローンのHOBリプレースへの活用（竹鶴氏／JICA、 Chimeddagva氏／TSL Mongolia）
9.	12:50～13:50 質疑応答
10.	13:50～14:05 コメント（山田：国際協力専門員〔環境管理〕）
11.	14:05～14:10 閉会の挨拶（ムンフツォグ長官／市大気質庁）

ワークショップの内容は国営モンツァメ通信社を始め、数社の報道機関により報道された。

### 2.3.1.10 ボイラ登録制度説明会

ボイラ登録ワークショップではボイラ事業者を招待したが、ボイラ設置施設によっては運用会社と契約せず、自らボイラを運用しているケースもある。そのためボイラ事業者以外のボイラ所有者を対象に、ボイラ登録制度説明会を行った。

説明会はボイラ登録ワークショップのプログラム 2、3、6 で使用した資料を用い、ボイラ設置施設別に計3回開催した。

9/29：第1回ボイラ登録制度説明会（学校向け）

10/4：第2回ボイラ登録制度説明会（病院・保養所、警察向け）

10/11：第3回ボイラ登録制度説明会（その他事業者、ワークショップ及び説明会欠席者向け）

### 2.3.1.11 ボイラ運転員講習テキストの作成

ウランバートル市にあるボイラの多くは、ボイラ運転員により手動で運転されている。ボイラから排出される大気汚染物質（煤じん）の生成量は、ボイラの性能による差もあるが、運転員の技量や機器のメンテナンスによるところも大きい。その為、ボイラ登録制度ではボイラ運転員にボイラ運転員講習の受講を義務づけている。講習会で使用するテキストはモンゴル科学技術大学のツェエン・オイドブ教授から提供を受けた物に加筆して作成した。

テキストは燃焼理論が中心で、ボイラ運転員用の教材としては難しすぎた。2012年には、実際のボイラ運転やメンテナンス状況を撮影し、ナレーションをつけたビデオ教材（Good Practice, Bad Practice）を作成した。

### 2.3.1.12 ボイラ届出の実施

届出様式を配布しボイラ登録を実施した。

9/26：届出様式の配布（大気質庁から各区 PSD を経由して配布）

10/5：届出締め切り

10月：未提出施設への訪問調査など

届出様式は、事業者が各区に提出する事になっていたが回収率が低かった。また、内容も不正確な物が多かったため、電話や事業者を呼び出しての聞き取り、HOB 施設へ訪問などの補足調査を実施した。HOB 施設の中にはボイラ担当者が不在の施設もあり、大気質庁職員がボイラの銘板をみて様式を埋めたケースもあった。

### 2.3.1.13 ボイラ登録データベースの構築

届け出られたデータを集計し二次利用を促進するため、ボイラ登録データベースを構築した。登録制度は開始されたばかりであり、今後も多くの変更が加えられる可能性があるため、データの可搬性に重きを置いた設計とした。ボイラ登録データベースシステムの機能を以下に示す。

1. データ登録機能
2. 届出様式更新・作成機能
3. 接続状況編集機能（ボイラ、排ガス処理装置、煙突）
4. データ入力用 EXCEL ファイル出力機能
5. データ解析機能
6. データリスト出力機能
7. 国家発生源総合登録データベース用データ出力機能

システムは Microsoft .NET Framework 4 上で動作する Windows アプリケーションである。データベースには SQLite を採用した。

### 2.3.1.14 ボイラ利用許可と優良ボイラ認定

ボイラ登録管理制度では、一定要件を満たしたボイラ所有者に対し、ボイラ利用許可を発行することになっている。しかし、市の上層部よりボイラ登録管理制度で利用許可を出すことに異論が出たため、Ganbold 副市長（産業・エコロジー担当）と大気質庁、エンジニアリング施設庁、市監査庁、公共供熱公社、プロジェクト専門家で会議を行った。異論の内容を以下に示す。

1. エネルギー法の「特別許可」と市長令の「利用許可」の違いが分からない
2. エネルギー法 12.5 条には「個人、法人は自然環境影響のない、人口の正常な生活に被害を及ぼさない様な方法で自分の需要確保の目的で定格出力 1.5MW 以下のエネルギー源、その配送管の設置、利用にあたっては特別許可をとらない」とあり、この条文がある限り利用許可は出せない
3. 「自然環境への影響」について明確な規定がないので、それが排ガス規制の遵守を意味するとは解釈できない

この会議の結果、エネルギー法から「1.5MW 以下」の規定を外し、自然環境に影響の無いことの判断基準を入れるため、エネルギー法の改正案を作成することになった。しかし、エネルギー法は既に改正案が審議のために提出されており、新たな改正案を盛り込むことはできなかった。

利用許可が発行できなかったため、排ガス基準を満たし、作業環境も良好なボイラ施設とボイラに対し、優良ボイラ認定ができないか検討を行った。

- 排ガス測定はのべ 200 回ほど行っているが、実際に測定したボイラは 50 基（全体では 208 基）ほどである
- 優良ボイラという観点からは、ボイラの熱効率も評価すべきであるが、排ガス測定と比較して測定回数がかなり少なかった

上記の理由により、優良認定を行うだけの十分なデータは得られていないという結論になり、今年度の実施は見送った。

優良ボイラ認定制度はボイラ利用許可制度と以下の点で異なる。

- ボイラ利用許可：全てのボイラ施設を対象に、ボイラの利用禁止を含む厳しい罰則をもつ強制力を持った制度
- 優良ボイラ認定：任意のボイラ或いは事業者からの希望によりボイラの良否を判定する制度

現在は、優良ボイラ認定を受ける事業者側のメリットが特にないため、優良ボイラ認定を受けたという希望も多くはないと思われる。一方、優良ボイラ認定ではボイラ利用許可とは異なり、作業環境の良否も認定条件となっており、ボイラ運転員の健康面では意義がある制度といえる。従って、優良ボイラ認定を受けた事業者に対する相応のメリット（大気支払い法の支払額が減免されるなど）を用意できれば、大気環境の改善に資する制度となる可能性がある。

## 2.3.2 技術移転

### 2.3.2.1 技術移転活動

成果 3 の技術移転に関しては以下の活動を行った。

表 2.3-6 成果 3 の技術移転活動

	期間	活動実施者	活動内容
2011年	6月上旬	Mr.Munkhtsog、 深山、村井	Mr.Batsaikhan の休職（6/22 復職）と Ms.Urantsetseg の産休に伴う体制再構築
	6月上旬	深山、村井	鉱物資源エネルギー省及び自然環境・観光省の法律専門家に対するボイラ登録制度の法的根拠の確認
	6/21～28	Ms.Tsolmon、 深山、村井	ウランバートル市の関係部局への説明と意見徴収

	7月上旬	Mr.Batsaikhan	市関係部署への市長令案の内諾取り付け
	7/6～9/9	深山、村井	国家統計委員会対応（統計調査の許可取り付け）
	8～10月	前田、村井	環境行政本邦研修の準備と実施
	9月	Mr.Batsaikhan、 Mr.Galimbek、 Mr.Seded、深山、村井	ボイラ登録ワークショップ準備
	9月下旬～ 10月上旬	Mr.Batsaikhan、Mr. Galimbek、Mr.Seded	ボイラ登録制度説明会、ボイラ運転員講習、届出様式 配布・回収
	10～11月	Mr. Galimbek、 Mr.Seded	届出データの補足調査
2012年	1月	村井	届け出データの取りまとめ、本邦研修フォローアップ
	1～10月	中嶋、村井	ボイラ運転講習ビデオの撮影
	3～5月	Mr. Galimbek、 村井	届け出データのクリーニング
	6～10月	村井	ボイラ登録データベースの設計と実装
	10～11月		ボイラ運転員講習
	10/22		システム開発と発注管理（講習会）

### 2.3.2.2 ボイラ運転員講習

ボイラ運転員の中には、冬季の HOB 運転時期のみ雇用される季節労働者が多数おり、彼らはボイラに関する特別な教育を受けていない。一方ボイラ管理会社が運営しているボイラの場合には、技術的な課題に対応できる技術者を擁している会社もある。ボイラから排出される大気汚染物質（煤じん）の生成量はボイラの性能による差もあるが、実際に運転を行う運転員の技量や、大気汚染防止に対する取り組みによるところが大きい。また、保守が適正に行われていなければボイラは正常に運転する事ができない。従ってボイラ運転員の技能を底上げする必要がある、ボイラ運転員講習を開催した。モンゴル国には現在ボイラ関係の資格制度が無い為、ボイラ運転員への教育・指導は、各施設が独自に行っている。ボイラ運転員の中には十分な知識を持たずにボイラを運転しているケースも見受けられるため、ボイラ運転講習会の受講をボイラ利用許可要件の一つとした。

講習会ではテキストを配布し、Seded 職員が講義を行った。テキストは以下の構成からなる（一部抜粋）。

1. ボイラ設置時の確認項目
2. ボイラ着火時の準備事項
3. ボイラの着火手順
4. ボイラの運転管理
5. 非常時の停止方法
6. 補助機器の管理方法

2011年は講習会を3回実施し、124名が参加した。2012年も3回実施し、63名が参加した。届け出られたボイラ運転員数と比較すると少ないが、その理由としては以下の点が挙げられた。

- ボイラ運転員は運転期間のみ雇用される季節労働者であるため、講習を運転開始前に前倒しすることが困難である
- ボイラ施設は郊外に立地するため、講習参加のための交通費などの負担が大きい
- 運転員は交代制で勤務しているため、開催日と休暇があわないと参加できない

これまでも会場を市の郊外に設置するなどの工夫は行ってきたが、開催回数が十分ではなかったとの反省もあった。大気質庁で協議した結果、次年度以降の対策案として以下の案を検討することとなった。

- 講習会の早期開催と回数増加：ボイラ運転開始当初は、まだ気温が高いため負荷が低く、運転員の負担も軽い。厳冬期になるとフル稼働になるため、運転開始直後の時期に集中して講習会を開催する
- ボイラ施設の教育体制の利用：供熱供給公社や鉄道修理工場など、多くのボイラ施設を運営し、教育体制も確立していると認められる施設に対しては、講習教材を貸し出して各施設で講習を実施する
- 大規模施設への出講講習：規模の大きなボイラ施設や多くの施設を運用するボイラ運用会社に対しては、施設に職員を派遣して講習を行う。派遣先にあるボイラの種類が事前にわかるため、より具体的な指導が可能になる



図 2.3-3 ボイラ運転講習会の様子

### 2.3.2.3 システム開発と発注管理

登録制度で構築するデータベースシステムはいずれ改修が必要となるが、改修作業自体はアウトソーシングする。大気質庁は発注者として開発工程を管理する必要があるため、システム開発の一般的な流れと発注管理の基本について講義を行った。講義内容を以下に示す。

- システム開発の流れについて
- システム開発における発注者と受注者の役割分担について
- システムを発注する際の留意点について
- 発注者側と開発者側が作成するシステムについて認識を一致させるためのツールについて（ER図、データベーステーブル定義書、業務フロー図）
- 2011年度ボイラ登録データを利用した、データ入力ルールの問題点と今後の対応について
- ボイラ登録データベースに搭載予定の分析機能について
- 国家発生源総合登録システムとの連携について

## 2.3.3 ボイラ届出の実施と解析結果

### 2.3.3.1 ボイラ訪問調査とボイラ届出結果の概要

2010年11月に実施されたボイラ訪問調査では108施設、211基、2011年10月に実施されたボイラ届出では108施設、214基のボイラ情報が得られた。

### 2.3.3.2 区別のボイラ設置数

区別のボイラ施設数とボイラ基数を表 2.3-7 に示す。

表 2.3-7 区別のボイラ施設数とボイラ台数

District	2010 年		2011 年	
	施設数	ボイラ数	施設数	ボイラ数
Khan-Uul	23	52	22	42
Bayanzurkh	39	80	36	76
Somginokhairkhan	15	29	17	38
Sukhbaatar	16	22	15	21
Chingeltei	13	23	15	32
Bayngol	2	4	3	5
Total	108	210	108	214

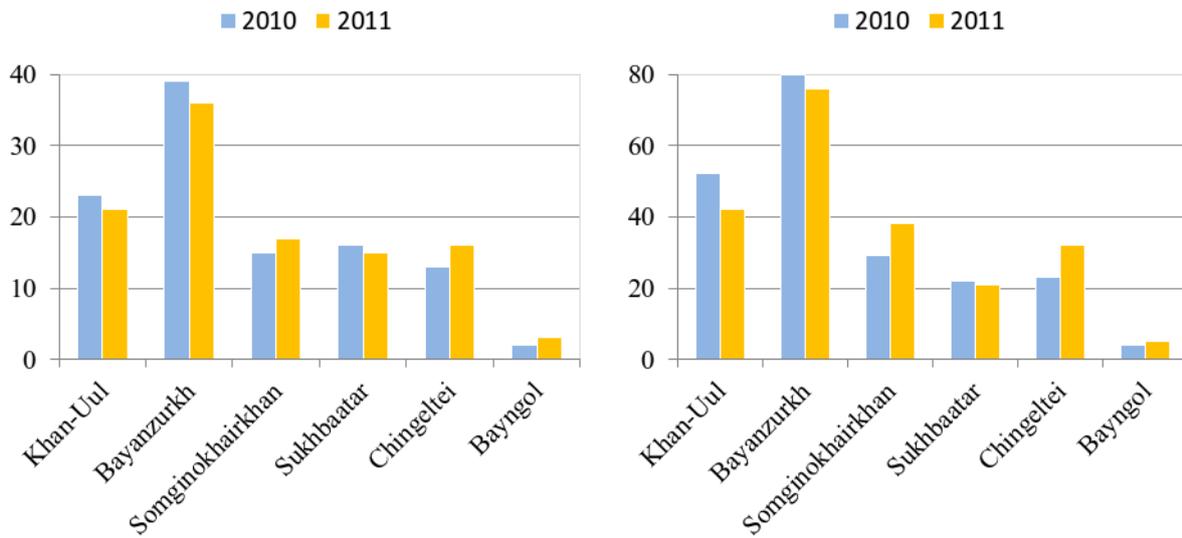


図 2.3-4 区別のボイラ施設数とボイラ台数

全体数は変わらないものの、区単位で見ると数十台以上のボイラがリプレースされている事がわかる。図 2.3-5 に 2011 年度 10 月に稼働中のボイラの設置年を示す。

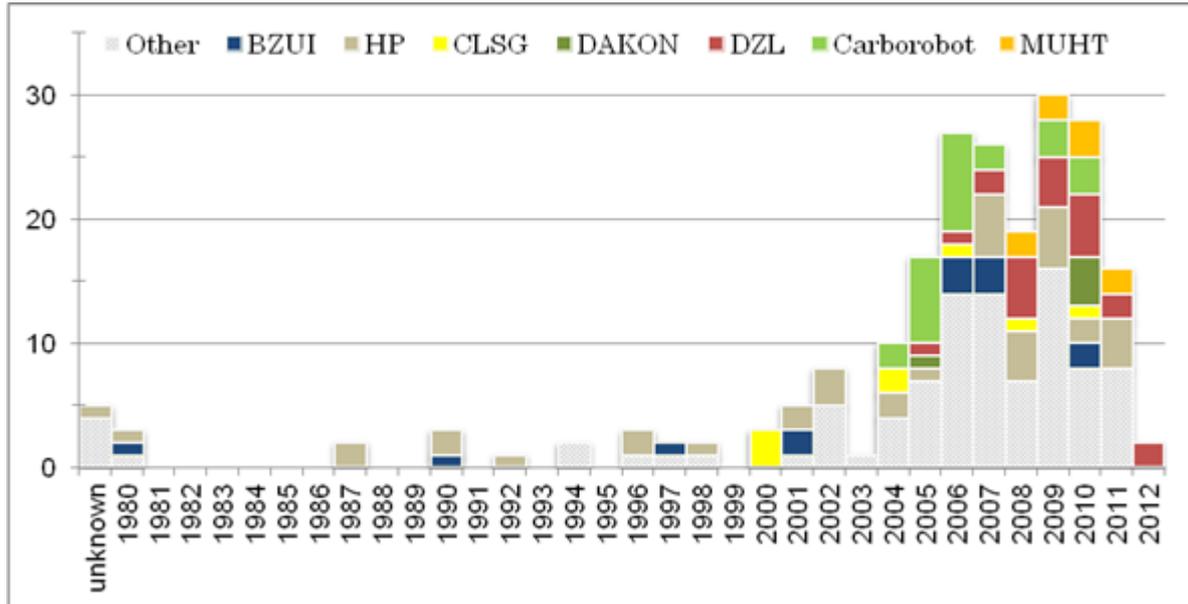


図 2.3-5 ボイラ設置年

### 2.3.3.3 ボイラ設置施設の分類

ボイラ設置施設を施設種類別に分類した結果を表 2.3-8 に示す。

表 2.3-8 ボイラ設置施設の分類

施設種別	2010年	2011年
学校・幼稚園	48 (44.4%)	49 (45.4%)
病院	8 (7.4%)	5 (4.6%)
軍・警察・消防	16 (14.8%)	17 (15.7%)
その他	36 (33.4%)	37 (34.3%)
合計	108	108

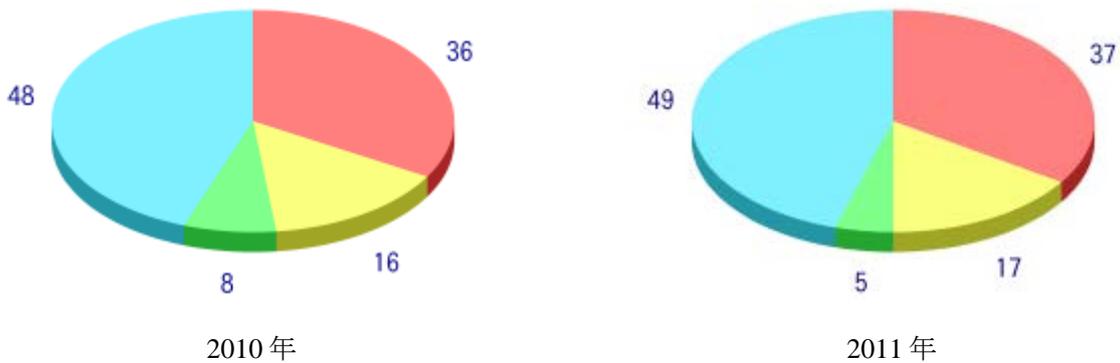


図 2.3-6 ボイラ設置施設の内訳

ボイラ設置施設の半数を学校と病院が占める。成長期の子供や病人の生活空間に大規模発生源が設置されていることは問題である。

### 2.3.3.4 ボイラの形式

ウランバートル市で使用されている代表的なボイラの形式と基数を表 2.3-9 に示す。2010 年データには届出制度の対象外である定格出力 100kW 以下のボイラも 13 基含まれている。

表 2.3-9 代表的なボイラ形式

型式	定格容量 (kW)	製造国	ボイラ基数	
			2010	2011
Carborobot	140,150,180,300	Hungary	30	25
DZL	700,1400,2800	China	12	22
MUHT	400~1,400	Mongolia	6	9
HP、NR、NRJ	220~440	Mongolia	48	38
BZUI	810	Mongolia	22	14
CLSG	140~920	China	11	10
Other	—	—	81	96

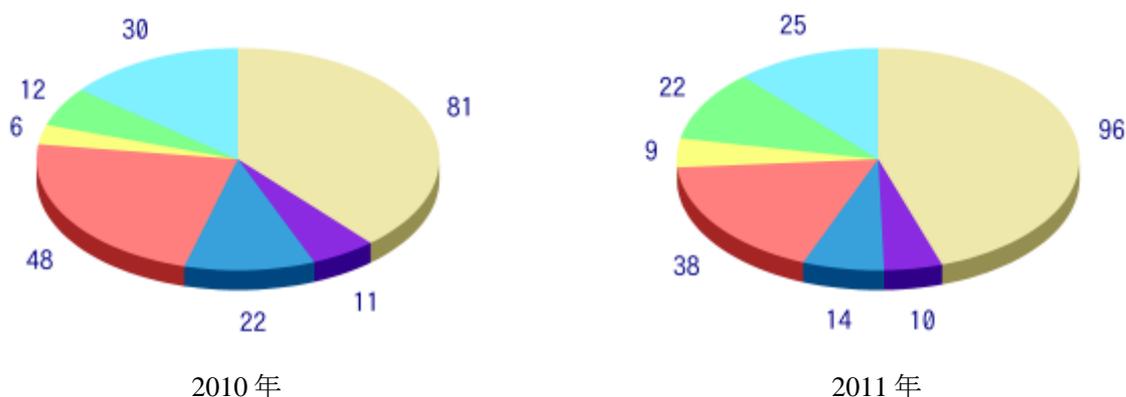


図 2.3-7 代表的なボイラ形式

BZUI や HP、CLSG は火格子方式のボイラで、手で石炭を投入する従来型のボイラである。

Carborobot と DZL は石炭貯蔵槽と誘引ファン、移動式ストーカが設置され、自動運転が可能である。DZL にはさらに押し込みファンと炉底灰出しコンベアも設置され、灰出しも一部自動化されている。MUHT は手動投炭式ではあるが火格子ではなく、ボイラ下部に炉床を置き、床に設置されたノズルよりエアーを吹き出している事から、HOB で使用される安価な粉炭も燃焼可能である。この 3 機種が新型ボイラと言える。

2010 年から 2011 年にかけて Carborobot の基数は減っているが、DZL、MUHT の基数は増加している。全体で見ても新型ボイラの割合は 22% (48 基) から 26% (56 基) へ向上している。

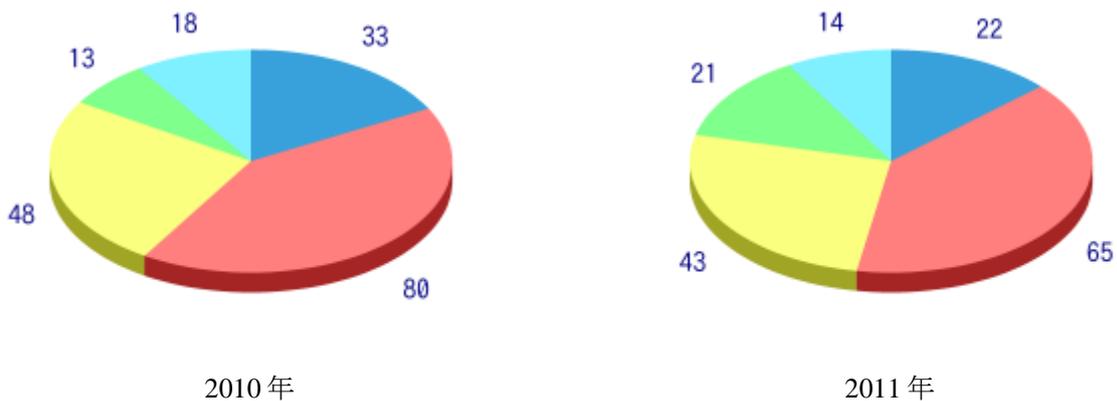
### 2.3.3.5 定格出力別の分類

定格容量別ボイラ基数を表 2.3-10 に示す。

表 2.3-10 定格容量別ボイラ基数

定格出力 (kW)	2010 年 (基)	2011 年 (基)
1,500 ~	18	14
1,000 ~ 1,500	13	21
500 ~ 1,000	48	43
250 ~ 500	80	65
100 ~ 250	33	22
Total	192	182

2010 年度データからは、定格容量 100kW 以下の 13 基と蒸気ボイラの 5 基を除外している。2011 年度データからは、定格容量が不明（未回答）のボイラ 34 基と蒸気ボイラ 15 基を除外している。



### 2.3.3.6 排ガス処理装置の設置状況

排ガス処理装置の設置状況は 2010 年が 56 台、2011 年が 74 台である。処理装置はそのほとんどはボイラの付属機器であり、後付で設置された機器は少ない。DZL には湿式のスクラバーが設置されているが、実際にスプレー装置が設置されているのは 1 基しか確認できていない。Carborobot や MHUT にはサイクロンが設置されているが、サイクロンからのダスト排出頻度が低ければ、内部にダストが充満して閉塞し、機能しなくなる。それらを考慮すると、実際に稼働している排ガス処理装置はほとんど無いと予測される。

### 2.3.3.7 煙突高さ

煙突の高さ別に集計した結果を表 2.3-11 に示す。

表 2.3-11 煙突高さ

高さ (m)	2010年 (本)	2011年 (本)
30 ~	10	17
15 ~ 30	73	68
~ 15	54	71
Total	137	156



図 2.3-8 煙突高さ

ボイラ更新時に煙突も更新される傾向が伺える。30m以上の煙突も増加しているが、15m以下の煙突の増加率は、それを上回る。一般的に煙突が高くなると大気汚染物質は広範囲に拡散するが、濃度は下がる（薄まる）。しかし、煙突が低いと十分拡散しないため、汚染源の周辺が高濃度に汚染される可能性がある。ボイラ設置施設の半数が学校と病院であることを考慮すると問題である。

### 2.3.3.8 2012年度ボイラ届出データ

2012年度のボイラ届出は、9月上旬に様式を配布し9月末を提出期限としたが、未提出の施設や記入内容に不備がある施設があったため、届出の回収と内容確認調査を1月まで支援した。

## 2.4 大気汚染発生源対策（成果4）

### 2.4.1 大気汚染対策技術

#### 2.4.1.1 ボイラ対策技術に係る技術

##### (1) ボイラ対策技術の技術移転先

ボイラ対策の技術について、主な技術移転先は AQDCC であるが、現在 AQDCC にはボイラの運転等に知見を持っている職員は 1 名のみであるので、AQDCC のみでボイラ対策を検討することは困難である。そこで、特に技術面で AQDCC をバックアップする機関が必要であると考えた。しかしウランバートル市の組織の中にはボイラについての技術力などの点で適当な技術移転先が見当たらなかった。そこで発電所の講習会に参加したモンゴル科学技術大学 Power Engineering School（一つの学部）を技術移転先候補として訪問した。Power Engineering School は多くの発電所技術者を輩出しており、ボイラに関する知識、測定の経験も有している。そのため現在プロジェクトが把握している範囲では最適な技術移転先と考えられる。また Power Engineering School 側もプロジェクトへの参加に対しても前向きな姿勢を表明してくれた。

なお、Power Engineering School は測定機材については不十分であり、たとえば排ガス分析計は AQDCC より借用して対応している。この点でもプロジェクトの保有する機材は彼らにとっても魅力的であり、相互補完という点でも協力しやすい相手といえる。

ボイラ対策の技術移転先として AQDCC、モンゴル科学技術大学 Power Engineering School を前提として、2011 年 5 月～6 月にはプロジェクトが購入した計測器（超音波流量計、データロガー等）取り扱いに関する説明を実施した。特に Power Engineering School のスタッフは、同様な計測器の使用実績を持つため、計測器の用途、機能等についてはよく理解した。また、計測の実習を No.37 School で行い、計測器の取り扱いの理解を深めた。

##### (2) 大気汚染対策に関する講義

大気質庁、ウランバートル市都市開発計画局、火力発電所、科学技術大学などのカウンターパート、カウンターパート・ワーキンググループや協力者に加えて、HOB 運用・製造会社や工場等に声を掛けて、大気汚染対策・省エネルギーに関する講義を行った。

中嶋専門家と海老原専門家が 2010 年 10 月 5 日から 7 日の大気汚染対策に関する講義を担当し、10 月 11 日の省エネルギーに関する講義と合わせて延べ 52 人が受講した。

大気汚染に関する講義の内容は以下の通りである（別添資料 2.4-1）。

- 1) 石炭に関する一般知識
- 2) ボイラ効率の概要
- 3) ボイラ効率解析の基礎知識
- 4) ボイラ効率の演習
- 5) ボイラ効率の日常管理
- 6) ボイラ効率の改善
- 7) 日本のクリーンコール技術
- 8) ボイラの故障事例と対策
- 9) HOB について

また、講義の際にアンケート用紙（図 2.4-1）を配り、講義の内容の理解度や業務への可能性について調査した。

大気汚染対策研修アンケート

所属 \_\_\_\_\_ 氏名 \_\_\_\_\_

該当するところに○を付けてください。

1. 石炭に関する情報、ボイラ効率の概要

理解 ( ) 十分理解できた ( ) 概ね理解できた ( ) あまり理解できなかった  
役立ち ( ) 役に立つ ( ) 少し役に立つ ( ) あまり役に立たない

2. ボイラの日常効率管理

理解 ( ) 十分理解できた ( ) 概ね理解できた ( ) あまり理解できなかった  
役立ち ( ) 役に立つ ( ) 少し役に立つ ( ) あまり役に立たない

3. ボイラー効率解析の基礎知識、ボイラ効率の計算演習

理解 ( ) 十分理解できた ( ) 概ね理解できた ( ) あまり理解できなかった  
役立ち ( ) 役に立つ ( ) 少し役に立つ ( ) あまり役に立たない

4. ボイラー効率の改善

理解 ( ) 十分理解できた ( ) 概ね理解できた ( ) あまり理解できなかった  
役立ち ( ) 役に立つ ( ) 少し役に立つ ( ) あまり役に立たない

5. 日本の CCT 技術

理解 ( ) 十分理解できた ( ) 概ね理解できた ( ) あまり理解できなかった  
役立ち ( ) 役に立つ ( ) 少し役に立つ ( ) あまり役に立たない

6. ボイラトラブル事例

理解 ( ) 十分理解できた ( ) 概ね理解できた ( ) あまり理解できなかった  
役立ち ( ) 役に立つ ( ) 少し役に立つ ( ) あまり役に立たない

7. HOB について

理解 ( ) 十分理解できた ( ) 概ね理解できた ( ) あまり理解できなかった  
役立ち ( ) 役に立つ ( ) 少し役に立つ ( ) あまり役に立たない

その他意見、要望など自由に記述してください。

以上

図 2.4-1 大気汚染対策に関する講義のアンケート

大気汚染対策に関する講義のアンケート結果(図 2.4-2)によると、HOB 製造・運用会社から参加した 11 名の中、5 名が全ての講義内容について十分に理解でき、業務に役立つと回答しているこ

とが特徴的であった。今回の講義内容が HOB 事業者にとって非常に適切な内容であったことがうかがい知れる。また、自由回答の中には、よりモンゴル国での知見が蓄積した時点での再講義を希望するものもあり、よりモンゴル、ウランバートルの現状に基づいた改善案が求められていることも感じられた。

理解	十分理解できた	1
	概ね理解できた	2
	あまり理解できなかった	3
業務への役立ち（活用）	役に立つ	A
	少し役に立つ	B
	あまり役に立たない	C

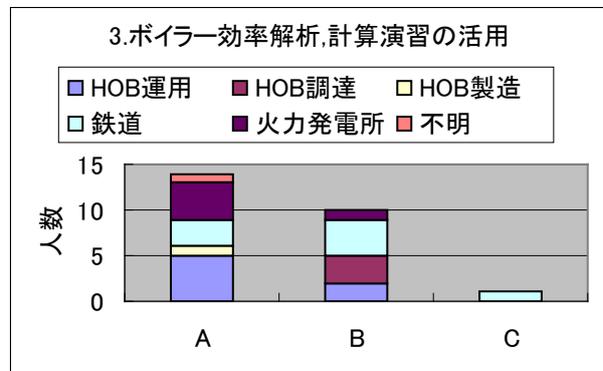
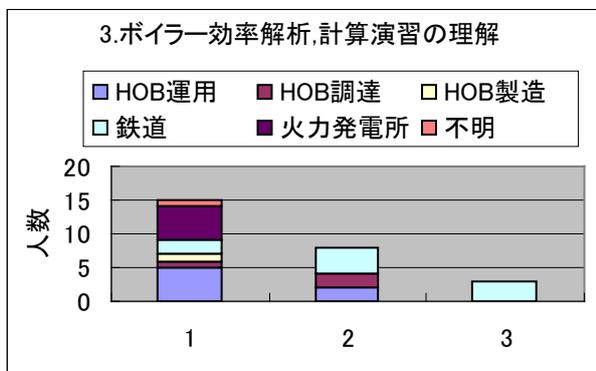
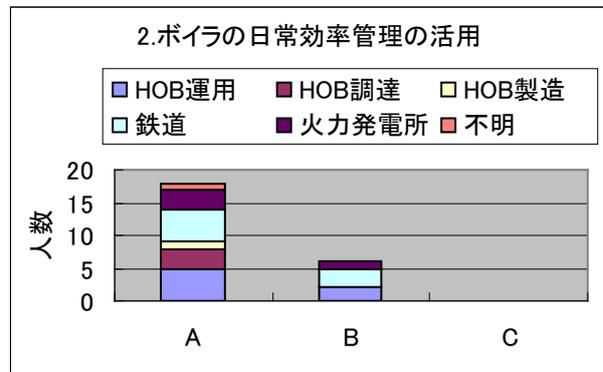
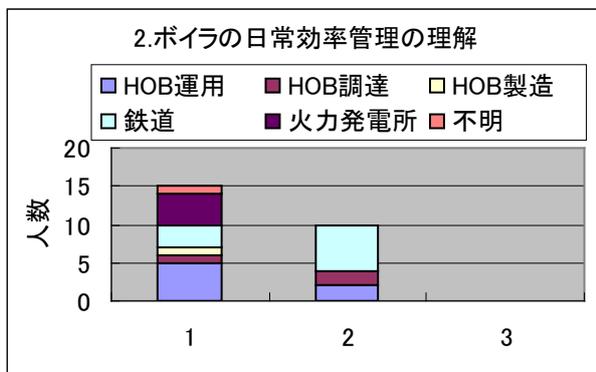
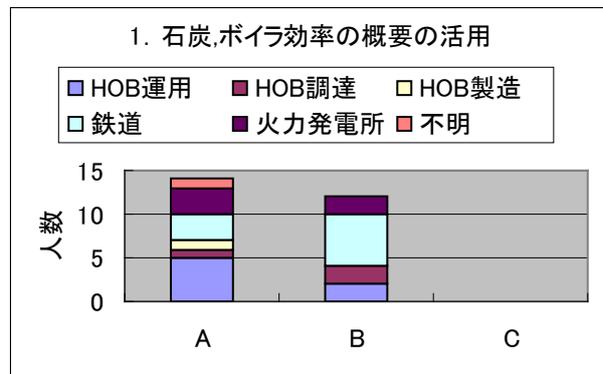
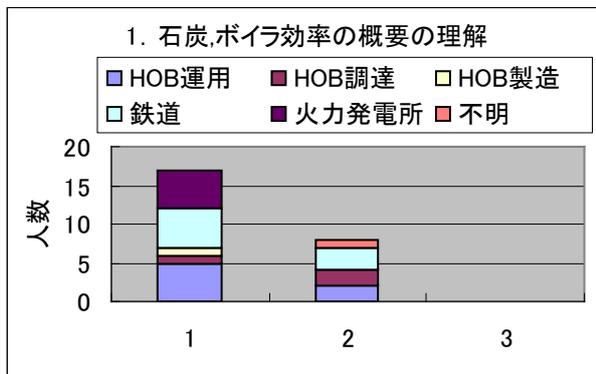


図 2.4-2 大気汚染対策に関する講義のアンケート結果

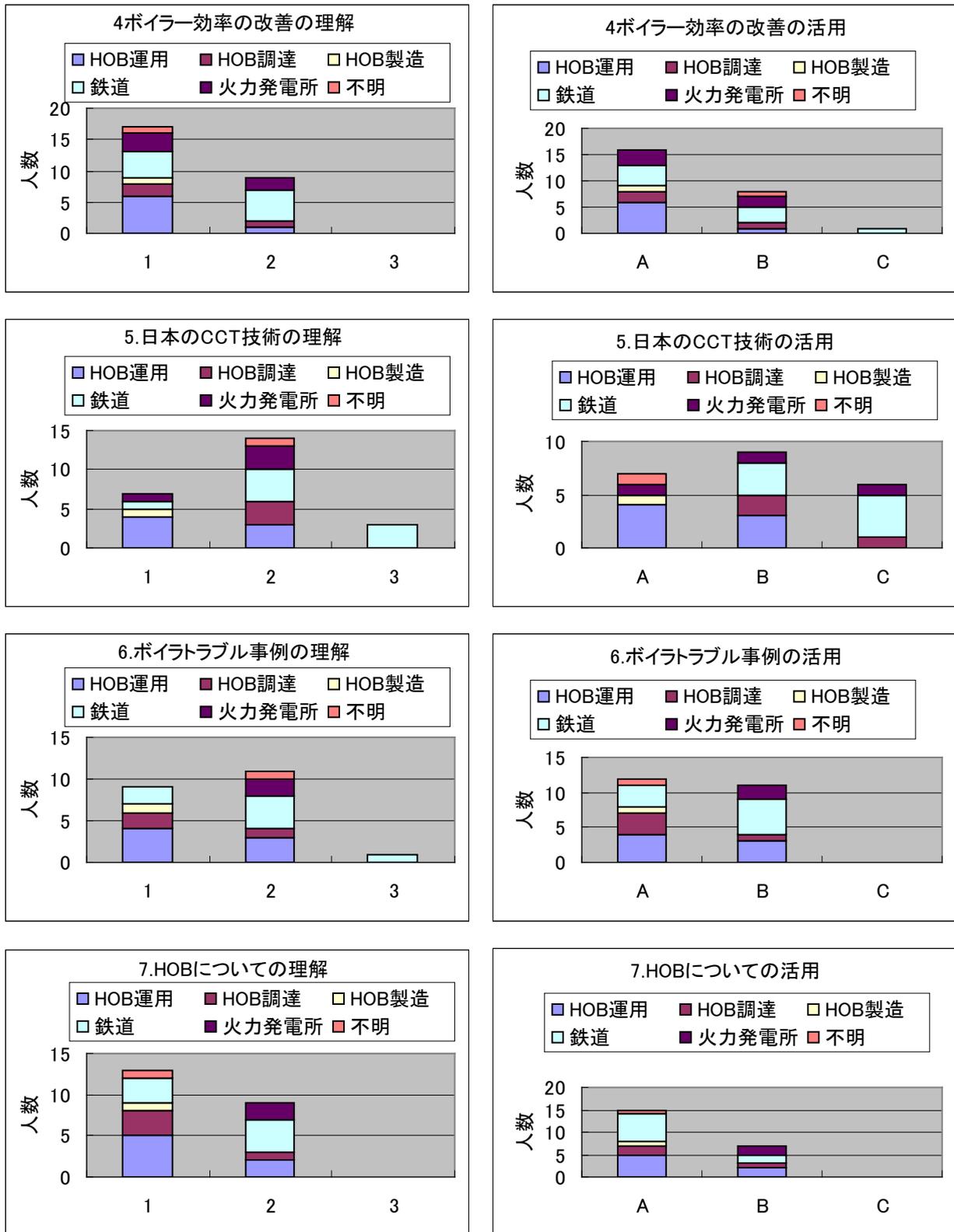


図 2.4-2 大気汚染対策に関する講義のアンケート結果 (続き)

### (3) ボイラの熱管理の実習

大気質庁、ウランバートル市都市開発計画局、火力発電所、科学技術大学などのカウンターパート、カウンターパート・ワーキンググループや協力者に加えて、HOB 運用・製造会社や工場等に声を掛けて、ボイラの熱管理に関する実習を、第3発電所の No.7 ボイラとモンゴル鉄道第1汽車修理工場の HOB を使って行った。発電所のボイラと HOB では、ボイラの構造や燃焼方式が全く異なるので、発電所、大気室庁、大学関係者は第3発電所での実習（11人受講）に、HOB、大気室庁関係者は、鉄道工場での実習（18人受講）に分けて実施した。

中嶋専門家と海老原専門家が2010年12月9日に第3発電所で、14日、15日に鉄道修理工場でボイラの熱管理の為に必要な、ボイラの現場計測と収集データの解析方法に関する講義を行った。

ボイラの熱管理に関する実習の内容は以下の通りである（発電所：別添資料 2.4-2、HOB：別添資料 2.4-3、別添資料 2.4-4）。

- 1) ボイラ測定計画書の作成方法
- 2) 計測器の用途
- 3) 計測器の操作方法
- 4) 測定時の安全対策
- 5) 燃焼反応の理解
- 6) ボイラ効率の計算演習

いずれのボイラも厳冬期での測定となり、特に HOB については氷点下 35°C を下回る環境下で、かつ屋外での排ガス測定を行ったが、関係者は全員熱心に実習に参加した。発電所及び HOB での実習の様子を図 2.4-3 及び図 2.4-4 に示す。

また、実習の際にアンケートを配り、実習の各項目について理解度、業務への役立ちについて調査した。発電所及び HOB での実習アンケートの結果を図 2.4-5 及び図 2.4-6 に示す。



図 2.4-3 発電所での実習の様子



図 2.4-4 HOB での実習の様子

理解	十分理解できた	1
	概ね理解できた	2
	あまり理解できなかった	3
業務への役立ち（活用）	役に立つ	A
	少し役に立つ	B
	あまり役に立たない	C

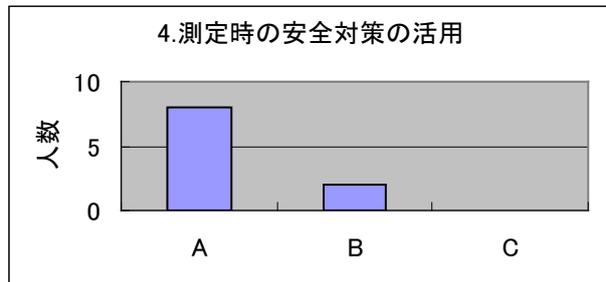
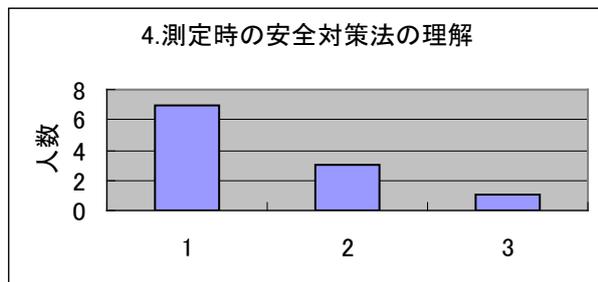
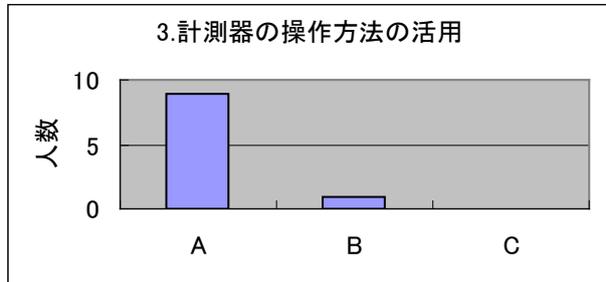
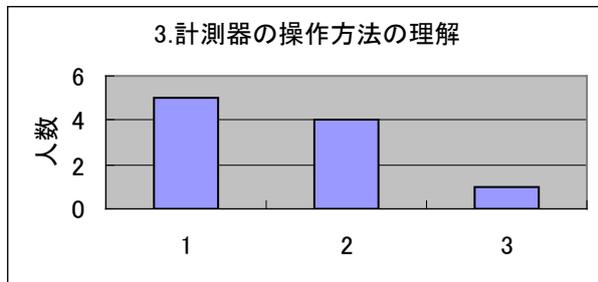
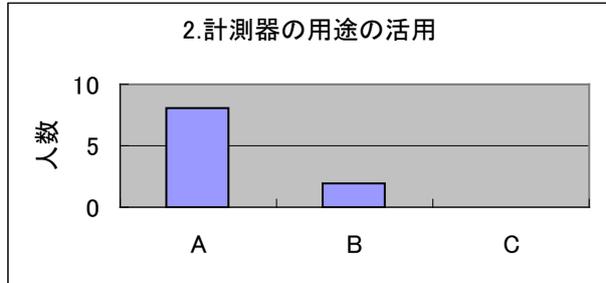
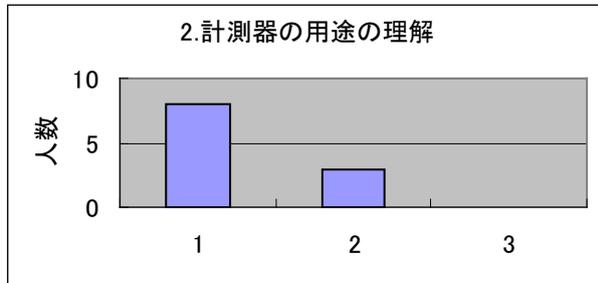
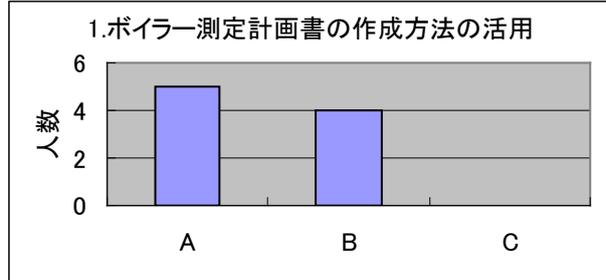
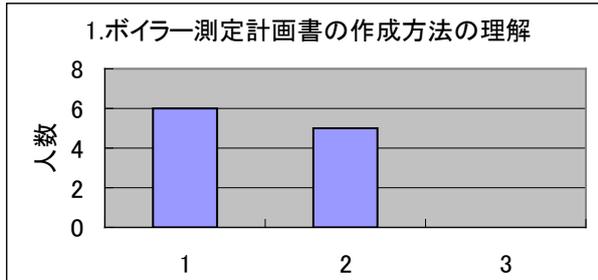


図 2.4-5 第3発電所での実習アンケート結果

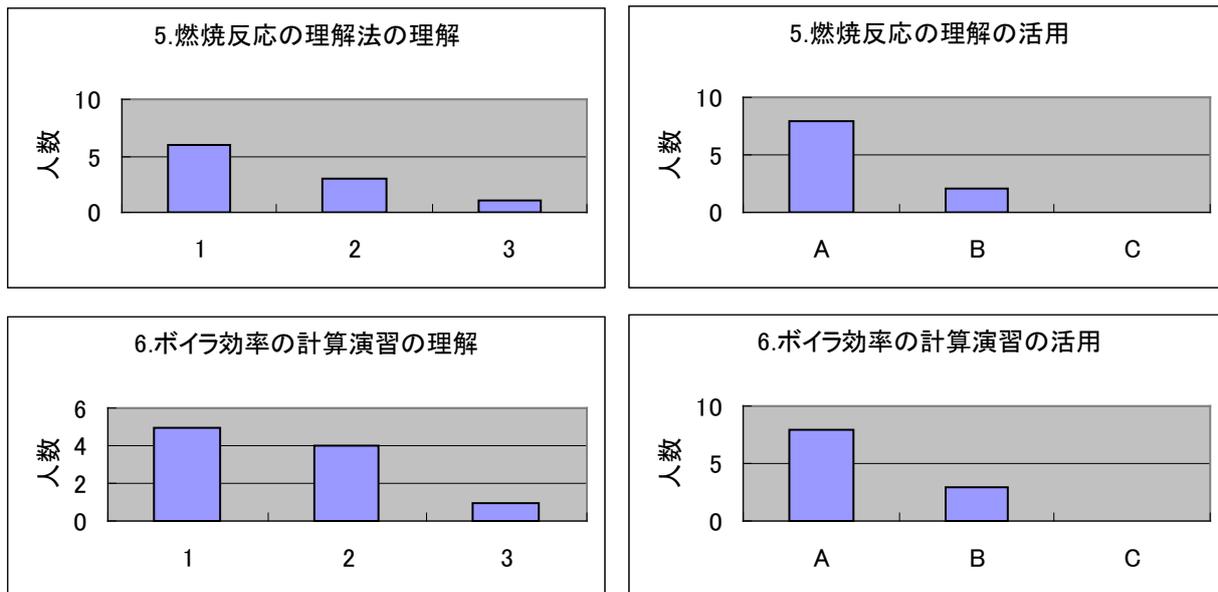


図 2.4-5 第3発電所での実習アンケート結果（続き）

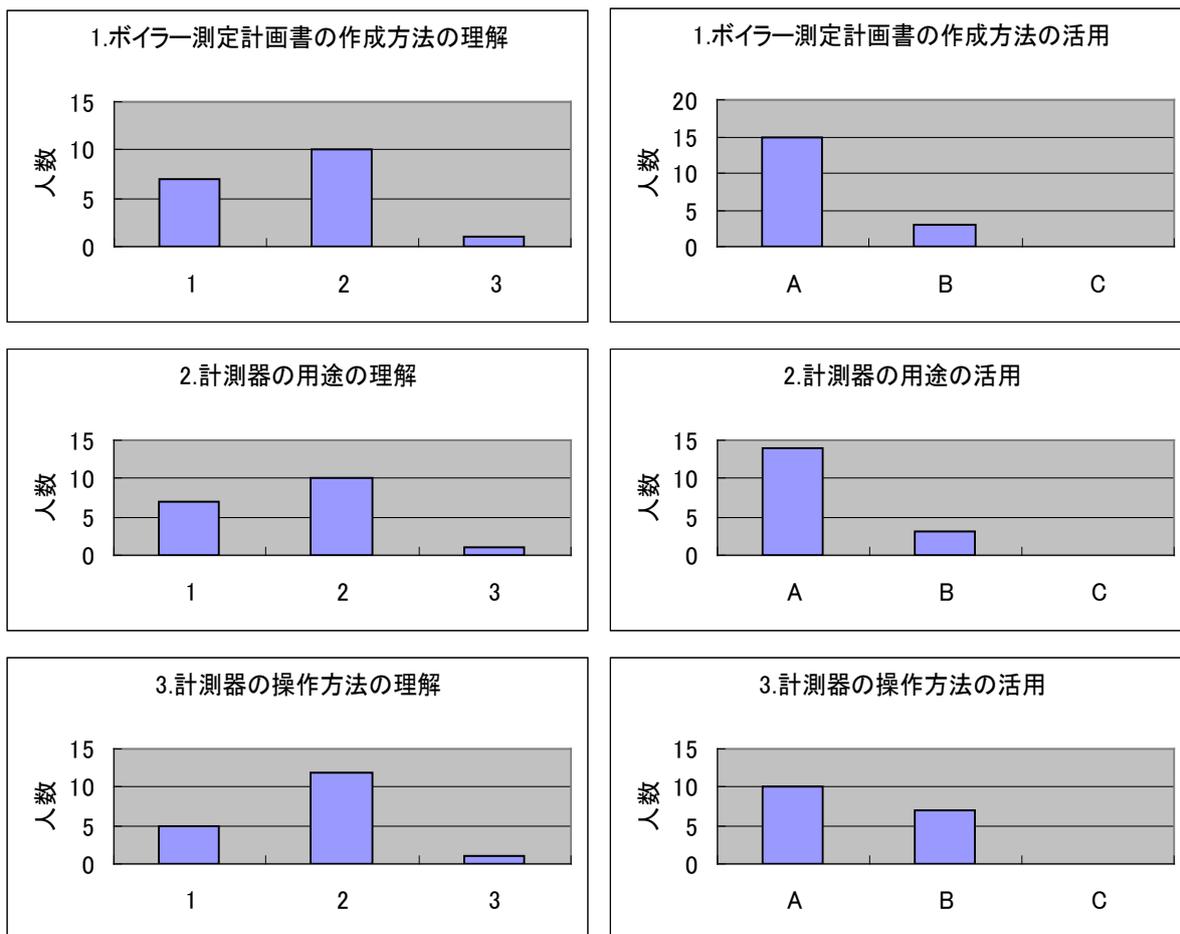


図 2.4-6 鉄道修理工場での実習アンケート結果

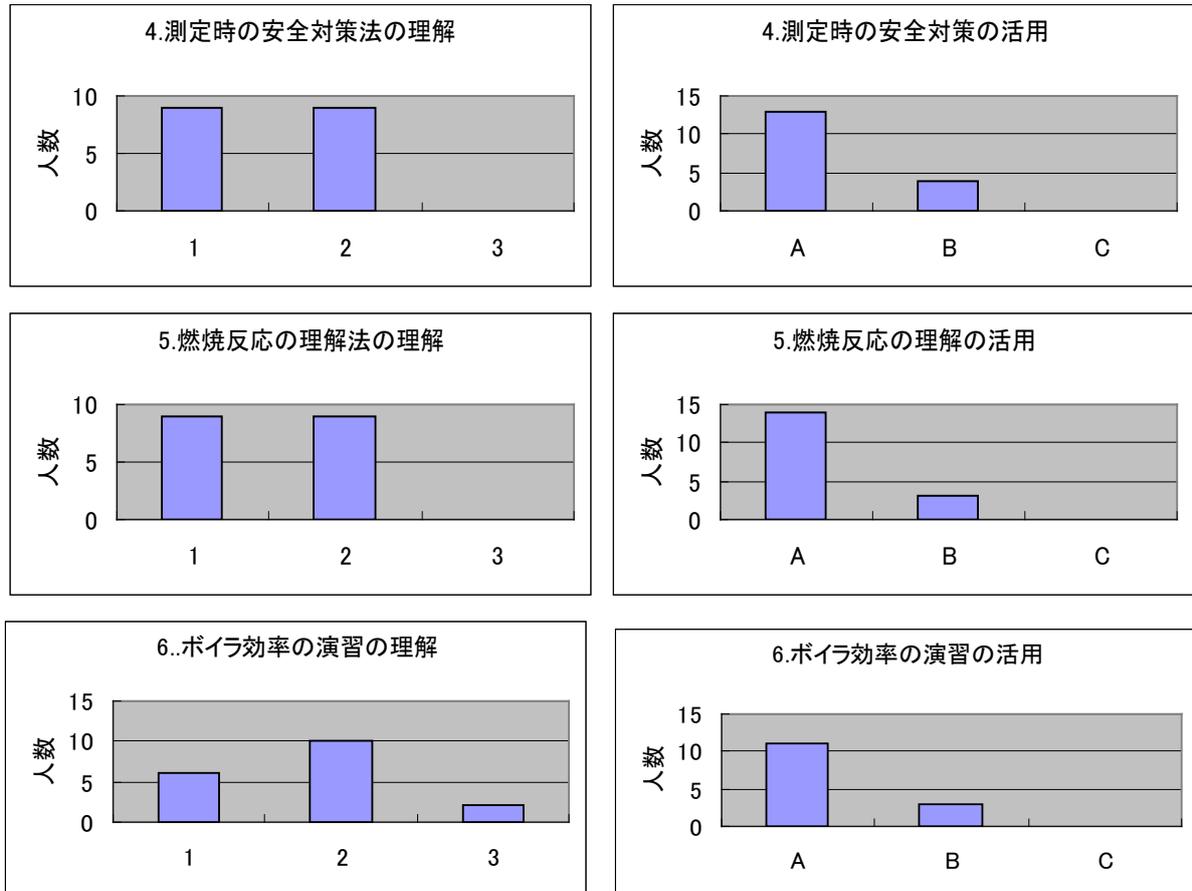


図 2.4-6 鉄道修理工場での実習アンケート結果（続き）

ボイラの熱管理に関する実習のアンケート結果によると、発電所関係者からは、石炭や灰の分析結果が出た時点で実際の性能を算出しこれまで独自で行っている熱管理と比較して改善を図りたいとの意見があった。また HOB 関係者にとってはこのよう実習は初体験であり非常に勉強になったとの感想がのべられた。特に HOB については、計器類はほとんど設置されていないので、ボイラの熱管理の為に必要な測定器具（温度計、O<sub>2</sub>計など）の提供に対する要望が強く出された。

#### (4) ボイラ性能管理に関する講習

大気質庁、ウランバートル市都市開発計画局、火力発電所、科学技術大学などのカウンターパート、カウンターパート・ワーキンググループや協力者に加えて、HOB 運用・製造会社や工場等に声を掛けて、前回（2010 年 12 月）実施したボイラの熱管理に関する実習結果を踏まえ、ボイラの性能管理と効率向上対策に関する講習を行った。これは、前回の実習が現場計測によるデータ集収集が目的で、その時採取した石炭や灰の分析には時間がかかる為、その結果がそろった機会に、それらのデータをもとに実際にボイラ性能を算出することで、測定上の問題点や注意点、得られたデータをどのように評価してボイラの効率改善につなげるかを解説し、実際に応用できるようにする事を目指したものである。

中嶋専門家と海老原専門家が 2011 年 2 月 24 日に発電所、大気質庁、大学関係者（17 名参加）に、3 月 2 日に HOB、大気質庁関係者（8 名参加）にボイラの性能管理と効率向上対策に関する講習を行った（発電所：別添資料 2.4-2、HOB：別添資料 2.4-3、2.4-4）。

ボイラの性能管理と効率向上対策に関する講習の内容は以下の通りである。

- A) 前回計測した運転データを使いボイラ効率を計算する。
- B) 計測の際の注意点や問題点について説明する。
- C)
  - a. モンゴル側で行っている効率計算と比較し、それぞれの方法の得失について協議する（発電用ボイラ）。
  - b. HOB の運転に関する問題をモンゴル側から聴取し改善方法について協議する（HOB）。
- D) 性能計算結果を踏まえ、ボイラ効率の改善の可能性について協議する。

発電所関係者は実務で効率計算を行っており性能計算に関する知識は備えている。そこで正しいボイラ効率を求めるためにデータ採取に関する注意点や測定されたデータをどのように評価するかの点について説明し理解を深めた。

HOB 関係者は、実際に効率測定を行った人ほとんどいないことや、HOB のほとんどはマニュアル運転で、安定した状態での計測が難しい。今後、モンゴル側で性能試験を実施するにあたっては、試験実施要領書の作成から、計測データに基づくボイラ効率算出については、今回の講習で実施した方法に従って正しいボイラ効率を把握する必要がある。なお、ボイラ効率算出のための排ガス性状計測についてはこのプロジェクトで作成された、排ガス測定技術マニュアルを参照して行う必要がある。

また、実習の際にアンケートを配り、講習の内容や理解度、業務への役立ちについて調査した。発電所及び HOB での講習アンケート結果を図 2.4-7 及び図 2.4-8 に示す。

理解	十分理解できた	1
	概ね理解できた	2
	あまり理解できなかった	3
業務への役立ち（活用）	役に立つ	A
	少し役に立つ	B
	あまり役に立たない	C

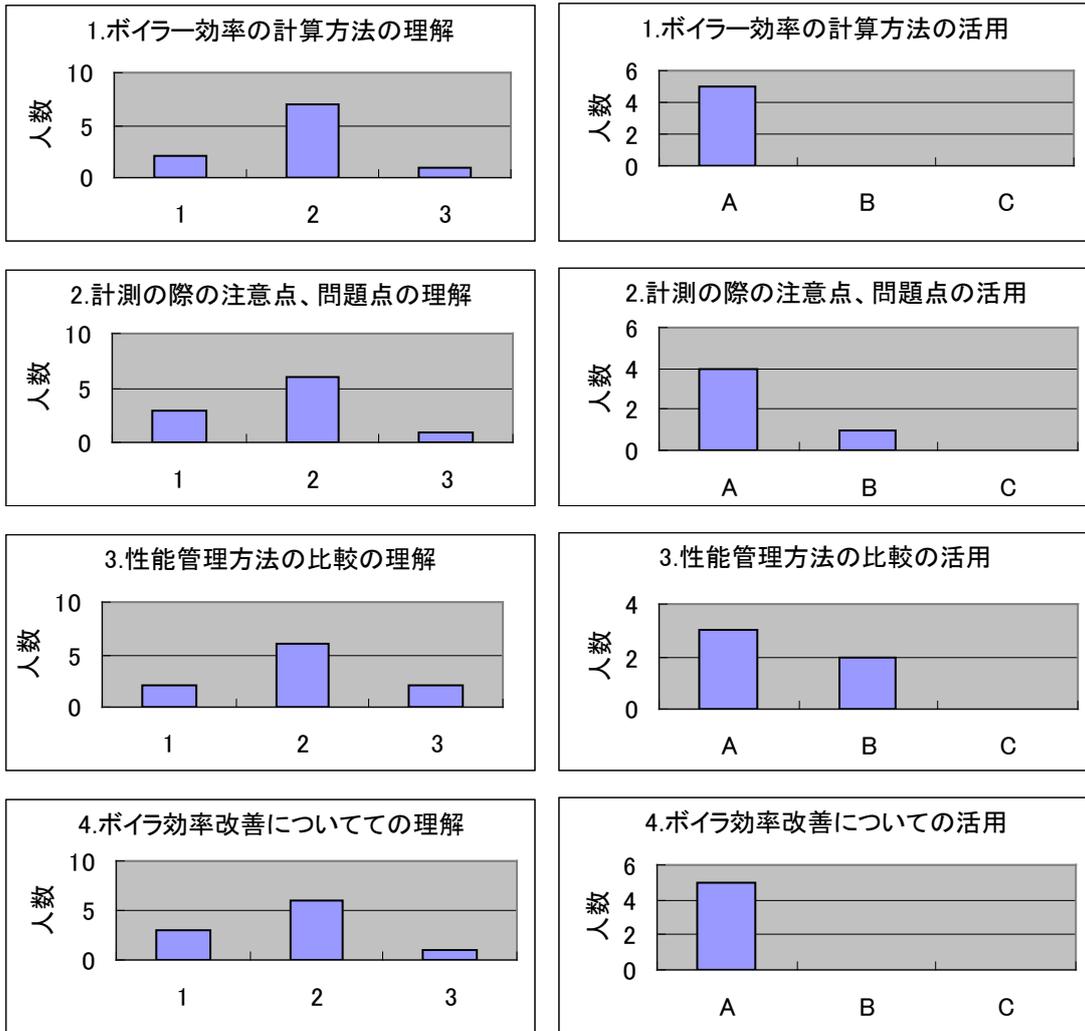


図 2.4-7 発電用ボイラーの講習アンケート結果

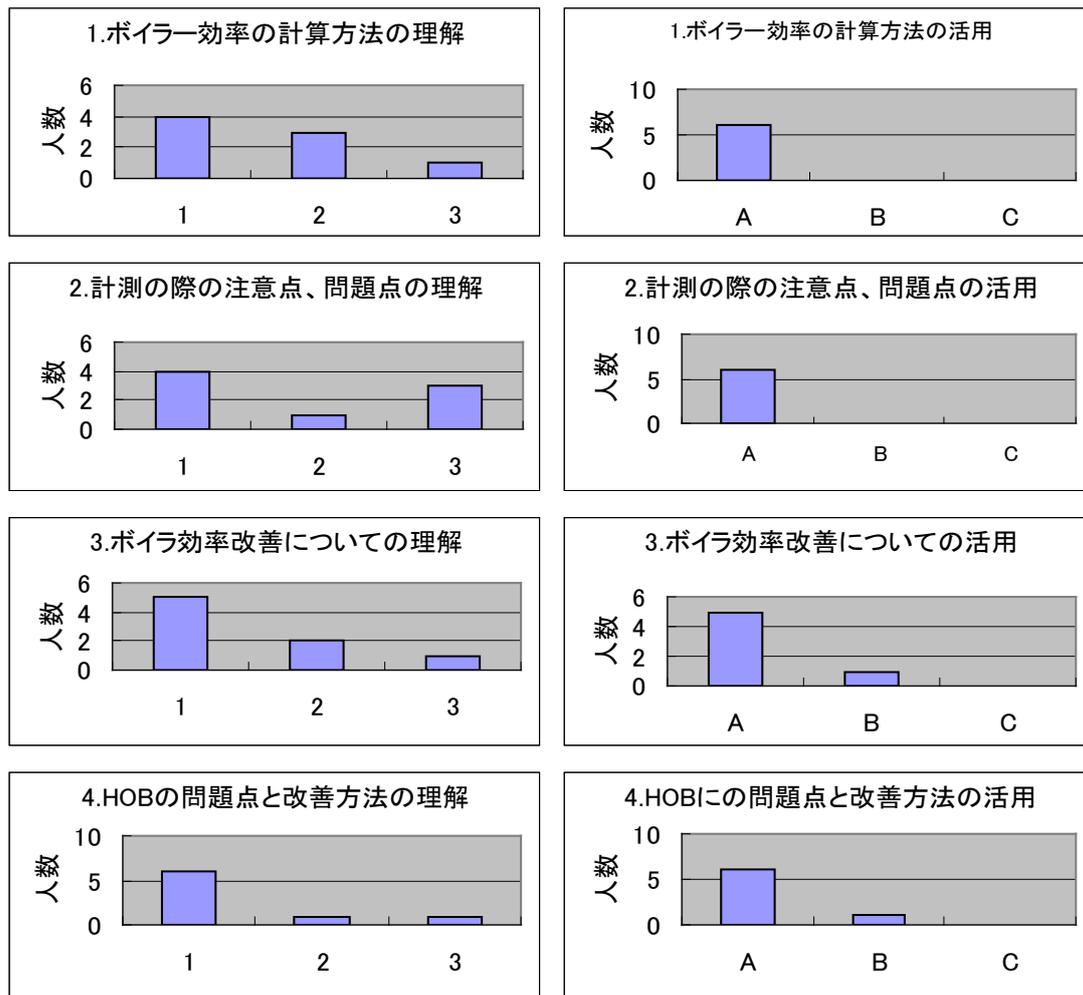


図 2.4-8 HOB の講習アンケート結果

発電所関係者は、ボイラーの性能管理は独自で行っていることから十分な知識を有しているが効率改善の為には設備の改造が必要であり、資金面での制約から思うとおり進んでいないのが実情である。

HOB については、ボイラーの効率や煤塵排出量の実態が把握されておらず、これまでの講習を通じてやっと関心が持たれるようになった状況であった。今後、このプロジェクトで提案する設備面や、運転操作面で改善を行って、ボイラーの効率の向上や環境改善をはかる必要がある。

### (5) ボイラー性能の測定

2010年12月に実施した第3発電所7号ボイラーと鉄道修理工場のHOBの性能測定に加え、モンゴル製のMUHTの性能確認を行った。MUHTボイラーの仕様を表2.4-1に示す。

これはBZUIからMUHTに更新したところ、従来よりも石炭消費量が30%以上削減できたと運転員から聴取した事によるものである。そこでMUHTのボイラーの性能レベルがどれくらいかを確認する為に2011年2月25日にNo.41 SchoolにおいてCPの技術移転先であるAQDDC (Mr. Seded) と科学技術大学 (Oidov 教授) を交えて性能確認を行った。

今回の計測においては、排ガス測定、給水流量は今回入荷した HODAKA 製の排ガス分析計、東京計器製の超音波流量計（図 2.4-9）を使用して行った。MUHT ボイラでの測定項目と測定位置を図 2.4-10 に示す。

性能数値については、80.1%と高いボイラ効率（ボイラ効率の悪い HOB では 50%程度のものもある）が得られ、非常に粒子の細かい屑炭を燃焼しているにも拘わらず高い燃焼効率が得られている。性能確認の為に計測方法はモンゴル工科大学で行っている方法と大差ないとの事で、計測器具がそろえばモンゴル側でも実施可能である。

表 2.4-1 MUHT ボイラの仕様

出力	kW	1400
給水温度	°C	70
温水温度	°C	95
給水圧力	kg/cm <sup>2</sup> G	3.0
伝熱面積	m <sup>2</sup>	140
FDF（押込 Fan）、IDF（誘引 Fan）、サイクロン集塵器、AH（空気予熱器）付き		



図 2.4-9 排ガス分析計及び超音波流量計

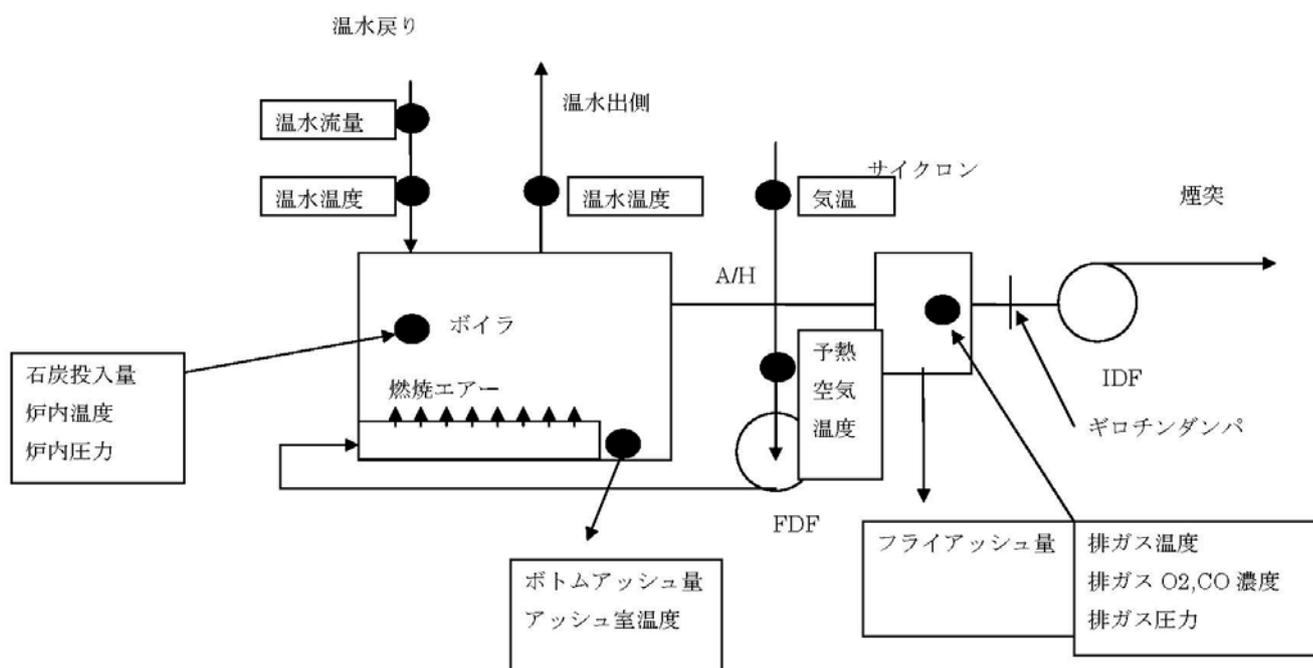


図 2.4-10 MUHT ボイラでの測定項目と測定位置

#### (6) ボイラ運転講習テキストの作成

2011 年度からの実施を計画しているボイラ登録制度の中では、主に HOB の運転者の技能向上を目的に、ボイラ運転講習が実施されている。HOB 運転者の中には、冬季の HOB 運転時期のみ雇用される季節労働者が多数おり、彼らはボイラに関する特別な教育を受けていない。一方ボイラ管理会社が運営している HOB の場合には、技術的な課題に対応できる技術者を擁している会社もあり、講習の受講生には技術的なバラツキが大きいことが予想される。講習の主な狙いが前者の底上げによる全体的な技術レベルアップであることを考えると、使用される教材は、基本的な項目に的を絞り、かつコンパクトな内容であることが要求される。この要求に沿った資料を、プロジェクトの C/P であるモンゴル科学技術大学 Oidov 教授より提供を受けた。この内容をプロジェクト、AQDCC でチェックして、修正、追記すべき箇所を確認した。これらの修正を行い、2011 年のボイラ運転講習用のテキストとして使用した。（別添資料 2.4-5）

#### (7) HOB 運転員用教材(Draft)による講習

ウランバートル市にある HOB は、自動運転の HOB はあまりなく、ほとんどは HOB 運転員の手動によるものである。HOB から排出される大気汚染物質（煤塵）の生成量は HOB の性能による差もあるが、実際に運転を行う運転員の技量や、大気汚染防止に対する取り組みによるところが大きい。また、保守が適正に行われていなければ HOB は正常に運転する事ができない。

そこで、実際に現場で運転や保守を行う技能者を対象に、HOB を正しく運転・保守するために現場作業員の啓蒙を図るための教材を作成する計画である。そのドラフトが出来上がったので、カウンターパート他に内容を紹介し、内容をより充実させるために意見を聴取した。

大気質庁、ウランバートル市都市開発計画局、科学技術大学などのカウンターパート、カウンターパート・ワーキンググループや協力者に加えて、HOB 運用・製造会社や工場等に声を掛けて、2012 年 4 月 5 日に HOB 運転員用教材 (Draft) をもとに説明会を実施して、内容を紹介するとともに、内容をより充実させるための意見聴取を行った。

教材の内容は

1.大気汚染防止の重要性

2.UB市のHOB

3.HOBおよび暖房用温水供給システム

4.HOBの運転

で、構成されており、当日配布した Power Point による説明図（別添資料 2.4-6）のほか、実際の HOB の運転状況を撮影（Good Practice, Bad Practice など）したビデオについても紹介した。

教材は最終的には 1 本のビデオに収録し、誰でも簡単に活用できるようにして運転員、保守員、HOB 管理者などの啓蒙をはかることができるものにする事とした。

講習の結果は好評であり、Good Practice のビデオを見た大学教授からは、「BUZUI（旧式の HOB で煤煙の排出も多くどうしようもない HOB と言われている）でも努力次第ではうまく燃焼させる事ができるのだなあ」と感想を述べられた時には、このような教材の必要性を改めて認識した次第である。

また、講習会の参加者から燃焼に関する基礎についても追加して欲しいとの要望があったので、それらを盛り込み引き続き内容の改善をはかっていく事とする。

HOB 運転研修アンケートの様式を図 2.4-11 に、アンケート集計結果を表 2.4-2 に示す。

## HOB 運転研修アンケート

所属 \_\_\_\_\_ 氏名 \_\_\_\_\_

該当するところに○を付けてください。

### 1.大気汚染防止の重要性

理解； ( ) 十分理解できた ( ) 概ね理解できた ( ) あまり理解できなかった  
役立ち；( ) 役に立つ ( ) 少し役に立つ ( ) あまり役に立たない

### 2.UB市のHOB

理解； ( ) 十分理解できた ( ) 概ね理解できた ( ) あまり理解できなかった  
役立ち；( ) 役に立つ ( ) 少し役に立つ ( ) あまり役に立たない

### 3.HOBおよび暖房用温水供給システム

理解； ( ) 十分理解できた ( ) 概ね理解できた ( ) あまり理解できなかった  
役立ち；( ) 役に立つ ( ) 少し役に立つ ( ) あまり役に立たない

### 5.HOBの運転

理解； ( ) 十分理解できた ( ) 概ね理解できた ( ) あまり理解できなかった  
役立ち；( ) 役に立つ ( ) 少し役に立つ ( ) あまり役に立たない

その他、この教材に追加した方は良いと思う項目、意見、要望など自由に記述してください。

以上

図 2.4-11 HOB 運転研修アンケートの様式

表 2.4-2 アンケートの集計結果

出席者No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. 大気汚染防止の重要性	理解	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1
	業務への役立ち	1		1	1		1	1	1	1			1	1
2. UB市のHOB	理解	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1	2	1
	業務への役立ち	1		2	1		1	1	1	1			1	1
3. HOBおよび暖房用温水供給システム	理解	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	2	1
	業務への役立ち	1		1	1		1	1	1	1			1	1
4. HOBの運転	理解	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1	1	2	1
	業務への役立ち	1		1	1	1	1	1	1	1			1	1

理解	十分理解できた	1	
	概ね理解できた	2	
	あまり理解できなかった	3	
業務への役立ち	役に立つ	1	
	少し役に立つ	2	
	あまり役に立たない	3	

**(8) HOBの教材集大成と講習**

これまでの HOB に関する教材の集大成として、一本の Video に編集し専門家による Narration の吹き込みを行った。これを活用すれば、HOB の運転員から管理者まで、HOB の運転、保守、管理の重要性、必要性について理解を深める事ができ、熱効率の向上に対する取り組みや、環境対策必要に対する関心が高まるものと考ええる。

大気質庁、ウランバートル市都市開発計画局、科学技術大学などのカウンターパート、カウンターパート・ワーキンググループや協力者に加えて、HOB 運用・製造会社や工場等に声を掛けて、2012年10月19日に、この Video を紹介し、非常に好評な結果を得た。

Video の概要は図 2.4-12 の通りである。なお、Video および説明文は、別添資料 2.4-7 及び 2.4-8 に示す。

**УХЗ-ны зөв галалгааны тухай**

**A. Агаарын бохирдлын өнөөгийн төлөв байдал**

No.	Кадр		No.	Кадр	
1a	PP1	Гарчиг	1b	PP2	Гарчиг



No.	Кадр		No.	Кадр	
2	00076	УБ хотыг өндөр дээрээс харуулах	3	00079	УБ хотыг өндөр дээрээс харуулах



No.	Кадр		No.	Кадр	
4	00081	УХЗ	5	00082	УХЗ



図 2.4-12 НОВ 運転員教材の概要

№.		Кадр
6	PP3	Агаарын бохирдлын шалтгаан



**В. Улаанбаатар хотод үйл ажиллагаа явуулж буй УХЗ-нууд**

№.		Кадр	№.		Кадр
7a	PP4	УБ хотод үйл ажиллагаа явуулж буй УХЗ-нууд	7b	PP5	УБ хотод үйл ажиллагаа явуулж буй УХЗ-нууд



**Улаанбаатар хотод байрлах 250 кВт-с дээшх хүчин чадал бүхий УХЗ-нууд**  
(2011 оны эсийн бүртгэлээр)

- ◆ Зууны байгууламжийн тоо: 98
- ◆ Марк: 17 төрөл, 198 ш

УХЗ-ны төрөл	Тоо.ш	%	Галлагаа	шүүгч
БНХАУ болон дотоодын УХЗ	50 ш	27%	Гараар	байхгүй
HP-18	43 ш	23%	Гараар	байхгүй
Saiborobot	30 ш	15%	Автомат	Cyclone
BZUI	20 ш	11%	Гараар	Байхгүй
DZL болон CSZL	10 ш	5.4%	Автомат	Scrubber
МУКНТ	10 ш	5.4%	Гараар	Cyclone

№.		Кадр	№.		Кадр
8	PP6	Босоо цилиндр УХЗ	9	PP7	HP-18

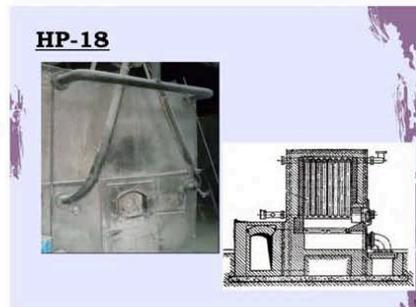
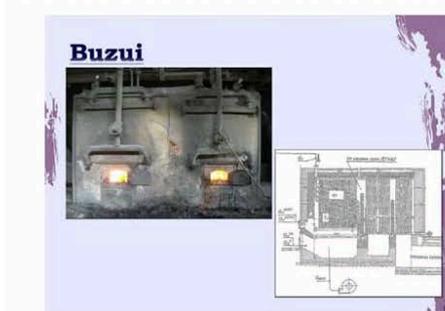
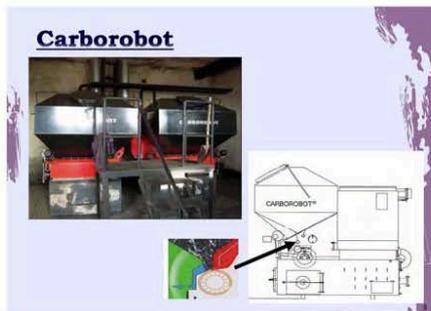
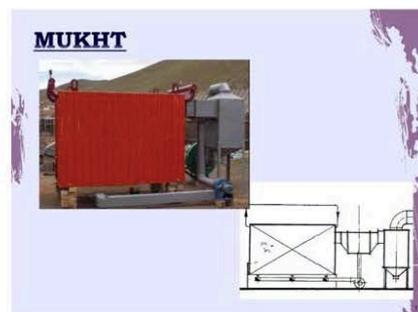


図 2.4-12 НОВ 運転員教材の概要

<b>№.</b> <b>10</b>	PP8	Carborobot	<b>Кадр</b>	<b>№.</b> <b>11</b>	PP9	BZUI	<b>Кадр</b>
------------------------	-----	------------	-------------	------------------------	-----	------	-------------

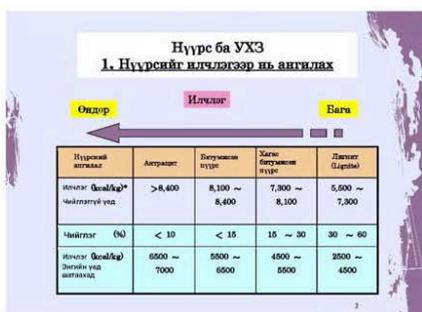


<b>№.</b> <b>12</b>	PP10	DZL	<b>Кадр</b>	<b>№.</b> <b>13</b>	PP11	MUKHT	<b>Кадр</b>
------------------------	------	-----	-------------	------------------------	------	-------	-------------



**Ва. УХЗ-ны галлагааны талаар**

<b>№.</b> <b>a1</b>	NPP3	Нүүрсний төлөв байдал	<b>Кадр</b>	<b>№.</b> <b>a2</b>	NPP4	Нүүрсний шаталт	<b>Кадр</b>
------------------------	------	-----------------------	-------------	------------------------	------	-----------------	-------------



Нүүрсний үзүүлэлт	Шатах процессийн онцлого
<b>Шаталт</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Нүүрсний илчлэг өндөр байх тусам тэр хэрээр өндөр "чийглэггүй" шаталт авдаг</li> <li>Нүүрсний доторх чийг их байх тусам асалт болон шаталт сайн авдаг (Гэхдээ ялгар өгөлтийг тохируулахгүй бол нүүрсний доторх чийг)</li> </ul>
<b>NOx-ийлгарал</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Хий эхлэх их байхад хэрээр NOx-ийлгарал өсдөг</li> </ul>
<b>Чийг</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Чийг буурч доторх дараа шаталт авдаг</li> <li>Чийгийн ууршилтаас үүдэн шаталтын температур буурдаг</li> </ul>
<b>SOx-ийлгарал</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Нүүрсэн дэх хүчлийн агуулгын өндөр байх тусам SOx-ийлгарал өсдөг</li> </ul>
<b>Тоос</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Утасны хэргийг нүүрсээс төсөж илгардаг</li> <li>Агаар дутуураас хэргийг нүүрсний шаталтын дутуу шатсан нүүрс гарч илгардаг</li> </ul>

図 2.4-12 НОВ 運転員教材の概要

### 2.4.1.2 大気汚染対策の検討

#### (1) 発電所

2010年6月の調査では、第2、3、4火力発電所及びHOBを回り、現状の問題点や、改善の可能性について調査を行った。特に、第3火力発電所についてはJICAを含むドナー機関への無償資金協力への要請を視野に入れた申請書類案の作成に協力した。

第4火力については既に電気集塵器が設置されており、ダストの排出がかなり削減されていると考えられること、第2火力発電所は石炭使用量で見れば第3火力の1/5以下であり、第3火力発電所はよりウランバートル市中心部に近く影響が大きいと考えられることから、第3火力発電所を検討対象とした。（なお、第2火力発電所のNo.4ボイラ75t/hは、セミコークス製造プラントに改造中である。）

また、後述の通り、第3火力発電所は小型の75t/hボイラの微粉炭燃焼から流動床燃焼への改造を行い、汚染物質排出量の削減効果も得られたとしている。流動床燃焼への改造を希望するもう一つの理由は、石炭を貯めておいて燃焼するピンシステムで多発した爆発等のトラブルを解消するためである。そこで、専門家は未着手の大型の220t/hボイラの改造の検討を行い、流動床燃焼への改造は妥当なものと判断した。また、併せて、重油燃焼専用バーナを設置して、Mazutの燃焼による黒煙の解消も提案した。この提案によりMazutの燃焼時の黒煙が目に見えて改善される効果があると期待された。

第3火力発電所の大型の220t/hボイラの改造の検討を行った。2011年12月に第3火力発電所の75t/hの微粉炭燃焼と流動床燃焼ボイラで排ガス測定を行った結果は、表2.4-3のとおりで、NOX, SOX, Dustの排出量は、流動床燃焼ボイラの方が微粉炭燃焼ボイラよりも良い結果が得られており、流動床燃焼ボイラへの改造の有意性が確認できた。

表 2.4-3 微粉炭燃焼と流動床燃焼ボイラで排ガス測定結果

	NOX (ppm) at O <sub>2</sub> =6%	SO <sub>2</sub> (ppm) at O <sub>2</sub> =6%	Dust (mg/m <sup>3</sup> ) at O <sub>2</sub> =6%
75t/h Pulverized Coal Firing	310	335	930
75t/h FBC	275	328	230
220t/h Pulverized Coal Firing	351	416	1150

第2火力発電所は、蒸発量35t/hの固定床ストーカ焚きボイラ2缶（1961年中国製）と、75t/hの微粉炭焚きボイラ2缶（1965年ソ連製）があり、現在、75t/hのNo.4ボイラを流動床方式のセミコークス製造炉に改造を行い2012年10月に完成した。しかし、セミコークス製造と蒸気の製造のバランスが悪く、現在対応を検討しているとのことである（詳細は不明）。

改造内容は、ボイラ下部に固定ストーカのような床および、セミコークスの抜き出し口を設置するもので、ボイラ下部のヘッダおよび炉底管を撤去し、抜き出し口の設置に伴い炉壁管も一部変更する計画である。

セミコークス改造後も、75t/hボイラは、現在と同様に発電用蒸気の発生、外部供給温水用として運転は継続する。蒸気発生能力は現状並みを確保することから、セミコークス化改造後は、石炭供給量は現在の13t/hから20t/hへと増加する。その中、約半分がセミコークスとなり、石炭より発生した燃料ガスはボイラ上部に2次燃焼用のエアを投入してボイラ内で燃焼させることとしている。セミコークス製造設備については、技術提供元との秘密保持協定を理由に開示されず、詳細なデータは不明であるが、改造後は石炭の消費量が増加し、排ガス性状も現状とは大幅に変化する事から、今後フォローが必要である。

第3発電所には、表2.4-4に示す通り、合計13缶のボイラがある。ボイラは、シャリソール炭を焚く事で、設備設計がなされているが、1989年以降シャリソール炭が不足してバガノール炭を使用始めると、バガノール炭は水分が高く（30～33%）、微粉炭の乾燥不足によるトラブル（ミルでの爆発など）を経験し、そのため、下記の改造を実施している。一部は資金不足のため、手が付けられないままのものもあり、No.9ボイラは、休止中で他のボイラが故障したときに部品を流用するなどしている為に、今は動かせる状態にはない。

表 2.4-4 第3発電所のボイラの改造実績

75t/h ボイラ	No.1	ビンシステム⇒直接投入、排ガス乾燥方式
	No.2	ビンシステム⇒直接投入、排ガス乾燥方式
	No.3	流動床燃焼に改造
	No.4	流動床燃焼に改造
	No.5	ビンシステム⇒直接投入、排ガス乾燥方式
	No.6	ビンシステム⇒直接投入、排ガス乾燥方式
220t/h ボイラ	No.7	ビンシステム⇒直接投入、排ガス乾燥方式
	No.8	ビンシステム⇒直接投入、排ガス乾燥方式
	No.9	ビンシステムのまま（1998年以降休止中）
	No.10	ビンシステムのまま
	No.11	ビンシステム⇒直接投入、排ガス乾燥方式
	No.12	ビンシステムのまま
	No.13	ビンシステム⇒直接投入、排ガス乾燥方式

注；ビンシステム；石炭を微粉炭機で粉砕した後、一旦貯蔵用のサイロに貯めて、必要な量だけ払い出して燃焼する方式。貯蔵中に発熱などして爆発を起こす事がある。

直接燃焼方式；石炭を微粉炭機で粉砕した後、直接バーナへ送る方式

No.3、No.4ボイラは2000～2002年に、流動床式ボイラに改造を行っており（図2.4-13）、排ガス性状は、第3火力の計測結果によると、NO<sub>x</sub>は41%減、ダストは50%減、ボイラ効率は11%向上と、従来の微粉炭焚きに比べ大幅に改善されたとの事である。

## 75t/h ボイラの流動床ボイラへの改造

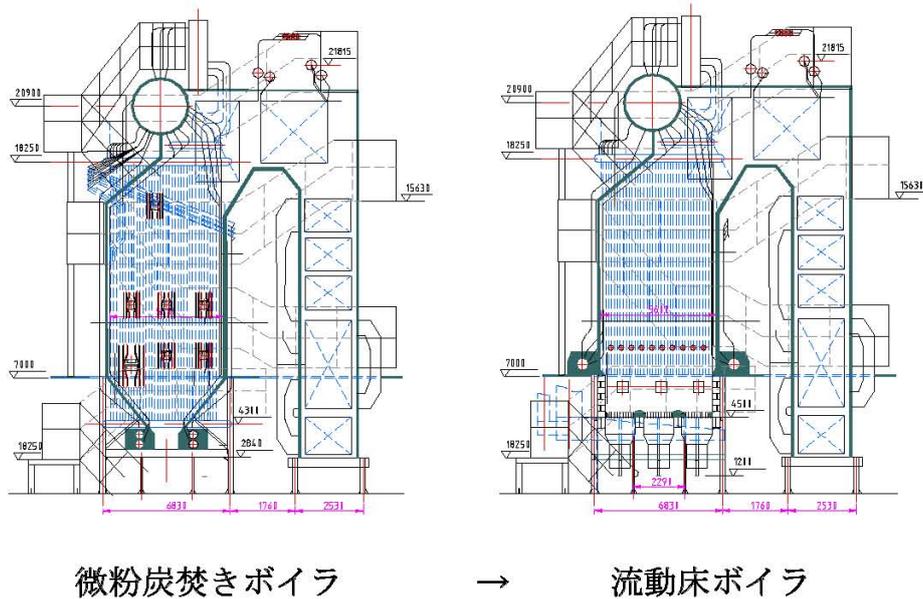


図 2.4-13 流動床ボイラへの改造

まず、最初に No.3 ボイラの改造を行い、その時は、中国メーカーがエンジニアリング、材料手配を行い、工事はメーカーコンサルタントの元でもモンゴル側が自前で実施したが、No.4 ボイラの改造は、No.3 ボイラの図面を参考にして、材料も自前で手配して、モンゴル国内で加工して全て自前で実施した。

石炭の性状は、今後は水分の多い、亜瀝青炭や褐炭へ移行する傾向にあることから含有水分が増加傾向にあり、従来の微粉炭機や石炭乾燥システムでは運用に限界がある事から、現在の微粉炭焼きボイラを、いろいろな種類の石炭に対し適合性の高い流動床ボイラへ改造する事を、発電所サイドは切望している。

75t/h ボイラの改造については No.4 ボイラの改造を自前で行った実績がある事から、今後改造を行うとしても資金調達だけが問題である。一方、220t/h ボイラの改造については流動床ボイラとしては、かなり大型でモンゴル側では、改造設計を行なうのは困難な事から、各ドナー機関に対して、ボイラ改造への無償資金援助を強く希望している（別添資料 2.4-9）。

第 4 発電所は、当時のソ連の支援で 1979 年に建設開始し、1983 年に初号機が運転を開始した発電・熱供給プラントで、ボイラは蒸発量 420t/h のものが 8 缶ある。電力はモンゴル国の電力の 70% を担っているモンゴル最大の発電所である。

石炭燃焼設備は、当初、間接システム（微粉炭機で粉碎した石炭を一旦サイロに貯めて、必要量を順次取り出して燃焼する方式。ビンシステムとも言う。揮発分の多い石炭を微粉の状態に貯蔵すると爆発の危険性が増すので最近ほとんど使用されない）であったが、10 年ほど前からプロジェクトとして直接システム（微粉炭機で粉碎した石炭は、直接バーナに送って燃焼するシステム）に変更している。また、ボイラ制御装置もその際、最新の DCS（Distributed Control System、分散制御システム）に更新している。最近、使用する石炭が、Baganuur 炭から水分量の多い Shivee-ovoo 炭（Ash：8~14%、Moisture：約 44%）へ変更したことに伴い、ボイラの燃焼状況が良くないという問題点が発生しており、その改善のために、JICA がシニアボランティアを派遣し、2010 年 10 月に赴任した。

設備は、予備品の不足などで、必ずしも完全な状態とは言えないが、他の発電所と比較すると、整備された状態である。

発電所は、大気汚染物質を大量に排出する発生源であり、その対策は重要であるが、その対策を検討するにあたっては、最も新しい第4発電所でも建設後30年にならんとする老朽設備である事についても考慮する必要がある。したがって、今後、さらなる対策を検討するにあたっては、既設設備の部分的な改善とともに、設備全体の Replace などについても検討が必要と思われる。

既設設備の改善と言う面では、第3発電所の電気集塵機の設置や、第2発電所の脱硫装置や電気集塵機の設置（セミコークス焚き改造後の排ガス性状の確認がまず必要）などが考えられる。

最新設備への Replace を検討する場合には、用地、建設資金などの問題に加え、電力や暖房用温水供給は一時たりとも停止や供給量低下をする事が出来ないため、既設設備から新設設備への移行や、予備機の設置などについて検討に含める必要がある。

## (2) 工場・HOB

HOB については、HP や BZUI など旧式のボイラを依然として使用している所もあるが、ボイラ効率の向上や、煤塵の捕集設備を備えたボイラが徐々に導入されているのが見受けられる。

Child Care Center では、最近モンゴルで製作が開始された MUHT が導入されており、燃焼効率の向上や排出煤塵量の低減が図られている。このボイラの特徴は、燃焼装置が火格子ではなく、ボイラ下部に炉床を置き、炉床に設置されたノズルより燃焼用空気を吹き出す構造となっている。この構造であれば、HOB で使用される安価な粉炭も燃焼可能である（火格子方式では、火格子より落下してしまい、炉底に未燃分として落ちてしまう割合が大きい。また、このボイラのフライアッシュの色を見ると、白く未燃分の割合は少ないように思われる）。また、HOB 出口の煙道には、排熱回収用の空気予熱器（Air Pre-Heater、以下、AH と称する）と、集塵装置としてサイクロンが設置されており、ボイラの開口部が少なく、密閉性に優れた構造となっている（図 2.4-14）。

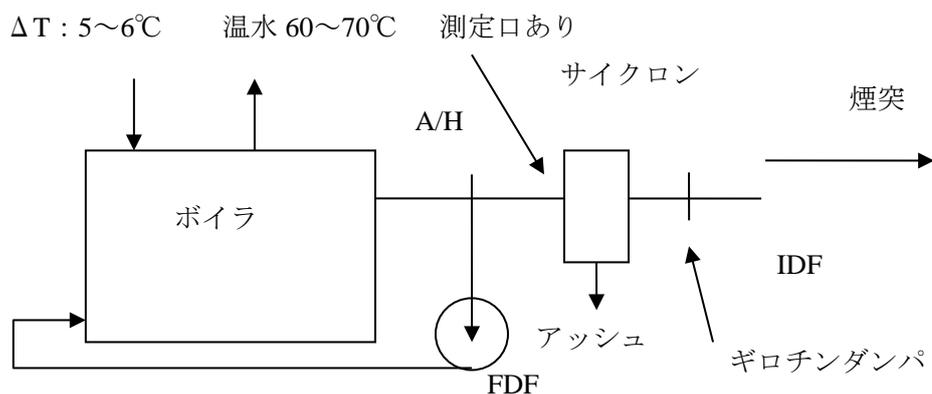


図 2.4-14 MUHT ボイラの系統図

Coca Cola 工場や、No.39 School のボイラ（DZL）は押込、誘引ファン、移動式ストーカ、炉底灰出しコンベヤーが設置され、自動運転となっている。フライアッシュはスクラバで捕集され、沈殿池に送られて、灰を沈降させて分離し、水は再利用するようになっている、また、石灰石を水に混ぜれば脱硫もできるようになっている（図 2.4-15）。

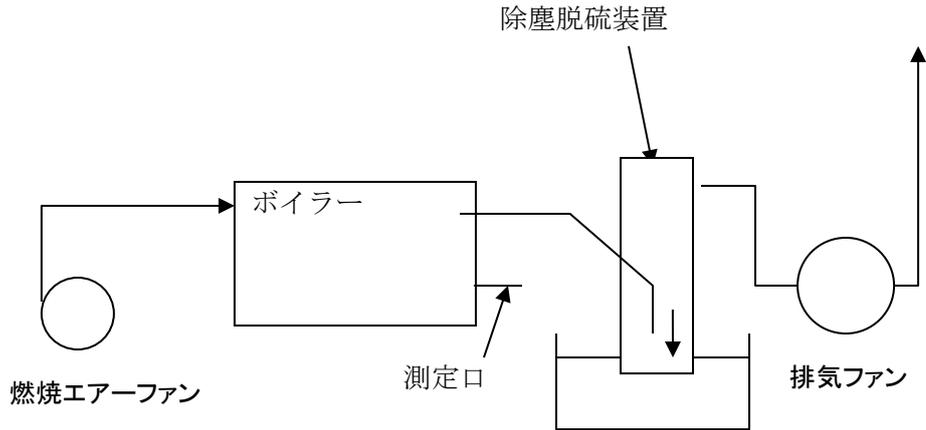


図 2.4-15 DZL1.4 ボイラの系統図

### 2.4.1.3 ボイラ熱バランス測定結果

2010年12月に実施した第3発電所 No.7 ボイラと鉄道修理工場の HOB の測定と石炭分析結果（別添資料 2.4-10）に基づきボイラの熱バランスを計算した。第3発電所 No.7 ボイラと鉄道修理工場の HOB の熱バランス結果を表 2.4-5 及び表 2.4-6 に示す。

表 2.4-5 第3発電所 No.7 ボイラ熱バランス

項目		単位	値	割合(%)
入熱	石炭燃焼熱	kcal/h	104,397,200	65.9
	給水顕熱	kcal/h	54,105,404	34.1
	合計	kcal/h	158,502,604	100.0
出熱	蒸気熱量	kcal/h	140,253,300	86.3
	放射損失熱	kcal/h	31,969	0.0
	灰分顕熱	kcal/h	274,663	0.2
	灰分中の未燃炭素	kcal/h	246,046	0.2
	排ガス損失	kcal/h	11,788,988	7.3
	ブロー水顕熱	kcal/h	4,024,126	2.5
	不明熱	kcal/h	5,907,638	3.6
	合計	kcal/h	162,526,731	100.0
	ボイラー効率	%		82.5

表 2.4-6 鉄道工場 HOB 熱バランス

項目		単位	値	割合(%)
入熱	石炭燃焼熱	kcal/h	750240	100.0
	合計	kcal/h	750240	100.0
出熱	温水加熱熱量	kcal/h	586474	78.2
	放射損失熱	kcal/h	46848	6.2
	灰分顕熱	kcal/h	4694	0.6
	灰分中の未燃炭素	kcal/h	22785	3.0
	排ガス損失	kcal/h	89602	11.9
	不明熱	kcal/h	-162	0.0
	合計	kcal/h	750240	100.0
ボイラー効率		%		78.2

ボイラーの入熱、出熱のそれぞれの合計の一致しない分が不明熱として扱われるが、この結果では比較的良い一致をみている。しかし石炭の発熱量の測定結果と分析値から求めた発熱量にかなりの差があり、また発電用ボイラーの計測値で給水流量と蒸気流量の差が大きいことや、HOB では給水量が計測できておらず Pump の流量特性から推算したことなど、正確な熱バランスを得るにはさらに検討が必要である。また HOB については操業変動が大きいこと、連続的なデータ採取が望ましいが、計器のモンゴルへの到着が遅れ、連続測定には至っていない。しかしながら今回の熱バランス測定結果より特に熱効率の改善については下記のようなことが言えそうである。

### (1) 発電所

排ガス損失熱が 7.3% と大きい。排ガス損失熱が損失の中で最も大きいことは日本のボイラーでも同様であるが、測定時の排ガス温度が 220℃ と第 3 火力の管理値 180℃ に比較して非常に高くなっている。この原因としては、AH またはエコマイザーの汚れに起因するものであると推定されるが、第 3 火力の排ガス温度管理用の温度計は 160℃ を指示しており、温度計の管理が不十分であることが判明した。ボイラーの熱効率の管理のためには計測器の管理も重要な点であることを説明した。発電所としては、今後、計器の管理についても注意するとの事である。

### (2) HOB

HOB の熱バランスを見ても、発電所と同様に排ガス損失熱が最も大きい。この原因としては、発電所ボイラーのような排ガス熱回収装置がないこと (AH、エコマイザー等)、空気比の調節がなされていないこと、さらにはボイラー内ドラフト (圧力) が測定されておらず、ボイラー開口部 (石炭投入口、灰掻きだし口、点検用覗き窓等) からのエアの侵入が管理されていないことに起因する。

今回測定を行った鉄道、No.41 School の HOB はそれぞれボイラー内ドラフトが -4mmH<sub>2</sub>O、-8mmH<sub>2</sub>O であり、かなりの侵入エアがあることが想定される。一方煙道などのメンテナンスが不十分な HOB では、煙道開口部より外気が侵入し排ガス温度が低温となり、十分なドラフトが得られず、HOB 開口部より炉内ガスが噴き出し、ボイラー室内がダストで充満してしまい、非常に劣悪な作業環境となっている。

これらの点を説明し、特にドラフトの管理が重要であることを説明した。これに対し、HOB 関係者からは、エアの侵入防止については、可能なものについては対処したいとの意見が出された。

#### 2.4.1.4 ボイラ対策の効果の定量的把握

##### (1) 活動の主目的

活動の主目的は、ボイラ対策の効果の定量的な把握にある。特に発電所に比較して、データ量の少ない HOB についてダスト量の低減、熱効率の向上という観点から 7 箇所の HOB について現地調査を実施した。

発電所については、従来の活動により得られた知見、2011 年 12 月に排ガスチームが測定した第 3 火力のデータから、集塵機の効果などを検討することとした。

##### (2) HOB の調査

調査した HOB を表 2.4-7 に示す。

表 2.4-7 調査対象 HOB

場 所	HOB 型式	目 的	備 考
No.37 School	SHK	排ガス損失熱調査 温水供給熱量調査	エコマイザー付 AQDCC よりの要請
No.88 School	KBPO07KB	炉内ドラフト調査	Bag filter、AH*付
No.106 School	Themocholor-0.3	排ガス損失、炉内ドラフト調査	
No.60 School	MUHT	サイクロン捕集効率調査	AH、サイクロン付
No.114 School	WWGF-0.35	サイクロン捕集効率調査	
No.41 School	MUHT	サイクロン捕集効率調査	AH、サイクロン付
No.46 School	KCR-300	温水供給熱量調査	AQDCC よりの要請

これらの調査結果より得られた知見を以下にまとめる。

##### 1) サイクロンの効果

2012 年 1 月の調査で行った No.60、No.114 School に加えて、第 1 年次に同様な測定を行った No.41 School のサイクロンによるダスト捕集率の結果を表 2.4-8 に示す。

表 2.4-8 サイクロンによるダスト捕集率

	No.60 School	No.114 School	No.41 School
ダスト捕集率	13%	32%	76~89%
ダスト排出頻度	週 1 回程度	週 1 回程度	日に 1 回程度

この結果では、No.41 School のみが 80%程度のダスト捕集率が得られているが、他の 2 箇所は 10~30%と低い結果となっている。サイクロンは一般には 70~80%の捕集効率が期待できるが、これらは極端に低い捕集効率である。

運転中にサイクロンの内部を観察することはできないので、原因は確定できないが、両者の最も大きな違いは、サイクロンからのダスト排出頻度であった。効率の低い HOB では、ダストの排出

が週 1 回程度であり、サイクロン内がダストで充満して閉塞してしまい、サイクロンが機能をしていない可能性がある。

サイクロンは簡単な集塵装置で比較的安価に設置できる装置であるが、適切に運用しないと集塵効率は著しく低下することから、適切な運用が重要であることを示唆している。

以上の結果を踏まえ、2012 年 10 月の調査において、No.41 と No.60 School の HOB (MUHT) のサイクロンのケーシングを一部切断してサイクロンの内部の点検を行うとともに、サイクロンの捕集効率の確認測定を実施した。

#### a. サイクロン点検結果

No.60 School、No.41 School (いずれも MUHT) でサイクロンの集塵効率の測定を実施するのに先立ち、サイクロンの開放点検と、サイクロン入口の煤塵計測座の設置をおこなった。

No.60 School (毎日灰出しをしている) では、通常の運転手順にしたがいサイクロンの灰出しをした後、まず、最初にサイクロンの上面を Cut し、内部の目視確認を行った。図 2.4-16 a に示すとおりサイクロンの内面は灰の堆積もなく清浄であった。つぎに Hopper の側面の一部を切断して Hopper 部の灰の堆積を確認したが、図 2.4-16b に示すとおり傾斜角の少ない左右の面には多少灰が残っていたが総じて清浄であった。

次に、No.41 School において、No.60 School と同様に、Hopper の側面の一部を切断しようとしたが、内部に灰が多量に堆積している様子であったので、ケーシングを外部からハンマーで叩いて灰が出なくなるまで、灰出しを繰り返した結果、図 2.4-17a に示すとおり手押し車 3 台分の堆積していた灰が排出された。

その後、Hopper 側面の一部を切断して Hopper に残留した灰の確認を行ったところ、図 2.4-17b に示すとおり灰の付着は No.60 School と比べ多いように思われた。また、図 2.4-17c に示すとおり内部のサイクロンの底面の灰排出口の周りの灰の付着も認められた。

これは、灰が堆積して時間が経過すると、堆積した灰の温度が次第に低下して排ガス中に含まれ水分を吸着して灰の流動が悪くなり排出し難くなったのではないかと推定される。

サイクロンの灰による閉塞防止対策としては、図 2.4-17d に示すとおり次の改善が必要と考える。

#### ①一度灰が堆積すると簡単には排出するのが困難となるので頻繁な灰出しが必要

サイクロンで捕集される灰量を考えると、1 日 1 回の灰出しでは不十分で、石炭消費量が増加する冬季においては 1 日数回以上の灰出しが必要である。

#### ②Hopper の角度を大きくして Hopper の斜面に灰が堆積しないよう改造が必要

#### ③Hopper の灰の保有容量の増加と、下部に灰タンクを設置する事による灰出しの合理化改造

サイクロン底面まで灰が貯まるとサイクロンが機能しなくなるので Hopper の灰の保有容量を多くするとともに、排出口の下に灰タンクを設置して満杯になる前に仕切りを閉じて予備のタンクと切り替える。こうする事で、周囲の環境を清浄に保つ事ができ、誘引 Fan を停止しなくとも灰出しが可能となる。



図 2.4-16a サイクロン上部から



図 2.4-16b Hopper の灰残留状況

図 2.4-16 No.60School のサイクロンの点検結果



図 2.4-17a 手押し車で採取した灰



図 2.4-17b Hopper の灰残留状況



図 2.4-17c サイクロン底面

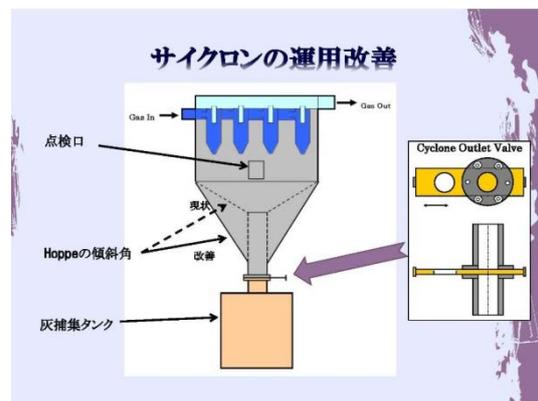
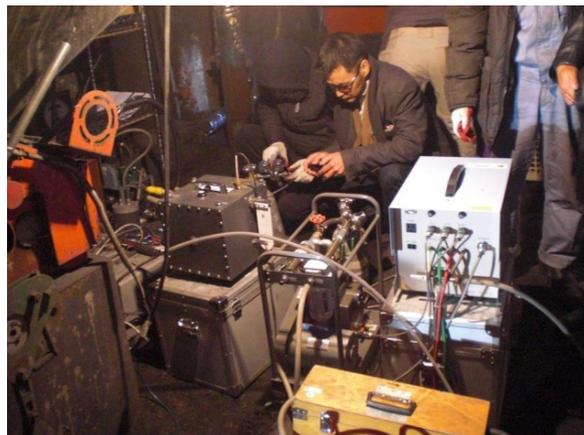


図 2.4-17d サイクロンの改善

図 2.4-17 No.41School のサイクロンの点検結果

b. サイクロンの集塵効率の測定

サイクロンの集塵効率を確認するために、サイクロン入口、出口の Dust 濃度の計測と、サイクロンで捕集された灰量の計測を行った。(図 2.4-18)



サイクロン（中央）と計測座（左、右）

排ガス測定装置

図 2.4-18 No.60School におけるサイクロンでの集塵効率の測定

測定結果は表 2.4-9 のとおりである。

表 2.4-9 サイクロン集塵捕集率

	No.41 School	No.60 School
サイクロン集塵捕集率 %	94	71

No.41 School の結果では 94%と非常に高い集塵効率を得られている。しかし第 2 火力の No.3 ボイラのサイクロンの集塵効率では 67~84%という結果であり、それと比較して少し高めの結果となっている。一方 No.60 School の集塵効率である 70%程度の効率は発電所の結果とも一致している。

以上の結果から、HOB においても、サイクロンを設置すれば、70%程度の集塵効率は得られると考えられる。

## 2) バグフィルターの設置

No.88 School の HOB にはバグフィルターが設置されていた。集塵はされておらず差圧の上昇も見られない事からバグが既に破れているものと思われる。

この HOB のバグフィルターは、運転開始後 3 年が経過したが、バグの点検はされておらず、フィルターの予備品も国内では困難とのことであった。

バグフィルターはサイクロンに比較して、細かなダストも確実に捕集できるが、石炭中のタールによるフィルターの目詰まり、フィルターの購入が容易にできないことから、ウランバートルにおける HOB のダスト低減対策としては不向きと考えられる。

## 3) 石炭投入時のファンの停止

運転中の HOB の煙突からの排煙を確認すると、石炭投入時、HOB 内の灰掻き時のダスト排出量が高いことが、全般的に認められた。

その対策として石炭投入時にファンを停止することでダスト低減ができないか、No.46, No.88 School で測定を行ったが、顕著な差は認められなかった。特に、灰掻き時は、ストーカ上の火炎の状況で燃焼状況を観察するため、ファンの停止は困難とのことである。

しかし、一般的には HOB のボイラ室は石炭のダスト濃度が非常に高く、石炭投入時に押し込みファンを停止することは、HOB より部屋へのダストの噴出防止という点からは非常に効果があり、大気汚染物質排出削減効果は無いが、ボイラ労働者の労働環境改善に効果が大きい。

#### 4) 空気比の適正化

排ガスチームの測定機材が揃ったため、2011 年冬のシーズンより排ガス成分 (O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、CO)、排ガス温度の連続測定が可能となった。その結果を見ると、空気比は 5 以上の HOB も数多く存在している。

これらの HOB では排ガス損失熱の割合が非常に高くなっている。今回測定を行った No.106 School では空気比は 7 程度の値である。(この時の排ガス損失熱の割合は、石炭燃焼熱の 24% を占める。

一方、空気比をどこまで低減できるかは、その HOB の形式に依存している。実際には、その他にも使用している石炭の性状などにも依存する。しかしここでは HOB の形式のみに依存すると仮定し、排ガスチームが 2011 年度に測定したデータから、HOB 種類ごとの最低の空気比にその他の HOB が調整できた場合の効果を試算した。結果を表 2.4-10 に示す。

表 2.4-10 空気比改善の効果

		空気比	排ガス損失熱割合 %	Min.空気比排ガス損失熱*1 %	効率改善量 %	現状ボイラ効率 (参考) %	ボイラ効率改善率 %	排出煤塵低減効果*2 %	
MUHT	N=5	平均	4.0	24.8	20	4.8	70.2	6.8	91.2
		Min	3.1	14.0					
DZL	N=4	平均	3.80	18.8	10	8.8	76.3	11.5	86.9
		Min	2.00	15.0					
BZUI	N=8	平均	5.20	48.0	22	26	47	55.3	64.4
		Min	2.8	24.0					
CLSG (ドンガラタイプ)	N=6	平均	3.40	28.0	20	8	67	11.9	89.3
		Min	2.50	15.0					

注\*1；測定データの「平均」と「Min」では排ガス温度が違うので、排ガス温度は「平均」の値を使用して、空気のみを「Min」の空気比とした場合の損失熱を「Min.空気比排ガス損失熱」とした。

注\*2；現状の煤塵排出量を 100%とした場合に何%に低減するかは、効率の逆比で求められる。

空気比の適正化のために実施すべき項目は下記のとおりである考える。

##### ・HOB 内ドラフトの管理

今回測定を行った、No.88 School では HOB 内ドラフトは、±1mmH<sub>2</sub>O 程度であったが、No.106 School では-20mmH<sub>2</sub>O であった。HOB 内のドラフトが負圧であると、石炭投入口などの開口部より外気が侵入し、空気比増加 (排ガス流量の増加) の原因となる (3%排ガス量が減少するのでボイラ効率の改善率は 3%で、排出煤塵量は現状から 97%に低減する)。

・ 燃焼空気量の適正化

燃焼用空気の通風系統に、エアフローの調整機構を持つ HOB はほとんど存在しない（一部 MUHT などは調整機構を持つ）。調整機構を設置し、排ガス成分を見ながら空気流量を調節する必要がある。

## 5) 空気予熱器(AH) の設置

No.106 School の HOB には排ガスによる燃焼空気の予熱器（Air Pre-Heater、以下、AH と称する）が設置されている。この他にも MUHT にも AH が設置されているが数は少ない。

第 1 年次に実施した No.41 School の測定結果によれば、空気温度を 60℃程度予熱することで、5%程度の熱効率の向上が達成されている。熱効率が向上するという事は、同じ熱量を得るための石炭の使用量が減って、大気汚染物質の低減に寄与する事になる。

AH を設置していない HOB では厳冬期には -20 ~ -30℃の空気が火格子の下部から炉内に投入される。炉内での石炭の燃焼は空気温度にも影響を受けるので、燃焼用空気を AH で加熱して炉内に投入すれば石炭が着火する前の蒸し焼きになる期間が短くなり煤塵の発生防止（定量化は困難であるが）にも効果が期待できる。

HOB は温水ボイラであるため、排ガス温度も低く、腐食しても交換が容易なことから AH の伝熱面の材質は特殊なもの（耐熱性、耐食性など）は必要ないと思われる。MUHT の AH を見ると、熱交換器での圧力損失もそれほど大きくないので、FDF（押込 Fan）を持つ HOB では有力な熱効率向上対策と考えられる。

## 6) サイクロン、AH（空気予熱器）、IDF（誘引 Fan）

煙突から排出される煤塵量の低減には、サイクロンと AH の設置が有効である。IDF を設置していない HOB では、炉内の圧力は煙突の吸引力に依存しているので、サイクロンや AH を設置すると火炉から煙突に至るまでの圧力損失が増加し炉内の圧力が上昇してしまう。

サイクロンや AH を設置した HOB ではこれらの圧力損失を補うために IDF を設置するのが一般的である。IDF を設置した場合には炉内の圧力を常に負圧に保つ事ができるので火の粉が噴き出したる事もなくなりボイラ室を清浄に保てるという利点もある。

実際にこれらを設置した HOB においても、自動 HOB を除いて風量制御をする為のダンパを設置した HOB は非常に少ない。吸引し過ぎると、炉内へ漏れ込む空気が増加して過剰空気率が高くなりボイラ効率が低下し、また、ファン動力を無駄に消費することになるので、風量制御のダンパを設置する必要がある。なお、HOB の負荷は日々の運転では大きく変動する事はないので、ダンパはフィードバック機構を備えた自動制御ダンパではなく、手動で操作する簡単な仕切り板程度のものでもよい。

2012 年 3 月の調査では、サイクロンでせつかく捕集された灰が、灰出し時に IDF の吸引力のために吸い出されて煙突から排出されると言う現象が確認された。サイクロンの灰出し機構について簡単な改造をすれば防止できることであり、既にサイクロンを設置した HOB についても改善を図る必要がある。

ボイラ対策に関するメニュー（案）（表 2.4-11）を作成したが、対策の費用対効果、早期の実現可能性などを考慮して実施順位を決定する必要があると考える。

これらを AQDCC の CP には説明したところ、今後 HOB 運転員教育については、啓蒙活動を促すが、設備改造など費用がかかるものについては、自分では決められないとの事であった。

表 2.4-11 ボイラ対策メニュー（案）

発電用ボイラ

	項目	対象	検討内容
1	流動床ボイラへの改造 煤塵低減効果；現状から 75%低減する。	第 3 発電所 220t/h	2011.12 に JICA プロジェクトの専門家チームにより実施された 75t/h の流動微粉炭燃焼ボイラと流動床燃焼ボイラの排ガス測定結果によると、4.1.2.1 項で述べたとおり、NOX、SOX、Dust 濃度は、流動床燃焼は微粉炭燃焼のそれぞれ 95%、98%、25%であり、同様の効果が期待される。
2	電気集塵器（EP）の設置 煤塵低減効果；現状から 60%低減する。 （集塵効率 95%→98%）	第 3 発電所 220t/h	一般に電気集塵器の集塵効率は 98～99%であるが、第 3 の Water Cyclone でもかなり高い集塵効率（2010.12 の排ガス測定結果では、93～95%の集塵効率となっている）が得られており、Water Cyclone は簡単な構造で故障も少なく、あえて EP（EP は電気品の予備品が調達できないなど、保守に関する問題がある）に換装する必要があるかについては今後、協議が必要である。
3	Mazut 焚きバーナの黒煙対策	第 3 発電所 220t/h	煤塵排出量はそれほど多くはないかも知れないが、猛烈な黒煙が目視されるのが問題である。Mazut を使用するのには、ボイラの起動時と、石炭燃焼装置が故障した時に Back Up 燃料として使用するときのみであり、煤塵量低減にたいする定量評価は困難である。
4	サイクロン前にスクラバ設置 煤塵低減効果；現状から 74%低減する。 （集塵効率 81%→95%）	第 2 発電所	No.4 ボイラはセミコークス焚きへの改造中であり、その結果がどうなるかは不明であり、どのような対策が必要かは判断できない。No.5 ボイラは改造しないでそのまま運転を続けるのであれば、サイクロン前にスクラバを設置する事により、現状の集塵効率は約 81%（2011.1 の測定結果では 78%、2011.2 では 84%でその平均）であるが、スクラバを設置した第 3 発電所の同形式の 75 t/h ボイラ並みの 95%（2010.12 の測定結果）に効率向上が期待できる。
5	Pulverizer の直接燃焼方式への改造 煤塵低減効果；現状どおり	第 3 発電所	第 4 で実施済みであり、安定運転の面で効果（微粉炭の詰まり、爆発は起こり難い）があるが排ガス性状への影響はない。
6	Scrap & Built 煤塵低減効果；新設プラントの環境設備次第	第 3 発電所	第 5 発電所の設置計画を確認する。（計画は何度も持ち上がるがなかなか実現しない。現在、第 3 発電所の中に設置する検討が進んでいるようである）

HOB

	項目	対象	検討内容
7	サイクロンの設置 煤塵低減効果；現状から 70%低減する。	HOB	サイクロンを設置している HOB はあまりないが、サイクロンを設置している MUHT での測定結果では約 70%の集塵効率が得られており、サイクロンを設置していない HOB にサイクロン設置すれば、同様の集塵効率が期待できる。なお、サイクロンの圧力損失を Cover する為に誘引 Fan を設置する必要がある。
8	空気予熱器の設置 煤塵低減効果；現状から 5%低減する。	HOB	空気予熱器を設置して HOB から排出される排ガスの熱量を空気で回収する事によりボイラ効率を向上する事ができる。また、定量化は難しいが、Stoker から吹き上げる空気温度が高くなることにより、燃焼が良くなる効果がある。 HOB で同じ量の温水熱量を発生するのに必要な石炭消費量はボイラ効率が上昇した分だけ少なくなる（ボイラ効率の逆比）ので、その分、煤塵排出量の低減が期待できる。
9	灰出時の運転方法改善	HOB	定量的な評価が難しい。
10	空気比の適正化 煤塵低減効果； Bzui など：現状から 30%低減する。 MUHT,DZL など：現状から 8%低減する。	HOB	石炭は、石炭中に含まれる C や H が空気中の酸素と反応して燃焼するが、C, H との反応に必要な化学当量の空気量を理論空気量と言い、それよりの余分な空気が過剰空気量である。(理論空気量で燃焼する場合には空気比=1.0) 空気と石炭を容器に閉じ込めて無限の時間と、反応に必要な温度を維持すれば空気比=1.0 で完全燃焼する事は可能であるが、実際の燃焼においては、燃料と空気が完全に混合する事は出来ないで理論空気より余分に空気を投入しないと完全燃焼する事はできない。 空気比が低過ぎると、炉内では空気不足の場所が生じて石炭は完全燃焼せず煤煙が発生する。そうすると未燃分が増加してボイラ効率は低下してしまう。逆に空気比が高過ぎると、炉内での燃焼に必要な量以上に余分な空気を投入する事になり、燃焼ガス量が増加して、多くの熱を排ガスが持ち去って煙突から排出されるので、ボイラ効率が低下してしまう。 したがって、未燃分の発生を少なくし、ボイラ効率を高く運転するには適正な空気比で運転する必要がある。 現在、HOB は、誘引 Fan を持たない Bzui などでは空気比=5.2 で運転されているものが多く、誘引 Fan を設置した MUHT.DZL などでは空気比=4 で運転されているものが多い。それぞれを空気比=2.6、2.0 程度で運転するのは可能であ

			り、そうする事によりボイラ効率は 8~26 %、5~9 %上昇して石炭消費量が減ってその分だけ煤塵排出量の低減が期待できるので、その低減効果は、12~55 %、7~12%となる。なお、排ガス温度は各 HOB 毎に差があり、空気比も差があることから、必ずしも、計算結果と同じだけの効率向上は期待できるとは限らないので、煤塵排出量の低減低減効果は、30%、8%としてはどうかと考える。
11	火炉 Draft の適正化 煤塵低減効果；現状から 3%低減する。	HOB	MUHT、DZL など誘引 Fan が設置されている HOB では、炉内圧力を-10mmH <sub>2</sub> O から-2mmH <sub>2</sub> O にして運転すると、炉内への漏れ込み空気を減少する事ができる。そうする事により、ボイラ効率は 2.7%上昇する。HOB で同じ量の温水熱量を発生するのに必要な石炭消費量はボイラ効率が上昇した分だけ少なくなる（ボイラ効率の逆比）ので、その分、煤塵排出量の低減が期待できる。 なお、Draft を調節するためには、現在排ガスを排気するために十分なドラフトがあることが前提であるが、誘引ファンを持たない HOB では、煙道からの侵入空気などにより、ドラフトが不足している場合が多い。従って、この対策は、MUHT、DZL、Carborobot などの誘引ファンを持つ HOB のみが対象となる。また、炉内圧力は煙突の吸引力と誘引 Fan との風圧によって決まるので、炉内圧力を調整する為には Duct に Damper を設置する必要がある。
12	煙突の保温	HOB	煙突の腐食防止に効果あり。煙突の劣化による通風力の低下防止に寄与するので、現状の排ガス性状を悪化させないために必要である。
13	運転員用マニュアルの作成	HOB	教材ビデオを作成したので、この活用により運転員、HOB 管理者の能力向上と環境改善に対する Motivation の向上に寄与するものと考ええる。
14	Scrubber の設置	HOB	CaCO <sub>3</sub> の Slurry を使うと脱硫も可能であるが、Scale 付着の問題のほか、排水の処理も必要であり、小型の HOB には適さないので推奨はできない。
15	Good/Bad Practice の紹介	HOB	教材ビデオの中で紹介しており、HOB の運用改善活動推進に役立つものと考ええる。
16	Bag Filter の設置	HOB	石炭を人力投入にする HOB には適さない。（タール分付着による目詰まり）交換 Bag の調達を考えると Maintenance でも問題が大きいので、推奨はできない。

#### 2.4.1.5 優良 HOB の判定基準

大気汚染防止の観点から、優良な HOB には認証を与える事によって、他の HOB 管理者も参画して HOB の運用の改善をはかり、大気汚染を低減するのが目的である。

大気汚染防止の観点からは、汚染物質（煤塵、NOx、SOx）の排出量が少ないこと、エネルギーの有効活用の観点からは、高効率で運転（結果的には CO<sub>2</sub> 排出 Min.）している事が評価の基準となる。

しかし、これらはボイラの形式や付属設備の能力などにより影響される要素が大きいため、これだけで評価すれば、最新鋭の HOB を導入するのが最善と言う結果になってしまっていて現実の対応としては不適切である。（費用さえ惜しまなければ、すべての HOB を、排煙処理装置を備えた全自動 HOB にすれば良いかもしれないが、現状を考えると非現実的な話であり、部品の調達の問題なども考えると小規模事業者にとっては、厳冬期に HOB が停止して動かせなくなり社会問題にもなりかねない要素を含んでいる）

そこで、直接効果として現れる、実際の排出濃度や排出量が少ないもの、運転・保守管理・教育など管理面に対して努力しているものの 2 面から評価し、その総合計の点数で優劣の評価する事として、各評価アイテムを設定した判定基準（案）（表 2.4-12）を作成した

判定基準に対しては、次の考え方に基づいて設定した。

- ① 実際に排出濃度や排出量が少ないもの（A）は、直接効果として現れるので、50 点を配分する。
- ② 運転、保守管理、教育など管理面に対して（B）も、50 点を配分し、総合計の点数で評価する。
- ③ 第 1 Step とそれは、大気汚染低減を重視する観点から、得点（A）、（B）に対し加重平均して総合得点を算出する。（例；A は 3 倍、B は 1 倍）
- ④ **総合得点が、たとえば 150 点以上を優良 HOB に認定する。**（HOB の基準となる得点については、いくつかの HOB をモデルに評価してみて、その結果から決定する）
- ⑤ 設備が優秀な最新鋭 HOB が高得点となるのは、必然であるが、作業環境の改善も今後重要であるので B の点数の高い（たとえば 45 点以上）HOB については、努力賞などの榮譽を与える。

なお、この判定基準に基づく評価が、HOB 事業者が受け止める優劣にたいする感覚と一致していなければ、改善に対する努力を促す事は出来ないため、実際にモデル HOB で評価を行い、評価内容に問題があれば改善するとともに、HOB の改善や、環境に対する要求の進捗に伴い、評価項目や評価基準の改定を行っていく事が必要である。

今後、「優良 HOB に対する表彰制度」を実施するにあたっては、制度の制定や、新しい HOB 導入に対する資金の問題などもあり、これを実施するかどうかは、今後、モンゴル側で検討する必要がある。

表 2.4-12 優良 HOB の判定基準 (案)

A. 排出量からの判定							
No.	評価項目	Excellent	Good	Average	Poor	Bad	備考
		20点	15点	10点	5点	0点	
1	煤塵排出量(mg/Nm <sup>3</sup> )	<100	100~300	300~1,000	1,000~10,000	>10,000	計測された Data の Max. Min で Rank 付け
2	熱効率(%)	>80	75~80	70~75	60~70	<60	HOB の効率が低いと排出濃度は同じでも、排出量は低くなる。(Excess O <sub>2</sub> と排ガス温度を Parameter として概略効率を求めて評価する)
No.	評価項目	10点	8点	6点	4点	0点	
3	CO 排出量(ppm)	<500	500~1,000	1,000~2,000	2,000~10,000	>10,000	計測された Data と安全基準で Rank 付け
B. 運転、保守に関する努力							
No.	評価項目	Excellent	Good	Average	Poor	Bad	備考
		5点	4点	3点	2点	0点	
1	石炭の種類	粉炭でも良好な燃焼	塊炭で良好な燃焼	通常	粉炭でうまく燃焼できない	塊炭でもうまく燃焼できない	
2	HOB の整備状況	各項目に対し加点する					①炉壁、②火格子、③石炭投入口、④ダクト、⑤煙突 (それぞれが○であれば各1点を与える)
3	機器の整備状況	各項目に対し加点する					①Fan、②給水ポンプ、③熱交換器、④バルブ、⑤ダンパ (それぞれが○であれば各1点を与える)
4	計器類の整備	各項目に対し加点する					圧力計 (①HOB 側、②温水供給側)、温度計 (③HOB 側、④温水供給側)、④流量計 (それぞれが○であれば各1点を与える。設置されて無い時は0)

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  
プロジェクト事業完了報告書

5	Tube、配管の点検	定期的実施		行った事がある		やってない	点検結果をきちんと管理して。そのHOBの弱点部位を把握して、事故の発生防止に努めているか。
		資料が整備されている	資料が十分でない	点検結果が保管されている	点検結果が保管されていない		
6	環境装置	定期的実施		行った事がある		やってない	点検結果をもとに、どれ位の間隔で点検が必要かや、問題が発生したら点検するのかの指針が確率されているか。
		資料が整備されている	資料が十分でない	点検結果が保管されている	資料が整備されている	資料が十分でない	
7	HOB 故障時の対応	各項目に対し加点する					<ul style="list-style-type: none"> <li>①故障が発生した時の運転状態の記録があるか。</li> <li>②どのような処置をしたかの記録はあるか。</li> <li>③修理要領は自分達で作成できるか。</li> <li>④故障の範囲が拡大しないようどうすればよいかの指針はあるか。</li> <li>⑤再発防止対策は記録として残し、役立てているか。</li> </ul>
8	安全対策	各項目に対し加点する					<ul style="list-style-type: none"> <li>①消火器、②消火砂または消化栓、危険箇所の表示（③機械、④電気）、⑤安全標語の掲示（それぞれが○であれば各1点を与える）</li> </ul>
9	環境改善への工夫 (貯炭、灰捨場など)	各項目に対し加点する					<ul style="list-style-type: none"> <li>①炭塵が飛散しないよう対策をしているか。</li> <li>②Fly Ashが飛散しないよう対策をしているか。</li> <li>③HOBの室内は清浄か</li> <li>④換気装置などを備えているか</li> <li>⑤ボイラマンの健康管理は十分か</li> </ul>
10	運転員教育	定期的実施		行った事がある		やってない	運転員教育用の資料があるか。またその内容は十分か。
	教育の内容	内容が良い	内容が不足	内容が良い	内容が不足	資料がある場合	

## 2.4.2 省エネルギー

### 2.4.2.1 省エネルギーに関する技術移転

#### (1) カウンターパート向け講義

大気質庁、ウランバートル市都市開発計画局、火力発電所、科学技術大学などのカウンターパート、カウンターパート・ワーキンググループや協力者に加えて、HOB 運用・製造会社や工場等に声を掛けて、大気汚染対策・省エネルギーに関する講義を行った。

高橋専門家と檜垣専門家が 2010 年 10 月 11 日の省エネルギーに関する講義を担当し、10 月 5 日から 7 日の大気汚染対策に関する講義と合わせて延べ 52 人が受講した。

省エネルギーに関する講義の内容は以下の通りである（別添資料 2.4-11）。

- A) 日本の省エネルギー事情
  - 1. 省エネルギーの必要性
  - 2. 日本の省エネルギー
  - 3. 省エネルギーの管理体制
  - 4. 省エネルギー対策の取り進め方法
- B) 省エネルギー技術
  - 1. ボイラの省エネルギー
  - 2. エアコンプレッサーの省エネルギー
  - 3. ファンの省エネルギー
  - 4. 照明の省エネルギー
- C) 日本における省エネルギー対策例
  - 1. 省エネルギー対策事例 1
  - 2. 省エネルギー対策事例 2
  - 3. 省エネルギー対策事例 3

また、講義の際にアンケート用紙（図 2.4-19）を配り、講義の内容の理解度や業務への可能性について調査した。



持っていることが分かった。また、自由回答の中には自社の具体的な省エネルギー改善への協力を希望するものもあり、今後の活動におけるモデル工場として適していると考えられる。

表 2.4-13 省エネルギーに関する講義のアンケート結果

	受講者No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. 日本の省エネルギー事情	理解	2	-	1	3	2	-	1	2	2	-	2	1	2	1	1	2	2	2
	活用	1	-	1	3	2	-	1	1	2	-	-	-	-	-	1	2	-	2
2 省エネルギー技術(ボイラ)	理解	2	-	1	3	3	-	1	2	2	-	2	1	-	2	1	2	2	2
	活用	1	-	1	3	2	-	1	-	2	-	-	-	2	-	1	2	2	2
3. 省エネルギー技術 (エアコンプレッサー)	理解	3	1	1	4	2	-	1	-	2	-	2	1	2	2	2	2	2	2
	活用	2	1	1	3	2	-	1	-	2	-	-	-	-	-	2	2	3	2
4 省エネルギー技術(ファン)	理解	3	1	1	3	2	1	1	-	2	-	2	2	2	2	1	2	1	2
	活用	1	1	1	3	2	1	1	-	2	-	-	-	-	-	1	2	2	2
5. 省エネルギー技術(照明)	理解	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	2
	活用	1	1	1	1	2	1	1	-	2	1	-	-	-	-	1	2	1	2
6. 日本における省エネルギー 対策事例	理解	1	1	1	4	2	1	1	-	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2
	活用	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	-	-	-	-	1	2	2	2
	所属	A	M	H1	S	P	S	E	B	S	M	M	P	M	M	H1	H1	P	H2

所属	H1	: HOB運用会社	理解	1	: 十分理解できた
	H2	: HOB調達会社		2	: 概ね理解できた
	A	: 大気質庁		3	: あまり理解できなかった
	M	: 製造業		4	: ほとんど理解できなかった
	S	: 省エネ関連	-	: 無回答	
	P	: 発電所	活用	1	: 役に立つ
	E	: エネルギー関連		2	: 役に立ちそう
	B	: ビル所有者		3	: 役に立ちそうにない
		-		: 無回答・無関係	

(2) ボイラ事業者向けワークショップ

2011年10月21日にボイラ事業者向けワークショップを開催し、大気汚染防止対策および省エネルギーに関する講義を行った。

その中で、高橋専門家と檜垣専門家が、表 2.4-14 に示すモンゴル側に供与された省エネ診断用計測機器類の取り扱いに関する講義を実施した。

表 2.4-14 モンゴル側への供与省エネ診断用計測機器類

番号	名称	製造者	モデル番号	数量
1	Portable Data Logger and Accessories	GRAPHTEC Corporation (Japan)	midi LOGGER GL220	1 set
2	Clamp-on Current Sensor 1) Current Sensor - 1 2) Current Sensor - 2	U_RD CO. LTD (Japan)	1) CTT-36-CLS-CV500 2) CTT-16-CLS-CV100	4 4
3	Pressure Sensor and Power Unit 1) Pressure Sensor - 1 2) Pressure Sensor - 2 3) Power Unit for Pressure	NAGANO KEIKI CO. LTD (Japan)	1) KH25-173-251800***** 2) KM31-174-J7*690*****1 3) KR85-220*****1	1) 4 2) 4 3) 2
4	Clamp-on Circuit Tester and Accessories	HIOKI E.E. Corporation (Japan)	Clamp-on AC/DC HiTester (3288)	1 set
5	Portable Power Meter and Accessories	HIOKI E.E. Corporation (Japan)	Clamp-on Power HiTester(3169)	1 set
6	Portable Infrared Ray Thermometer	HIOKI E.E. Corporation (Japan)	Infrared Thermo HiTester (3419)	1
7	Portable Thermo-Couple Thermometer	FUSO Co. Ltd. (Japan)	FUSO-370	1
8	Infrared Thermography Camera and Accessory	NEC AVIO Infrared Ray Co. Ltd. (Japan)	Thermo Shot F30W	1 set
9	Portable Ultra-Sonic Leak Detector and Accessories	EXAIR Corporation (USA)	Ultra Sonic Leak Detector	1 set
10	Portable Vibration Detector (Portable Digital Stethoscope)	YAMATAKE Corporation (Japan)	AAM-PWPCH002	1 set
11	Portable Ultrasonic Flow Meter	TOKYO KEIKI INC. (Japan)	UFP-20	1 set
12	Exhaust Gas Analyzer and Accessories	Testo AG (Germany)	Testo350XL	1 set
13	Portable Smoke Detector and Consumable	HODAKA CO. LTD. (Japan)	Bacharach Smoke tester HT-1650	1 set

本講義内容は、これらの計測器類の取り扱いに係る以下の内容である。

- 機器の仕様
- 使用目的
- 省エネ診断での使用例
- 取り扱いに関する留意事項

**(3) カウンターパート向けワークショップ**

省エネルギー診断における診断手法と診断用計測器類の取り扱いに関する技術移転を更に進めるため、2011年11月30日にカウンターパート向けワークショップを開催した。テキストにはボイラ事業者向けワークショップで使用したものを使用したが、今回は更に実際の計測器類を使用し、これらを実際に取り扱うことで効果的に技術移転を行った。参加者は2名（AQDCC1名、BEEC1名）と少なかったが、終了後アンケート調査を行い、十分に講義の内容が理解されたことが確認された（表 2.4-16）。

表 2.4-15 アンケート調査票

氏名	
所属会社・団体名	

A：大変良く理解できた。  
 B：良く理解できた。  
 C：普通  
 D：余り分からなかった。  
 E：全く分からなかった。

番号	質問内容	回答				
		A	B	C	D	E
1	JICA が準備した省エネ診断用計測器類に何があるか理解できましたか？	<input type="checkbox"/>				
2	全体的に、省エネ診断用計測器類の取扱方法について理解できましたか？	<input type="checkbox"/>				
3	講義の内容は分かり易かったですか？	<input type="checkbox"/>				
4	取扱方法について良く理解できなかった計測器は何ですか？ (複数回答可)					
5	今後の活動で、有効に利用される（利用したいと思う）計測器は何ですか？ (複数回答可)					
その他何かご意見があれば記入して下さい。						

表 2.4-16 アンケート調査結果

番号	質問	受講者 A	受講者 B
1	JICA が準備した省エネ診断用計測器類に何かあるか理解できましたか？	A	B
2	全体的に、省エネ診断用計測器類の取扱方法について理解できましたか？	B	B
3	講義の内容は分かり易かったですか？	B	A
4	取扱方法について良く理解できなかった計測器は何ですか？（複数回答可）		
5	今後の活動で、有効に利用される（利用したいと思う）計測器は何ですか？（複数回答可）	サーモカメラ 放射温度計 データロガー 超音波漏洩検知器	サーモカメラ 放射温度計

注：項目 1～3 の評価は、表 2.4-15 参照

#### 2.4.2.2 省エネルギー診断

##### (1) 第 1 年次における簡易省エネルギー診断と省エネルギー組織

第 1 年次における火力発電所や工場等の簡易省エネルギー診断結果を表 2.4-17 にまとめた。

表 2.4-17 簡易省エネルギー診断結果

対象工場	簡易省エネルギー診断結果・対象工場としての適性
第2火力発電所	FDF (Forced Draft Fan) の電流計測が可能であり、VSD (Variable Speed Drive、インバーター) の適用を検討したい。計測場所の温度条件は外気とほぼ同レベルであることから、厳寒期には防寒対策を要する。なお、ボイラの改造が予定されており、その場合は計測診断を見送らざるを得ない。
第3火力発電所	電気に関しては、主要回転機は 6000 ボルトの高電圧であり、配電盤には計測端子が備えられていないことから、電流、電力計測は不可能につき、計測診断は難しいものと判断した。
第4火力発電所	監視制御設備は既に電子化されており、その電子データを入手して解析することにより省エネ提案を行うことは可能と考えるが、モンゴル最大の火力発電所であることから、自社の技術者による社内での検討が望ましいと考える。必要に応じて情報提供、意見交換を行う方向とする。
飲料工場 1	非常に近代的な製造装置が導入され、電子計測モニター制御も行われている。工場内の照明に対しては、不要時消灯や高効率ランプの採用など、省エネ対策が施されているものの、圧縮空気漏洩や蒸気バルブの保温などに対しては未着手である。対応してくれた技術者の意欲や技術レベルなどから判断すると、研修や実習指導などで更に省エネが進展するものと判断した。
食品工場 1	工場内に 2 つの製造建物があり、訪問当日は 1 つが製造停止状態で、もう 1 つは新設ラインの導入工事中であった。こちらも蒸気バルブや配管への保温が施されていない状態であることから、研修などにより省エネが進められるものと判断した。
煉瓦工場	白熱灯の高効率ランプへの交換や、受電力率の改善のための進相コンデンサの導入など、費用対効果の高い省エネ対策は積極的に進められていた。一方で、蒸気ラインやバルブはすべて保温の無い状態であった。研修などによって省エネ改善を行うことには非常に意欲的であった。
セメント工場	この工場はウランバートルから 40 分ほどの所に位置し、12 月から 4 月の間は厳冬期のため工場を休止することや、蒸気や圧縮空気等のユーティリティーを活用していないこともあり、診断対象としては不相当であると判断した。
鉄道修理工場	エアコンプレッサーは自社製作のレシプロ圧縮機 1 台のみで、特に計測診断する必要もないと判断し、空気漏洩検知を行ったところ数カ所見つかった。工場の責任者は省エネに対して非常に興味を示しており、今後の研修などの対象となると考えられる。
衣料品工場	バルブ、フランジ、配管等の保温といった蒸気の省エネ、圧縮空気漏洩箇所の修理といった圧縮空気システムの省エネやセントラルヒーティングシステムの省エネ等、かなりの省エネポテンシャルはあると考えられるが、定量的な省エネポテンシャルの算出のためには、詳細省エネ診断が必要となる。また、エネルギーコスト (電気料金、蒸気料金) が安いことは、省エネ対策のための設備投資の制約となるため、モンゴルにおける省エネルギー推進はかなり厳しいものと判断される。従って、この工場の省エネ対策としては先ず、設備投資を伴わないエネルギー使用管理の強化、また少額の設備投資で済む項目からとなる。
飲料工場 2	圧縮空気設備では多数の漏洩が確認され、蒸気設備では総てのバルブまたフランジの保温が無いなど、相当の省エネポテンシャルがあると判断した。本工場では、社長以下、省エネへの意識が高く、加えて、本プロジェクトに対

	<p>する期待も持っており、省エネ診断および省エネ指導のためのモデルサイトとしては、最適であると考えます。3月の計測診断実習に2~3日程度予定し、可能であれば大学のBEEC（後述）の参加も期待したい。ゆくゆくは、本工場が省エネまた環境対策のモデル工場となって、モンゴル全体の底上げに貢献できることを期待したい。</p>
食品工場 2	<p>改善点も見受けられ、省エネ可能率は大きいと思われるが、エネルギー使用量の絶対量が小さいことから、エネルギー使用削減量は小さいと思われる。工場の設備内容、操業状況、また担当者の技術レベルの問題もあり、今回の省エネ計測診断のモデルサイトとしては適当ではないと思われる。</p>
オフィスビル	<p>照明および事務所内での電気使用の省エネ対策については、積極的に進められており、更に効果を上げること、また他への水平展開を期待したい。冷房能力不足の問題を抱えているが、省エネの範疇で対応できるかどうかは定かではない。</p>
エネルギー企業	<p>企業グループのエネルギー部門であり、省エネ意識や省エネに関する知識も高く、複数のグループ企業の省エネ診断を打診されたが、その中から適切な企業を選定して診断を行うことが妥当と判断した。</p>
HOB3ヶ所	<p>HOBでの省エネについて、回転機械（ファン及びポンプ）に関しては、電力使用量も少ないことによる費用対効果面、また計測作業面（センサーの接続等）からも難しいと判断した。</p>

また、2つの省エネルギーセンターを訪問して、その活動について調査した（表 2.4-18）。

表 2.4-18 モンゴル国の省エネルギーセンター

機関名	設立・組織、省エネ活動など
Energy Conservation Center (ECC)	<p>－UNDP の資金提供で Mongolian Association of Civil Engineers (モンゴル土木技術協会) の組織内に、建設関係技術者や一般市民を対象とした NGO として 2001 年に設立</p> <p>－事務所には代表の Gantumur Baasankhuu 氏の他、2 名の職員が常駐</p> <p>－ゲルの暖房用石炭消費量削減を主目的として、アジア開発銀行などの資金供与による保温強化ゲルの設置や、普及のための広報活動などを行っている。</p> <p>－チンゲルテイ地区の第 9 と第 11 ホローの保温強化ゲルの設置と既存ゲルの保温強化支援を行い、効果としては暖房用石炭消費量が半減し(平均的なゲルで、年間 5→2.5 トン)、大気汚染防止にも大きく寄与した。</p>
Building Efficiency Center (BEEC)	<p>－UNDP の資金提供で Building Energy Efficiency Project (BEEP) が発足し、科学技術大学内に BEEC として NGO 組織を立ち上げ</p> <p>－BEEC の事務所は、ウランバートルに 4 箇所あり、上記の EEC もその中の 1 箇所である。</p> <p>－常勤職員は代表の Munkbayar Buyan 氏の他、1 名。また業務の状況に応じて、臨時で技術者や学生などを活用して業務を実施</p> <p>－所管官庁は運輸建物インフラ省で、既に制定されている National Building Code に基づき、戸建の住宅から大型のビルまで、補助金交付や利子補給のための、設計段階での省エネレベルの認定(エネルギーパスポート)と、完成してから 1 年後の実態確認検査などを行っている。</p> <p>－省エネルギーに係るビルの基準作りも主な活動であり、UNDP の BEEP は 2013 年迄のプロジェクト。</p> <p>－計測器は放射温度計、赤外線温度カメラ、データロガー、超音波式流量計(温水の供給、戻り温度も計測し熱量計として使用)、などを保有して活用している。</p>

**(2) 第 1 年次における詳細省エネルギー診断の実施**

省エネルギー診断技術のモンゴル側への技術移転、また省エネルギー診断用計測機器の取扱の技術移転、更に工場の省エネポテンシャルの把握のため、飲料工場 1 と衣料品工場の 2 工場において、事前の省エネルギー診断計画(別添資料 2.4-12)に基づき、以下の通り、計測機器を使用して、各々 2 日間、省エネ診断を実施した。

なお、省エネルギー診断先の選定については、大気質庁にお願いし、先方の了解が得られた工場において、診断を実施した。

それらの省エネルギー診断内容については、表 2.4-19 に、また省エネルギー診断結果については、表 2.4-20 にまとめた。

表 2.4-19 第 1 年次における詳細省エネルギー診断の実施内容

診断先	事前説明	診断実施日	診断対象設備	主な使用計測器	モンゴル側参加者
衣料品工場	2011 年 1/11	2011 年 3/10~3/11 (2 日間)	ユーティリティー設備（蒸気、温水、圧縮空気、照明等の設備）	①データロガーおよび電流、圧力センサー ②超音波流量計 ③サーモカメラ ④超音波漏洩検知器 ⑤その他	AQDCC：2 名 BEEC：1 名 工場関係者
飲料工場 1	2011 年 1/7	2011 年 3/16~3/17 (2 日間)	同上	①データロガーおよび電流、圧力センサー ②サーモカメラ ③超音波漏洩検知器 ④その他	AQDCC：2 名 BEEC：1 名 工場関係者

表 2.4-20 第 1 年次における省エネルギー診断結果

省エネルギー診断実施工場	省エネルギー診断結果
衣料品工場	<p>本工場は、カシミア製品の縫製工場であり、蒸気については、第 3 火力発電所より供給を受けている。</p> <p>省エネルギー診断結果に基づく、主な改善提案内容は、次の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 蒸気システムの放散熱ロスの改善（保温の改善）</li> <li>2) 圧縮空気の漏洩箇所修理</li> <li>3) 圧縮空気の冷却空気温熱の活用</li> </ol> <p>この診断結果を報告書にまとめ、後日訪問し、その内容を説明した。</p>
飲料工場 1	<p>本工場では、ビール、ウォッカ、ミネラルウォーター等を製造する工場であり、蒸気については、第 3 火力発電所より供給を受けている。</p> <p>省エネルギー診断結果に基づく、主な改善提案内容は、次の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 蒸気システムの放散熱ロスの改善（保温および配管の改善）</li> <li>2) 圧縮空気の漏洩箇所修理</li> <li>3) 圧縮空気圧力の低下</li> </ol> <p>この省エネルギー診断結果を報告書にまとめ、後日訪問し、その内容を説明した。</p>

省エネルギー診断の実施に際しては、診断用計測器の取り付けおよび操作をモンゴル側参加者に説明の上、それらを実施させることで、OJT による計測器の使用方法の教育を行った（図 2.4-20 および図 2.4-21）。



図 2.4-20 省エネルギー診断時の OJT 状況  
(データロガーを使用した計測)



図 2.4-21 省エネルギー診断時の OJT 状況  
(超音波漏洩検知器による圧縮空気の漏洩検知)

### (3) 第 2 年次における省エネルギー診断の実施

第 1 年次と同様に、省エネルギー診断の実施に際しては、カウンターパートの担当者も同行し、省エネルギー診断手法の技術移転（診断手法および計測器類の取り扱い）のための OJT を行った。

なお、第 2 年次における省エネルギー診断内容については、表 2.4-21、また省エネルギー診断結果については、表 2.4-22 の通りであるが、工場の設備内容、エネルギー使用状況等から、事前調査での訪問の段階で、連続計測診断を取り止め、簡易診断に変更した工場もある（製パン工場およびケーキ製造工場）。

表 2.4-21 第 2 年次における省エネルギー診断の実施内容

診断先	事前説明	診断実施日	診断対象設備	主な使用計測器	モンゴル側参加者
乳製品工場 (詳細診断)	2011 年 3/18	2011 年 6/8	ユーティリティー設備（蒸気、温水、圧縮空気、照明等の設備）	①データロガーおよび電流、圧力センサー ②サーモカメラ ③超音波漏洩検知器 ④その他	AQDCC：1 名 工場関係者
製粉工場 (詳細診断)	2011 年 3/9	2011 年 6/10	同上	①データロガーおよび電流、圧力センサー ②サーモカメラ ③超音波漏洩検知器 ④その他	AQDCC：1 名 工場関係者
製パン工場 (簡易診断)	-	2011 年 10/22	全般	-	AQDCC：1 名 工場関係者
ケーキ製造工場 (簡易診断)	-	2011 年 10/23	全般	-	AQDCC：1 名 工場関係者
第 3 火力発電所	-	2011 年 10/29	第 8 号ボイラおよび給水/蒸気配管	①サーモカメラ ②表面温度計	AQDCC：1 名 工場関係者

表 2.4-22 第 2 年次における省エネルギー診断結果

省エネルギー診断実施工場	省エネルギー診断結果
乳製品工場	<p>本工場は、ヨーグルト、生乳等を製造する工場であり、蒸気については、第 4 火力発電所より供給を受けている。</p> <p>省エネルギー診断結果に基づく、主な改善提案内容は、次の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 蒸気システムの放散熱ロスの改善（保温および配管の改善）</li> <li>2) 圧縮空気システムの運転方法改善および設備改善</li> <li>3) 圧縮空気の漏洩箇所修理</li> </ol> <p>この診断結果を報告書にまとめ、後日訪問し、その内容を説明した。</p>
製粉工場	<p>本工場は、小麦粉、パスタ類等を製造する工場であり、蒸気については、第 4 火力発電所より供給を受けている。</p> <p>省エネルギー診断結果に基づく、主な改善提案内容は、次の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 蒸気システムの放散熱ロスの改善（保温および配管の改善）</li> <li>2) 圧縮空気配管接続による 2 系統の圧縮空気システムの一体化による空気圧縮機の運転の効率化</li> <li>3) 圧縮空気の漏洩箇所修理</li> </ol> <p>なお、本工場では蒸気を第 4 火力発電所から受け入れているが、2t/h の定量受け入れ契約となっており、蒸気の省エネルギーを実施してもコストが下がらないという問題があり、省エネルギー推進のためには契約内容の変更が必要である。</p> <p>この省エネルギー診断結果を報告書にまとめ、後日訪問し、その内容を説明した。</p>
製パン工場	<p>本工場は、パン、ビスケット等を製造する工場であるが、製造ラインのオープン熱源は総て電気であること、空気圧縮機はあるが、小型でしかも製造ラインの稼働に合わせた運転であること等から、簡易診断とし、診断後、改善箇所について助言を行った。</p> <p>主な助言内容は、次の通り。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 温水配管の保温実施の経済性</li> <li>2) 電気オープンの老朽化更新時の高効率オープンへの取替え</li> </ol>
ケーキ製造工場	<p>本工場は、手作りでケーキを製造する工場であるが、小型のオープンの熱源は総て電気であること等から、簡易診断とし、診断後、改善箇所について助言を行った。</p> <p>主な助言内容は、次の通り。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 不要照明の消灯</li> <li>2) 温水配管の保温実施の経済性</li> </ol>
第 3 火力発電所	<p>8 号ボイラにおいて、ボイラ本体、付属機器、配管類からの熱放散の状況に着目し、サーモカメラ、放射温度計等を使用し、診断を行った。診断結果については、保温、断熱の不良箇所が見受けられるとともに全体的に表面温度が若干高いものの、ボイラ効率に与える影響は、左程大きくないとの結論である。</p> <p>本診断結果を診断報告書にまとめ、第 3 火力発電所に提出した。</p>

**(4) 第3年次における省エネルギー診断の実施**

第3年次において実施した省エネルギー診断の実施内容については、表 2.4-23 に、また、その省エネルギー診断結果を表 2.4-24 にまとめた。これらの省エネルギー診断結果報告書を別添資料 2.4-13 に示す。

表 2.4-23 第3年次における詳細省エネルギー診断の実施内容

診断先	事前説明	診断実施日	診断対象設備	主な使用計測器	モンゴル側参加者
製パン工場	2012年 10/9	2012年 10/12	ユーティリティー設備（蒸気、温水、圧縮空気、照明等の設備）	①サーモカメラ ②超音波漏洩検知器 ③照度計 ④その他	AQDCC：1名 工場関係者
飲料工場2	2012年 10/10	2012年 10/16~10/17 (2日間)	同上	①データロガーおよび 圧力、温度センサー ②サーモカメラ ③超音波漏洩検知器 ④照度計 ⑤その他	工場関係者

表 2.4-24 3年次の詳細省エネルギー診断結果

省エネルギー診断実施工場	省エネルギー診断結果
製パン工場	<p>本工場は、各種菓子パン類、クッキー等を製造する工場であり、蒸気、温水については、工場内に蒸気ボイラおよび温水ボイラを有している。</p> <p>省エネルギー診断結果に基づく、主な改善提案内容は、次の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 圧縮空気圧力の低下</li> <li>2) 圧縮空気漏洩箇所の修理</li> <li>3) 照明の改善</li> </ol> <p>この診断結果を報告書にまとめ、後日訪問し、その内容を説明する。</p>
飲料工場2	<p>本工場は、各種ジュース類、ミネラルウォーター等を製造する工場である。</p> <p>省エネルギー診断結果に基づく、主な改善提案内容は、次の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 蒸気システムの放散熱ロスの改善（保温の改善）</li> <li>2) 圧縮空気圧力の低下</li> <li>3) 圧縮空気漏洩箇所の修理</li> <li>4) 圧縮空気システムの設備改善（インバーター機の導入）</li> <li>5) 照明の改善</li> </ol> <p>この省エネルギー診断結果を報告書にまとめ、後日訪問し、その内容を説明する。</p>

**(5) 省エネルギーのポテンシャル**

省エネルギー診断を実施した 9 工場の中で、質問票が提出され、年間エネルギー使用量のデータが入手できた 5 工場について、省エネルギー診断結果を基に、省エネルギー提案を行った項目で、定量評価可能な項目に限定して、それらの対策実施による省エネルギーのポテンシャル（削減率）を表 2.4-25 にまとめた。

表 2.4-25 省エネルギー診断による提案項目の実施による省エネルギーのポテンシャル

番号	省エネ診断 実施工場	蒸気（発電所より供給）			電力			石炭（ボイラ用）		
		年間使用量 Gcal	削減量 Gcal	削減率 %	年間使用量 kWh	削減量 kWh	削減率 %	年間使用量 ton	削減量 ton	削減率 %
1	衣料品工場	9,565	795	8.3	4,770,648	95,200	2.0	-	-	-
2	飲料工場 1	58,384	314	0.5	7,353,696	45,000	0.6	-	-	-
3	乳製品工場	8,623	1,572	18.2	4,474,360	74,000	1.7	-	-	-
4	製パン工場	-	-	-	12,507,950	59,400	0.5	50	0	0
5	飲料工場 2	-	-	-	5,064,983	115,370	2.3	6,942	79.7	1.1
	合計	76,572	2,681	3.5	34,170,637	388,970	1.1	6,992	79.7	1.1

注：削減率の合計欄は、加重平均

但し、以下の理由から、本表に示す削減率に比べ、実際のエネルギー使用削減のポテンシャルは更に大きい。

- 省エネ診断の対象は、ユーティリティー設備（蒸気設備、温水設備、圧縮空気設備、照明設備、等）であり、生産設備については、製品品質への影響等を考慮し、基本的には診断対象外としていること。
- ユーティリティー設備についても、その総ての範囲を診断対象とすることはできないため、範囲を限定して診断を実施していること。
- 省エネルギー効果が定量化できない項目については含まれていないこと。

また、工場によって省エネルギーに対する意識の差はあるが、省エネルギー診断を実施した工場の中では、省エネルギーの管理、推進体制が確立されている工場はなく、全体的に省エネルギーに対する認識は低い。今後の省エネルギーの管理体制が確立を含む省エネルギー対策の推進により大幅なエネルギー使用量の削減が図れるものと考えられる。

工場全体として、今後、省エネルギー対策を推進した場合の省エネルギーのポテンシャルは、以下の通りと推定される。

1) 蒸気

第 3 発電所および第 4 発電所より周辺の約 100 の工場に 10 bar 程度の圧力の蒸気が合計で約 100 t/h 送気されており、表 4-22 の蒸気を使用する 3 工場はそれぞれの発電所より蒸気の供給を受けている工場である。

蒸気の削減率の加重平均は、3.5%であるが、提案の項目の工場内他場所への水平展開、定量評価できない項目等の実施を考慮すれば、10%程度の省エネポテンシャルがあるものと思われる。なお、第 3 および第 4 火力発電所から蒸気の供給を受けている他工場も含めて、全体として 10%の蒸気使

用量が削減されるとすれば、これによる発電所での石炭使用量は、年間 10,000~15,000 トン程度が削減されると推定される。

## 2) 電力

電力の削減率の加重平均は、1.1%であるが、同様に提案の項目の工場内他場所への水平展開、効果の定量評価ができない項目等の実施を考慮すれば、この 2~3 倍の省エネポテンシャルがあるものと思われる。

なお、ウランバートル市全体で、消費電力の 1%が削減されるとすれば、火力発電所で、年間 40,000~50,000 トン程度の石炭使用量が削減されると推定される。

## 3) 石炭

発電所から離れた工場で、蒸気、温水の供給が受けられないため、工場内にボイラを有する 2 工場で石炭が使用されている。削減率の加重平均は 1.1%であるが、同様にこの 2~3 倍の省エネポテンシャルがあるものと推定される。

### **(6) 火力発電所の省エネ効果による大気汚染物質濃度低減効果の検証**

工場の省エネ対策で第 4 火力発電所からの蒸気量が削減されることにより、火力発電所の石炭使用量が 1.26%削減されると想定される。そこで、すべての火力発電所について同様の石炭使用量の削減効果があったと仮定して、省エネ効果による PM<sub>10</sub>濃度の低減効果を検証した。その結果、省エネ対策前後における PM<sub>10</sub>の最大濃度は 1.28%下がった。

### **2.4.3 大気汚染対策診断及び省エネルギー診断に関する協議**

表 2.4-26 及び表 2.4-27 に示すとおり、合計 26 回の大気汚染対策診断、省エネ診断を実施した。その診断結果に基づき、ボイラ測定孔の設置、燃焼改善、省エネ診断などについて、ボイラ所有者、運転員及び工場担当者と議論し、その結果を議事録としてとりまとめた（別添資料 2.4-14）。

表 2.4-26 大気汚染対策に関する診断内容（火力、HOB）

	対象施設	形式	診断内容	診断時期
1	第3火力	220t/h ボイラ	熱バランス測定	2010年12月
2	鉄道修理工場	BZUI-100	熱バランス測定	2010年12月
3	No.41 School	MUHT	熱バランス測定	2010年12月
4			サイクロン捕集効率	2011年2月 2012年10月（サイクロン分解・清掃後に測定）
5	No.37 School	E1.4	炉内ドラフト、排ガス損失熱	2011年6月
6	No.37 School	E1.4	HOB 供給熱量	2011年6月
7	No.88 School	KBPO07KB	炉内ドラフト	2012年1月
8	No.106 School	Thermocholor-0.3	排ガス損失、炉内ドラフト	2012年1月
9	No.60 School	MUHT	サイクロン捕集効率	2012年1月 2012年10月（サイクロン分解・清掃後に測定）
10	No.114 School	WWGS-0.35	サイクロン捕集効率	2012年1月
11	No.46 School	KCR-300	温水供給熱量	2012年1月
12	Ger Stove	Ger Stove 全般	集塵装置（A社製）	2013年1月
13			集塵装置（B社製）	
14			集塵装置（C社製）	
15			集塵装置（D社製）	
16	HOB メーカー （ドルニチェ）	HOB 用サイクロン	サイクロンの現状	2012年11月
17			新しいサイクロンの設計	2013年1月

表 2.4-27 省エネルギーに関する診断内容（工場、火力）

	施設	診断内容	診断時期
18	APU 工場	省エネポテンシャル診断 (主な診断対象設備：蒸気設備、温水設備、圧縮空気設備、照明設備)	2011 年 3 月
19	ゴビ工場		2011 年 3 月
20	Milk JSC 工場		2011 年 6 月
21	Altan Taria 工場		2011 年 6 月
22	UGUUJ-Sweet & Biscuit 工場	ウォークスルー省エネ診断	2011 年 9 月
23	Jurur 工場	ウォークスルー省エネ診断	2011 年 9 月
24	第 3 火力	ボイラまわりの保温、断熱診断	2011 年 9 月
25	MCS Coca-Cola	省エネポテンシャル診断 (主な診断対象設備は、上記と同じ)	2012 年 10 月
26	Stimo		2012 年 10 月

## 2.5 環境行政への成果の活用（成果5）

### 2.5.1 会合、セミナー・ワークショップ及び研修

成果5の活動では、大気質庁及び関係機関が成果1から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ために、会合、セミナー・ワークショップ及び研修を開催・実施した（表2.5-1）。

ボイラ登録管理制度に係るセミナーとワークショップの詳細については2.3で、第1回～第7回の合同調整委員会については1.6で記述している。

次節以降で、インセプション・レポートに係るワークショップ（2.5.2）、環境行政本邦研修（第1年次～第3年次）（2.5.3）、プロジェクト活動紹介セミナー（第1回、第2回）（2.5.7.1）及び総括セミナー（2.5.7.5）について説明する。

表 2.5-1 会合、セミナー・ワークショップ及び研修

会合、セミナー・ワークショップ及び研修名	開催・実施時期	主な内容
インセプション・レポートに係るワークショップ	2010年4月9日	C/P 及び C/P-WG のメンバにインセプション・レポートを用いて、プロジェクトの内容が説明された。
第1回合同調整委員会会合	2010年4月15日	インセプション・レポートについて説明・協議が行われた。C/P-WG のメンバ及び Participants のリストを承認された。
環境行政本邦研修（第1年次）	2010年10月16日～10月30日 (15日間)	ウランバートル市におけるボイラ登録管理制度案の構築を課題として研修が実施された。
第2回合同調整委員会会合	2011年1月5日	プロGRESS・レポート1が承認された。PDM の大気汚染対策検討ケース数が「20」に決められた。
ボイラ登録管理制度セミナー	2011年2月11日	ウランバートル市におけるボイラ登録管理制度について関係者が協議した。
ボイラ登録ワークショップ兼 第1回ボイラ登録管理制度説明会	2011年9月21日	ボイラ登録管理制度の開始に当たって、ボイラ事業者を含む関係者に対して、制度の内容について説明が行われた。
第3回合同調整委員会会合	2011年9月23日	プロGRESS・レポート2が承認された。ボイラ登録管理制度の課題について協議が行われた。自立発展性を担保するためにマトリックスについて説明・協議が行われた。
環境行政本邦研修（第2年次）	2011年10月16日～10月29日 (14日間)	発電所とウランバートル市の間の公害防止協定の締結等を課題として研修が実施された。
第4回合同調整委員会会合	2011年12月2日	中間レビュー結果の報告・承認が行われた。ボイラ登録管理制度の進捗が報告された。
プロジェクト活動紹介セミナー（第1回）	2012年6月13日	市庁舎の1階で、測定機材を展示し、ニュースレターを配付することによって一般市民に対する啓発を行った。
プロジェクト活動紹介セミナー（第2回）	2012年9月28日	ウランバートル市中心部の広場にテントを設置して、測定機材を展示し、ニュースレターを配付することによって一般市民に対する啓発を行った。
第5回合同調整委員会会合	2012年10月22日	プロGRESS・レポート3が承認された。
第6回合同調整委員会会合	2012年12月7日	終了時評価結果の報告・承認が行われた。大気汚染対策案の説明・協議が行われた。
第7回合同調整委員会会合	2013年2月1日	プロジェクト事業完了報告書案の説明・協議が行われた。
総括セミナー	2013年1月31日	プロジェクトの成果が大気汚染対策の関係者等に発表された。

### 2.5.2 インセプション・レポートに係るワークショップ

プロジェクト開始直後の 2010 年 4 月 9 日に C/P-WG メンバの候補者及び関係者、約 40 名を集めてインセプション・レポートの内容を説明・協議するためのワークショップを開催した。成果 1 から成果 5 のための各活動の内容に加えて、本プロジェクトの特徴についても説明した。図 2.5-1 にワークショップにおけるプレゼンテーションの抜粋を示す。

本プロジェクトの主な特徴は以下の点である。

- モンゴル側の人材育成・大気汚染対策能力強化を目的としたプロジェクトである。
- 一般的なプロジェクトとは異なり、JICA 専門家がカウンターパートの中に入り、協働することによってプロジェクトを遂行する。
- 発生源から大気環境濃度に亘る大気汚染現象の中、大気汚染物質の発生源に焦点を当てる。
- 様々な発生源種類の中、特に大中規模ボイラに重点を置く。
- 大中規模ボイラに重点を置くものの、ゲルストーブ、自動車等の他の発生源を対象とする活動もある。
- モンゴル側はカウンターパートである大気質庁に加えて複数の関係機関から成る C/P-WG を形成する。
- 日本側も専門家チームと JICA 本部・モンゴル事務所が協力し、他の JICA プロジェクトとのシナジー効果を発揮することを図る。

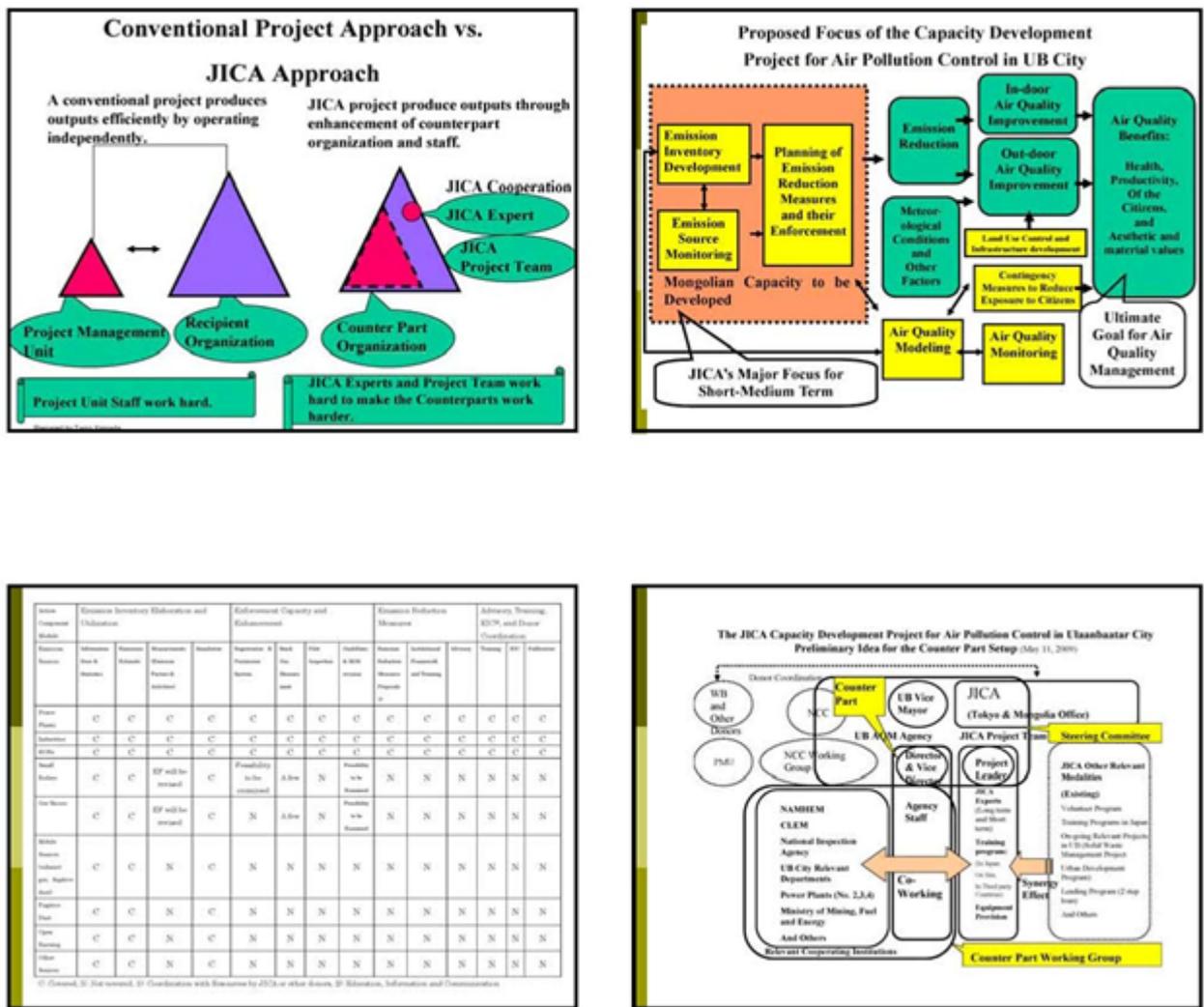


図 2.5-1 本プロジェクトの特徴

## 2.5.3 環境行政本邦研修

### 2.5.3.1 第1年次

#### (1) 研修生

大気質庁だけでは大気汚染行政を実施できないという認識の基に、本プロジェクトではカウンターパート・ワーキンググループ（CP/WG）及び協力者（Participants）を設置した。

2010年10月に第1年次の環境行政本邦研修を実施するに当たり、カウンターパートである大気質庁が、複数のJCCメンバ及びCP/WGメンバ機関から研修候補生を推薦した。専門家は研修候補生を集めて、研修内容について説明し、その後、専門家が一人一人の研修生にヒアリングを行い、研修生を選定した（表2.5-2）。

今回の研修では、大気汚染行政に関係する複数機関の研修生が、同時期に同じ研修に参加し、共通の課題について協議を行い、共通認識を醸成すると共に異なる機関の間の連携を図ることが一つの目的であった。

当初は大気質庁副長官のバツサイハン氏も参加して、研修生をまとめる予定であったが、研修開始直前になって、モンゴル国内での業務の都合で参加できなくなり、ウランバートル市都市開発計画局のツォグサイハン氏が代わりを務めた。

表 2.5-2 研修生（第1年次）

研修生		所属先
研修生 1	Ms. SARAN Byambaa	Ministry of Nature, Environment and Tourism, Environment and Nature Resources Department, Deputy Director
	サラン	自然環境・観光省環境自然資源局副局長
研修生 2	Mr. NYAMDORJ Tserensodnom	Metropolitan Specialized Inspection Agency, Head of Environment, Tourism, Geology and Mining Inspection Department
	ニヤムドルジ	ウランバートル市監査庁環境、観光、地質、鉱物監査局局長
研修生 3	Ms. BOLORMAA Gombodorj	Ministry of Road Transport, Construction and Urban Development, Department for Urban Development and Land Affairs Policy, Senior Specialist
	ボロルマア	道路交通建設・都市開発省都市開発・土地政策局上級専門官
研修生 4	Ms. DAVAASUREN Damdin	Ministry of Mineral Resources and Energy, Fuel Policy Department, Senior Officer
	ダバスレン	鉱物資源エネルギー省燃料政策局上級職員
研修生 5	Mr. TSOGTSAIKHAN Chultemsuren	Governor Office of the Capital City, Urban Development Policy Department, Senior Officer for Ecology and Energy Issues
	ツォグサイハン	ウランバートル市都市開発計画局環境・エネルギー担当上級職員

## (2) 研修課題

第1年次の研修では、「モンゴル国におけるボイラ登録制度案を作成する」という具体的な課題を研修生に与えて、研修最終日に発表会を行うこととした。

研修課題については、モンゴル国内での研修内容の説明の際と研修初日の2回説明を行い、研修課題の意味と目的とよく理解できるように配慮した。

ボイラ登録制度を策定することによって、行政が HOB 等のボイラの排出源管理を実施することができるようになるという意味で、ボイラ登録制度は大気汚染物質排出源管理（固定発生源）における最も重要な基礎である。ボイラ登録の際に大気汚染行政が関与することによって、大気環境に悪影響を与えるボイラを規制し、逆に、環境に優しいボイラの普及を促進することが可能となる。

また、固定発生源インベントリを作成するために、毎年、大がかりな HOB 訪問調査を実施することは効率的ではない。調査対象のボイラが自動的に更新される仕組みが必要である。例えば、ボイラの新設・更新・廃止を届け出なければ運転できない制度があれば、その情報を使って、大気汚染発生源調査を行う必要があるボイラを特定できる。本プロジェクトでは未だ、HOB の全数リストを入手できていない。

大気汚染発生源調査対象ボイラが自動的に把握できるボイラ登録制度案を作成することを課題とする。もし、既に同等の制度がある場合は、その詳細を取りまとめる。ただし、その制度がうまく機能していないようであれば、課題とその対策について検討する。

また、この研修で期待される到達目標を以下の通り設定した。

1. 日本の大気汚染行政の枠組を理解する。
2. 大気汚染行政における中央政府の役割を理解する。
3. 大気汚染行政における地方自治体の役割を理解する。
4. 大気汚染行政における事業者の役割を理解する。
5. 大気汚染行政における研究機関の役割を理解する。
6. ウランバートル市の大気汚染行政における関係機関の連携について考察する。

研修初日にはプログラムオリエンテーションに加えて、「プロジェクト概要とボイラ登録制度の重要性」や大気汚染防止法を中心とした「日本の大気汚染行政の概要」に関する講義を行い、「ボイラ登録制度に必要な項目」を専門家から提示して、研修生のボイラ登録制度案協議の叩き台として、研修第1週目の終わりに第1案を提示するように指示した。

研修第1週目の終わりには専門家が作成した案と大気質庁のバッサイハン氏が別途、日本で研修中であったムフツォグ長官と相談して作成した案とを併せて、研修生の間で議論を行った。

最終的に研修生が作成したボイラ登録制度案を作成した。

全体を分けて、「法制度整備について」や「地方レベルでのボイラ登録制度構築について」といった項目を設けたのは研修生の発案であった。

また、「他の法律に合わせること」といった記述も多く、具体的な提案内容になっていない点や担当機関をプロジェクトチームとしている項目が多い点など、未だ不十分な点も見られるが、関係機関の研修生が短期間にボイラ登録案を作成したことは評価できた。

ボイラ登録管理制度に関しては、この環境行政本邦研修で作成した案が基となって、市長令が発行され、実施されたことは2.3で記述した通りである。

### (3) 研修日程

第1年次の研修日程を表 2.5-3 に示す。

表 2.5-3 研修日程 (第1年次)

日付	曜日	午前 午後	内容	講師	到達 目標	会場
10/16	土	—	移動:ウランバートル→東京	—	—	—
10/17	日	—	休日	—	—	—
10/18	月	午前	ブリーフィング	TIC	—	TIC
		午後	講義:【プログラムオリエンテーション】 講義:【日本の大気汚染行政の概要】 講義:【研修中の課題の説明】 日本の大気汚染に関連する法律・組織 の関係について復習し、研修中の課題 について説明する	山田 泰造専門員 (JICA 国際協力専 門員)、 深山 暁生 (総括/大気汚染対 策)	1	(株) 数理 計画
10/19	火	午前	講義:【環境省の大気汚染行政】 国の機関である環境省の管轄する大気 汚染行政について学ぶ。	手島課長補佐	2	環境省
		午後	講義:【東京都の大気汚染行政】 日本の首都であり、大気汚染行政にお いて環境省に匹敵する重要な役割を果 たしてきた。行政規模や国との関係にお いてウランバートル市と類似点が多い。	小柴係長他	2、3	東京都
10/20	水	午前	講義:【川崎市の大気汚染行政】 川崎市は京浜工業地帯の一部であり、 激しい公害を克服してきた歴史を持つ。 企業との交渉・協定等が参考になる。	加藤主査他	2、3	川崎市公害 監視センタ ー
		昼	見学:京浜工業地帯展望	—	4	川崎マリエ ン
		午後	講義・見学:【川崎市の発生源監視 (展望台からの工業地帯概観を含む)】 自動連続測定による工場発生源監視の 状況や展望台から京浜工業地帯を一望 し、その様な状況で大気汚染を克服して きたことを実感してもらう。	加藤主査他	2、3	川崎市公害 監視センタ ー
10/21	木	午前	講義:【日本の大気汚染行政について】 東京都などでは現職の職員は激しい大 気汚染を経験していないので、東京都 環境職員 OB に過去の実態を聴く。その 中で、企業をどうやって規制していった のかについて経験談を聴き、ウランバ ートル市での課題について協議する。	二瓶 久雄氏 (元東京都環境担 当職員)	1、6	(株) 数理 計画
		午後	見学:【JFE スチール(株)東日本製鉄所 (京浜地区)】 先に訪問した川崎市内にあり、重要な 大気汚染発生源である製鉄工場がいか に徹底した大気汚染対策を実施してい るかを実感してもらう。	JFE スチール (株) 見学チーム	4	JFE スチ ール(株) 東 日本製鉄所
10/22	金	午前	見学:【東京電力(株)常陸那珂火力発 電所】 最新鋭の石炭火力発電所の設備を見学	大内副長他	4	東京電力 (株) 常陸

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  
プロジェクト事業完了報告書

			して、石炭火力発電所でもここまで対策ができることを実感してもらおう。			那珂火力発電所
		午後	講義:【研修課題の中間確認】 研修中の課題の検討状況について確認して、日本の情報等で必要なものがあれば提供する。	深山 暁生 (総括/大気汚染対策)	6	(株) 数理計画
10/23	土	午前	移動:東京→札幌	—	—	—
		午後	資料整理、研修課題検討	—	6	—
10/24	日	終日	資料整理、研修課題検討	—	6	—
10/25	月	午前1	講義:【北海道庁の大気汚染行政】 ウランバートル市と類似した寒冷地である北海道における大気汚染対策について学ぶ。	千葉課長他	2、3	北海道庁
		午前2	講義:【環境科学研究センターとの連携】 地方自治体の環境科学研究センターとの連携について学ぶ。	芥川主査他	5	環境科学研究センター
		午後	講義:【札幌市の大気汚染行政】 家庭の石炭ストーブ等の石炭燃焼による大気汚染を克服した経緯について学び、ウランバートル市での対策について議論する。	高田係長 小野職員	2、3	札幌市
10/26	火	午前	見学:【地域熱供給公社】 ウランバートル市でも将来的に実施する可能性のある熱供給公社を見学する。	舟津センター長他	2、3	地域熱供給公社
		午後	移動:札幌→東京	—	—	—
10/27	水	午前	見学:【出光石炭・環境研究所】 石炭利用について、どの様なテーマの研究を行えばよいかを見学する。	小野チームリーダー	5	出光石炭・環境研究所
		午後	講義:【(財)石炭エネルギーセンター(JCOAL)】 日本のクリーンコール技術について学ぶ	石井主査	5	JCOAL
10/28	木	午前	講義:【石炭燃焼管理】 産業技術総合研究所の前身の資源環境研究所で長年に亘り、石炭燃焼と大気汚染対策に取り組み、通産省(経産省の前身)に出向した経験のある研究官OBに、大気汚染行政と研究機関の関わりや研究機関の必要性について聴く。	城戸 伸夫氏 (元産業技術総合研究所総括研究官)	5、6	(株) 数理計画
		午後	講義:【大気汚染対策】 同上 ※残念ながら現在、同研究所で石炭燃焼を専門に扱う部署は無い。 講義:【研修生による課題の取りまとめ】 翌日の研修成果発表の準備をする。 Mukhtsog 長官参加。	城戸 伸夫氏 (元産業技術総合研究所総括研究官) 研修生	5、6	(株) 数理計画
10/29	金	午前	講義:【研修成果発表会(TV会議)】 研修課題に対する成果をJICAで発表する。 TSLの概要について(平野職員)	研修生、 バツサイハン氏、 ムンフツォグ氏、 山田 泰造専門員	6	TIC

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  
プロジェクト事業完了報告書

				(JICA 国際協力専門員)、 平野職員 (JICA 東・中央アジア部 東アジア課)、 深山 暁生 (総括/大気汚染対策)、 南職員 (JICA モンゴル事務所 Representative)、 ソロンゴ氏 (JICA モンゴル事務所 Program Administrative Officer)、 田畑 亨 (固定発生源インベントリ/シミュレーション1)		
		午後	終了式	研修生、 森次長 (JICA 地球環境部兼環境管理グループ長、次長)、 山田 泰造専門員 (JICA 国際協力専門員)、 眞田職員 (JICA 地球環境部環境管理グループ環境管理第一課) 中里課長 (JICA 東・中央アジア部、東アジア課東アジア課長(中国、モンゴル担当))、 平野職員 (JICA 東・中央アジア部東アジア課)	6	JICA
10/30	土	—	移動:東京→ウランバートル	—	—	—

最終日の 10 月 29 日の午前中の発表会では、TIC 会場と JICA モンゴル事務所を TV 会議で結び、TIC 会場では、研修員に加えて JICA 大阪センターで研修中のムンフツォグ大気質庁長官が上京、参加し、モンゴルからはバッサイハン副長官が参加した。成果発表資料を別添資料 2.5-1 に示す。これら本協力の枢要な C/P が一同に会し、HOB ボイラ登録制度の研修員案を議論したことは、今後の展開に向けて有意義であった。これらのセッションには、JICA モンゴル事務所南職員、ソロンゴ所員、本プロジェクト担当部である地球環境部眞田職員、東・中央アジア部平野職員、並びに山田国際協

力専門員が参加し、モンゴル側、JICA 側の本件担当者と現場レベルの課題の認識を共有する上でも非常に効果的であった。

さらに、平野職員は来春から実施予定の TSL についてのプレゼンテーションを行い、本プロジェクトと TSL との連携について研修生にアピールすることができた。この様な設定は非常に効果的であったことから、次年度も同様な設定とすることが望まれる。当日の午後に JICA 本部で行われた終了式には、JICA の本プロジェクト担当部である地球環境部から森次長、眞田職員、さらに、東・中央アジア部東アジア課から中里課長と平野職員、並びに山田国際協力専門員が参加し、全 JICA として、本協力を重視しているというメッセージを、モンゴル側研修員とムンフツォグ大気質長官に十分に与えることができた。

## 2.5.3.2 第 2 年次

### (1) 研修生

2011 年 10 月 16 日から 29 日の期間で、第 2 年次の環境行政本邦研修を実施し、国の行政機関から 3 名、ウランバートル市の行政機関から 3 名の計 6 名が参加した。環境関連法案を策定する自然環境観光省、モンゴル国全体の大気質を管理する国家大気質庁、大規模固定発生源である火力発電所を所管する鉱物資源エネルギー省、ウランバートル市において発生源対策を実施する市大気質庁、環境監査を実施する市監査庁、公共用ボイラを管理する市公共供熱公社からの参加で、ウランバートル市の大気汚染対策を検討する上で連携すべき機関の行政官であった。

参加した研修生を表 2.5-4 に示す。

表 2.5-4 研修生（第2年次）

研修生		所属先
研修生 1	Mr. GAN-OCHIR Baast	Heating Stoves Regulatory Authority of Ulaanbaatar city, Chairman
	ガンオチル	ウランバートル市公共供熱公社社長
研修生 2	Mr. MUNKHBAT Tsendeehhuu	Ministry of Nature, Environment and Tourism, Department of Environment and Natural Resource Management, Officer for Environmental Pollutions
	ムンフバット	自然環境・観光省環境資源管理局環境汚染担当 官
研修生 3	Dr. BATSAIKHAN Chultemsuren	Air Quality Department of the Capital City, Acting Director
	バツサイハン	ウランバートル市大気質庁副長官
研修生 4	Mr. NYAM-OCHIR Medekhgui	Metropolitan Specialized Inspection Agency, Deputy Head
	ニヤムオチル	ウランバートル市監査局副局長
研修生 5	Mr. ALTSUKH Baatar	Ministry of Mineral Resources and Energy, Fuel Policy Department, Senior officer
	アルトスフ	鉱物資源エネルギー省燃料政策局上級職員
研修生 6	Ms. BADMAADORJ Radnaasumberel	National Agency for Meteorology and Environment Monitoring, National Air Quality Office, Assistant to Director
	バドマドルジ	国家大気質局局長アシスタント

**(2) 研修課題**

第2年次の研修では、大気汚染対策に関わる複数の関係機関からの研修生が同時期に、日本の国、地方自治体、事業者および研究機関といった各々の立場の機関を訪問、協議を行い、それらの経験・知見に触れることによって、共通の認識を醸成し、ウランバートル市における大気汚染対策のための連携について深く考察することを期待した。

ウランバートル市の大気汚染対策に関わっている複数の関係機関から研修生を招聘し、日本における大気汚染防止対策に必要な排出インベントリとシミュレーションモデルの活用方法について理解を深め、それを基に、ウランバートル市の大気汚染削減計画策定及び大気汚染防止協定締結のためには大気質庁を含む関係機関がどのように連携していけば良いのかについて考察することを目的とした。

この様な背景に基づき、以下の点を到達目標として今回の研修を実施した。

1. 大気汚染削減計画策定等に係る日本の大気汚染行政の枠組を理解する。
2. 大気汚染削減計画策定等に係る大気汚染行政における中央政府の役割を理解する。
3. 大気汚染削減計画策定等に係る大気汚染行政における地方自治体の役割を理解する。
4. 環境影響評価・大気汚染防止協定等に係る大気汚染行政における事業者の役割を理解する。
5. ウランバートル市の大気汚染削減計画策定等における関係機関の連携について考察する。

加えて、日本の大気汚染行政における関係機関の役割と合理的な対策手法の枠組みを理解した上で、ウランバートル市の行政組織に合った大気汚染削減計画を策定するために、「何を」「どこが」担当するのか考察する課題を与えた。

### (3) 研修日程

第2年次の研修日程を表 2.5-5 に示す。

表 2.5-5 研修日程 (第2年次)

日付	曜日	午前 午後	内容	講師	到達 目標	会場
10/16	日	—	移動:ウランバートル→東京	—	—	—
10/17	月	午前	ブリーフィング	JICA 森下 早紀	—	TIC
		午後	講義:【プログラムオリエンテーション】 講義:【研修中の課題の説明】	前田 浩之 (移動発生源インベントリ)、 村井 敦 (データベース) 山田 泰造専門員 (JICA 国際協力専門員)	1、5	(株) 数理計画
10/18	火	午前	講義:【国の機関である環境省の管轄する大気汚染行政について】	栗林 英明課長補佐 (環境省水・大気環境局大気環境課)	2	環境省
		午後	講義:【東京都の大気保全対策】 講義:【東京都における自動車公害対策】	小柴 毅大気係長 (東京都環境局大気保全課) 竹内 真悠子 (東京都環境局自動車公害対策部計画課)	3	東京都庁
10/19	水	午前	講義:【川崎市における工場・事業場のNOx総量規制等について】 講義:【川崎市における環境対策について(大気汚染対策を中心に)】	鶴見 賢治課長補佐 (川崎市環境局環境対策部環境対策課)	3	川崎市環境技術情報センター

		午後	講義：【東京都における SOx 総量削減計画ならびに総量基準と燃料基準について】	二瓶 久雄氏 (元東京都環境担当職員)	1、3	(株) 数理計画
10/20	木	午前	見学：【港区高輪一般環境大気測定局】 見学：【第一京浜高輪自動車排出ガス測定局】	藤村 満 (グリーンブルー(株))	3	港区高輪
		午後	見学：【JFE スチール(株)東日本製鉄所(京浜地区)】 大気汚染発生源である製鉄工場がいかに徹底した大気汚染対策を実施しているかを実感してもらう。	山口 宏之 (JFE スチール(株))	4	JFE スチール(株) 東日本製鉄所
10/21	金	午前	講義：【環境影響評価制度】	北林 興二 (元資源環境総合研究所)	1、5	(株) 数理計画
		午後	講義：【研修課題の中間確認】 研修中の課題の検討状況について確認して、日本の情報等で必要なものがあれば提供する。	前田 浩之 (移動発生源インベントリ) 村井 敦 (データベース)	5	(株) 数理計画
10/22	土	終日	資料整理、研修課題検討	—	5	—
10/23	日	午前	資料整理、研修課題検討	—	5	—
		午後	移動：東京→大阪(JICA 大阪国際センター)	—	—	—
10/24	月	午前	講義：【大阪府域における大気汚染対策の経過】	佐藤 健二 常任参与 (一財) 関西環境管理技術センター)	3	(一財) 関西環境管理技術センター
		午後	講義：【大気環境常時監視の概要】 見学：【国設大阪一般環境大気測定局】 移動：大阪→四日市(ICETT)	青井 政男 主査、 山下 幸康 課長 (大阪府環境農林水産総合研究所環境情報部情報管理課)	3	大阪府環境農林水産総合研究所環境科学センター
10/25	火	午前	講義：【四日市公害環境改善への歩み】	谷口 義文 参事 (公財) 国際環境技術移転センター(ICETT)	1	ICETT
		午後	講義：【公害防止協定締結経緯】 見学：【石油コークス炊き火力発電所の環境対策】 移動：四日市→東京	稲田 哲也 課長 代理 (東ソー(株) 四日市事業所環境保安・品質保証部環境管理課) 村井 宏輔 (東ソー(株) 四日市事業所エチレ	4	東ソー(株) 四日市事業所

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  
プロジェクト事業完了報告書

				ン・エネルギー製造部)		
10/26	水	午前	講義：【石炭火力発電所の環境対策の取り組みについて】	吉田 剛部長 (東京電力(株)環境部)	4	(株) 数理計画
		午後	講義：【シミュレーションモデルの行政活用について】	植田 洋匡 (元九州・京都大学教授)	5	(株) 数理計画
10/27	木	午前	講義：【石炭火力発電所の環境対策について】	池杉 守館長 電源開発(株) 磯子火力発電所 ISOGO エネルギープラザ	4	電源開発(株) 磯子火力発電所
		午後	講義：【環境影響評価事例について】 講義：【研修生による課題の取りまとめ】 翌日の研修成果発表の準備をする。	小泉 正明次長 (株) 数理計画 数理計画本部)、 研修生	5	(株) 数理計画
10/28	金	午前	講義：【評価会】 研修課題に対する成果を発表する。	研修生、 野田 英夫課長 (JICA 地球環境部 環境管理グループ 環境管理第一課) 山田 泰造専門員 (JICA 国際協力専門員)、 宮林 由美子 (JICA 東・中央アジア部東アジア課)	6	TIC
		午後	終了式		6	JICA
10/29	土	—	移動:東京→ウランバートル	—	—	—

#### (4) 研修成果

今回の研修で得られた成果は、以下の4項目である。成果発表資料を別添資料 2.5-2 に示す。

- 1) 日本の大気汚染行政・対策技術に関する知識・経験・背景
- 2) 異なる行政機関のキーパーソンによる議論・共同作業
- 3) ウランバートル市の大気汚染削減計画に向けた枠組み案
- 4) 大型燃焼施設の管理・対策のためのモニタリング計画枠組み案

日本の知識や経験は、いずれ大気汚染行政が強化された際には役に立つと考えられるが、現時点では、直接的にウランバートルに適用することがよいとは限らないものも少なくない。

むしろ、すぐに役立つのは、①「大気汚染物質排出削減量は、大気質と排出源と拡散モデルに基づいて科学的に設定する」という考え方、②この研修中に共同で作上げた枠組み案、③その案を共同で作上げたという組織間の関係、と考えられる。

なお、日本の大気汚染防止協定については、日本は法規や主管官庁を通じた大気汚染問題への取り組みが不十分であったため、建設予定地の自治体が発電所の大気汚染の排出を管理するために編み出された手法と評価された。モンゴルでは主管官庁が指導する法規を整備しており、その法規に則って発電所を管理するべきであり、地方自治体が法規制を超えた形で協定を結ぶ必要は無い、との結論となった。

### 2.5.3.3 第3年次

#### (1) 研修生

第3年次における環境行政研修では大気汚染対策案を策定・提言・実施する際のモンゴル側機関の間の役割分担・連携について協議するために、ウランバートル市の大気質庁、監査庁及びエンジニアリング施設庁と国のエネルギー省、自然環境、グリーン開発省、国家大気質局の各機関から可能な限り上級職の研修生を募った。機関によっては上級職者が多忙で代理の者が参加したところもあった（表 2.5-6）。

表 2.5-6 研修生（第3年次）

研修生		所属先
研修生 1	Dr. BATSAIKHAN Chultemsuren	Air Quality Department of the Capital City, Acting Director
	バツサイハン	ウランバートル市大気質庁長官代行
研修生 2	Mr. SHINE-ORGIL Nasan	Metropolitan Specialized Inspection Agency, Senior Inspector of Environment
	シンオルギル	ウランバートル市監査庁環境監査上級員
研修生 3	Mr. ENKHBAYAR Baterdene	Engineering Facilities Department of the Ulaanbaatar City, Expert of Central Heating Supply
	エンフバヤル	ウランバートル市エンジニアリング施設庁 中央暖房供給専門家
研修生 4	Ms. NYAMDAVAA Shagdar	National Agency for Meteorology and Environment Monitoring, National Air Quality Office, Team Leader
	ニヤムダバー	国家気象、環境モニタリング庁国家大気質局 チーム長
研修生 5	Ms. TSEEPIL Avirmed	Ministry of Nature, Environment and Green Development, Expert of Environmental Pollution
	ツェーピル	自然環境、グリーン開発省環境汚染専門家
研修生 6	Mr. BOLDKHUU Nanzad	Fuel Division, Ministry of Energy, Director
	ボルドフー	エネルギー省燃料課課長

## (2) 研修課題

ウランバートル市の大気汚染対策に関する検討・選定・実施・評価のサイクル、関係機関での役割分担とそれに対応した協力体制について研修員の議論を図り、対策の実施を担保する制度を提案することを課題とした。

制度構築の対象を大気汚染対策サイクル全体とすると、構成要素が増え、理解が容易ではなくなる。帰国後に推進できるように研修員が理解することが重要であることから、参加者にとって重要でかつ理解しやすい分野を選定し、そこを重点的に検討した。また、排出基準超過状況、大気質濃度と発生源種類別の寄与、対策による想定効果等、科学的データに基づいた議論が重要である。JICA 専門家が基礎知識及び解析結果を用いてたたき台を準備することで、大気汚染対策サイクルの議論の促進を図った。

大気汚染対策サイクルとして以下の A～D を想定した。

- A. 現状の問題点・課題の整理
- B. 対策案の内容検討
- C. 対策案策定・決定・実施・評価・改定の手順（プロセス）と、それに係る関連部署・機関の役割分担
- D. 根拠となる（利用可能な）法的・制度的枠組みかつ／または必要となる追加的な組織体制上の努力（組織間連携のための協定、連絡協議会など）の提案

科学的なデータを配布資料および見学を通じて理解し、JICA 専門家からの技術的助言と JICA 専門家との意見交換を通じて、A、B、C、D の順に、研修員が検討した。

対策サイクルの理解を深めることを優先するため、対象分野を予め設定し、その中から 2～3 の分野を選択して課題とした。選択基準は、大気汚染改善効果の大きさ、研修員にとっての重要度・わかりやすさである。

最終的に研修生が課題として選択した対象分野は以下の 3 件とした。

- ① 環境基準を 20~25 倍超過している冬季におけるゲル地区の SO<sub>2</sub> 及び PM<sub>10</sub>
- ② HOB 対策の比較選定手順の提案
- ③ HOB の集合化が選定されたと仮定した場合の、実施手段の提案

## (3) 研修日程

第 3 年次の研修日程を表 2.5-7 に示す。

表 2.5-7 研修日程（第 3 年次）

日付	曜日	午前 午後	内容	講師		会場
12/9	日	—	移動:ウランバートル→東京	—	—	—
12/10	月	午前	ブリーフィング	TIC	—	TIC
		午後	講義:【研修概要説明(課題の提示、研修目的、期待される成果、成果発表会等)】 最終日の発表および帰国後の研修成果活用の観点から、研修の日程と内容を理解する。	山田 泰造専門員 (JICA 国際協力専門員)、 前田 浩之 (移動発生源インベントリ) 深山 暁生		TIC

				(総括/大気汚染対策)	
12/11	火	午前	講義:【環境省の大気汚染行政】 日本の大気汚染対策(法制度を含む)とその効果を学ぶ。	大森課長 (環境省水・大気環境局大気環境課課長)	環境省
		午後	講義:【①東京都の大気汚染対策 ②東京都の自動車汚染対策】 東京都の大気汚染対策の選定経緯と効果を学ぶ。	市橋 玄吾氏 (東京都環境局環境改善部計画課) 竹内 真悠子氏 (東京都環境局自動車公害対策部課計画課)	東京都庁
12/12	水	午前	講義:【「モンゴル国での石炭開発・利用マスタープラン」の紹介】	遠藤 一氏 石炭利用マスタープラン調査総括/ (一財)石炭エネルギーセンター事業化推進部上席調査役	(株)数理計画
		午後	見学:【JFEスチール(株)東日本製鉄所(京浜地区)】 大規模に石炭を利用している工場において、大気汚染対策の事例を学ぶ。	見学チーム	JFEスチール(株)東日本製鉄所
12/13	木	午前	講義:【大気汚染常時監視測定局の維持管理】 大気汚染常時監視測定局の維持管理の事例を通じ、大気汚染の現状を正しく測定し、対策検討に活用することを学ぶ。	福原 一朗 (横浜市環境創造局環境監視センター)	横浜市環境創造局環境監視センター
		午後	講義:【大気環境測定データおよび拡散シミュレーションから読み取るウランバートル市の大気汚染】 大気環境測定データの分析事例および拡散シミュレーションによる大気環境濃度分析事例を通じ、その意義を学ぶ。	前田 浩之 (移動発生源インベントリ)	(株)数理計画
12/14	金	午前	講義:【自動車の大気汚染物質削減方法、硫黄分が多い経路の場合】 高硫黄軽油でも効果が高い対策の事例を通じ、条件と目標に沿った対策を選択する事例を学ぶ。	小森 正憲 (株)コモテック 代表取締役	(株)コモテック
		午後	講義:【対策ケース別排出量と寄与濃度予測に基づく、対策ケースの選定】 講義:【研修課題の中間確認】 研修中の課題の検討状況について確認し、日本の情報等で必要なものがあれば提供する。	前田 浩之 (移動発生源インベントリ)	(株)数理計画

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  
プロジェクト事業完了報告書

12/15	土	午前	移動:東京→札幌	—	—	—
		午後	資料整理、研修課題検討	—	—	—
12/16	日	終日	資料整理、研修課題検討	—	—	—
12/17	月	午前	見学:【地域熱供給公社】 地域熱供給化による排気ガス管理効率の向上事例を通じ、排気ガス管理の事例を学ぶ	舟津 センター長 ( (株) 北海道熱供給公社中央エネルギーセンター長)		(株) 北海道熱供給公社
		午後	講義:【札幌市の大気汚染対策】 暖房用石炭利用の対策事例を学ぶ。	札幌市環境局環境都市推進部環境対策課大気騒音係		札幌市役所
12/18	火	午前	移動:札幌→東京	—	—	—
		午後	講義:【きれいごとでは進まなかったボイラ指導】 日本の大気汚染が酷かった1970年代の行政実務者から、排出削減目標の設定、およびボイラ保有者への指導等の事例を学ぶ。	二瓶 久雄 (元東京都環境担当職員)		TIC
12/19	水	午前	講義【研修課題の協議】	前田 浩之 (移動発生源インベントリ)		TIC
		午後	見学:【石炭系固形改質燃料の製造】 豆炭の製造工程を見学を通じ、政策の実行には状況と目標に応じた技術と技術者が必要であることを学ぶ。	樋口 雄一 (橋本産業(株) 商事部・固形燃料部)		橋本産業(株) 館林工場
12/20	木	午前	講義:【課題検討(体制提案協議)】	前田 浩之 (移動発生源インベントリ)		(株) 数理計画
		午後	講義:【研修生による課題の取りまとめ】 翌日の研修成果発表の準備をする。	研修生		(株) 数理計画
12/21	金	午前	講義:【評価会】 研修成果を発表し、意見交換を行う。	研修生、矢向 禎人 (JICA 東・中央アジア部 東アジア課 主任調査役)		JICA
		午後	終了式	研修生、		JICA
12/22	土	—	移動:東京→ウランバートル	—	—	—

#### (4) 研修成果

今年の研修では、プロジェクトの様々なデータを活用できたため、ウランバートルの具体的な事例を用いて研修を進めた。その結果、以下の成果が達成された。成果発表資料を別添資料 2.5-3 に示す。

- 1) 環境大気モニタリングデータに基づき、環境基準を超過している大気汚染物質に着目する。  
(大気汚染低減委員会のウェブサイト、ウランバートル市の 2020 年までのマスタープランの見直し、およびそれらの根拠資料である AQDCC が数年前に作成した資料では、PM<sub>10</sub> と SO<sub>2</sub> に並んで CO も基準の数倍であるという前提に立っている。本研修では、CO の大気環境濃度は基準をほとんど超過していないという測定データに基づき、CO の対策は検討されなかった)
- 2) 対策案を、着目した物質の排出量削減効果と大気環境濃度低減効果で評価する。
- 3) 対策案を実施するために、関連部門の協力体制を明確にし、提言する。
- 4) ウランバートル市の大気汚染対策に関する検討・選定・実施・評価のサイクル、関係機関での役割分担とそれに対応した協力体制について、具体的な事例に基づいて議論が繰り返され、理解が深まった。その結果、他の分野でも、同様な分析と体制案の作成が可能となった。

評価会では、JICA 地域部の矢向職員が、JICA の対モンゴル支援について説明を行い、日本と JICA の各種協力についてアピールした。更に、本プロジェクト担当部である地球環境部から、井黒次長、前島職員、山田国際協力専門員、矢向職員が参加し、今後のプロジェクトの方向性について意向を確認することで、日蒙協力の重要性を確認した。

### 2.5.4 中間レビュー・終了時評価

#### 2.5.4.1 中間レビュー

##### (1) 中間レビューの実施

プロジェクト開始から 1 年 8 ヶ月が過ぎた 2011 年 11 月 21 日から 12 月 2 日の期間で中間レビュー調査が実施された。2009 年 12 月に合意した R/D に従い、日本から派遣された中間レビュー調査団とモンゴル側評価者が合同評価を行った。日本側とモンゴル側の評価者を表 2.5-8 に示す。

表 2.5-8 合同評価者（中間レビュー）

氏名	担当分野	所属
日本側		
野田 英夫	総括	JICA 地球環境部 環境管理第一課 課長
山田 泰造	大気汚染管理	JICA 国際協力専門員
前島 幸司	協力企画／ 環境モニタリング	JICA 地球環境部 環境管理第一課 職員
首藤 久美子	評価分析	(有) アイエムジー 上席研究員
モンゴル側		
Mr. Ch. TSOGTAIKHAN	リーダー	自然環境・観光省
Ms. Sarangerel Enkhmaa	評価者	国家気象、環境モニタリング庁 (NAMEM)

## (2) 中間レビューの評価結果

中間レビューの結果、各成果の実績は以下の様に評価された。

成果 1：ウランバートル市大気質庁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。

成果 1 のための活動は、2 種類の排ガス分析計といった重要な機材の調達の遅れが主な原因となっており、達成度は低い。

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。

排ガス測定は発電所の 7 基のボイラで 30 回、14 基の HOB で 56 回、実施された。大気質庁と他の関係機関の 4 名のスタッフは既に排ガス測定技術を習得している。従って、この成果の達成度は高い。

成果 3：関連機関と協力しつつ、大気質庁の排出規制能力が強化される。

ウランバートル市のボイラ登録管理制度は 2011 年 8 月に開始され、プロジェクトではワークショップを開催し、HOB 所有者に届出書式を配布した。プロジェクトが HOB に関して、制度的な規制枠組を構築することができたという点で、この成果は非常に重要である。しかしながら、ワークショップへの参加者や届出書式の回収数は多くはなく、大気質庁の職員がボイラ事業者への個別訪問を行っている。ボイラデータベースは未だ完成していない。HOB 運転許可の要件についても微調整が必要である。以上のことから達成度は中程度である。

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。

成果 4 も成果 1 に関係した問題によって影響を受けた。大気汚染削減のための具体的な対策は十分に提案されていない。プロジェクトは残りの期間でこの成果を上げるためにかなり努力する必要がある。従って、達成度は低い。

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。

プロジェクトの成果は主にカウンターパート・ワーキンググループのメンバーには定期的に共有されてきた。大気質庁は 6 か月毎にウランバートル市にプロジェクトの進捗を報告している。ボイラ登録管理制度のワークショップが開催された時の様に、プロジェクトは幾度かメディアに紹介されたが、積極的な一般や国家的イニシアチブへの広報はこれまでは行われていない。

さらに、プロジェクト目標の達成見込みについては以下の様に評価された。

プロジェクト目標：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。

大気質庁は、発生源インベントリ、大気質への影響や排ガス測定結果といったデータを精査する必要があるということを主な理由に、未だ年報を発行していない。遅れた主な理由はプロジェクトの開始が 2 当初、予定されていた 010 年 1 月ではなく、2010 年 4 月であったことによる。当初のスケジュールはモンゴル側のプロジェクト活動を初年度の冬に実施してほしいという強い要望で立てられたものである。重要な排ガス測定データを取るのに不可欠な役目を果たす、自動ダスト採取装置と自動排ガス分析計の調達の遅れも、プロジェクト遅延のもう一つの原因である。プロジェクトは 2011 年 12 月にデータを公開することを期待している。解析に不確実性が残っていても、プロジェクトはデータや知見を公開するべきである。年報は残りの期間で 2 回、発行されなければならない。

指標 2：大気質庁が、他の関係機関と協力して、UB 市副市長に対して、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。

ボイラ登録管理制度に係る提言がウランバートル市に提出され、提言は市長令が発行されるという形で採用された。プロジェクトは、本邦研修の研修生が帰国した後に、近い将来における活動計画や公害防止協定の策定に係る提言を予定している。しかしながら、ボイラ登録管理制度を構築する過程で、政府に提言を行うためには、モンゴル特有の複雑で手間のかかる手続きによって、膨大な時間と調整のための努力が必要であることをプロジェクトチームは学んだ。政府における迅速な政策決定を促進するために関係機関との連携や協力を強化することがプロジェクトに求められている。一方で、プロジェクトが環境行政に大きな影響を与える提言を行うことが重要である。提言の数が重要なのではなく、提言の内容や効果が重要である。少ないながらも意味のある提言が行われ、それが政府に採用されることによってプロジェクト目標は達成されるであろう。

指標 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全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。

国家調整委員会（NCC）によって招集されるラウンドテーブル・ミーティングは、2010 年 3 月末に専門家チームが到着して以来、一度も開催されていない。それは政治的な理由から NCC が活発でなくなったことによっている。世界銀行の様な影響力の強いドナーや大気汚染対策における国家レベルのイニシアチブによる会合は同等なものであると考えられる。その様な会合への参加は非常に制限されていることから、これまで大気質庁はその様な会合にいかなる報告も行っていない。プロジェクトは、国家タスクフォースやその下部組織のワーキンググループといった国家イニシアチブと緊密に活動するべきである。これらの組織は最近、「首都圏の大気汚染低減に関する法律」の成立に伴って設立された。プロジェクト活動によって得られた知見やデータは、大気汚染管理に係る意志決定に貢献するために、その様な会合に報告されるべきである。

妥当性、有効性、効率性、インパクト及び持続性という評価 5 項目については、以下の様な評価であった。

#### (1) 妥当性

妥当性は高い。プロジェクトは日本の ODA へのモンゴル国への援助方針やモンゴル国の開発政策とよく整合している。また、日本の大気汚染削減対策の優位性を移転することによって、大気質庁や関係機関のニーズに合致している。支援アプローチも他ドナー機関との重複を避け、大気質庁のニーズに集中する様に適切に設計されている。

#### (2) 有効性

有効性は中から高程度。プロジェクトは技術移転によってデータ収集や解析能力を正しく向上させているが、大気汚染削減政策や規制の実施能力を強化することに注力するべきである。プロジェクト終了時迄には、プロジェクト目標はある程度、達成されると期待される。プロジェクト・マネジメントの観点からは、ドナーを含む重要なステークホルダーと定期的な会合を持つことが求められる。

#### (3) 効率性

効率性は中程度。日本側の投入は幾つかの重要な機材の調達遅れという問題に直面し、そのことが特に成果 1 と成果 4 のための活動のタイムリーな実施を妨げた。より良いプロジェクト・マネジメントや制度構築のためには、1 年間を通じての日本人専門家の派遣が望まれる。プロジェクト外の業務の負荷、人員の交代や手狭な執務スペースといった小さいが、増加しつつある問題も認められるが、モンゴル側の投入は概ね予定通りである。

#### (4) インパクト

インパクトは中程度。プロジェクト終了時にプロジェクト目標が十分に達成されれば、大気質庁と関係機関が同じレベルで同じ量のプロジェクト活動を行う限り、上位目標は達成されるであろう。その様な状況を作るためのポイントは、関係機関がプロジェクト終了時迄に財政的・技術的持続性を高める必要がある。制度強化や大気汚染管理に関わる主要機関の間の連携によって、上位目標の達成見込みは大きく左右される。

#### (5) 持続性

持続性は中から高程度。政策的、組織的持続性は高く、将来的にも現状レベルで維持されると期待できる。一方で、後継者のトレーニングや組織レベルでノウハウを蓄積するためのオペレーションマニュアルの作成といった組織的な人材育成に注意を払うことによって、残りの期間中に、技術的持続性は改善される必要がある。ウランバートル市における政策が大気汚染削減に向いている限りは、財政的持続性も比較的高いレベルで維持されると期待される。プロジェクト終了後も長期間に亘って、プロジェクトで供与した機材が適切に使用される様に、維持管理のための予算計画が作成される必要がある。

最終的に、一連の評価による結論は以下の通りであった。

プロジェクト開始時期や重要な機材の調達遅れのために、成果1と成果4のための活動が遅延しているが、他の活動は概ね予定通りに実施されており、一定の成果が上がっている。プロジェクトチームは技術的活動の範囲をカバーするために、大気質庁とだけでなく、関係機関とも活動を行っている。プロジェクト目標はプロジェクト期間終了時迄にある程度、達成される見込みだが、以下の提言に対する対応が行われれば、達成見込みは向上する。

中間レビュー時点での提言は以下の通りであった。

#### (1) より強力なプロジェクト・マネジメントと組織強化のための年間を通じた日本人専門家の派遣

ほとんどの活動は軌道に乗っていることから、政府機関や研究機関と緊密な連携を構築することがより重要になっている。また、機材の調達遅れによって幾つかの活動は予定よりも遅れていることから、プロジェクト実施のためにもプロジェクト・マネジメントを強化することが必要である。政府に政策的、制度的な提言を行うためには、膨大な時間と調整の努力が必要であることは明かである。これらのニーズを満たすために、カウンターパートや関係機関と定期的な会合を持つために、日本人専門家が、望むらくは、ウランバートル市の環境行政において既にネットワークを構築している者が、年間を通じて、定期的に頻繁に派遣されることを推奨する。但し、7月と8月というモンゴル国の夏季休暇期間中は除く。

#### (2) 大気質庁は専門性の高い業務に専念すべき

大気質庁は大気汚染対策分野における専門的な業務に注力すべきであり、専門性のいらない、もしくは低い業務は外注して、大気質庁の負荷を軽減するべきである。

#### (3) 関係機関の役割・権限の明確化

プロジェクト終了後も関係機関が活動を実施する際に連携を維持するために、関係機関の役割、責任や分担を合意し、文書化されることが望ましい。

#### (4) 国家レベルのイニシアチブへの貢献

プロジェクトが活動を通じて得た知見を、ウランバートル市レベルだけではなく、国家レポートレベルで普及することが重要である。「首都圏大気汚染低減委員会」という新しい国家レベルのイニシアチブが設立され、活発に会合を開催している。プロジェクトは積極的にプロジェクトの知見を彼らと共有するべきである。そのことが、ウランバートル市における規制枠組と技術的対策の両

方を強化するための大気汚染対策プログラムの国家レベルの科学的根拠に基づいた政策決定に貢献することになる。

(5) 他ドナーとの緊密な連携

不要な重複を避け、外部資金の活用といった潜在的なシナジー効果を引き起こすために、他ドナーと緊密に連絡を取り、他ドナーのプロジェクトの方向性や進捗を確認することを薦める。

(6) 持続性向上のための明確な能力強化計画や予算計画の策定

技術的持続性を向上させるために、オペレーションマニュアルの作成、スタッフの能力向上の評価といった活動を含んだ、明確な能力強化計画を文書化し、実施することが求められる。財政的な持続性向上のために、カウンターパートは日本人専門家の協力の下に、JICA 供与機材の維持管理のための予算計画を作成する様に薦める。プロジェクトの持続性を高めるために、2011年9月23日の第3回JCC会合で提示されたSCDMマトリックスを活用することを薦める。

(7) PDMの更新

PDMの主な修正点は、プロジェクト目標に次の指標が追加されたことである。

4. 大気汚染対策のための政策的、規制的及び制度的枠組が、市長令や大気質庁と国家やウランバートル市の関係機関との間の署名入り公式文書の発行といった方法で改善される。

**2.5.4.2 終了時評価**

**(1) 終了時評価の実施**

プロジェクト開始から2年9ヶ月が過ぎた2012年11月26日から12月7日の期間で終了時評価調査が実施された。2009年12月に合意したR/Dに従い、日本から派遣された中間終了時調査団とモンゴル側評価者が合同評価を行った。日本側とモンゴル側の評価者を表2.5-9に示す。

表 2.5-9 合同評価者（終了時評価）

氏名	担当分野	所属
日本側		
井黒 伸宏	総括	JICA 地球環境部次長兼環境管理グループ長
山田 泰造	大気汚染対策	JICA 国際協力専門員（環境管理）
前島 幸司	評価企画／ 環境モニタリング	JICA 地球環境部 環境管理第一課 プログラム企画員
青木 憲代	評価分析	アイシーネット（株）シニアコンサルタント
モンゴル側		
Mr. TSOGTSAIKHAN Chultemsuren	リーダー	ウランバートル市都市開発計画局
Ms. ENKHAMAA Sarangerel	評価者	国家気象、環境モニタリング庁（NAMEM）

**(2) 終了時評価の結果**

終了時評価の結果、各成果の実績は以下の様に評価された。

成果 1：ウランバートル市大気質庁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。

2012 年 11 月までに 2 回のデータベース更新が行われ、インベントリのマニュアルも作成された。シミュレーションモデルの構築が完了し、各発生源対策のプライオリティの検討が開始されており、今後、大気質庁が関係機関と協議・検討した結果を副市長に上程する計画である。以上のことから達成度はやや高い。

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。

火力発電所のボイラー、HOB、ゲルスストーブに対して計 201 回の排ガス測定が行われ、順調に技術移転が行われ、排ガス測定技術ガイドラインも作成された。今後、優良ボイラを認定して HP 上に公表することを検討中である。以上のことから達成度はやや高い。

成果 3：関連機関と協力しつつ、大気質庁の排出規制能力が強化される。

2011 年 8 月に市長令が発行され、2011 年よりボイラ登録管理制度が正式に実施されている。届出様式をまとめ、データベースを構築し、それに基づき発生源インベントリを作成した。ボイラ登録管理制度に係る説明会やボイラ運転員講習会を通して行政側と事業者の連携体制も構築されてきている。今後は、ボイラ登録管理制度の完全実施への道筋を明確化することが課題である。以上のことから達成度はやや高い。

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。

火力発電所と HOB に対して 16 件の対策メニューが提示され、7 工場に対しては省エネ診断の結果が報告された。HOB の運転・保守に係る教材も作成された。火力発電所、工場、HOB 事業者とボイラ測定孔の設置・燃焼改善など改善策の議論がされ、これまでに 10 件の議事録が取りまとめられ、プロジェクト終了時迄に約 20 件の議事録を作成する予定である。以上のことから達成度はやや高い。

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。

大気汚染低減委員会が開催するドナー・モンゴル側機関合同会議で進捗が報告され、プロジェクト概要をまとめたニュースレターが発行され、大気質庁の HP へ年次報告が掲載され、啓発セミナーが開催された。一方、意思決定レベルや市民に対する情報発信については課題が残っている。以上のことから達成度はやや高い。

さらに、プロジェクト目標の達成見込みについては以下の様に評価された。

プロジェクト目標：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。

2012 年 6 月に 2010 年の発生源インベントリ、大気環境評価結果及び排ガス測定結果を含む第 1 回年次報告が公表され、2012 年 12 月に 2011 年についての第 2 回年次報告が公表された。以上のことから、達成度はやや高い。

指標 2：大気質庁が、他の関係機関と協力して、UB 市副市長に対して、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。

大気汚染対策に係る 11 件の提言が専門家によってまとめられ、その中 3 件については大気質庁と C/P-WG の努力により、市議会で承認され、事業計画に盛り込まれた。残りの対策案について、今

後、大気質庁が関係機関と協議・検討を行い、副市長等に上程する予定である。以上のことから達成度は高い。

指標 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全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。

大気汚染低減委員会が開催するドナー・モンゴル側機関合同会議において、大気質庁及び専門家は報告を行っており、2012年10月にはC/Pがプロジェクト成果に基づくプレゼンテーションを行った。以上のことから達成度はやや高い。

指標 4：市長令等の公的な施策・枠組みの発行、あるいは大気質庁と国レベル、市レベルの関連機関との組織間の協定文書が結ばれるなど、大気汚染対策を進めるための政策的、法的、組織体制的枠組みが整備される。

ボイラ登録管理制度に関する市長令が2011年8月に発行され、大気汚染対策と省エネ診断のための測定機器使用に関する覚書が2012年11月に大気質庁とモンゴル科学技術大学との間で交わされた。今後、各機関の責任・役割・業務分担につき、覚書等により公式な組織間連携を進めることを検討中である。以上のことから達成度は中程度である。

指標1から4の達成度からプロジェクト目標の達成見込みはやや高い。

妥当性、有効性、効率性、インパクト及び持続性という評価5項目については、以下の様な評価であった。

#### (1) 妥当性

プロジェクトの目標は日本国のモンゴル国への援助方針や大気汚染対策に関するモンゴル国の政策とよく一致している。大気汚染対策のキャパシティ・デベロップメントのニーズに对应している点も適切である。日本の大気汚染対策技術や経験における優位性を活用したアプローチとなっている。プロジェクトの範囲も他ドナー機関のプロジェクトとの重複を避ける様に適切に設計されている。以上のことから妥当性は高い。

#### (2) 有効性

プロジェクトにおける技術移転によって、C/PとC/P-WGメンバーの排ガス測定やそのデータ解析の能力が向上した。プロジェクトでは11件の大気汚染対策案を検討中であり、大気質庁とC/P-WGメンバーの努力によって、その中3件が市議会で承認され、事業計画に掲載された。今後、大気質庁や関係機関が残りの対策案の実施可能性を検討する。総合的な大気汚染管理能力を高めるためには組織連携構築のためのよりいっそうの努力が求められる。以上のことから有効性はやや高い。

#### (3) 効率性

中間レビュー時点では主要な機材の到着遅れに直面して、そのことがプロジェクトの進捗に影響を与えたことが指摘されたが、その後、C/Pと専門家は研修、OJT、セミナーやワークショップを継続的に行うことによって、影響を最小化するために努力した。政権交代はあったものの計画していた活動はほとんど実施された。3回の本邦研修が既に行われ、12月に予定されている本邦研修はC/PやC/P-WGメンバーがプロジェクト活動を押し進めることを支援するように設計されている。ローカルスタッフは必要に応じて活用された。大気質庁の職員の異動は減り、増員された。投入は適切に期待される成果を生んだ。C/P-WG機関の連携構築には想定していた以上の時間がかかった。以上のことから効率性はやや高い。

#### (4) インパクト

「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」という上位目標の達成見込みは中程度である。上位目標を達成するためには、C/Pと関係する意思決定者が活動の質と量を満足できるレベルまで上げて、信頼性におけるデータや情報に基づく説得力のある提言

を行う能力を高め、必要な法制度の策定や大気汚染対策の実施に貢献することが求められる。大気質庁と関係機関が継続的に能力を強化しさえすれば、上位目標は達成されるであろう。以上のことからインパクトはやや高い。

#### (5) 持続性

持続性はプロジェクト終了後にプロジェクトの効果が持続するかどうかを調べることである。モンゴル国の政策は大気汚染対策に向いているので、政策における持続性はやや高い。しかしながら、組織制度の面からは、C/P や C/P-WG 機関の間の連携は強化されるべきである。技術的な持続性に関しては、排ガス測定技術の持続性は高いものの、シミュレーションモデル、大気汚染対策検討、省エネ診断といった分野は、持続性を高めるために、さらに支援を要する。以上のことから持続性は中程度である。

最終的に、一連の評価による結論は以下の通りであった。

1. 活動は概ね計画通り実施されている。
2. プロジェクト目標の達成見込みは、やや高い。
3. 継続的に技術の指導や協力が必要とされる。
4. 以下の提言に対して対応がなされればプロジェクト目標と上位目標の達成見込みは向上する。

終了時評価での提言の中、プロジェクト終了時迄に行うべきことは以下の通りであった。

#### (1) 体制構築の推進

大気汚染対策における各関連機関の協調による体制構築を進める。

#### (2) 大気汚染対策案の上程

大気汚染対策案を意思決定者へ上程をする。

#### (3) キャパシティ・アセスメントの実施

「自立発展性を担保するためのマトリックス」を更新して、大気汚染対策におけるモンゴル側のキャパシティ・アセスメントを行う。

#### (4) 総括セミナーの活用

2013年1月開催予定の総括セミナーの活用により、技術協力プロジェクトの成果を関係者と共有すると共に、政府関係者や市民のプロジェクトの認知度を高める。

今後、行うべきことは以下の通りである。

#### (1) 大気質庁の体制強化

大気質庁の体制を強化する。

- 1) 専門機関化する。
- 2) 質的・量的に人材を強化する。
- 3) 大気汚染対策に関する市と区の所掌分担を改善する。

#### (2) 大気汚染低減委員会への貢献

大気質庁は大気汚染低減委員会への貢献度を高める。

## 2.5.5 ドナー・モンゴル側機関合同会合

### 2.5.5.1 会合への参加状況

プロジェクト開始時点では、モンゴル側の大気汚染対策関係機関が集まって行われる会合として世銀と鉱物資源エネルギー省（後に自然環境・観光省）が共催する NCC やドナーラウンドテーブルを想定していたが、プロジェクト期間中にその様な会合は開催されなかった。

それに代わって、国家大気汚染低減委員会と EBRD が共催するドナー・モンゴル側機関会合が開催され、JICA 専門家も 2011 年 12 月から可能な限り、その会合に参加してプロジェクトの進捗報告を行った（表 2.5-10）。

表 2.5-10 ドナー・モンゴル側機関合同会合への参加状況

	開催年月日	報告内容
第 1 回	2011 年 12 月 20 日	専門家が、発電所及び HOB の排ガス測定結果についてプレゼンテーションを行った。
第 2 回	2012 年 6 月 15 日	専門家が、口頭で 2010 年発生源インベントリ及びシミュレーションが完成したことを報告した。
第 3 回	2012 年 10 月 16 日	C/P が、プロジェクトで調査した HOB のサイクロン効率とゲルストーブ用改良燃料の効果についてプレゼンテーションを行った。

### 2.5.5.2 発電所・HOB の排ガス測定結果

2011 年 12 月 20 日の会合では専門家が発電所及び HOB の排ガス測定結果についてのプレゼンテーションを行った。プレゼンテーションの抜粋を図 2.5-2 に示す。

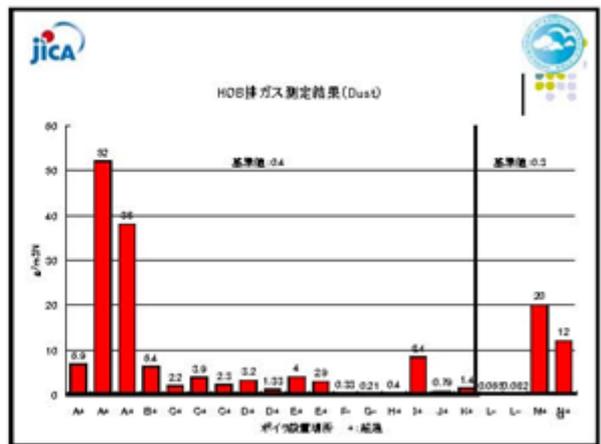
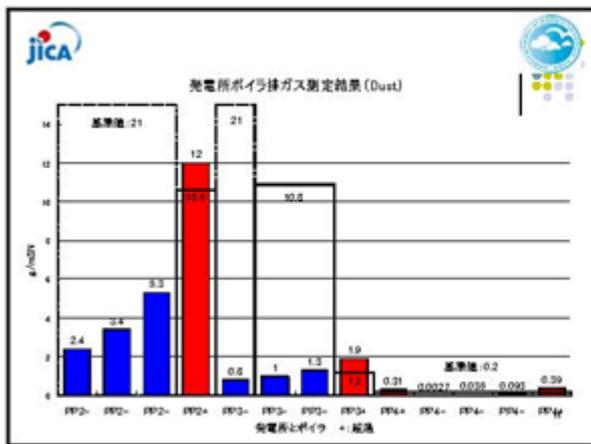
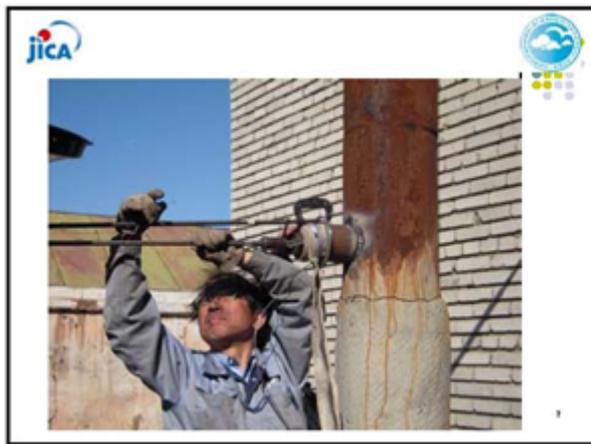


図 2.5-2 発電所・HOB の排ガス測定結果

### 2.5.5.3 サイクロン効率・改良燃料の効果

2012年10月16日の会合では、C/P（大気質庁の Erdembaatar）が、プロジェクトで調査した HOB のサイクロン効率とゲルストーブ用改良燃料の効果についてプレゼンテーションを行った。プレゼンテーションの抜粋を図 2.5-3 に示す。

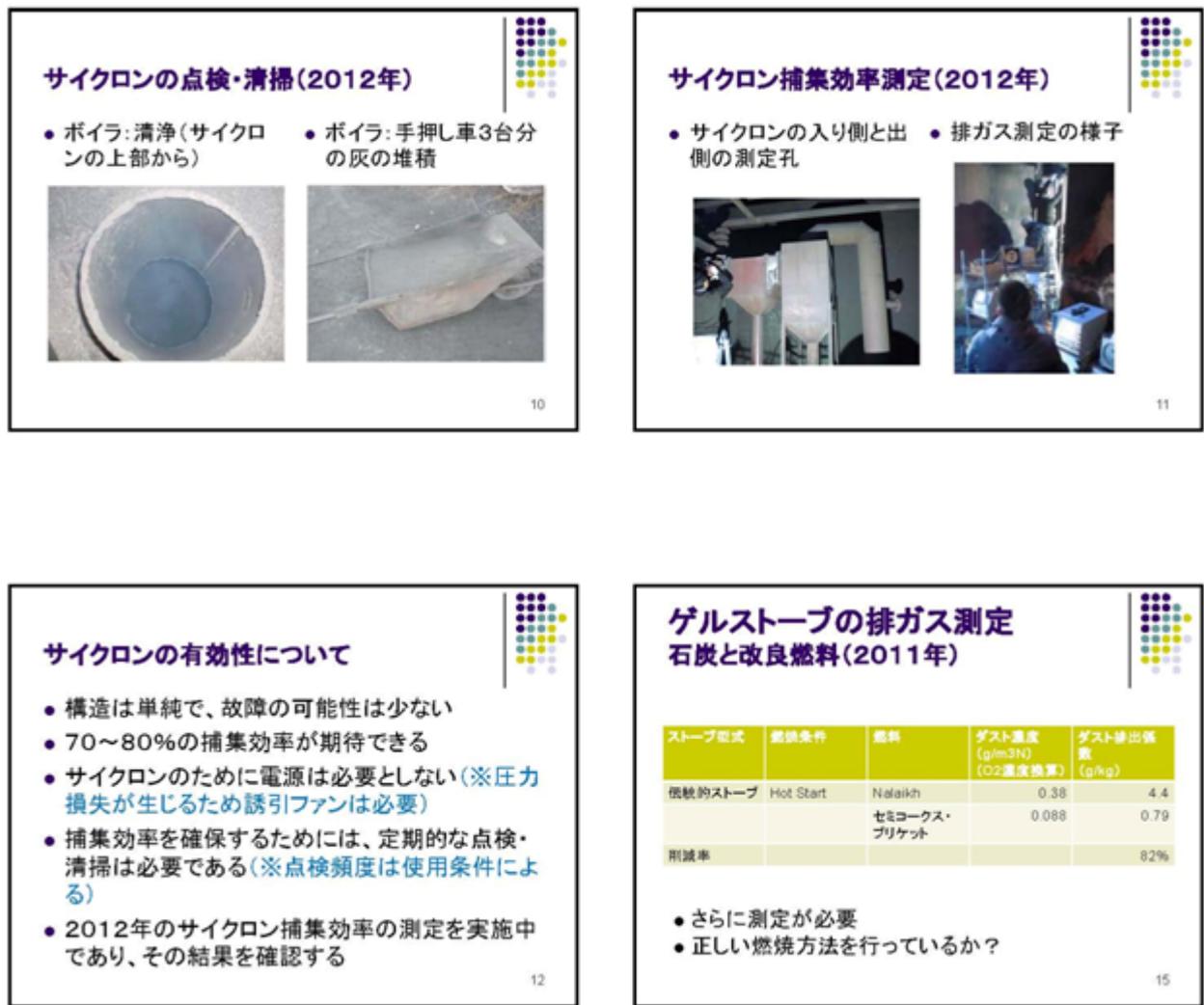


図 2.5-3 サイクロンと改良燃料の効果

## 2.5.6 ドナー機関・他プロジェクトとの連携

### 2.5.6.1 MCA (Millennium Challenge Account)

数回の面談を通じて、MCA が HOB のリプレース (2013 年 9 月迄に約 50 ヶ所の予定) に無償資金を提供する予定であることが判明した。また、MCA 側から排ガス測定やボイラインベントリについて情報提供や技術協力の依頼があった。

JICA 専門家チームとしては、ドナー間の連携を重視して、協力は惜しまないという基本方針であるものの、一時的に無償資金が大量に流れ込むことによる悪影響に対する懸念と、資金がウランバートル市の大気汚染改善のために使われることへの希望を表明した。

一時的に無償資金で HOB がリプレースされてしまうことによって、継続的なボイラ更新システムを構築する努力が中断してしまう心配がある。また、TSL (ツーステップローン) による融資との関連も含めて、民間の HOB のリプレースに無償資金を提供することに市場を歪めることについても疑問である。

本プロジェクトでは、ボイラ登録制度を構築して、ボイラ許可制度や優良ボイラ表彰制度などと組み合わせることによって、大気汚染影響の少ない HOB への転換を進めることを目指している。そこで、専門家チームと大気質庁との協議に基づき、HOB リプレースに際に MCA から資金提供を

受ける者への測定孔設置等の要求事項を作成し、2010年9月に大気質庁からMCAヘターを提出した(図2.5-4)。

MCAは2011年12月時点で援助対象の22台のHOBを決定し、2012年5月頃から転換を始め、2012年の冬には転換を終えた。当初は50台のHOBを転換する計画であったが対象として決定したHOBが大型であったために、この22台でもってHOB転換への支援は終わるとのことである。

MCAは転換対象HOB選定にあたって、公共・民間の別は特段、考慮せず、大気汚染が激しいものを優先したとのことである。TSLが民間のボイラしか対象にできないことや、民間のボイラに無償の資金を提供することは市場を歪めることなどを指摘して、公共ボイラを優先してもらう様に大気質庁を通じて申し入れた経緯がある。結果的には公共ボイラに大気汚染が激しいものが多かったこともあり、かなりの公共ボイラが含まれている。また、既に転換対象ボイラを決定していることから、TSLとの競合の心配も無くなった。

2012年10月に国家大気汚染低減委員会のMyagmar氏と面談を行った際に、MCAのリプレースしたボイラの排ガス測定の要請があり、幾つかのボイラを確認したところ測定孔が設置されていないか、設置されていても口径が小過ぎてすぎには測定が実施できなかった。

2013年1月に幾つかのボイラの測定を行うことで準備を進めている。

### 2.5.6.2 世銀

2010年6月の世界銀行のGailius氏らとの面談で、世界銀行が火力発電所の大気汚染対策への資金協力を考えているとの情報を得た。従来から、世銀は火力発電所における石炭消費量は圧倒的に大きい、そこからのPM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>の排出による地上レベルの大気環境への影響は、ゲル地区ストーブに比べれば小さいと論じていた。それでも、世銀は火力発電所の自動連続排出モニタリング装置の設置を行い、これを監視することを推奨していた。ともあれ、これまでゲルストーブの対策を主に進めてきたことからすると、大きな方針転換とも受け取れたことから引き続き情報交換や連携を進めた。

2011年3月に急遽、Gailius氏と発電所の対策検討のコンサルタントとの面談が行われ、世銀は中期で計画している発電所の排ガス対策と灰捨て場への対策について調査を予定しており、そのDraft TORを作成するに当たって、重複を避けるために、当方のプロジェクトの範囲を確認することが目的であった。世銀側は経済性評価を含むF/Sを予定しており、当方では費用の概算は行う予定であるが、主体は技術的評価であり、主体はボイラ改造、対策・モニタリング機器の設置といったものになり、灰捨て場については詳細な対策検討は予定していないと回答した。

5月末に突然、山田専門員の元に世銀が実施してきたAMHIB(Ulaanbaatar Air Monitoring and Health Impact Baseline)調査のTV会議によるDecision meetingへの招待と、参加できない場合のコメント依頼が届いた。専門家チームもAMHIB調査のDraft Final Reportを査読して、山田専門員のレビューに協力した。最終的に山田専門員がコメントを取りまとめて世銀側へ提出したものである。山田専門員の主張の方向性は、AMHIBの膨大な調査をもってしても、未だウランバートル市の大気汚染構造の解析及びその結果に基づく大気汚染対策には「不確実性」が残っており、その様な「不確実性」をモンゴル側自らが解明・解決していくことこそが、当方の技術協力プロジェクトの目標であるということであった。

世銀が検討を進めてきたUBCAP(Ulaanbaatar Clean Air Project)は世銀の理事会で承認され、モンゴル側の閣議承認を経て開始された。

2012年2月29日付けのProject Appraisal Documentによれば、その概要は以下の通りである。

プロジェクトは3つのコンポーネントから成る。

- A. ゲル地域の粒子状物質の削減
- B. ウランバートル市中心部の粒子状物質の削減
- C. 広報、プログラム調整及びプロジェクト・マネジメント

「ゲル地域の粒子状物質の削減」コンポーネント（USD16.1M）では、補助金によってゲルストーブや低圧ボイラの転換を行うことを目的とする。

「ウランバートル市中心部の粒子状物質の削減」コンポーネント（USD2.3M）では、政府が大規模発生源に対する中期的な大気汚染削減対策の実行計画を推進することを支援することが目的である。

サブコンポーネントは以下の通りである。

- B1：都市緑化による巻き上げダスト対策（USD0.78M）
- B2：火力発電所とその灰捨て場からのダスト対策（USD0.4M）
- B3：地域暖房の実施可能性調査と知識普及（USD0.6M）
- B4：住居政策の技術支援（USD0.5M）

「広報、プログラム調整及びプロジェクト・マネジメント」コンポーネント（USD3.0M）には、C1サブコンポーネントとして「大気質モニタリングと解析の支援」（USD0.8M）が含まれており、JICAプロジェクトをフォローアップして、大気質庁を支援することとなっている。

金額的には多くの予算がゲル地域のゲルストーブや低圧ボイラ導入のために補助金に使われるものの、中期的な計画には火力発電所や地域暖房といった本プロジェクトの大気汚染対策提案に含まれるものと同様の発生源が含まれている。加えて、世銀は明確に JICA プロジェクトをフォローアップするとしており、JICA プロジェクトの意義を理解したものと思われた。

### 2.5.6.3 無償資金協力への要請書

プロジェクト開始早々の 2010 年 7 月には、第 3 火力発電所の大気汚染対策を検討し、220t/h ボイラの微粉炭燃焼方式の流動床燃焼方式への改造の無償資金協力への要請書案の作成に協力した。この対策は、一連の本件詳細準備計画調査における検討を踏まえると、排出削減の費用対効果は高く、即効性もあり JICA 協力の目に見える効果を示すことができると判断された。また、当国においては、火力発電所は国営企業であり、財務状況は極めて厳しく返済能力も限られており、有償資金協力を受ける余力がなく、火力発電所からは無償資金協力による支援が強く要望されていたものである。かつて、米国 MCA により、火力発電所支援が検討されたこともあったが、MCA のスキームになじまず、支援を受けるに至っていない。当初は、JICA 本部、および、JICA モンゴル事務所と検討する過程では、これに環境プログラム無償など、我が国の無償資金協力で支援することが期待されたが、当時は、直近で利用できる無償資金の用途が立たず、対策を早期に行うために他ドナーとの連携を行う方針とした。こうした対策は技術的な観点からは有望であることに変わりなく、最終的な大気汚染対策案の一つとして提言した。

### 2.5.6.4 TSL（ツーステップローン）

2011 年 7 月から「モンゴル国中小企業育成及び環境保全向けツーステップローン事業フェーズ 2」が 4 年間で実施されている。そのうち、TSL の環境保全ローン（EPL：Environmental Protection Loan）は、2011 年 7 月から 3 年間の予定で実施している。本プロジェクトの固定発生源インベントリ/シミュレーション 1 を担当している田畑専門家が、環境アドバイザーとして参加して、現地の環境アドバイザーと緊密な連携を図っている。

TSL の EPL は、大気汚染防止を目的として、HOB の新設、リプレース、製造及び石炭改質燃料の製造等を対象としている。EPL の融資判断については、融資前後の環境影響を評価するため、EPL のための環境ガイドラインを作成した。HOB の新設やリプレースについては、本プロジェクトの調査結果を参考に、融資前と比較して石炭使用量の 20%削減や燃焼効率 75%以上となる HOB を融資条件とした。

TSL と本プロジェクトとの連携については、本プロジェクトの HOB 聞き取り調査において、TSL の融資対象となる民間の HOB が多い地域での調査に TSL の担当者が同行し、TSL の融資を紹介する活動を行った。

2012 年 12 月末時点での EPL 融資案件数は、合計 10 件である。内訳として、HOB のリプレース 4 件、ストーブ製造 1 件、オガクズブリケット 1 件、その他 4 件となっている。地域別ではウランバートルが 5 件、その他が 5 件となっている。現時点では、財務省での審査の前に実施される銀行の EPL 審査で、財務上の問題で却下されることが多く、HOB の案件数が伸び悩んでいる。この理由として、HOB が担保としての価値が低いこと、融資の最低対象金額が大きいことなどが挙げられる。

2012 年 12 月には、モンゴル中央県における地熱のヒートポンプを用いた暖房システムの EPL が承認されるなど、石炭使用量を大幅に減らす効果の高い案件が承認され始めている。今後は、このような最新技術や TSL による燃料効率の高い HOB の導入をさらに進めることにより、ウランバートル市の大気汚染防止が進める必要がある。

#### 2.5.6.5 JICA と他ドナー機関・モンゴル側機関の活動

現時点での想定を含めて、JICA と他ドナー機関及びモンゴル側機関の大気汚染対策に係る活動を表 2.5-11 にまとめた。

## MCA の行う HOB リプレースへの大気質庁の意見と要望

### 1. HOB リプレースについての大気質庁の考え方

MCA が大気汚染の改善を目的として、HOB をリプレースすることを、大気質庁は高く評価する。大気質庁としては、HOB のリプレースによって個々のボイラの大気汚染物質排出が削減されることを期待すると共に、MCA がリプレース対象ボイラに対して資金を提供する際に、今後、大気質庁が行う排出規制に協力することを要求事項としてもらうことを強く希望する。

HOB は温水供給を目的としていることから排ガス温度が低く、加熱管表面の硫酸露点腐食が起り、平均的に 4 年前後で加熱管や HOB の交換が必要になる。この硫酸露点腐食を緩和するために温水温度を上げる工夫を行っている HOB もあるが、HOB の延命に止まっており、いずれ加熱管や HOB のリプレースは避けられない。

例えば、一過性の資金で一度に全ての HOB を更新したとしても、硫酸露点腐食によって更新したボイラがいずれ劣化するのであれば、それは一過性の対策に過ぎず、HOB は更新し続けなければならないという性質を持っている。従って、大気汚染対策としては、一過性の HOB 転換ではなく、定期的な HOB のリプレースと事業者側による適正な運転管理、行政による運転状況と汚染排出状況の的確な把握と指導の継続など、HOB 事業者側、行政の双方の持続的な努力が重要である。

また、約 1 年前に JICA の協力で HOB 排ガスの予備的な測定を実施したが、その結論は、HOB の燃焼状態が非常に不安定で、測定結果の不確実性が大きいということであった。つまり、現時点で、大気質庁はどのボイラがより優良なボイラであるかを示す科学的なデータにもとづいて、認定はできない。AQDCC が、これまでの JICA 協力の結果に基づき、参考情報を提供する場合であっても、当面は事業者側の判断によって、導入ボイラの機種を選定し、その排出削減における結果については事業者側が自己責任をとることを原則とする。今後、JICA の技術協力プロジェクトでは、一部の HOB を対象に、排出削減の観点から、運転管理の改善、排出管理への技術的支援を行う予定である。

### 2. リプレース対象ボイラ

以下の条件に基づいて、リプレース対象ボイラを選定することを提案する。

- ① 設置後、長い年数が経過しているボイラ
- ② 病院や学校などの公共施設のボイラ
- ③ 石炭使用量の多いボイラ
- ④ ウランバートル市中心部に位置するボイラ

大気質庁は JICA の了解の下で、選定の際の参考となる HOB リストを提供することができる。

但し、今年、排ガス測定のための HOB の下見を行った際に、この 1 年の間でも、多くの HOB が異なる型式にリプレースされている点には注意が必要である。

### 3. HOB のリプレースに当たっての要求事項

リプレースされる HOB の所有者もしくは管理者に、以下の条件を承諾させて頂きたい。

- ① ボイラの情報を提供すること

図 2.5-4 大気質庁から MCA へのレター

- ②ボイラを登録すること
- ③排ガス測定用フランジ（口径 15～20cm）を設置すること
- ④ボイラ管理用の計器を設置すること
  - －炉内温度計
  - －炉内またはボイラ出口の圧力計
  - －排ガス温度計
  - －温水流量計、温度計
- ⑤排ガス測定を受け入れること
- ⑥ボイラ診断を受け入れること
- ⑦ボイラ視察を受け入れること
- ⑧ボイラ所有者・管理者向けのセミナー・ワークショップに参加すること
- ⑨MNS 排出基準遵守に向け努力すること

上記の項目は 2010 年における HOB リブレースに際しての要望事項であり、次年度以降は、

- ・ MNS 排出基準を達成すること。
- ・ 自主的に然るべき検査機関により排ガス測定を行い、AQDCC に報告すること。

等を、段階的に追加することを検討する。

以上

図 2.5-4 大気質庁から MCA へのレター

表 2.5-11 JICA と他ドナー機関・モンゴル側機関の活動

プロジェクト・活動			実施中・済		実施想定		備考	
大項目	中項目	小項目	JICA (F1)	ドナー等	JICA (F2)	ドナー等		
排ガス測定	(JICA フェーズ 1 : 成果 2)	発電所	○		○			
		HOB	○		○			
		CFWH	△		○	WB	WB がストーブラボ支援と CFWH への対象拡大を表明 (UBCAP)	
		ゲルストーブ	△	WB MCA	○	WB		
大気環境影響評価	(JICA フェーズ 1 : 成果 1)	発生源インベントリ	○	MGL	○		モンゴル側でも国家発生源登録を開始した発生源インベントリの精度管理が未だ不十分であり、JICA で支援継続を想定	
		シミュレーション	○		○		モンゴル側独自のシミュレーション実施には未だ不十分であり、JICA で支援継続を想定	
大気環境モニタリング		測定局の追加・統合化			○		測定局の追加（特にゲル地域）と統合化が必要であり、JICA が新たに支援を想定	
		自動連続測定局維持管理		GIZ FR MGL	○		GIZ とフランスが自動連続測定局を供与済みだが、維持管理に不安が残り、JICA が新たに支援を想定	
		測定データ解析・活用		MGL	○		測定データ解析・大気汚染行政への活用は不十分と考えられ、JICA が新たに支援を想定	
		PM10 成分分析		WB MCA	○		AMHIB で WB が分析、MCA も分析中 JICA でもシミュレーションモデルとの比較を行い、PM10 高濃度の原因解明を想定	
固定発生源対策（発電所、HOB、CFWH、ゲルストーブ）	対策メニュー作成 (JICA フェーズ 1 : 成果 4)	発電所	○		○	WB	JICA 技プロでは流動床燃焼への転換等を提案	
		HOB	○	MCA	○	WB	ドナーは MCA、JICA 技プロではボイラ登録管理制度構築と大気汚染対策・省エネ診断を実施	
		CFWH					WB	
		ゲルストーブ	△	WB		WB	AMHIB で効果は試算	
	個別対策の FS (JICA フェーズ 1 : 成果 3、ボイラ登録管理制度構築)	発電所	△	ADB	○		WB	WB が FS 実施を表明 (UBCAP) JICA ではタービン効率改善を検討中（第 4 火力 FS） ADB が第 5 火力発電所の FS 調査を実施 WB が FS を表明
		HOB	○	MCA	○		WB	JICA は TSL で実施、MCA が実施 JICA 技プロではボイラ登録管理制度と構築と大気汚染対策・省エネ診断を実施

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

プロジェクト事業完了報告書

	対策実施 (JICA フェーズ1: 成果3、ボイラ登録制 度運用)	CFWH				WB	WB が FS を表明 (UBCAP)		
		ゲルストーブ			WB		WB	AMHIB で効果は試算	
		発電所	△			○		WB の対策実施は不明 JICA ではタービン効率改善を検討中 (第4火力FS)	
		HOB	△	MCA		○		MCA が無償、JICA が TSL で一部転換だが未だ不十分 JICA 技プロではボイラ登録管理制度を実施 WB の対策実施は不明	
		CFWH						WB の対策実施は不明	
移動発生源対策 (自 動車対策)	対策メニュー作成	自動車排ガス	△	MGL		○	MCA が転換補助金を実施、WB が引き継ぎを表明		
	個別対策 FS	自動車排ガス		MGL			モンゴル側でも一部検討		
	対策実施	自動車排ガス		MGL			モンゴル側でも一部実施		
その他の発生源対策 (灰捨て場、巻き上 げ粉塵)	対策メニュー作成	発電所灰捨て場	△	MGL			WB	火力発電所は灰埋立地の覆土を実施 WB が灰捨て場対策検討を表明 (UBCAP)	
		自動車走行巻き上げ							
		土壌巻き上げ						WB	WB が緑化対策検討を表明
	個別対策 FS	発電所灰捨て場						WB	WB が灰捨て場対策検討を表明
		自動車走行巻き上げ							
		土壌巻き上げ						WB	WB が緑化対策検討を表明
	対策実施	発電所灰捨て場							WB の対策実施は不明
		自動車走行巻き上げ							
		土壌巻き上げ							WB の対策実施は不明
総合的な対策	地域エネルギー供給 計画	—		ADB				ADB がエネルギーMP を作成	
	燃料転換計画	—	○					JICA は石炭利用 MP 調査を実施 石炭液化、石炭ガス化等を想定	
	自動車排ガス規制導 入	—						輸入中古車規制はかなり困難	
	交通計画	—						渋滞改善策を想定	
	都市計画 等々	—						裸地の舗装、ゲル地区の移転等を想定 実現性のある総合対策計画策定には時間がかかる	

WB : 世界銀行、F1 : JICA 技術協力プロジェクト (フェーズ I)、F2 : JICA 技術協力プロジェクト (フェーズ II)、MGL : モンゴル側機関、○ : 十分、△ : 不十分

## 2.5.7 広報活動

2011年12月の中間レビューで広報活動の不足を指摘されたが、その後も対応が不十分な期間が続き、2012年6月になって広報活動が活発化した。広報活動を活発化できなかった原因には、排ガス測定の実績が見つかったことや、発生源インベントリ・シミュレーションの精度確認が技術的に困難であったこと等が挙げられる。

### 2.5.7.1 プロジェクト活動紹介セミナー

プロジェクトでは第2年次に大気質庁が主体となって、プロジェクト活動紹介セミナーを開催する予定であった。このセミナーの目的は、プロジェクトで実施している活動について一般市民に広く広報することであった。カウンターパートとの協議の結果、市役所1階のエレベーターホールを利用して、2012年6月に第1回プロジェクト活動紹介セミナーを、市役所の各部署が定期的に開催しているオープンデーの形式で、開催することとなった。

活動分野毎に大気質庁のカウンターパートから担当者を決め、当日は展示したポスターや機材の前でニュースレターを配布すると共に、一般市民に対して広報活動を行った（図 2.5-5、図 2.5-6、表 2.5-12）。

市役所1階の市民の出入りが多い場所で展示を行ったため、非常に多くの市民に広報を行うことができた。用意した6種類のニュースレターは各々200部以上を配布することができた。

表 2.5-12 プロジェクト活動紹介セミナーの担当者

活動分野	担当者	展示物
発生源インベントリ・シミュレーション	Batsaikhan、Daavajargal	ポスター、ニュースレター
移動発生源	Altangerel	ポスター、ニュースレター
発電所灰捨て場からのダスト飛散	Sanchirbayar	ポスター、ニュースレター
排ガス測定	Daavajargal、Otogonbayar	ポスター、ニュースレター、排ガス測定機材
ボイラ登録管理制度	Seded、Galimbyek	ポスター、ニュースレター
大気汚染対策・省エネ診断	Tsolmon、Seded、Galimbyek	ポスター、ニュースレター、診断機材

2012年9月28日には同様の第2回プロジェクト活動紹介セミナーをウランバートル市中心部のスフバートル広場にテントを設置して行った（図 2.5-7、図 2.5-8）。この日は大気汚染対策に関係する様々な機関、企業が展示を行うイベントであった。ここでもニュースレターを各種類 350部以上、配付した。



図 2.5-5 オープンデーの様子 1



図 2.5-6 オープンデーの様子 2



図 2.5-7 イベントの様子 1



図 2.5-8 イベントの様子 2

### 2.5.7.2 シンポジウム

第 1 回プロジェクト活動紹介セミナーの開催日の午前中にドナー機関とモンゴル側政府機関を招待してより技術的なテーマに関するシンポジウムを開催した（図 2.5-9、図 2.5-10）。

今回は、かなりの測定データが蓄積できた「発電所ボイラ及び HOB の排ガス測定」と、ある程度の精度確認を終えた「発生源インベントリと大気汚染シミュレーション」の 2 つをテーマとして、日本人専門家がプレゼンテーションを行い、議論の材料を提供した後に、参加者の間で議論を行った（別添資料 2.5-4）。

当日は ADB、NAQO、モンゴル科学技術大学、モンゴル国立大学や、たまたま同時期に調査に来ていた第 4 火力発電所の改修のための JICA 調査団も参加して活発な議論が行われた。

排ガス測定については、MCA の支援でストーブテストを実施しているモンゴル科学技術大学の参加者から協力の可能性についての意見が表明された。

大気環境モニタリング結果とシミュレーション結果の相違については、NAQO の参加者から、大気環境モニタリングデータ評価や、測定局の配置を適正化する必要性についての意見があり、非常に有意義な意見交換ができた。



図 2.5-9 シンポジウムの様子 1



図 2.5-10 シンポジウムの様子 2

### 2.5.7.3 ニュースレター

前述のオープンデーの開催に合わせて、6種類のニュースレターを作成した。プロジェクト・パンフレットは日本語とモンゴル語だけであったが、ドナー機関への配布を勘案して、英語版を追加した。

表 2.5-13 に 6種類のニュースレターのタイトルを、図 2.5-11 にその中から発生源インベントリ・シミュレーションに関するニュースレターを示す。全てのニュースレターについては別添資料 2.5-5 に示した。

表 2.5-13 ニュースレターのタイトル

Vol	タイトル
1	ボイラ排ガス測定の技術移転
2	ボイラ登録管理制度の構築
3	大気汚染物質・移動発生源インベントリの構築
4	発電所灰埋立地からの大気汚染物質発生源インベントリの構築
5	大気汚染物質発生源インベントリとシミュレーションによる大気環境影響の評価
6	大気汚染対策・省エネ診断の実施



**JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
ULANBAATAR CITY GOVERNMENT**



## ウランバートル市 大気汚染対策能力強化プロジェクト

ニュースレター Vol.5 (2012年6月)  
大気汚染物質発生源インベントリとシミュレーションによる大気環境影響の評価

**JICA技術協力プロジェクトの概要**

JICAの技術協力プロジェクト「ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト」は、2010年3月に開始され、2013年3月までの予定で実施されています。

大気汚染対策行政の体制が整っていないという状況を踏まえ、このプロジェクトでは、ウランバートル市とその関係機関の人材を育成して、大気汚染を管理強化することを目的としています。各機関の行政能力を強化し、関係機関どうしの連携や協働を促進することによって、具体的な大気汚染対策が実施され、得られた排出削減が実現することが期待されています。

**■ プロジェクトの具体的な活動**  
プロジェクトは以下の3つの成果のための活動から構成されています。

成果	大気汚染物質の発生源インベントリを作成して、シミュレーションを行い、大気環境影響を評価します。
成果1	発電所やHOBなどのボイラの稼働状況を把握し、シミュレーションを行い、大気環境影響を評価します。
成果2	発電所やHOBなどのボイラの稼働状況を把握し、シミュレーションを行い、大気環境影響を評価します。
成果3	汚染源に対する行政の管理強化を促進するため、ボイラ登録制度を構築します。
成果4	発電所やHOBなどのボイラの省エネルギー診断を行い、大気汚染対策を提示します。
成果5	他の関係機関やモンゴル側が実施している大気汚染対策プログラムに貢献します。

これらの活動を通じて、カウンターパート機関の大気環境影響評価能力、排出規制能力、対策指導能力、コミュニケーション能力、マネジメント能力が強化されていく予定です。

今回は、これらの中での発生源インベントリとシミュレーション(成果1)について紹介します。

**発生源インベントリ・シミュレーションの活動**

**■ 発生源インベントリ及びシミュレーションモデルに関する活動**

成果1では、発生源インベントリ及びシミュレーションモデルに関するワークショップ、セミナーを行いました。ワークショップでは、発生源インベントリの定義、推計方法や活用方法について説明し、モンゴル側の排出インベントリに関する共通理解を図りました。また、インベントリ作成方法やシミュレーションモデルに関する実習を行うことにより、技術移転を図りました。発生源インベントリやシミュレーション結果については、CFAWGで発表し、議論を行いました。また、大気汚染対策の推進に向けた基礎資料として、活用しています。なお、発生源排出インベントリとは、ある期間内に大気汚染物質がどこからどのくらい排出されたのかを示す発生源一覧であり、シミュレーションの入力データや大気汚染対策を策定する上で重要なツールとなっています。

発生源インベントリでは、2010年にボイラ稼働調査を実施し、HOBの基本情報や石炭使用量を把握しました。また、石炭使用量と排出係数に関する情報収集及び現地調査を行い、火力発電所、HOB(地中層専用ボイラ)、工場、CFWH(小型石炭焚き温水セーター)、グルストープに関するデータを収集・整理しました。その結果を用い、2010年3月～2011年2月を基準年として排出インベントリを推計しました。

移動発生源インベントリでは、2010年に交通量調査及び旅行速度調査を実施しました。併せて車検登録データの情報収集、日本の排出係数モデル、燃料の成分分析結果等のデータから、自動車の排出係数及び走行量を推計し、その結果を用いて、自動車の排出ガスからの排出量を機関別、燃料別に推計しました。

その他、発生源インベントリでは、火力発電所の操縦室増設からの発電量を2010年から測定し、その結果を用いて年間発電量を推計しました。自動車による道路の塵上げ粉じんについては、舗装/未舗装道路別に排出インベントリを推計しました。

**■ シミュレーションモデルの構築**

右図に示すとおりシミュレーションモデルとは、発生源インベントリ及び気象データを入力データとしてモデルによるシミュレーションを行い、モデルの計算値と実測値の比較を行い、モデルの検証を行い、モデルの修正を行い、最終的にモデルの構築を行います。その結果を用いて、大気汚染対策を策定するためのツールです。

成果1では、上記の活動を踏まえて収集・整理した、基準年の発生源インベントリ、気象データ、大気環境データ等を用いてシミュレーションモデルを構築しました。

**排出量推計結果とシミュレーション結果**

**■ SO<sub>2</sub>及びPM<sub>10</sub>の発生源別排出量**

発生源	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
火力	13,282.29	11,051.01
HOB	1,369.82	2,811.86
CFWH	315.09	130.79
グル	4,675.14	3,654.39
幹線道路	203.23	199.64
幹線街	66.75	65.38
土壌塵上げ	-	9,266.10
火力発電所	-	2,560.96
合計	19,910.13	30,239.55

基準年の測定発生源インベントリ、移動発生源インベントリ、その他発生源のインベントリを整理・集計し、SO<sub>2</sub>及びPM<sub>10</sub>の発生源別排出量及び大気汚染物質排出量分布を算出しました。その結果、SO<sub>2</sub>では、火力発電所及びグル地区の排出量が多くなっています。PM<sub>10</sub>では、火力発電所、土壌塵上げの排出量が多くなっています。なお、PM<sub>10</sub>は、小さな気溶・液体粒子の集合体であるため、サイズ、化学組成、物性が大きく異なります。自然起源(塵粉、海塩粒子、土壌粉じん、火山噴火など)、人間活動によりです、フライアッシュ、酸化鉄などの微粒子が排出されます。




SO<sub>2</sub>及びPM<sub>10</sub>の大気汚染物質排出量分布(基準年)

**■ シミュレーションによるSO<sub>2</sub>及びPM<sub>10</sub>の計算**

構築モデルにより、大気汚染が深刻な冬季(2010年11月～2011年2月)のSO<sub>2</sub>及びPM<sub>10</sub>の計算濃度を推計しました。平均通り北側の地区で高濃度となっています。この原因として、火力発電所は煙突が高いため広く拡散するのに対して、グルの煙突は低く汚染物質が滞留しやすいため、高濃度になることが考えられます。大気測定局におけるSO<sub>2</sub>濃度の計算値と実測値との比較では、同程度となっていますので、シミュレーションモデルは正しいものと判断できます。しかし、PM<sub>10</sub>濃度では、シミュレーションによる計算値が実測値の半分程度です。この濃度差の原因を特定することが必要です。




SO<sub>2</sub>及びPM<sub>10</sub>の計算濃度分布(2010年11月～2011年2月) 単位: μg/m<sup>3</sup>

**今後の活動**

今回は、発生源インベントリを継続的に更新できるように、基準年の期間変更、排出量結果、HOB稼働結果及び最新の統計データ等を用いて、インベントリとシミュレーションモデルの再構築を、2012年9月までにモンゴル側が主体で行う予定です。また、構築モデルを用いて、様々な大気汚染対策ケースに対する大気環境濃度の推計を行い、濃度基準を達成するために必要な大気汚染対策を提示してまとめる予定です。プロジェクト終了後を見据えて、大気質庁、NAMKM(国家気象・環境モニタリング庁)及び関係機関により、データの更新ができる体制の構築を目指しています。

**JICA モンゴル事務所**  
7F, Bodi Tower Sukhbaatar Square 3, Ulaanbaatar  
TEL: 976-11-325939, 312393 FAX: 976-11-310845  
<http://www.jica.go.jp/mongolia/index.htm>

**プロジェクト事務所**  
4F, Khangad Building, Chingeteei District, Gajidav St-9, Ulaanbaatar (Air Quality Department of Ulaanbaatar City)  
TEL: 976-11-318551 FAX: 976-11-318551

図 2.5-11 ニュースレターの例

#### 2.5.7.4 新聞記事

広報活動の一環として、新聞にプロジェクト活動紹介の記事を掲載した。今回は排ガス測定結果の紹介記事とした。掲載紙は日本語版が国営モンツァメ通信社発行の「モンゴル通信」（2012年6月1日版）、モンゴル語版が同社の「モンツァメ・メデー」（2012年6月1日版）であった。

日本語版の記事を図 2.5-12～図 2.5-13 に示す。

(本稿文)

## 大気汚染物質の排出削減をめざして

### JICAの技術協力プロジェクト

2010年3月から、日本政府によるモンゴル国への政府開発援助（ODA）の一環として、JICA専門家チームとウランバートル市大気質庁を始めとするモンゴル側の市や国の関連機関と大学等が協力して、JICAの技術協力プロジェクト「ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト」を実施している。このプロジェクトでは大気質庁などの大気汚染対策に携わる人材の能力向上と組織体制の強化を目的としており、最終的には、ウランバートル市中規模、大規模の大気汚染源からの汚染物質の排出削減をモンゴル人自らの手で行うことを目指している。その活動は大きく5つの分野から成る。

1つめの活動は大気環境影響評価能力の向上を目指すもので、具体的には発生源インベントリー作成やシミュレーション実施を行う。発生源インベントリーは、どの施設が、どの大気汚染物質をどれだけ発生しているかを明らかにするものであり、総ての大気汚染対策の基礎となる。これを基にシミュレーション

を行ない、これらの発生源から排出された大気汚染物質が、ウランバートル市内のどの地点で、どれくらい大気汚染を汚すことになるかを予測し、発生源対策や市民の健康の保護に役立てることができる。2つめは火力発電所やHOB (Heat Only Boiler) 等のボイラ施設の排ガス測定技術を習得するための活動であり、次の活動と併せて、排ガス管理能力の向上を目指す。3つめの活動では、ボイラ登録管理制度を構築して最終的にボイラ施設からの排出削減を行うためにボイラの管理を行政と事業者が協力して行う。この活動の中にはデータベースの開発も含まれている。4つめは対策指導能力の向上を目指すもので、発電所やHOBを対象として、具体的な対策検討を行う。5つめの活動では、市民への啓発や援助機関やモンゴル国政府機関やウランバートル市で実施している大気汚染対策プログラムへの貢献を目指す。今回の新聞発表もこの活動の一環であり、その主な内容は2番目の活動によって得られた排ガス測定結果を示したものである。

ウランバートル市全体の石炭消費量約500万トンのうち、火力発電所では、約8割にあたる約400万トンを燃焼させていることから、これまで、火力発電所で稼働して来たHOB排ガス基準遵守のための努力など排ガス管理は重要なものであることが解る。

これらの火力発電所がMNS排出基準を守っていないならば、大気汚染の状況は更に厳しいものとなっているはずである。

今後、これを継続し、着実に強化していくことは、ウランバートル市の排出削減のためには非常に重要なことである。

### HOBの排出基準と排ガス測定結果

次にHOBとグルストーブのダスト濃度のモンゴル国国家標準（MNS）で決められている排出基準を以下に示す。

種類	0.6-1.5 階	2.5 階
HOB	0.3	0.4
Gas Stove	—	2.5

次に昨年冬の冬のHOB測定結果を図に示す。

Aという記号はボイラ設置場所Aのボイラの測定結果であることを表している。設置場所が異なっても、同じ型式のボイラについて測定している場合も含まれているが、この図ではボイラの型式は示していない。

まず、分かることは28回の測定の中で、ダスト濃度の排出基準を満たしたものは6回だけであり、このデータを見る限り、現在のHOBの排出基準を満たすことはかなり難しいと言える。しかし、一方で、この基準を満たしているHOBが存在することも事実である。即ち、総てのHOBが排出基準を満たせば、相当程度の排出削減が期待できる。且つ同時に、これは、既にウランバートル市におけるHOB事業者側がもっている技術やボイラの運営ノウハウを組み合わせて、排出基準の遵守が可能となることを示している。

今年の冬も厳しい条件下、JICA専門家チームと大気質庁等のモンゴル側機関が協力して、排ガス測定を実施した。さらに多くの測定データが蓄積されることによって、現在の排出基準の妥当性、燃焼管理の効果、ボイラ型式毎の性能について議論することが可能になると考えている。

### 発電所の排出基準と排ガス測定結果

発電所のボイラのダスト濃度のモンゴル国国家標準（MNS）で決められている排出基準を以下に示す。排出基準はボイラの燃焼方式と規模によって異なっている。

	亜亜燃焼ボイラ	流動床燃焼ボイラ	ストーク式ボイラ
— 420 ton/h	0.2	—	—
— 220 ton/h	10.8	—	—
— 75 ton/h	21.0	1.2	—
— 35 ton/h	10.6	—	10.9
— 25 ton/h	—	—	—
— 10 ton/h	—	—	12.0

単位：g/m<sup>3</sup> (0は標準状態を表し、0℃、1気圧、酸素濃度9.33%に換算した)

次に昨年冬の冬に発電所のボイラで測定した結果を図に示す。測定したダスト濃度を棒グラフで、各々のボイラの基準値を点線で示しており、基準値以下の場合は棒グラフを青色に、超過している場合は赤色に塗っている。グラフの下の記号は発電所を表し、[FP2：第2火力発電所、FP3：第3火力発電所、FP4：第4火力発電所]、マイナス記号（-）は基準値以下、プラス記号（+）は超過を表す。

第2、第3、第4火力発電所にはそれぞれ異なる方式のダスト対策装置が設置されており、測定した時の状況によって、若干、排出基準を超過している場合も見られるが、概ね各発電所

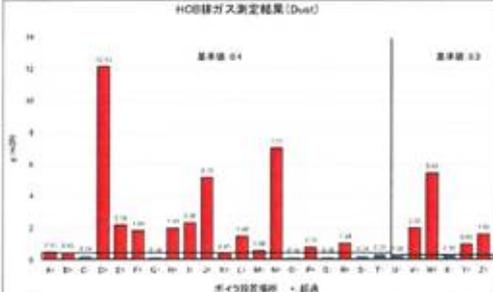
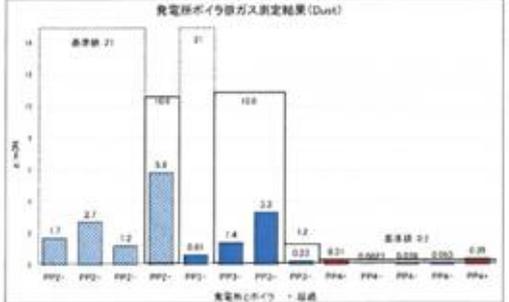


図 2.5-12 新聞掲載記事の例その1

写真2



クランバートル市内にあるHOBの例

**排ガス測定の方法実施**

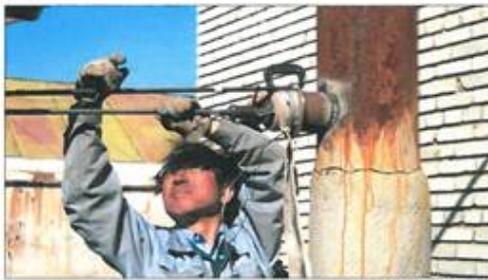
ここで排ガス測定の方法を解説したい。まず、述べたいのは、発電所の大型ボイラ、HOBからグルストープに至るまで、既にモンゴル国ではMNS（モンゴル国家標準）によって大気汚染物質の排出基準が定められていることである。対象となる汚染物質には4種類があるが、ここでは今、最もウランバートル市で問題となっているダストの排出濃度を取り上げる。排出濃度は排ガス温度や酸素濃度によって異なるので、測定した濃度をMNSで決められた温度と酸素濃度に換算して比べることになっている。

この様にダストの排出基準は決められているが、排ガスのダスト濃度を測定することは技術的に難しく、ほとんど測定が行われておらず、遵守状況は確認されていないかった。JICAの技術協力プロジェクトでトレーニングを行ったことによって、大気質庁を始めとする関係機関のスタッフがダストの排ガス測定を行うことができるようになった。

こうして実際にダスト濃度が測定できる様になったことで、測定結果、つまり科学的根拠に基づいてボイラからの排出ガスの管理を行うことが可能になったことに大きな意味がある。一方で、今年の冬からボイラ整備管理制度も開始されたことから、順次、排出基準を超過しているボイラの管理を強化していく予定である。

こうした排ガス測定は、ボイラ事業者や所有者に様々な影響を及ぼすことになるので、技術的な信頼性が高いものでなければならぬ。かつ、モンゴル国行政機関が継続的に実施できるためには、経済性や現場での操作性も重要である。そこで、私達は、ダスト濃度の測定方法として、日本の規格

写真3



煙突に設置された測定孔

(JIS, Japanese Industrial Standard) に従ったものを導入することにした。これは、粒状状態で全ての粒径のダストをろ紙に捕集して秤量する方法である。より正確にダスト濃度を測定するために排ガスの流出速度と同じ速度でダストを採取する「等速吸引」を行う。測定のためには直径10cm程度の測定孔を煙突やダクトに設置する必要がある。一見、この測定方法は、不便で苦めかしく見えるが、現在でも、専門家の間では最も精度が高く実用的な方法であると広く認められている。ウランバートル市大気質庁と環境・疫学調査中央ラボラトリー（GLEM）では、ウランバートル市民が呼吸する大気にどのような汚染物質がどれくらい含まれているのかを監視するために、大気濃度モニタリングを行っている。こうした大気濃度モニタリングではPM10（粒子の直径が10μm以下の粒子）、PM2.5（粒子の直径が2.5μm以下の粒子）といった粒径の小さい粒子の方が肺の奥深く入り込み健康影響が大きいとされている。一方、このプロジェクトでは、こうした汚染物質を排出している火力発電所、HOB、グルストープからの排ガス測定を行っている。ここで測定しているダストはPM10やPM2.5などを区別することなく、全ての粒径の大きい粒子を含んだものである。排ガス測定においては、小さい粒径の粒子のみを測定することは技術的に非常に困難であり、そのような測定をモンゴルの行政や事業者が日常的に行うのは現実的ではない。実践的な観点から、日本においてはダストを規制することによって、より小さい大気環境中の粒子を削減することができたという経験からも、前述のダスト測定の日本の規格を採用している。

写真4



風牛車の排ガス測定の様子。煙突が煙を放っていることが多いので十分な防汚対策を行う

写真5



汚染ろ紙に採取したダスト。ろ紙内部にダストが付着して茶色になっている

**対象とする発生源**

ウランバートル市では、冬季のグル地区ストーブによる大気汚染が大きな課題となっている。ここで、JICA技術協力プロジェクトがなぜ発電所やHOBを主な対象としているのかを、少し説明しておく必要がある。まず、最初にJICA技術協力プロジェクトの内容を検討していた時期には、世界銀行などの多くの援助機関が既にグルストープ対策を検討していた。一方で、圧倒的に大量の石炭を消費する火力発電所やHOBに対する援助機関の取り組みは非常に限られたものであった。日本の公害克服の歴史では、行政はまず大規模な大気汚染物質発生源での排出削減を行うことで、重篤な大気汚染を改善したという成功事例がある。JICAはこうした日本の経験を活かし、且つ、援助機関の役割分担を考慮して、発電所やHOBを主な対象とした。JICAは決して、冬場のウランバートル市における大気汚染へのグルストープの影響の大きさを否定するものではないが、大量の石炭を消費している発電所やHOBも大気汚染の対象とするべきであり、また、これらの発生源も一定の影響を及ぼしていることも考慮するべきであると考えられている。更に市民への健康被害を考えると、毎年10万人に及ぶ発生源を削減することも重要である。

加えて、ウランバートル市内に3つしかない発電所や約200個と考えられるHOB（100kW以上のもの）に対しては、行政と事業者が協力することで、確実に排出削減が可能となる。一方、15万世帯以上とも言われるグル地区住者に1から2個はあると想定されるグルストープや壁ストーブを行政が直接的に介入して排出削減を行うことは、大気汚染対策の常道としては非

常に困難な課題であり、住宅の住み替え、グル地区住民の生活スタイルの変化、エネルギー面の根本的な転換等を合わせて、初めて可能となるものであり、中期的・長期的に取り組むべきであると考えている。

また、グルストープに対する対策検討は行わないものの、発生源インベントリにはグルストープも含まれており、幾つかのグルストープの排ガス測定も行う予定である。こうした測定情報は、グル地区ストーブ対策に取り組む他の援助機関からも強く要望されており、JICAプロジェクトとしては協力を惜しまないつもりである。

**最後に**

最後に、日本の経験に基づいて述べておきたいことがある。重要な点は、JICAの技術協力プロジェクトが、ウランバートル市の大気汚染問題を解決するのではなく、モンゴル人自身の手によってのみ、この問題が解決されるということである。これから、モンゴル国が経済発展し、ウランバートル市の人口も増え続ける。日本や他の新興国の事例をみれば、大気汚染問題は、ますます深刻化し、同時に、大気汚染物質や発生源削減などの点、形が変わることも避けてはならない。そうした状況下で、モンゴルの行政機関と民間事業者、大学の専門家、市民等が協力して、大気汚染に取り組むことが必要となる。JICAの技術協力プロジェクトは、こうした対応が可能となるように、モンゴル側の対応能力（Capacity）の開発（Development）を技術的に支援するものである。このJICAの技術協力プロジェクトはさらに2013年の3月迄、続く予定なので、引き続き、ご協力をお願いしたい。

図 2.5-13 新聞掲載記事の例その2

### 2.5.7.5 総括セミナー

プロジェクト終了前の 2013 年 1 月 31 日に日本－モンゴルセンターに於いて、世銀、EBRD といったドナー、モンゴル側大気汚染対策関係者及びマスコミ各社等を集めて、プロジェクトの成果を発表する総括セミナーを開催した。総括セミナーでは、JICA 専門家と C/P 及び C/P-WG メンバが交互に成果を発表した。各成果の発表者を表 2.5-14 に、プレゼンテーションを別添資料 2.5-6 に示す。

表 2.5-14 総括セミナー発表者

内容	発表者
開会の挨拶	岩井氏 (JICA モンゴル事務所次長) Batsaikhan 氏 (大気質庁長官)
排ガス測定	越智氏 (JICA 専門家) Davaajargal 氏 (大気質庁)
ボイラ登録管理制度	深山氏 (JICA 専門家、村井専門家の代理) Galimbyek 氏 (大気質庁)
発生源インベントリ・シミュレーション	Enkhmaa 氏 (NAMEM)
大気汚染対策	中嶋氏 (JICA 専門家) Seded 氏 (大気質庁)
省エネルギー	檜垣氏 (JICA 専門家) Tsolmon 氏 (大気質庁)
大気汚染対策提言	Batsaikhan 氏 (大気質庁)
大気汚染対策の費用対効果	山田氏 (JICA 国際協力専門員)
モンゴル側体制構築	深山氏 (JICA 専門家)
取りまとめ	山田氏 (JICA 国際協力専門員)

最後に参加者で記念撮影を行った (図 2.5-14)。



図 2.5-14 総括セミナーの記念写真

## 2.5.8 各成果とプロジェクト目標との関係

成果 5 の活動では成果 1 から成果 4 の活動を統合してプロジェクト目標に繋げることを目指す。しかしながら、成果 1 から成果 4 の各活動が、どの様に組み合わせられてプロジェクト目標の各指標に到達するのかが、分かり難い面がある。それはある意味、大気汚染対策そのものの分かり難さ、難しさを反映しているのかもしれない。

ここでは成果 1 から成果 4 を組み合わせることでプロジェクト目標の指標を達成する道筋を例示する。

### 2.5.8.1 年次報告

プロジェクト目標 1 ではプロジェクト期間中に 2 回、大気質庁が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を含む年次報告を発表することを目指している。

- 成果 1： 発生源インベントリを作成し、その結果を集計する。  
発生源インベントリに基づき、シミュレーションにより大気環境濃度を予測し、予測結果に基づき、大気環境評価を行う。
- 成果 2： 排ガス測定を実施し、測定結果を纏める。
- 成果 5： 上記結果に基づき、大気環境状況の評価や政策への反映について、大気質庁及び関係機関と専門家とで協議を行い、その結論を年次報告に盛り込む。

→プロジェクト目標 1：年次報告

### 2.5.8.2 提言 1：ボイラ登録制度構築

プロジェクト目標 2 ではプロジェクト期間中に 5 件の大気汚染対策に係る提言を行う。ボイラ登録制度構築については既に実施されている。

- 成果 2： 排ガス測定を実施し、排出基準との比較が可能になる。
- 成果 3： ボイラ登録制度により、ボイラ届出の一次データを得る。
- 成果 4： 専門家が対策指導を行うことにより、大気質庁による対策指導及び事業者による改善が可能になる。

→プロジェクト目標 2：ボイラ登録制度構築の提言が行われた。

### 2.5.8.3 提言 2：MNS の改定

プロジェクト目標 2 における提言の一つとして MNS の改定を行うことを検討している。

- 成果 2： 排ガス測定技術マニュアルが作成される。  
排ガス状況及び排出基準超過状況が把握される。
- 成果 4： 対策可能性面から排出基準の妥当性を検討できる。
- 成果 1： 大気環境濃度を予測し、大気環境基準と比較することによって、排出基準の妥当性を検討できる。
- 成果 5： MNS の改定手続きを確認して、手続きを進める。

→プロジェクト目標 2：MNS を改定する。

#### 2.5.8.4 提言：大気汚染対策案の提言

個別のボイラについて対策可能性を検討して削減率を求め、ボイラ登録管理データベースの情報を活用して、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うことにより、対策による大気環境濃度の改善を検討することができる。

成果4：	個別のボイラについて対策可能性を検討して、対策毎の削減率を設定する。
成果3：	作成するボイラ登録管理データベースから各対策が可能なボイラを抽出する。
成果1：	個別対策案の組み合わせによる対策ケースを設定し、対策ケースのインベントリを作成する。 対策ケースのインベントリを用いて、シミュレーションにより大気環境濃度を予測し、大気環境の改善を評価する。

→プロジェクト目標2：大気汚染対策案を提言する。

各成果とプロジェクト目標の関係を図 2.5-15 に示す。

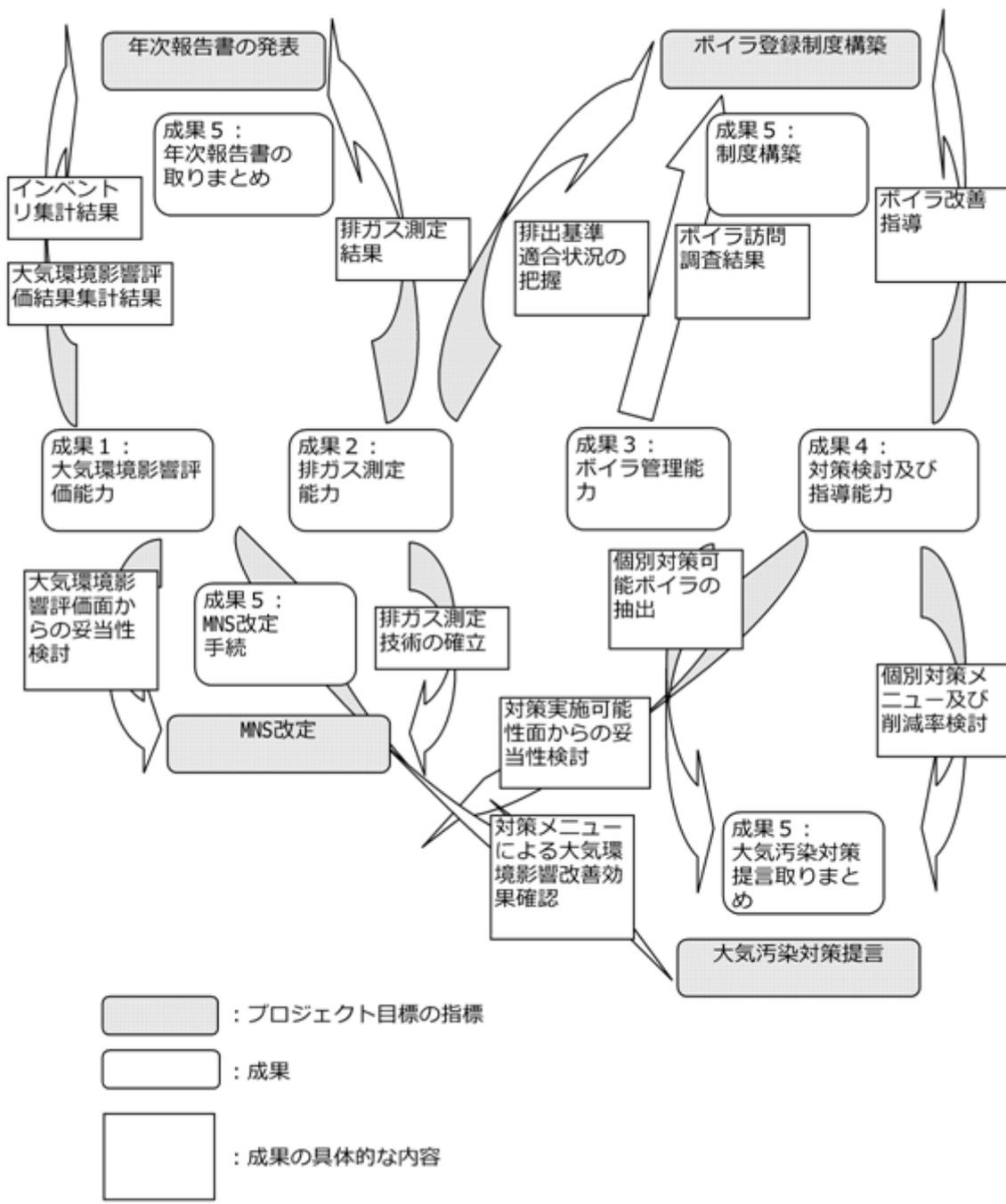


図 2.5-15 成果とプロジェクト目標の関係

## 2.5.9 大気汚染対策案

### 2.5.9.1 大気汚染対策案の検討

C/P や C/P-WG と協議を行い、可能性の有りそうな 11 件の対策案について検討を行った（表 2.5-15）。

表 2.5-15 検討した大気汚染対策案

対策ケース番号	対策案	概要
1	HOB の集約化	東部の HOB 密集地域の HOB を廃止し、代わりに大規模高効率の HOB を設置
2	サイクロンの設置	排ガス対策として何もしていない HOB について、新規にサイクロンを設置
3	HOB への置き換え	チンゲルテイ区の北部ゲル地区のゲルストープと壁ストープを廃止し、人口に応じて HOB を配置
4	流動床ボイラへの改造	第 3 火力発電所の微粉炭燃焼ボイラを流動床ボイラへ改造
5	灰埋立地への飛散防止対策	火力発電所の灰埋立地からの灰の飛散を防止するための対策（防風柵等の設置）を取る
6	移動発生源対策 1	1. 2008 年までに製造された大型バスを EURO-3 適合車に置換 2. 2009 年以降に製造された大型バスに DPF を設置 3. 車検不合格になった自動車に対し、自動車整備に精通した技術者が調整と整備を行う
7	移動発生源対策 2	「対策案 6」に以下の対策を追加 1. 硫黄分濃度が高い軽油とガソリンの販売禁止 2. 日本及び欧州の 2003 年までの基準に適合しない自動車の輸入と使用の禁止 3. 有鉛ガソリンにひどくした可能性が高い自動車の使用の禁止
8	ゲルストープからトルコストープへの置き換え	MCA のトルコストープ配布地域に対して、ゲルストープからトルコストープに置き換える
9	道路からのダスト巻き上げ対策	舗装道路の清掃等により、舗装道路からのダスト削減量を 90% に設定
10	省エネによる火力発電所の石炭使用量削減	工場内の省エネにより、火力発電所での石炭使用量の削減量を 1.26% に設定
11	MNS 基準値の遵守	すべての HOB が、MNS のボイラの排ガス基準値を遵守

これらの中から対策案 1 から 3 は既に市議会で承認され、対策案 4 と 5 について副市長に上程するべく検討中である。

以下に対策案 1～5 の内容を示す。また、比較のために対策案 11 を併せて示す。

### 2.5.9.2 HOB の集約化（対策案 1）

#### (1) 対策の概要

東の HOB 密集地域の特定範囲内にある HOB を廃止し、代わりに大規模高効率の HOB である DZL を設置する。

## (2) 対策の概要

HOB が密集しているウランバートルの東部は、火力発電所の熱供給ラインから遠いため熱供給を受けることができない、あるいは、US15 などのように、中央熱供給から熱供給を受けることが可能な地域でさえ、火力からの熱だけでは暖房容量が不足し、HOB の稼働が不可欠である。HOB については、モンゴル国の排出基準である MNS を達成していないものが数多く残されている。特に、東部は HOB が集中的に分布し、HOB による大気汚染が深刻である。しかし、東部では、火力発電所からの熱供給が大きく期待できないため、HOB を用いた大気汚染防止対策を進めていく必要がある。

HOB には、機種によって PM<sub>10</sub> 排出係数で 100 以上の開きがある。また、排出係数の高い HOB の多くは、硫黄分による腐食により耐用年数が短いものが多い。そこで、対策案（1）として、排出係数が高く熱効率の低い HOB を廃止し、高効率の HOB に集約化させることとした。

## (3) 対策の詳細

HOB における対策案（1）の HOB 集約対象範囲を図 2.5-16、ベースライン及び対策ケースの設定概要を表 2.5-16 に示す。

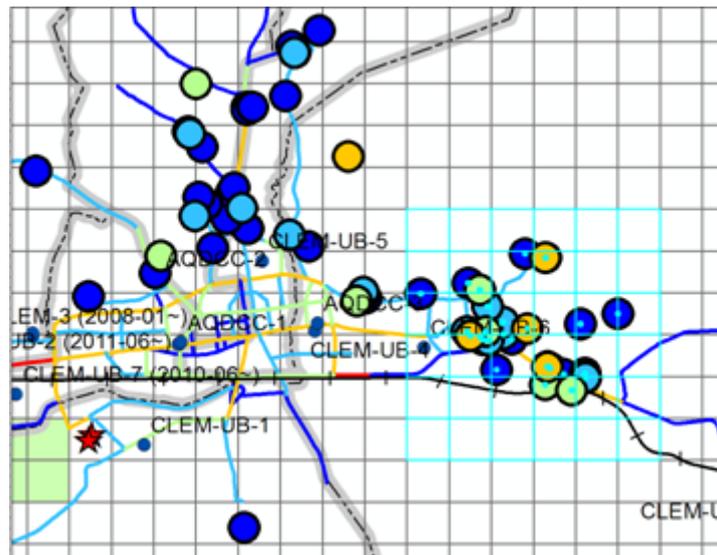


図 2.5-16 対策（1）における HOB 集約対象範囲（水色の範囲、東部 HOB 密集地域）

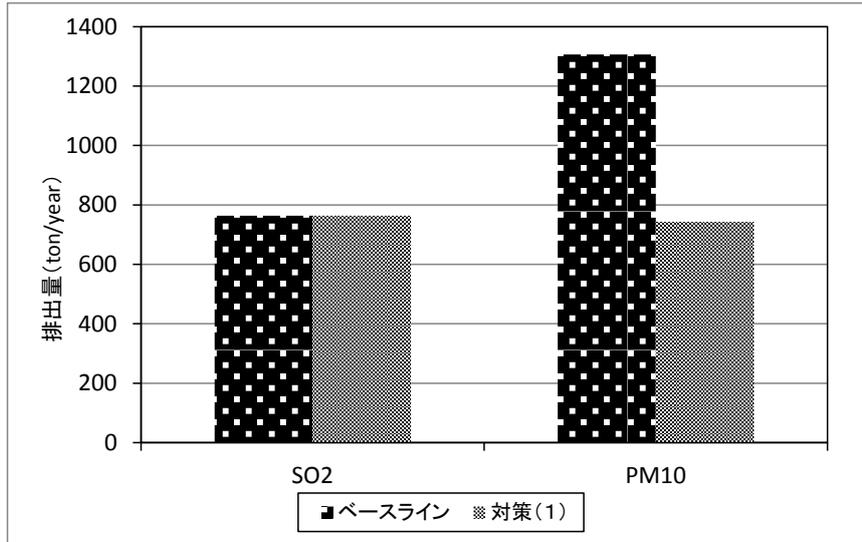
表 2.5-16 ベースライン及び対策ケースの設定概要

	ベースライン	HOB の集約化
概要		東部 HOB 密集地域（半径 3km、図 2.5-16）にある HOB（48 か所）を廃止し、その中心付近に DZL を配置
石炭使用量	2010 年ボイラ訪問調査のデータ	配置したボイラ：廃止した HOB の石炭使用量の合計
煙突情報	2010 年ボイラ訪問調査のデータ	配置したボイラの高さ：70m 口径：2.5m 排ガス温度：第 2 年次排ガス測定における DZL の測定結果 排ガス速度：湿り燃焼ガス量と合計石炭使用量から推計
排出係数	第 2 年次排ガス測定の結果	配置したボイラ：第 2 年次排ガス測定における DZL の測定結果
除去率	2010 年ボイラ訪問調査のデータ	ベースラインと同様

#### (4) 対策効果

ベースラインと対策（1）における SO<sub>2</sub> 及び PM<sub>10</sub> の排出量のグラフを図 2.5-17 に示す。また、ベースライン及び対策（1）における排出量分布図を図 2.5-18 及び図 2.5-19 に示す。石炭使用量は集約前後で変わらないと仮定しており、石炭中の硫黄分は変わらないため、SO<sub>2</sub> 排出量は集約前後で同じである。PM<sub>10</sub> については、対策前後で、563ton の削減効果が認められた。

また、対策（1）における SO<sub>2</sub> 及び PM<sub>10</sub> 濃度分布図の比較を図 2.5-20 及び図 2.5-21 に示す。図中赤丸で囲んだメッシュが最大着地濃度の地点である。



	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
ベースライン	764.40	1,307.00
対策（1）	764.40	743.62

単位：ton/year

図 2.5-17 ベースラインと対策（1）における SO<sub>2</sub>及び PM<sub>10</sub>の排出量

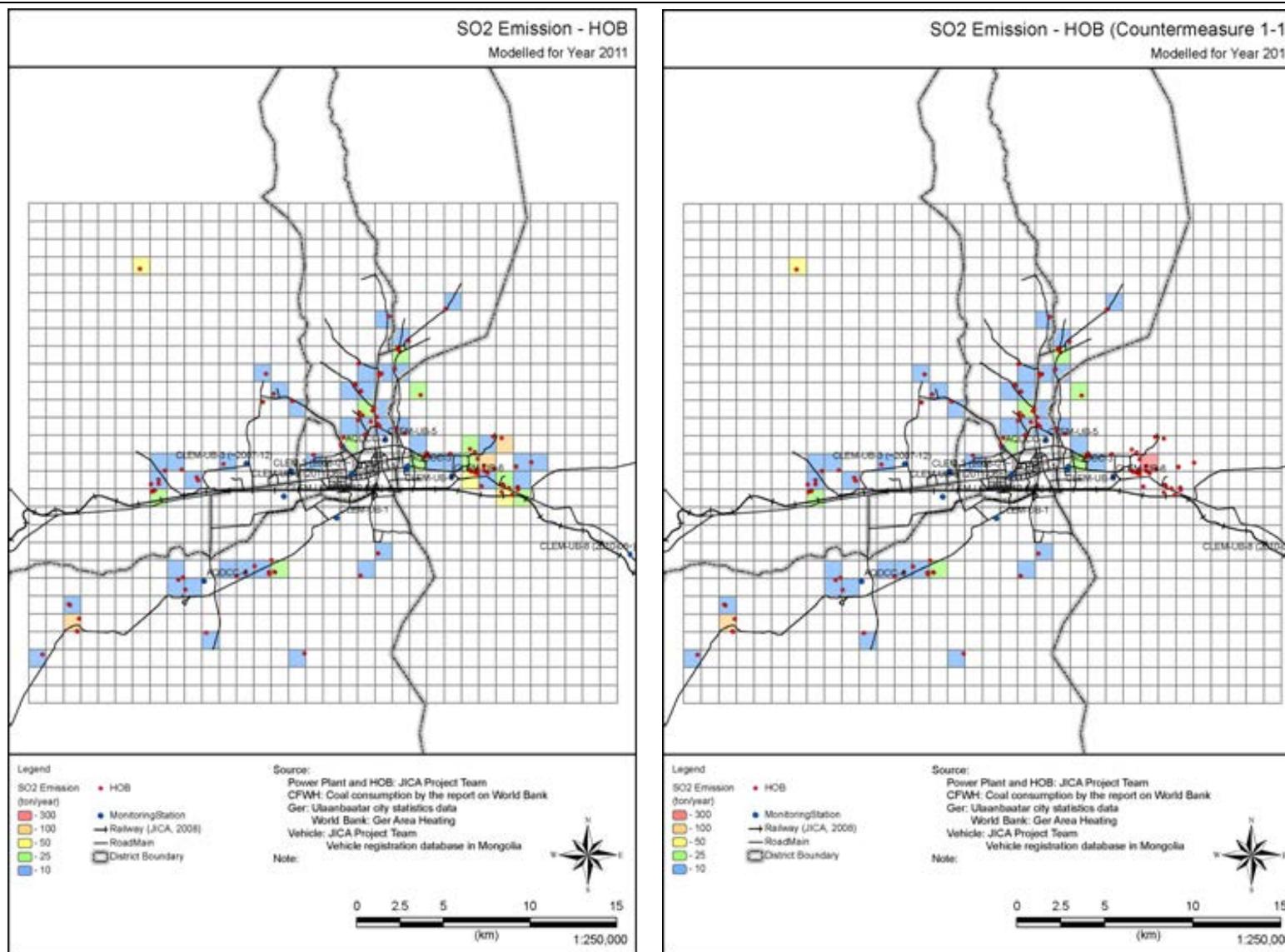


図 2.5-18 ベースラインと対策（１）における SO<sub>2</sub>排出量分布図の比較

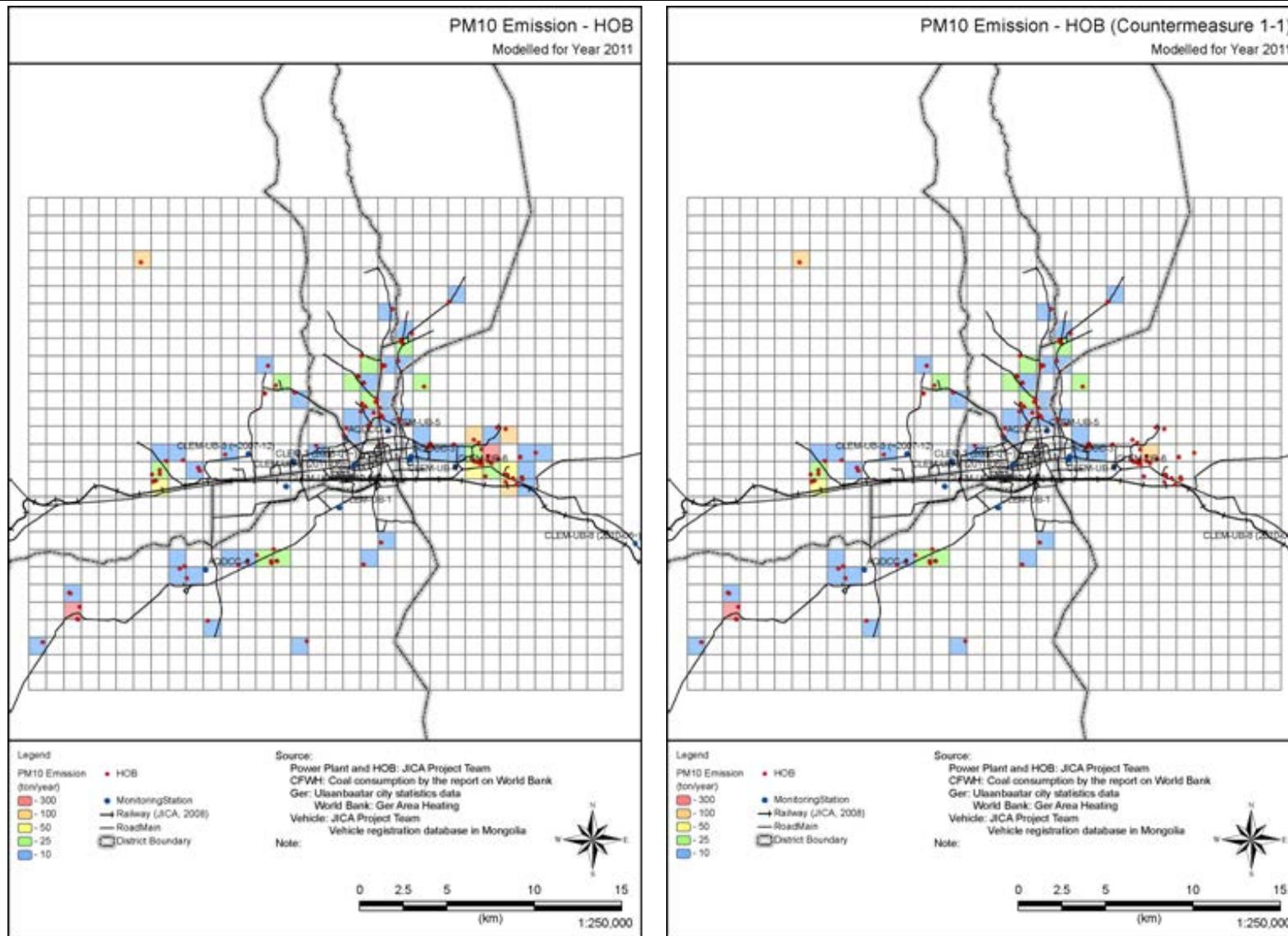


図 2.5-19 ベースラインと対策（１）における PM<sub>10</sub> 排出量分布図の比較

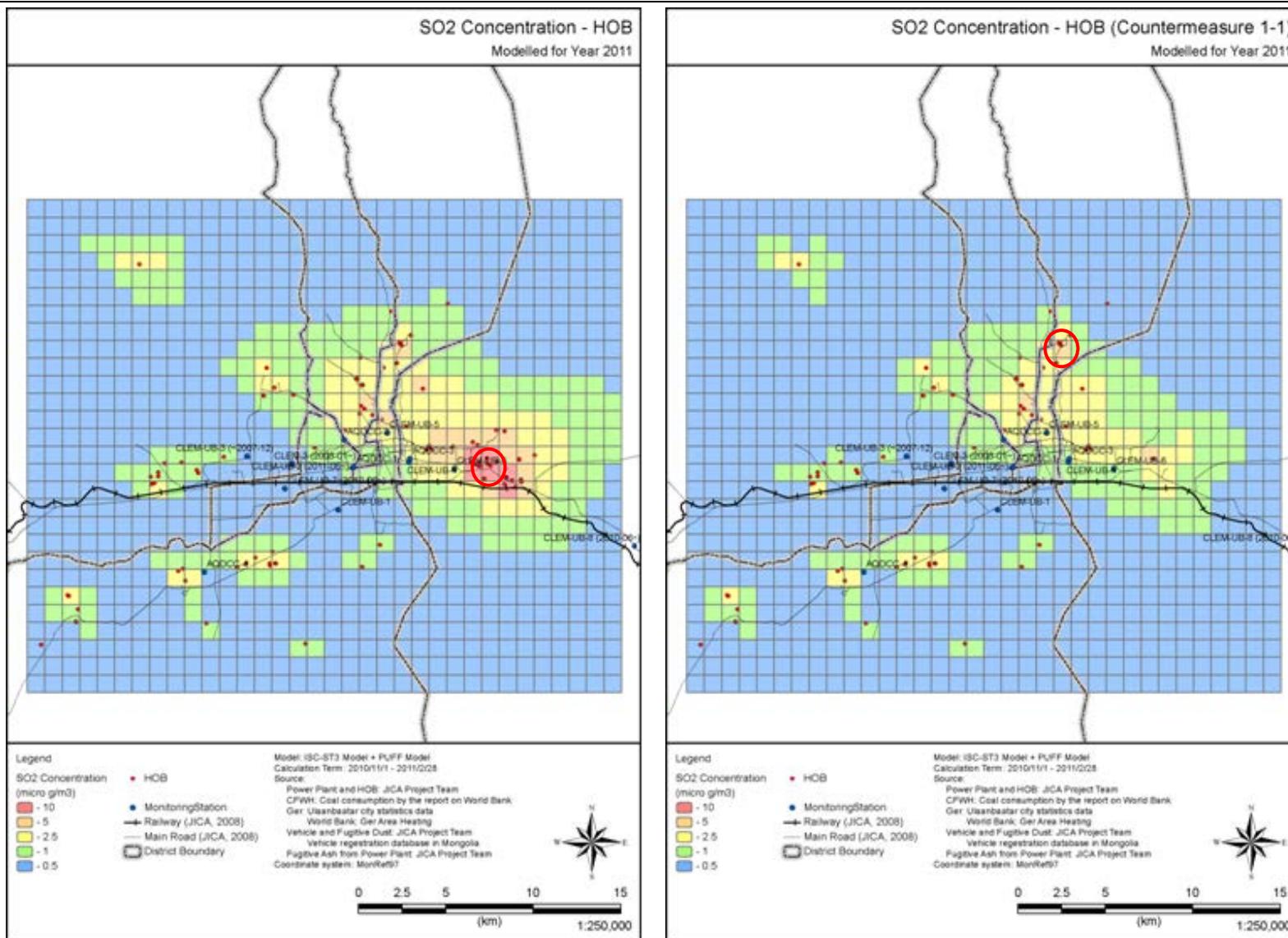


図 2.5-20 ベースラインと対策（１）における SO<sub>2</sub>濃度分布図の比較

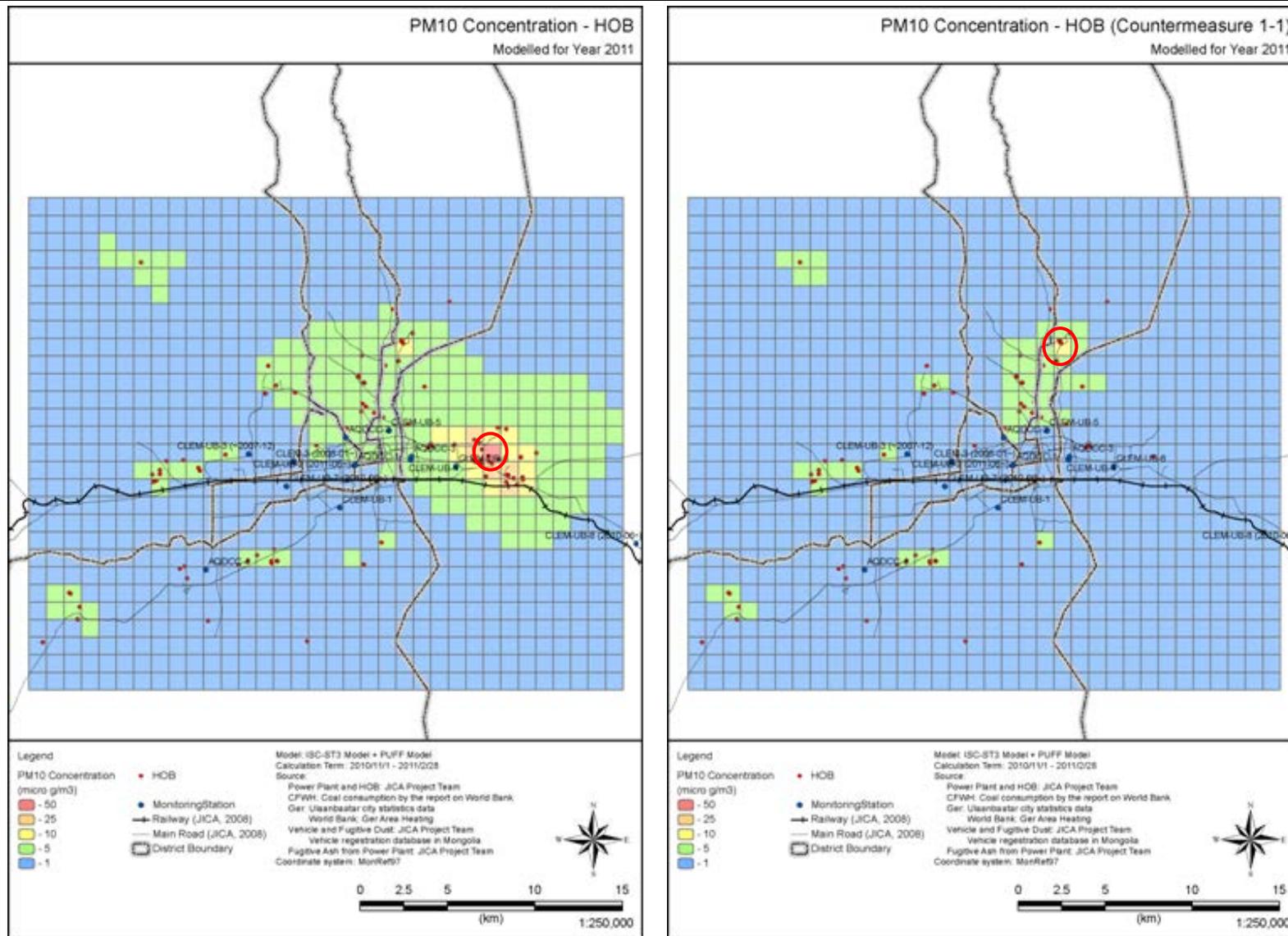


図 2.5-21 ベースラインと対策（1）における PM<sub>10</sub>濃度分布図の比較

ベースライン及び対策ケースでの濃度拡散シミュレーションにおいて、最大着地濃度を表 2.5-17 に示す。SO<sub>2</sub> は、排出量としては同じであるが、HOB の集合効果により、対策前に高濃度であった地点がなくなり、全体の濃度が低くなっていることがわかる。PM<sub>10</sub> については、HOB の密集地帯での高濃度分布がなくなり、全体的に濃度が下がっていることがわかる。最大着地濃度は対策なしと比較して 1/6 になった。最大着地濃度のメッシュ位置は東部の HOB 密集地域から北部に移動した。

表 2.5-17 ベースライン及び対策（1）でのシミュレーションにおける最大着地濃度

単位：μg/m<sup>3</sup>

	ベースライン	対策（1）
SO <sub>2</sub>	7.17	3.68
PM <sub>10</sub>	33.71	6.00

上に示すように、HOB 集約による大気汚染対策効果が高くなった理由としては、以下のことが挙げられる。

- ・ HOB の集約により、1 施設当たりの石炭使用量が増加する。それにより燃焼排ガス量が大きくなり、煙突の有効煙突高を高くすることができる。その結果、SO<sub>2</sub> や PM<sub>10</sub> などを広範囲に薄く拡散させることができるため、地表濃度を低下させることができる。
- ・ サイクロンなどに代表される大気汚染対策装置を設置することにより、効率的な対策を集中的に実施できる。
- ・ 集約対象ボイラの中には排出係数の大きい低効率ボイラが使われている。集約する際に排出係数の小さい高効率ボイラへの転換することによって PM<sub>10</sub> の排出量を削減することができる。

#### (5) 対策コスト

84 億 4000 万 Tg (=4 億 9500 万円)

ツーステップローンによりアルハンガイ県で進んでいる HOB 集約化による工事費用とアルハンガイ県の HOB 熱容量と集約化の対象となる HOB 合計熱量の比から対策コストを試算した。

#### (6) 技術的妥当性・制度的課題

地方においては大規模な HOB も設置されており、技術的に問題は無い。

以前、計画された Amagalan 地域の集約型 HOB については市民議会の承認等の手続きを必要としたが、その手続き自体には問題は無かったと聴いている。当時、課題となったのは広域に亘る配管の敷設費用であった。

#### (7) 事業者・行政の役割

HOB を集約するという事は既存の HOB を廃止することを意味するので、行政による既存 HOB 運用会社との調整が必要になると想定される。

事業者は資金を調達して HOB を設置・運用することを求められる。行政はその事業計画を承認し、許可を与える。

**(8) 他の方策との関連**

HOB へのサイクロンの設置は HOB の規模によらず可能なので、集約化した HOB にサイクロンを設置することも可能である。また、集約化するのであれば個別の HOB は廃止されることになるので個別 HOB へのサイクロン設置とは重複しない。

**2.5.9.3 サイクロンの設置（対策案 2）**

**(1) 対策の概要**

2010 年ボイラ訪問調査データのうち、排ガス対策として何もしていない HOB について、新規にサイクロンを設置する。

**(2) 対策の背景**

ウランバートルには、200 基以上の HOB があり、PM<sub>10</sub> の排出基準を達成できない機種が大部分を占めている。HOB が設置されている地域の多くは、火力発電所の熱供給ラインから熱供給がほとんど期待できない状況にあり、早急な大気汚染対策が求められている。そのため、HOB の稼働を続けながら、比較的安価な大気汚染対策装置を設置することにより、大気汚染を軽減することが必要である。

HOB には、サイクロンの有無により、PM<sub>10</sub> 排出係数で数十倍の幅がある。サイクロンは、HOB 設置後に設置することが可能な大気汚染対策装置であり、メンテナンスしやすい装置でもある。そこで、対策案（2）として、サイクロンが設置されていない HOB を対象に、サイクロンを設置し、集塵を行うこととした。

**(3) 対策の詳細**

HOB における対策案（2）のベースライン及び対策ケースの設定概要を表 2.5-18 に示す。

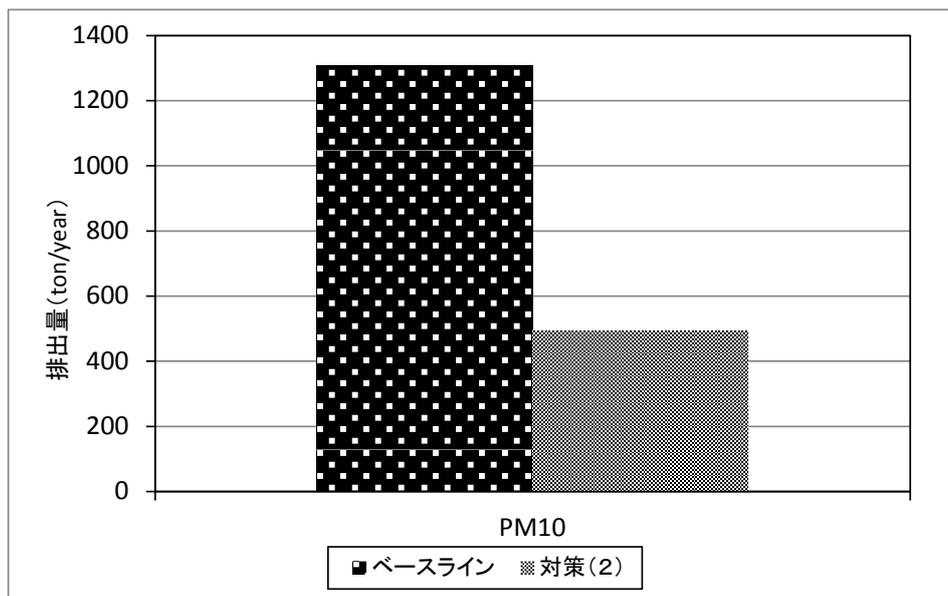
表 2.5-18 ベースライン及び対策ケースの設定概要

	ベースライン	サイクロンの設置
概要		2010 年ボイラ訪問調査データのうち、排ガス対策として何もしていない HOB について、新規にサイクロンを設置し、Dust の排出を抑制する。
石炭使用量	2010 年ボイラ訪問調査のデータ	ベースラインと同様
煙突情報	2010 年ボイラ訪問調査のデータ	ベースラインと同様
排出係数	第 2 年次排ガス測定の結果	ベースラインと同様
除去率	2010 年ボイラ訪問調査のデータ	73%（ドラフトの効果も考慮）

**(4) 対策効果**

ベースラインと対策（2）における PM<sub>10</sub> の排出量のグラフを図 2.5-22 に示す。また、ベースライン及び対策（2）における排出量分布図を図 2.5-23 に示す。サイクロンの集じん対策により、対策前後で PM<sub>10</sub> 排出量が 813.59ton 削減されていることがわかる。

また、対策（2）における PM<sub>10</sub> 濃度分布図の比較を図 2.5-24 に示す。



	PM <sub>10</sub>
ベースライン	1,307.00
対策 (2)	493.41

単位 : ton/year

図 2.5-22 ベースラインと対策 (2) における PM<sub>10</sub> の排出量

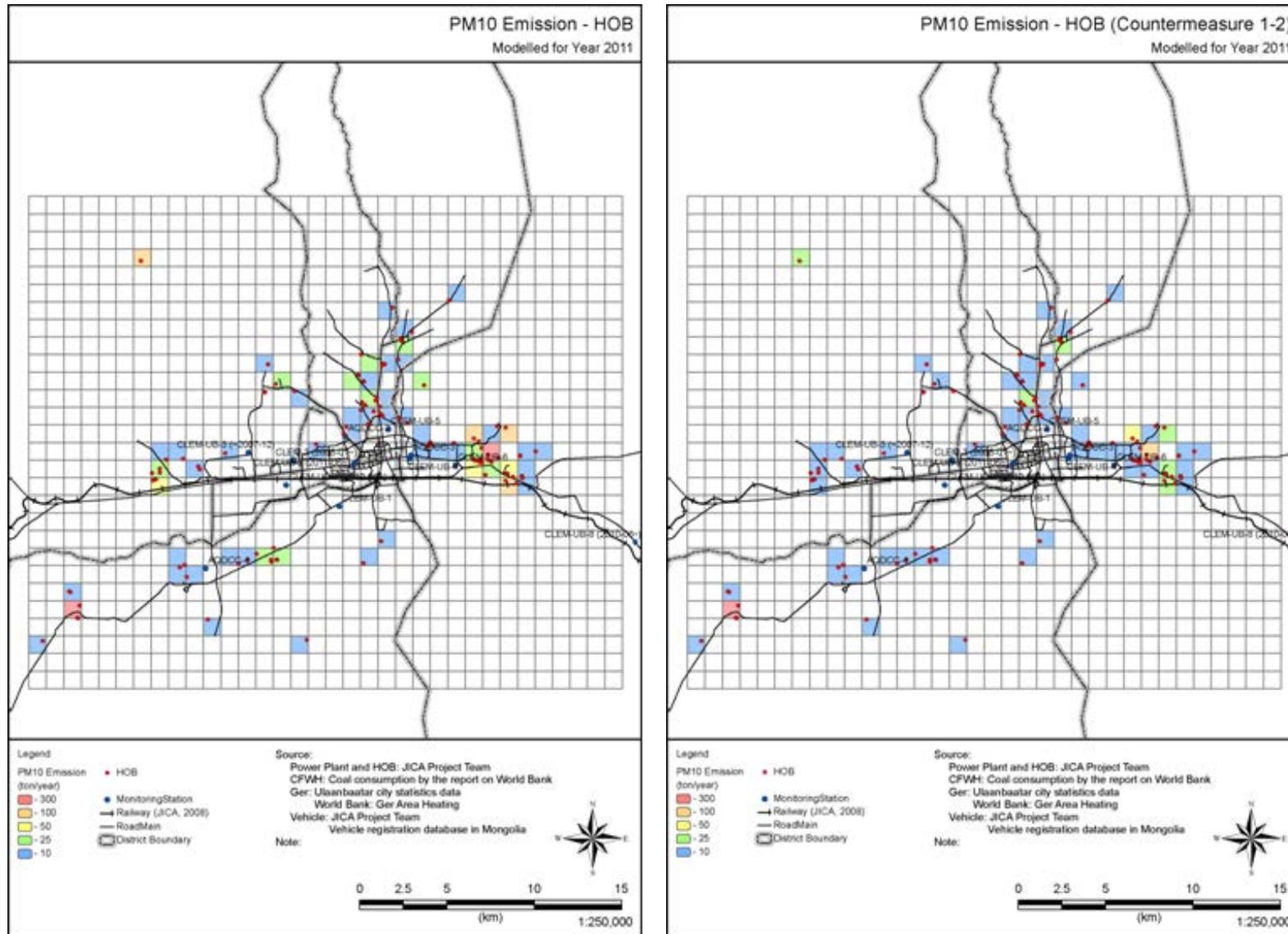


図 2.5-23 ベースラインと対策（２）における PM<sub>10</sub> 排出量分布図の比較

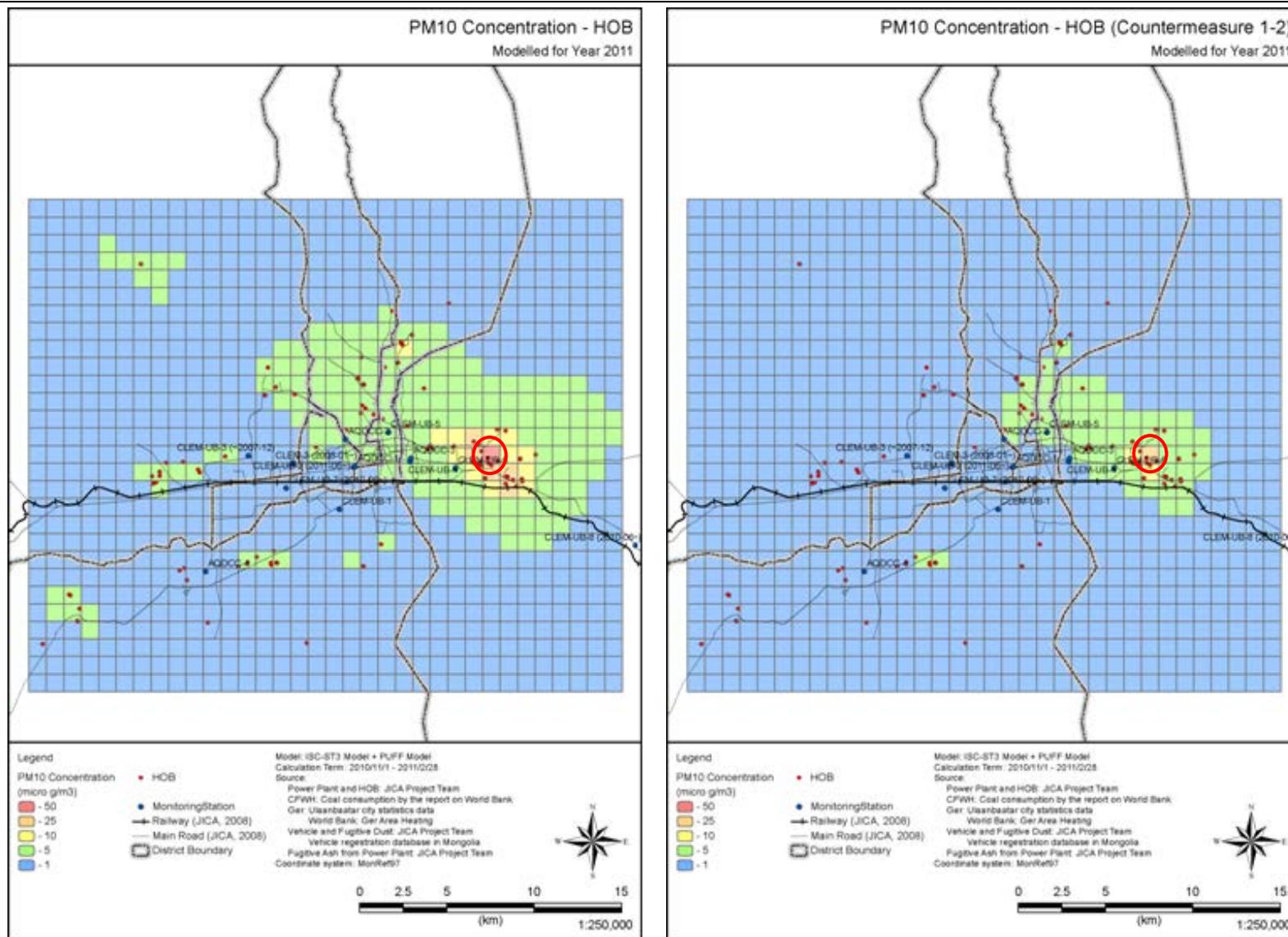


図 2.5-24 ベースラインと対策（２）における PM<sub>10</sub>濃度分布図の比較

ベースライン及び対策ケースでの濃度拡散シミュレーションにおいて、最大着地濃度を表 2.5-19 に示す。PM<sub>10</sub> 全体の濃度については下がっているが、対策（1）と比較すると低減効果は小さかった。PM<sub>10</sub>の排出量が低減され、最大着地濃度でベースラインと比較して 1/3 になったが、HOB の排出分布には変化がないため、最大着地濃度の出現地点には大きな変化がなかったものと考えられる。

表 2.5-19 ベースライン及び対策（2）でのシミュレーションにおける最大着地濃度

単位：μg/m<sup>3</sup>

	ベースライン	対策（2）
PM <sub>10</sub>	33.71	11.04

上に示すように、サイクロンに代表される大気汚染対策装置を設置することにより、ある程度の大気汚染対策効果がみられると想定され、効率的な対策を集中的に実施することができる。ただし、サイクロンによる 73%の集じん対策を実施したとしても、HOB 排出基準を達成していない HOB はまだ多く残されている。そのため、今後は HOB の燃焼管理徹底、サイクロンの集じん率向上、HOB の集約化やリプレースを推進していく必要がある。

#### (5) 対策コスト

4億 2800 万 tg (=2,520 万円)

1 基あたりのサイクロン及び誘引 Fan の設置費用である 51 万 Tg と対象 HOB84 基から試算した。

#### (6) 技術的妥当性・制度的課題

実際にサイクロンを設置している HOB も存在し、技術的には可能である。ただし、サイクロンを設置するスペースやサイクロンを設置することによって生じる圧力損失を補うためのファンの設置・調整は必要である。

個別の HOB の建屋内で事業者の負担でサイクロンを設置することから制度的課題は無い。

#### (7) 事業者・行政の役割

本来、事業者は排出基準を遵守する義務があり、サイクロンの設置はその一つの手段である。行政の役割は排出規制を公平に実施することであり、事業者の対策装置設置を支援するための融資制度等も検討の余地がある。

#### (8) 他の対策との関連

前述の通り、サイクロンの設置は排出基準遵守の手段であり、この対策は既存の HOB に追加することも、新設の HOB に設置することも可能である。

### 2.5.9.4 ゲルストーブの HOB への置き換え（対策案 3）

#### (1) 対策の概要

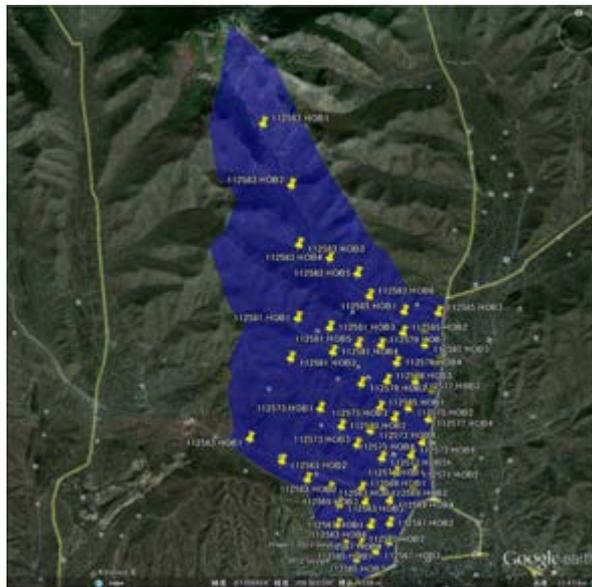
Chingeltei 区北部のゲル地帯のゲルストーブ及び壁ストーブを廃止し、代わりに大規模高効率の HOB である DZL を設置する。

## (2) 対策の背景

火力発電所からウランバートル市のゲル地域への熱供給のためには、ゲル地帯への莫大な投資がかかり、実現可能性が低い。また、現状の火力発電所の熱供給容量では、ゲル世帯への余力もあまり残されていない。これまでのトルコストーブ、改良燃料などの対策に加えて、追加的な対策が必要な状況にある。ウランバートル市熱供給公社では、500カ所のゲル地帯に対して、大規模の高効率 HOB を設置することを検討している。そこで、対策案（3）として、Chingeltei 区を対象にゲルストーブ及び壁ストーブを廃止し、その代わりに高効率の HOB に設置させることとした。

## (3) 対策の詳細

HOB における対策案（3）のゲルストーブから HOB への代替範囲を図 2.5-25、ベースライン及び対策ケースの設定概要を表 2.5-20 に示す。



ピンは、ホローごとに配分した HOB の想定位置を示す。

図 2.5-25 対策（3）におけるゲルストーブから HOB への代替地域（Chingeltei 区北部）

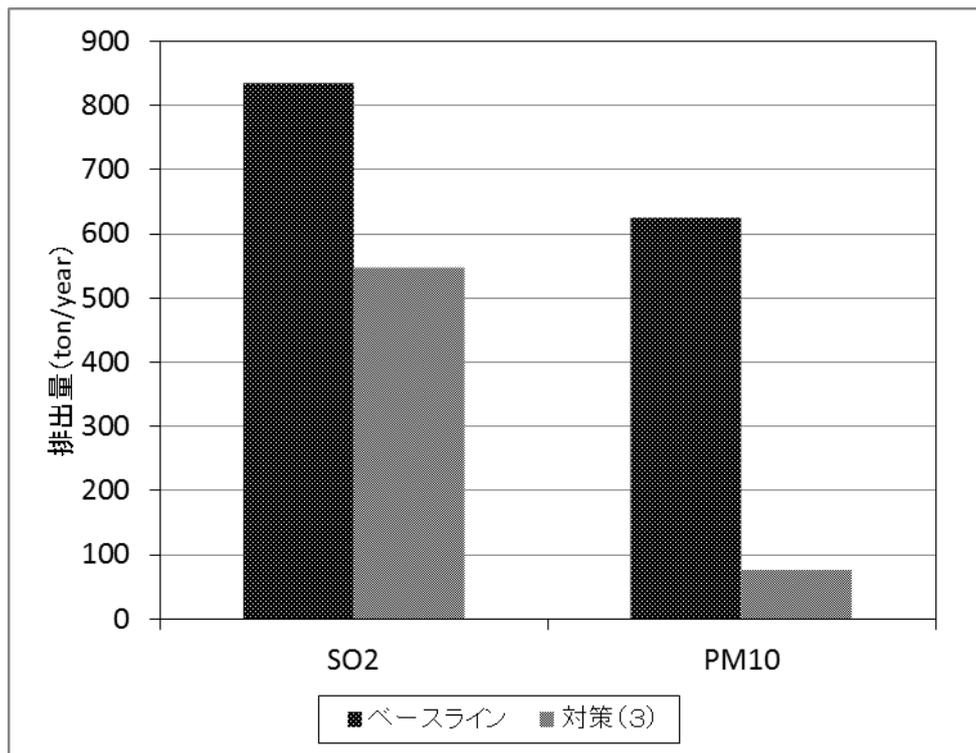
表 2.5-20 ベースライン及び対策ケースの設定概要

	ベースライン	ゲルストーブを HOB に代替
概要		対象範囲：Chingeltei 区のゲル地区（図） 新設の HOB の配置：500 世帯に 1 施設の HOB（煙突は集合煙突）として、ホロー別世帯数データよりホロー別 HOB 配置数を計算
石炭使用量	2010 年ボイラ訪問調査のデータ	配置したボイラ：ゲルのホロー別石炭使用量/HOB 配置数で計算
煙突情報	2010 年ボイラ訪問調査のデータ	配置したボイラの高さ：33m 口径：0.6m 排ガス温度：第 2 年次排ガス測定における DZL の測定結果 排ガス速度：ホロー別に湿り燃焼ガス量と合計石炭使用量から推計
排出係数	第 2 年次排ガス測定の結果	配置したボイラ：第 2 年次排ガス測定における DZL の測定結果
除去率	2010 年ボイラ訪問調査のデータ	ベースラインと同様

#### (4) 対策効果

ベースラインと対策（3）における SO<sub>2</sub> 及び PM<sub>10</sub> の排出量のグラフを図 2.5-26 に示す。また、ベースライン及び対策（3）における排出量分布図を図 2.5-27 及び図 2.5-28 に示す。ゲルストーブを DZL に切り替えることにより、効率がゲルストーブの約 50% から DZL の 76.3% に改善されるので、石炭使用量は 34.5% 低減する。SO<sub>2</sub> 排出量は対策前後で 34.5%（287.85ton）削減され、PM<sub>10</sub> 排出量は、対策前後で 87.7%（548.3ton）削減されていることがわかる。

また、対策（3）における SO<sub>2</sub> 及び PM<sub>10</sub> 濃度分布図の比較を図 2.5-29 及び図 2.5-30 に示す。図中赤丸で囲んだメッシュが最大着地濃度の地点である。



	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
ベースライン	834.35	625.25
対策(3)	546.50	76.85

単位：ton/year

図 2.5-26 ベースラインと対策(3)における SO<sub>2</sub>及び PM<sub>10</sub>の排出量

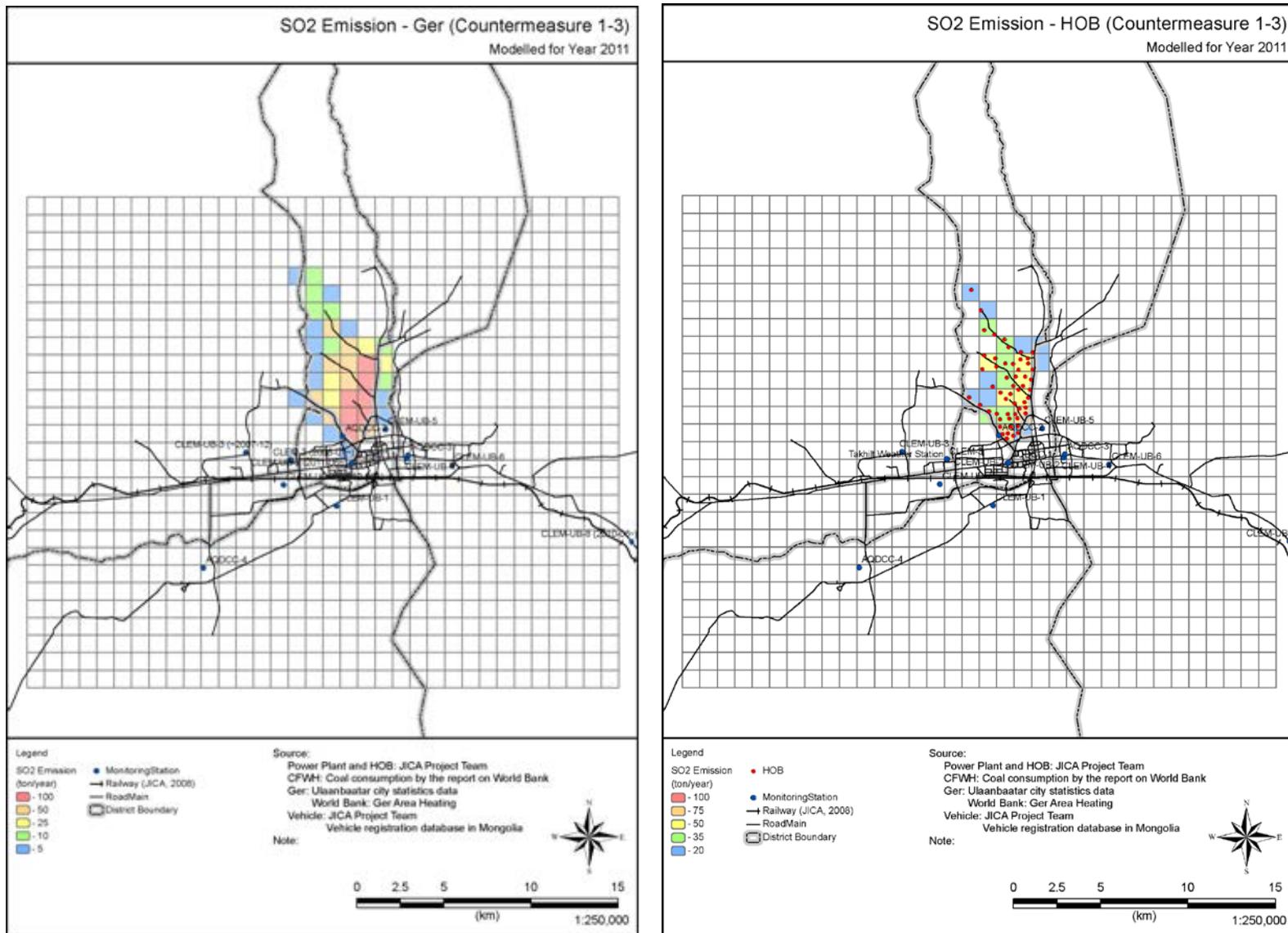


図 2.5-27 ベースラインと対策（3）における SO<sub>2</sub> 排出量分布図の比較

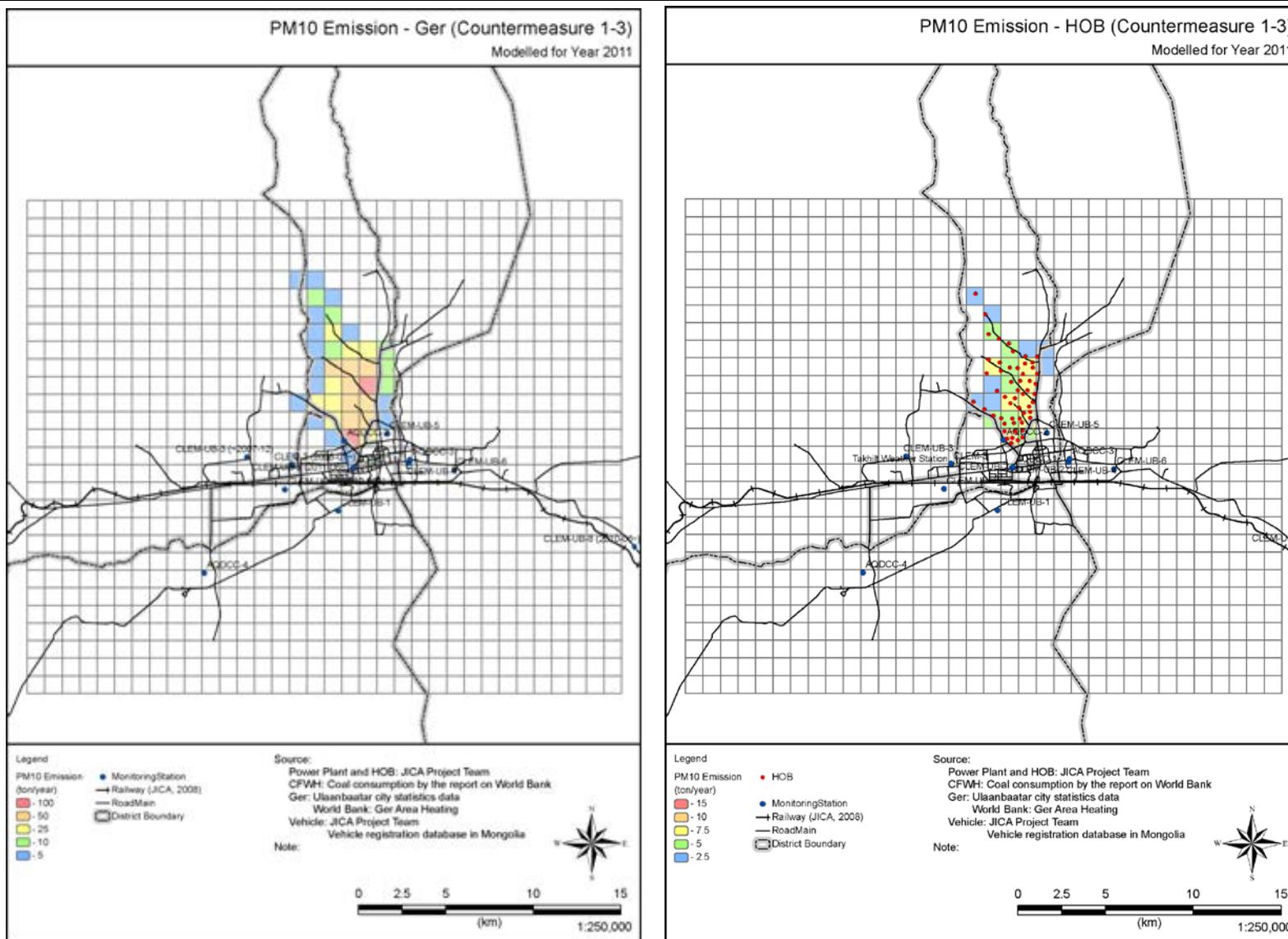


図 2.5-28 ベースラインと対策（3）における PM<sub>10</sub> 排出量分布図の比較

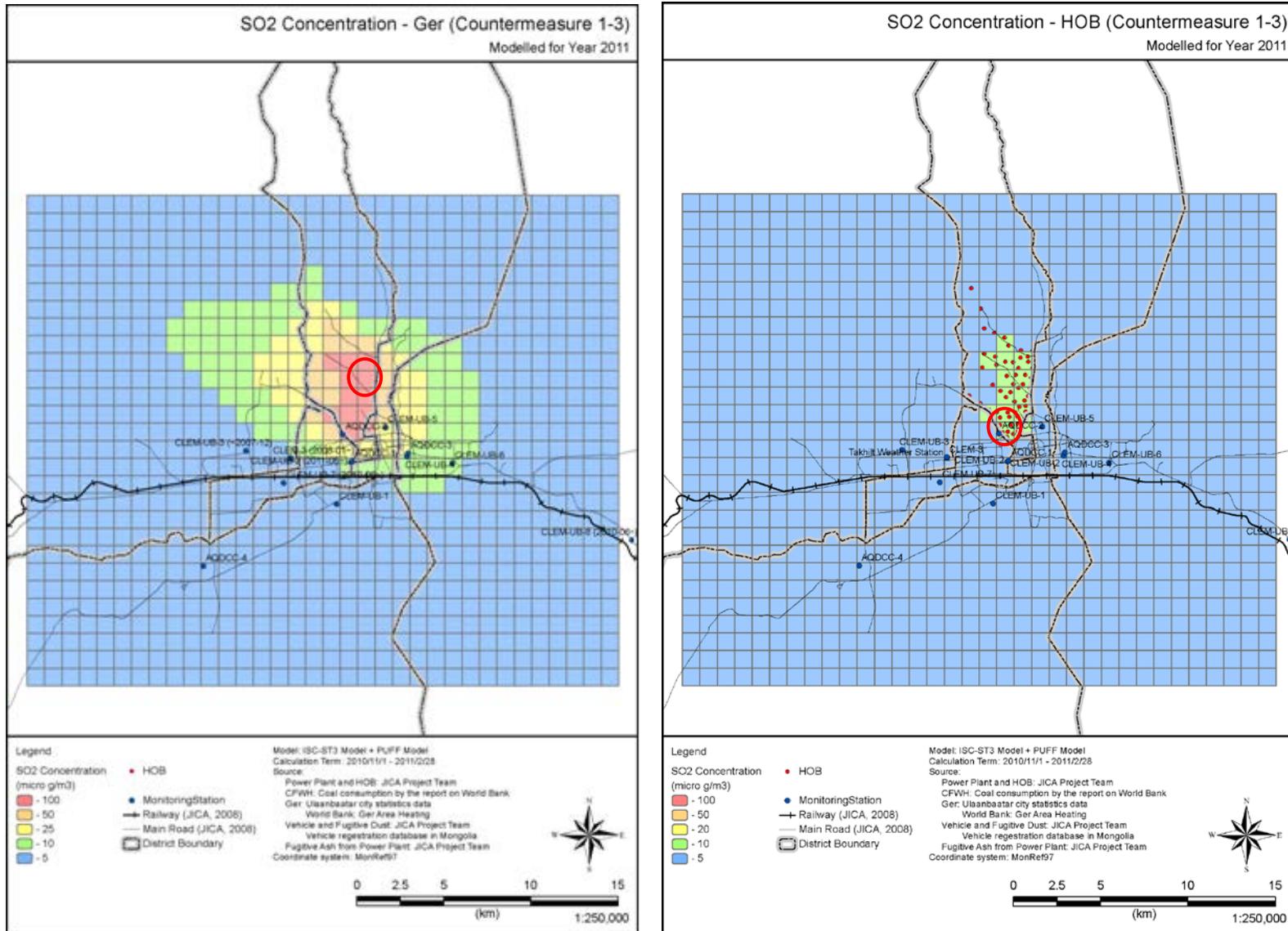


図 2.5-29 ベースラインと対策（3）における SO<sub>2</sub>濃度分布図の比較

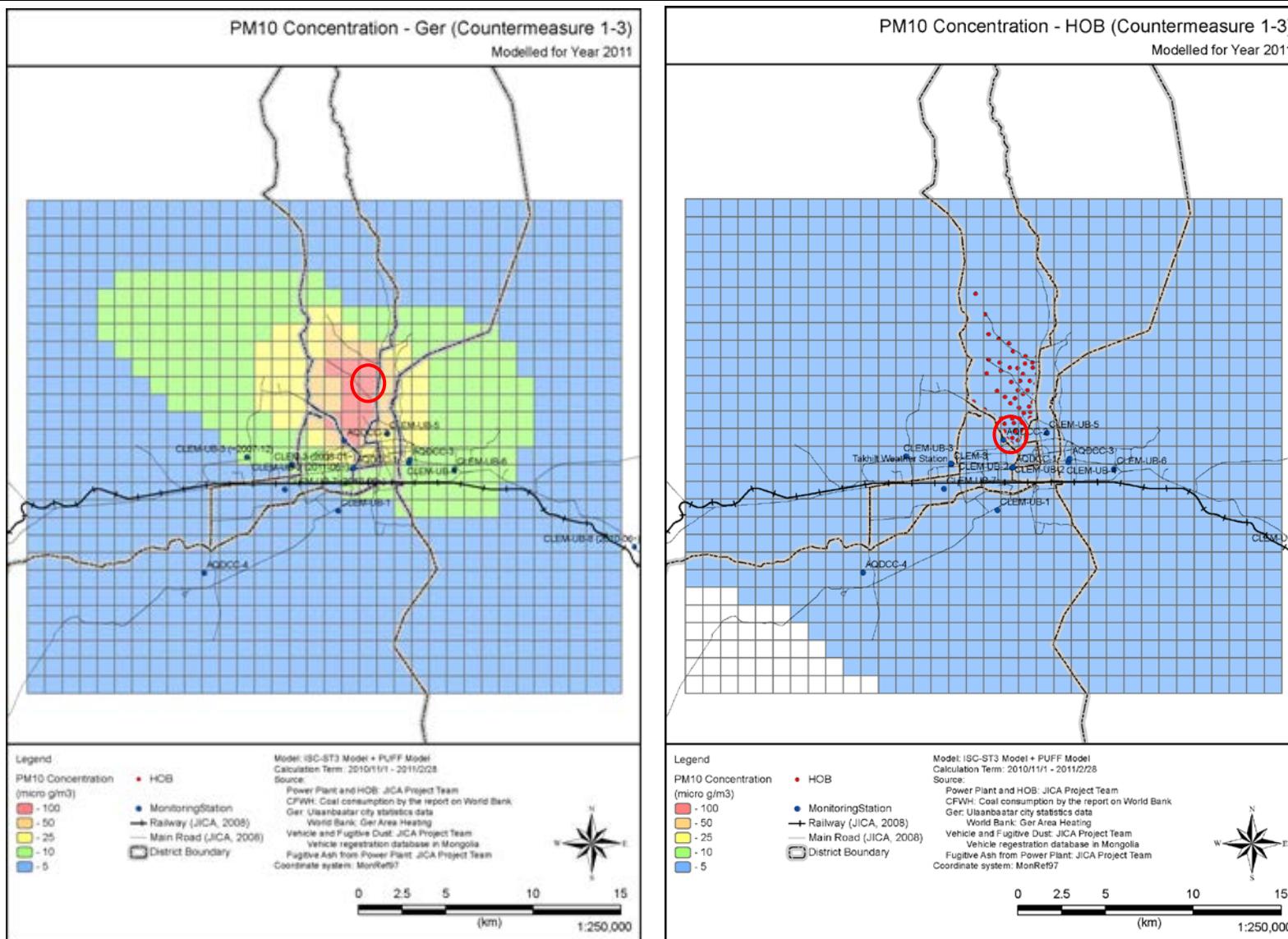


図 2.5-30 ベースラインと対策（3）における PM<sub>10</sub>濃度分布図の比較

ベースライン及び対策ケースでの濃度拡散シミュレーションにおいて、最大着地濃度を表 2.5-21 に示す。SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>ともに HOB に置き換えた地域では、顕著な濃度低減が見られた。最大着地濃度は対策なしと比較してそれぞれ 89%、98%低減した。

表 2.5-21 ベースライン及び対策（3）でのシミュレーションにおける最大着地濃度

単位：μg/m <sup>3</sup>		
	ベースライン	対策（3）
SO <sub>2</sub>	78.52	8.62
PM <sub>10</sub>	59.10	1.21

上に示すように、ゲルストーブから HOB への転換による大気汚染対策効果が高くなった理由として以下のことが挙げられる。

- ・ゲルストーブから HOB へ転換することにより、1 施設当たりの石炭使用量が増加する。それにより燃焼ガス量が多くなり、煙突の有効煙突高を高くすることができる。その結果、SO<sub>2</sub> や PM<sub>10</sub>などを広範囲に薄く拡散させることができるため、地表濃度を低下させることができる。
- ・ゲルストーブは高効率の HOB と比較して排出係数が大きい。そのため、同じ石炭使用量でも PM<sub>10</sub> などでは排出量が大きくなる。排出係数の小さい高効率のボイラへ集約することによって、PM<sub>10</sub>の排出量を削減することができる。
- ・高効率かつ大規模の HOB では、サイクロンやサクラバーの設置が比較的容易であるため、それらの装置の設置により PM<sub>10</sub>の排出量削減が期待できる。

#### (5) 対策コスト

169 億 3000 万 Tg (=9 億 9600 万円)

ツーステップローンによりアルハンガイ県で進んでいる HOB 集約化の熱供給対象人数と対象地域のゲル住民の比から対策コストを試算した。

#### (6) 技術的妥当性・制度的課題

ゲル地域において実際に HOB を設置する際に、電気・水といったインフラが不足しないのかといった点について十分に調査し、場合によってはインフラを増強する必要がある可能性がある。

また、HOB による温水供給に必要な配管の敷設費用が高む可能性もあり、実施に当たっては詳細な FS を必要とするであろう。

事業性の面でも採算性が取れるのかどうかという問題もあり、最初は公共供熱公社といった公共機関が試験的に実施することが現実的であると思われる。

#### (7) 事業者・行政の役割

前述の通り、公共機関が試験的に実施し、その情報を民間に提供して、拡大を図ることが現実的であると思われる。

**(8) 他の方策との関連性**

ゲル地域に設置する HOB については排出基準遵守やサイクロンの設置といった対策検討の対象となる。ゲルストーブの置換を想定した対策であるので、この対策を実施する地域では改良ストーブや改良燃料は不要になると想定される。

**2.5.9.5 流動床ボイラへの改造（対策案 4）**

**(1) 対策の概要**

第 3 火力発電所のボイラについて、微粉炭燃焼ボイラを流動床ボイラへと改造する。

**(2) 対策の背景**

第 3 火力発電所では、微粉炭燃焼やビンシステムによる爆発等のトラブルが生じているため、一部の 75t/h ボイラを微粉炭燃焼から流動床燃焼に改造している。専門家チームで第 3 火力発電所の微粉炭ボイラから流動床ボイラへの改造を検討した結果、流動床燃焼による汚染物質排出量の削減効果が得られていることも確認できた。そこで、対策案（4）として、第 3 火力発電所の微粉炭燃焼ボイラを流動床燃焼ボイラに改造することとした。

**(3) 対策の詳細**

第 3 火力発電所における対策案（4）の詳細を表 2.5-22 に示す。

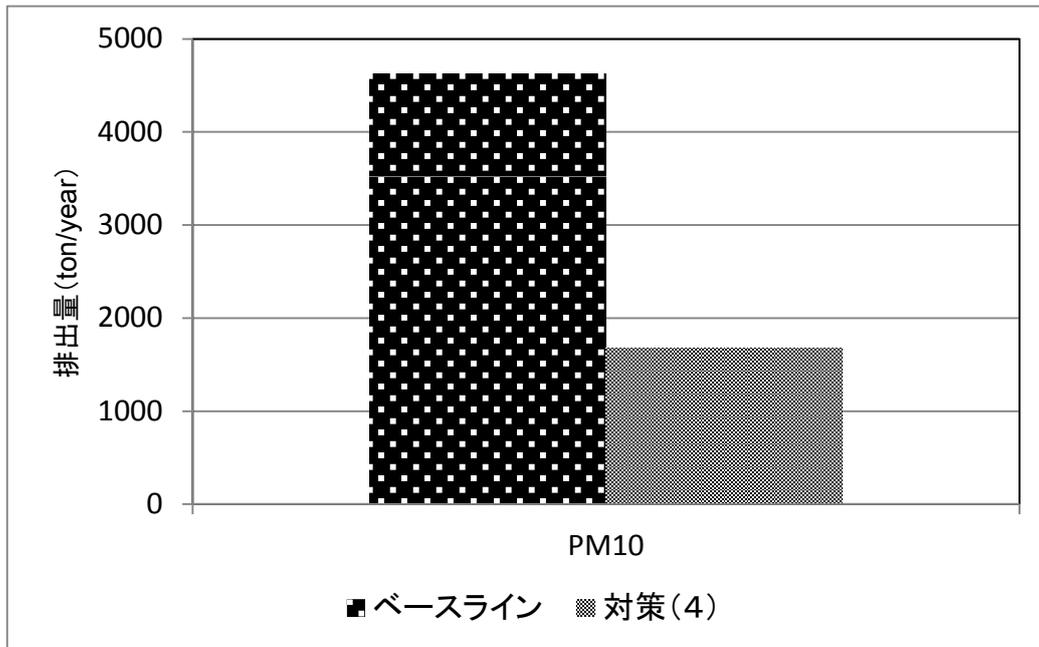
表 2.5-22 ベースライン及び対策ケースの設定概要

	ベースライン	流動床ボイラへの改造
概要		第 3 火力発電所に設置されているボイラに対して、微粉炭燃焼ボイラを流動床ボイラへ改造する
石炭使用量	2010 年 3 月～2011 年 2 月の石炭使用量	ベースラインと同じ
煙突情報	煙突高さ・口径：事前調査での収集結果 排ガス温度・速度：第 2 年次排ガス測定における結果	ベースラインと同じ
排出係数	第 2 年次排ガス測定の結果	ベースラインと同じ
ダスト削減率	なし	2011 年 12 月における 75t/h ボイラでの微粉炭燃焼と流動床ボイラでの排ガス測定の結果より、各ボイラについて 75% で設定し、ボイラ別石炭使用量との加重平均をとってボイラ全体の削減量を計算した（75t/h:54.63%、220t/h:72.68%）

**(4) 対策効果**

ベースラインと対策（４）における PM<sub>10</sub> の排出量のグラフを図 2.5-31 に示す。流動床の設置により、PM<sub>10</sub> 排出量が全体で 2,943.51ton 削減されていることがわかる。特に 220t/h ボイラが多い、PP3-2 のボイラで効果が高いことがわかる。

また、対策（４）における PM<sub>10</sub> 濃度分布図の比較を図 2.5-32 に示す。図中赤丸で囲んだメッシュが最大着地濃度の地点である。



	ベースライン	対策（４）	削減率
PowerPlant 3-1	2,287.81	1,037.98	54.63%
PowerPlant 3-2	2,330.32	636.54	72.68%
第3火力合計	4,618.13	1,674.62	63.74%

単位：ton/year

図 2.5-31 ベースラインと対策（４）における PM<sub>10</sub> の排出量及び排出削減率

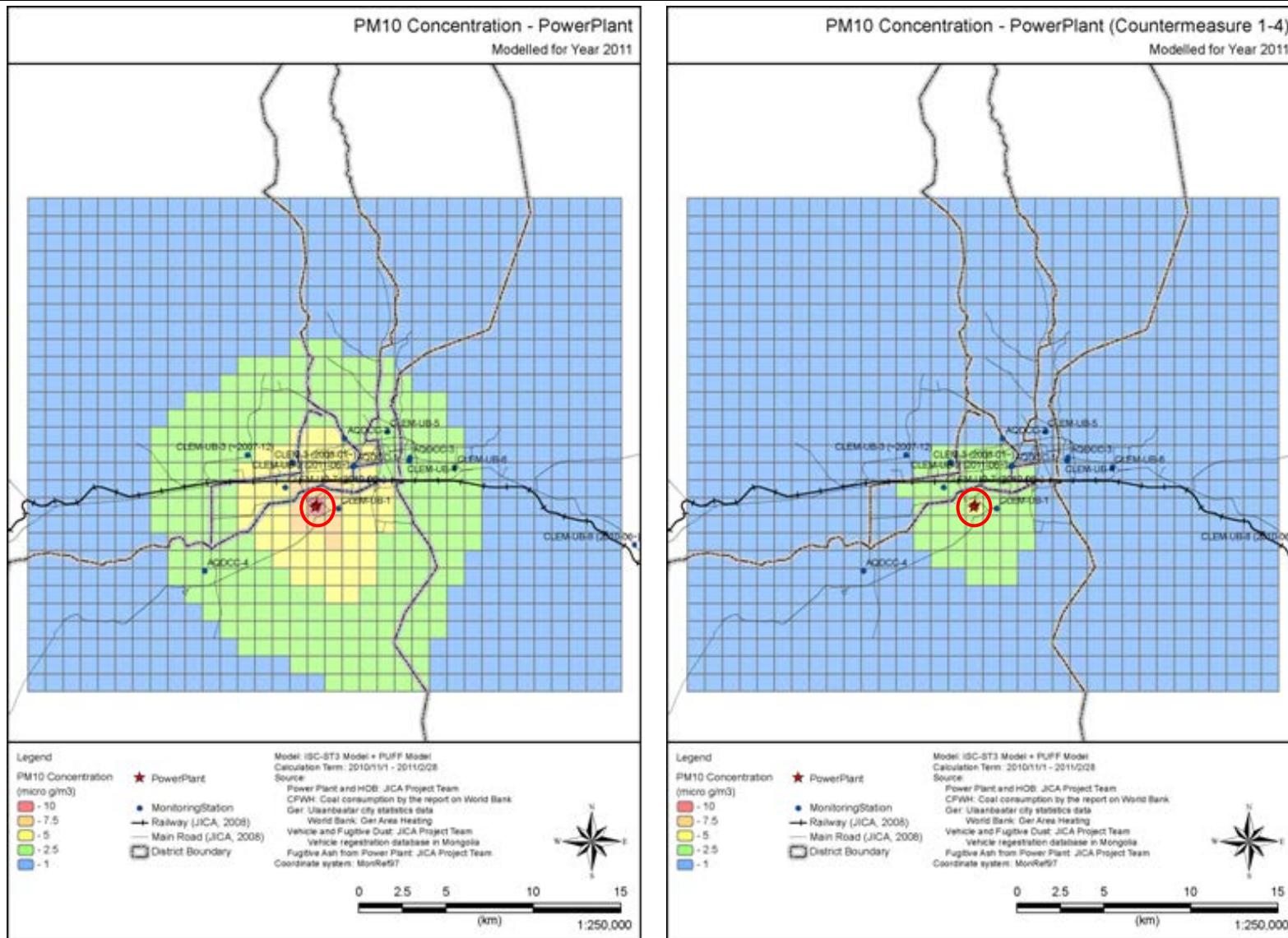


図 2.5-32 ベースラインと対策（４）における PM<sub>10</sub>濃度分布図の比較

ベースライン及び対策ケースでの濃度拡散シミュレーションにおいて、最大濃度を表 2.5-23 に示す。流動床ボイラへの改造によって全体的に大きな濃度低減が見られた。最大着地濃度は対策なしと比較して 65%低減した。

表 2.5-23 ベースライン及び対策（3）でのシミュレーションにおける最大濃度

単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	ベースライン	対策（4）
PM <sub>10</sub>	9.37	3.31

対策前後での最大濃度の比較では、第 3 火力発電所において微粉炭燃焼ボイラから流動床ボイラへの改造によって、65%程度の大気汚染対策効果が認められた。75t/h ボイラの改造については、モンゴルで行った実績があるため、資金調達ができれば、対策を自前で実施することができる。

一方、220t/h ボイラの改造については、モンゴルでの改造経験がなく、ボイラが大規模になることもあり、初号機については海外からの技術が必要である。初号機の導入により技術経験を積むことにより、2号機以降は、初号機を参考として、モンゴルで製造が可能になるものとした。

#### (5) 対策コスト

合計 6600 万ドル (=54 億 1200 万円)

75t/h ボイラ：100 万ドル／基×4 基

220t/h ボイラ：2000 万ドル（初号機）

：800 万ドル／基（初号機以外）×5 基

ただし、停止中の No.9 ボイラは、再稼働見込みがないため対象外とした

#### (6) 技術的妥当性・制度的課題

前述の通り、75t/h ボイラについては既に自前で改造に成功しているが、220t/h ボイラについては外国の技術が必要と想定される。現状がロシア製のボイラであるので対応する企業も限定される可能性がある。

#### (7) 事業者・行政の役割

費用も膨大であるので、第 3 火力発電所が資金調達できるかどうか大きな課題であろう。制度的には大規模な改造であるのでエネルギー省の許可が必要になると思われる。

#### (8) 他の対策との関連

流動床ボイラへの改造はボイラに対する対策であるので、排ガス処理対策装置との併用は可能である。

### 2.5.9.6 灰埋立地への飛散防止対策（対策案 5）

#### (1) 対策の概要

火力発電所灰埋立地において灰の飛散を防止するための対策をとる。

**(2) 対策の背景**

火力発電所の灰埋立地では、満杯になった後、乾燥した灰が風によって飛散し、周辺の居住者、業務従事者に大きな影響を与えている。一部の火力発電所での埋立地においては、乾燥した灰に覆土をすることにより、灰の飛散を防ぐ効果が認められる。また、焼却灰は水と一緒に灰埋立地に投入しているため、水分を保持している状態であれば、飛散を防ぐことができる。したがって、利用中の灰埋立地において、水位を上昇させることにより、飛散量の削減が可能である。また、防風柵の設置した場合においても、灰の飛散防止効果が期待される。そこで、対策案（5）として、火力発電所灰埋立地において灰の飛散を防止するための対策（防風柵等の設置）をとることとした。

**(3) 対策の詳細**

火力発電所灰埋立地における対策案（5）の詳細を表 2.5-24 に示す。

表 2.5-24 ベースライン及び対策ケースの設定概要

	ベースライン	灰埋立地への飛散防止対策
概要	2011 年更新インベントリよりさらに進み、以下の埋立地が満杯となり、覆土工事のために 1 年間乾燥させる状態 第 2 火力発電所：東側埋立地 第 3 火力発電所：第 5 埋立地 第 4 火力発電所：第 5 埋立地	ベースラインの状態になる前に、灰飛散防止効果が高かつ未固結の灰埋立地内に設置できる防風柵を研究・選定し、かつ、満杯になった灰埋立地にその防風柵を設置した場合（図 2.5-33 参照）。工事は工事用車両が灰埋立地を走行できる凍結期間に実施できるとし、また、飛散防止効果を 80% と仮定する。
平均浸食深さ	2011 年 3 月～2012 年 2 月での灰飛散量調査結果	2011 年 3 月～2012 年 2 月での灰飛散量調査結果より 80% 減少させた値
飛散可能範囲率	第 2 火力東側埋立地：100% 第 3 火力第 5 埋立地：100% 第 4 火力第 5 埋立地：100%	第 2 火力東側埋立地：100% 第 3 火力第 5 埋立地：100% 第 4 火力第 5 埋立地：100%



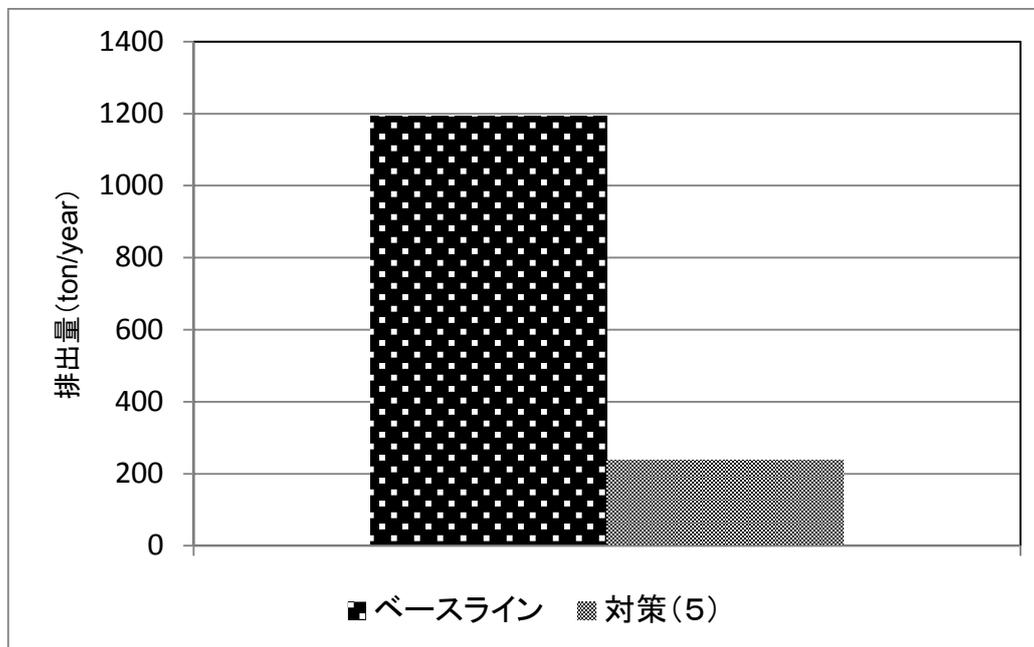
出典：日本国林野庁ウェブサイト  
( <http://www.rinya.maff.go.jp/j/sekou/gijutu/pdf/pdf/12bouhuu2.pdf> )

図 2.5-33 防風柵の設置例

#### (4) 対策効果

ベースラインと対策（5）における  $PM_{10}$  排出量を図 2.5-34 に示す。対策前後と比較して、 $PM_{10}$  排出量が 953.82ton 削減されていることがわかる。

また、対策（5）におけるPM<sub>10</sub>濃度分布図の比較を図 2.5-35 に示す。図中赤丸で囲んだメッシュが最大着地濃度の地点である。対策前後と比較して、高濃度の範囲が非常に狭まっていることがわかる。



ベースライン	対策（5）	削減率
1,192.27	238.45	80.00%

単位：ton/year

図 2.5-34 ベースラインと対策（5）におけるPM<sub>10</sub>の排出量及び排出削減率

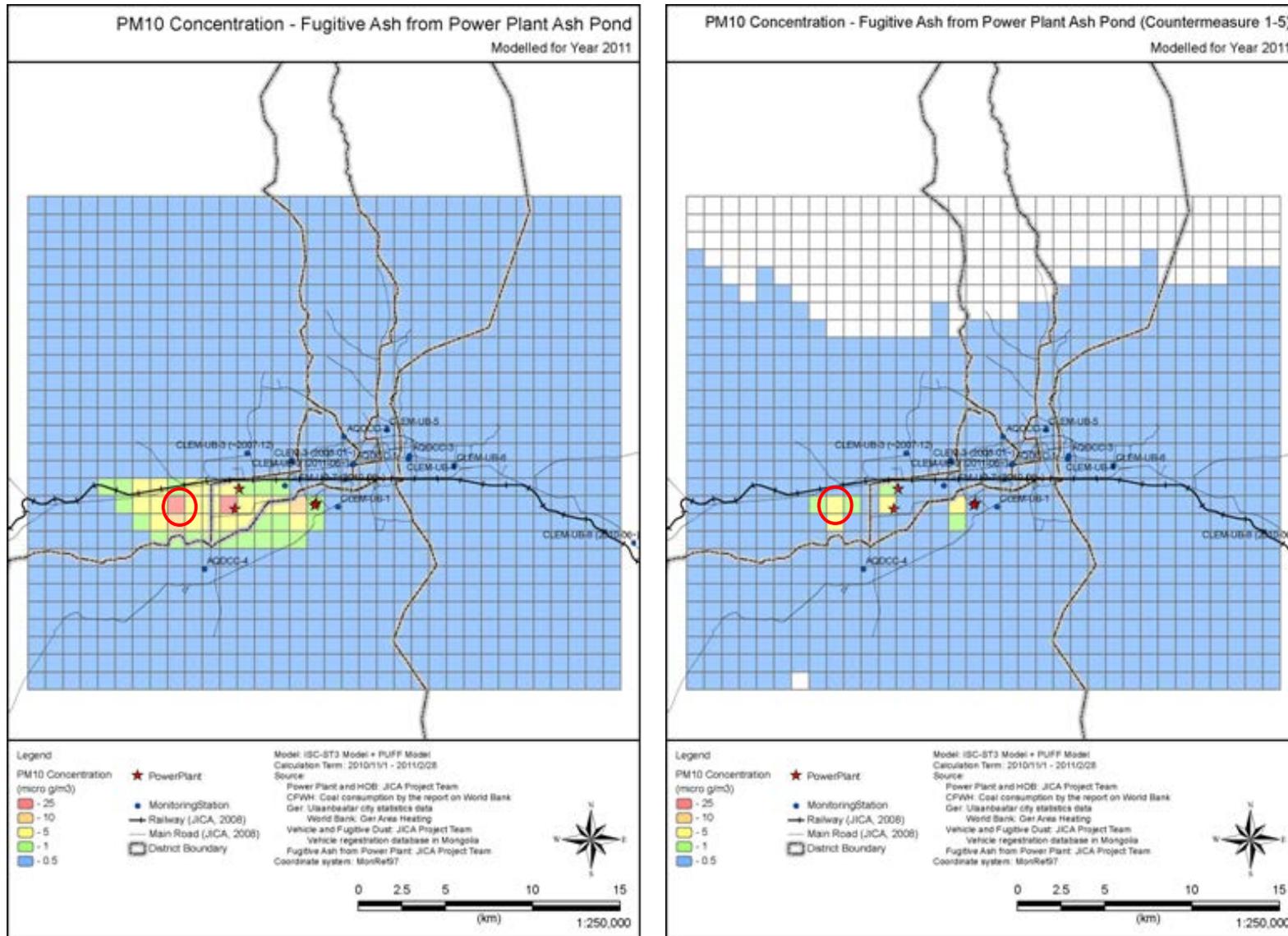


図 2.5-35 ベースラインと対策（5）における PM<sub>10</sub>濃度分布図の比較

ベースライン及び対策ケースの濃度拡散シミュレーションによる最大濃度を表 2.5-25 に示す。灰埋立地への対策によって、全体的に大きな濃度低減が見られた。対策ケースの最大着地濃度は、対策なしと比較して  $12.84\mu\text{g}/\text{m}^3$  (80%) 低減した。

表 2.5-25 ベースライン及び対策（5）でのシミュレーションにおける最大濃度

単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	ベースライン	対策（5）
PM <sub>10</sub>	17.30	3.46

上に示すように、火力発電所灰埋立地への飛散対策による大気汚染対策効果が大きい。よって、防風柵の設置による効果は非常に大きいことが分かった。飛散量が多くなる風の強い季節では、防風柵対策により大きな効果も予測できる。

### (5) 対策コスト

2億 2314 万 Tg (=1,313 万円)

		単価	単価単位	数量	合計
基礎学習	日本派遣	20,000,000	MNT/回	1	20,000,000
試験	建設費	29,464,286	MNT/年	2	58,928,571
	人件費等	1,000,000	MNT/月	24	24,000,000
本番	第 2 発電所	29,464,286	MNT/回	1	29,464,286
	第 3 発電所	41,250,000	MNT/回	1	41,250,000
	第 4 発電所	49,500,000	MNT/回	1	49,500,000
合計					223,142,857

### (6) 技術的妥当性・制度的課題

技術的には実際にその様な防風柵の事例があるが、使用可能性について確認を行う必要がある。制度的には発電所の管理している埋立地の中に防風柵を設置するので問題は無い。

### (7) 事業者・行政の役割

原則的に事業者が費用負担を含めて自前で実施するものと考えられる。エネルギー省には対策計画と支出を報告することになる。

### (8) 他の対策との関連

灰埋立地からの飛散粉じん対策であり、覆土までの飛散防止であるので重複は考えられない。

### 2.5.9.7 MNS 基準遵守（対策案 11）

#### (1) 対策の概要

2010 年ボイラ訪問調査データのうち、排ガス測定により MNS 基準値が遵守されていないボイラについて、MNS を遵守することができるようになったと想定して、すべての HOB が MNS 基準値を遵守する。

#### (2) 対策の背景

ウランバートルには、200 基以上の HOB があり、PM<sub>10</sub>の排出基準を達成できない機種が大部分を占めている。HOB が設置されている地域の多くは、火力発電所の熱供給ラインから熱供給がほとんど期待できない状況にあり、早急な大気汚染対策が求められている。そのため、HOB の稼働を続けながら、比較的安価な大気汚染対策装置を設置することにより、大気汚染を軽減することが求められている。

HOB の排ガス測定では、HOB の排ガスに関する MNS 基準値を超えて排出している HOB が多く見られた。そのため、MNS 基準遵守のためには、運転管理の改善、サイクロンの設置、高効率の HOB へのリプレース等を行うことが必要である。そこで、対策案（11）として、MNS 基準値が遵守されていないボイラについて、HOB に関する上記の活動を行うことにより、すべての HOB が MNS 基準値を遵守することとした。

#### (3) 対策の詳細

HOB における対策案（11）のベースライン及び対策ケースの設定概要を表 2.5-26 に示す。

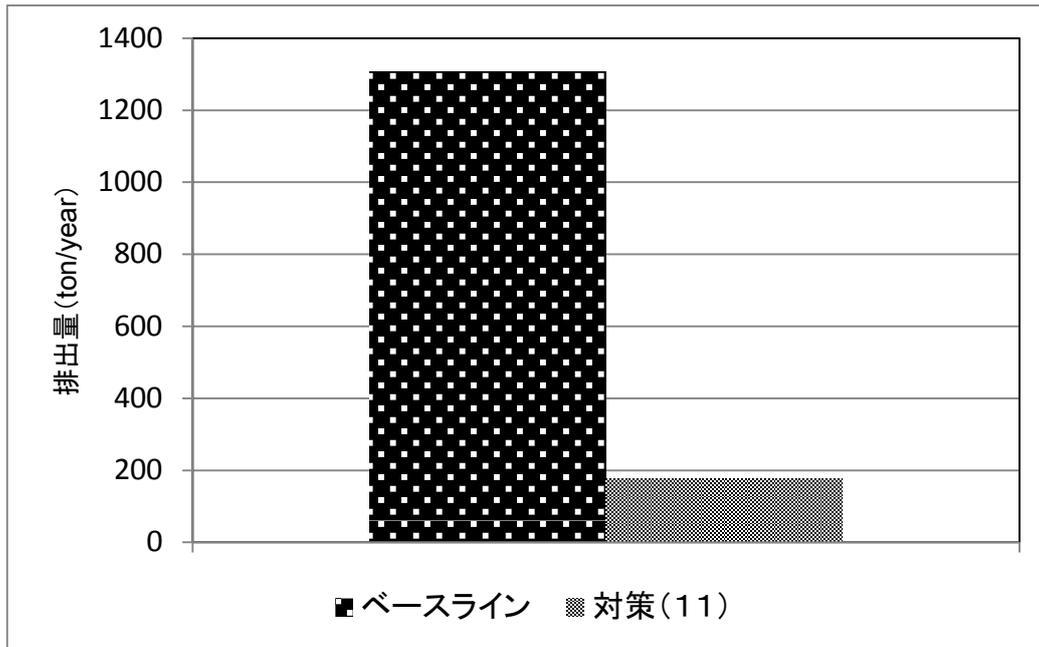
表 2.5-26 ベースライン及び対策ケースの設定概要

	ベースライン	MNS 基準値の遵守
概要		2010 年ボイラ訪問調査データのうち、第 2 年次の排ガス測定で排ガス濃度が MNS 基準を遵守していないボイラについて、MNS 基準値になるようにした。
石炭使用量	2010 年ボイラ訪問調査のデータ	ベースラインと同様
煙突情報	2010 年ボイラ訪問調査のデータ	ベースラインと同様
排出係数	第 2 年次排ガス測定の結果	第 2 年次灰が測定結果より以下の設定とした。 ①測定によるダスト濃度が MNS 基準濃度を超えている場合：ダスト濃度が MNS 基準濃度になったと想定して、排出係数を計算する。 ②測定によるダスト濃度が MNS 基準濃度を超えていない場合：ベースラインと同じ

**(4) 対策効果**

ベースラインと対策（11）におけるPM<sub>10</sub>の排出量のグラフを図2.5-36に示す。また、ベースライン及び対策（11）における排出量分布図を図2.5-37に示す。対策により1,121.11ton/yearの削減効果があった。

また、対策（11）におけるPM<sub>10</sub>濃度分布図の比較を図2.5-38に示す。図中赤丸で囲んだメッシュが最大着地濃度の地点である。対策によりウランバートル東部のHOB密集地帯で一部高濃度があるのみで、大部分の濃度が大きく下がっていることがわかる。



	PM <sub>10</sub>
ベースライン	1,307.00
対策（11）	175.89

単位：ton/year

図2.5-36 ベースラインと対策（11）におけるPM<sub>10</sub>の排出量

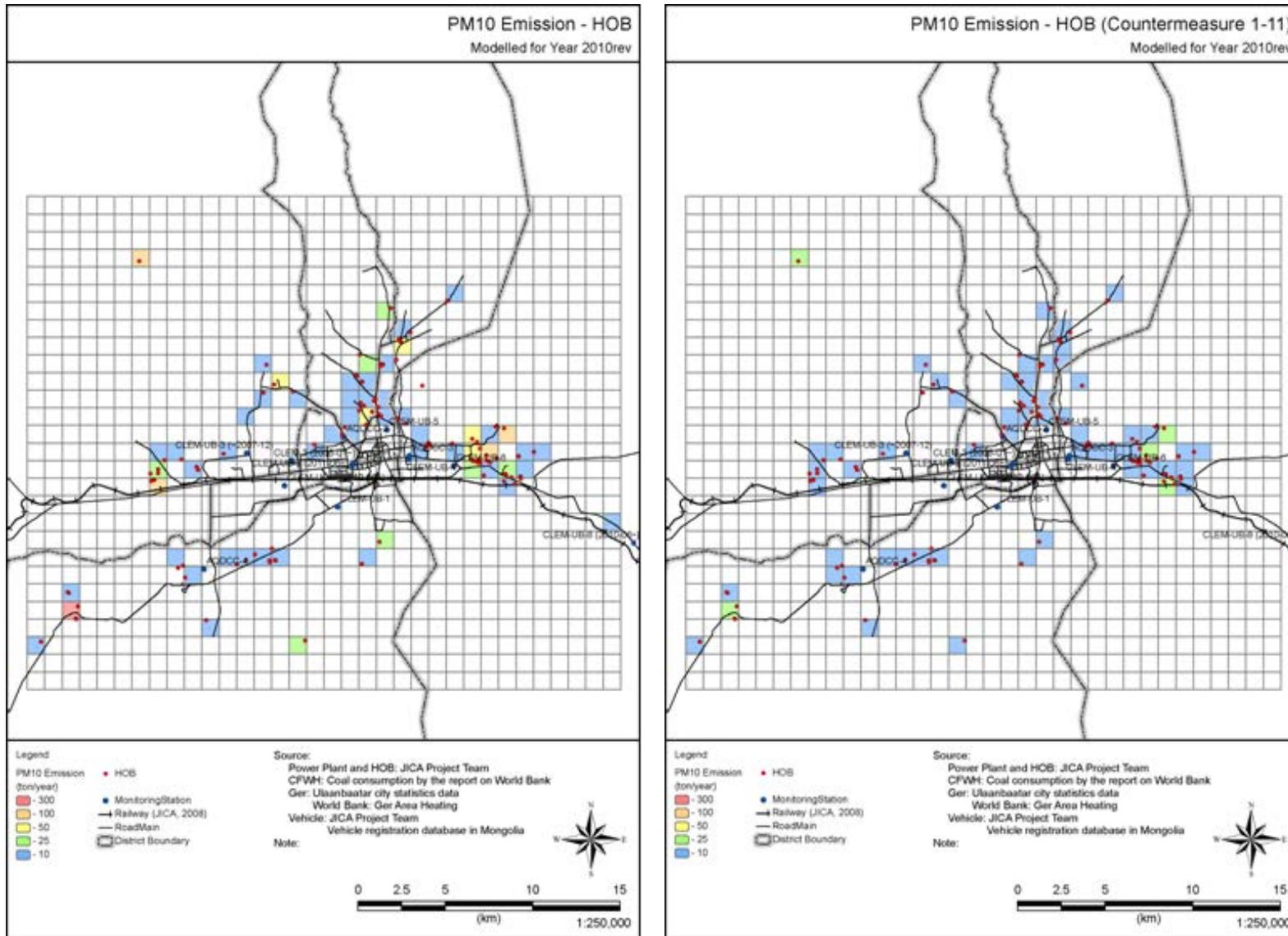


図 2.5-37 ベースラインと対策（1 1）における PM<sub>10</sub>排出量分布図の比較

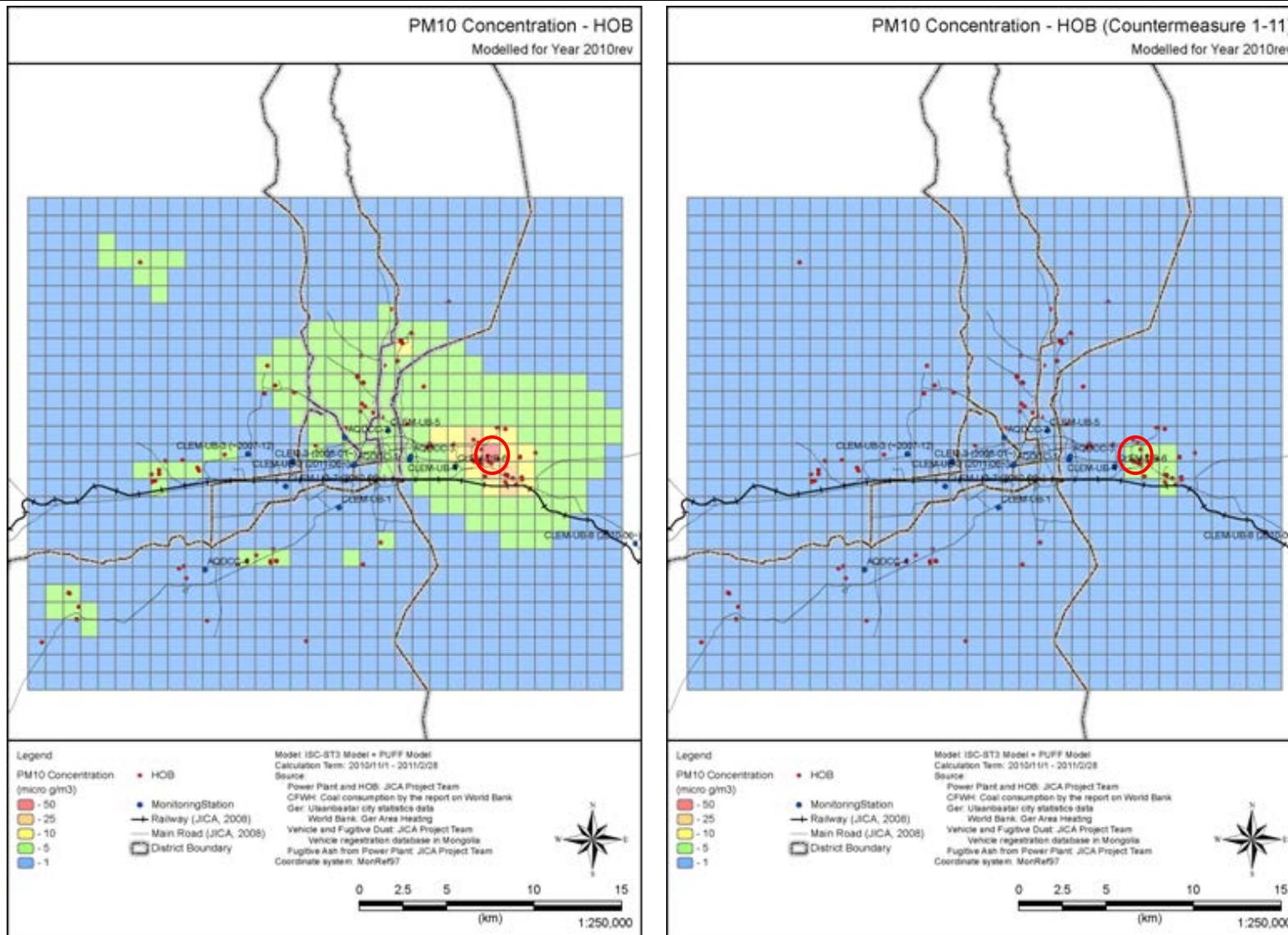


図 2.5-38 ベースラインと対策（1 1）における PM<sub>10</sub>濃度分布図の比較

ベースライン及び対策ケースでの濃度拡散シミュレーションにおける最大着地濃度を表 2.5-27 に示す。全体の濃度は下がり、非常に大きな低減効果が見られた。最大着地濃度はベースラインより 94.54% 低減した。

表 2.5-27 ベースライン及び対策（11）でのシミュレーションにおける最大着地濃度

単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	ベースライン	対策（11）
PM <sub>10</sub>	33.71	1.84

上に示すように、HOB のボイラについて、MNS 基準値を満たすように運転管理の改善、サイクロン等の大気汚染対策装置の設置、高効率の HOB へのリプレース等の対策を取ることによって、非常に大きな大気汚染対策効果が期待できる。

#### (5) 対策コスト

事業者側のコスト負担となるため、行政側のコスト負担はない。

#### (6) 技術的妥当性・制度的課題

運転管理の徹底については、HOB に関するビデオを通じた技術員講習会を通じて可能である。それに対する制度的課題も無い。

実際にサイクロンを設置している HOB も存在しているため、技術的には可能である。ただし、サイクロンを設置するスペースやサイクロンを設置することによって生じる圧力損失を補うためのファンの設置・調整は必要である。個別の HOB の建屋内で事業者の負担でサイクロンを設置することから制度的課題は無い。

高効率の HOB へのリプレースは、モンゴルの TSL や MCA などで行われているため、技術的には可能である。制度的な課題としては、リプレースの対象となる HOB は高額であるため、なかなかリプレースが進まないといった課題がある。

#### (7) 事業者・行政の役割

本来、事業者は排出基準を遵守する義務があり、これまでに、運転管理の改善、サイクロンの設置、高効率の HOB はその一つの手段である。行政の役割は、ボイラ登録、監査、排出規制を公平に実施することであり、事業者の対策装置設置を支援するための融資制度等も検討の余地がある。

#### (8) 他の対策との関連

前述の通り、運転管理の改善、サイクロンの設置、高効率の HOB は排出基準遵守の手段である。HOB のリプレースに関するプロジェクトと上記の対策による効果を狙うことも可能である。

### 2.5.9.8 対策の費用対効果

6 件の対策の費用対効果を表 2.5-28 に示す。

PM<sub>10</sub> 削減量、PM<sub>10</sub> 濃度低減効果、対策費用、PM<sub>10</sub> 削減量当たりの対策費用といったどの指標を重要視するのかによって優先する対策が異なる。

表 2.5-28 対策案別費用対効果

対策案	PM <sub>10</sub> 削減量 (ton/year)	対策前後の最大 着地濃度の変化 (µg/m <sup>3</sup> )	対策費用 (初期投資額)	対策施設の 耐用年数 (想定)	PM <sub>10</sub> 削減量 1ton あたりの 年間対策費用
1: HOB 集約化	563.38	33.71→6.00	84 億 4,000 万 MNT (4 億 9,647 万円)	10	149.8 万 MNT (8.8 万円)
2: HOB にサイクロンを設置	813.59	33.71→11.04	4 億 2,800 万 MNT (2,518 万円)	10	5.26 万 MNT (0.31 万円)
3: ゲルストープの代わりに HOB を設置	507.43	59.10→1.60	169 億 3000 万 MNT (9 億 9,588 万円)	10	333.6 万 MNT (19.6 万円)
4: 第 3 火力のボイラを流動床ボイラに改造	2,943.51	9.37→3.31	920 億 MNT (54 億 1,176 万円)	30	104.2 万 MNT (6.1 万円)
5: 焼却灰埋立地の防風柵	953.45	17.30→3.46	2 億 2,314 万 MNT (1,313 万円)	3	7.8 万 MNT (0.46 万円)
11: HOB の MNS 基準遵守	1121.11	33.71→1.84	0MNT 事業者負担	なし	0MNT (0 万円)

横軸に PM<sub>10</sub> 削減量を縦軸に対策費用を取り、対策費用が安いものから順番に並べたグラフが図 2.5-39 である。このグラフを見ることによって、どこまで PM<sub>10</sub> を削減するか、対策費用はどこまで許容できるかといった検討が容易になる。

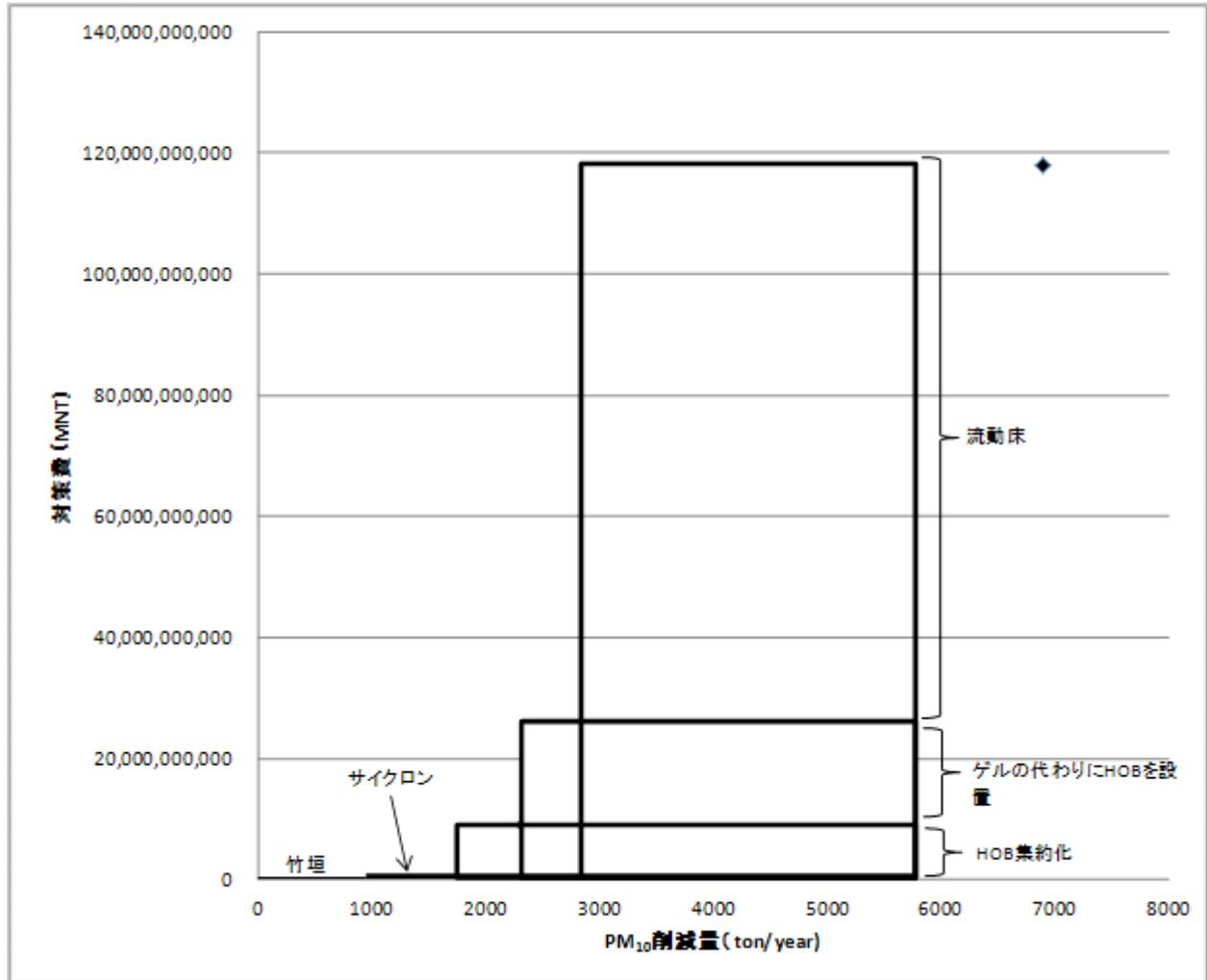


図 2.5-39 PM<sub>10</sub>削減量と対策費の関係

## 2.5.10 体制構築

本プロジェクトでは C/P である大気質庁だけでは権限・能力に限界があるという判断の下に C/P-WG を構成し、連携を図ったが、その連携はプロジェクトによって支えられており、プロジェクト終了後の持続性に関して不安が残っている。

ボイラ登録管理制度の様に市長令が発行されて実際に制度が開始されたものと発生源インベントリ作成・シミュレーション実施に係る体制の様に連携の可能性が協議されていながら明文化されていないものがある。

ここではボイラ登録管理制度と発生源インベントリ作成・シミュレーション実施に係る体制を比較して、制度化への課題を分析する。

### 2.5.10.1 体制構築のための活動

ボイラ登録管理制度構築のために実施した活動を表 2.5-29 にまとめた。

表 2.5-29 ボイラ登録管理制度構築に係る活動

時期	活動	効果
2010年6月25日	ボイラ登録・許認可制度及び発生源インベントリに関するワークショップ	日本のボイラ登録管理制度について知見を得ることができた。
2010年10月16日～30日 (15日間)	環境行政本邦研修	研修課題としてウランバートル市におけるボイラ登録管理制度案を策定した。
2011年1月	ボイラ登録制度に係る会合	環境行政本邦研修の研修生を中心としてボイラ登録制度関係者が集まり会合を開き、セミナー開催等を決めた。
2011年2月11日	ボイラ登録制度セミナー	2011年の冬からボイラ登録管理制度を開始することについて合意が得られた。
2011年3月	ボイラ登録管理制度構築に係るレターの提出	セミナーの合意としてボイラ登録管理制度構築を提言したレターを大気質庁長官、JICA 国際協力専門員、JICA 専門家の連名で、ウランバートル市の Bat GM と Ganbold 副市長に提出した。
2011年8月2日	ボイラ登録管理制度に係る市長令の発行	ボイラ登録管理制度がウランバートル市レベルで正式に認められた。
2011年9月	国家統計局への登録	ボイラ届出が国家の承認する統計調査として登録された。
2011年9月21日	ボイラ登録ワークショップ兼ボイラ登録制度説明会（第1回）	ボイラ登録管理制度が始まった。ボイラ事業者を集めて新たなボイラ登録管理制度について説明した。
2011年9月23日	第3回 JCC 会合	ボイラ登録管理制度に係る課題について協議が行われた。
2011年9月29日、10月4日、10月11日	ボイラ登録管理制度説明会（第2回、第3回、第4回）	同上
2011年9月29日、10月7日 (午前・午後)	ボイラ運転員講習会（第1回、第2回、第3回）	ボイラ運転員の講習を行い、証明書を発行した。
2011年12月2日	第4回 JCC 会合	ボイラ登録管理制度の進捗についての報告が行われた。

発生源インベントリ作成・シミュレーション実施に係る体制構築のために実施した活動を表 2.5-30 にまとめた。

表 2.5-30 発生源インベントリ作成・シミュレーション実施に係る体制構築のための活動

時期	活動	効果
2010年6月25日	ボイラ登録・許認可制度及び発生源インベントリに関するワークショップ	発生源インベントリの概念について理解することができた。
2011年3月4日	発生源インベントリ・シミュレーションに係るワークショップ	発生源インベントリの概念について再度、説明すると共にシミュレーション試算結果を示した。
2011年6月6日、7日、15日、23日	発生源インベントリ・シミュレーション研修	気象データ、環境データの解析、シミュレーションモデルの入力データの作成方法及びシミュレーション結果の評価方法について重点を置いて研修を行った。
2011年6月13日	発生源インベントリ・シミュレーションに係るワークショップ	シミュレーション結果を示したものの一部、発生源インベントリは未作成であり、発生源インベントリデータの精度向上が主題であった。加えて、発生源インベントリ・シミュレーションの構築体制についてのプレゼンテーションも行われた。
2011年10月16日～29日 (14日間)	環境行政本邦研修	日本における大気汚染防止対策に必要な排出インベントリとシミュレーションモデルの活用方法について理解を深め、それを基に、ウランバートル市の大気汚染削減計画策定及び大気汚染防止協定締結のためには大気質庁を含む関係機関がどのように連携していけば良いのかについて考察することを目的として、研修を実施した。
2012年3月29日	第2回C/P-WG会合	専門家が発生源インベントリ作成結果とシミュレーション結果についてプレゼンテーションを行い、技術的な議論をした。 専門家が関係機関の協力体制に関するフロー図・体制図を説明し、特に発生源インベントリ作成・シミュレーション実施の協力体制について意見を求め、協議の結果、具体的な発生源インベントリ作成、シミュレーション実施の作業を進める過程で協力体制について検討していくこ

		とになった。
2012年6月	2010年シミュレーションモデルの確定	発生源インベントリの不確実性を考慮して最大、最小、専門家判断の3ケースを検討した上で、2010年冬のシミュレーションモデルを確立した。
2012年6月13日	HOB排ガス測定と大気汚染予測シミュレーションに係るシンポジウム	大気質庁やNAQOに加えて、モンゴル科学技術大学やモンゴル国立大学からの参加者の間で技術的な議論が行われた。
2012年9月14日、17日、25日、11月6日	発生源インベントリ・シミュレーション研修	シミュレーションモデルへの入力データの作成方法等に加えて、発生源インベントリ・シミュレーションモデルの更新、シミュレーション結果の表示方法等について研修を行った。
2012年11月20日、23日	移動発生源インベントリに係る研修	移動発生源インベントリの更新手順を説明し、Microsoft Accessの基本的使い方、データベースの保管状況、計算の手順などを説明した。
2012年11月20日	その他の面的発生源インベントリに係る研修	測定結果の入力、測定データの評価、飛散量の計算結果の確認を行った。

### 2.5.10.2 活動及びその他の要因の分析

ボイラ登録管理制度構築と発生源インベントリ作成・シミュレーション実施のための体制構築のための活動を比較すると以下のことが分かる。

- 全般的に、前者の活動の方が、プロジェクトの早い段階から実施され、実施頻度も高い。
- 加えて、前者の活動は2010年10月に環境行政本邦研修に参加した研修生が中心となって、2011年1月から3月にかけて、立て続けに会合、セミナー、GMと副市長へのレター提出と制度化への働きかけを進めた点が効果的であったと考えられる。一定数の関係者のリストと共にGMと副市長宛にレターを出したことが、8月の市長令の発行に繋がったと言える。
- 後者の活動も同様に2011年10月の環境行政本邦研修の後に、C/P-WG会合を開催するなどして、制度化への働きかけに繋げようとしたが、間隔が空きすぎて機会を逸した感がある。会合の開催間隔が空いてしまった原因の一つは、2010年冬のシミュレーションモデルの確立に時間を要したことである。現時点でも発生源インベントリには大きな不確実性が残っており、例えば、PM<sub>10</sub>濃度の予測値は実測値の約半分しか説明していない。専門家がシミュレーションモデルの再現性の向上にこだわったためにシミュレーション結果の公表が遅れた面はある。シミュレーションモデルの確立の遅れは、研修時期の遅れも引き起こした。2011年6月に試算結果を用いて研修を行った後、次の研修が行われたのは1年半後の2012年9月であった。
- そのこととの比較で言うと、ボイラ登録管理制度の根幹を成す排ガス測定の技術移転はプロジェクト開始直後の本邦研修から継続的に研修が実施され、順調にC/P及びC/P-WGの技術

力が向上した。C/P である大気質庁が比較的早い時期にボイラ登録管理制度を支える技術協力を確立したことも制度化を推進する原動力にはなつたと推測される。

- また、後者の研修やワークショップが主に発生源インベントリやシミュレーションの技術的側面に偏っていたことも制度化の議論が進まなかった原因かもしれない。

その他に制度化の可否に影響したと推測される要因は以下の通りである。

- ボイラ登録管理制度に関しては市場化経済に移行した時点で一度は崩壊したものの、エネルギー法に基づく利用許可申請を行うエネルギー調整委員会というアドホックな組織が現存した。その構成員は GM、エンジニアリング施設庁とウランバートル市監査庁であるが、通常、ボイラの設置確認に大気質庁が同行して TESTO という簡易測定器で測定を実施していた。そこに 100kW 以上の全てのボイラを対象とする新しい制度が導入されたので、ある程度、関係機関のボイラに係る業務連携の下地が出来ていたと考えられる。
- さらに、エンジニアリング施設庁と監査庁は GM に、大気質庁は副市長に属しているので、レターを両社に出したことは適切であったと思われる。その意味では発生源インベントリ作成・シミュレーション実施について大気質庁と協力体制を構築することが望まれる NAMEM と NAQO は自然環境・グリーン開発省に所属し、大気汚染対策に係る専門機関としての大気質庁の役割は自然環境・グリーン開発省の策定した大気法によって規定されているので、自然環境・グリーン開発省に両者の協力体制構築の調整を依頼すればよいかもしれない。
- 終了時評価時の合同評価者へのインタビューでは体制構築の調整は国家大気汚染低減委員会が実施するべきであるとの意見もあったと聴いている。

### 2.5.10.3 大気汚染対策の策定・実施の流れ

大気汚染対策の策定・実施のサイクルを示したフロー図を図 2.5-40 に示す。

大気汚染対策を行う発生源種類によって、大気汚染対策の策定や実施を担当する機関が異なると考えられる。例えば、HOB の排出規制や対策を行う場合、大気質庁や国家大気質局以外にエンジニアリング施設庁やウランバートル市監査庁等の協力が必要になる。また、対策を策定する際には事前にその対策の効果を科学的データに基づいて推定し、対策実施後には効果を確認する必要がある。例えば、HOB にサイクロンを設置する場合であれば、幾つかの HOB にサイクロンを設置してその集塵効率を排ガス測定によって確認してから全ての対策対象ボイラへの設置を進める。また、その対策によって大気環境濃度がどれだけ改善されたかを確認するためには大気環境モニタリングデータやシミュレーションを活用する方法が考えられる。

但し、大気環境濃度の改善効果を確認することは幾つかの理由からかなり難しい。一つには対策を実施した発生源以外に大気汚染物質排出量が多いものが残っている場合には、大気環境濃度の改善効果は限定的である。加えて、大気環境濃度は気象条件によっても影響されるので、比較を行う際に気象条件についても十分に検討する必要がある。従って、対策を実施する際に、大気環境濃度の改善効果を評価するためのモニタリング計画を併せて策定しておくことが望ましい。

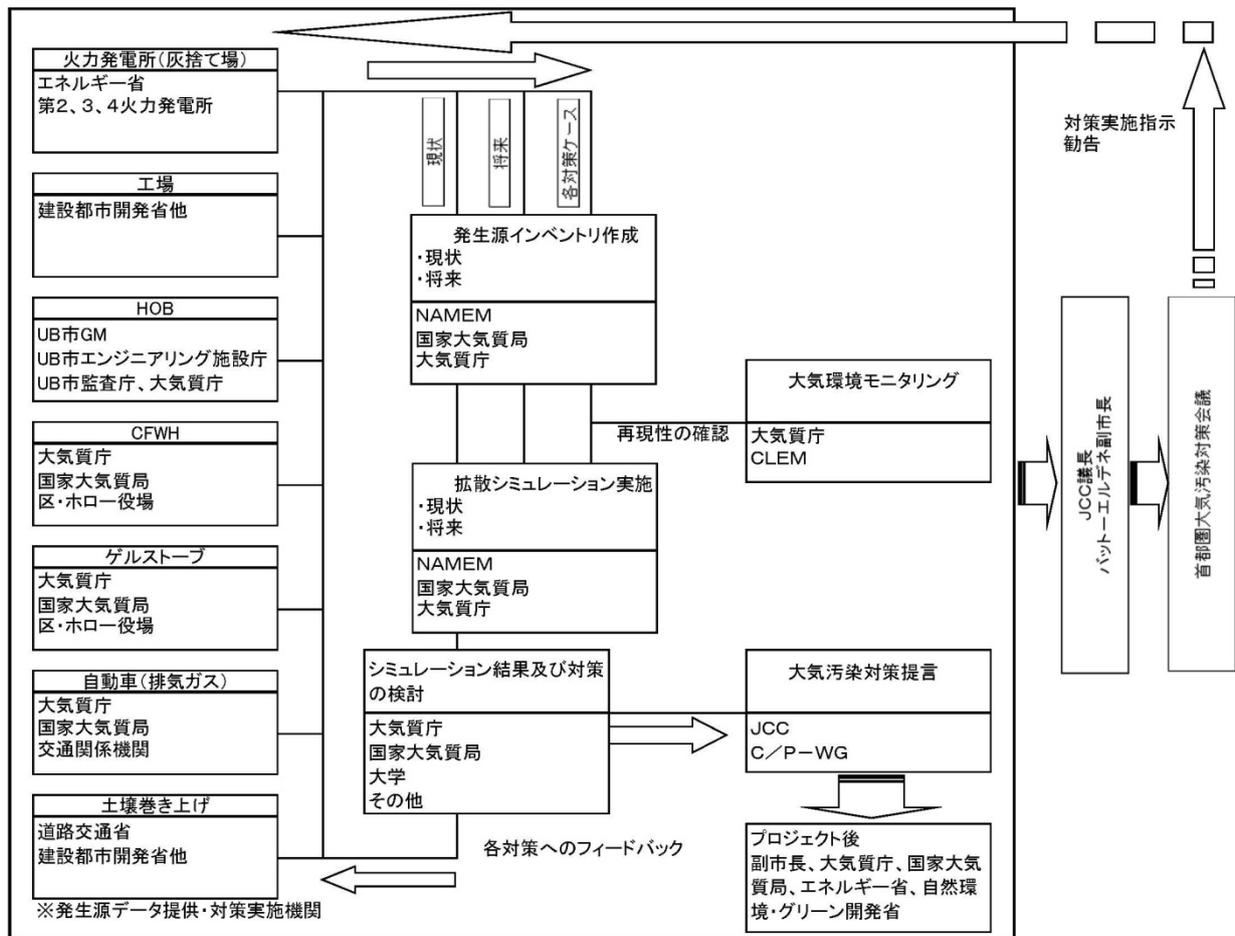


図 2.5-40 大気汚染対策策定・実施サイクルフロー図

### 2.5.11 国家イニシアチブへの貢献

2.5.5 で示した国家大気汚染低減委員会と EBRD の開催する会合での発表に加えて、国家大気汚染低減委員会の要望により、MCA の主催するセミナーで発表を行った。その内容は、MCA がリプレースした HOB の PM<sub>10</sub> 削減効果を示すものと、改良ストーブが一定の効果を上げた仮定しても、他の発生源の影響によって大気環境濃度の改善効果が感じられにくいことを示唆するものであった (別添資料 2.5-7)。

## 2.6 キャパシティアセスメント結果の変遷

### 2.6.1 大気汚染発生源解析と大気環境評価能力の構築 (成果 1)

#### 2.6.1.1 固定発生源インベントリ

研修生の固定発生源インベントリに係る技能レベルの推移を図 2.6-1 に示す。AQDCC で固定発生源インベントリの習得度が低くなっているが、AQDCC 及び NAMEM に連携することにより、自力で固定発生源インベントリ更新作業ができるまでになった。

AQDCC の担当者および NAMEM の担当者は、第 1 年次に実施したボイラ訪問調査への関与を通じ、固定発生源インベントリおよびボイラ登録制度に必要なデータ収集について習得した。

ワークショップ（2010年6月、2011年3月、2011年6月）、研修（2011年6月）を通じ、排出インベントリ作成の全容について理解した。2011年6月のワークショップでは、エミッションインベントリ更新を登録データのみで捉えており、登録データ以外に排出量推計が必要であることの理解が不足していることが明らかとなった。その後の研修を通じて、排出インベントリについて理解し、モンゴルにおけるエミッションインベントリの構築体制に関する積極的な議論がなされた。モンゴル側のインベントリ作成意欲が高まり、データ収集においては、ボイラ登録データのチェック等が実施された。HOBの特定、データの確定までに時間がかかったが、これらの経験を通じて、固定発生源インベントリ作成に必要なデータの品質管理について、注意を払うことができるようになった。

2012年9月、2012年11月には、Participantsリストに載っていない関係者を含め、多数の参加者に固定発生源インベントリの更新できることを目標に研修を行った。その結果、参加者の固定発生源インベントリ作成能力が大幅に向上した。特に、NAMEMの参加者の能力向上はめざましく、インベントリを独自に更新できるまでになった。今回の研修を通じて、固定発生源インベントリ作成に必要なデータの品質管理について、注意を払うことができようになり、今後の排出インベントリ更新作業へ積極的に関与する体制ができた。

鉱物資源エネルギー省の担当者、および、自然環境・観光省の担当者は、固定発生源インベントリの作成のための技術移転先とはなっていないが、今後の対策メニュー案の策定において、積極的な関与が期待される。

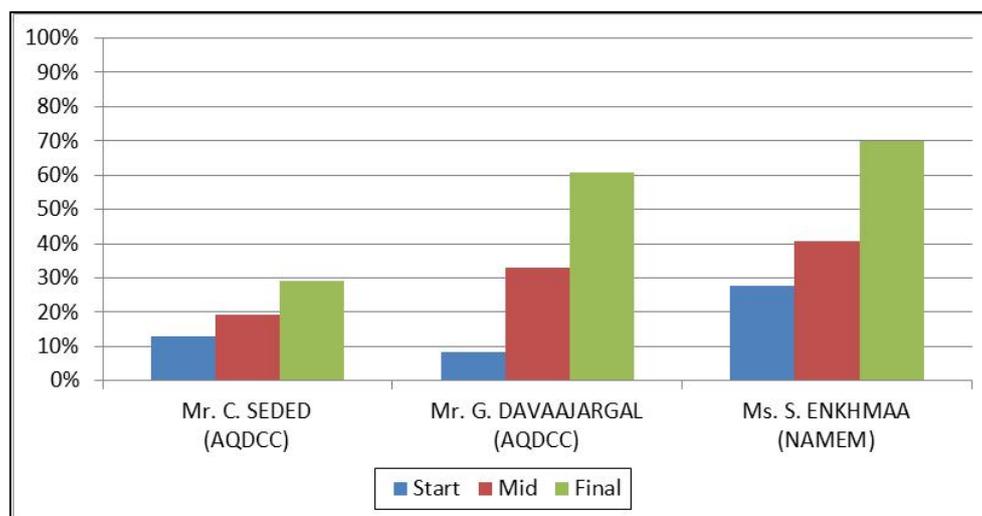


図 2.6-1 固定発生源インベントリ技能レベル推移

### 2.6.1.2 移動発生源インベントリ

図 2.6-2 に、技術レベルの推移を示す。

Mr. Ts. MUNKHBAT (MNET) は、ワークショップ等への参加があるのみで技術レベルの推移が不明であることから、この図に掲載していない。また、CP-WG 機関に所属していないがワークショップ等を通じて技術移転を受けた技術者については、技術レベルの推移を継続的に確認していないことから、この図に掲載していない。一方、Mr. D. UNURBAT (NAQO) は、正式な Participants ではないが、2011年6月以降移動発生源インベントリの構築活動に広く関わってきたことから、この図に掲載した。

2011年6月のワークショップ以降、可能な限り、CPが主体となってインベントリの更新を試みた。交通量調査、旅行速度調査、自動車登録データ、燃料消費量等データ収集が可能となった。

また、2012年11月のワークショップ等では、Participantsに加えて、CLEM、IMH、大気汚染低減委員会、きれいな空気基金、市公共交通局、科技大、電気輸送公社にも講習を行った。特に、NAMEM および IMH からの参加者の能力向上は著しく、移動発生源インベントリを更新できるレベルとなった。

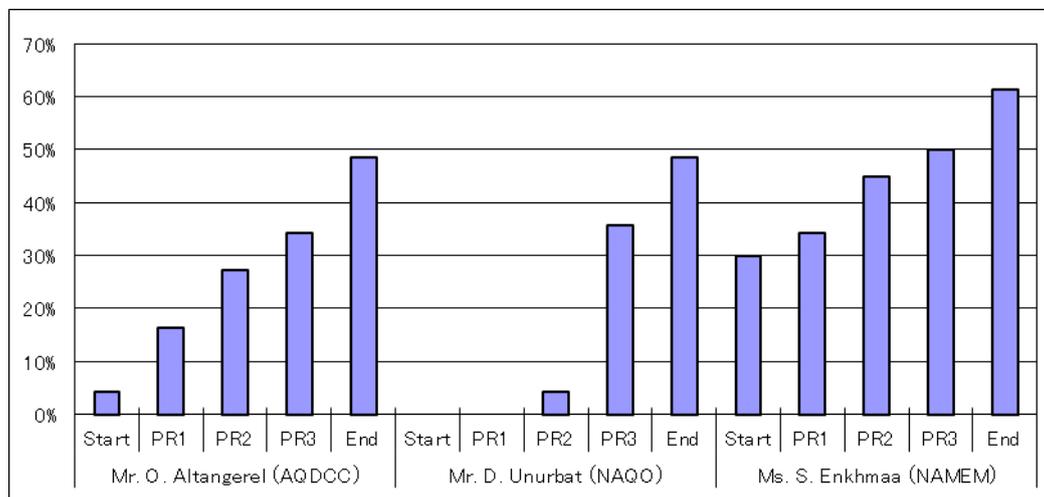


図 2.6-2 移動発生源インベントリ技能レベル推移

### 2.6.1.3 その他発生源インベントリ

図 2.6-3 に、技術レベルの推移を示す。Mr. ALTANKHUYAG (MNET) はプロジェクトへの参加が少なく、技術レベルの推移が不明であることから、この図に掲載していない。AQDCC のカウンターパートは 2 名であるが、内 1 名は、前出の移動発生源排出インベントリ担当者であり、その他発生源排出インベントリの技術移転にほとんど関与できなかったことから、技術レベルは伸び悩んだ。残りの 2 名は、現地調査および Workshop を通じて、大きく成長した。

排出量が多いために重要であると考えられていた発電所の灰埋立地について、ほぼすべての情報収集や現地測定において、CP、発電所担当者、モンゴル語通訳が同行した。また、ワークショップ等では計算実習も実施した。2012 年春からは AQDCC と発電所が、日本人専門家の協力なしに、測定をほぼ継続できるようになった。

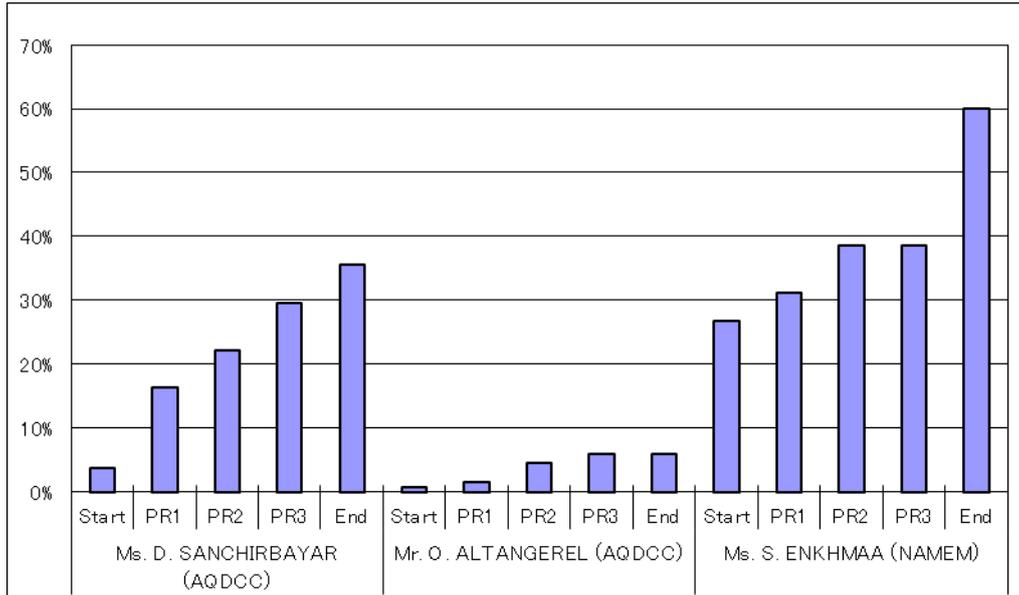


図 2.6-3 その他発生源インベントリ技能レベル推移

#### 2.6.1.4 シミュレーションモデル

シミュレーションモデル技能レベル推移を図 2.6-4 に示す。AQDCC でシミュレーションモデルの習得度が低くなっているが、AQDCC、NAMEM 及び NAQO が連携することにより、発生源インベントリの更新やシミュレーションモデルの構築できる体制が構築された。

AQDCC は、シミュレーションモデルの使用研修を受けたことがあるものの、利用経験が浅い。NAMEM は US-EPA モデルを用いたシミュレーション経験を有しており、モデルの運用や基本理論については理解していた。しかし、インベントリデータの精度評価やモデル構築に関する知識・経験が不足していることから、モデル全般の技術移転が必要であった。

それを受けて、ワークショップ（2010年6月、2011年3月、2011年6月）、研修（2011年6月）では、Participants リストに載っていない関係者を含め、多数の参加者に技術移転を実施した。AQDCC 及び NAMEM については、2011年9月以降に排出インベントリデータを用いた継続的な技術移転を図り、基本的な技術は習得された。しかし、最新データを用いた排出インベントリの更新とシミュレーションモデルの構築までは至っておらず、熟練度は上がっていなかった。

2012年9月、2012年11月には、発生源インベントリデータ更新、シミュレーションモデルの構築・計算結果の活用方法（分布図の作成及び分布図を用いた検討）等に重点を置いた研修を行った。その結果、参加者のシミュレーションモデル作成能力が大幅に向上し、シミュレーションの結果を独自に活用できる人材が数多く育成された。

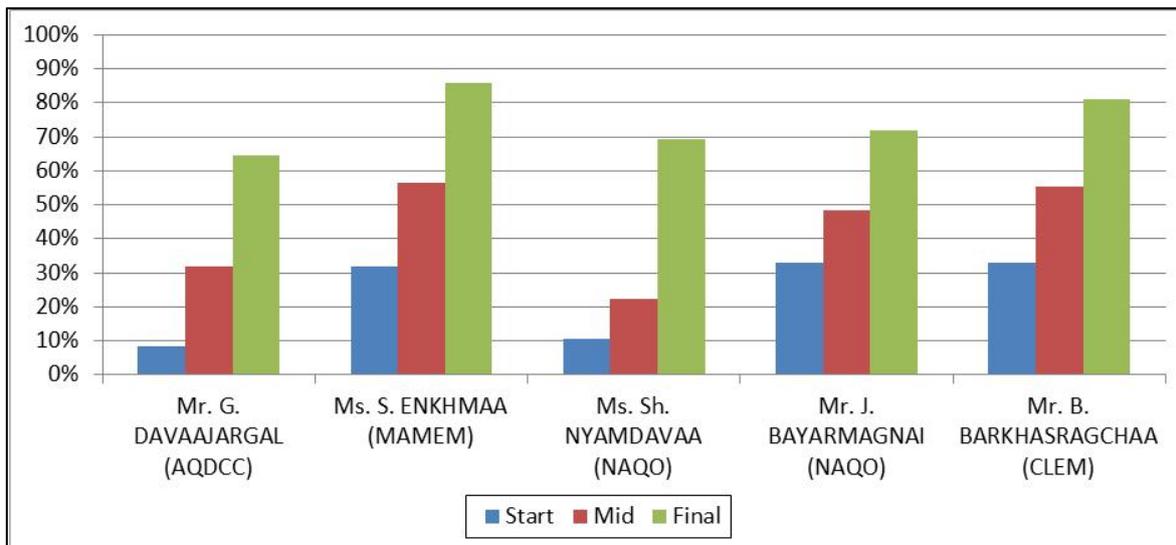


図 2.6-4 シミュレーションモデル技能レベル推移

### 2.6.2 排ガス測定（成果 2）

研修生の排ガス測定能力を図 2.6-5 に示す。

習得率が 60～65%以上で 1 人前レベルと見ている。研修生の各人の実力は 1 人前としてやや足りず、相互に補い合うことで何とかチームとして機能するレベルにある。

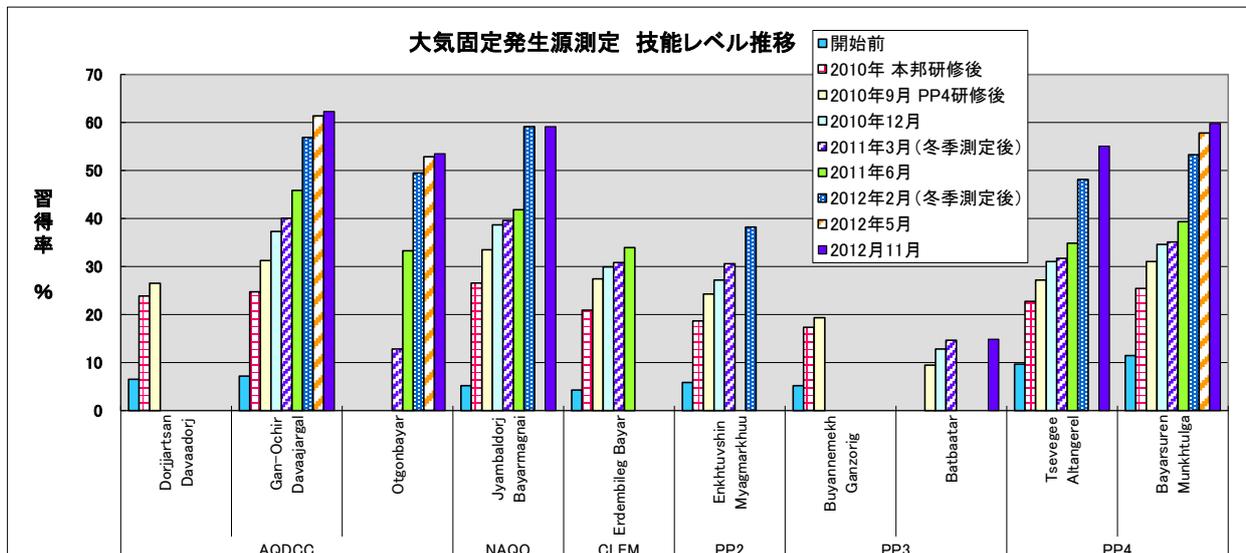


図 2.6-5 大気固定発生源測定 技能レベル推移

研修の経緯は次のとおりである。

研修前は概ね低いレベルにあったが、第 4 火力発電所だけが既に実測経験を有しており、またダスト測定まで自力で行うに足る機材、および組織力を備えていた。

第 4 火力および CLEM では 1990 年代から排ガス測定技術支援を受けて機材・測定技術の習得を開始していた。また数年前の JICA 技術協力では、第 4 火力に測定機材 1 セットの供与とそれに伴う

技術研修が行われていた。所属課員の間では逐次技術力の伝承がなされており、第 4 火力要員の技量が他と比較して高い理由となっている。

1 年次（2010 年 7 月～8 月）の本邦研修では必要な知識と機器操作の全てが紹介され、更に現場での実測研修も積むことができた。但し、排ガス測定技術の習得は時間を要するものであり、知識や操作手順の一部が理解されたレベルであった。酷暑での現場実測から持久力が低下した面も見られた。

2010 年 9 月には第 4 火力で現地実測研修を開始した。本邦研修で学んだ知識と操作経験が生き、また現地での反復練習を重ねて、研修生によっては急速に技術を体得した。第 4 火力の要員 2 名を除き、自力で測定を行える者は未だ居なかったが、初級レベルを脱し中級に近づきつつある者が約半数認められた。

1 年次冬季（2010 年 11 月～2011 年 3 月）の排ガス実測での伸びはわずかであった。新規に覚えた内容が少なかったためであるが、操作を繰り返すことで慣れて、ミスが少なくなった。

続く 2011 年 5 月の湿式分析研修の後は、数名の習得率が 5 割に近づいて来ており、操作の反復練習をするよりも、データ良否を見分ける力を養成する方が重要と考えられた。

2 年次冬季（2011 年 11 月～2012 年 2 月）の排ガス実測では自動装置を使えるようになり、その操作を研修で学んだ。1 年次で手動装置による研修で基礎はできたので、自動装置の操作習得はかなり早かった。HOB の実測には火力側の研修生が参加することは稀であったため（外出許可を認められにくい）、監査側の研修生で実力が伸びている。依然としてデータ良否判断力やデータ整理、トラブル対応力が課題として残った。このため、2012 年 5 月にはデータ整理や計算シートの使い方の研修を行い、やや伸びを示した。

2012 年 9 月、11 月には測定ガイドライン作成の研修を行った。作成を通して、一貫した操作の流れを再認識すること、誤解や理解の至っていない点を発見し修正することを目標とした。

### 2.6.3 大気質庁の排出規制能力強化（成果 3）

成果 3 の担当者は、産休やバツサイハン副長官の休職のため何度も変更となり、現在の担当者（ガリンベック職員）が就任したのは 2011 年 9 月である。また、国家発生源総合登録との連携の必要から、大気質庁の担当者であるツァツァラル職員を C/P として技術移転を行った。

成果 3 の活動は、ほとんどが制度の構築や手続きに費やされた。しかし、成果 3 においてもボイラ登録データベースを開発したこと、国家発生源総合登録事業では、市大気質庁がシステムの発注及び運用管理を任されていることから、システム構築の流れと発注管理について理解することが有用であると考え、講義を行った。

ユーザ（及び発注者）から見たシステム開発の定義や発注者と開発者の役割分担、システム開発の流れと各ステップで作成されるドキュメントについて解説した。業務の内容には精通しているが IT リテラシーが低い発注者と、IT の専門家ではあるが業務内容を知らない開発者が認識を一致させるためのツールと実例を紹介した。

C/P の評価は以下のとおりである。ツァツァラル職員の方が国家発生源総合登録システムの発注管理を経験しているため、関心も理解も高かった。

理解	十分理解できた	1
	概ね理解できた	2
	あまり理解できなかった	3
業務への役立ち (活用)	役に立つ	A
	少し役に立つ	B
	あまり役に立たない	C

質問事項	ガリンベック		ツァツァラル	
	理解	活用	理解	活用
システム開発の流れについて	2	B	1	A
システム開発における発注者と受注者の役割分担について	2	B	1	A
システムを発注する際の留意点について	2	B	1	A
発注者側と開発者側が作成するシステムについて認識を一致させるためのツールについて (ER 図、データベーステーブル定義書、業務フロー図)	2	B	2	A
2011 年度ボイラ登録データを利用した、データ入力ルールの問題点と今後の対応について	2	B	1	A
ボイラ登録データベースに搭載予定の分析機能について	2	B	1	A
国家発生源総合登録システムとの連携について	2	B	1	A

## 2.6.4 大気汚染発生源対策 (成果 4)

### 2.6.4.1 大気汚染対策

ボイラの大気汚染対策技術の主な技術移転先は AQDCC であるが、AQDCC でボイラ運転等の知見を持っている職員は 1 名だけであるので、対策技術面でバックアップする機関が必要であり、モンゴル工科大学の Power Engineering School が適していると考えられ、AQDCC の職員に加えて大学の関係機関が協力することで大気汚染対策面の指導を実施していけるものと想定できる。

超音波流量計やデータロガー等の計測器の取り扱いに関しても、よく理解し、知見を深める事ができたので、今後これらの設備をモンゴル側への移管後も必要に応じて大学の関係機関も活用できるようにすべきと考える。

発電所関係者に関しては、ボイラの性能管理を独自で行っている等、十分な知識を有しているが、発電所の大気汚染対策については、人材の技術力というよりは、設備の劣化更新など対策実施のための資金面の制約が問題であると考えられた。

また、HOB の管理者や運転員が、HOB を正しく運転し大気汚染防止に対する取組み強化をはかる為のビデオ教材の Draft が完成し、2012 年 4 月の関係者に説明し、聴取した意見を付け加えて改訂版を 10 月に完成させ、関係者に対し試写会を行い好評であった。

CP のボイラ技術に関する能力の推移を表 2.6-1 と表 2.6-2 に示す。

表 2.6-1 発電用ボイラ関係 技能レベル推移

技能項目			AQDCC			PP 2			PP3			PP4		
			開始前	中間時	終了期	開始前	中間時	終了期	開始前	中間時	終了期	開始前	中間時	終了期
1. 発電ボイラの対策	基礎知識	燃焼反応の理解	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5
		蒸気表の使用方法(飽和蒸気表、過熱蒸気表)	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5
		ボイラの熱バランスの計算方法の理解	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5
	データ収集	ボイラーの日常効率管理の理解	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5
		排ガスO2計、放射温度計、熱電対式温度計の用途	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5
		排ガスO2計、放射温度計、熱電対式温度計の操作方法	3	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5
		測定計画書の作成方法の理解	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4
	対策検討	測定計画時の注意事項(足場、CO中毒、ガス噴出しなどの安全対策)	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5
		一般的な対策(排ガス損失熱の低減手段:空気比、空気予熱器など)	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5
		熱バランスよりの対策効果算定方法	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		対策検討時の注意事項の理解(酸露点など)	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4
		ばい煙の環境対策(煤塵、SOX、NOX)に関する知識	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5

表 2.6-2 HOB 関係 技能レベル推移

技能項目			AQDCC			HSUD			EFDUC			Univ. Sch. and Tec.1			Univ. Sch. and Tec.2			Mongolian Railway				
			開始前	中間時	終了期	開始前	中間時	終了期	開始前	中間時	終了期	開始前	中間時	終了期	開始前	中間時	終了期	開始前	中間時	終了期		
2. HOBの対策 工場蒸気ボイラの対策	基礎知識	燃焼反応の概要の理解	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	
		蒸気表の意味の理解(飽和蒸気表)	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4
		ボイラの熱バランスの概要の理解	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4
	データ収集	排ガスO2計、放射温度計、熱電対式温度計の用途	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
		排ガスO2計、放射温度計、熱電対式温度計の操作方法	4	5	5	3	4	4	3	3	3	4	5	5	4	5	5	5	5	3	4	4
		測定計画書の作成方法	4	4	4	3	4	4	3	3	3	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4
		測定計画時の注意事項(足場、CO中毒、ガス噴出しなどの安全対策)	4	5	5	3	5	5	3	4	4	3	4	4	3	4	4	5	5	5	5	5
	対策検討	一般的な対策(排ガス損失熱の低減手段:空気比、空気予熱器など)	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
		炉内ドラフト管理の必要性の理解	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
		ストーブ形状による効率の違い(未燃炭素ロス)	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	3	4	4
		対策検討時の注意事項の理解(酸露点など)	3	4	4	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	4
		ばい煙の環境対策(煤塵)に関する知識	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5

#### 2.6.4.2 省エネルギー

大気質庁の担当者に加え、BEEC（科学技術大学とも関連）の担当者も省エネルギー診断、また省エネルギー診断技術に係る講義に積極的に参加したことで、全体として技術レベルは格段に向上した。

大気質庁の担当者についても、これらの活動に積極的に参加し、技術レベルは上がっている。しかし、彼らの過去の経歴、また彼らの本来業務からしても、なかなか省エネルギー診断を行えるまでのレベルへ到達することは難しいが、今後のモンゴルにおける省エネルギー推進の重要性を考慮した場合、ウランバートル市の大気汚染防止対策にも関連し、これらの技術、知識が生かされることが期待される。

なお、特に重要な点は、省エネルギー診断技術の移転とともに、供与した省エネルギー診断用計測器類がいかに活用されるかであって、省エネルギー診断を実施した工場、またワークショップにおいても、これらが大気質庁で保管、管理されており、必要な時には使用できることを関係者また参加者に説明した。

#### 2.6.5 環境行政能力（成果5）

環境行政能力は技術的な面や行政的な面の総合的な能力であり、例えば特定の技術力の評価とは異なると考えられる。一つの評価の指標としては、プロジェクト活動を通じて大気汚染対策行政に係る組織制度を構築できたかどうかという観点があり得る。組織制度が構築できるかどうかという観点で見ると場合には、その人材が属する組織の権限・能力や意思決定者の協力の度合いが影響してくる。以上のことから、環境行政能力に関するキャパシティ・アセスメントについてはそれぞれの人材と組織を併せて評価を行うことにする。

また、2010年3月に開始され2013年3月の終了予定の約3年間のプロジェクト期間中に、政権交代が起こったことは特に環境行政分野の能力向上に影響を与えたと思われる。2012年6月にプロジェクト・ディレクターである産業・エコロジー担当の副市長が辞職した。新副市長はすぐに決まり、引き続きプロジェクト・ディレクターを引き受けて頂いたが、地方選挙後の12月に再度、副市長が変わった。プロジェクト・マネージャーであり、カウンターパートである大気質庁の長官も2012年6月の選挙で退職し、12月現在、副長官が代行を務めている。

##### 2.6.5.1 大気質庁

カウンターパートである大気質庁では結果的に副長官である Batsaikhan 氏が、一時期の休職期間があったものの、プロジェクト期間全体を通じて中心となってプロジェクトを遂行した。プロジェクト開始当初は、本格的な排ガス測定、発生源インベントリやシミュレーションといったツール、そしてそれらを活用して実施した大気汚染対策案の検討についてほとんど知見がなかった。

その後、2010年10月の環境管理本邦研修から2011年冬のボイラ登録管理制度の構築・開始を通じて、実際の排ガス測定技術を用いて大気汚染対策を検討・評価し、ボイラ登録管理制度・国家発生源登録において明確な役割を担う等、組織としての活動のレベルは明らかに向上している。

大気質庁の組織として見れば、中間レビューでも指摘された様に専門性の低い業務を実施せざるを得ない面もありつつも、排ガス測定技術を用いて大気汚染対策を検討・評価し、ボイラ登録管理制度・国家発生源登録において明確な役割を担う等、組織としての活動のレベルは明らかに向上している。

但し、事前調査時点からは長官が2回交代し、Batsaikhan 氏に次ぐマネージャーの養成等、組織の環境行政能力としての課題が残っている。

### 2.6.5.2 NAMEM/NAQO

NAMEM/NAQO の Enkhmaa 氏も事前調査からプロジェクトの全期間を通じて密接にプロジェクトに参加したメンバである。成果 1 の発生源インベントリ作成・シミュレーション実施、成果 5 の環境行政に加えて、NAMEM/NAQO や CLEM のスタッフが排ガス測定の研修に参加したこともあり、成果 1 の発生源インベントリ成果 2 の排ガス測定についても積極的に関与した。加えて、中間レビュー及び終了時評価のモンゴル側評価者である。その意味でも、本プロジェクトの全体をよく理解して技術移転が効果的に行われたメンバである。

Enkhmaa 氏はプロジェクトが開始される以前に発生源インベントリを作成した経験を有していたが、その当時の発生源インベントリは本プロジェクトで作成し、現在、NAMEM/NAQO が作成している国家発生源登録と比較すると不十分なものであった。また、プロジェクト開始当初のセミナー等では「発生源インベントリ」や「ボイラ管理登録データベース」が混同されていた面も見られたが、現在は発生源インベントリやシミュレーション、そして、それらの大気汚染対策検討・評価への活用をよく理解している。彼女自身が 3 回に亘る環境行政本邦研修に参加できなかったことは非常に残念であった。

NAQO の副長官である TSEESODROLDORJ 氏は主要な会合には Enkhmaa 氏と一緒に参加しており、上位の役職者が Enkhmaa 氏のプロジェクトへの参加を支援していることも好条件であった。

この 2 名に加えて、プロジェクトの途中から Nyamdavaa 氏が参加し、発生源インベントリ作成やシミュレーション実施に積極的に関与した。さらに Nyamdavaa 氏は第 3 年次の環境行政本邦研修に参加して、大気汚染対策検討のサイクルを確立する議論において中心となって議論を進めた。また、彼女は国家発生源登録を担当しており、大気質庁の担当するボイラ登録管理データベースとのデータのやり取りを行っている。

以上のことから、NAMEM/NAQO はプロジェクトを通じて、組織としても非常に深く環境行政について理解し、大気質庁との連携も強化された。大気質庁と共に、今後も大気汚染対策検討・立案・評価において重要な役割を担う機関であると言える。

### 2.6.5.3 都市開発計画局

都市開発計画局の Tsogtsaikhan 氏も事前調査からプロジェクトの全期間を通じて密接にプロジェクトに参加したメンバである。彼の場合には成果 1 から成果 4 といった具体的な技術分野に参加するという事は無かったが、専ら環境行政の観点から適切な場面で貴重なコメントを行った。第 1 年次の環境行政本邦研修に参加してボイラ登録管理制度の構築に当たってはよく支援を行った。JCC 会合に関しても本人が参加し、参加できない場合には代理の者が参加するなど適切に対応した。

2012 年 6 月頃のボイラ登録管理制度に関する議論の際には、新たにエネルギー管理部門を設置すべきであるという意見を述べ、2012 年 12 月の第 6 回 JCC 会合における大気汚染対策案の議論ではウランバートル市のエネルギー供給計画について説明する等、都市開発計画局の立場として大気汚染対策行政にどの様に取り組むかを検討していることがうかがい知れる。

今後、実際に大気汚染対策を実施していくに当たって非常に重要な役割を担うと考えられる。

### 2.6.5.4 エンジニアリング施設庁

エンジニアリング施設庁から長官の Altangerel 氏と職員 Gan-Ochir 氏が積極的にプロジェクトに参加した。特にボイラ登録管理制度の構築に当たっては後述のウランバートル市監査庁と共に、制度構築を強力に支援した。

従来からエンジニアリング施設庁はエネルギー調整委員会のメンバとしてエネルギー法に基づく1.5MW以上のボイラの利用許可を実施しており、ボイラ登録管理制度そのものは容易に理解した。当初は新たなボイラ登録管理制度の導入の必要性については懐疑的であったかもしれないが、プロジェクトが進むに連れて大気汚染対策の意図をよく理解してもらい、大気汚染対策案についてもコメントをもらえる様になった。その意味では本来の熱供給等のユーティリティ設備の管理という業務と大気汚染対策との関連については理解が深まったと思われる。

#### 2.6.5.5 ウランバートル市監査庁

ウランバートル市監査庁からも第1年次環境行政本邦研修に参加した Nyamdorj氏を始め、複数のスタッフがプロジェクト活動に積極的に参加した。特にボイラ登録管理制度の構築に当たっては様々な場面での議論に参加して制度構築に貢献した。

一方で、未だボイラ登録管理制度においても実際の排ガス規制という段階に迄、到達していないことから具体的な活動における関与は限定的であった。逆に言えば、今後、規制を強化していく際にはより重要性が増す機関であると言える。

#### 2.6.5.6 エネルギー省（旧鉱物資源エネルギー省）

エネルギー省からは燃料課長の Boldkhuu氏とその部下の Davaasuren氏がプロジェクト全期間を通じて、プロジェクトに関与した。第1年次には Davaasuren氏が、第3年次には Boldkhuu氏が環境行政本邦研修に参加した。

特筆すべきことは、2011年12月の第4回JCC会合で専門家が説明したHOB及び火力発電所の排ガス測定結果について、Boldkhuu氏が新聞で公表すべきであると指摘したことである。排ガス測定データの重要性を理解したものと言える。加えて、2011年に策定された新設火力発電所に適用される排出基準は非常に厳しいものとなっており、火力発電所の大気汚染物質についても規制しなければならぬという明確な認識に至ったものと思われる。

#### 2.6.5.7 自然環境・グリーン開発省（旧自然環境・観光省）

自然環境・グリーン開発省からは主に Munkhbat氏が重要なセミナー・会合に出席して意見を述べた。第1年次には Saran氏、第2年次には Mukhbat氏、第3年次には Teepil氏が環境行政本邦研修に参加した。Saran氏はボイラ登録管理制度の構築に当たっては、根拠となる大気法との関連を確認することを主張し、それが後にボイラ登録管理制度を構築する際に非常に役に立った。Munkhbat氏は大気支払法に基づく課徴金の徴収にボイラ登録管理制度のデータが使えるかを検討していた等、プロジェクトの内容をよく理解していたが、残念ながらプロジェクト終了直前にプロジェクトの担当を離れ、後任の Tseepil氏が環境行政本邦研修に参加することになった。

自然環境・グリーン開発省については、今後、大気汚染対策案を上程して、実施に移して行く段階で、強力な支援を期待したい。

#### 2.6.5.8 公共熱供給公社

公共熱供給公社社長の Gan-Ochir氏はボイラ登録管理制度の構築を支援し、第2年次の環境行政本邦研修にも参加したが、2012年6月の政権交代によって、Zandanpurev氏に交代した。後任の Zandanpurev氏にもプロジェクトへの協力をお願いして、ゲル地区ストーブのHOBへの転換等について議論した。

### 2.6.5.9 建設都市開発省（旧道路交通建設都市開発省）

建設都市開発省からは Bolormaa 氏が参加して第 1 年次の環境行政本邦研修に参加したが、結果的にプロジェクト期間中の大気汚染対策の議論の多くは、建設都市開発省との関連が少なかったことから徐々にプロジェクトへの関与が減っていった。

建設都市開発省については、関連する具体的な大気汚染対策が確定する時もしくは中長期的に都市開発計画と併せて大気汚染対策を検討することになった場合に、重要な役目を担うと思われる。

## 2.7 プロジェクト実施運営上の工夫、教訓

### 2.7.1 プロジェクト実施運営上の工夫

#### 2.7.1.1 十分な事前調査とそれに基づく計画

本プロジェクトでは複数回に亘る事前調査を行い、プロジェクト実施に当たっての課題を抽出し、それらの課題に対応するべく計画が立てられた。

最も重要であり、かつ、特徴的であったのは C/P-WG を設置したことである。ウランバートル市大気質庁をカウンターパート機関としてプロジェクトを形成したが、大気汚染管理行政に関係する機能・権限が複数の機関に分散している状況が確認されたことから、大気質庁を補完する関係機関を C/P-WG としてリストアップした。その上で、プロジェクト・ディレクターは産業・エコロジー担当副市長に、プロジェクト・マネージャーは大気質庁長官に就任をお願いした。

C/P-WG のメンバは、ウランバートル市のエンジニアリング施設庁、監査庁、都市開発計画局、公共熱供給公社といった機関に加えて、国の自然環境・グリーン開発省、エネルギー省といった機関からも参加して頂いた。

また、複数回の事前調査の中で、第 2 次詳細計画策定調査では、プロジェクトで主な対象と位置付けていた 3 つの火力発電所とウランバートル市内のほぼ全ての HOB の訪問調査を行うと共に、14 箇所の HOB で実際に排ガス測定を実施した。

訪問調査や排ガス測定を実施した時期は厳冬期ではなかったものの、実際に HOB の状況を把握し、排ガス測定を実施することができたことから、機材の仕様を含めて、十分にウランバートルでの排ガス測定の実施に備えることができた。

最初から条件の厳しいウランバートルで、スタッフによっては全く初心者メンバが排ガス測定を行うことは困難であるか、場合によっては危険ですらあるので、プロジェクト開始直後の 2010 年夏には 1 ヶ月間に亘る排ガス測定本邦研修を行うこととした。その後も、供与機材到着前の秋口に第 4 火力発電所で排ガス測定実習を行うなど、緻密な研修計画を立てることができた。

この様に十分な研修計画を練ることができた結果、ウランバートルの冬という非常に厳しい条件下でも、満足のいく技術移転に成功した。

最後に、1~2 年間にも亘る長期の準備期間において、この様な継続性のあるプロジェクト形成が行えたことは JICA 国際協力専門員の山田氏の尽力によるところが大きかった点を強調しておきたい。

#### 2.7.1.2 季節性等への配慮

本プロジェクトではウランバートル市における冬季の大気汚染を対象としていた。冬季はほぼ 10 月から翌年の 3 月頃迄であり、1 年の中のほぼ半分の期間である。排ガス測定、大気汚染対策検討、ボイラ調査といった活動は主に冬季にしか実施できないことになる。

例えば、排ガス測定に関しては第1年次の夏に排ガス測定本邦研修を行い、秋に第4火力発電所の場所と機材を借りて実習を行い、冬場の実測に臨んだ。その後も、夏場や秋口には湿式分析等のラボラトリー・ワークを行い、冬場には実測を行うといった形で効率的かつ継続的に研修を行った。

また、モンゴルの習慣として、夏の大きなイベントであるナーダム以降の7月から8月は、多くのモンゴル人スタッフが時期を変えて休暇を取ることから、第2年次の終わりを6月に変更した。

一方で、あまりにも冬に活動が集中することもカウンターパートの対応が大変になるなどの弊害があることから、工場の省エネ診断、発生源インベントリ作成・シミュレーション実施等は冬季以外の季節に実施した。

細かいことではあるが、プロジェクト期間の途中で大気質庁の始業時間が9時から8時に変更になった際には、大気質庁の事務所に常駐する専門家は同時刻に出勤する様に変更した。次の事務所スペースとも関係するが、毎朝、カウンターパートと専門家が顔を合わせる環境は好ましいものであったと考える。

### 2.7.1.3 2つの事務所スペース

事務所スペースについてはプロジェクトチーム側の工夫ではなく、大気質庁及びモンゴル側の便宜供与であるが、大気質庁の執務室内に3~4席を与えられ、かつ、別に約40m<sup>2</sup>の事務所スペースも与えられたことはプロジェクトの運営上は非常に効果的であったと考える。この新たに与えられた事務所スペースを専門家チームは、「新事務所」と呼んでいた。

総括やボイラ登録管理制度、発生源インベントリ・シミュレーション担当の専門家は主に大気質庁の事務所に出勤し、長官、副長官や大気質庁のカウンターパートと随時、打ち合わせを行うことができた。

毎日、打ち合わせを行わなくとも、カウンターパートがどのような状況にあるのかを体感することができたことは非常に良かったと思う。当然のことながら、カウンターパートは日常業務と併行して、プロジェクト活動を行うことになるので、各カウンターパートの様子を少なくとも総括が把握できることは、プロジェクト運営には有効であった。

一方、排ガス測定、大気汚染対策・省エネ診断といったフィールドワークを主体とする活動を行う専門家は機材の準備等も含め、新事務所を拠点とした。さらに、この新事務所は濾紙の秤量や湿式分析を行うためにラボラトリーの一部を使わせて頂いた CLEM から近い場所に位置していた。PDMの指標で50回と設定されていた排ガス測定を、200回以上も行うことができたことの一因は、この様な好ましい便宜供与にもあると思われる。

専門家は2つの事務所を便宜供与で与えてくれたことに深く感謝する。

## 2.7.2 プロジェクトからの教訓

### 2.7.2.1 長期専門家の必要性

中間レビューで総括もしくはそれに相当する専門家が常時、ウランバートルに滞在することがプロジェクト・マネジメント上、望ましいとの指摘を受け、その後の総括の現地派遣回数を約2倍に増やして対応した。

例えば、大事なドナー会議の連絡が直前にあった場合などに出席できない場合があった。その様な時に専門家がウランバートルに常駐していれば適切な対応が可能である。

もう一つの課題は、JICA 技術協力プロジェクトの専門家が原則的に民間コンサルタントであるという点である。

ドナー会議等の場合、出席者の多くがドナー機関のスタッフであり、JICA と契約を結んだ民間コンサルタントには発言できない議論になる場合もあり得る。

モンゴルには JICA 事務所もあり、本プロジェクト担当の職員も居られるが、複数のプロジェクトを担当しており、専門家と同様に急な要求に対応できない場合もある。

可能であれば民間コンサルタントを主体とした専門家チームと併行する形で、日本の国や自治体の環境担当職員等が長期専門家で滞在して頂ければ、万全の体制になると思われる。

### 2.7.2.2 特殊言語対応の難しさ

本プロジェクトでは、14 人の専門家に対して、現地派遣期間中は、ほぼ 3 名の通訳で対応した。多くの C/P や C/P-WG を相手にしたこともあり、實際上、英語によって直接的にコミュニケーションできる場合は限られており、通訳の人数がプロジェクト活動を制約した場面が無かった訳ではない。

しかし、通訳の人数を増やそうと思っても、大気汚染対策、排ガス測定、発生源インベントリやシミュレーションといった概念自体がかなりモンゴル国では新しいものであり、技術用語によっては対応するモンゴル語自体が無いことも多かった。

結果的には Mr. Batsukh、Mr. Khishigjargal、Ms. Baasankhuu の 3 人の優秀な通訳に助けられて、プロジェクトを円滑に遂行することができたと思う。Mr. Batsukh は詳細計画策定調査時点からプロジェクトに関係しており、多くのモンゴル側関係機関のメンバと円滑なコミュニケーションを確立してくれた。Mr. Khishigjargal は主に排ガス測定の通訳を担当し、実際に排ガス測定の現場作業に同行した。現場作業では排ガス測定の原理をある程度、理解する必要があり、彼は十分に専門家を助けた。Ms. Baasankhuu は日本の大学の文学部を修了しており、正確な通訳・翻訳に貢献した。

短期的な契約という条件で 3 年間の長期間に亘って 3 名の優秀な通訳を確保することができたことは非常に幸運であったと思う。また、一方、通訳自身も 3 年間のプロジェクトで技術用語に加えて、ウランバートル市の大気汚染対策について知見を深めてもらえたものと思う。

特殊言語の国では優秀な通訳の養成・確保はプロジェクト成功の重要な条件の一つであると思う。

## 2.8 今後に向けて

各成果とプロジェクト目標について、特に直近の将来と関係で整理してみる。

排ガス測定の技術移転は技術的観点からは非常にうまくいったと言える。極寒のウランバートルという条件を考えれば、これだけの測定データを得られたことと、モンゴル側スタッフの複数名が排ガス測定を実施できる様になったことは素晴らしい成果である。終了時評価時に評価が減じられたのは、監査を行えなかったという点が大きく、これはモンゴルにおける組織・制度上の問題である。

プロジェクト期間の終盤で実施した活動であるが、HOB のサイクロンの除塵効率を測定し、また、ゲルストーブにおける改良燃料の効果を検討したことは、今後の大気質庁の業務の方向性を示していると言える。大気質庁は、排ガス測定技術をベースとして、大気汚染対策の効果の事前／事後の評価を行うべきである。JICA が技術移転した排ガス測定技術の一つの特徴は携行機材による現場測定であるということである。例えば、改良ストーブについてもテストラボで確認した性能が、実際の家庭で発揮されているかを確認する必要があると考える。

また、プロジェクト期間中には効果的な簡易測定方法を見出すことができなかつたことも残された課題である。一方で、世銀や MCA といった他ドナーは JICA とは異なる機材・測定方法によってストーブの排ガス測定を行っており、測定方法の比較を行うことも必要である。

以上のことから排ガス測定技術については、その有効活用を図りつつ、技術を改良・発展させるために継続的な支援が必要である。

発生源インベントリ作成とシミュレーション実施については、未だモンゴル側スタッフは一通りの更新手順を習得したレベルであり、大気汚染行政への活用の面では不安が残る。最も重要なことは、発生源インベントリ推計やシミュレーションによる予測の前提条件や予測結果の信頼性、そして適用限界について理解することである。現時点でのプロジェクトによるシミュレーション結果についても多くの不確実性が含まれていることは本報告書に記述した通りである。

シミュレーションモデルの予測結果の信頼性の大きな部分は発生源インベントリの精度に依存する。従って、特定地域での複数年に亘る発生源インベントリの更新と大気環境濃度との比較によるシミュレーション結果の評価のフィードバックによって、発生源インベントリ推計を含むシミュレーションモデル全体は改良されていくものである。

シミュレーションは発生源－大気環境濃度の関係を解析できることから非常に有効なツールであるので、より一層、行政活用を進めるべきである。注意しなければならないのはシミュレーション結果を鵜呑みにして、もしくは拡大解釈して、その数値が一人歩きすることが無いように配慮することである。

有効なツールを正しく大気汚染行政に活用するためには、大気質庁や NAMEM/NAQO といった専門機関が十分にその内容を理解し、意思決定者や一般市民に正確に伝える必要がある。

その意味でも発生源インベントリ・シミュレーション実施に係る支援を継続する必要がある。

加えて、プロジェクトで実施したシミュレーション結果と大気質庁や CLEM の大気環境濃度測定には大きな差があることから、その差異の原因究明が必要である。元々、本プロジェクトには大気環境モニタリングに係る活動は含まれていなかった。本プロジェクトでは大気質庁や CLEM から提供された測定データをスクリーニングして、シミュレーションモデルの評価に活用しただけである。

以上のことから、大気中 PM<sub>10</sub>濃度の成分分析と大気環境濃度測定局の維持管理及び測定データの解析に係る新たな支援が必要であると考ええる。

シミュレーション結果に対して PM<sub>10</sub>の大気環境濃度測定結果がかなり大きいことの原因が、測定方法にある可能性もある。それを調べる一つの方法は、PM<sub>10</sub>を捕集して成分分析を行うことと、既存の測定局の測定データを気象条件との関係等を含めて、詳細に解析することである。

本プロジェクトでの活動は限定的であったが、既存の大気環境測定局の維持管理状況や測定データ解析方法は適切・十分であるとは思われず、この分野についても新たな支援を行うべきであると考ええる。

ボイラ登録管理制度については本来の排出規制を行うという目的から言えば、道半ばであるが、今後の規制強化への過程の多くはモンゴル側の努力にかかっていると見える。一方で、その他の体制・制度構築はスムーズに行っているとは言い難い。その意味で、体制・制度構築全般への支援を続ける中での一部という位置付けと考える。

本プロジェクトでは発電所、HOB を対象とした大気汚染対策検討、工場を対象とした省エネルギー診断を行ってきた。HOB については集約化とサイクロンの設置、発電所ボイラについては流動床ボイラへの改造を提言した。サイクロンの設置については個別の HOB で設置の可能性を検討することが可能であるが、大型 HOB への集約化や発電所ボイラの流動床燃焼ボイラへの改造については、仮に実施するとすれば、そのプロジェクトのための FS 調査が必要となる。省エネについては、工場自体が少なく、全体での大気汚染低減効果が小さいと推計された。

大規模な大気汚染対策については、人材育成を目的とした技術協力プロジェクトとは別に、適切な段階で FS 調査を投入するといった対応が必要になると想定される。

技術協力プロジェクトの成果の一般市民や意思決定者への広報はプロジェクト後半になってやっと活発化したこともあり、プロジェクトを継続する場合には、プロジェクト広報担当者を設けることが望ましい。また、前述の様に日本の環境行政機関の長期専門家の同時期派遣による協働作業もモンゴル側の体制・制度構築のためには有効であると考えられる。

これら以外に新たに取り組むべき課題としては、特に道路沿道で大気汚染影響が発生している可能性が高い自動車による大気汚染に対する取り組みである。本プロジェクトでも可能な限り既存データを収集して発生源インベントリを作成し、シミュレーションにより大気環境濃度への影響を予測したが、一番の問題は自動車の排出係数に関するデータが無いということである。車載計という携行機材を用いた自動車排出係数調査を提案したい。まず、本当に自動車による大気汚染が存在するのか、そして、その影響はどの程度なのかというところから始めるべきであると思う。この点においても、「科学的根拠に基づいた大気汚染対策を進めるべきである」という専門家チームの方針は変わらない。



## 3.2 モンゴル側プロジェクト関係者

モンゴル側プロジェクト関係者を表 3.2-1 に示す。

表 3.2-1 モンゴル側プロジェクト関係者

	Name	Position and Organization
1	Mr. Bat-Erdene	Vice Mayor in charge of Ecology and Green Development, JCC 議長
2	Mr. Batsaikhan	Director of Air Quality Department of Capital City (AQDCC), <b>Project Director</b>
3	Mr. Galimbyek	Deputy Director of AQDCC, <b>Project Manager</b>
4	Ms. Tsolmon	Senior Manager of AQDCC
5	Mr. Seded	AQDCC
6	Mr. Altangerel	AQDCC
7	Ms. Sanchirbayar	AQDCC
8	Mr. Davaajargal	AQDCC
9	Mr. Otogonbayar	AQDCC
10	Mr. Davaadorj	AQDCC
11	Mr. Khurenbaatar	Ministry of Finance (MOF)
12	Mr. Dorjkhanda	MOF
13	Mr. Tuguludur	MOF
14	Ms. Boldkhuu	Ministry of Energy
15	Ms. Davaasuren	Ministry of Energy
16	Mr. Altsukh	Ministry of Energy
17	Ms. Tseepil	Ministry of Nature, Environment and Green Development (MNEGD)
18	Ms. Saran	MNEGD
19	Ms. Enkhmaa	National Agency for Meteorology and Environment Monitoring (NAMEM)
20	Mr. Bayarmagnai	National Air Quality Office (NAQO)
21	Ms. Nyamdavaa	NAQO
22	Ms. Badmaadorj	NAQO
23	Mr. Unurbat	NAQO
24	Mr. Erdembileg	Central Laboratory of Environment and Metrology (CLEM)
25	Mr. Barkhasragchaa	CLEM
26	Mr. Tsogtsaikhan	Urban Development Policy Department of the Mayor Office of Capital City (UDPDMOCC)
27	Mr. Altangerel	Head of Engineering Facilities Department of the Ulaanbaatar City (EFDUC)
28	Mr. Gan-Ochir	EFDUC
29	Mr. Nyamdorj	Inspection Agency of Capital City (IACC)
30	Mr. M. Nyam-Ochir	NIA
31	Mr. Zandanpurev	Heating Stove Utilization Department (HSUD)
32	Ms. Enkhtsetseg	Power Plant 4
33	Mr. Batchuluun	Power Plant 4
34	Mr. Tsogtbaatar	Power Plant 4
35	Mr. Altangerel	Power Plant 4
36	Mr. Munkhtulga	Power Plant 4
37	Mr. Boldsaikhan	Power Plant 3
38	Mr. Enkhtuvshin	Power Plant 2
39	Mr. Soninbayar	Power Plant 2
40	Ms. Bolormaa	MRTCUD
41	Mr. Oidov	Mongolian University of Science and Technology

### 3.3 専門家派遣実績

日本人専門家及びその担当分野は以下の通りであった。

1. 総括／大気汚染対策：深山 暁生
2. 排ガス測定1：越智 俊治
3. 排ガス測定2：櫻井 健一
4. 排ガス測定3：本多 信廣
5. 排ガス測定4：臼井 忠良
6. ボイラー対策技術1：中嶋 靖史
7. ボイラー対策技術2：海老原 正則
8. 固定発生源インベントリ／シミュレーション1：田畑 亨
9. データベース：村井 敦
10. 省エネルギー技術（熱）：檜垣 定夫
11. 省エネルギー技術（電気）：高橋 進
12. シミュレーション2：仲田 伸也
13. 移動発生源インベントリ：前田 浩之
14. 業務調整：恵土 英

それぞれの専門家の派遣期間を図 3.3-1 に、派遣実績を表 3.3-1 に示す。



表 3.3-1 専門家派遣実績

Name of Expert	Specialty	Period	Total M/M
深山 暁生	総括/大気汚染対策	2010/3/20 - 2010/4/18: 30 日 2010/5/20 - 2010/6/30: 42 日 2010/8/22 - 2010/9/23: 33 日 2010/11/8 - 2011/1/7: 61 日 2011/2/6 - 2011/3/6: 29 日 2011/5/30 - 2011/6/25: 27 日 2011/8/26 - 2011/9/24: 30 日 2011/11/10 - 2011/12/9: 30 日 2012/1/10 - 2012/1/22: 13 日 2012/3/24 - 2012/3/31: 8 日 2012/4/21 - 2012/5/3: 13 日 2012/6/10 - 2012/6/23: 14 日 2012/8/16 - 2012/8/30: 15 日 2012/9/17 - 2012/10/3: 17 日 2012/10/14 - 2012/10/23: 10 日 2012/11/27 - 2012/12/9: 13 日 2013/1/6 - 2013/2/3: 29 日 2013/2/19 - 2013/2/22: 4 日 なお国内作業期間は 2010/3/8 - 2010/3/19: うち 10 日 2010/7/5 - 2010/8/12: うち 14 日 2011/1/20 - 2011/1/25: うち 4 日 2011/3/7 - 2011/3/11: 5 日 2011/5/16 - 2011/5/19: うち 3 日 2012/5/28 - 2012/6/7: うち 9 日 2012/10/9 - 2012/10/11: 3 日 2012/10/29 - 2012/10/31: 3 日 2012/12/17 - 2012/12/25: うち 6 日	15.83
越智 俊治	排ガス測定 1	2010/3/20 - 2010/5/27: 69 日 2010/8/22 - 2010/9/19: 29 日 2010/11/15 - 2010/12/29: 45 日 2011/2/17 - 2011/3/23: 35 日 2011/5/21 - 2011/6/12: 23 日 2011/10/8 - 2011/10/30: 23 日 2011/12/20 - 2012/2/28: 71 日 2012/5/20 - 2012/6/3: 15 日 2012/9/4 - 2012/10/4: 31 日 2012/11/4 - 2012/12/3: 30 日 2013/1/5 - 2013/2/2: 29 日	13.33
櫻井 健一	排ガス測定 2	2010/8/22 - 2010/9/30: 40 日 2010/11/22 - 2010/12/24: 33 日 2011/1/13 - 2011/2/28: 47 日 2011/11/13 - 2012/1/11: 60 日 なお国内作業期間は 2012/3/12 - 2012/3/19: うち 6 日	6.20
本多 信廣	排ガス測定 3	2010/3/20 - 2010/4/18: 30 日 2010/5/22 - 2010/6/20: 30 日	9.57

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  
プロジェクト事業完了報告書

		2010/11/8 - 2010/12/17: 40 日 2011/1/17 - 2011/2/22: 37 日 2011/12/17 - 2012/2/14: 60 日 2012/9/29 - 2012/10/28: 30 日 2013/1/9 - 2013/2/7: 30 日 なお国内作業期間は 2010/6/21 - 2010/8/2: うち 30 日	
臼井 忠良	排ガス測定 4	2010/8/22 - 2010/9/24: 34 日 2010/11/22 - 2010/12/17: 26 日 2011/2/7 - 2011/3/8: 30 日 2011/11/21 - 2012/1/29: 70 日 なお国内作業期間は 2010/5/2 - 2010/7/13: うち 30 日	6.33
中嶋 靖史	ボイラー対策技術 1	2010/6/17 - 2010/7/1: 15 日 2010/9/25 - 2010/10/9: 15 日 2010/12/3 - 2010/12/17: 15 日 2011/2/18 - 2011/3/4: 15 日 2012/1/7 - 2012/1/21: 15 日 2012/3/27 - 2012/4/10: 15 日 2012/10/3 - 2012/10/17: 15 日 2013/1/19 - 2013/2/2: 15 日	4.00
海老原 正則	ボイラー対策技術 2	2010/4/4 - 2010/4/18: 15 日 2010/6/17 - 2010/7/1: 15 日 2010/9/25 - 2010/10/9: 15 日 2010/12/3 - 2010/12/17: 15 日 2011/2/18 - 2011/3/4: 15 日 2011/5/28 - 2011/6/11: 15 日 2012/1/7 - 2012/1/21: 15 日 2012/10/7 - 2012/10/21: 15 日	4.00
田畑 亨	固定発生源インベ ントリ/シミュレーシ ョン 1	2010/4/4 - 2010/4/18: 15 日 2010/5/25 - 2010/7/8: 45 日 2010/10/12 - 2010/12/12: 62 日 2011/2/5 - 2011/3/9: 33 日 2011/5/18 - 2011/6/16: 30 日 2011/9/20 - 2011/11/30: 67 日 (一時帰国 2011/10/26 - 2011/10/30: 5 日) 2012/1/9 - 2012/1/29: 21 日 2012/3/17 - 2012/4/11: 26 日 2012/5/28 - 2012/6/17: 21 日 2012/8/22 - 2012/9/17: 27 日 2012/10/25 - 2012/11/8: 15 日 2012/11/18 - 2012/12/9: 22 日 2013/2/18 - 2013/2/22: 5 日	12.97
村井 敦	データベース	2010/5/25 - 2010/6/8: 15 日 2010/11/8 - 2010/12/24: 47 日 2011/1/17 - 2011/2/13: 28 日 2011/5/24 - 2011/7/8: 46 日 2011/8/8 - 2011/8/19: 12 日 2011/9/11 - 2011/10/1: 20 日	8.83

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  
プロジェクト事業完了報告書

		2012/1/17 - 2012/2/14: 29 日 2012/8/10 - 2012/8/25: 16 日 2012/9/29 - 2012/10/24: 26 日 2012/11/11 - 2012/11/28: 18 日 2012/1/6 - 2012/1/13: 8 日	
檜垣 定夫	省エネルギー技術 (熱)	2010/6/24 - 2010/7/8: 15 日 2010/10/2 - 2010/10/16: 15 日 2011/1/3 - 2011/1/14: 12 日 2011/3/4 - 2011/3/21: 18 日 2011/6/1 - 2011/6/15: 15 日 2011/9/20 - 2011/10/4: 15 日 2012/10/7 - 2012/10/21: 15 日 2013/1/19 - 2013/2/2: 15 日	4.00
高橋 進	省エネルギー技術 (電気)	2010/6/24 - 2010/7/8: 15 日 2010/10/2 - 2010/10/13: 12 日 2011/3/4 - 2011/3/21: 18 日 2011/6/1 - 2011/6/15: 15 日 2011/9/20 - 2011/10/4: 15 日	2.50
仲田 伸也	シミュレーション 2	2010/5/25 - 2010/6/8: 15 日 2011/2/7 - 2011/2/21: 15 日 2011/9/5 - 2011/10/1: 27 日 2011/11/8 - 2011/12/25: 48 日 2012/9/5 - 2012/9/29: 22 日 2012/10/31 - 2012/11/7: 8 日 なお国内作業期間は 2012/12/5 - 2012/12/26: うち 14 日	4.97
前田 浩之	移動発生源インベン トリ	2010/5/25 - 2010/7/8: 45 日 2010/8/30 - 2010/10/29: 61 日 2010/11/22 - 2010/12/17: 26 日 2011/2/19 - 2011/3/18: 28 日 2011/5/23 - 2011/7/8: 47 日 2011/11/8 - 2011/12/23: 46 日 2012/3/1 - 2012/3/27: 27 日 2012/11/12 - 2012/11/26: 15 日	9.83
恵土 英	業務調整	2010/5/25 - 2010/6/8: 15 日 2010/11/8 - 2010/11/22: 15 日 2012/5/26 - 2012/6/24: 30 日 2013/1/23 - 2013/1/26: 4 日	2.13

### 3.4 研修実施実績

本プロジェクトでは、本邦研修を4回実施した。その実績を、表3.4-1~表3.4-4に示す。

表 3.4-1 第1年次“排ガス測定”研修

研修分野	排ガス測定
研修期間	2010年7月14日(水)~2010年8月12日(木)
研修参加者数	8名
研修概要	<p>&lt;机上講習&gt;            下記測定項目ごとに「安全教育、測定理論、機器操作手順、計算手順」を学習            測定項目：圧力、温度、水分、ガス密度、ばいじん濃度            ガス湿式採取・湿式手分析（窒素酸化物、硫黄酸化物）</p> <p>&lt;実測研修&gt;            実測による機器操作手順、及び計算手順の学習            ばい煙測定機材、ラボ前処理、機器分析</p>

表 3.4-2 第1年次“環境行政”研修

研修分野	環境行政
研修期間	2010年10月16日(土)~2010年10月30日(土)
研修参加者数	5名
研修概要	<p>&lt;講義&gt;            以下の6項目の理解を目標として、講義を実施した。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 日本の環境行政の枠組の理解</li> <li>2. 環境行政における中央政府の役割の理解</li> <li>3. 環境行政における地方自治体の役割の理解</li> <li>4. 環境行政における事業者の役割の理解</li> <li>5. 環境行政における研究機関の役割の理解</li> <li>6. ウランバートル市の環境行政における関係機関の連携に関する考察</li> </ol> <p>&lt;課題&gt;            環境行政の課題に協力して取り組むための演習として、排出規制の要となる「ボイラ登録制度」の案を研修期間中に作成するという課題を設定した。</p> <p>&lt;成果&gt;            研修員がボイラ登録制度の案を作成し、研修成果発表会にて発表した。</p>

表 3.4-3 第2年次“大気汚染行政”研修

研修分野	大気汚染行政
研修期間	2011年10月16日(日)～2011年10月29日(土)
研修参加者数	6名
研修概要	<p>&lt; 講義 &gt; 以下の5項目の理解を目標として、講義を実施した。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 日本の環境行政の枠組の理解</li> <li>2. 環境行政における中央政府の役割の理解</li> <li>3. 環境行政における地方自治体の役割の理解</li> <li>4. 環境行政における事業者の役割の理解</li> <li>5. ウランバートル市の環境行政における関係機関の連携に関する考察</li> </ol> <p>&lt; 課題 &gt; 日本の大気汚染行政における関係機関の役割と合理的な対策手法の枠組みを理解した上で、ウランバートル市の行政組織に合った大気汚染削減計画を策定するために、「何を」「どこが」担当するのかという課題を設定した。</p> <p>&lt; 成果 &gt; 研修員が検討し、研修成果発表会にて『大気汚染防止計画策定の分担』を発表した。</p>

表 3.4-4 第3年次“大気汚染行政”研修

研修分野	大気汚染行政
研修期間	2012年12月9日(日)～2012年12月22日(土)
研修参加者数	6名
研修概要	<p>&lt; 講義 &gt; プロジェクトで提示した大気汚染対策サイクルの理解促進を目標として、以下の講義を実施した。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 日本の環境行政の枠組み</li> <li>2. 大気環境濃度を基準と比較してきた日本の事例</li> <li>3. 大気環境基準を超過している物質とその超過程度に応じた対策案の選定と実施に関する日本の事例</li> <li>4. ウランバートルの大気汚染物質別環境基準超過状況</li> <li>5. 拡散シミュレーションによるウランバートルの汚染源種類別寄与濃度</li> <li>6. 拡散シミュレーションによるウランバートルの大気汚染対策案の評価事例</li> <li>7. ウランバートルで検討されている対策案に関する日本の事例</li> </ol> <p>&lt; 課題 &gt; ウランバートル市の大気汚染対策に関する検討・選定・実施・評価のサイクル、関係機関での役割分担とそれに対応した協力体制について研修員の議論を図り、対策の実施を担保する制度を提案することを、課題として設定した。</p> <p>&lt; 成果 &gt; 研修員が大気汚染対策の検討・選定・実施・評価の手順について検討し、HOB対策の検討とボイラ集合化の実施を例として発表した。</p>

### 3.5 供与機材実績

本プロジェクトにおいて購入した供与機材の実績を表 3.5-1 に示す。

表 3.5-1 供与機材実績

No.	機材名	型式	数量	購入価格 (Yen)	購入価格 (Tg)	納品 年月	利用 分類	利用 状況	保管 場所	PDMでの 関連活動
1	リボンヒーター	HeaterEngineer C50-3020	2 個	26,200		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
2	スライダック	Yamabishi S-260-5	2 個	40,760		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
3	ステンレス採取管	MoryIndustries φ12×1m	10 本	14,500		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
4	ガラス採取管	TGK 277-16-27-42	5 本	10,350		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
5	加熱採取管	MaruniScience NG11-H1	1 式	129,820		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
6	シリコンチューブ	TogawaIndustry SS 8×12	100m	45,000		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
7	シリコンチューブ	TogawaIndustry SS 4×8	10m	4,000		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
8	テフロンチューブ	Nichias 9003-PFA-HG 8×10	200m	186,700		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
9	テフロンチューブ	Nichias 9003-PFA-HG 4×6	10m	5,150		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
10	シリコンブレードホース	TGK 125-17-17-33 #8	100m	205,200		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
11	ビニルチューブ	TogawaIndustry Samplay	100m	9,140		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
12	耐熱リボン	MaruniScience NG33-502	30m	20,380		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
13	耐熱テープ	NittoDenko NO.903UL 10m	10 個	25,800		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
14	ピトー管(2m)	MaruniScience NG4-1010	1 式	101,600		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
15	傾斜マノメーター	MaruniScience NG5-P1	1 式	90,660		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
16	U字マノメーター	MaruniScience M2-1000	1 式	27,890		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
17	耐圧ゴムチューブ	TGK 125-17-08-11	10m	4,290		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
18	アネモマスター風速計	MaruniScience V-02-AD500	1 式	384,280		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
19	デジタル温度計	MaruniScience ERA-2000-1	1 式	79,950		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
20	オルザット分析計	MaruniScience NG10A-3	1 式	215,750		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
21	二連球	Imamura King spray No.8	1 個	1,120		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
22	水槽	MaruniScience NG15-11	1 個	6,870		2010.11	F	中	AQDCC	2.1

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  
プロジェクト事業完了報告書

23	吸湿管(10 pcs/箱入り)	MaruniScience NG12-10	2 式	152,300		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
24	電子天秤	Sartorius ELT402	1 台	87,160		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
25	吸引ポンプ	ULVAC DAP-30	1 台	60,070		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
26	乾式ガスメータ (1L)	Shinagawa DC-1C-M	1 台	125,280		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
27	乾式ガスメータ (5L)	Shinagawa DC-5C-M	1 台	140,200		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
28	ダスト採取管ノズルセット	MaruniScience NG21-120TC	1 式	276,040		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
29	円筒ろ紙秤量ケース	MaruniScience NG26-10	1 個	40,760		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
30	ガス洗浄ボトルセット	MaruniScience NGZ-19-3	2 個	115,840		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
31	真空ポンプ (100L/min)	Satovac TST-100	1 台	171,660		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
32	石英ウール(10g)	TGK 788-30-33-03	10 袋	43,000		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
33	石英繊維円筒ろ紙	Whatman2812-259 (10 本入)	10 箱	74,000		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
34	ガラス繊維円筒ろ紙	Advantec No.86R (25 本入)	24 箱	312,000		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
35	測定小屋	InabaNEXTA NX-32S	1 棟	139,120		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
36	電動ドライバー	Black&Decker SX3000	1 台	19,980		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
37	電気ヒーター	Densace EK-7G	1 台	53,880		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
38	シールテープ	Nittodenko No.95S5m	100 本	5,000		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
39	シリコングリス	Totaydowcorning 50g	10 本	12,900		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
40	防塵マスク	Shigematsuworks DR28U2W	5 個	19,000		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
41	耐熱グローブ	TruscoNakayamaTMZ-626F	4 双	26,400		2010.11	F	中	AQDCC	2.1
42	煙道排ガス分析計	Hodaka HT-3000(CO,O2)	1 式	2,323,000		2011.01	F	中	AQDCC	2.1
43	加熱導管 5m	ThermonFarEast Mtubetrace	1 本	174,800		2011.01	F	中	AQDCC	2.1
44	加熱導管 10m	ThermonFarEast Mtubetrace	1 本	174,800		2011.01	F	中	AQDCC	2.1
45	マントルヒーター	HeaterEngineerφ20mm×1m	10 個	270,000		2011.01	F	中	AQDCC	2.1
46	データロガー	Graphtec GL220	2 台	231,690		2011.01	F/E	中	AQDCC	2.1/4.1
47	乾燥機	TGK FINE FS-30P	1 台	153,000		2011.01	F	中	AQDCC	2.1

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  
プロジェクト事業完了報告書

48	オートドライデシケーター	TGK FH0-1	1台	34,010		2011.01	F	中	AQDCC	2.1
49	ビュレットスタンドセット	ASONE	1台	4,050		2011.01	F	中	AQDCC	2.1
50	ロート台	ASONE WoodenFunnelStand	2台	1,880		2011.01	F	中	AQDCC	2.1
51	薬さじ	TGK Stainless (3本入)	1式	220		2011.01	F	中	AQDCC	2.1
52	蒸発皿	TGK φ90 #2 坩堝挟み付	10枚	5,340		2011.01	F	中	AQDCC	2.1
53	安全ピペット	TGK Rubber	5個	4,750		2011.01	F	中	AQDCC	2.1
54	円形ろ紙 5A (100pcs)	Advantec No.5A 125mm	5箱	8,800		2011.01	F	中	AQDCC	2.1
55	円形ろ紙 5C (100pcs)	Advantec No.5C 125mm	5箱	8,800		2011.01	F	中	AQDCC	2.1
56	ビーカー	AGCTechno Glass 100,200,500,1000ml	各5個	8,700		2011.01	F	中	AQDCC	2.1
57	メスフラスコ	AGCTechno Glass 50,250,500,1000mL JIS R3505-1994 クラス A	各5個	33,700		2011.01	F	中	CLEM	2.1
58	メスフラスコ	AGCTechno Glass 100mL JIS R3505-1994 クラス A	10個	10,600		2011.01	F	中	CLEM	2.1
59	ホールピペット	AGCTechno Glass 1,5,10,20,50ml JIS R3505 クラス A	各5個	10,850		2011.01	F	中	CLEM	2.1
60	メスピペット	AGCTechno Glass 5,10,25ml JIS R3505 クラス A	各5個	8,550		2011.01	F	中	CLEM	2.1
61	メスシリンダー	AGCTechno Glass 100mL	5個	5,000		2011.01	F	中	CLEM	2.1
62	メスシリンダー	AGCTechno Glass 1000mL	2個	9,800		2011.01	F	中	CLEM	2.1
63	ビュレット	AGCTechno Glass 50mL	2個	15,600		2011.01	F	中	CLEM	2.1
64	三角フラスコ	AGCTechno Glass 200mL	5個	1,750		2011.01	F	中	CLEM	2.1
65	ロート φ65mm	AGCTechno Glass	5個	4,900		2011.01	F	中	CLEM	2.1
66	ガラス棒	TGK	10本	1,940		2011.01	F	中	CLEM	2.1
67	ガラスウール 10g	TGK	2袋	5,000		2011.01	F	中	AQDCC	2.1

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  
プロジェクト事業完了報告書

68	シリカゲル	Wako Silica Gel (Blue)500g	10本	13,500		2011.01	F	中	AQDCC	2.1
69	塩化カルシウム	Wako 500g	10本	24,500		2011.01	F	中	AQDCC	2.1
70	エタノール(99.5%)	Wako 500g	6本	10,440		2011.01	F	中	AQDCC	2.1
71	水酸化カリウム	Wako 500g	6本	7,500		2011.01	F	中	CLEM	2.1
72	ピロガロール	Wako 500g	2本	23,200		2011.01	F	中	CLEM	2.1
73	メチルオレンジ溶液	Wako 500mL	1本	2,050		2011.01	F	中	CLEM	2.1
74	塩酸	Wako 500mL	8本	5,600		2011.01	F	中	CLEM	2.1
75	塩化ナトリウム	Wako 500g	6本	4,200		2011.01	F	中	CLEM	2.1
76	硫酸	Wako 500mL	4本	2,960		2011.01	F	中	CLEM	2.1
77	酢酸	Wako 500mL	2本	1,560		2011.01	F	中	CLEM	2.1
78	酢酸鉛(Ⅱ)三水和物	Wako 500g	2本	4,800		2011.01	F	中	CLEM	2.1
79	酢酸バリウム	Wako 500g	2本	5,560		2011.01	F	中	CLEM	2.1
80	ブロモフェノールブルー溶液	Wako 500mL	1本	2,260		2011.01	F	中	CLEM	2.1
81	アルセナゾⅢ	Kanto Chemical 5g	2本	62,000		2011.01	F	中	CLEM	2.1
82	2-プロパノール	Wako 500mL	10本	6,900		2011.01	F	中	CLEM	2.1
83	炭酸ナトリウム	Wako 50g 容量分析用	2本	7,300		2011.01	F	中	CLEM	2.1
84	硫酸(N/10)	Wako 500mL	4本	3,400		2011.01	F	中	CLEM	2.1
85	過酸化水素	Wako 500mL	10本	7,700		2011.01	F	中	CLEM	2.1
86	炭酸ナトリウム(無水)	Wako 500g	10本	11,200		2011.01	F	中	CLEM	2.1
87	水酸化ナトリウム	Wako 500g	10本	10,000		2011.01	F	中	CLEM	2.1
88	ギ酸ナトリウム	Wako 500g	1本	2,270		2011.01	F	中	CLEM	2.1
89	硫酸銅(Ⅱ)五水和物	Wako 500g	1本	1,730		2011.01	F	中	CLEM	2.1
90	スルファニルアミド	Wako 500g	1本	11,800		2011.01	F	中	CLEM	2.1
91	N-1 ナフチルエチレンジアミン二塩酸塩	Wako 25g	2本	14,060		2011.01	F	中	CLEM	2.1

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  
プロジェクト事業完了報告書

92	亜硝酸ナトリウム	Wako 500g	1本	1,500		2011.01	F	中	CLEM	2.1
93	亜硝酸イオン標準液	Wako 50mL	2本	14,200		2011.01	F	中	CLEM	2.1
94	クランプオンテスタ	Hioki 3288	1式	23,850		2011.01	E	中	AQDCC	4.1
95	ポータブル放射温度計	Hioki 3419	1式	13,240		2011.01	E	中	AQDCC	4.1
96	クランプ式電流センサー	URD	4式	78,400		2011.01	E	中	AQDCC	4.1
97	圧力トランスミッタセット	NaganoKeiki	4式	456,100		2011.01	E	中	AQDCC	4.1
98	表面温度計	FUSO 308r	1式	13,970		2011.01	E	中	AQDCC	4.1
99	超音波リークディテクタ	EXAIR	1式	80,800		2011.01	E	中	AQDCC	4.1
100	赤外線式サーモグラフィ	NEC Avio ThermoShotF30W	1式	576,680		2011.01	E	中	AQDCC	4.1
101	電子式振動計	Yamatake AAM-PWPC002	1式	122,400		2011.01	E	中	AQDCC	4.1
102	超音波流量計	TokyoKeiki UFP-20	1式	1,047,630		2011.01	E	中	AQDCC	4.1
103	ポータブル電力計	Hioki 3169	1式	315,880		2011.01	E	中	AQDCC	4.1
104	絶縁被覆付銅線	100m	2巻	30,600		2011.01	E	中	AQDCC	4.1
105	キャリングケース	ASONE T3AA	4個	16,800		2011.01	E	中	AQDCC	4.1
106	自動ダスト採取装置	MaruniScience NGZ-5DK	1式	3,828,300		2011.02	F	中	AQDCC	2.1
107	圧力調整器	S1-1VR-1G8G-B1N1	6個	396,000		2011.02	F	中	AQDCC	2.1
108	湿式ガスメータ (1L)	Shinagawa W-NK-1A	1式	208,600		2011.02	F	中	AQDCC	2.1
109	湿式ガスメータ (5L)	Shinagawa W-NK-5A	1式	316,500		2011.02	F	中	AQDCC	2.1
110	吸引ポンプ (15L/min)	MaruniScienceNG17N-015-5	1式	188,300		2011.02	F	中	AQDCC	2.1
111	ガス洗浄瓶 (バブラー)	Shibata 84GP160	4pcs	52,000		2011.02	F	中	CLEM	2.1
112	真空フラスコ	MaruniScience NG81-N61	4個	92,000		2011.02	F	中	AQDCC	2.1
113	デジタルマノメーター	Hodaka HT-1500NM	1式	28,000		2011.02	F	中	AQDCC	2.1
114	テドラーバック	1L	10袋	9,400		2011.02	F	中	AQDCC	2.1
115	注射筒 (100mL)	MaruniScience NG81-N72	1本	13,200		2011.02	F	中	AQDCC	2.1
116	精密電子天秤	MettlerToledo MS104S	1式	386,300		2011.02	F	中	AQDCC	2.1

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  
プロジェクト事業完了報告書

117	ウォーターバス	AdvantecToyo TBM206AA	1式	108,630		2011.02	F	中	CLEM	2.1
118	分光光度計	ThermoScientific SPECTRONIC 20 GENESYS	1式	450,000		2011.02	F	中	CLEM	2.1
119	石英セル	TGK 10mm,50mm	各2	52,000		2011.02	F	中	CLEM	2.1
120	真空ポンプオイル	MR-100 Neoback(4L)	1本	5,500		2011.02	F	中	AQDCC	2.1
121	不凍液(20L)	E-17 Non-amine LLC	1本	7,600		2011.02	F	中	AQDCC	2.1
122	ポリ瓶(250mL)	Wide Mouth	100	7,000		2011.02	F	中	CLEM	2.1
123	ロープ(20m)	Vynylon rope(3strokes type)	5巻	19,400		2011.02	F	中	AQDCC	2.1
124	ダウントランス	Yamabishi YTC-100-3K	1式	12,000		2011.02	F	中	AQDCC	2.1
125	ウエス	20kg	2袋	8,000		2011.02	F	中	AQDCC	2.1
126	洗浄瓶	1L	10個	3,500		2011.02	F	中	CLEM	2.1
127	デジタルマルチメーター	Hioki 3803	1式	15,000		2011.02	F	中	AQDCC	2.1
128	安全帯	TrascoNakayama GR-590	5個	37,500		2011.02	F	中	AQDCC	2.1
129	保護めがね	TrascoNakayama TVF-SG	5個	8,000		2011.02	F	中	AQDCC	2.1
130	マルチガスモニター	NewCosmosElectricXOC-2200	1式	96,000		2011.02	F	中	AQDCC	2.1
131	スモークテスター	Hodaka HT-1650	1式	28,600		2011.02	E	中	AQDCC	4.1
132	モンキーレンチ	Lobtex (M200,M250)	各1	4,200		2011.02	E	中	AQDCC	4.1
133	パイプレンチ	Lobtex PWA-200	1本	2,000		2011.02	E	中	AQDCC	4.1
134	プラスドライバー	Vessel No.600-2-150	1本	600		2011.02	E	中	AQDCC	4.1
135	カッター	OLFA OF-LBN	1本	500		2011.02	E	中	AQDCC	4.1
136	ペンチ	Merry 1050H-175	1本	1,900		2011.02	E	中	AQDCC	4.1
137	はさみ	Engineer PH-51	1本	1,400		2011.02	E	中	AQDCC	4.1
138	ブッシング	1/4×3/8,1/4×1/2,1/2×3/4	各4個	5,600		2011.02	E	中	AQDCC	4.1
139	ソケット	Rc1/4,Rc3/8,Rc1/2,Rc3/4	各4個	7,000		2011.02	E	中	AQDCC	4.1
140	ハーフユニオン	SMC KQ2H06-02S	10個	2,000		2011.02	E	中	AQDCC	4.1

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  
プロジェクト事業完了報告書

141	ナイロンチューブ	SMC T0806B-20	1 巻	2,600		2011.02	E	中	AQDCC	4.1
142	変換プラグ	Kashimura	4 個	1,200		2011.02	E	中	AQDCC	4.1
143	測高計	Nikon Laser550AS	2 台	140,000		2011.02	I/B	中	AQDCC	1.1/3.1
144	フォートランコンパイラ	Intel Visual Fortran Compiler 11.1	1 本	96,000		2011.02	S	中	AQDCC	1.2
145	オペレーションシステム	Windows 7 Professional Edition	1 本	35,000		2011.02	I/S	中	AQDCC	1.1/1.2
146	オフィスソフト	MS Office professional 2007	1 本	55,000		2011.02	I/S	中	AQDCC	1.1/1.2
147	アンチウイルスソフト	Norton Internet Security 2011	1 本	9,600		2011.02	I/S	中	AQDCC	1.1/1.2
148	標準ガス 10 本	N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO	1 式	580,000		2011.03	F	中	CLEM	2.1
149	ポータブル煙道排ガス分析計	Horiba PG250, PS200	1 式	3,880,000		2011.05	F	中	AQDCC	2.1
150	ポータブルガス分析計	TESTO 350M/XL	1 式	1,533,746	24,195,400	2010.11	F/E	中	AQDCC	2.1/4.1
151	中国製標準ガス	(N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO)	1 式	650,157	8,004.40USD	2010.11	F	中	CLEM	2.1
152	圧力調整器	GENTEC R14SLGK DKG-63-15	6 式			2010.11	F	中	AQDCC	2.1
153	発電機	KIPOR IG2000S	2 台	79,354	1,255,400	2010.11	F	中	AQDCC	2.1
154	電工リール	WURTH 40m	4 台	80,678	1,272,728	2010.11	F	中	AQDCC	2.1
155	テーブルタップ	ROTOR 社(中国)	5 個	4,191	62,000	2010.11	F	中	AQDCC	2.1
156	カゴ	プラスチック製 30L	5 個	4,154	61,450	2010.11	F	中	AQDCC	2.1
157	工具セット	中国製工具セット	1 式	5,069	75,000	2010.11	F	中	AQDCC	2.1
158	体重計	電子体重計	1 台	2,366	35,000	2010.11	F/E	中	AQDCC	2.1/4.1
159	バケツ	プラスチック製 20L	2 個	1,216	17,998	2010.11	F/E	中	AQDCC	2.1/4.1
160	トランシーバー	MONEL	4 台	22,983	363,600	2010.11	F	中	AQDCC	2.1
161	ヘルメット	YOUNGJIN 社(韓国)	5 個	2,197	32,500	2010.11	F	中	AQDCC	2.1
162	防寒着	オーダーメイド	5 着	119,296	1,765,000	2010.11	F	中	AQDCC	2.1
163	ノートパソコン	Acer Aspire 4738	1 式	72,699	1,079,100	2011.02	F	中	AQDCC	2.1
164	UPS	OPTI UPS 1500C	1 式	18,789	278,900	2011.02	F	中	AQDCC	2.1
165	断熱材	アルミ、発泡ウレタン製	5 枚	1,516	22,500	2011.02	F	中	AQDCC	2.1

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  
プロジェクト事業完了報告書

166	断熱シート	アルミ、発泡ウレタン製	5枚			2011.02	F	中	AQDCC	2.1
167	防寒靴	登山ブーツ (Georgia boots 社製)	5足	76,806	1,136,350	2011.02	F	中	AQDCC	2.1
168	パソコン	Acer Aspire 4738-5462G50	1式	65,940	999,090	2011.02	B/I	中	AQDCC	1.1/3.1
169	コピー機	Sharp AR-5520	1式	154,635	2,454,527.28	2010.11	B/I	中	AQDCC	1.1/3.1
170	GIS ソフト	ESRI ArcView Single Use	1式	303,466		2011.01	B/I	中	AQDCC	1.1/3.1
171	プリンター	HP Officejet7000 wide format	1式	29,940	453,636	2011.02	B/I	中	AQDCC	1.1/3.1
172	プリンター用インク	HP 920XL Black×3, Cyan,×1 Magenta,×1 Yellow×1	6個	15,444	234,000	2011.02	B/I	中	AQDCC	1.1/3.1
173	プロジェクタ	View Sonic PJD6241	1式	95,940	1,453,636.36	2011.02	B/I	中	AQDCC	1.1/3.1
174	UPS	OPTI ES800C	1式	9,893	149,900	2011.02	B/I	中	AQDCC	1.1/3.1
175	コピー機用トナー	Sharp AR-020ST	2個	9,162	145,436.36	2010.11	B/I	中	AQDCC	1.1/3.1
176	プロジェクタ用ランプ	View Sonic RLC-049	2個	42,000	636,363.64	2011.02	B/I	中	AQDCC	1.1/3.1
177	デジタルカメラ	Nikon COOLPIX S1000pj	2式	47,999	727,254.55	2011.02	B/I	中	AQDCC	1.1/3.1
178	GPS レシーバー	Garmin GPSMap60CSx	2式	102,097	1,570,727.28	2010.09	B/I	中	AQDCC	1.1/3.1
179	ビデオカメラ	JVC GZ-HD620	2式	119,880	1,816,362	2011.02	B/I	中	AQDCC	1.1/3.1
180	ビデオカメラ用三脚	YUNTENG VCT880RN	2式	15,708	238,000	2011.02	B/I	中	AQDCC	1.1/3.1
181	平衡型自動連続ダスト採取装置	MaruniScience M2-700DS	1式	3,754,600		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
182	ダスト採取用ホルダー,ノズルセット	MaruniScience NG21-120	1式	168,350		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
183	ダスト採取用ノズルセット	MaruniScience NG25-4U	1式	240,850		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
184	円筒ろ紙秤量ケース	ろ紙の回収瓶および収納箱	1箱	44,500		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
185	ポータブル排ガス分析計	Horiba PG-250 PS-200	1式	4,298,900		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
186	データロガー	排ガス分析計測定データ収録用	1台	126,700		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
187	リボンヒーター	シリコンゴム製、耐熱 200℃	2個	15,200		2012.03	F	中	AQDCC	2.1

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  
プロジェクト事業完了報告書

188	加熱採取管	排ガス採取用、温調器付き	1本	116,100		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
189	加熱導管 5m	温調器付き	2本	927,800		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
190	吸湿管	Okano EW-32	8個	53,600		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
191	電子天秤	可搬型、秤量精度 10mg	1台	56,100		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
192	ドレーン捕集器	3連トラップ	2個	125,600		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
193	小型ポンプ	Alvac DA-30S	1台	66,000		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
194	真空ポンプ	Alvac DA-60S	1台	90,000		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
195	乾式ガスメータ(1L用)	Shinagawa DC-1C-M 乾式	1台	170,500		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
196	乾式ガスメータ(5L用)	Shinagawa DC-5C-M 乾式	1台	46,400		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
197	ピトー管	排ガス流速測定用	1本	75,000		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
198	傾斜マノメーター	排ガス流速測定用差圧計	1台	118,700		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
199	安全対策用室内 CO, O <sub>2</sub> モニタ	CO, O <sub>2</sub> モニタ	1台	104,400		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
200	ボンベスタンド	10L 容器*3本立てスタンド	2個	41,000		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
201	卓上除振台	精密天秤で秤量時の防振	1台	64,500		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
202	超音波洗浄機	機材洗浄用 AU-30C	1台	91,300		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
203	シリカゲル	青 中粒 500g	10本	15,000		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
204	塩化カルシウム	水分測定用 500g	10本	28,000		2012.03	F	中	AQDCC	2.1
205	標準ガス SO <sub>2</sub> 低濃度	190ppm ボンベ代込み	1本	58,700		2011.12	F	中	CLEM	2.1
206	標準ガス SO <sub>2</sub> 高濃度	950 ppm ボンベ代込み	1本	58,700		2011.12	F	中	CLEM	2.1
207	標準ガス NO 低濃度	190ppm ボンベ代込み	1本	58,700		2011.12	F	中	CLEM	2.1
208	標準ガス NO 高濃度	900 ppm ボンベ代込み	1本	58,700		2011.12	F	中	CLEM	2.1
209	標準ガス CO 低濃度	190ppm ボンベ代込み	1本	55,700		2011.12	F	中	CLEM	2.1
210	標準ガス CO 中濃度	1800ppm ボンベ代込み	1本	55,700		2011.12	F	中	CLEM	2.1
211	標準ガス CO 高濃度	9% ボンベ代込み	1本	55,700		2011.12	F	中	CLEM	2.1

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  
プロジェクト事業完了報告書

212	標準ガス CO <sub>2</sub>	14.5% ボンベ代込み	1 本	53,700		2011.12	F	中	CLEM	2.1
213	標準ガス O <sub>2</sub>	21.5% ボンベ代込み	1 本	53,700		2011.12	F	中	CLEM	2.1
214	標準ガス N <sub>2</sub>	99.999% ボンベ代込み	1 本	52,000		2011.12	F	中	CLEM	2.1

F:排ガス規制強化用機材 E:省エネ診断 S:シミュレーション B:ボイラー登録システム I:インベントリ 中:利用中  
注:「購入価格」は、付加価値税 (IVA)、消費税を含まず、単価×数量の総額である。

## 3.6 現地業務費実績

年次毎の金額実績、再委託業務の成果等は以下の通りである。

### 3.6.1 現地業務費の金額実績

表 3.6-1 に現地業務費の年次毎の金額実績を示す。

表 3.6-1 現地業務費実績

	1 年次	2 年次	3 年次
航空券	0	0	0
備車	4,056,899	4,024,419	3,351,665
コンサルタントへの再委託	4,932,000	16,000	0
NGO への再委託	0	0	0
給与	3,233,521	2,982,468	2,775,678
会議費	278,513	164,105	481,100
その他	1,320,725	3,818,171	6,441,467
合計	13,821,658	11,005,163	13,049,910

### 3.6.2 現地業務費による再委託業務・工事の成果

再委託と工事は、1 年次に 5 件、2 年次に 2 件を実施した。その成果は以下の通りである。

#### 3.6.2.1 交通量調査・旅行速度調査(1 年次)

自動車からの大気汚染物質排出量の入力データとして使用するため、交通量調査と旅行速度調査を実施した。

モンゴル科学技術大学機械工学部、ETMSC(Concern of the Electronic Technology & Machinery Research)、Gazar Eco Co., Ltd. の 3 者から見積書を受け取り、モンゴル科学技術大学機械工学部に委託した。

交通量調査は、2010 年 10 月 7 日(木)、10 月 9 日(土)、11 月 24 日(水)の計 3 日間、最大 35 地点にて、24 時間交通量或いは 16 時間交通量を調査した。

旅行速度調査は、同じ 3 日間に、1 週 2 時間程度を要する 3 種類のルートをそれぞれ 4 回ずつ走行して、リンク別の旅行速度を調査した。

#### 3.6.2.2 ボイラ訪問調査(1 年次)

HOB からの大気汚染物質排出量の入力データとして、および、ボイラ登録管理制度の初期データとして使用するため、ボイラ訪問調査を実施した。

モンゴル科学技術大学ボイラ実験研究センター、EEC Co., Ltd.、Mon Energy Co., Ltd の 3 者から見積書を受け取り、モンゴル科学技術大学ボイラ実験研究センターに委託した。

89 ボイラハウスが所有する計 166 基の HOB について、ボイラの専門家が訪問調査を実施し、ボイラと煙突の諸元、燃料使用量、運転状況等のデータを得た。更に、測定の専門家が、全ての煙突の位置を正確に測定した。

### 3.6.2.3 石炭成分分析(1 年次)

火力発電所、HOB 等のボイラの効率検討を行うため、現在使用されている石炭の元素分析調査を実施した。

ウランバートル市大気質庁及び鉱物資源・エネルギー省と協議した結果、石炭の元素分析を実施できる分析会社は、Stewart Mongolia LLC/Geochemical & Assay 社のみであることが確認できたため、同社に委託した。

第 3 発電所、鉄道修理工場 HOB、市内石炭市場等から得た 8 試料について、元素（炭素、水素、窒素、硫黄、酸素）、水分、灰分、揮発分、固定炭素分、熱量等を分析した。

### 3.6.2.4 未燃焼分石炭（残渣）成分分析(1 年次)

ボイラ効率向上のための検討資料とするため、現在モンゴルで使用されているボイラの熱損失のうち、割合が大きいと推定される燃焼灰中の未燃の炭素分などの分析を実施した。

ウランバートル市大気質庁及び鉱物資源・エネルギー省と協議した結果、燃焼灰の元素分析を実施できる分析会社は、Stewart Mongolia LLC/Geochemical & Assay 社のみであることが確認できたため、同社に委託した。

第 3 発電所、鉄道修理工場 HOB、BOSA ショッピングセンター、子供病院等から得た 20 試料について、元素（炭素、水素、窒素、硫黄、酸素）、水分、灰分、揮発分、固定炭素分、熱量等を分析した。

### 3.6.2.5 測定孔工事・測定孔フランジ制作 (1 年次)

HOB の排気ガス中の有害物質の濃度を測定するための機材を煙突内部に挿入するため、煙突の測定孔工事及び測定孔フランジ制作を実施した。

Dornii Eich 社、Bulag Service 社、Energo Tekh Service 社の 3 者から見積書を受け取り、Dornii Eich 社に委託した。

フランジが 20 個制作され、測定を計画した 20 箇所のボイラハウスの煙道に設置された。

### 3.6.2.6 焼却灰の放射能分析(2 年次)

国内再委託による放射能分析に加えて、現地において放射能分析を行い、そのバックデータや分析手順を確認することが必要であると判断されたため、焼却灰の放射能測定を実施した。

信頼性のある正確な放射能測定を実施することができる必要がある。そのため、1) 放射能測定に関する ISO/IEC17025 の認定取得している、2) 環境試料の放射能測定に関する業務実績があることを再委託の条件とした。放射能の測定に関して、試験所の分析能力に関する規格である ISO/IEC17025 の認定取得しているのは、モンゴル国立大学核研究センターの 1 団体である。また、業務実績としてウランバートル市の第 3 火力発電所や第 4 火力発電所の現状の環境影響評価を行った際、灰捨て場や焼却灰の放射能測定を行った実績がある。そのため、同センターに調査を委託した。

11 検体について、MNS 5626:2006 に沿って、ラジウム(Ra226)とトリウム(Th)とカリウム(K40)の  $\gamma$  線を測定した。

### 3.6.2.7 測定孔工事・測定孔フランジ制作(2年次)

HOB の排気ガス中の有害物質の濃度を測定するための機材を煙突内部に挿入するため、煙突の測定孔工事及び測定孔フランジ制作を実施した。

Dornii Eich 社、Tulga Construction 社、Zaant-Khad 社の 3 者から見積書を受け取り、Dornii Eich 社に委託した。

フランジを設置した測定孔が 35 箇所を設置された。