

モンゴル国

ウランバートル市大気・環境汚染対策庁 (DAAEP)

自然環境・観光省 (MET)

モンゴル国  
ウランバートル市  
大気汚染対策能力強化プロジェクト  
フェーズ3

プロジェクト事業完了報告書

2024年7月

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

株式会社 数理計画

環境
JR
24-053



## 目 次

略語表 .....	XIV
要約 .....	1
写真集 .....	29
本プロジェクトの対象地域 .....	37
第1章 プロジェクトの概要 .....	39
1-1 プロジェクトの背景 .....	39
1-2 本報告書で報告する活動における制約について .....	40
1-3 プロジェクト活動と特に関係の深いモンゴル国の政策 .....	40
1-3-1 UB市における生石炭の禁止 .....	40
1-3-2 市公共交通バスやスクールバスに電気バス及びEuro V基準に適合したバス（Euro Vバス）の導入 .....	41
1-3-3 低硫黄燃料販売の規定の追加 .....	41
1-4 ウランバートル市の大気汚染概況 .....	41
1-5 プロジェクトの枠組み .....	46
1-5-1 本プロジェクトの位置づけ .....	46
1-5-2 事業の目的 .....	50
1-5-3 プロジェクト名 .....	50
1-5-4 上位目標及びプロジェクト目標 .....	50
1-5-5 成果 .....	52
1-5-6 プロジェクト活動の基本戦略8項目とその基本方針 .....	53
1-5-7 実施機関 .....	55
1-5-8 プロジェクト期間 .....	55
1-5-9 プロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）の変遷 .....	55
1-5-10 活動実施スケジュール .....	57
第2章 プロジェクトの運営 .....	59
2-1 プロジェクトの実施体制 .....	59
2-1-1 プロジェクトダイレクター .....	59
2-1-2 プロジェクトマネージャー .....	59
2-1-3 合同調整委員会（JCC） .....	60
2-1-4 実施機関 .....	61

2-1-5	カウンターパート・ワーキンググループ (C/P-WG)	61
2-1-6	JICA 専門家チーム (JET)	61
2-2	日本側の専門家活動	62
2-2-1	専門家活動実績	62
2-2-2	本邦研修	64
2-2-3	供与機材実績	64
2-2-4	再委託業務の成果	65
2-2-5	技術協力成果品	66
2-3	モンゴル側の活動	70
2-3-1	モンゴル側の実施体制	70
2-3-2	C/P の配置	70
2-3-3	モンゴル側負担事項の履行	73
2-4	JCC の開催	73
第3章	活動内容及び成果	75
3-1	活動概要	75
3-1-1	成果1及び成果2：モニタリング及び汚染構造の把握	75
3-1-2	成果3：大気汚染対策の技術的評価と大気汚染対策実施準備の能力強化	77
3-1-3	成果4：プロジェクト活動を通じた大気汚染対策に関わる意思決定機関への提言支援	77
3-1-4	成果5：PM、SO <sub>2</sub> 及びNO <sub>x</sub> 排出削減のための大気汚染対策の促進	78
3-1-5	成果6：法的枠組み、資源配分及び大気環境サイクルのプラットフォームの強化	79
3-1-6	パイロット事業	81
3-2	成果1：発生源における排出モニタリング及び大気環境モニタリングの能力強化	85
3-2-1	活動1-1 固定発生源排ガス測定に基づくHOB監査	85
3-2-2	活動1-2 TPP3およびTPP4がCEMSを用いた排ガス管理の強化	95
3-2-3	活動1-3 自動車排出ガス測定に基づく自動車関連規制の強化	104
3-2-4	活動1-4 環境大気測定局の活用強化	107
3-3	成果2：汚染構造の分析や汚染構造評価の能力強化	122
3-3-1	活動2-1 PM成分分析結果に基づく発生源寄与解析	122
3-3-2	活動2-2 大気汚染構造と曝露の評価	131
3-4	成果3：大気汚染対策の技術的評価と大気汚染対策実施準備の能力強化	161
3-4-1	活動3-1 改良燃料の測定方法と品質規格のMNS案の作成	161
3-4-2	活動3-2 ガスに関する安全指針	164
3-4-3	活動3-3 パイロット事業の実施計画及び関連業務指示書	172

3-5	成果4:プロジェクト活動を通じた大気汚染対策に関わる意思決定機関への提言支援 .....	177
3-5-1	活動4-1 大気汚染状況、大気汚染対策戦略および大気汚染対策の評価の提言 .....	177
3-5-2	活動4-2 パイロット事業関連機関が技術ガイドラインを作成・活用 .....	178
3-5-3	活動4-3 パイロット事業の承認 .....	180
3-5-4	活動4-4 モンゴル国がパイロット事業を本格事業で承認 .....	181
3-5-5	活動4-5 プロジェクトの成果やパイロット事業の成果を活用 .....	181
3-6	成果5:PM、SO <sub>2</sub> 及びNO <sub>x</sub> 排出削減のための大気汚染対策の促進 .....	182
3-6-1	活動5-1 市民及び生徒、保護者向け啓発・警報活動を実施 .....	182
3-6-2	活動5-2 プロジェクト内容の発信(広報) .....	183
3-6-3	活動5-3 改良燃料の製造業者に製造技術の改善を助言 .....	187
3-6-4	活動5-4 パイロット事業の実施 .....	193
3-6-5	活動5-5~活動5-6 パイロット事業結果の評価及び分析及びNCEPRへの報告 .....	220
3-6-6	活動5-7~活動5-8 CEMSデータ解析に基づく大気汚染対策と大気汚染削減計画の検討 .....	230
3-7	成果6:法的枠組み、資源配分及び大気環境サイクルのプラットフォームの強化 .....	231
3-7-1	活動6-1 大気環境管理体制における各機関の役割分担の協議・明文化 .....	231
3-7-2	活動6-2 NCEPRへの技術資料の提供 .....	232
3-7-3	活動6-3 燃料基準・排出基準の策定 .....	232
3-7-4	活動6-4 大気汚染対策に関する法令、細則、条例等の策定 .....	232
3-7-5	活動6-5 技術審査ガイドラインに関する研修 .....	234
3-7-6	活動6-6 必要に応じて資金配分に関連する手続きの改善 .....	235
3-7-7	活動6-7 モンゴル側が大気汚染対策に関わるドナー連携協調の強化 .....	236
3-7-8	活動6-8 大気汚染対策の計画・実施評価に係る業務指針 .....	237
3-8	キャパシティ・アセスメント(CA) .....	237
3-8-1	CAの基本方針 .....	237
3-8-2	個人レベル .....	237
3-8-3	組織及び社会レベル .....	244
3-8-4	CAの結果 .....	246
第4章	プロジェクト目標と成果の達成状況 .....	248
4-1	プロジェクト目標 .....	248
4-1-1	プロジェクト目標指標1 .....	248
4-1-2	プロジェクト目標指標2 .....	249

4-1-3	プロジェクト目標指標 3	249
4-2	成果指標	249
4-2-1	成果 1	251
4-2-2	成果 2	252
4-2-3	成果 3	253
4-2-4	成果 4	254
4-2-5	成果 5	255
4-2-6	成果 6	255
第 5 章	フェーズ 1 からの成果、副次的な効果	258
5-1	固定発生源の排ガス測定	258
5-2	AQMS	258
5-3	排出インベントリ・シミュレーション	259
第 6 章	法令の動きと他ドナーの活動	261
6-1	関連法令等について	261
6-2	他のドナーの動き	262
6-3	JICA 事業との連携	268
6-3-1	JICA 普及・実証事業	268
6-3-2	課題別研修	269
第 7 章	プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓	270
7-1	全体	270
7-1-1	課題	270
7-1-2	対応策	270
7-1-3	教訓	270
7-2	成果 1 : AQMS の維持管理	270
7-2-1	課題	270
7-2-2	対応策	270
7-2-3	教訓	271
7-3	成果 2 : 排出インベントリ及び汚染構造の能力強化	271
7-3-1	課題	271
7-3-2	対応策	271
7-3-3	教訓	272
7-4	改良燃料	272
7-4-1	課題	272

7-4-2	対応策	272
7-4-3	教訓	273
7-5	機材	273
7-5-1	課題	273
7-5-2	対応策	273
7-5-3	教訓	274
7-6	渡航制限への対応	274
7-6-1	課題	274
7-6-2	対応策	274
7-6-3	教訓	275
7-7	プロジェクト活動の柔軟な変更	275
7-7-1	課題	275
7-7-2	対応策	275
7-7-3	教訓	276
第8章	総括セミナー	277
8-1	概要	277
8-2	発表内容	277
第9章	今後に向けて	281
9-1	今後モンゴル側が主体的に取り組むべき大気汚染対策	281
9-2	大気汚染対策に関する今後の必要となる取組	282
9-3	プロジェクト完了後の上位目標の達成のために	282
9-3-1	上位目標達成の見通し	282
9-3-2	上位目標の達成に向けた課題	283
9-3-3	上位目標達成のためのモンゴル側の必要な実施体制と今後求められる実施計画	283
付属資料		285

Project Completion Report (抜粋) (データでのみ公開)

## 表目次

表 1-4-1	MNS4585:2016 で定められている大気環境基準.....	42
表 1-5-1	プロジェクト概要 .....	47
表 1-5-2	プロジェクト上位目標及びプロジェクト目標.....	51
表 1-5-3	プロジェクトの成果.....	52
表 1-5-4	基本戦略 8 項目と基本方針 .....	53
表 2-1-1	歴代 JCC 議長 .....	60
表 2-1-2	歴代 JCC 副議長 .....	61
表 2-2-1	日本側専門家活動実績.....	63
表 2-2-2	第 1 回本邦研修.....	64
表 2-2-3	第 2 回本邦研修.....	64
表 2-2-4	供与機材実績.....	65
表 2-2-5	本プロジェクトで作成・作成支援した研修・セミナー等の教材及び報告書.....	67
表 2-2-6	本プロジェクト実施の過程で使用した関連技術データ、情報・資料等（別添資料 2-2-1） .....	67
表 2-2-7	政令・市長令等（別添資料 2-2-2） .....	68
表 2-2-8	広報資料（別添資料 2-2-3） .....	69
表 2-3-1	C/P の配置.....	70
表 2-4-1	JCC の開催記録 .....	73
表 3-1-1	パイロット事業に関する活動手順.....	81
表 3-2-1	ボイラ監査における排ガス測定結果（2018/10～2023/12） .....	87
表 3-2-2	火力発電所における排ガス測定結果.....	93
表 3-2-3	TPP3 および TPP4 の主な諸元.....	95
表 3-2-4	CEMS 維持管理に関する活動（1-2-1～1-2-2）の概要 .....	98
表 3-2-5	CEMS データ共有システムに関する活動（1-2-3～1-2-4）の概要 .....	101
表 3-2-6	発電所および大型熱供給施設の排出ガスモニタリング結果の整理・共有（活動 1-2-5）の 概要 .....	103
表 3-2-7	発電所および大型熱供給施設の排出ガスモニタリング結果の概要.....	103
表 3-2-8	燃料分析結果（2022 年 6 月） .....	105
表 3-2-9	AQMS の修理機材.....	109
表 3-2-10	2018 年の DAAEP 管理の固定局 5 局の稼働状況.....	112
表 3-2-11	2019 年の DAAEP 管理の固定局 5 局の稼働状況.....	113
表 3-2-12	2020 年の DAAEP 管理の固定局 5 局の稼働状況.....	113
表 3-2-13	2021 年の DAAEP 管理の固定局 5 局の稼働状況.....	114

表 3-2-14	2022 年の DAAEP 管理の固定局 5 局の稼働状況.....	114
表 3-2-15	2023 年の DAAEP 管理の固定局 5 局の稼働状況.....	115
表 3-2-16	Bayankhoshuu 測定局 SO <sub>2</sub> 計光ダイオード交換・校正前後の主なパラメータ.....	116
表 3-2-17	大気環境モニタリングデータに関する活動（1-4-8~1-4-9）の概要.....	122
表 3-3-1	PM 試料採取地点.....	123
表 3-3-2	排出インベントリに関するオンラインでの技術移転の概要.....	132
表 3-3-3	排出インベントリ更新のための年次計画案.....	134
表 3-3-4	移動発生源調査の概要.....	134
表 3-3-5	交通量調査での調査地点別調査時間.....	135
表 3-3-6	リンク別交通量（2019 年）.....	136
表 3-3-7	交通量推計のための地域-車線数の区分.....	137
表 3-3-8	補正後リンク別交通量（2019 年）.....	138
表 3-3-9	補正後リンク別交通量（2022 年）.....	139
表 3-3-10	UB 市人口及び推計都市ごみ量推移.....	145
表 3-3-11	埋め立て処分場に係る大気汚染物質の排出係数.....	145
表 3-3-12	固形廃棄物処分場からの年別排出量.....	146
表 3-3-13	処分場別の 2020 年の汚染物質別排出量.....	146
表 3-3-14	UB 市のレンガ工場での出荷量推移.....	147
表 3-3-15	レンガ工場でのレンガ製造プロセスで発生する大気汚染物質の排出係数.....	147
表 3-3-16	UB 市のレンガ工場からのレンガ製造プロセスでの年別排出量.....	148
表 3-3-17	BAU シナリオの設定.....	148
表 3-3-18	2020 年の発生源別排出量.....	149
表 3-3-19	汚染物質別排出量の推移.....	150
表 3-3-20	活動 2-2-7~9 に関する実習及びセミナー.....	151
表 3-3-21	気象モデル（WRF）の概要.....	152
表 3-3-22	拡散シミュレーションの概要.....	152
表 3-3-23	PMF による因子別濃度及び凝縮性粒子生成過程の割合.....	155
表 3-3-24	凝縮性粒子を考慮した PM <sub>10</sub> 排出量の推計（2020 年）.....	156
表 3-4-1	当初のパイロット検証調査スケジュール.....	173
表 3-4-2	家庭用改良燃料パイロット事業スケジュール.....	175
表 3-4-3	詳細家庭用改良燃料パイロット事業スケジュール.....	175
表 3-4-4	2023 年の改良燃料パイロット事業の全体計画.....	176
表 3-4-5	自動車関連のパイロット事業スケジュール.....	177
表 3-5-1	面談者.....	181
表 3-6-1	Facebook への発信内容の題名.....	187

表 3-6-2	TTT の既存改良燃料との比較結果 .....	188
表 3-6-3	パイロット事業と 2017 年 3 月 20 日モンゴル国閣議決定 No.98 及び 2017 年 4 月 27 日 MET 大臣命令 No.A/107 の関連性.....	194
表 3-6-4	BCB とセミコークス混合ブリケットの原料の割合.....	195
表 3-6-5	DAAEP 燃焼試験室での排ガスの測定結果.....	196
表 3-6-6	燃焼性の評価結果 .....	196
表 3-6-7	パイロット事業用 BCB の燃焼試験室での排ガス測定結果 .....	197
表 3-6-8	パイロット事業の実施スケジュール.....	198
表 3-6-9	主な燃焼試験方法 .....	198
表 3-6-10	BCB と TTT 社製の原料の割合 .....	200
表 3-6-11	改良型ストーブにおける TTT 社製と BCB の燃焼試験結果 .....	202
表 3-6-12	燃焼試験の評価結果.....	203
表 3-6-13	伝統ストーブと改良型ストーブにおける BCB の燃焼試験結果.....	204
表 3-6-14	バイオマス種類別の供給量と TTT 社の東工場までの運搬を含めた価格 .....	205
表 3-6-15	Euro 2 ディーゼル燃料の硫黄分の分析 .....	209
表 3-6-16	調査状況 .....	216
表 3-6-17	RSD 計測値におけるオパシティーの出現状況.....	220
表 3-6-18	パイロット事業における対策実施時の排出量計算の設定.....	222
表 3-6-19	対策前後での家庭用小型ストーブからの排出量削減効果.....	223
表 3-6-20	対策前後での自動車排出ガスからの排出量削減効果.....	225
表 3-6-21	測定局における対策前後での全発生源からの年平均大気環境濃度低減効果（自動車パイ ロット事業） .....	226
表 3-6-22	対策前後の暴露量の合計値の低減効果.....	230
表 3-8-1	個人レベルの分野別の能力評価 .....	238
表 3-8-2	排出インベントリ及び拡散シミュレーションの各担当者の技術移転状況.....	242
表 3-8-3	各成果の CA 集計結果 .....	245
表 3-8-4	人材育成数.....	246
表 3-8-5	CA 結果.....	247
表 4-1-1	プロジェクト目標の達成状況.....	248
表 4-2-1	成果指標の達成状況.....	250
表 4-2-2	排出インベントリの更新及びシミュレーションによる大気汚染構造評価と暴露評価の完了 時期 .....	253
表 4-2-3	パイロット事業の実施時期.....	255
表 6-2-1	第 1 回ドナーステークホルダーミーティング議事次第 .....	264
表 6-2-2	第 2 回ドナーステークホルダーミーティング議事次第 .....	266

表 6-2-3	UNICEF 主催のドナーセミナープログラム	266
表 8-2-1	総括セミナープログラム	280
表 9-1-1	モンゴル側が主体的に取り組むべき大気汚染対策	281
表 9-2-1	モンゴル側で実施できるようになった活動と今後必要となる取組	282
表 9-3-1	プロジェクトの上位目標及びその指標	283
表 9-3-2	予算措置と法整備等	283

## 図目次

図 1-4-1	UB 市の測定局における PM <sub>2.5</sub> 年平均濃度の推移	43
図 1-4-2	UB 市の測定局における PM <sub>10</sub> 年平均濃度の推移	43
図 1-4-3	UB 市の測定局における SO <sub>2</sub> 年平均濃度の推移	44
図 1-4-4	UB 市の測定局における NO <sub>2</sub> 年平均濃度の推移	44
図 1-4-5	UB 市の測定局における冬季の PM <sub>2.5</sub> 月平均濃度の推移	45
図 1-4-6	UB 市の測定局における冬季の PM <sub>10</sub> 月平均濃度の推移	45
図 1-4-7	UB 市の測定局における冬季の SO <sub>2</sub> 月平均濃度の推移	45
図 1-4-8	UB 市の測定局における冬季の NO <sub>2</sub> 月平均濃度の推移	46
図 1-4-9	2016 年～2022 年の大気質指標 (AQI)	46
図 1-5-1	モンゴルにおける日本の大気環境協力の経緯と本プロジェクトの位置づけ	48
図 1-5-2	パイロット事業による SO <sub>x</sub> 及び PM <sub>10</sub> 排出量削減効果	51
図 1-5-3	大気環境管理サイクル	55
図 1-5-4	活動実施状況	58
図 2-1-1	プロジェクト実施体制図	59
図 2-1-2	JET の体制	62
図 3-2-1	TPP4 の CEMS 概略図	96
図 3-2-2	CEMS データ共有システム	97
図 3-2-3	CEMS の維持管理	100
図 3-2-4	<a href="http://cems.agaar.mn/">http://cems.agaar.mn/</a> の画面例	102
図 3-2-5	添加剤有り無し別測定結果 (乗用車)	106
図 3-2-6	添加剤有り無し別測定結果 (小型トラック)	106
図 3-2-7	AQMS 分布図 (2024 年 4 月時点)	108
図 3-2-8	AQMS の情報システムの全体像	118
図 3-3-1	PM 試料採取の候補地点	123
図 3-3-2	PM 採取記録簿の例	124

図 3-3-3	微小粒子の質量濃度及び主要成分の経時変化.....	126
図 3-3-4	微小粒子の質量濃度及び主要成分の季節別・地点別平均濃度.....	126
図 3-3-5	PM <sub>2.5</sub> での PMF 解析 (5 因子) による因子ごとの 成分プロファイル (右図) 及びその季節・地点による変動 (左図) .....	128
図 3-3-6	本プロジェクトで採取した試料とフェーズ 2 で採取した試料 (2016 年冬季、NAMEM 屋上) の OC/EC 比の違い.....	129
図 3-3-7	NAMEM 地点で冬季に採取した試料の炭素成分の比較 (左: 2016 年、右: 2022 年) .....	129
図 3-3-8	各炭素成分の地点・季節による変動の比較.....	130
図 3-3-9	交通量調査の位置 .....	135
図 3-3-10	非冬期平日における 2010 年、2019 年及び 2022 年の交通量調査結果の比較 .....	141
図 3-3-11	非冬期休日における 2010 年、2019 年及び 2022 年の交通量調査結果の比較 .....	141
図 3-3-12	冬期平日における 2010 年、2019 年及び 2022 年の交通量調査結果の比較 .....	142
図 3-3-13	冬期休日における 2019 年及び 2022 年の交通量調査結果の比較.....	142
図 3-3-14	UB 市の車検合格台数の推移 .....	143
図 3-3-15	ストーブ利用状況調査による季節別時間帯別改良燃料投入量 .....	144
図 3-3-16	ストーブ利用状況調査による季節別時間帯別木材投入量.....	144
図 3-3-17	廃棄物処分場の位置.....	146
図 3-3-18	2020 年及び 2027 年 (BAU シナリオ) の汚染物質別排出量.....	150
図 3-3-19	SO <sub>2</sub> の実測値と計算値の相関図及び測定局での発生源別計算濃度 .....	153
図 3-3-20	PM <sub>10</sub> の実測値と計算値の相関図及び測定局での発生源別計算濃度 .....	154
図 3-3-21	凝縮性粒子生成過程.....	155
図 3-3-22	凝縮性粒子を考慮する前後の測定局での PM <sub>10</sub> 濃度 .....	156
図 3-3-23	SO <sub>2</sub> の冬季平均濃度分布及び発生源別寄与濃度断面図 .....	157
図 3-3-24	SO <sub>2</sub> の年平均濃度分布及び発生源別寄与濃度断面図 .....	158
図 3-3-25	凝縮性粒子を考慮した PM <sub>10</sub> の冬季平均濃度分布及び発生源別寄与濃度断面図.....	159
図 3-3-26	凝縮性粒子を考慮した PM <sub>10</sub> の年平均濃度分布及び発生源別寄与濃度断面図.....	159
図 3-3-27	2020 年及び 2027 年の PM <sub>10</sub> の PWE および居住区内平均濃度.....	160
図 3-3-28	2020 年及び 2027 年の PM <sub>10</sub> の発生源別合計暴露量割合 .....	161
図 3-4-1	DAAEP の燃焼試験室の排ガス測定機器のレイアウト.....	162
図 3-4-2	燃焼試験プロトコル.....	162
図 3-4-3	Moringiin Davaa の概要 .....	173
図 3-6-1	第 8 回 JCC の様子.....	184
図 3-6-2	排出インベントリに関する協議 .....	185
図 3-6-3	副市長、JICA モンゴル事務所、JET 及び DAAEP とのプロジェクトに関する協議.....	185
図 3-6-4	2024 年 4 月の総括セミナー.....	186

図 3-6-5	2024 年の総括セミナー .....	186
図 3-6-6	SO <sub>2</sub> の発生状況 (脱硫剤 CaCO <sub>3</sub> 添加) .....	189
図 3-6-7	NO <sub>x</sub> の発生状況 .....	190
図 3-6-8	燃焼残渣の堆積 .....	190
図 3-6-9	CO の発生状況 .....	191
図 3-6-10	CO 平均値が排出基準を超過する場合 .....	192
図 3-6-11	CO 平均値が排出基準を満たす場合 .....	192
図 3-6-12	常時排出基準を満たす場合 .....	193
図 3-6-13	溶融・軟化して凝結した灰 .....	193
図 3-6-14	パイロット事業検証調査地点 (赤丸内) 周辺の衛星画像 .....	197
図 3-6-15	キャンプ場における使用ゲル (15 棟) と移動式大気環境測定車の配置 .....	199
図 3-6-16	BCB と TTT 社製の改良燃料 .....	201
図 3-6-17	燃焼試験における測定プロトコル .....	201
図 3-6-18	BCB と TTT 社製の燃焼時の排ガス温度と排ガス濃度 (Raw Data) .....	202
図 3-6-19	ストーブの違いによる BCB の排ガス温度と排ガス濃度 (Raw Data) .....	204
図 3-6-20	交通現象調査対象交差点 .....	206
図 3-6-21	Euro 5 燃料の普及による SO <sub>x</sub> 排出量の試算結果 .....	209
図 3-6-22	エコドライブによる大気汚染物質の削減効果 (ガソリン車) .....	212
図 3-6-23	エコドライブによる大気汚染物質の削減効果 (ガソリンハイブリッド車) .....	212
図 3-6-24	エコドライブによる大気汚染物質の削減効果 (ディーゼル小型トラック) .....	213
図 3-6-25	エコドライブ教育用運転評価シート (Trust Trade) .....	214
図 3-6-26	モンゴル 3 地点および日本での PM 濃度ランク別出現割合 .....	219
図 3-6-27	RSD 計測値におけるオパシティー40%over の割合 .....	220
図 3-6-28	対策前後での家庭用小型ストーブからの排出量削減効果 .....	223
図 3-6-29	測定局における対策前後での全発生源からの年平均大気環境濃度低減効果 (改良燃料パイロット事業) .....	224
図 3-6-30	対策前後での自動車排出ガスからの排出量削減効果 .....	225
図 3-6-31	測定局における対策前後での全発生源からの年平均大気環境濃度低減効果 (自動車パイロット事業: 信号制御) .....	227
図 3-6-32	測定局における対策前後での全発生源からの年平均大気環境濃度低減効果 (自動車パイロット事業: 低硫黄燃料及び低排出ガス車 (すべての車両)) .....	227
図 3-6-33	測定局における対策前後での全発生源からの年平均大気環境濃度低減効果 (自動車パイロット事業: 低硫黄燃料及び低排出ガス車 (バスのみ)) .....	228
図 3-6-34	測定局における対策前後での全発生源からの年平均大気環境濃度低減効果 (自動車パイロット事業: エコドライブ) .....	228

図 3-6-35	測定局における対策前後での全発生源からの年平均大気環境濃度低減効果（自動車パイロット事業：DPF（バスのみ））	229
図 3-6-36	測定局における対策前後での全発生源からの年平均大気環境濃度低減効果（自動車パイロット事業：RSD）	229
図 3-6-37	対策前後での年平均PWE低減効果	230
図 3-7-1	NCEPRによる決定方法	234
図 3-7-2	対策資金、監査、管理、監査のフロー	235
図 3-8-1	固定発生源排ガス測定に係るCA結果	239
図 3-8-2	車載計に係るCA結果	240
図 3-8-3	環境大気測定局に係るCA結果	241
図 3-8-4	排出インベントリおよびシミュレーションに係るCA結果	243
図 3-8-5	PM発生源寄与解析に係るCA結果	244
図 6-2-1	ドナーの活動スケジュール	265

## 写真目次

写真 3-2-1	発電所内CEMSデータ表示システムの画面例	96
写真 3-2-2	大気測定局の維持管理	112
写真 3-2-3	移動大気測定車によるゲルキャンプ場での大気測定	117
写真 3-2-4	オンタイムの大気質データの関係機関への共有例	119
写真 3-3-1	本邦研修の様子	125
写真 3-3-2	交通量調査の様子	136
写真 3-3-3	春季調査前の対象世帯訪問の様子	144
写真 3-4-1	DAAEPの燃料燃焼試験室	163
写真 3-6-1	TBSでの放送	184
写真 3-6-2	パイロット事業検証調査地点	198
写真 3-6-3	パイロット事業の検証調査	199
写真 3-6-4	信号調整	208
写真 3-6-5	NTVでのインタビュー	210
写真 3-6-6	NTVでの放送	211
写真 3-6-7	エコドライブ表彰式の様子	214
写真 3-6-8	RSD計測装置	217
写真 3-6-9	調査地点（西の料金所）	217
写真 3-6-10	調査地点（南の料金所）	218

写真 3-6-11 調査地点（ヤルマグ橋） ..... 218

## 付属資料目次

付属資料 1 プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) 最新版 (Ver1.9) ..... 287  
付属資料 2 業務フローチャート ..... 291  
付属資料 3 詳細活動計画 ..... 295  
付属資料 4 別添資料リスト ..... 297

## 略語表

略語	日本語／英語
ADB	アジア開発銀行 Asian Development Bank
APAF	大気汚染対策基金 Anti-air Pollution Fund
APRD	ウランバートル市大気汚染削減庁（現 ウランバートル市大気・環境汚染対策庁） Air Pollution Reducing Department of the Capital City
AQMS	大気環境測定局 Air Quality Monitoring Station
BAU	従来通りにすること Business as Usual
BCB	バイオマス石炭混合ブリケット Biomass blended Coal Briquette
CA	キャパシティ・アセスメント Capacity Assessment
CAA	クリーン・エア・アジア Clean Air Asia
CD	キャパシティ・ディベロップメント Capacity Development
CEMS	連続排ガスモニタリングシステム Continuous Emission Monitoring System
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
CO	一酸化炭素 Carbon monoxide
CO <sub>2</sub>	二酸化炭素 Carbon dioxide
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
DAAP	ウランバートル市大気汚染対策庁（旧 大気汚染削減庁） Department of Against Air Pollution of the Capital City
DAAEP	ウランバートル市大気・環境汚染対策庁（旧 大気汚染対策庁） Department of Against Air and Environmental Pollution of the Capital City
DPF	ディーゼル排気微粒子除去フィルター Diesel Particulate Filter
EC	元素状炭素 Elemental Carbon
GIZ	ドイツ国際協力公社 Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

略語	日本語／英語
HOB	地区暖房用ボイラ Heat Only Boiler
IACC	ウランバートル市監査庁 Inspection Agency of Capital City
IRIMHE	気象水文環境情報研究所 Information and Research Institute of Meteorology, Hydrology and Environment
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
JCM	二国間クレジット制度 Joint Crediting Mechanism
JET	JICA 専門家チーム JICA Expert Team
JICA	独立行政法人 国際協力機構 Japan International Cooperation Agency
JIS	日本産業規格 Japanese Industrial Standards
KOICA	韓国国際協力団 Korea International Cooperation Agency
MASM	モンゴル規格・度量衡庁 Mongolian Agency for Standardization and Metrology
ME	エネルギー省 Ministry of Energy
MET	自然環境・観光省 Ministry of Environment and Tourism
MMHI	鉱業・重工業省 Ministry of Mineral and Heavy Industries
MNS	モンゴル国国家基準 Mongolian National Standard
MRPA	鉱物資源・石油庁 Mineral Resources and Petroleum Authority
MRTD	道路・運輸開発省 Ministry of Road and Transport Development
NAMEM	国家気象・環境モニタリング庁 National Agency for Meteorology and Environment Monitoring
NCEPR	国家環境汚染削減委員会 National Committee for Environment Pollution Reduction
NO	一酸化窒素 Nitric oxide
NO <sub>2</sub>	二酸化窒素 Nitrogen dioxides
NOx	窒素酸化物 Nitrogen oxides
NPREP	国家環境汚染削減プログラム National Program on Reducing Environment Pollution

略語	日本語／英語
NRTC	国家道路交通センター National Road Transport Center
NUM	モンゴル国立大学 National University of Mongolia
OC	有機性炭素 Organic Carbon
OJT	－ On the Job Training
PDM	プロジェクト・デザイン・マトリックス Project Design Matrix
PM	粒子状物質 Particulate Matter
PM <sub>10</sub>	－ (Particulate Matter with diameters that are generally 10 micrometers and smaller)
PM <sub>2.5</sub>	－ (Particulate Matter with diameters that are generally 2.5 micrometers and smaller)
PMF	－ Positive Matrix Factorization
PTD	ウランバートル市公共交通局 Public Transportation Department of the Capital City
PWE	人口を重みづけした濃度 Population-Weighted Exposure
R/D	協議議事録 Record of Discussions
RSD	リモートセンシングデバイス Remote Sensing Device
SDC	スイス開発協力機構 Swiss Agency for Development and Cooperation
SO <sub>2</sub>	二酸化硫黄 Sulfur dioxides
SO <sub>x</sub>	硫黄酸化物 Sulfur oxides
TCC	ウランバートル市交通管制センター Traffic Control Center of Ulaanbaatar City
TPP2, 3, 4	ウランバートル市第2、第3、第4火力発電所 Thermal Power Plant No. 2, No3 and No.4
TSP	総浮遊粒子状物質 Total Suspended Particulates
TTT	タバン・トルゴイ・トゥルシュ社 Tavan Tolgoi Tulsh LLC
UB	ウランバートル Ulaanbaatar
UBCAP	ウランバートル・クリーンエア・プロジェクト Ulaanbaatar Clean Air Project

略語	日本語／英語
UNESCAP	国連アジア太平洋経済社会委員会 United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific
UNEP	国連環境計画 United Nations Environment Programme
UNICEF	国連児童基金 United Nations Children's Fund
WB	世界銀行 The World Bank
WRF Model	— Weather Research and Forecasting Model



## 要約

### (1) プロジェクトの背景と目的

モンゴル国の首都ウランバートル市（以下、UB市）では、低質炭の利用により多量の煤煙が排出され、大気汚染が発生している。発生源は、3カ所の旧式石炭焚き火力発電所（第2～第4火力発電所）、約200カ所の地区暖房用ボイラ（HOB）と小型石炭焚き温水ヒーター（CFWH）、ゲル地区居住20万世帯以上（2023年<sup>1</sup>）の20～30万基に及ぶゲルストーブであり、暖房需要の高まる冬期は特に大気汚染が深刻である。加えて、火力発電所の焼却灰や道路粉塵の飛散、自動車排出ガス等による大気汚染の悪化が懸念されている。

このような背景を受け、UB市は大気汚染対策を推進するため、JICAに対して要請を行い、JICAは2010年3月～2013年3月に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」（以下、フェーズ1）、2013年12月～2017年6月には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フェーズ2」（以下、フェーズ2）を実施した。2つのフェーズに亘る協力では、大気環境モニタリング体制の強化、大気汚染源の特定、ボイラ登録管理制度の実施等、UB市大気環境汚染対策庁（DAAEP）<sup>2</sup>を始めとしたカウンターパート・ワーキンググループ（C/P-WG）メンバーの体制の更新・拡大、粒子状物質（PM<sub>10</sub>等）成分分析と発生源寄与解析、大気汚染物質の排出量に関する基準策定等を行ったが、大気汚染対策の実施能力向上に係る課題が依然として残された。

かかる状況の下、モンゴル政府は2016年5月、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フェーズ3」（以下、「本プロジェクト」）を我が国に対して要請し、2017年6月に日本政府からモンゴル政府への採択が通報された。その後JICAは2017年8～9月に詳細計画策定調査を実施し、プロジェクトの基本方針についてモンゴル側と合意した。

本プロジェクトは、当初、2018年12月12日に開催された第1回合同調整委員会（第1回JCC）の協議議事録（M/M）に基づき、2018年11月より2023年4月までの4年半で実施する予定であった。しかしながら、COVID-19に対応するためにプロジェクト期間が延長され、本プロジェクトは、2021年2月22日の第4回JCCのM/Mに基づき、2018年11月より2024年7月までの5年9ヶ月となった。

フェーズ1からフェーズ3の概要を表1に示す。

<sup>1</sup> [http://ubstat.mn/download-jobtable=khun\\_amiin\\_too\\_khoroogoor\\_2023\\_on-2024.xlsx](http://ubstat.mn/download-jobtable=khun_amiin_too_khoroogoor_2023_on-2024.xlsx)

<sup>2</sup> プロジェクト開始当初は、大気汚染削減庁（APRD）であったが、2019年3月21日付けの政令100号により、ウランバートル市の体制が変更になり、APRDの名称が大気汚染対策庁（DAAP）に変更となった。更に2021年12月28日の市長令A/1307により2022年1月1日から組織名が大気汚染対策庁（DAAP）から大気・環境汚染対策庁（DAAEP）に変更となった。

表 1 プロジェクト概要

フェーズ 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2010年4月～2013年3月（3年間）</li> <li>➤ 技術協力対象機関は、AQDCC（現 DAAEP）を含む 19 機関</li> <li>➤ 固定発生源モニタリング、ボイラ登録管理制度、火力発電所対策及び省エネルギー、大気環境シュミレーションモデルの構築等</li> <li>➤ 供与機材合計 7 億 200 万 MNT 相当を供与</li> </ul>
フェーズ 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2013年12月～2017年6月（3年半）</li> <li>➤ 技術協力対象機関は、AQDCC（現 DAAEP）を含む 22 機関</li> <li>➤ 固定発生源及び移動発生源モニタリング、大気環境モニタリング、ボイラ登録管理制度の完全実施、PM 成分分析と発生源寄与解析等</li> <li>➤ 供与機材計 27 億 5400 万 MNT 相当を供与</li> </ul>
フェーズ 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2018年11月～2024年7月（5年9か月）</li> <li>➤ 技術協力対象機関は、DAAEP を含む 14 機関</li> <li>➤ 二つのフェーズで移転された技術能力を維持すると共に大気汚染対策の策定及び大気汚染対策の実施（小規模パイロット事業）。</li> <li>➤ 粉砕機等供与機材計 6 億 800 万 MNT 相当を供与</li> </ul>

## （2）プロジェクトと特に関係の深いモンゴル国の国策

### 1. UB 市における生石炭の禁止

モンゴル政府 2018 年 2 月 28 日の『生石炭使用禁止に関する』第 62 閣議決定により、2019 年 5 月 15 日から UB 市の Bayangol 区、Bayanzurkh 区、Songinokhairkhan 区、Sukhbaatar 区、Khan-Uul 区、Chingeltei 区の地域（一部除外ホロー<sup>3</sup>有）で、電気、熱エネルギー生産の特別許可を有する事業者以外の個人及び事業者の生石炭使用は禁止され、生石炭の代わりに国営のタバン・トルゴイ・トゥルシュ（TTT）社が製造する改良燃料が使用されることになった。これに基づき、2023 年を除き、2019 年以降、大気質改善地域施行規則が年々改定され、UB 市の生石炭使用禁止地域が拡大している。

### 2. 市公共交通バスに電気バス及び Euro V バスの導入

モンゴル政府は、2009 年頃までに計 400 台の排出基準未達のバスを導入していたが方針を転換し、UB 市内の公共交通バスを Euro V 基準に適合したバスや電気バスに更新する政策を 2019 年から実施している。約 1,200 台ある UB 市内の公共交通バスの内、2024 年 1 月現在、Euro V バス 904 台、電気バス 59 台、学校用スクールバス 75 台（Euro III）を導入している。2024 年に追加で電気バス 150 台、小型バス 50 台を導入する予定である。UB 市公共交通局の依頼で公共バスに設置されていた DPF の移設の活動が追加されたが、この政策により、Euro V バスが増え、DPF を移設するバスが減少した。

<sup>3</sup> ホローとは行政区分で市、区の下の街に該当する。

### 3. 低硫黄燃料販売の規定の追加

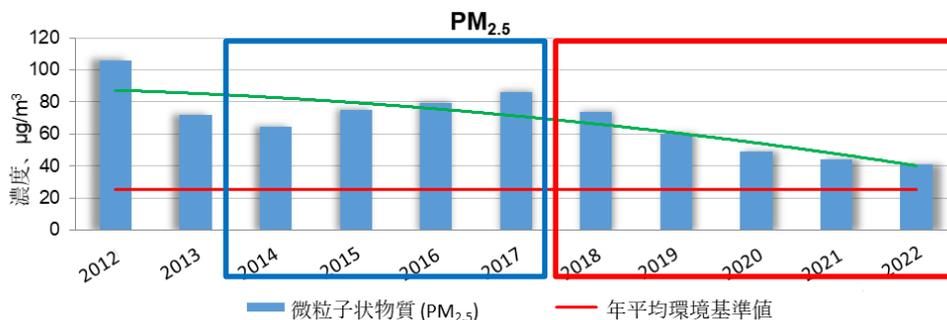
モンゴルでは、高硫黄の自動車燃料が販売されていた。このため、本プロジェクトでは低硫黄燃料（Euro 5 燃料）導入のための活動として、低硫黄燃料を導入した場合の SO<sub>2</sub> 排出量の低減量の算定、日本での低硫黄燃料導入経緯や法整備の紹介を通じたモンゴルでの法整備の支援、ガソリンスタンドで販売されている燃料の硫黄分の検査を鉱業・重工業省（MMHI）と連携して実施した。その結果、2022年4月22日付の大気法の改定で大気法の16.1.6にUB市内の大気質改善地域内で、モンゴル国国家基準（MNS）にて低硫黄燃料である Euro 5 の燃料を販売し、それ以下の基準の燃料の販売などを禁止する規定が追加された。

### （3）ウランバートル市の大気汚染概況

UB市は暖房需要の高まる冬季（10月～4月）は特に大気汚染が深刻である。2019年にモンゴル政府は生石炭の使用を禁止し、改良燃料の使用を開始した。UB市では、ゲル地区、幹線道路、住宅地区、工業地帯周辺の17カ所において大気汚染物質の二酸化硫黄（SO<sub>2</sub>）、二酸化窒素（NO<sub>2</sub>）、PM<sub>10</sub>、微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）、一酸化炭素（CO）、オゾン（O<sub>3</sub>）の濃度が自動測定機を用いて測定されている。各大気汚染物質の大気環境基準はMNS4585:2016にて定められている。

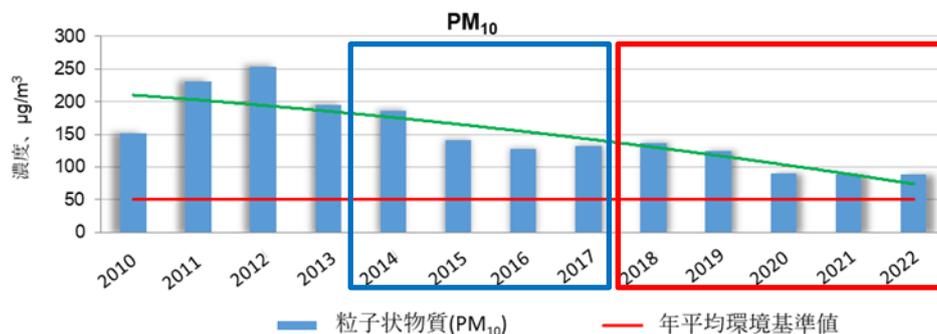
2012年～2022年の年平均PM<sub>2.5</sub>濃度は、PM<sub>2.5</sub>の年平均大気環境基準値（25μg/m<sup>3</sup>）の1.6～4.2倍であった。この10年間のPM<sub>2.5</sub>年平均濃度の特徴は、2017年以降の濃度が減少傾向となっている（図1）。

2010年～2022年の年平均PM<sub>10</sub>濃度は、PM<sub>10</sub>の年平均大気環境基準値（50μg/m<sup>3</sup>）の1.8～5.0倍であった。この12年間のPM<sub>10</sub>年平均濃度の特徴は、2012年が最大濃度であり、それ以降は濃度が減少傾向にある（図2）。



出典: 2022年UB市大気環境報告書 (NAMEM)  
フェーズ2: 2013年12月～2017年6月 (青四角)  
フェーズ3: 2018年11月～2024年7月 (赤四角)

図1 UB市の測定局におけるPM<sub>2.5</sub>年平均濃度の推移

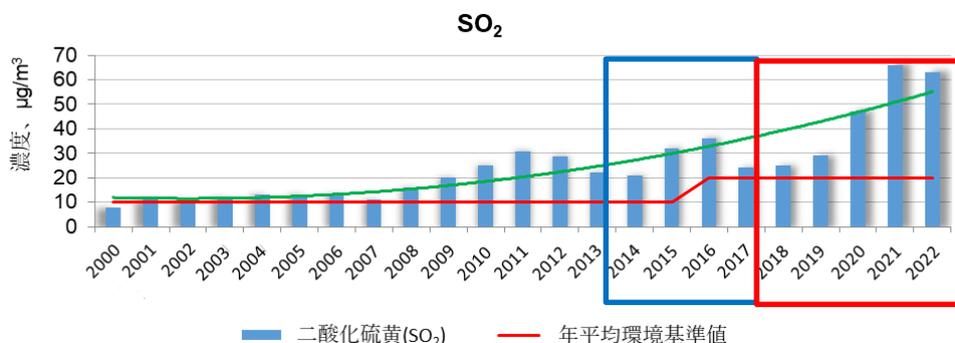


出典: 2022年UB市大気環境報告書 (NAMEM)  
フェーズ2: 2013年12月～2017年6月 (青四角)  
フェーズ3: 2018年11月～2024年7月 (赤四角)

図2 UB市の測定局におけるPM<sub>10</sub>年平均濃度の推移

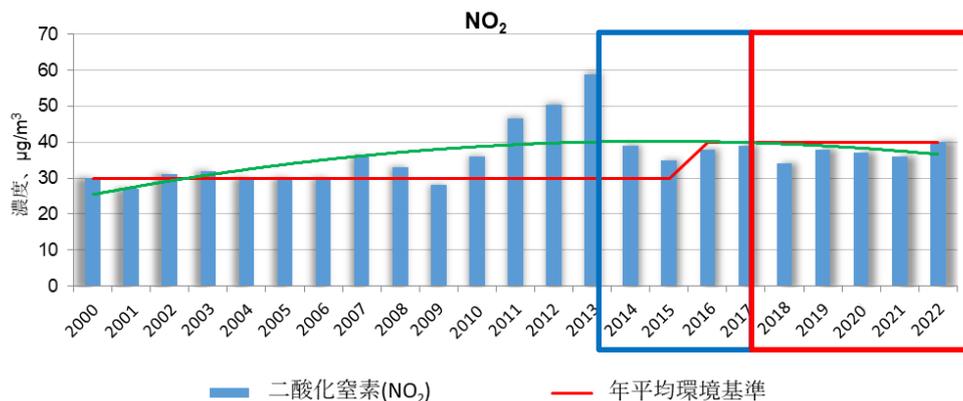
2000年～2022年の年平均SO<sub>2</sub>濃度は、SO<sub>2</sub>の年平均大気環境基準値(20µg/m<sup>3</sup>)の1.1～3.3倍であった。この22年間のSO<sub>2</sub>年平均濃度の特徴は、2017年に一度下がったものの、それ以降の濃度が上昇傾向であり、2020年以降急激に上昇した(図3)。

2010年以降のNO<sub>2</sub>年平均濃度の特徴は、2013年までは上昇傾向であったが2014年以降は濃度が下がり、2016年以降は年平均大気環境基準(40µg/m<sup>3</sup>)を超過していない(図4)。



出典: 2022年UB市大気環境報告書 (NAMEM)  
フェーズ2: 2013年12月～2017年6月 (青四角)  
フェーズ3: 2018年11月～2024年7月 (赤四角)

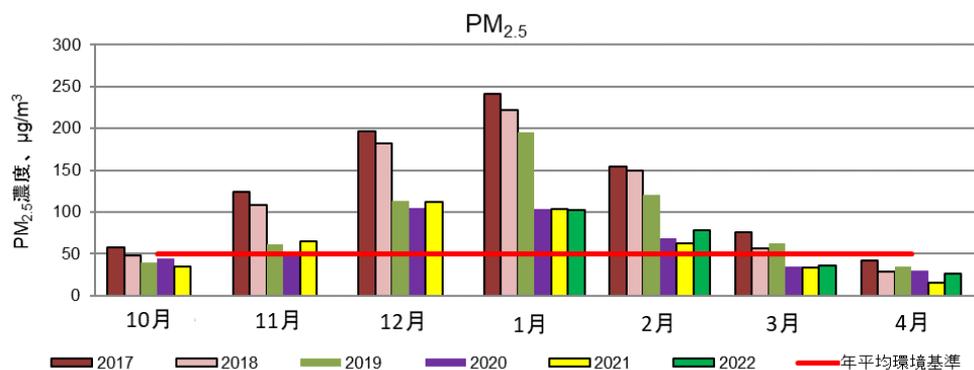
図3 UB市の測定局におけるSO<sub>2</sub>年平均濃度の推移



出典: 2022年UB市大気環境報告書 (NAMEM)  
フェーズ2: 2013年12月～2017年6月 (青四角)  
フェーズ3: 2018年11月～2024年7月 (赤四角)

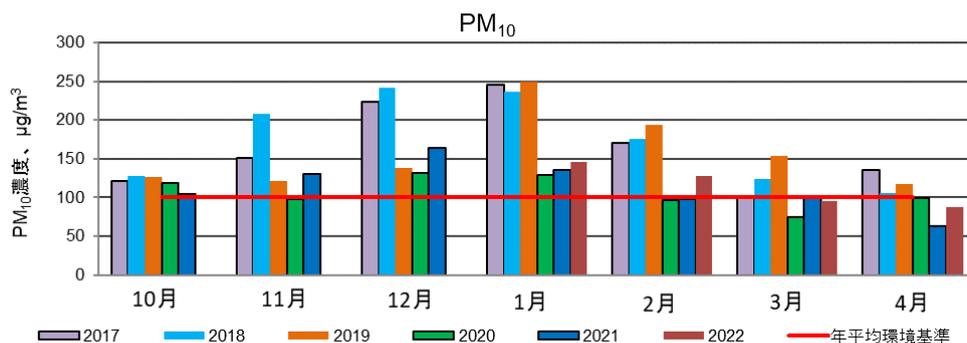
図4 UB市の測定局におけるNO<sub>2</sub>年平均濃度の推移

大気汚染が特にひどい冬季(10月～4月)でのUB市の月平均濃度の推移を図5～図8に示す。PM<sub>10</sub>及びPM<sub>2.5</sub>ともに2019年3月までと2019年10月以降で濃度が大きく下がっている。一方で、SO<sub>2</sub>の濃度は大きく上昇した。これは2019年5月から導入された生石炭禁止令に伴う改良燃料の導入により、揮発分の少ない燃料を使用する事でPMの濃度が下がったが、燃料中の硫黄分が高く、濃度が上昇したことが想定されている。



出典: 2022年UB市大気環境報告書 (NAMEM)  
フェーズ2: 2013年12月～2017年6月、フェーズ3: 2018年11月～2024年7月

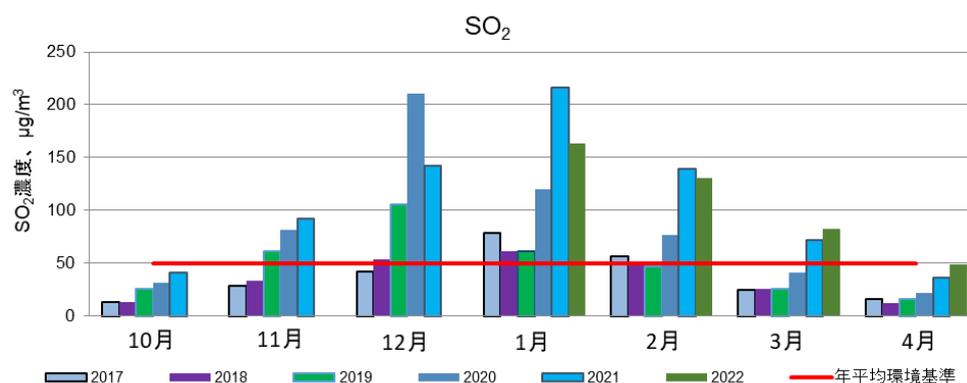
図5 UB市の測定局における冬季のPM<sub>2.5</sub>月平均濃度の推移



出典: 2022年UB市大気環境報告書 (NAMEM)

フェーズ2: 2013年12月~2017年6月、フェーズ3: 2018年11月~2024年7月

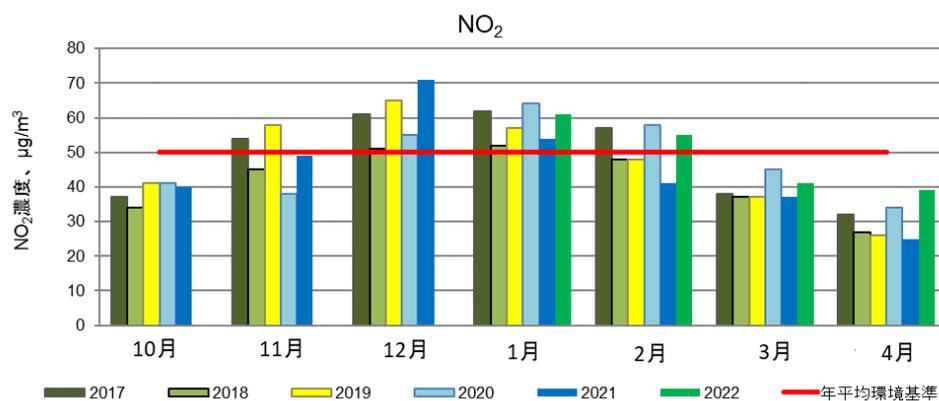
図6 UB市の測定局における冬季のPM<sub>10</sub>月平均濃度の推移



出典: 2022年UB市大気環境報告書 (NAMEM)

フェーズ2: 2013年12月~2017年6月、フェーズ3: 2018年11月~2024年7月

図7 UB市の測定局における冬季のSO<sub>2</sub>月平均濃度の推移



出典: 2022年UB市大気環境報告書 (NAMEM) を改変

フェーズ2: 2013年12月~2017年6月、フェーズ3: 2018年11月~2024年7月

図8 UB市の測定局における冬季のNO<sub>2</sub>月平均濃度の推移

#### (4) プロジェクトの目標、成果、実施枠組み

本プロジェクトの上位目標及びプロジェクト目標を表 2 に示す。

表 2 プロジェクト上位目標及びプロジェクト目標

目標
<b>上位目標</b>
ウランバートル市の大気環境改善に向け、主要発生源における汚染物質の排出削減が促進される。
<b>プロジェクト目標:</b>
「実効性のある汚染対策の実施」と「DAAEP と国レベル、市レベルの関連機関との連携協調体制」に重点をおいて、ウランバートル市におけるモンゴル側の大気汚染対策能力が強化される。

本プロジェクトの期待される成果を表 3 に示す。

表 3 期待される成果

成果
成果 1: 主要な発生源における排出モニタリング及び大気環境モニタリングの能力が強化される。
成果 2: 年間を通じて、汚染構造 (特に PM) の分析や評価能力が強化される。
成果 3: 大気汚染対策の技術的評価と実施準備を行う能力が強化される。
成果 4: 大気汚染対策に関わるモンゴル側の意思決定プロセスが、DAAEP, NAMEM 等の専門機関を活用することで、改善する。
成果 5: 主要な汚染源において PM、二酸化硫黄及び窒素酸化物排出削減のため、大気汚染対策が促進される。
成果 6: 成果 1-5 の達成のために、法的枠組み、資源配分、および調整機能 (大気環境サイクルのプラットフォーム) が強化される。

プロジェクト期間は、当初 2018 年 7 月~2023 年 4 月までの 4 年半であったが、COVID-19 の影響によりプロジェクトを延長し、2018 年 11 月~2024 年 7 月の 5 年と 9 ヶ月間となった。プロジェクト実施機関は DAAEP、自然環境・観光省 (MET) 及び C/P-WG を合わせた 14 関係機関である。

#### (5) プロジェクト活動・成果

モンゴル国は、これまでの日本の協力の成果もあり、大気汚染の現状把握、大気汚染問題の構造分析、環境情報の公開が一定程度できており、現在は大気汚染対策の検討と実施を行っている段階と言える。これは JICA の環境管理分野における課題別事業戦略 (JICA グローバル・アジェンダ) である「JICA クリーン・シティ・イニシアティブ」のクラスター事業戦略「環境規制及び汚染対策の適正化を通じた健全な環境質の実現」<sup>4</sup>の第二段階の協力に該当する。

各成果と大気環境サイクルの関係性を図 9 に示す。成果 1、成果 2 は主要発生源における、大気環境モニタリング、排出源測定及びそのデータを基にしたインベントリ作成、大気拡散シミュレーションの実施による汚染構造の把握、対策実施の評価である。成果 3 は成果 4 に関連

<sup>4</sup> [https://www.jica.go.jp/activities/issues/env\\_manage/\\_icsFiles/afieldfile/2024/03/28/cluster\\_strategy2v2.pdf](https://www.jica.go.jp/activities/issues/env_manage/_icsFiles/afieldfile/2024/03/28/cluster_strategy2v2.pdf)

して大気汚染対策の策定、成果4は、成果1及び成果2に基づく大気汚染に関わる戦略、方針、意思決定、成果5は大気汚染対策の実施である。成果6は各ステップが相互に作用してサイクルが能動的に機能するための共通基盤（プラットフォーム）として、法的枠組み、資源配分、および、関連機関の調整機能の強化である。

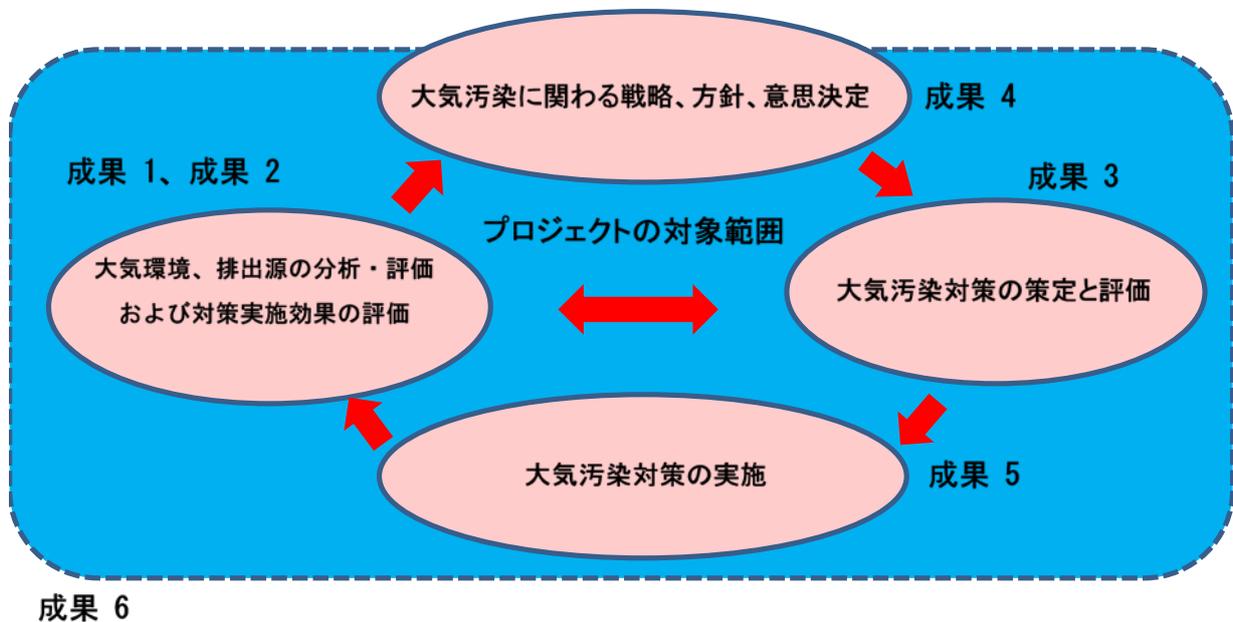


図 9 大気環境管理サイクル

#### 1. 主要な発生源における排出モニタリング（成果1に該当）

大気汚染の現状把握を行うためには、主要な発生源における排出モニタリングが必要である。本プロジェクトを通じてモンゴル側自身で排ガス測定等ができるようになった。具体的な実績は以下の通りである。

- 固定発生源排ガス測定の測定体制が維持され、モンゴル側自身で固定発生源の排ガス測定を実施している。本プロジェクト期間中に火力発電所を含む 240 箇所のボイラ排ガス測定を実施した。
- 2022 年 4 月、DAAEP は固定発生源の排ガス測定に関して ISO17025:2017 の試験所認定を受けた。また、エネルギー省（ME）や改良燃料製造会社から燃焼試験室での排ガス測定の依頼があり、測定結果は改良燃料の選定、改良に活用されている。
- 第 3 火力発電所（TPP3）と第 4 火力発電所（TPP4）は連続排ガスモニタリングシステム（CEMS）の利用を継続している。また、ボイラの運転管理に活用するためにも CEMS は使われており、CEMS の機器の校正、部品交換・故障対応は手間がかかるものの適宜実施している。CEMS の測定結果は NAMEM 等に提出されている。
- モンゴル国では、車検の排出基準を満たしていない自動車は全体の 1 割～2 割に達しており、自動車による大気汚染が深刻となる原因の一つとなっている。リモートセンシングデバ

イス (RSD) 調査を実施した結果、ディーゼル車は、ディーゼル排気微粒子除去フィルター (DPF) が装着されておらず、日本より高濃度の PM の出現割合がかなり大きい事が判明した。

- 燃料中の硫黄分が高いと自動車に導入されている様々な大気汚染対策に悪影響を及ぼす。そのため、燃料調査を行った結果、硫黄分が 1000ppm 以上の高濃度な燃料を販売している事が判明し、燃料の Euro 5 燃料 (低硫黄燃料) の導入促進の啓発活動の必要性が改めて認識された。
- モンゴル側から車載計の再トレーニング、DPF の移設の 2 つの要請があり、モンゴル側と日本側はプロジェクト活動として追加する事を決定し、活動を実施した。車載計に関してはエコドライブ前後の排出ガスや添加剤の効果の検証の際に技術移転を実施した。また、DPF の移設は 2 台実施した。

## 2. 大気環境モニタリング、汚染構造の分析・評価 (成果 1 及び 2 に該当)

大気汚染の現状把握を行うためには、大気環境モニタリングの実施、大気汚染構造の分析・評価のためには排出インベントリの作成及びシミュレーションの実施、また、市民へ広く大気汚染状況を広報するには大気環境情報の公開が必要である。本プロジェクトを通じて大気環境測定局 (AQMS) の維持管理ができるようになり、AQMS の測定データはシミュレーション結果との濃度比較に活用された。具体的な実績は以下の通りである。

- AQMS 担当職員は、AQMS の維持管理や様々なトラブルを乗り越えて大気環境測定を継続した。その結果、PM<sub>2.5</sub> は年平均の環境基準を大幅に超過しており、特に冬季のゲル地区の PM<sub>2.5</sub> は大幅に超過している事が判明した。プロジェクト期間中の AQMS の稼働率は、COVID-19 の影響で維持管理ができなかった期間を除き、81%を超えている。大気質の状況は <http://agaar.mn/> とアプリで、リアルタイムで公開されている。
- 冬季に PM サンプルングを実施し、PM 成分分析を行った結果、フェーズ 2 で生石炭使用時は石炭由来の炭素の影響が大きく、特に、有機炭素 (OC) 成分からなる凝縮性粒子<sup>5</sup>の寄与が大きい事が解明されていたが、フェーズ 3 では改良燃料を導入したことにより、その有機炭素成分からなる凝縮性粒子が減少したことが判明した。
- シミュレーションの結果から、ゲル、戸建てで使われている家庭用小型ストーブ (ゲルストーブ、改良型ストーブ) による SO<sub>2</sub> や PM 濃度への寄与が大きく、発電所、HOB の寄与が小さい事が判明した。

---

<sup>5</sup> 高温の排出ガスが大気中に放出された際、ガス状物質が冷却凝縮し、粒子化したもの。元となるガス状物質としては、VOC などの有機物が主体であるが、HCl ガス、イオン化物 (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NH<sub>3</sub><sup>+</sup>等) などが含まれていることもある。特にモンゴルの厳冬期は外気温が-30 度になるため、放出された排出ガスが急激に冷やされて凝縮性粒子が生成されやすい環境下にある。

- 2019年の改良燃料導入後、大気環境中のPM濃度が低減し、SO<sub>2</sub>濃度が高くなったのがAQMSで確認されていたが、その原因が石炭を禁止し改良燃料を使用する事への転換が原因であることをシミュレーションモデルおよびPM成分分析の結果で確認できた。

### 3. 大気汚染対策の技術的評価のための規格作成（成果3に該当）

大気汚染対策の効果を技術的に評価するために必要な規格の作成等を実施した。具体的な実績は以下の通りである。

- 2022年にMEが改良燃料の品質規格についてMNS改定案を作成し、規格度量衡庁(MASM)に提出し、2022年10月17日にMNS5679:2022はMASM長官に承認された。本規格は2022年10月18日から有効となった。改良燃料の品質管理を担当する監督省庁は、この規格に基づき製造した改良燃料が基準を満たしているか確認している。
- 測定規格については、MEや改良燃料製造会社から改良燃料の燃焼試験の依頼があり、燃焼試験はフェーズ2で確立したプロトコルで実施されているが、依頼者からプロトコルの変更について意見は出ず、モンゴル側で測定方法の公式化について話題にもなっていなかった。しかしながら、JICA専門家チーム(JET)は必要と考え、JETの助言の下、DAAEPは上記プロトコルが規格案として十分であると結論し、UB市の規格として提案した。2024年3月に市が測定規格の公式化に向けたプロセスを開始した。
- モンゴルでは、ガス利用に関する法律が整備されていたが、安全利用についての指針はなかった。一般消費者に向けては、UB市監査庁(IACC)から、ガス燃料の安全利用のガイダンスが示されているが、LPガスの使用に関する推奨事項とガス機器の使用に際しての配慮事項が簡潔に整理されているにとどまっている。ガス燃料を安全に利用できる環境の整備には、ガス事業者に対する規制だけでなく、ガス事業者による自主的な取組みの促進や、一般消費者に対する働きかけも重要である。モンゴルにおいても、ガス事業者に対して、自主保安体制の高度化、及び一般消費者への周知・啓発対策を中心とした安全指針の作成が有効と考えられた。そのため、日本のガスの保安確保に関する法律、及び事業者に対する規制等を参照し、今後、モンゴル国内においてガスの利用を促進するうえで特に必要と考えられる安全利用に関する内容を抽出し、ガス燃料導入促進に係る安全指針を作成した。2024年6月にMEに安全指針を提出した。

### 4. 大気汚染に関わる戦略、方針、意思決定（成果4に該当）

本プロジェクトで得られた大気環境や発生源の分析・評価結果を踏まえ、モンゴル側自身で科学的根拠に基づいた戦略・方針の策定や意思決定を行えるよう体制構築を進めてきた。意思決定機関に提言した具体的な実績は以下の通りである。

- JETが生石炭使用時の2018年及び改良燃料導入後の2020年の大気汚染状況、パイロット事業の大気汚染対策の評価を行い、NAMEM同席の下、セミナーやJCCで、改良燃料導入によりSO<sub>2</sub>濃度が上昇した結果を受けて、改良燃料を改善する際には硫黄分の少ない石炭の使用あるいは脱硫剤を改良燃料に混ぜることを提言した。

- **NAMEM** は **AQMS** のデータから大気汚染の状況を分析し、週報、月報、冬季報、年報の5種類を作成、国家統計局、国家環境汚染削減委員会（**NCEPR**）や **MET** に提出している。
- **2023** 年 **11** 月に **UB** 市副市長に対してモンゴル国の国策として実施された生石炭から改良燃料への燃料転換による大気汚染対策の評価結果を提示し、更なる改良を提言した。
- **2024** 年 **4** 月に **UB** 市副市長に対し、家庭用改良燃料の比較結果を提示した。具体的には、**TTT** 社の既存の改良燃料とプロジェクトで製造したバイオマス石炭混合ブリケット（**BCB**）の比較、**BCB** を導入した場合とストーブを変更した場合の大気汚染対策の比較結果を提示した上で、その効果について提言した。

#### 5. 大気汚染対策の実施（成果5に該当）

事業者による大気汚染対策を促進するため、以下の活動を実施した。また、後述の通り、複数のパイロット事業を展開した。

- **DAAEP** に対して、バガヌール炭と **TTT** 社製の改良燃料との硫黄分比較表を基に、**TTT** 社の改良燃料はバガヌール炭に比べて硫黄分が高いため脱硫剤を添加する必要がある事を説明し、**DAAEP** を通じて **TTT** 社に脱硫剤を混合する事を助言した。
- **2022** 年 **6** 月に **TTT** 社長の依頼で、**TTT** 社を管理している **ME** 大臣と **TTT** 社社長、**DAAEP** 及び **JET** の4社で協議を実施し、**JET** から **TTT** 社の改良燃料についての見解を説明した。具体的には、冬季の **SO<sub>2</sub>** 濃度が以前に比べて高く、その削減対策は最重要事項であり、**2022** 年の冬の改良燃料には必ず脱硫剤を入れるべきことを **ME** 大臣に要請した。
- **2024** 年 **3** 月にパイロット事業で製造した **BCB** の燃料試験結果に基づき、**TTT** 社に対し **BCB** の環境性能、モンゴルでの導入可能性について説明した。
- **TPP3** と **TPP4** は、供給熱量・発電量の需要に応えつつ、集じん装置・**CEMS** 等の適正な維持管理、燃焼調整等により排出基準も満たす運転に努めている。

#### 6. 大気環境管理サイクルのプラットフォーム強化（成果6に該当）

本プロジェクトでは、関係機関の連携協調体制の強化に重点をおいて、モンゴル側自身で大気環境サイクルを回せるような体制構築を進めてきた。法的枠組みや体制の強化に関する具体的な実績は以下の通りである。

- **MMHI** は、**JET** の **Euro 5** 燃料に関する提案を参考に **Euro 5** 燃料に関する規定を作成し、モンゴル政府議会に提案した。その結果、**Euro 5** 燃料に関する規定「**UB** 市内の大気質改善地域内で、**MNS** 最高ランクの燃料を販売し、それ未満の燃料の小売り・販売などを禁止する」が、**2022** 年 **4** 月 **22** 日付けで改定された大気法の **16.1.6** として追加された。
- **DAAEP** は、フェーズ2の汚染対策案の評価（**UB** 市全体への改良燃料の導入）を参考にし、独自に大気質改善地域規則の改定案を作成して、**UB** 市長理事委員会に提出した。

- 大気質改善地域施行規則（改定版）が 2019 年以降、ほぼ毎年 MET 大臣と UB 市長の共同命令として承認され、大気質改善地域施行規則の改定が実施されている。
- NCEPR の会議（各省庁の大臣・副大臣及び専門機関の局長ら）において、国家大気・環境汚染削減計画プログラムや政府決定等に基づいた実施対策計画（活動計画）と各対策の予算額について協議され、対策予算（国が決めた ME 大臣 work package）内で各対策の予算、実施期間、実施機関及び資金管理機関が NCEPR の決定として承認されている。その後、NCEPR において、大気汚染対策は国よりも UB 市主体で進めることが効果的との判断が下され、2023 年 12 月に NCEPR は解散した。2024 年 3 月に大気・環境汚染削減国家プログラムの費用分担の承認、権限が UB 市や MET 等に移譲され、今後はこれらの機関が主幹組織となって予算計画策定や資金配分が行われる。
- モンゴル国において、ウランバートル市における排出インベントリ作成からシミュレーションモデルを用いた対策案評価までの一連の流れの各機関の役割分担が明確になっていなかった。そのため、JET は『シミュレーションモデルによる大気汚染対策評価のための役割分担に関する共同実施契約』を作成する事を提案し、2023 年 4 月に同契約が DAAEP、NAMEM とモンゴル国立大学（NUM）の 3 者で締結された。
- 国連アジア太平洋経済社会委員会（UNESCAP）が Asia-Pacific Regional Action Programme for Air Pollution の一環として High-Level Forum on Clean Air を 2023 年 3 月 2 日から 3 日にかけてモンゴル国で開催し、UNESCAP と MET が主催した。開催にあたり MET から各ドナーに対して大気汚染対策に関わるドナー連携を依頼した。また、2023 年 3 月の同フォーラムの前に「サブ会合」を開催するため、MET はサブ会合の協力を各ドナーへ依頼し、同年 2 月に国連児童基金（UNICEF）が主催して Air pollution, scientific evidences and solutions Science and technology conference が実施された。

#### 【パイロット事業】

パイロット事業に関連する活動は表 4 に示した手順に沿って、PDM 上の活動項目を有機的に連携させながら実施した。

表 4 パイロット事業に関する活動手順

手順	PDM 上の 活動 番号	内容
1	3-3	DAAEP と関係機関が、選択されたパイロット事業の実施計画（改良燃料、HOB、信号制御、エコドライブ、RSD、ポータブル排出ガス測定機による自動車取締り、DPF、低硫黄燃料及び低排出ガス自動車の導入等）および関連業務指示書を策定する。
2	4-3	関係機関がパイロット事業選定のために協議を行い、承認する。
3	5-4	関係機関が JET の支援により、活動 3-3 で策定した実施計画に従ってパイロット事業を実施する。
4	5-5	関係機関が JET の支援により、パイロット事業結果を評価（排出削減および大気環境、住民暴露の観点から）及び教訓を分析する。
5	5-6	関係機関が JET の支援により、パイロット事業結果を NCEPR に報告する。
6	4-2	パイロット事業の関係機関が、技術ガイドラインを作成し、活用する。
7	4-5	NCEPR、または、自然環境・気候基金などのモンゴル政府において大気汚染対策への資金配分を担当する部署がプロジェクトの成果やパイロット事業の成果を活用する。
8	4-4	NCEPR と関係機関がパイロット事業を本格事業として承認する。
9	6-8	パイロット事業の関係機関が JET の支援により、パイロット事業の実施に基づく大気汚染対策の計画・実施・評価に係る業務手引書を作成する。

### 1) パイロット事業の選定・合意

本プロジェクトは、モンゴル国の政策に合わせて以下の 6 つのパイロット事業を選定した。

フェーズ 2 までの協力の結果、ゲル地区の冬季の大気汚染の原因が主にゲルや戸建てで使われる家庭用小型ストーブ（ゲルストーブ、改良型ストーブ）からの排出であることが明らかになったことから、家庭用小型ストーブの燃料を転換する事により大気汚染が改善されるという視点で家庭用改良燃料をパイロット事業の一つとして選定した。

自動車の大気汚染対策については、自動車自体は日々技術が進歩しており 10 年単位で自動車が入替わるが、できるだけ早く自動車対策を実施した方が良いという観点で以下の 5 つを選定した。

1. 自動車からの大気汚染物質の排出を抑制するための信号制御の運用変更
2. 高硫黄燃料を使用した場合、排出ガス低減に係る部品等に悪影響を与えて車両の故障などの要因になるため、低硫黄燃料の導入
3. 自動車発進時に排出される汚染物質の割合が最も多いため、発進時の大気汚染の排出の低減に大きく寄与するエコドライブ
4. ディーゼル車からの PM 排出の低減のための PM 低減装置（DPF 等）設置の普及
5. 1 台毎の自動車の排出基準取り締まり検査に時間を要するため、走行する車両の排出ガスを次々に瞬時に計測し、評価が可能な RSD を用いた運行規制をモンゴル国で導入

本プロジェクトでは各関係機関との協議や JCC での協議を通じて、上記 6 つのパイロット事業の実施について合意した。

## 2) 各パイロット事業の実施・成果

### 1. 家庭用改良燃料

石炭を主原料とする PM 排出量と SO<sub>2</sub> 排出量が少ない改良燃料の試作及びバイオマスの供給可能性調査を実施し、将来モンゴル側が本格事業に移行することにより、ウランバートル市全体での環境負荷の少ない改良燃料の製造、普及を通じて、大気汚染物質の削減に繋げることを目的とした。

国策として製造している TTT 社の改良燃料と同じミドリリングを原料に使用しなければならない制約下において、バイオマス石炭混合ブリケット (BCB) を製造した。BCB は、TTT の既存の改良燃料に比べ着火性、燃焼性、脱硫性の点で優れ、改良型ストーブにおいて MNS5216:2016 のストーブの排出基準の項目を全て満たすことが確認できた。

バイオマスは Tuv 県、Khentii 県、Selenge 県及び Bulgan 県から合わせて年間 20 万トン、その中で UB 市近隣の Tuv 県から 11.5 万トンのバイオマスの供給が可能な事が判明した。しかしながら、UB 市の冬季の需要量である 65 万トンの BCB を製造した場合、TTT 社の改良燃料の 2023 年の計画のコストに比べ製造コストが 22%高くなることが判明した。

### 2. 信号制御

近年、ウランバートル市内の自動車交通量は増加傾向であり交差点交通容量が低下し交通渋滞が悪化している。このため、交通工学に基づく定量的な信号制御の改良に係る技術移転により、交差点交通容量を増加させることにより、渋滞緩和に伴い自動車からの大気汚染物質低減を図ることを目的とした。

UB 市交通管制センター (TCC) 職員は JET とともに、交通量調査の結果に基づき UB 市中心部の 17 交差点の信号機の時間帯別の灯火時間の見直しを検討し、うち 10 交差点の灯火時間の調整を実施し、信号調整前後の交通状況の変化について交通量、渋滞長、旅行時間、信号への介入の観点で検証した。その結果、信号調整による部分的な効果が見られた。しかしながら、信号調整だけで交通状況の根本的な改善は難しく、信号現示の変更、車線の整理、道路整備、公共交通機関の整備、交通需要調整、交通マナーの向上などの複合的な対策が必要である。

### 3. 低硫黄燃料の導入

低硫黄燃料 (Euro 5 燃料) は、Euro V (バス、トラック) や Euro 5 (乗用車) などの厳しい排出ガス規制に適合している自動車に必要不可欠であり、もし、硫黄分が高い燃料 (Euro 2 燃料) を継続的に使用した場合、燃料中の硫黄により排出ガス低減装置等が劣化や故障し、PM、NO<sub>x</sub>、CO、HC などの大気汚染物質の増加や、故障により自動車の使用ができなくなる場合がある。

モンゴルでは高硫黄の自動車燃料が販売されていた。そのため、自動車からの排出量削減を目指した低硫黄燃料の導入および普及させるため、ガソリンスタンドで販売されている燃料の

硫黄分の検査、法整備や普及活動の広報のため、硫黄分を低減した際の SO<sub>2</sub> の低減量の試算、日本の導入経緯や法整備の紹介を通してモンゴルでの法整備と普及活動を MMHI と実施した。

燃料の硫黄成分検査では、硫黄分が 1000ppm 以上の高濃度な燃料を販売している事が判明し、Euro 5 燃料（低硫黄燃料）の導入促進のため、普及活動を実施した。低硫黄燃料（Euro 5 基準燃料）の導入については、2022 年 4 月 22 日付の大気法の改定で大気法 16.1.6 に UB 市内の大気汚染改善地域内で Euro 5 基準（モンゴルでは K5）燃料の使用を定めることが追加された。これによりパイロット事業が本格事業として承認された。

しかし、Euro 5 基準の燃料と通常燃料との価格差があり、Euro 5 燃料の販売量は徐々に増えてきているが普及が進んでいない状況である。

#### 4. エコドライブ

エコドライブとは、急発進や急加速・急減速などの自動車のエンジン負荷を高くなるような運転をしないことで、自動車から排出される大気汚染物質や燃料消費量を低減する運転である。エコドライブは、その境域を受けることのみで特別な機器等の導入をすることなく、大気汚染物質や燃料消費量の低減や交通安全にも寄与する自動車対策である。

汚染物質は自動車発進時に最も排出される割合が多いため、発進時の大気汚染の排出の低減に大きく寄与するエコドライブを普及させるため、エコドライブの効果計測のための車載型排ガス計測やエコドライブの支援機器を取りつけたエコドライブ講習を実施した。

乗用ガソリン車、乗用ハイブリッド車、小型トラック軽油車の 3 台でエコドライブ実施した結果、大気汚染物質の排出削減効果があった。

#### 5. PM 低減装置（DPF）

DPF とは、ディーゼル車の排出ガス中の PM（煤）を捕集する装置である。自動車からの排出ガスは、MNS5014:2009 に規定されている排出基準（オパシメーターで 40%以下）を満たす必要がある。これらの基準を満たしていない古い排出ガス規制区分等のディーゼル車に DPF を搭載することで、PM 排出量を大幅に削減（80%以上）することが可能である。

JET は DPF の装着による車載型排出ガス計（車載計）を用いた PM 削減効果の測定結果を道路・運輸開発省（MRTD）に説明した。また、業務関連指示書を作成し、MRTD と打ち合わせをして、本格事業として PM 低減装置（DPF 等）の装着を義務づける自動車関連規制の整備を進めていくことで合意した。しかし、MRTD では、DPF が高価である、運用に費用がかかることを理由に導入が進んでいない。

DPF の PM 低減効果は、走行時の黒煙の減少や DPF を通した場合、通さない場合のガーゼテストからも非常に高い性能であることが確認された。一方、運用のための DPF 再生作業員が確保出来ない場合、既存の整備担当者だけでは毎日の運用は困難であることを再確認した。

#### 6. RSD

RSD は、走行する自動車の PM を含む排出ガスをリアルタイムに計測することが出来る装置である。この装置を用いることにより、車検時や路上検査時に車両を停止させてオパシメータ

で計測している方法に対して、効率的に PM 規制値を超過している車両を特定、規制することで高排出車両からの大気汚染物質を削減する事が可能である。

RSD を用いた運行規制をモンゴル国で導入するため、DAAEP と JET は RSD の設置及び計測を、国家道路交通センター (NRTC) がオパシティの計測を、交通警察がオパシティ計測のための車両の停止を分担し、協力して進めた。取得した RSD 計測値とオパシティの計測値から両計測値の対応関係を明らかにし、MNS5014:2009 に規定されている排出基準 (オパシティーで 40%) に対応する RSD の排出基準値を設定した。

本格事業の RSD 排出基準値を用いた運行規制の導入に向け、MNS5014:2009 に規定されている排出基準 (オパシティーで 40%) に相当する RSD の排出基準値 25 を設定するとともに、モンゴル国で RSD 機材を保有していない事や法整備が整っていないため、法整備案と RSD 計測のための技術ガイドラインを作成した。

今後、MRTD が RSD を導入するとともに、いつでも路上検査ができる体制を構築する必要がある。具体的には、MRTD 大臣令や UB 市長令の法整備を通じ、RSD を入手して路上検査を開始し、基準値を超過している車両に対しては、罰金の支払いや整備命令の発出、PM 減少装置の未装着のディーゼル車両に対する装着要求、基準を満たした車両への買い換えの推奨等が考えられる。

## (6) 成果の達成状況

本プロジェクトでは、成果別に達成度を評価するための指標が 2~5 項目設定されている。これらの指標に基づき、本プロジェクトの活動を通じて、成果 1 から成果 6 までの内、指標 3-1 及び指標 6-2 を除く成果指標を達成していることを確認した。合わせて、これらの活動成果を通じて、プロジェクト目標の内、指標 1 は達成、それ以外の指標は一部達成していることを確認した。確認結果の概要を表 5 に示す。

表 5 プロジェクト目標、成果の達成度

プロジェクト目標・指標	内容	達成度
目標：「実効性のある汚染対策の実施」と「DAAEP と国レベル、市レベルの関連機関との連携協調体制に」重点をおいて、ウランバートル市におけるモンゴル側の大気汚染対策能力が強化される。		
指標 1 パイロット事業の少なくとも 1 件が本格実施に採用される。	・パイロット事業の成果を踏まえ、政府は 2022 年 4 月 22 日付で大気法の 16.1.6 に UB 市内の大気質改善地域内で、MNS にて燃料中の硫黄分が少ない Euro 5 基準の燃料を販売し、それ以下の燃料の小売り・販売などを禁止する規定を追加した。	達成
指標 2 パイロット事業の教訓が意思決定機関の決定 (1 件以上) に活かされる。	・パイロット事業で実施した 10 箇所以外の UB 市内の信号においても、習得した技術の活用により、TCC が実施する信号への介入の減少、交通警察官による信号機の灯火を無視した交通整理の回数も減少した。また、交通警察による介入時間は最大で 240 秒までとい	一部達成

	う基準を設定できた。そのため、一時的ながら教訓が意思決定機関の決定に活かされた。 ・しかしながら、一時的な導入に留まり、UB市内に普及して目に見える成果を出すには課題が残る。	
指標 3 UB 市における大気汚染対策に関連する法令、条例、燃料基準、排出基準が遵守される (新たな基準設定が1件なされる。かつ既に存在する基準 MNS5043:2016 (4.2MW までの温水ボイラ・一般的な技術要件) または MNS5919:2008 (発電所、蒸気ボイラの排出許容濃度及び測定方法) の対象施設において Dust 濃度の排出基準の達成率が 70%となる)。	・大気法の 16.1.6 に UB 市内の大気質改善地域内で、MNS にて燃料中の硫黄分が少ない Euro 5 基準の燃料を販売し、それ以下の燃料の小売り・販売などを禁止する規定が追加された。法令は整備されたものの、遵守の面では課題が残る。 ・プロジェクト期間中に DAAEP が実施した 240 カ所の排ガス測定結果から Dust 濃度の排出基準の達成率は 70%超であることを確認した。	一部達成
成果・指標	内容	達成度
<b>成果 1：主要な発生源における排出モニタリング及び大気環境モニタリングの能力が強化される。</b>		
1-1 DAAEP や IACC により、標準法及び簡易法による排ガス測定に基づいたボイラ認定監査がプロジェクト期間中に 50%実施される。	・2018 年 11 月から 2022 年 12 月までに 206 箇所のボイラ排ガス測定が実施された。この数は登録されている全 HOB (2018 年 406 箇所) の 50.7%に該当する。	達成
1-2 DAAEP や関係機関が少なくとも 3 回の排ガス測定報告書を副市長に提出する。	・DAAEP の年次活動報告書に施設名、基準を満たしているかを含む排ガス測定結果が記載されている。2019 年 1 月、2020 年 1 月、2021 年 1 月、2022 年 1 月、2023 年 1 月、2024 年 1 月に報告を実施済み。	達成
1-3 DAAEP と NAMEM が連携して、主要汚染源からの排出モニタリングと大気環境モニタリング情報が定期的に関係機関に共有される。	・排出モニタリング情報は、DAAEP のホームページに TPP2、TPP3、TPP4 及び HOB からの排ガス測定結果を含む年次報告書が掲載されている。 ・連続排ガスモニタリングシステム (CEMS) データについては、MET が、オンラインシステムを維持すると共に、アクセスに必要なユーザ名とパスワードを関係機関に配布することで、共有が継続された。 ・大気環境モニタリング情報は、Agaar.mn や年報等を通じて定期的に関係機関に共有されている。	達成
1-4 CEMS の測定結果が年 1 回公定法と比較される。	DAAEP は TPP3 および TPP4 の排出ガスを適宜測定していたが、CEMS の測定結果との比較に必要な情報が保存・提供され、2023 年に比較が行われた。	達成
1-5 RSD 調査結果に基づき、UB 市内を走行する自動車の排出ガス測定実態の分布が少なくとも年 1 回作成される。	・2023 年 5 月～6 月に RSD 調査を実施し、UB 市内を走行する自動車の排出ガス測定実態の分布を作成した。	達成

<b>成果2：年間を通じて、汚染構造（特にPM）の分析や評価能力が強化される。</b>		
2-1 PM 発生源寄与解析結果が少なくとも3回報告される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>PM 発生源寄与解析結果に関する報告はJETが2022年8月26日の現地セミナー、2022年11月の本邦研修内講義、2023年4月12日の現地セミナーで実施した。</li> <li>2024年4月の総括セミナーではC/Pが発表者となり、他分野のC/Pも含めた関係者に対して解析結果を報告した。</li> </ul>	達成
2-2 年間を通じた大気モニタリング、排出インベントリや大気拡散シミュレーションモデル、PM発生源の特定結果等により集団曝露量等を含む汚染構造が少なくとも3回評価される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>大気汚染構造の評価は2018年と2020年に関しては2022年10月、2027年のBAUシナリオは2024年3月に実施済み。</li> <li>上記の集団曝露評価は2023年9月と2024年3月に実施した。</li> </ul>	達成
<b>成果3：大気汚染対策の技術的評価と実施準備を行う能力が強化される。</b>		
3-1 ゲル地区の家庭用改良燃料の排ガス測定方法の規格案及び品質規格がMASMに提出される。	<p>ゲル地区の家庭用改良燃料の品質規格はMNS5679:2019に改定され、その後MNS5679:2022に再度改定された。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>排ガス測定方法の規格については、現在UB市都市規格監視局が検討している。</li> </ul>	一部達成
3-2 パイロット事業の実施計画が少なくとも3件作成される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>第3回JCCにて改良燃料のパイロット事業の実施計画、実施場所の変更が承認された。</li> <li>自動車関連のパイロット事業は、2019年5月よりC/Pと協議しながら信号制御、エコドライブ、RSD、DPF、低硫黄燃料及び低排出ガス自動車のパイロット事業の実施計画書を作成した。</li> </ul>	達成
<b>成果4：大気汚染対策に関わるモンゴル側の意思決定プロセスが、DAAEP, NAMEM等の専門機関を活用することで、改善する。</b>		
4-1 大気汚染の状況分析、大気汚染対策の短・中・長期の戦略案（BAUの検討含む）、大気汚染対策の評価（実施済みおよび案）が少なくとも2回意思決定機関に提言される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>2022年12月の第8回JCCで2018年と2020年の大気汚染構造の評価からモンゴル国の国策の生石炭から改良燃料に燃料転換した事による大気汚染対策の評価及び更なる改良に関する提言を行った。</li> <li>2023年11月に副市長に対してモンゴル国の国策の生石炭から改良燃料に燃料転換した事による大気汚染対策の評価を提言した。</li> <li>2024年4月に副市長に、TTT社の既存の改良燃料とプロジェクトで製造したBCBの比較、BCBを導入した場合とストーブを変更した場合の大気汚染対策の比較結果を提示した上で、その効果について提言した。</li> </ul>	達成
4-2 パイロット事業及びプロジェクトの成果が国家環境汚染削減プログラムの改訂あるいは実施・不実施の決定に1件以上利用される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>2022年9月にNCEPR事務局が自動車の大気汚染対策として添加剤の導入を計画していた。プロジェクトは車載計を用いて添加剤による大気汚染物質削減効果があるかを調査し、効果がないことが明らかになったため、添加剤による大気汚染物質削減効果報告書をNCEPR事務局に提出した。NCEPRは</li> </ul>	達成

	自動車の大気汚染対策として実施しないことを決定した。	
<b>成果 5：主要な汚染源において PM、二酸化硫黄及び窒素酸化物排出削減のため、大気汚染対策が促進される。</b>		
5-1 プロジェクトの C/P-WG で選択された少なくとも 3 件のパイロット事業が行われる。	・家庭用改良燃料、信号制御、低硫黄燃料の導入、エコドライブの普及、PM 低減装置（DPF 等）、RSD の 6 つのパイロット事業が 2019 年 7 月から 2024 年 3 月にかけて実施された。	達成
5-2 各パイロット事業の結果（PM、二酸化硫黄及び窒素酸化物の排出削減、大気環境改善及び暴露）が、関係機関に公表される。	・各パイロット事業の結果に基づいた、大気汚染対策の評価について、2024 年 3 月 13 日にモンゴル側担当者を集めたセミナーを開催した。このセミナーでは改良燃料及び自動車パイロット事業の結果に基づいた排出量削減、濃度低減、暴露に関する評価結果を発表した。	達成
<b>成果 6：成果 1-5 の達成のために、法的枠組み、資源配分、および調整機能（大気環境サイクルのプラットフォーム）が強化される。</b>		
6-1 関連する法令・規則（燃料規制、排出基準、MNS、市条例等）の案が少なくとも 3 件提出される。	以下に示す 4 件の案が提出され承認された。 1) 生石炭使用禁止に関するモンゴル政府の 2018 年第 62 閣議決定の更新の承認、2) 大気質改善地域施行規則の改定、3) UB 市長の 2022 年 3 月 9 日付第 A/346 号市長令「一酸化炭素中毒リスクについて」、4) UB 市内の大気質改善地域内で、MNS にて最高ランクの燃料を販売し、それ以下の燃料の小売り・販売などを禁止する規定が追加された。	達成
6-2 プロジェクトによる技術審査ガイドライン等の成果を活用して、大気汚染対策への資金配分を担当する部署が 3 件以上の大気汚染対策事業や技術に資金を配分する。	・技術審査ガイドラインは 2024 年 6 月に完成した。 ・2023 年 12 月末に NCEPR が解散となった。未だ大気汚染対策に係る部署や担当分野が定まっておらず、資金配分を担当する部署も決まっていない状況である。	一部達成
6-3 本プロジェクトに係る大気汚染対策について各関係機関の役割分担に係る協定が少なくとも 3 件締結される。	以下に示す 4 件が締結された。 1) 2019 年 11 月 13 日付第 346 号道路交通開発大臣令に自動車の排出ガスと UB 市ガソリンスタンドにおいてガソリン、軽油の監査測定を実施し、煙（排ガス）の削減対策を検討及び作成評価の業務を果たす作業部会が設置された。 2) 2021 年 11 月 19 日付 NAMEM 長官命令 A/199 において、ウランバートル市大気環境中 PM 試料採取実施作業部会が設置され役割分担が決まった。 3) 『排出インベントリの作成、シミュレーションモデルのモンゴル側の役割分担に関する共同実施契約』が 2023 年 4 月に締結された。 4) 2022 年 2 月 16 日付 ME 大臣令第 A54 において「改良型固形燃料の技術仕様 MNS5679:2019」の改定、提案及び報告書を	達成

	作成する製品の品質に関する作業部会が設置された。	
6-4 大気汚染対策の計画・実施・評価に係る業務手引書が、関係機関に配布される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パイロット事業の結果を踏まえ、2024年5月に業務手引書を完成させた。</li> <li>・業務手引書をMET、DAAEP等の機関に配布した。</li> </ul>	達成

## (7) フェーズ1からの成果、副次的な効果

### 1) 固定発生源の排ガス測定

DAAEP に対しては、主にフェーズ1、2で機材を供与し、測定できない状況から世界標準の測定方法での測定を可能とする人材育成を実施してきた。その結果、フェーズ2の時に彼ら自身で燃料の燃焼試験が必要との認識の下、供与した機材を用いて燃焼試験室を建設した。フェーズ3期間中にDAAEPは、測定精度を担保できるISO17025の認定を取得する事を検討し2022年4月28日にモンゴルで初めてとなる固定発生源排ガス測定に関するISO17025:2017の試験所認定を受けた。

HOBや火力発電所等のDustを含む固定発生源排ガス測定を実施できる機関はモンゴル国でDAAEPだけであり、DAAEPの組織がモンゴル国内で認知されつつある。実際、UB市以外の地方のセレンゲ県、ドゥンドゴビ県、エルデネト市とダルハン市などから依頼があり、ボイラの排ガス測定を実施している。

また、ストーブ用燃料を燃焼した際の排ガス測定を実施できるのはDAAEPだけであることから、2022年はME、UB市やTTT社等の製造業者の依頼で改良燃料とミドリリング合わせて合計70件、2023年はME、NCEPR、UB市議会やTTT社等の製造業者の依頼で着火剤と改良燃料合わせて、合計66件の燃焼試験を実施している。2021年以降燃料燃焼試験室での燃料の測定依頼が多くなってきている。

### 2) AQMS

2009年、ドイツ国際協力公社(GIZ)の供与・トレーニングにより、DAAEPが4局のAQMSの管理・運用を開始した。2010年、フランスの借款により、NAMEM/CLEMが6局のAQMSの管理・運用を開始した。支援の重複を避けるため、JICAとUB市は、2010年からのフェーズ1において、AQMSに関する供与・活動を行わない計画で合意した。しかし、フェーズ1の結果、AQMSの維持管理・データ活用が不十分であることが判明したため、フェーズ2・3においてAQMSに関する活動に合意し、以下の改善が実施された。

1. データ公開システムの開発・運用開始: NAMEM、CLEM、DAAEP、JET等の協力、AstVision社へのモンゴル国からの委託等により、AQMSのデータ公開システム <http://agaar.mn/> が開発された。データ表示装置が、測定局近くの道路沿い、MET・NAMEM・市役所等の玄関に設置された。以下の副次的な効果があった。
  - (i) データ回線変更: NAMEM/CLEMのAQMSは、ULUSNETブランドのWiMAX圏内はWiMAXサービスにて、圏外のUrgakh Naran AQMSはアナログ電話回線にて、データ

が送信されていた。アナログ電話回線ではエラーが多発していたため、モバイルデータ通信に変更し、VPN 網を構築することで、問題を解決した。リモートで各測定機の状態を確認できるようになり、遠隔地の AQMS の維持管理効率化にも寄与した。また、WiMAX が停波した際、他の全ての AQMS も、モバイルデータ通信と VPN 網を用いる方法に変更されている。

- (ii) DAAEP の AQMS は、測定機やデータ転送自体の問題に加えて、電気代・通信費未払い、調達遅れによる消耗品不足等の問題も発生していた。管理職や副市長等にも欠測がわかるようになった結果、事務レベルの問題は迅速に解決されるようになった。
2. ゲル地区の大気汚染状況の把握：特に、平野部が狭く逆転層により汚染物質が蓄積しやすい市の北側のゲル地区は大気汚染が高濃度になりやすいと想定された。しかし、2009 年から 2010 年に設置された AQMS はゲル地区とアパート地区の境界などには設置されたものの、ゲル地区の中には設置されなかった。また、4-n Zam（西交差点）を挟んで約 100 m の距離で AQMS が 2 つ設置されていた等、機材を有効に活用できる分布とはいえない状態にあった。まず、隣接 AQMS の再配置により、ゲル地区に 2 つの AQMS（Tolgoit と Amgalan）が開設された。2016 年の Bayankhoshuu AQMS の設置の結果、アパート地区より格段に高濃度であることが判明した。
3. 関係者の連携：CLEM の AQMS 維持管理担当者は、EANET<sup>6</sup>の測定局維持管理トレーニングで得た知識や、機器供給者を活用することにより、様々な問題に対処し、ノウハウを蓄積し、後継者の育成も行っている。DAAEP の担当者は、交代時の引継ぎ期間が 1 週間程度と短いこともあったため、問題が発生しても、ノウハウがなく、相談相手もない状態から始まっている。プロジェクトの中で、CLEM の担当者、JET、供給者等の支援を得ながら解決すればよいことを理解した。

### 3) 排出インベントリ・シミュレーション

フェーズ 1 開始以前は発生源別に排出量を把握できていなかった。本プロジェクトでの人材能力の育成で排出インベントリ作成能力が向上したため、DAAEP は、2014 年以降ほぼ毎年大気汚染物質排出量を計算し、排出インベントリ年次報告書を作成できている。作成された排出インベントリは、本プロジェクトでの大気拡散シミュレーションモデルのみならず、IRIMHE が構築した 72 時間先の大気汚染予報のインプットデータに活用されている。

また、モンゴルで 2016 年度から 2018 年度までの 3 年間実施された、クリーン・エア・アジア（CAA）による「IBAQ Programme (Integrated Programme for Better Air Quality in Asia)」で排出インベントリマニュアルが作成された。排出インベントリマニュアルでは、フェーズ 1 及び 2 での活動による計算手法を、モンゴル国全体に横展開する形となっており、石炭燃焼起源

<sup>6</sup> 東アジア酸性雨モニタリングネットワーク（EANET）。CLEM の AQMS 維持管理担当者は、EANET のモンゴル国内の測定機の維持管理も担当しており、その維持管理のために AQMS 用自動測定機の維持管理トレーニングを受けてきていた。

の排出係数は、モンゴルでの排出実態を反映させているフェーズ 2 の報告書に掲載されている値を適用している。

NAMEM は、この排出インベントリマニュアルをモンゴルでの正式なマニュアルとして出版した。現在、UB 市以外の県での HOB などの発生源からの排出量が計算されている。今後、NAMEM は各県での家庭用小型ストーブからの排出量を計算できるようにする意向であった。

フェーズ 1、2 において、大気拡散シミュレーションの結果から冬季の PM<sub>10</sub> と PM<sub>2.5</sub> の大気汚染の主な原因は、ゲル地区の家庭用小型ストーブからであることが解明されたことから、冬季の大気汚染対策として、改良燃料の導入をモンゴル側に提案していた。その結果、2017 年 3 月 20 日モンゴル国閣議決定 No.98 大気・環境汚染削減国家プログラムにゲル地区への基準を満たした改良燃料の供給、2018 年 2 月 28 日モンゴル国閣議決定 No.62 号で 2019 年 5 月 15 日からの生石炭の使用禁止が決まった。

## (8) キャパシティ・アセスメント (CA)

個人レベルのキャパシティは、以下の点から能力が向上していると判断できる。

- ・ 2023 年 2 月に UNICEF 主催による Air pollution, scientific evidences and solutions Science and technology conference が実施された。CLEM、IRIMHE など C/P-WG メンバーらが発表した。
- ・ Asia-Pacific Regional Action Program for Air Pollution による High-level Forum on Clean Air において C/P の NAMEM の 2 名がモンゴルにおける大気汚染状況の報告と大気環境測定のネットワークについて発表した。
- ・ 2024 年 4 月のプロジェクト総括セミナーにおいて DAAEP、TCC、MRTD、NAMEM 等 C/P-WG メンバーらが発表資料を作成し、セミナーでプロジェクト活動について発表した。

組織レベルのキャパシティは、以下の点からモンゴル側の自立的な努力で着実に強化されていると判断できる。

- ・ フェーズ 2 において DAAEP は予算をほとんど確保していなかったが、現在は大幅に毎年予算が確保され、固定発生源の排ガス測定や AQMS の消耗品の購入、機材の修理、機材の更新などの維持管理が実施されている。
- ・ モンゴル国として新規に大気環境モニタリング局を 8 局新設している。
- ・ DAAEP はモンゴル国における認定機関の Mongolian National Accreditation System (MNAS) に固定発生源排ガス測定に関して ISO17025:2017 の試験所認定を申請し、2022 年 4 月 28 日に試験所認定を受けた。
- ・ Asia-Pacific Regional Action Program for Air Pollution による High-level Forum on Clean Air が 2023 年 3 月 2 日から 3 日にかけて開催された。主催は MET、UNESCAP、国連環境計画 (UNEP) である。

社会レベルのキャパシティは、以下の点から大きく向上したと判断できる。

- ・ フェーズ 2 に比べ、固体燃料を評価するには燃焼試験を実施し、その結果を基に評価すべき事がモンゴル側に定着してきた。また、UB 市では排ガス測定結果を基にボイラが排出基準を満たしているかを確認するための監査を実施していたが、地方での排ガス測定も同様に実施されるようになった。具体的には DAAEP の燃料燃焼試験室で ME や NCEPR 及び TTT 社等からの依頼で 2023 年は 66 件の改良燃料や着火剤の燃焼試験を実施した。また、UB 市大気汚染対策庁の排ガス測定が世間に認知され、地方からの依頼があり、セレンゲ県、ドゥンドゴビ県、エルデネト市とダルハン市のボイラの排ガス測定を実施した。

個人レベルに関しては客観的に個人の能力の向上度合を評価することから、C/P 及び C/P-WG メンバーへのインタビューや技術評価を行い、プロジェクト開始から事業完了までに、各活動の CA を 7 回実施した。また、プロジェクト実施前後の主要モンゴル側関係機関の DAAEP と NAMEM の管理職に対して組織と社会レベルの能力変化を比較するため、2022 年 3 月及び 2023 年 3 月、2024 年 3 月に、自己診断形式で、組織レベル及び社会レベルの CA を実施した。CA の結果を以下の表 6 に示す。

表 6 CA の結果

	能力向上が高い分野	能力向上が低い分野
個人レベル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 固定発生源排ガス測定</li> <li>・ 大気環境測定局の維持管理</li> <li>・ 自動車排出ガス測定</li> <li>・ PM 発生源寄与解析</li> <li>・ 排出インベントリの作成</li> </ul>	
組織レベル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ DAAEP の予算確保</li> <li>・ DAAEP の固定発生源排ガス測定</li> <li>・ CLEM と NAMEM の PM 発生源寄与解析</li> <li>・ DAAEP と他の機関との連携</li> <li>・ ドナーとの連携</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動車排出ガス測定に課題が残る。</li> <li>・ DAAEP のインベントリ更新の体制維持のための支援要員の確保に課題が残る。</li> </ul>
社会レベル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 燃焼試験結果に基づく固体燃料の評価</li> <li>・ 固定発生源排ガス測定の監査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動車排出ガス測定及び排出インベントリ・シミュレーションの人材を育成するプログラムに課題が残る。</li> </ul>

また、フェーズ 3 を開始した 2018 年 11 月から 2024 年 4 月までの期間において、これまで人材育成してきた人数の実績を表 7 に示す。

表 7 人材育成数

年度	行政官	行政官、住民、作業員等
2018	34 名	38 名
2019	54 名	54 名
2020	100 名	100 名
2021	68 名	69 名
2022	61 名	84 名
2023	67 名	97 名
2024	26 名	31 名

### (9) プロジェクト終了後のモンゴル側の課題

これまでのプロジェクトの結果を踏まえ、モンゴル側が主体的に取り組むべき大気汚染対策を、大規模・中規模固定発生源、小規模固定発生源、移動発生源に分けて表 8 に示す。

表 8 モンゴル側が主体的に取り組むべき大気汚染対策

1. 大規模・中規模固定発生源対策	(1) 火力発電所対策 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 総発電量及び温水供給量の増強対策（引き続き実施する）</li> <li>・ 既存火力発電所の大気汚染対策の改善</li> <li>・ 火力発電所の新設時の大気汚染対策の徹底</li> <li>・ 送電網の強化と送配電効率の改善</li> </ul>
	(2) HOB 対策 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ HOB を廃止し、中央温水供給への接続（引き続き実施する）</li> <li>・ 集塵装置の設置（引き続き実施する）</li> <li>・ 大規模熱供給施設を新設して HOB を廃止（引き続き実施する）</li> </ul>
2. 小規模固定発生源対策	(1) 家庭用改良燃料 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 以下の手順を経た上で燃料の選定を行う。               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ DAAEP の燃料燃焼試験室で同じ燃料に対して少なくとも 3 回以上燃焼試験を実施して代表性のあるデータに基づき燃料を選定する。</li> <li>➢ PM と SO<sub>2</sub> の排出係数が低いものを選定する。</li> <li>➢ 着火性や燃焼性の悪さなどの欠点が少ない燃料を選定する。</li> </ul> </li> </ul>
	(2) 家庭用ストーブ <ul style="list-style-type: none"> <li>・ CO 中毒の恐れのある旧型ストーブや MNS5216:2016 の基準を満たしていないストーブの販売及び使用を禁止にする。</li> </ul>
	(3) 既存の家庭用燃料から更なる代替燃料の導入 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ BCB の導入</li> <li>・ 都市ガスの供給               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ LPG 供給体制整備、UB 市のガス配管整備、ガスの安全指針、ガス利用者への安全教育</li> </ul> </li> <li>・ 電気化</li> <li>・ 天然ガスや DME への燃料転換</li> </ul>
3. 自動車対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動車排出ガスによる大気汚染の防止、渋滞の時間損失に伴う経済的損失の拡大阻止</li> <li>・ Euro 5 燃料及び低排出ガス車の普及促進</li> <li>・ RSD を用いた高排出ガス車規制の実施</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ <b>UB</b> 市内の全信号機の適切な信号制御改良とその継続的な見直し</li> <li>・ 道路対策 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 道路標識及び車線区分の見直し</li> <li>➢ 道路構造の適正化、道路ネットワークの見直し</li> </ul> </li> <li>・ 次世代の交通システムの新設 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ メトロ、モノレール、<b>BRT</b> など</li> </ul> </li> </ul>
--	--

プロジェクト及びモンゴル側の実施により可能となった活動と今後必要となる取り組みを表 9 に示す。

表 9 モンゴル側で実施できるようになった活動と今後の必要となる取り組み

	モンゴル側で実施できるようになった活動	今後モンゴル側が必要となる取組
主要技術 移転項目	固定発生源排出ガス測定	測定体制の維持
		測定機材の更新費用確保
	大気環境モニタリング 大気環境情報の公開	メンテナンス体制の維持
		分析機材のメンテナンス費用と分析機材の更新費用確保
	排出インベントリの定期的更新	排出インベントリ更新体制の維持
大気汚染 対策	改良燃料の製造 燃焼試験室における様々な改良燃料の 燃焼試験	更なる改良燃料の品質向上 改良燃料のコストダウン及び調達費用の 継続的な確保
	信号制御の運用変更に関する基本的な 理解	<b>UB</b> 市全体への信号制御の変更と運用変更
	低硫黄燃料の理解とその必要性及び低 排出ガス車の車両諸元とその普及の必要 性	<b>Euro 5</b> 燃料の調達及び普及
	エコドライブへの理解	供与機材を用いた市民や事業者への普及 啓発活動
	<b>RSD</b> の運用とその結果を用いた高排出 車対策	<b>RSD</b> の調達と同機材を用いた自動車排出 ガス規制の法整備
		大気汚染対策に係る継続的な予算確保
		将来的な都市ガス網の整備

## (10) プロジェクト完了後の上位目標の達成のために

### 1) 上位目標達成の見通し

プロジェクトの上位目標及びその指標を表 10 に示す。

表 10 プロジェクトの上位目標及びその指標

プロジェクトの上位目標	UB市の大気環境改善に向け、主要発生源における汚染物質の排出削減が促進される。
指標 1	家庭用小型ストーブ及び自動車からの汚染物質の排出量が、BAU ケースと比べてPM <sub>10</sub> が43%、SO <sub>x</sub> が65%削減される。
指標 2	プロジェクトの成果が次期「大気・環境汚染削減国家プログラム」等の政策・戦略及び関連する法令・規則に反映される。

本プロジェクトは UB 市の大気汚染物質排出削減対策の強化に貢献することが期待されている。モンゴル側で実施中の大気汚染削減対策の他、プロジェクトの成果を活用して対策をすれば、更なる汚染物質の排出削減効果が期待できる。上位目標の指標 1 は、パイロット事業で試作・評価した BCB への燃料転換、低硫黄燃料と公共バスの低排出ガス車の転換、RSD の運用を本格事業として運用し、高排出車が利用されなくなるの 3 つが完全に実施されれば達成する見込みである。

上位目標の指標 2 は、例えばパイロット事業が次期「大気・環境汚染削減国家プログラム」に採用され本格実施される、改良燃料の排ガス測定方法の規格化がなされるなど、プロジェクト終了後も継続して大気汚染対策の取組が進展すれば、達成される見込みである。

## 2) 上位目標の達成に向けた課題

モンゴル側が 3 つのパイロット事業を本格事業として実施するにあたり、予算措置と法整備の課題を表 11 に整理した。大気汚染対策には予算がかかることからモンゴル側での予算措置が特に必要である。

表 11 予算措置と法整備等

事業名	必要な予算措置	必要な法整備等
BCB	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ UB 市に供給可能な BCB 製造費の確保（製造費の増加分担保）</li> <li>・ BCB 向け製造ライン改修に必要な予算の確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 石炭とバイオマスの各々の品質規格はあるのでバイオマスと石炭の改良燃料を混合した場合の品質規格及び家庭用固体燃料を燃やした際の排出基準の制定</li> </ul>
低硫黄燃料と低排出ガス車（公共バス）の普及	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ EURO V あるいは VI バスへの完全移行に必要な調達費用の確保</li> <li>・ EURO V あるいは VI バス用 EURO 5 燃料の予算確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 低排出ガス車の普及に必要な法整備</li> </ul>
RSD の運用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ RSD 調達予算の確保（約 20 万ユーロ）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ RSD 導入に伴う法制度の整備</li> </ul>

## 3) 上位目標達成のためのモンゴル側の必要な実施体制と今後求められる実施計画

3 つの対策は複数年に亘り UB 市と国の機関が連携して実施する必要がある。次期国家プログラムにこれら 3 つの対策が入ることにより、計画的に事業実施する事が期待できる。

**(i) BCB**

UB市による製造体制の構築及びDAAEPによる輸送・販売体制の継続が必須である。

バイオマスを保管する倉庫やバイオマスを乾燥・粉砕する施設の新設及び既存の製造ラインをBCB用製造ラインに改修等、製造体制を構築する事が求められる。

バイオマスが調達可能な事が判明したが、バイオマスを継続的・安定的に調達できるための調達先の確保と輸送体制を構築する事が求められる。

改良燃料の製造には高価な中国製のバインダーを使用している。モンゴル国内でバインダーの原料となるジャガイモは大量に生産されている事からモンゴル国内の製造業の発展のためにも国内製造業者を支援し、国内生産のバインダーを利用する事が望ましい。

安定的な調達とその輸送体制の構築は、バイオマスを用いた改良燃料の製造コストを低減させる効果も期待できる。

**(ii) 低硫黄燃料と低排出ガス車の普及**

Euro 5 燃料は、輸入量は増加傾向であるが、依然として安定した需要が見込めないため、一定の輸入量の確保に留まっていることが課題である。MMHIが、本プロジェクトで活動支援してきたEuro 5 燃料の調達輸入量の増加に向けた消費者への啓蒙活動を継続し、安定的な輸入のための輸入国の分散やモンゴル国内に建設中の製油所の稼働等を並行して進める体制が望ましい。

モンゴルの国内に登録（保有）される自動車の割合は、そのほとんどが輸入中古車である。また、新車販売に関しても自動車の排出ガスの法整備ができていない。そのため、MRTDが低排出ガス車の普及に必要な新車や中古車についての基準や法整備を推進する事が望ましい。

**(iii) RSDを用いた自動車路上検査**

RSDの導入より、現状の路上検査に比べ検査員の大幅な負担無く大量に検査を実施することが可能となる。そのため、RSDとオパシメーターを用いた路上検査による高排出車取締規制の法制度の確立とMRTDによるこれらの路上検査体制構築が望ましい。



## 写真集

UB 市の大気汚染の状況	
	
<p>ゲル地区でのストーブの燃焼によって発生した煙と上空に漂う煙 2018年12月9日撮影</p>	<p>夕方の交差点での交通渋滞 2022年9月26日撮影</p>
	
<p>冬季のヤルマグ地区の大気汚染状況 2022年12月7日撮影</p>	<p>大気汚染が酷くないときの状況 2022年9月23日撮影</p>
キックオフセミナー、C/P-WG 会合、JCC	
	
<p>キックオフセミナー (2018年12月10日)</p>	<p>第1回 JCC (2018年12月12日)</p>
	
<p>第7回 JCC (2022年6月9日)</p>	<p>第11回 JCC (2024年5月16日)</p>

広報・啓発活動



現地メディアにインタビューを受ける澤木副  
総括  
2019年3月13日放送



現地メディアに測定機材を説明する DAAEP  
職員  
2019年3月13日放送



TBS のインタビューに応じる田畑総括  
2024年2月13日放送



現地メディアに Euro 5 燃料の導入の重要性  
を説明する佐藤専門家  
2024年4月23日放送

副市長及び関係機関との協議

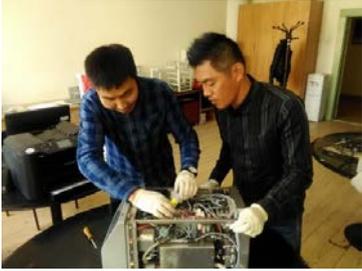
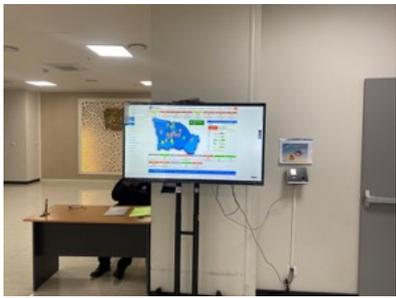


副市長との協議  
2023年11月9日撮影



CLEM との協議  
2024年2月5日撮影

成果1 発生源における排出モニタリング及び大気環境モニタリングの能力強化

	
<p>排ガス測定機器のメンテナンス 2019年5月29日撮影</p>	<p>煙突に排ガス測定機器を付けている職員 2020年2月12日撮影</p>
	
<p>JET から担当職員へ認定証の授与 2021年11月18日撮影</p>	<p>自動車排出ガス測定センサー 2021年11月9日撮影</p>
	
<p>車載型自動車排出ガス測定装置 2021年11月16日撮影</p>	<p>自動車排出ガス測定データ解析セミナー 2019年10月21日撮影</p>
	
<p>DAAEP 担当職員によるメンテナンス作業 2022年2月22日撮影</p>	<p>UB 市新庁舎玄関に設置した大気汚染情報掲示システム 2024年4月10日撮影</p>

成果2 汚染構造の分析や評価能力の能力強化



PM サンプラーの設置  
2021年11月23日撮影



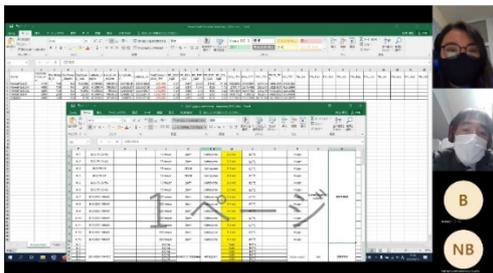
採取したろ紙の取り外し  
2021年11月24日撮影



本邦研修参加メンバー  
2022年11月22日撮影



PM 発生源寄与解析最終結果報告セミナー  
2023年12月22日撮影



オンラインによる排出インベントリ更新実習  
2022年1月12日撮影



シミュレーションモデル実習  
2022年3月11日撮影



DAAEP 職員へ対する排出インベントリ作成の指導  
2023年3月23日撮影



パイロット事業結果に基づく対策案評価に関するセミナー  
2024年3月21日撮影

成果 3～6 改良燃料パイロット事業

	
<p>TTT 社作成の改良燃料 2022 年 2 月 21 日撮影</p>	<p>供与された粉砕機 2021 年 12 月 8 日撮影</p>
	
<p>粉砕機によるおがくずの粉砕 2022 年 8 月 30 日撮影</p>	<p>パイロット事業にて作成された BCB 2022 年 9 月 13 日撮影</p>
	
<p>2023 年冬季の検証調査を実施したゲルキャンプ場 2023 年 1 月撮影</p>	<p>ゲルでの燃焼試験 2022 年 12 月撮影</p>
	
<p>BCB 燃焼試験実施準備 2023 年 11 月 1 日撮影</p>	<p>小柳専門家による BCB 燃焼試験に関する指導 2023 年 11 月 1 日撮影</p>

成果 3～6 自動車パイロット事業



再委託による交通現象調査の実施  
2019年9月19日撮影



供与された蛍光 X 線硫黄分析装置  
2021年11月11日撮影



DPF 移設作業  
2022年6月4日撮影



供与されたオパシメーター  
2022年6月7日撮影



信号制御システムの改善作業  
2023年1月20日撮影



RSD 調査  
2023年5月31日撮影



エコドライブ用ドライブレコーダー  
2023年6月28日撮影



UB 市に導入された Euro V バス  
2024年4月12日撮影

総括セミナー（2024年4月18日）



DAAEP 長官挨拶



Barkhasragchaа シニア専門家（CLEM）による発表



Jargalbaatar 職員（DAAEP）による発表



Adiyaochir 職員（DAAEP）による発表



澤木副総括による発表

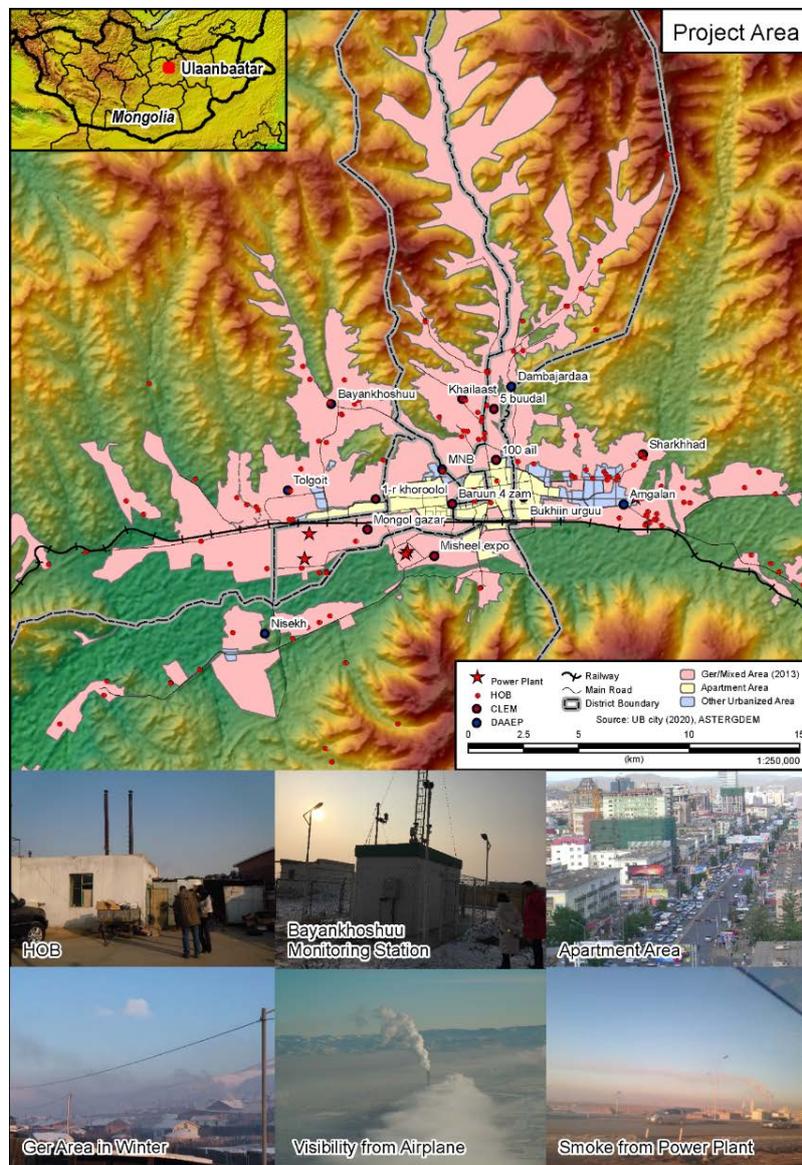


田畑総括による発表



## 本プロジェクトの対象地域

ウランバートル市（UB市）は人口約164万人（2023年）。9つの区に分かれており、そのうちの6区（Bayangol、Bayanzurkh、Songinokhairkhan、Sukhbaatar、Chingeltei、Khan-Uul）に人口が集中している。UB市の平均標高は1,300mである。南と北を山に囲まれており、東西に細長い盆地を形成している。スフバートル広場周辺の平坦な所では高層ビルやマンションが立ち並んでいる（アパート地区：黄色の範囲）。一方、その周りには戸建てやゲルが密集している（ゲル地域：ピンクの範囲）。UB市は、冬季の平均気温はマイナス20度であり、世界で最も寒い首都と呼ばれている。この時期は、風が弱く、雨や雪も少ないため、大気汚染物質が市内で溜まりやすい条件となっている。その一方で、夏の平均気温は20度近くになって暑くなるため、年較差が大きい。





## 第1章 プロジェクトの概要

### 1-1 プロジェクトの背景

モンゴル国の首都ウランバートル市（以下、UB市）では、低質炭の利用により多量の煤煙が排出され、大気汚染が発生している。発生源は、3カ所の旧式石炭焚き火力発電所（第2～第4火力発電所）、約200カ所の地区暖房用ボイラ（HOB）と小型石炭焚き温水ヒーター（CFWH）、ゲル地区居住20万世帯以上（2023年<sup>7</sup>）の20～30万基に及ぶゲルストーブであり、暖房需要の高まる冬期は特に大気汚染が深刻である。加えて、火力発電所の焼却灰や道路粉塵の飛散、自動車排出ガス等による大気汚染の悪化が懸念されている。

このような背景を受け、UB市は大気汚染対策を推進するため、JICAに対して要請を行い、JICAは2010年3月～2013年3月に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」（以下、フェーズ1）、2013年12月～2017年6月には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フェーズ2」（以下、フェーズ2）を実施した。2つのフェーズに亘る協力では、大気環境モニタリング体制の強化、大気汚染源の特定、ボイラ登録管理制度の実施等、UB市大気環境汚染対策庁（DAAEP）<sup>8</sup>を始めとしたカウンターパート・ワーキンググループ（C/P-WG）メンバーの体制の更新・拡大、粒子状物質（PM<sub>10</sub>等）成分分析と発生源寄与解析、大気汚染物質の排出量に関する基準策定等を行ったが、大気汚染対策の実施能力向上に係る課題が依然として残された。

かかる状況の下、モンゴル政府は2016年5月、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フェーズ3」（以下、「本プロジェクト」）を我が国に対して要請し、2017年6月に日本政府からモンゴル政府への採択が通報された。その後JICAは2017年8～9月に詳細計画策定調査を実施し、プロジェクトの基本方針についてモンゴル側と合意した。

本プロジェクトは、当初、2018年12月12日に開催された第1回合同調整委員会（第1回JCC）の協議議事録（M/M）に基づき、2018年11月より2023年4月までの4年半で実施する予定であった。しかしながら、COVID-19に対応するためにプロジェクト期間が延長され、本プロジェクトは、2021年2月22日の第4回JCCのM/Mに基づき、2018年11月より2024年7月までの5年9ヶ月となった。

<sup>7</sup> [http://ubstat.mn/download-jobtable=khun\\_amiin\\_too\\_khoroogoor\\_2023\\_on-2024.xlsx](http://ubstat.mn/download-jobtable=khun_amiin_too_khoroogoor_2023_on-2024.xlsx)

<sup>8</sup> プロジェクト開始当初は、大気汚染削減庁（APRD）であったが、2019年3月21日付けの政令100号により、ウランバートル市の体制が変更になり、APRDの名称が大気汚染対策庁（DAAP）に変更となった。更に2021年12月28日の市長令A/1307により2022年1月1日から組織名が大気汚染対策庁（DAAP）から大気・環境汚染対策庁（DAAEP）に変更となった。

## 1-2 本報告書で報告する活動における制約について

全世界で COVID-19 が流行したため、日本とモンゴル間の往来やモンゴル国内における外出制限等の様々な制約が発生した。そのため、2020年3月～2021年10月の期間、JICA 専門家チーム（JET）は日本国内からの遠隔活動を行い、モンゴル側は外出に制約がある中での活動となった。

## 1-3 プロジェクト活動と特に関係の深いモンゴル国の政策

### 1-3-1 UB市における生石炭の禁止

モンゴル政府 2018年2月28日の『生石炭使用禁止に関する』第62閣議決定により、2019年5月15日からUB市のBayangol区、Bayanzurkh区、Songinokhairkhan区、Sukhbaatar区、Khan-Uul区、Chingeltei区の地域（一部除外ホロー<sup>9</sup>有）で、電気、熱エネルギー生産の特別許可を有する事業者以外の個人及び事業者の生石炭使用は禁止された。これにより生石炭の代わりに国営のタバン・トルゴイ・トゥルシュ（TTT）社が製造する改良燃料が使用されることになった。

2020年5月27日付の第189閣議決定で第62閣議決定の第2項（UB市のBayanzurkh区第20ホロー、Songinokhairkhan区第21ホロー、Khan-Uul区第12、13、14ホローでの生石炭の利用可）が無効となり、生石炭利用禁止地域が拡大された。また、上述の通り、62閣議決定の第1項で発電所を含む電気、熱エネルギー生産の特別許可を有する事業者は生石炭の利用が認められていたが、2022年6月8日付の第223閣議決定で第2～第4火力発電所、Amgalan, Selbe ヒートステーションを除く Bayangol, Bayanzurkh, Songinokhairkhan, Sukhbaatar, Khan-Uul, Chingeltei, Nalaikh 区内における暖房・エネルギー生産の特別許可を有する個人・民間企業・組織の生石炭の使用禁止が追加された。

閣議決定に基づき、2023年を除き、2019年以降 MET 大臣と UB 市長の共同命令により大気質改善地域施行規則の改定を行い、毎年 UB 市の生石炭及び全固体燃料の使用禁止地域が拡大している。具体的には以下の通りである。

- ・ 2019年8月14日付の MET 大臣と UB 市長の第 A/433-A/820 共同命令により大気質改善地域が拡大された。
- ・ 2020年10月12日付の MET 大臣と UB 市長の第 A/604-A/112 共同命令により大気質改善地域が拡大された。
- ・ 2021年10月13日付の MET 大臣と UB 市長の第 A/322-A/780 共同命令により大気質改善地域が拡大された。
- ・ 2022年10月17日付の MET 大臣と UB 市長の第 A/424-A/1353 共同命令により Nalaikh 区が大気質改善地域に追加されるとともに、全固体燃料使用禁止ゾーンが 57 ホローから 73 ホローに増加された。

---

<sup>9</sup> ホローとは行政区分で市、区の下の街に該当する。

### 1-3-2 市公共交通バスやスクールバスに電気バス及び Euro V 基準に適合したバス（Euro V バス）の導入

モンゴル政府は、2009年頃までに計400台の排出基準未達のバスを導入していたが方針を転換し、UB市内の公共交通バスをEuro V基準に適合したバスや電気バスに更新する政策を2019年から実施している。約1,200台あるUB市内の公共交通バスの内、2024年1月現在、Euro Vバス904台、電気バス59台、学校用スクールバス75台（Euro III）を導入している。2024年に追加で電気バス150台、小型バス50台を導入する予定である。UB市公共交通局の依頼で公共バスに設置されていたDPFの移設の活動が追加されたが、この政策により、Euro Vバスが増え、DPFを移設するバスが減少した。

### 1-3-3 低硫黄燃料販売の規定の追加

モンゴルでは、高硫黄の自動車燃料が販売されていた。このため、本プロジェクトでは低硫黄燃料（Euro5燃料）の導入のための活動として、低硫黄燃料を導入した場合のSO<sub>2</sub>排出量の低減量の算定、日本での低硫黄燃料導入経緯や法整備の紹介を通じたモンゴルでの法整備の支援、ガソリンスタンドで販売されている燃料の硫黄分の検査を鉱業・重工業省（MMHI）と連携して実施した。その結果、2022年4月22日付の大気法の改定で大気法の16.1.6にUB市内の大気質改善地域内で、モンゴル国国家基準（MNS）にて低硫黄燃料であるEuro 5の燃料を販売し、それ以下の基準の燃料の販売などを禁止する規定が追加された。

## 1-4 ウランバートル市の大気汚染概況

UB市の大気汚染状況は、国家気象・環境モニタリング庁（NAMEM）が毎年年報を公表している。2022年の年報を別添資料2-2-1-5に示す。UB市は暖房需要の高まる冬季（10月～4月）は特に大気汚染が深刻である。上述の1-3-1の通り、2019年にモンゴル政府は生石炭の使用を禁止し、改良燃料の使用を開始した。

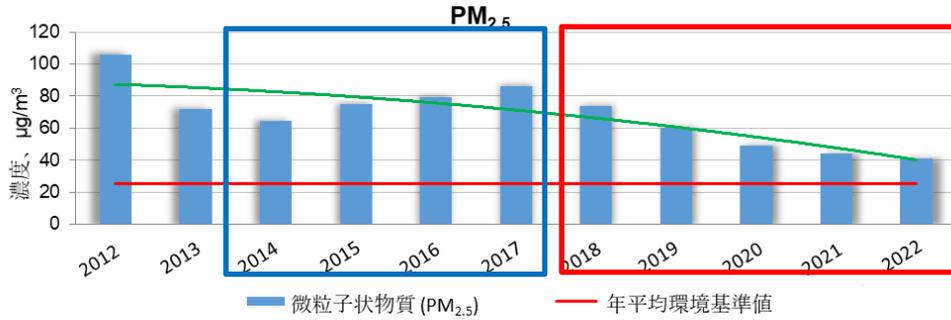
UB市では、ゲル地区、幹線道路、住宅地区、工業地帯周辺の17カ所において大気汚染物質の二酸化硫黄（SO<sub>2</sub>）、二酸化窒素（NO<sub>2</sub>）、PM<sub>10</sub>、微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）、一酸化炭素（CO）、オゾン（O<sub>3</sub>）の濃度が自動測定機を用いて測定されている。各大気汚染物質の大気環境基準はMNS4585:2016にて定められている（表1-4-1）。

表 1-4-1 MNS4585:2016 で定められている大気環境基準

汚染物質	平均測定時間	単位	基準値
SO <sub>2</sub>	20 分平均	μg/m <sup>3</sup>	450
	24 時間平均	μg/m <sup>3</sup>	50
	年平均	μg/m <sup>3</sup>	20
CO	20 分平均	μg/m <sup>3</sup>	60,000
	1 時間平均	μg/m <sup>3</sup>	30,000
	8 時間平均	μg/m <sup>3</sup>	10,000
NO <sub>2</sub>	20 分平均	μg/m <sup>3</sup>	200
	24 時間平均	μg/m <sup>3</sup>	50
	年平均	μg/m <sup>3</sup>	40
O <sub>3</sub>	8 時間平均	μg/m <sup>3</sup>	100
TSP	20 分平均	μg/m <sup>3</sup>	500
	24 時間平均	μg/m <sup>3</sup>	150
	年平均	μg/m <sup>3</sup>	100
PM <sub>10</sub>	24 時間平均	μg/m <sup>3</sup>	100
	年平均	μg/m <sup>3</sup>	50
PM <sub>2.5</sub>	24 時間平均	μg/m <sup>3</sup>	50
	年平均	μg/m <sup>3</sup>	25

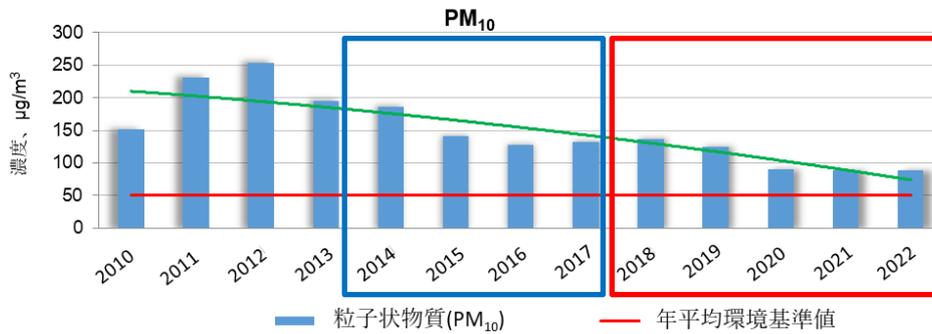
UB 市内測定局での 2022 年の PM<sub>2.5</sub> 年平均大気環境濃度は 41μg/m<sup>3</sup> であり、2021 年と比べて 7%下がった。2012 年～2022 年の年平均 PM<sub>2.5</sub> 濃度は、PM<sub>2.5</sub> の年平均大気環境基準値 (25μg/m<sup>3</sup>) の 1.6～4.2 倍であった。この 10 年間の PM<sub>2.5</sub> 年平均濃度の特徴は、2017 年以降の濃度が減少傾向である (図 1-4-1)。

UB 市内測定局での 2022 年の PM<sub>10</sub> の年平均大気環境濃度は 88μg/m<sup>3</sup> であり、2021 年とほぼ同じであった。2010 年～2022 年の年平均 PM<sub>10</sub> 濃度は、PM<sub>10</sub> の年平均大気環境基準値 (50μg/m<sup>3</sup>) の 1.8～5.0 倍であった。この 12 年間の PM<sub>10</sub> 年平均濃度の特徴は、2012 年が最大濃度であり、それ以降は濃度が減少傾向である (図 1-4-2)。



出典: 2022年UB市大気環境報告書 (NAMEM)  
フェーズ2: 2013年12月～2017年6月 (青四角)  
フェーズ3: 2018年11月～2024年7月 (赤四角)

図 1-4-1 UB市の測定局におけるPM<sub>2.5</sub>年平均濃度の推移

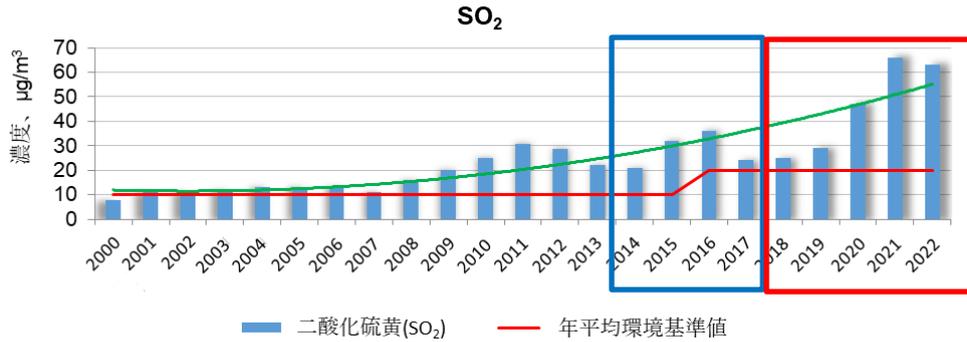


出典: 2022年UB市大気環境報告書 (NAMEM)  
フェーズ2: 2013年12月～2017年6月 (青四角)  
フェーズ3: 2018年11月～2024年7月 (赤四角)

図 1-4-2 UB市の測定局におけるPM<sub>10</sub>年平均濃度の推移

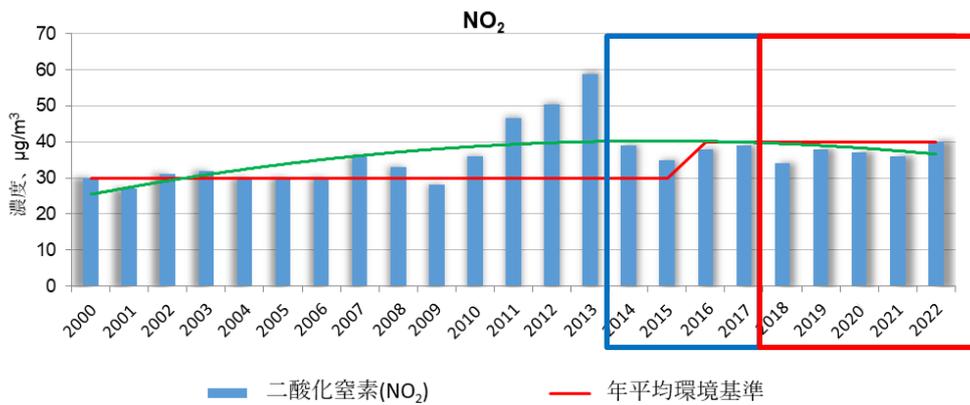
UB市内測定局での2022年の二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>) の年平均大気環境濃度は63µg/m<sup>3</sup>であり、2021年と比べて4%下がった。2000年～2022年の年平均SO<sub>2</sub>濃度は、SO<sub>2</sub>の年平均大気環境基準値 (20µg/m<sup>3</sup>) の1.1～3.3倍であった。この22年間のSO<sub>2</sub>年平均濃度の特徴は、2017年に一度下がったものの、それ以降の濃度が上昇傾向であり、2020年以降急激に上昇した (図 1-4-3)。

UB市内測定局での2022年の二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>) の年平均大気環境濃度は40µg/m<sup>3</sup>であり、2021年と比べて4%上昇した。2010年以降のNO<sub>2</sub>年平均濃度の特徴は、2013年までは上昇傾向であったが2014年以降は濃度が下がり、2016年以降は年平均大気環境基準 (40µg/m<sup>3</sup>) を超過していない (図 1-4-4)。



出典: 2022年UB市大気環境報告書 (NAMEM)  
フェーズ2: 2013年12月～2017年6月 (青四角)  
フェーズ3: 2018年11月～2024年7月 (赤四角)

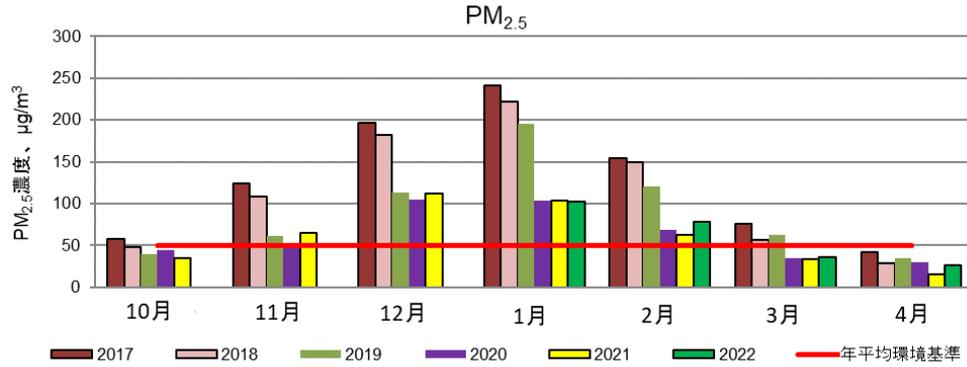
図 1-4-3 UB市の測定局におけるSO<sub>2</sub>年平均濃度の推移



出典: 2022年UB市大気環境報告書 (NAMEM)  
フェーズ2: 2013年12月～2017年6月 (青四角)  
フェーズ3: 2018年11月～2024年7月 (赤四角)

図 1-4-4 UB市の測定局におけるNO<sub>2</sub>年平均濃度の推移

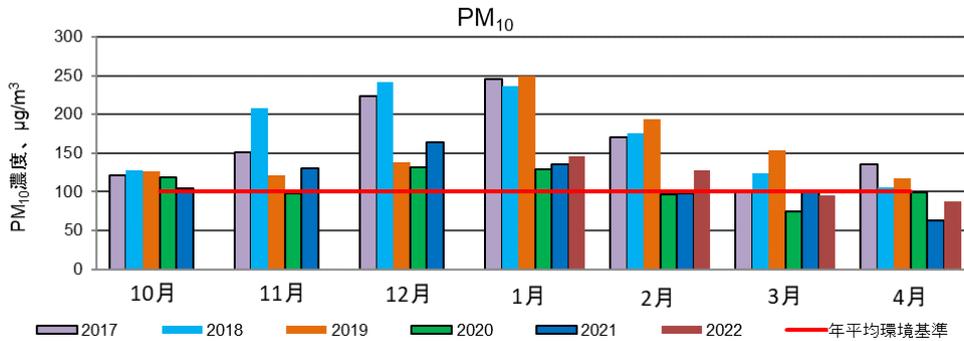
大気汚染が特にひどい冬季（10月～4月）でのUB市の月平均濃度の推移を図1-4-5～図1-4-8に示す。PM<sub>10</sub>及びPM<sub>2.5</sub>ともに2019年3月までと2019年10月以降で濃度が大きく下がっている。一方で、SO<sub>2</sub>の濃度は大きく上昇した。これは2019年5月から導入された生石炭禁止令に伴う改良燃料の導入により、揮発分の少ない燃料を使用する事でPMの濃度が下がったが、燃料中の硫黄分が高く、濃度が上昇したことが想定されている。



出典: 2022年 UB市大気環境報告書 (NAMEM)

フェーズ2: 2013年12月~2017年6月、フェーズ3: 2018年11月~2024年7月

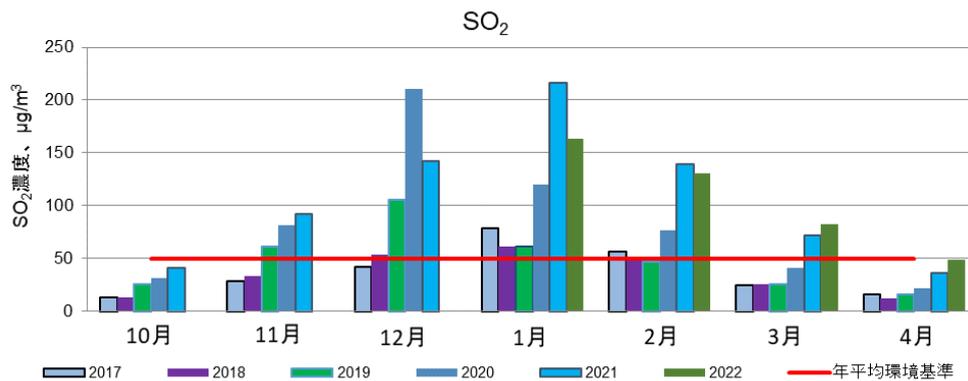
図 1-4-5 UB市の測定局における冬季のPM<sub>2.5</sub>月平均濃度の推移



出典: 2022年 UB市大気環境報告書 (NAMEM)

フェーズ2: 2013年12月~2017年6月、フェーズ3: 2018年11月~2024年7月

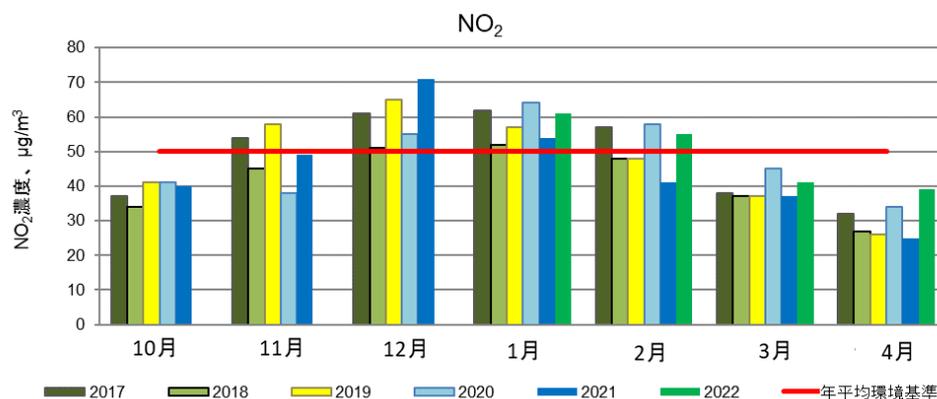
図 1-4-6 UB市の測定局における冬季のPM<sub>10</sub>月平均濃度の推移



出典: 2022年 UB市大気環境報告書 (NAMEM)

フェーズ2: 2013年12月~2017年6月、フェーズ3: 2018年11月~2024年7月

図 1-4-7 UB市の測定局における冬季のSO<sub>2</sub>月平均濃度の推移

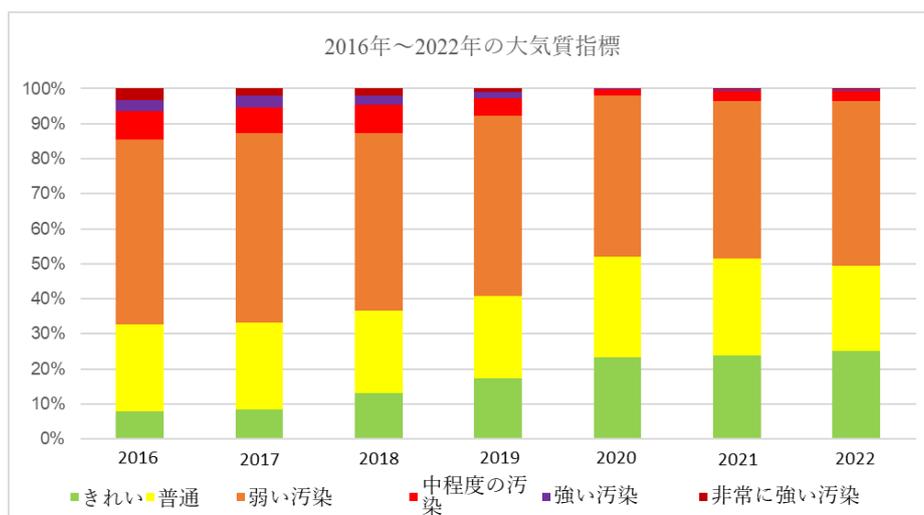


出典: 2022年UB市大気環境報告書 (NAMEM)

フェーズ2: 2013年12月~2017年6月、フェーズ3: 2018年11月~2024年7月

図 1-4-8 UB市の測定局における冬季のNO<sub>2</sub>月平均濃度の推移

2016年~2022年の大気質指標 (AQI) の階級別割合を図 1-4-9 に示す。AQI が 100 を超えない割合 (「きれい」及び「普通」) はやや増加傾向である。したがって、大気汚染はやや改善傾向にあるとみられる。



出典: 2022年UB市大気環境報告書 (NAMEM)

図 1-4-9 2016年~2022年の大気質指標 (AQI)

## 1-5 プロジェクトの枠組み

### 1-5-1 本プロジェクトの位置づけ

これまでの JICA 支援の経緯を踏まえ、本プロジェクトの位置付けを図 1-5-1 に示す。2010~2013年までのフェーズ1、2013年から2017年までのフェーズ2の技術協力プロジェクトでは環境測定用の機材を供与し、モンゴル側で固定発生源の排ガス測定や自動車排出ガス測定の汚染源調査が可能となるとともに、排出インベントリ作成やシミュレーションモデル実行のための体制の構築と分析能力の強化を行い、大気汚染構造を把握した。また、大気環境モニタリン

グデータの環境情報が公表され、市民が環境汚染の状況を把握が可能となった。これらは JICA の環境管理分野における課題別事業戦略（JICA グローバル・アジェンダ）である「JICA クリーン・シティ・イニシアティブ」のクラスター事業戦略「環境規制及び汚染対策の適正化を通じた健全な環境質の実現」<sup>10</sup>の第一段階の協力に該当する。

これらの経験を活かして本プロジェクトでは現状把握、問題構造の分析を行うとともに科学的知見を基に環境汚染物質の排出量削減のためのパイロット事業を実施及び効果を検証し、モンゴル側の大気汚染対策の能力強化を目指した。これらはクラスター事業戦略の第二段階に該当する。

フェーズ 1 からフェーズ 3 の概要を表 1-5-1 に示す。

表 1-5-1 プロジェクト概要

フェーズ 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2010 年 4 月～2013 年 3 月（3 年間）</li> <li>➤ 技術協力対象機関は、AQDCC（現 DAAEP）を含む 19 機関</li> <li>➤ 固定発生源モニタリング、ボイラ登録管理制度、火力発電所対策及び省エネルギー、大気環境シュミレーションモデルの構築等</li> <li>➤ 供与機材合計 7 億 200 万 MNT 相当を供与</li> </ul>
フェーズ 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2013 年 12 月～2017 年 6 月（3 年半）</li> <li>➤ 技術協力対象機関は、AQDCC（現 DAAEP）を含む 22 機関</li> <li>➤ 固定発生源及び移動発生源モニタリング、大気環境モニタリング、ボイラ登録管理制度の完全実施、PM 成分分析と発生源寄与解析等</li> <li>➤ 供与機材計 27 億 5400 万 MNT 相当を供与</li> </ul>
フェーズ 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2018 年 11 月～2024 年 7 月（5 年 9 か月）</li> <li>➤ 技術協力対象機関は、DAAEP を含む 14 機関</li> <li>➤ 二つのフェーズで移転された技術能力を維持すると共に大気汚染対策の策定及び大気汚染対策の実施（小規模パイロット事業）</li> <li>➤ 粉砕機等供与機材計 6 億 800 万 MNT 相当を供与</li> </ul>

<sup>10</sup> [https://www.jica.go.jp/activities/issues/env\\_manage/\\_icsFiles/afieldfile/2024/03/28/cluster\\_strategy2v2.pdf](https://www.jica.go.jp/activities/issues/env_manage/_icsFiles/afieldfile/2024/03/28/cluster_strategy2v2.pdf)

モンゴル国ウランバートル市大気汚染能力強化プロジェクトフェーズ3  
プロジェクト事業完了報告書

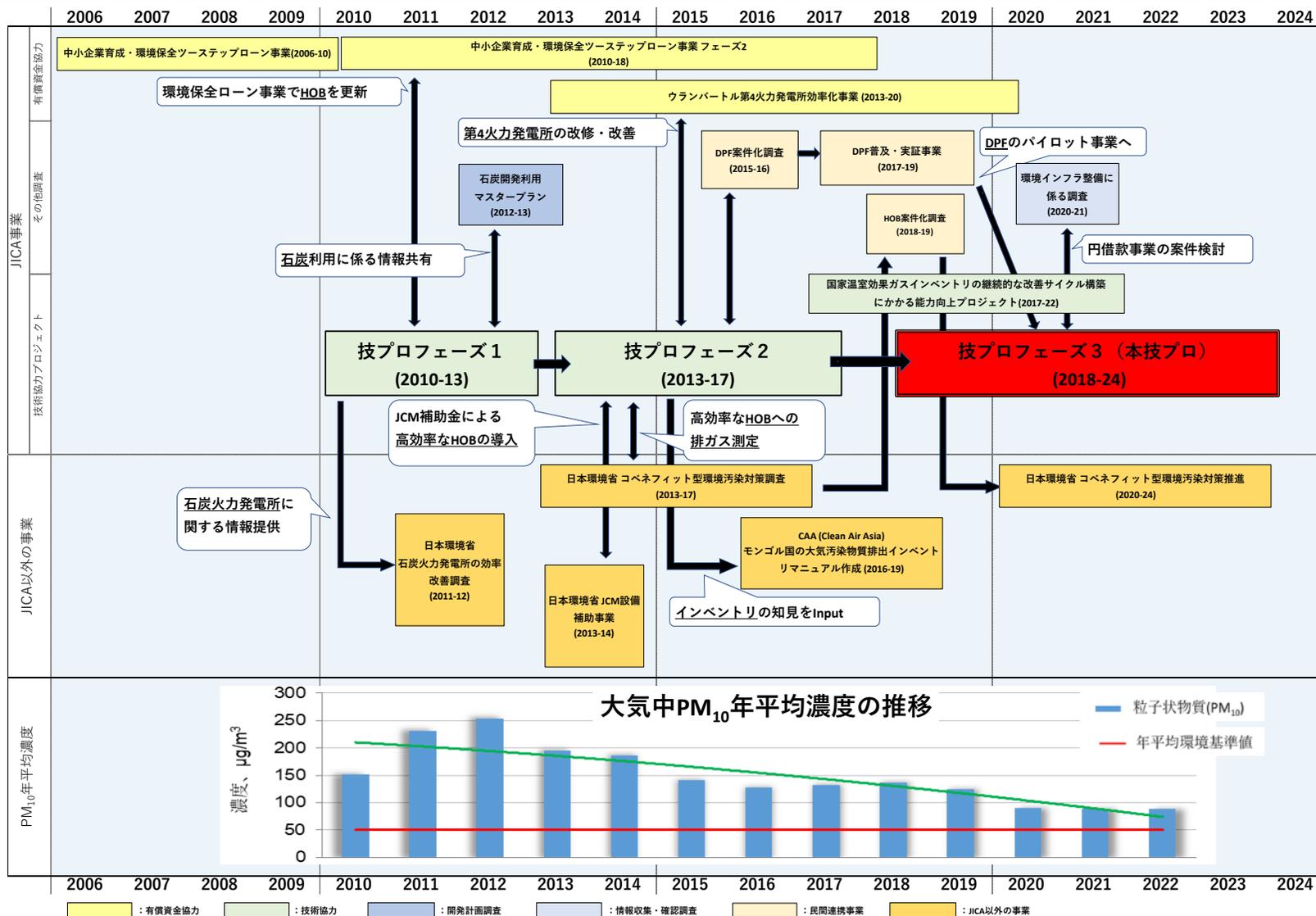


図 1-5-1 モンゴルにおける日本の大気環境協力の経緯と本プロジェクトの位置づけ

### 【ディーゼル排気微粒子除去フィルター（DPF）の協力経緯】

フェーズ1当時、2021年まで沿道大気汚染対策に影響の大きいUB市公共バスの更新がほぼ行われなかったことが見込まれた。そのため、すぐに始められる対策を検討し、後付けディーゼル排気微粒子除去フィルター（DPF）による対策を提案した。また、国営第2バス会社等もそれを理解し実現を希望していたため、C/PであるUB市が賛同し、「UB市のディーゼル路線バスのDPFによる黒煙低減計画に関する案件化調査」（2015年～2016年）が実施された。案件化調査と連係して車載計を用いてDPFの効果を測定し、その結果はフェーズ2と案件化調査の成果で活用された。

「UB市のディーゼル路線バスのDPFによる黒煙低減計画に関する普及・実証事業」（2017年～2019年）では、UB市の公共バス24台にDPFを設置した。普及実証事業によりDPFを装着することによりPMの排出削減効果が確認された。しかしながら、その後、数年単位の維持管理面で課題が明らかになり、2021年に市公共交通局から本プロジェクトに対して設置したDPFの活用について相談があった。2021年12月の第6回JCCで協議した結果、追加活動としてDPFの移設を実施するという形で合意されDPFの維持管理が実現可能になるよう留意しながら活動を実施した。

### 【HOBの協力経緯】

環境省「モンゴル国におけるコベネフィット型環境汚染対策調査支援委託業務」（2013年～2017年）及びJICA中小企業海外展開支援事業「モンゴル国公共施設向け暖房用改良型温水供給ボイラの製造販売に向けた案件化調査」（2018年～2019年）との連携として、本プロジェクトは、同業務で導入したHOBの排ガス測定を複数回実施し、測定結果を共有する連携を実施した。

環境省JCMプロジェクト「高効率型熱供給ボイラの集約化に係る更新・新設プロジェクト」では、UB市の118番学校とTuv県Bornuur郡に高効率熱供給ボイラが導入された。本プロジェクトは、第118番学校に設置した高効率熱供給ボイラの排ガス測定を実施し、測定結果を共有する連携を実施した。

JICA「中小企業育成・環境保全ツーステップローンフェーズ2」（2010年～2018年）との連携として、本プロジェクトの総括である田畑が環境担当として、ツーステップローン事業に参画した。ツーステップローンフェーズ2では、環境事業をより推進するため、融資候補事業となるHOBやその他環境事業に対して実施前後での環境評価を行うことにより、環境効果が期待できる事業を選定するなど活用した。

### 【排出インベントリマニュアルの作成】

モンゴルで2016年度から2018年度までの3年間実施された、クリーン・エア・アジア(CAA)による「IBAQ Programme (Integrated Programme for Better Air Quality in Asia)」で排出インベントリマニュアルが作成された。排出インベントリマニュアルでは、フェーズ1及び2での活動による計算手法を、モンゴル国全体に横展開する形となっており、石炭燃焼起源の排出係数は、モンゴルでの排出実態を反映させているフェーズ2の報告書に掲載されている値を適用している。このプログラムでは、排出インベントリ担当の仲田専門家がこのプログラムに参画し、

排出インベントリマニュアルの作成を担当し、モンゴル側関係機関に対する排出インベントリマニュアルの概要を説明した。

図 1-5-1 の通り、様々な関連する案件と連携・協働しながら本プロジェクトは進められた。特に、フェーズ 1 開始当初は大気環境に関する現状把握ができていなかったが、プロジェクト活動を通じて、固定発生源の排ガス測定や自動車排出ガス測定の汚染源調査を実施し、関連する案件に必要な測定結果の提供や案件終了後のフォローアップとしての活動を実施することが可能となった。具体的には、固定発生源対策としては、HOB におけるコベネフィット型環境汚染対策を推進するために、習得した排ガス測定技術が活用された。自動車対策としては、フェーズ 2 での活動を通じて DPF の案件化調査が開始され、普及・実証事業を経てフェーズ 3 ではパイロット事業の一つに選定された。また、モンゴル国の排出インベントリマニュアルにおいては、フェーズ 1 及び 2 での活動による計算手法と排出係数が引用され、モンゴル国全体に横展開する形となって活用されている。

### 1-5-2 事業の目的

本プロジェクトはモンゴル国 UB 市において、実効性のある大気汚染対策の実施と大気汚染対策における国レベル、市レベルの関連機関との連携協調体制の向上を図り、UB 市の大気環境改善に向けたより効果的な主要発生源における汚染物質の排出削減の促進に資するものである。

### 1-5-3 プロジェクト名

ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ 3

### 1-5-4 上位目標及びプロジェクト目標

本プロジェクトの上位目標及びプロジェクト目標を表 1-5-2 に示す。なお、PDM version 0.0 では指標 (Objectively Verifiable Indicators) において具体的な数値目標を定めていない項目 (X X と仮置きしているもの) があったため、C/P 機関、JET 及び JICA は協議を行い、PDM の改訂を行い最終的に表 1-5-2 のように整理した。

本プロジェクトの上位目標の指標 1 における削減率の設定について、本プロジェクト終了 3 年後となる 2027 年を将来予測年とした。パイロット事業のうち、改良燃料 (バイオマス石炭混合ブリケット、BCB)、バスに対する低硫黄燃料及び低排出ガス車の導入及び RSD 導入が 2027 年までに本格事業として実施されると想定した。

上記方針に基づき、この 3 つのパイロット事業が本格事業となった場合での家庭用小型ストーブ及び自動車からの排出量は、BAU シナリオでの排出量と比べて SO<sub>x</sub> は 65%、PM<sub>10</sub> は 43% 削減されると推計された (図 1-5-2)。第 11 回 JCC で、この結果に基づいた上位目標の削減率の値について JET が提案し、モンゴル側はこれを承認した。

また、第 11 回 JCC において、プロジェクト終了後のモンゴル側の大気汚染対策の取組を適切に評価できるようにするため、追加の指標として、「プロジェクトの成果が次期「大気・環境汚染削減国家プログラム」等の政策・戦略及び関連する法令・規則に反映される。」が JET から提案され、モンゴル側はこれを承認した。上位目標の設定に関する資料を別添資料 1-5-1 に示す。

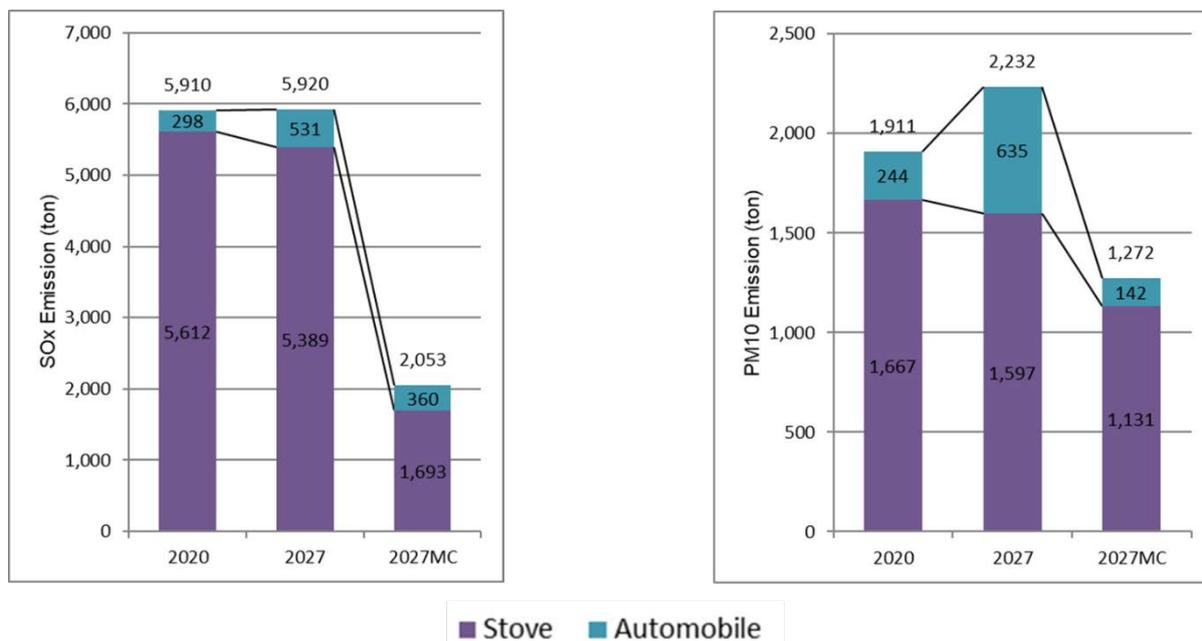


図 1-5-2 パイロット事業による SOx 及び PM<sub>10</sub> 排出量削減効果

表 1-5-2 プロジェクト上位目標及びプロジェクト目標

目標	指標
<b>上位目標</b>	
ウランバートル市の大気環境改善に向け、主要発生源における汚染物質の排出削減が促進される。	<ol style="list-style-type: none"> <li>家庭用小型ストーブ及び自動車からの汚染物質の排出量が、BAU ケースと比べて SOx が 65%、PM<sub>10</sub> が 43%削減される。</li> <li>プロジェクトの成果が次期「大気・環境汚染削減国家プログラム」等の政策・戦略及び関連する法令・規則に反映される。</li> </ol>
<b>プロジェクト目標:</b>	
「実効性のある汚染対策の実施」と「DAAEP と国レベル、市レベルの関連機関との連携協調体制」に重点を置いて、ウランバートル市におけるモンゴル側の大気汚染対策能力が強化される。	<ol style="list-style-type: none"> <li>パイロット事業の少なくとも 1 件が本格的に採用される。</li> <li>パイロット事業の教訓が意思決定機関の決定 (1 件以上) に活かされる。</li> <li>UB 市における大気汚染対策に関連する法令、条例、燃料基準、排出基準が施行されて、遵守される (新たな基準設定が 1 件なされる。かつ既に存在する基準 MNS5043:2016 (4.2MW までの温水ボイラ・一般的な技術要件) または MNS5919:2008 (発電所、蒸気ボイラの排出許容濃度及び測定方法) の対象施設において Dust 濃度の排出基準の達成率が 70%となる)。</li> </ol>

### 1-5-5 成果

本プロジェクトの成果を表 1-5-3 に示す。なお、PDM version 0.0 では指標（Objectively Verifiable Indicators）において具体的な数値目標を定めていない項目（XX と仮置きしているもの）があったため、C/P 機関、JET 及び JICA は協議を行い、PDM の改訂を行い、最終的に以下のように整理した。

表 1-5-3 プロジェクトの成果

成果	指標
<b>成果 1</b>	
主要な発生源における排出モニタリング及び大気環境モニタリングの能力が強化される。	<p>1-1 DAAEP や IACC により、標準法及び簡易法による排ガス測定に基づいたボイラ認定監査がプロジェクト期間中に 50%実施される。</p> <p>1-2 DAAEP や関係機関が少なくとも 3 回の排ガス測定報告書を副市長に提出する。</p> <p>1-3 DAAEP と NAMEM が連携して、主要汚染源からの排出モニタリングと大気環境モニタリング情報が定期的に関係機関に共有される。</p> <p>1-4 連続排ガスモニタリングシステム（CEMS）の測定結果が年 1 回公定法と比較される。</p> <p>1-5 リモートセンシングデバイス（RSD）調査結果に基づき、ウランバートル市内を走行する自動車の排出ガス測定実態の分布が少なくとも年 1 回作成される。</p>
<b>成果 2</b>	
年間を通じて、汚染構造（特に PM）の分析や評価能力が強化される。	<p>2-1 PM 発生源寄与解析結果が少なくとも 3 回報告される。</p> <p>2-2 年間を通じた大気モニタリング、排出インベントリや大気拡散シミュレーションモデル、PM 発生源の特定結果等により集団曝露量等を含む汚染構造が少なくとも 3 回評価される。</p>
<b>成果 3</b>	
大気汚染対策の技術的評価と実施準備を行う能力が強化される。	<p>3-1 ゲル地区の家庭用改良燃料の排ガス測定方法の規格案及び品質規格が規格度量衡庁（MASM）に提出される。</p> <p>3-2 パイロット事業の実実施計画が少なくとも 3 件作成される。</p>
<b>成果 4</b>	
大気汚染対策に関わるモンゴル側の意思決定プロセスが、DAAEP, NAMEM 等の専門機関を活用することで、改善する。	<p>4-1 大気汚染の状況分析、大気汚染対策の短・中・長期の戦略案（BAU の検討含む）、大気汚染対策の評価（実施済みおよび案）が少なくとも 2 回意思決定機関に提言される。</p> <p>4-2 パイロット事業及びプロジェクトの成果が国家環境汚染削減プログラムの改訂あるいは実施・不実施の決定に 1 件以上利用される。</p>
<b>成果 5</b>	
主要な汚染源において PM、二酸化硫黄及び窒素酸化物排出削減のため、大気汚染対策が促進される。	<p>5-1 プロジェクトの C/P-WG で選択された少なくとも 3 件のパイロット事業が行われる。</p> <p>5-2 各パイロット事業の結果（PM、二酸化硫黄及び窒素酸化物の排出削減、大気環境改善及び暴露）が、関係機関に公表される。</p>

成果	指標
<b>成果 6</b>	
成果 1-5 の達成のために、法的枠組み、資源配分、および調整機能（大気環境サイクルのプラットフォーム）が強化される。	<p>6-1 関連する法令・規則（燃料規制、排出基準、MNS、市条例等）の案が少なくとも 3 件提出される。</p> <p>6-2 プロジェクトによる技術審査ガイドライン等の成果を活用して、大気汚染対策への資金配分を担当する部署が 3 件以上の大気汚染対策事業や技術に資金を配分する。</p> <p>6-3 本プロジェクトに係る大気汚染対策について各関係機関の役割分担に係る協定が少なくとも 3 件締結される。</p> <p>6-4 大気汚染対策の計画・実施・評価に係る業務手順書が、関係機関に配布される。</p>

### 1-5-6 プロジェクト活動の基本戦略 8 項目とその基本方針

本プロジェクトの実施に当たり、C/P と JET は基本戦略と基本方針について協議し、合意した。プロジェクト活動の基本戦略 8 項目と基本方針を表 1-5-4 に示す。このような点に留意して本プロジェクトを実施した。

表 1-5-4 基本戦略 8 項目と基本方針

No.	基本戦略	基本方針
1	モンゴル側の大気汚染対策の実施能力に重点を置く。	改良燃料及び自動車関連のパイロット事業に重点を置いて活動を実施した。
2	フェーズ 1・2 で移転された技術的能力の維持支援を行う。	JET の投入が最小になるように、フェーズ 1・2 の不足点を補完するような技術移転を実施した。
3	モンゴル側の技術的能力の高度化支援を行う。	PM サンプリングを UB 市で行い、日本国内で PM 成分分析を行う。併せて、モンゴル側での PM 成分分析ができることを目標としたモンゴル側の PM 成分分析機材整備計画の策定を支援するものとした。
4	市民への大気汚染による健康被害を削減できるような大気汚染対策の策定能力の強化（冬期・暖期の大気汚染構造の解明と市民の暴露の検討）を行う。	排出インベントリ及び拡散シミュレーションモデル及び PM 発生源寄与解析結果を用いて、市民への暴露量を評価することにより、市民への健康被害を評価した。その評価結果を用いて、大気汚染対策の策定能力の評価に活かすものとした。
5	モンゴル側国家レベル・市レベルの大気汚染削減プログラムとの連携を強化する。	モンゴル側の大気汚染対策に係る事業プログラムの技術的妥当性を評価し、妥当性の高い事業については技術的なアドバイスを実施するものとした。
6	JICA 及び我が国の関連協力との相乗効果を高める。	<p>本プロジェクトは、可能な限り下記事業との連携をとることとした。</p> <p>* 関連事業一覧</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>－ JICA 中小企業海外展開支援事業「ウランバートル市のディーゼル路線バスの DPF による黒煙低減計画に関する普及・実証事業」（2017 年 10 月～2019 年 9 月）</li> <li>－ JICA 中小企業海外展開支援事業「公共施設向け暖房用改良型温水供給ボイラの製造販売に向けた案件化調査」（2018 年 3 月～2019 年 2 月）</li> <li>－ JICA 円借款「財政・社会・経済改革開発政策借款」（2017 年 12 月供与済）</li> </ul>

		<p>－JICA 課題別研修「大気環境管理に向けたキャパシティ・ビルディング」</p> <p>－JICA 課題別研修「自動車大気汚染対策」<sup>11</sup></p> <p>－環境省「モンゴル国におけるコベネフィット型環境汚染対策調査支援委託業務」（2018年7月～2019年3月）</p>
7	関連ドナー支援との連携を継続する。	<p>アジア開発銀行（ADB）は大気汚染に特化した財政支援や改良燃料に関する事業を実施しており、世界銀行（WB）によるウランバートル・クリーンエア・プロジェクト（UBCAP）の後継プロジェクトが計画されていた。本プロジェクトでは、ADB と UBCAP の後継プロジェクトとの情報連携を図った。</p>
8	自立的な大気環境管理サイクルの構築を継続する。	<p>大気環境管理サイクルは図 1-5-3 に示す 4 つサイクルで構成されている。</p> <p>1) 大気環境、排出源の分析・評価および対策実施効果の評価、2) 大気汚染に関わる戦略、方針、意思決定、3) 大気汚染対策の策定と評価、4) 大気汚染対策の実施</p> <p>本プロジェクトでは、ステップ 3) 及び 4) に重点を置いて実施するものとする。1)及び 2)についてはフェーズ 1・2 で技術移転がされていることから、技術的な不足点を補完するような活動を行うものとした。</p> <p>上記の大気環境管理サイクルのプラットフォームについては、モンゴル側の関係機関と連絡を密にとり、モンゴル側で大気環境管理サイクルが回せるように大気汚染対策に係るプラットフォームを強化した。なお、プラットフォームは、法的枠組み、資源配分及び関連機関の調整機能から構成される。</p> <p>また、大気汚染対策の本格実施に必要な法令整備についても、モンゴル側に協力し、モンゴル側で自立的な法令整備ができるように関係機関との連携を図った。</p>

<sup>11</sup> 2024年6月現在、この研修コースは廃止されている。

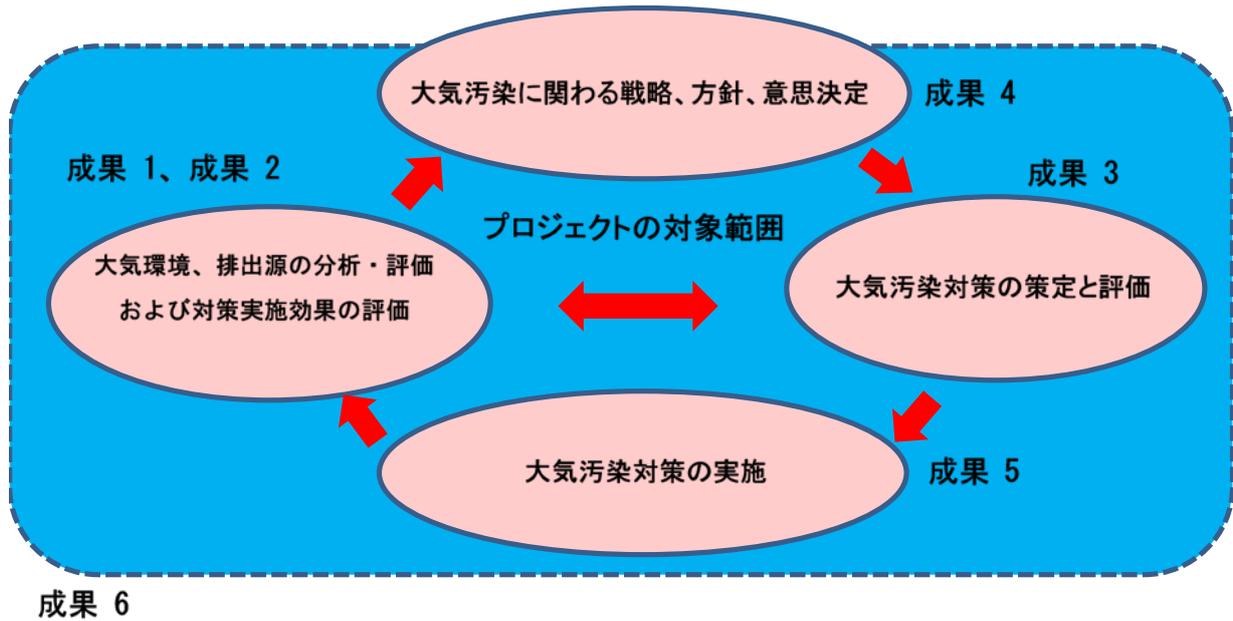


図 1-5-3 大気環境管理サイクル

#### 1-5-7 実施機関

DAEEP、自然環境・観光省（MET）及び C/P-WG に含まれる関係機関

#### 1-5-8 プロジェクト期間

プロジェクト期間は、当初 2018 年 7 月～2023 年 4 月までの 4 年半であったが、COVID-19 の影響によりプロジェクトを延長し、2018 年 11 月～2024 年 7 月の 5 年と 9 ヶ月とした。

#### 1-5-9 プロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）の変遷

##### 1-5-9-1 第 1 回変更（PDMVer.0.0 から 1.0 へ）

本プロジェクトの詳細計画策定調査が 2017 年 9 月に実施されたが、1 年以上経過した 2018 年 11 月にプロジェクトが開始されたため、2018 年 11 月の第 1 回 JCC にてプロジェクト活動が現状のモンゴル側の機関の業務内容に一致するよう PDM が改訂（Ver.1.0）された。主な変更事項は、活動対象機関の見直しである。（詳細については別添資料 1-4-1 に記載）。

##### 1-5-9-2 第 2 回変更（PDMVer.1.0 から 1.1 へ）

2019 年 6 月の第 2 回 JCC では、2019 年 3 月 21 日の政府決定第 100 号「ウランバートル市役所及び市長事務所の組織体制、その職員数制限の策定について」において副市長の人数が 4 名から 2 名に減少されたことに伴い、新たに副市長と同等の役職のプロジェクトリーダーが 4 名追加された。それに伴い大気・環境汚染分野に関しては副市長に代わりプロジェクトリーダーが担当する事になった。また、ウランバートル市大気汚染削減庁（APRD）がウランバートル市

大気汚染対策庁（DAAP）となり組織名が変更となった事から、PDM に反映した。以上に基づき、PDM が改訂（Ver1.1）された。別添資料 1-4-2 に変更点を示す。

#### 1-5-9-3 第3回変更（PDMVer.1.1 から 1.2 へ）

2019年12月の第3回JCCでは、PDMの成果指標が具体化された。以上に基づき、PDMが改訂（Ver. 1.2）された。別添資料 1-4-3 に変更点を示す。

#### 1-5-9-4 第4回変更（PDMVer.1.2 から 1.3 へ）

2021年2月の第4回JCCでは、COVID-19等の影響への対応として、プロジェクト期間、外部条件等が見直された。また、2019年11月13日付け「政府特別基金に関する法律」の改正で大気汚染対策基金（APAF）の廃止に伴う活動 6-5 の見直しやモンゴル側からの要請により車載計の測定の再トレーニングに関する活動 1-3-3 の追加の他、PDMの指標が変更された。以上に基づき、PDMが改訂（Ver. 1.3）された。別添資料 1-4-4 に変更点を示す。

#### 1-5-9-5 第5回変更（PDMVer.1.3 から 1.4 へ）

2021年6月の第5回JCCでは、モンゴル側からの要請により韓国ソウル市が供与したAQMSのデータ転送に関する活動 1-4-10 の追加等が変更された。以上に基づき、PDMが改訂（Ver. 1.4）された。別添資料 1-4-5 に変更点を示す。

#### 1-5-9-6 第6回変更（PDMVer.1.4 から 1.5 へ）

2021年12月の第6回JCCでは、モンゴル側からの要請によりDPFの移設に関する活動 1-3-4 の追加の他、PDMのプロジェクト目標の指標が具体化された。以上に基づき、PDMが改訂（Ver. 1.5）された。別添資料 1-4-6 に変更点を示す。

#### 1-5-9-7 第7回変更（PDMVer.1.5 から 1.6 へ）

2022年6月の第7回JCCでは、DAAPがウランバートル市大気・環境汚染対策庁（DAAEP）となり組織名が変更されたことからPDMの組織名を変更した。以上に基づき、PDMが改訂（Ver. 1.6）された。別添資料 1-4-7 に変更点を示す。

#### 1-5-9-8 第8回変更（PDMVer.1.6 から 1.7 へ）

2022年12月の第8回JCCでは、市長令 B/86（2022年6月8日）において、4名のプロジェクトリーダーの役職は廃止され、JCC議長は大気・環境汚染プロジェクトリーダーからUB副市長（社会セクター、グリーン開発、大気・環境汚染）に変更された。また、ウランバートル市公共交通サービス局がウランバートル市公共交通局となり組織名が変更されたことからPDM

の組織名等を変更した。以上に基づき、PDM が改訂 (Ver. 1.7) された。別添資料 1-4-8 に変更点を示す。

#### 1-5-9-9 第9回変更 (PDMVer.1.7 から 1.8 へ)

2023年6月の第9回 JCC では、2022年12月30日付市長令 No. A/1649「市監査庁廃止に係る一部措置について」で市監査庁 (IACC) が廃止されたため、IACC に関連する活動変更の他、ガス普及のための安全指針の関する活動 3-2 を変更した。以上に基づき、PDM が改訂 (Ver. 1.8) された。別添資料 1-4-9 に変更点を示す。

#### 1-5-9-10 第10回変更 (PDMVer.1.8 から 1.9 へ)

2024年5月の第11回 JCC では、PDM の上位目標の指標が具体化された。以上に基づき、PDM が改訂 (Ver. 1.9) された。別添資料 1-4-10 に変更点を示す。

#### 1-5-9-11 その他

COVID-19 の影響で当初計画より大幅に遅延した活動があることから、プロジェクト期間が見直され、2021年6月に R/D 改訂のための Minutes of Meeting が署名された。これによりプロジェクト期間が4年6か月から5年9か月に変更された。

#### 1-5-10 活動実施スケジュール

活動実施状況を図 1-5-4 に示す。

モンゴル国ウランバートル市大気汚染能力強化プロジェクトフェーズ3  
プロジェクト事業完了報告書

	第1期												第2期											
	2018		2019			2020			2021			2022			2023			2024						
	11-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6					
JCC	▲	▲																						
着手報告書																								
市民への開催																								
モニタリングシート																								
進捗報告書																								
プロジェクト事業完了報告書																								
本邦研修																								
プロジェクト遂行上の主要課題																								
プロジェクト全般	6-3 大気環境管理体制における役割分担の協議・明文化 5-4 市民、生協及び保護者向け啓発・啓発活動 6-2 プロジェクト内容の発信 6-7 大気汚染対策に関するドナー連携協議の強化																							
活動1-1 HOB監査の強化	1-1-1 状況把握 1-1-2 排ガス測定チームの再編成 1-1-3及び1-1-5 排ガス測定に基づいたHOB監査の実施・報告 1-1-3及び1-1-5 排ガス測定に基づいたHOB監査の実施・報告 1-1-4 排ガス簡易測定法を導入 1-1-3及び1-1-5 排ガス測定に基づいたHOB監査の実施・報告 1-1-3及び1-1-5 排ガス測定に基づいたHOB監査の実施・報告 1-1-3及び1-1-5 排ガス測定に基づいたHOB監査の実施・報告 1-1-3及び1-1-5 排ガス測定に基づいたHOB監査の実施・報告 1-1-3及び1-1-5 排ガス測定に基づいたHOB監査の実施・報告 1-1-3及び1-1-5 排ガス測定に基づいたHOB監査の実施・報告																							
CEMSを用いた発電所の排ガス管理の強化	1-2-3 CEMS排ガス情報統合報告システムの構築 1-3-3 CEMS排ガス情報統合報告システムの構築 1-2-1 TPP3-4のCEMS種別管理計画策定 1-2-2 CEMS排ガスデータの品質管理 1-2-4 CEMS排ガス情報の共有・評価 1-2-5 排ガス監査結果の整理、関係機関への報告 5-7 CEMSデータの解析、発電所の大気汚染対策の検討 5-8 発電所の大気汚染物質の削減計画の作成																							
成果1-5 自動車関連規制の導入	1-3-2 自動車燃料調査 1-3-2 自動車燃料調査 1-3-2 自動車燃料調査 1-3-3 DAARP/NRTICIに対する車載計を用いた自動車の排ガス測定及びDAARP/NRTICIによる自動車排ガス測定 1-3-4 RSDによる自動車排ガス測定																							
成果1-3 及び1-4 AQMSの活用強化	1-4-1 燃料の稼働状況把握 1-4-2 AQMSの維持管理強化 1-4-6 AQMSの情報システム継続・維持 1-4-7 ネットワークを基にしたモニタリングデータの共有 1-4-8 モニタリングデータの解析、モニタリング報告書の作成 1-4-9 モニタリングデータの活用 1-4-4 バイオセンサーの整備強化 1-4-10 Dambadarjaa大気測定器のモニタリングデータをAQMSの情報システムに転送																							
成果2-1 PM発生源等と解析	2-1-1 PMサンプリングの計画・実施 2-1-2 PM成分分析 2-1-3 PM成分分析技術学習 2-1-4 PM成分分析機材整備計画 2-1-5 セブテラモデルによるPM発生源等と解析																							
成果2-2 大気汚染構造と曝露の評価	2-2-1 発生源インベントリ更新計画の作成 2-2-2 移動発生源調査 2-2-3 ガルストープの稼働状況調査 2-2-4 現状と将来の排出インベントリ更新 2-2-4 現状と将来の排出インベントリ更新 2-2-4 現状と将来の排出インベントリ更新 2-2-6 現状と将来の排出インベントリ更新 2-2-2 移動発生源調査 2-2-3 ガルストープの稼働状況調査 2-2-7 PM10,SO2,NOxの大気拡散シミュレーションモデルの更新 2-2-8 UR市の大気汚染構造評価 2-2-5 将来年のBAUシナリオ作成 2-2-4 その他発生源インベントリ調査 2-2-9 PM10の市民への曝露評価 2-1-5 大気汚染の状況分析、大気汚染対策の短・中・長期の軌跡、大気汚染対策の評価を意思決定機関に提言																							
パイロット事業	3-3 パイロット事業の実施計画及び業務指示書策定 4-3 パイロット事業選定のための協議・承認 5-4 パイロット事業の実施(自動車排ガス関連) 5-4 パイロット事業の実施(改良燃料) 5-1 大気汚染の状況分析、大気汚染対策の短・中・長期の軌跡、大気汚染対策の評価を意思決定機関に提言 5-4 パイロット事業の実施(自動車排ガス関連) 5-5 パイロット事業結果の評価及び弊害の分析 5-6 パイロット事業結果を国環境汚染削減委員会への報告 4-4 パイロット事業の本格事業としての承認 4-2 技術ガイドラインの作成及び活用 4-5 プロジェクト及びパイロット事業の成果の活用 5-4 パイロット事業の実施(改良燃料) 5-5 パイロット事業結果の評価及び弊害の分析 4-3 パイロット事業実施現場での移動式AQMSによる測定 5-6 パイロット事業結果を国環境汚染削減委員会への報告 4-2 技術ガイドラインの作成及び活用 4-5 プロジェクト及びパイロット事業の成果の活用																							
燃料基準、排出基準	3-1 改良燃料の測定方法及び品質の規格案を作成・提案 3-1 改良燃料の測定方法及び品質の規格案を作成・提案 3-2 都市ガス普及のための安全指針作成 6-3 燃料基準、排出基準の作成、規格変更審判へ提出 6-4 法令・規則・条例等を策定、議会へ提出 6-2 国環境汚染削減委員会への技術資料の提供																							
大気汚染対策の立案	6-5 資金配分を担当する部署の職員に対する大気汚染対策の研修 6-6 必要に応じて大気汚染対策のための資金配分に関する手続きの改善 6-3 大気汚染対策計画・実施評価の業務手引書作成																							

図 1-5-4 活動実施状況

## 第2章 プロジェクトの運営

### 2-1 プロジェクトの実施体制

プロジェクトの実施体制図を図 2-1-1 に示す。

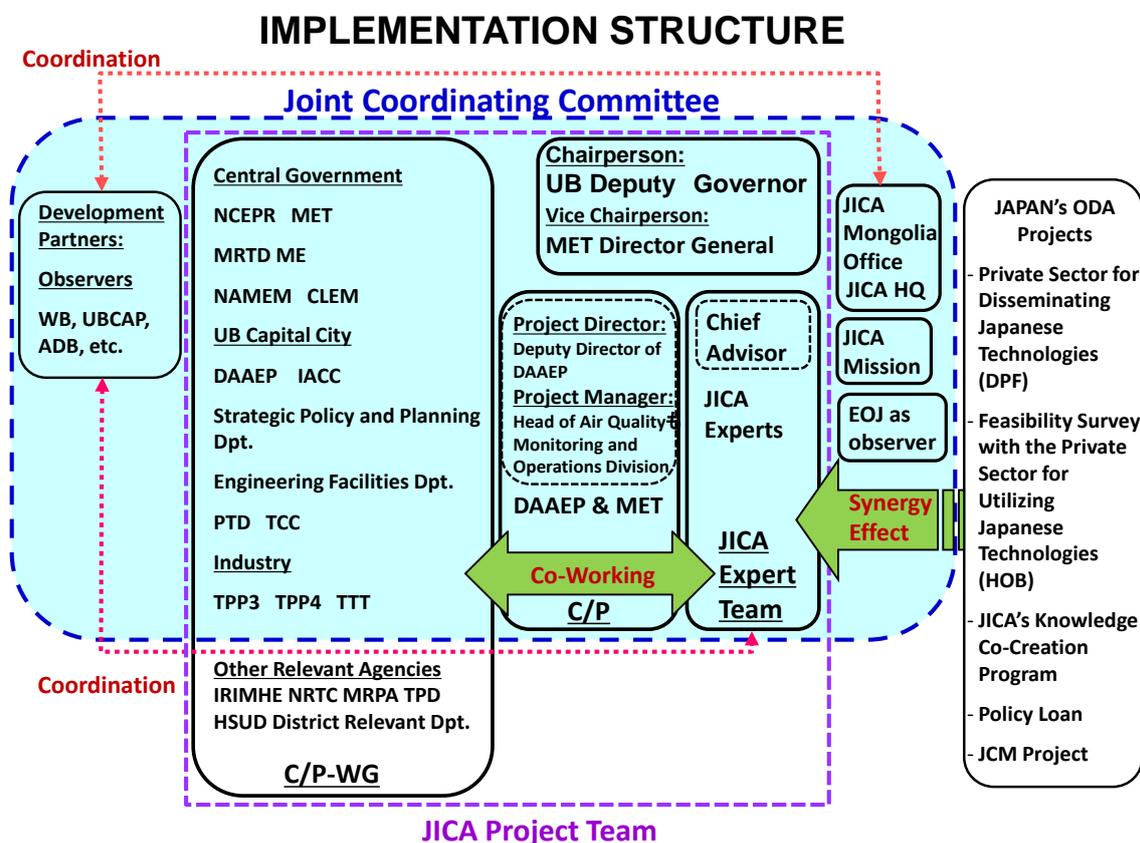


図 2-1-1 プロジェクト実施体制図

#### 2-1-1 プロジェクトダイレクター

プロジェクトダイレクターは、プロジェクト全体の管理責任と関係機関との連携調整に係る責任を担う。

プロジェクト開始時は APRD (現 DAAEP) 長官 (Ms. Tsatsral BATMUNKH) がプロジェクトダイレクターを務めた。その後、6 回長官の交代が行われ、現在は 2023 年 7 月からプロジェクト Mr. Batshagai BAYSGALAN が担当している。

#### 2-1-2 プロジェクトマネージャー

プロジェクトマネージャーはプロジェクトの実施監理および技術的事項に関する責任を担う。

2018 年 6 月に締結した R/D において APRD (現 DAAEP) 副長官がプロジェクトダイレクターを務めることになっていたが、2018 年 12 月 12 日の第 1 回 JCC にて、大気質管理課課長の

Mr. Galymbek KHALTAR が担うことになった。その後、大気質管理課長の交代に伴い、2020 年 1 月からは Mr. Davaajargal GAN-OCHIR が担当した。

### 2-1-3 合同調整委員会（JCC）

JCC は、半年から 1 年に 1 回程度開催し、プロジェクトの進捗確認や懸案事項にかかる協議、プロジェクトの重要な変更事項の協議・決定を行うものであった（JCC の開催記録について2-4 参照）。JCC 議長は、ウランバートル市副市長が務めた。

プロジェクト開始時は Mr. Jantsan BATBAYASGALAN が議長を務めた。その後、6 回議長の交代が行われ、2023 年 10 月から Ms. Nominchimeg ODSUREN が担当している。

表 2-1-1 にプロジェクト期間における歴代 JCC 議長を示す。

表 2-1-1 歴代 JCC 議長

JCC 議長	Mr. J.BATBAYASGALAN	UB 市副市長 ~2019 年 3 月
	Ms. D.Munkhjargal	UB 市プロジェクトリーダー 2019 年 3 月~2021 年 1 月
	Mr. Z.Tumurtumuu	UB 市プロジェクトリーダー 2021 年 1 月~2021 年 11 月
	Mr. D.Ikhbayar	UB 市プロジェクトリーダー 2021 年 11 月~2022 年 1 月
	Mr. P.Battur	UB 市プロジェクトリーダー 2022 年 1 月~2022 年 6 月
	Mr. Z.Tumurtumuu	UB 市副市長 2022 年 6 月~2023 年 10 月
	Ms. O.Nominchimeg	UB 市副市長 2023 年 10 月~

JCC 副議長は MET の環境政策調整局局長である。プロジェクト開始時は Mr. G.Nyamdavaa が副議長を務めた。その後、8 回議長の交代が行われ、2023 年 11 月から Mr. G.Enkhmunkh が担当している。

表 2-1-2 にプロジェクト期間における歴代 JCC 副議長を示す。

表 2-1-2 歴代 JCC 副議長

JCC 副議長	Mr. G.Nyamdavaa	自然観光環境省環境自然資源管理局長 ~2019年5月
	Mr. Tsogtsaikhan	自然観光環境省環境自然資源管理局長 2019年5月~2020年6月
	Mr. Batmunkh	自然観光環境省環境自然資源管理局長 2020年6月~2021年3月
	Mr. Batsansar	自然観光環境省環境自然資源管理局長 2021年3月~2021年8月
	Mr. A.Enkhbat	自然観光環境省環境自然資源管理局長 2021年8月~2022年12月
	Ms. T.Uranchimeg	自然観光環境省環境政策調整局長 2023年1月
	Mr. A.Enkhbat	自然観光環境省環境政策調整局長 2023年1月~2023年2月
	Mr. B.Boris	自然観光環境省環境政策調整局長 2023年2月~2023年11月
	Mr. G.Enkhmunkh	自然観光環境省環境政策調整局長 2023年11月~

#### 2-1-4 実施機関

図 2-1-1 に示す実施体制図の通り、DAAEP が主な実施機関であり、一部の活動は MET と共に行った。

#### 2-1-5 カウンターパート・ワーキンググループ (C/P-WG)

C/P-WG は、関係機関と共同でプロジェクトを効果的に実施するために確立されたグループであり、図 2-1-1 に示す実施体制図の通り、道路・運輸開発省 (MRTD)、NAMEM、環境・度量衡中央ラボラトリー (CLEM)、気象水文環境情報研究所 (IRIMHE)、国家道路交通センター (NRTC) 等の国の機関の他、IACC、UB 市交通管制センター (TCC)、市公共交通局 (PTD) 等の市の機関及び第 3 火力発電所 (TTP3)、第 4 火力発電所 (TPP4) 等の発電所も含まれている。C/P-WG への参加機関は、必要に応じて、C/P 機関と協議の上、柔軟に対応した。

#### 2-1-6 JICA 専門家チーム (JET)

JET は、DAAEP、MET 及び C/P-WG に対してプロジェクト実施に必要な技術指導、助言、推奨を行った。JET の体制を図 2-1-2 に示す。

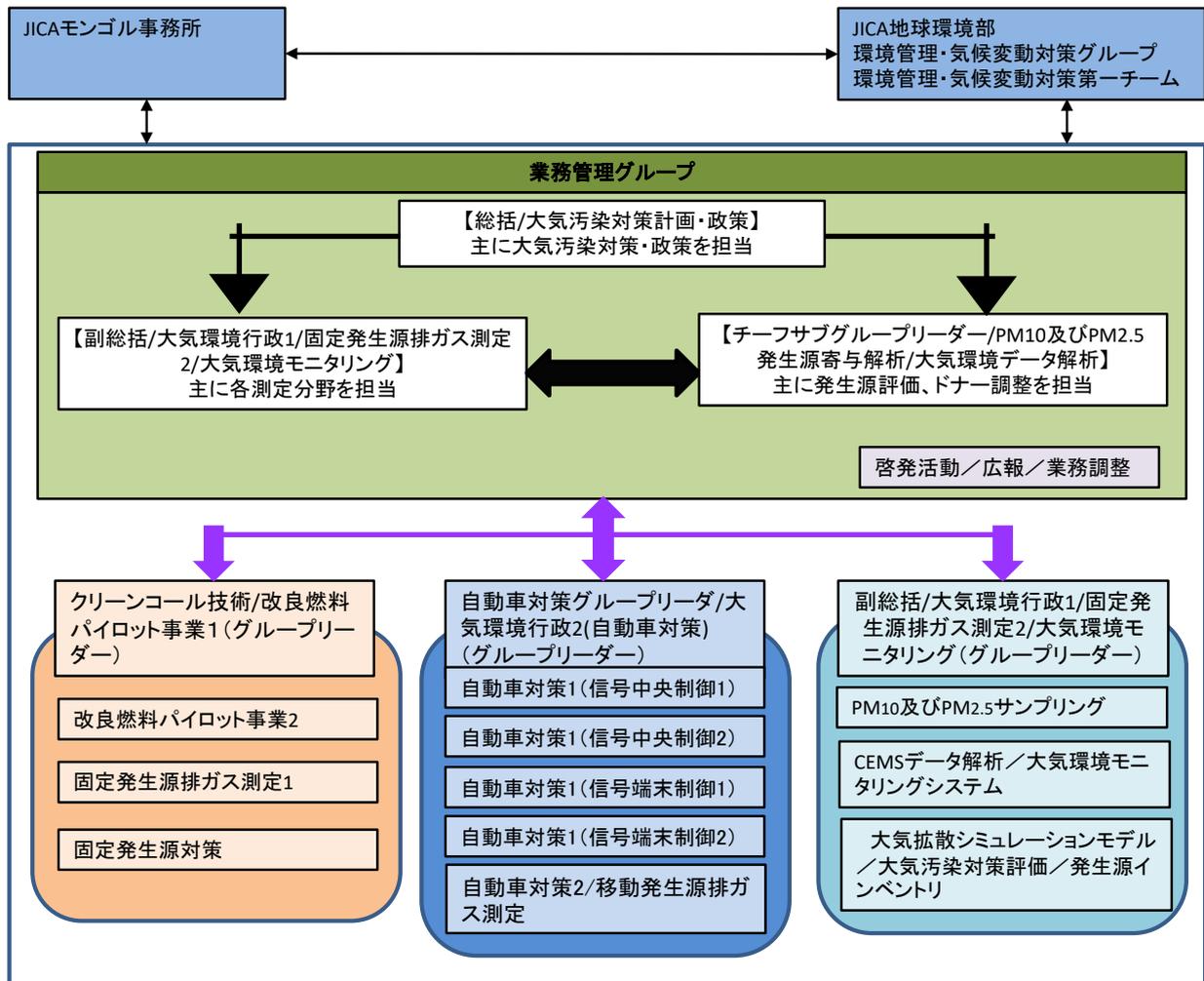


図 2-1-2 JET の体制

## 2-2 日本側の専門家活動

### 2-2-1 専門家活動実績

日本側専門家の氏名と所属、担当分野と派遣実績を表 2-2-1 に示す。

表 2-2-1 日本側専門家活動実績

	専門家氏名	所属	担当業務	現地人 月	国内人 月
1	田畑 亨	SUR	総括／大気汚染対策計画・政策	6.73	3.10
2	澤木 夏二	SUR	副総括／大気汚染行政 1／固定発生源排ガス測定 2／大気環境モニタリング	13.63	4.00
3	恵土 英	SUR	チーフサブグループリーダー／PM <sub>10</sub> 及びPM <sub>2.5</sub> 発生源寄与解析／大気環境データ解析	7.30	1.15
4	遠藤 一	SUR*(JCOAL)	クリーンコール技術／改良燃料パイロット事業 1	8.26	3.05
5	大高 康雄	SUR*(JCOAL)	改良燃料パイロット事業 2（前任）	0.37	0.00
6	山下 栄二	SUR*(JCOAL)	改良燃料パイロット事業 2（後任）	1.60	0.00
7	小柳 伸洋	SUR*(JCOAL)	改良燃料製造	2.14	0.35
8	仲田 伸也	SUR	大気拡散シミュレーションモデル／大気汚染対策評価／発生源インベントリ	8.83	3.93
9	臼井 忠良	SUR*(JFE-TEC)	固定発生源排ガス測定 1／PM <sub>10</sub> 及びPM <sub>2.5</sub> サンプリング	4.53	0.00
10	前田 浩之	SUR	CEMS データ解析／大気環境モニタリングシステム	1.87	1.70
11	佐藤 厚	SUR	自動車対策グループリーダー／大気環境行政 2（自動車対策）	4.83	0.50
12	田中 好巳	SUR*(JTMTA)	自動車対策 1（信号中央制御 1）（前任）	0.23	0.00
13	吉田 利博	SUR*(JTMTA)	自動車対策 1（信号中央制御 1）（後任）	0.00	0.50
14	野田 素良	SUR*(JTMTA)	自動車対策 1（信号中央制御 2）	1.77	0.20
15	岩城 勇正	SUR*(JTMTA)	自動車対策 1（信号端末制御 1）（前任）	0.47	0.25
16	宮田 晋	SUR*(JTMTA)	自動車対策 1（信号端末制御 1）（後任）	1.07	0.00
17	松村 哲	SUR*(JTMTA)	自動車対策 1（信号端末制御 2）	1.54	0.55
18	岡部 順	SUR	自動車対策 2（RSD）／移動発生源排出ガス測定	9.27	0.50
19	田中 真一	SUR*(GEC)	固定発生源対策	0.97	0.50
20	福地 翔	SUR	啓発活動／広報／業務調整	1.73	0.00
21	岡部 順	SUR	本邦研修 1	0.00	0.30
22	恵土 英	SUR	本邦研修 2	0.00	0.15
合計				76.73	20.73

注 SUR：株式会社数理計画、SUR\*：補強専門家、JCOAL：一般財団法人 カーボンフロンティア機構、JFE-TEC：JFE テクノリサーチ株式会社、JTMTA：公益財団法人 日本交通管理技術協会、GEC：公益財団法人 地球環境センター

## 2-2-2 本邦研修

本プロジェクトにて実施した本邦研修を表 2-2-2 及び表 2-2-3 に示す。

表 2-2-2 第1回本邦研修

研修コース名	PM 成分分析
期間	2022/11/10 ~ 11/23 (11月9日日本着、23日日本発)
受け入れ人数	8名
研修内容	<p>&lt; 講義 &gt; 「本邦研修の目的、スケジュール」、「PM 発生源寄与解析の基礎(レセプターモデルの概要)」、「PM 発生源寄与解析(レセプターモデル)実習」、「PM 成分分析の概要説明」(大阪公立大学)、「分析設備の見学/PM 成分分析の実例紹介、精度管理の留意点」(大阪府立環境農林水産総合研究所)</p> <p>&lt; 実習 &gt; 「PM 成分分析実習」(大阪公立大学)</p> <p>&lt; 討議・発表 &gt; 「PM 成分分析実習のまとめ、機材整備計画作成、研修報告会準備」、「研修報告会、評価会」</p>

表 2-2-3 第2回本邦研修

研修コース名	信号制御
期間	2022/12/8 ~ 12/20 (12月7日日本着、21日日本発)
受け入れ人数	8名
研修内容	<p>&lt; 講義 &gt; 「本邦研修の目的、スケジュール」、「研修生の自己紹介及び担当部門における課題と対応」、「交通管理の基礎」、「日本における交通社会の進展に伴う問題点と対応の変遷」、「交通工学の基礎」、「交通規制の基礎」、「交通規制の現地視察」、「交通管制の基礎」、「交通量調査実習、信号機演習」、「山梨県交通管制センターの視察、交通状況の視察」(山梨県警)、「埼玉県交通管制センターの視察、交通状況の視察」(埼玉県警)、「信号調整演習」</p> <p>&lt; 視察 &gt; 「日本信号(信号機メーカー)の視察」(日本信号)、「VICS(情報提供事業者)、JARTIC(情報提供事業者)の視察」(道路交通情報通信システムセンター(VICS)、日本道路交通情報センター(JATIC))、「ミナモト通信(信号工事業業者)の視察」(ミナモト通信)</p> <p>&lt; 討議・発表 &gt; 「研修報告会の準備/実施」、「研修報告会、修了証配布等」</p>

## 2-2-3 供与機材実績

供与機材実績を表 2-2-4 に示す。

表 2-2-4 供与機材実績

	機材名	型式	数量	単位	供与先	引渡日
1	加熱器付排ガス吸引管	B60-HP	2	Set	DAAEP	2019/10/4
2	TESTO340 排ガス測定装置のセンサー	Test	2	Set	IIAC	2020/02/14
3	PM2.5 / PM10 dual samplers	Murata MCAS-SJ-M4	2	Set	CLEM	2021/10
4	蛍光 X 線硫黄分析計	Horiba SFLA-60	1	Set	MRPA	2021/11/11
5	PC	Dell Inspiron 5402	2	Set	DAAEP	2021/11/12
6	PC	Dell Inspiron 5402	1	Set	NAMEM	2021/11/16
7	オパシメーター	Horiba Mexa-600s	1	Set	MRTD	2022/5/23
8	粉砕機	Nara Machinery, M-5A	1	Set	ME	2022/6
9	TESTO340 排ガス測定装置のセンサー	Test	1	Set	IIAC	2022/11/14
10	Drive recorder	Datatec SR Connect	20	Set	MRTD	2023/8
11	Eco-drive analysis software	Datatec PK4006A1FL_W10	5	Set	MRTD	2023/8

## 2-2-4 再委託業務の成果

再委託業務は、9 件を実施した。その成果は以下の通りである。

### (1). 交通量・旅行速度調査

自動車からの排出インベントリを更新するため、2019 年と 2022 年の 2 回交通量・旅行速度調査を実施した。

調査では、非冬季（10 月）及び冬季（12 月）に、最大 45 か所の車種別時間帯別交通量を、現場での調査員によるカウント、及び、ビデオカメラでの映像を使ったカウントをした。旅行速度調査では、3 つのルートを 1 日 4 回往復し、道路区間別の所要時間から旅行速度を計算した。これらの調査結果は、自動車からの排出インベントリの更新に活用された。

### (2). 交通現象調査

パイロット事業において、信号制御による効果を検証するため、2019 年、2022 年及び 2023 年の 3 回交通現象調査を実施した。

調査は、市内 17 の交差点において、進行方向別交通量、渋滞長、捌き交通量、死に青・無駄青の回数の調査を実施した。同時にカメラで交差点の状況を撮影し、後日交通量のカウントに活用した。調査結果は、信号制御における技術移転に活用された。

### (3). 改良燃料に係る検証調査

改良燃料の利用実態を調査するため、2019 年から 2020 年にかけて実施された。

調査は、Moringiin Davaa 地域の約 500 世帯を対象として、ストーブ種類及び燃料の使用状況について調査した。2019 年から使用開始された TTT 社の改良燃料を使用した結果、従来の生石

炭と比べて着火状況や臭いなどの7つの項目を評価した結果を取りまとめた。調査結果は、プロジェクトにおける改良燃料（BCB）の製造及び燃焼試験の方法の検討に活用された。

#### **(4). ゲルストーブ利用状況調査**

家庭用小型ストーブでの利用実態を把握するため、UB市内84世帯を対象として、2023年1月、4月、6月に1週間の燃料投入時間、投入量を記録する調査を実施した。調査に先立ち、ストーブの種類、建物の種類、煙突の高さなどの情報を収集した。調査結果は、家庭用小型ストーブからの大気汚染物質排出量の計算及び拡散シミュレーションのための入力情報として活用された。

#### **(5). バイオマスの供給調査**

改良燃料パイロット事業にて、大気汚染物質を減らすために、BCBの製造及び普及を検討した。本調査では、冬季のUB市の家庭で使用するBCB製造に必要なバイオマスの調達可能性を検証するため、モンゴル国内のバイオマスの入手先、入手可能量、それに係る全てのコスト及び課題を調査し、BCBの製造・販売・普及に係る課題を整理するためのデータを収集した。調査結果は、BCB導入にあたり必要なコスト計算に活用された。

#### **(6). 大気環境中PM成分分析**

活動2-1-1において、UB市内で採取した大気環境中のPMの成分分析を日本国内で実施した。採取した試料は、サンプリング前後のろ紙秤量（前処理を含む）を行い、サンプリングしたろ紙から炭素成分、イオン成分、金属成分などを分析した。発生源寄与解析のためのPM<sub>10</sub>及びPM<sub>2.5</sub>の成分分析には、高精度の分析機材や非常に高い技術レベルが必要である。また、高い分析精度を維持するため、PM分析に関する豊富な経験も不可欠である。上記の全ての条件に合致している大阪公立大学にPM<sub>10</sub>及びPM<sub>2.5</sub>成分分析を委託した。

分析項目は炭素成分、イオン成分、金属元素等の元素分析である。PM<sub>10</sub>及びPM<sub>2.5</sub>を合わせて196サンプルの成分分析を行った。分析結果は、活動2-1-5におけるレセプターモデルによるPM発生源寄与解析を実施するために活用され、その結果を基に、活動2-2-7におけるPMの拡散シミュレーションモデルの見直しが行われた。

### **2-2-5 技術協力成果品**

技術協力成果品として以下を別添資料としてとりまとめた。

- ・ ガス燃料導入促進に係る安全指針（別添資料 3-4-1）
- ・ 改良燃料技術ガイドライン（別添資料 3-5-1）
- ・ 交通信号の運用に関する技術ガイドライン（別添資料 3-5-2）
- ・ エコドライブ技術ガイドライン（別添資料 3-5-3）

- ・ PM 低減装置（DPF 等）に係る技術ガイドライン（別添資料 3-5-4）
- ・ RSD 技術ガイドライン（別添資料 3-5-5）
- ・ 大気汚染に係る技術審査ガイドライン（別添資料 3-7-1）
- ・ 大気汚染対策の計画・実施・評価に係る業務手引書（別添資料 3-7-2）
- ・ 本プロジェクトで作成・作成支援した研修・セミナー等の教材及び報告書（表 2-2-5）
- ・ 本プロジェクト実施の過程で使用した関連技術データ、情報・資料等（表 2-2-6 及び表 2-2-7）
- ・ 広報資料（表 2-2-8）

表 2-2-5 本プロジェクトで作成・作成支援した研修・セミナー等の教材及び報告書

No.	セミナー開催日	セミナー内容	備考
1-1	2019年9月16日	自動車パイロット事業の説明	別添資料 3-4-2
1-2	2020年9月より	排出インベントリ作成 Web 研修	別添資料 3-3-2
1-3	2022年1月25日	自動車パイロット事業セミナー	別添資料 3-4-3
1-4	2022年3月17日	排出量計算セミナー	別添資料 3-3-3
1-5	2022年10月5日	拡散シミュレーション結果報告	別添資料 3-3-6
1-6	2023年2月7日	国連児童基金 (UNICEF) 主催による学術セミナー	別添資料 3-5-1
1-7	2024年1月24日	PMF 結果に基づいた PM <sub>10</sub> シミュレーションモデルの改善結果報告セミナー	別添資料 3-3-7
1-8	2024年3月13日	パイロット事業の大気汚染対策の評価結果に関するセミナー	別添資料 3-3-8

No.	調査内容	備考
2-1	2019年交通量調査結果まとめ	別添資料 3-3-5
2-2	車載計調査報告	別添資料 3-6-5
2-3	2023年 RSD 調査報告書	別添資料 3-6-7

表 2-2-6 本プロジェクト実施の過程で使用した関連技術データ、情報・資料等（別添資料 2-2-1）

No.	資料名	作成機関
1	2018年大気環境測定年報	NAMEM
2	2019年大気環境測定年報	
3	2020年大気環境測定年報	
4	2021年大気環境測定年報	
5	2022年大気環境測定年報	
6	2023年大気環境測定年報	
7	2018年活動報告書	DAAEP
8	2019年活動報告書	
9	2020年活動報告書	
10	2021年活動報告書	

11	2022年活動報告書	
12	2023年活動報告書	
13	2017年排出インベントリ報告書	
14	2018年排出インベントリ報告書	
15	2020年排出インベントリ報告書	
16	2021年排出インベントリ報告書	
17	政令・市長令等（表 2-2-7 参照）	モンゴル側関係機 関

表 2-2-7 政令・市長令等（別添資料 2-2-2）

No.	政令・市長令	発令日	法令種別
1	第 62 号（原炭の使用禁止について）	2018/2/28	モンゴル国閣議決定
2	第 17/10 号（UB 市大気汚染削減マスタープラン）	2018/6/28	市議会決定
3	第 A/1202 号（JCC のメンバーについて）	2018/12/12	市長令
4	第 19/01 号（国家環境汚染削減委員会（NCEPR）の対策計画の承認、会員への方針について）	2019/1/24	NCEPR の決定
5	第 19/03 号（自動車からの排出汚染物質削減のための一部対策について）	2019/1/24	NCEPR の決定
6	第 87 号（政府特別基金に関する一部処置について）	2019/2/27	モンゴル国閣議決定
7	第 100 号（UB 市役所及び市長事務所の組織体制、その職員数制限の策定について）	2019/3/21	モンゴル国閣議決定
8	第 A/239 号（政府決議の執行に向けた一部対策について）	2019/3/22	市長令
9	第 A280 号（環境モニタリング活動計画の承認について）	2019/6/17	MET 大臣命令
10	第 A/808 号（JCC のメンバー更新について）	2019/8/9	市長令
11	第 A433 及び第 A820 号（大気質改善地域、その施行規則更新の承認について）	2019/8/14	MET 大臣及び都知事兼 UB 市長の共同命令
12	大気法改正	2019/11/13	モンゴル国家法律
13	大気料金支払法改正	2019/11/13	モンゴル国家法律
14	第 346 号（自動車の排出ガスの監査測定を実施し、煙（排ガス）の削減対策を検討及び作成評価の業務を果たす作業部会の設置）	2019/11/13	MRTD 大臣命令
15	第 20/01（環境汚染削減のための 2020 年活動計画）	2020/1/24	NCEPR の決定
16	第 B/47 号（DAAP 長官代理の決定）	2020/3/10	市長令
17	第 189 号（第 62 号の使用可能地域の無効）	2020/5/27	モンゴル国閣議決定
18	第 20/03 号（NCEPR メンバーの更新について）	2020/9/4	NCEPR の決定
19	第 123 号（温水及び蒸気ボイラの先端技術への転換について）	2020/10/8	モンゴル国副首相命令
20	第 A604 号 及び A1112 号（大気質改善地域、その施行規則の更新の承認について）	2020/10/12	MET 大臣及び都知事兼 UB 市長の共同命令
21	第 21/04 号（委員会の 2021 年の実施行動計画の承認について）	2021/1/19	NCEPR の決定
22	第 B/14 号（DAAEP 長官代理の決定）	2021/1/27	市長令

No.	政令・市長令	発令日	法令種別
23	第 B/03 (DAAEP 副長官の決定)	2021/1/28	DAAEP 長官命令
24	第 A/503 号 (JCC のメンバー更新について)	2021/6/25	市長令
25	第 A322 号及び第 A780 号 (大気質改善地域、その施行規則更新の承認について)	2021/10/13	MET 大臣及び都知事兼 UB 市長の共同命令
26	第 A/54 号 (「改良型固形燃料の技術仕様 MNS5679:2019」の改定、提案及び報告書を作成する作業部会の設置)	2022/2/16	ME 大臣命令
27	第 A/346 号 (一酸化炭素中毒リスク防止について)	2022/3/9	市長令
28	大気法改定	2022/4/22	モンゴル国家法律
29	第 223 号 (2018 年 2 月 28 日付第 62 号決定の追加・更新について)	2022/6/8	モンゴル国閣議決定
30	第 350 号 (政府の国内委員会、国家委員会および国家評議会の構成の更新に関して)	2022/9/22	モンゴル国閣議決定
31	第 A424 号及び第 A1353 号 (大気質改善地域、その施行規則更新の承認について)	2022/10/17	MET 大臣及び都知事兼 UB 市長の共同命令
32	第 A/1649 号 (IACC 廃止に係る一部措置について)	2022/12/30	市長令
33	第 17 号 (MET の行動戦略、組織体制の改編によるプログラム、組織体制、定員数の制限の設定)	2023/1/11	モンゴル国閣議決定
34	第 A/06 号 (DAAEP 組織体制、公職一覧の更新・承認について)	2023/1/16	DAAEP 長官命令
35	第 38 号 (閣議決定第 350 号決定への追加更新について)	2023/2/1	モンゴル国閣議決定
36	第 A/1030 号 (ガス中毒防止対策)	2023/9/6	市長令
37	第 396 号 (NCEPR の廃止)	2023/11/1	モンゴル国閣議決定
38	第 A/622 号及び第 A/294 号 (第 396 号に関する共同作業部会の設置)	2023/12/13	MET 大臣と ME 大臣の共同命令
39	第 A/1410 号 (第 396 号に関する作業部会設置について)	2023/12/15	市長令
40	第 A/163 号 (大気・環境汚染低減国家プログラムの費用分担の承認、権限移譲について)	2024/3/7	MET 大臣命令

表 2-2-8 広報資料 (別添資料 2-2-3)

No.	号数	発行月	表題
1	第 1 号	2019 年 2 月	プロジェクト概要
2	第 2 号	2023 年 9 月	信号制御技術による交通状況改善への取り組み
3	第 3 号	2023 年 10 月	エコドライブによる自動車問題改善への取り組み
4	第 4 号	2024 年 6 月	プロジェクトの成果

## 2-3 モンゴル側の活動

### 2-3-1 モンゴル側の実施体制

プロジェクトマネージャーの管理・調整・指示の下で、MRTD、NAMEM、CLEM、IRIMHE、等の国の機関の他、IACC、TCC、PTD 等の市の機関及び TTP3, TPP4 等の発電所がプロジェクト活動を実施した。

### 2-3-2 C/P の配置

モンゴル側は、表 2-3-1 に示す通り、プロジェクト実施に必要な C/P を割り当てた。プロジェクトは 5 年 9 か月間実施され、IACC の解体および NCEPR の廃止の等の組織の体制に大きな変更が行われた。また、プロジェクトで技術移転した人材の異動、離職等で人材が交代したが、引継ぎ期間内で引継ぎが行われていない状態が続き、JET は再三に渡り技術移転を実施した。

表 2-3-1 C/P の配置

	DAAEP	NAMEM/CLEM/IRIMHE/NRTC 等
プロジェクトディレクター	1. Ms. B.Tsatsral ~2019 年 9 月 2. Mr. Kh.Galymbek 2019 年 9 月~2020 年 1 月 3. Ms. Ts.Tsolomon 2020 年 3 月~2021 年 1 月 4. Ms. B.Purevsuren 2021 年 1 月~2022 年 2 月 5. Mr. G.Davaajargal 2022 年 2 月 6. Mr. Ts.Ganbold 2022 年 2 月~2023 年 7 月 7. Mr.B.Batshagai 2023 年 7 月~	
プロジェクトマネージャー	1. Mr. Kh.Galymbek ~2020 年 1 月 2. Mr. G.Davaajargal 2020 年 1 月~	
固定発生源排ガス測定	1. Mr. Otogonbayar ~2019 年 2 月 2. Mr. Kh. Gerelchuluun ~2019 年 12 月 3. Mr. U.Jargalbaatar 2018 年 11 月~ 4. Mr. Bargil 2019 年 6 月~2020 年 7 月 5. Mr. S.Altansukh 2020 年 3 月~	

	DAAEP	NAMEM/CLEM/IRIMHE/NRTC 等
	6. Mr. B.Adiyaochir 2020年9月~ 7. Mr. Enkhamgalan 2021年3月~2022年6月 8. Mr. B.Ganzorig 2022年10月~2023年7月 9. Mr. E.Temuujin 2022年10月~	
大気環境測定局 (AQMS)	1. Mr. Otgonbayar ~2019年1月 2. Ms. D.Sanchirbayar 2019年2月~2020年4月 3. Mr. Nergui 2020年5月~2021年8月 4. Mr. B.Adiyaochir 2021年9月~	
移動発生源の測定	1. Mr. O.Altangerel ~2021年12月 2. Ms. Byambatsetseg 2021年10月~2023年1月 3. Ms. D.Sanchirbayar 2023年2月~	MMHI 1. Mr. D. Davaabayar ~2022年3月 2. Ms. Mongolmaa 2022年4月~ MRTD 1. Mr. P.Munkhbat ~2021年9月 2. Mr. Khavi 2021年10月~ TCC 1. Mr. B.Zolzaya ~2021年12月 2. Mr. Namuu 2022年1月~ PTD 1. Mr. Nyamdorj ~2022年3月 2. Ms. Tsetsegmaa 2022年4月~2023年12月 3. Mr. Ulzii 2024年1月~
PM サンプルング		CLEM 1. Mr. B. Barkhasragchaa 2018年11月~ 2. Mr. D. Tumendelger 2018年11月~ 3. Ms. Batkhshig 2018年11月~ 4. Ms. Suvd 2018年11月~

	DAAEP	NAMEM/CLEM/IRIMHE/NRTC 等
排出インベントリ	1. Ms. L. Narmandakh ~2019年5月 2. Ms. Altanzul 2019年9月~2021年1月 3. Ms. Oyungerel 2020年6月~2022年3月 4. Ms. Bat-Oyun 2021年3月~ 5. Ms. Byambatsetseg 2021年3月~2023年1月 6. Mr. B. Adiyaochir 2022年4月~	NAMEM 1. Sh. Nyamdavaa ~2022年9月 2. Mr. Bayarmagnai 2021年3月~2022年2月 3. Ms. E. Amarzaya 2021年9月~2022年3月 IRIMHE 1. Mr. E. Davaanyam 2021年3月~2022年3月
大気拡散シミュレーション	1. Ms. L. Narmandakh ~2019年5月 2. Ms. Altanzul 2019年9月~2021年1月 3. Ms. Oyungerel 2020年6月~2022年3月	NAMEM 1. Ms. Sh. Nyamdavaa ~2022年9月 2. Mr. Bayarmagnai 2021年3月~2022年2月 3. Ms. E. Amarzaya 2022年3月~ 4. Mr. Gansukh 2022年3月~2022年9月 IRIMHE 1. Mr. E. Davaanyam 2021年7月~ 2. Mr. G. Batjargal 2021年7月~
PM 発生源寄与解析		CLEM 1. Mr. B. Barkhasragchaa 2018年11月~ 2. Mr. D. Tumendelger 2018年11月~ 3. Ms. E. Oyuntuya 2018年11月~ NAMEM 1. Ms. S. Enkhmaa 2018年11月~ 2. Ms. E. Amarzaya 2021年9月~
大気汚染対策	1. Mr. Kh.Galymbek ~2020年1月 2. Mr. G.Davaajargal 2020年1月~	MET 1. Ms. A.Tseepel ~2019年4月 2. Mr. T. Mjnkhat 2019年11月~2023年6月 3. Ms. Bolorjargal 2023年12月~

	DAAEP	NAMEM/CLEM/IRIMHE/NRTC 等
組織間調整	1. Mr. Kh.Galymbek ~2020年1月 2. Mr. G.Davaajargal 2020年1月~	

### 2-3-3 モンゴル側負担事項の履行

モンゴル側は、下記に示す通り、R/D 合意に沿って必要なモンゴル側負担事項を実施した。但し MET 庁舎に空いている部屋がなく、MET 庁舎内に JET 室は確保されなかった。

#### 1. 施設

- (1) UB 市調査内 JET 室の確保
- (2) MET 庁舎内
- (3) CLEM の環境ラボラトリー
- (4) 供与機材の保管場所

#### 2. プロジェクト実施に必要な予算の確保・執行

- (1) C/P の人件費・交通費・宿泊費
- (2) プロジェクト運営管理費

### 2-4 JCC の開催

表 2-4-1 に JCC の開催記録を示す。各回の協議議事録 (M/M) を別添資料 2-4-1~2-4-11 に示す。

表 2-4-1 JCC の開催記録

	実施年月	主な協議・決定事項
第 1 回 JCC	2018 年 12 月	- JCC メンバーの承認 - C/P-WG の追加 - 活動対象機関の見直しに伴う PDM の変更
第 2 回 JCC	2019 年 6 月	- モニタリングシート第 1 号の承認 - プロジェクトを実施するための人材の確保に関する協議 - 供与機材の供与先及び供与機材の設置、維持管理に関する協議
第 3 回 JCC	2019 年 12 月	- 業務進捗報告書第 1 号の承認 - モニタリングシート第 2 号の承認 - PDM の成果指標に関する協議 - プロジェクトを実施するための C/P-WG の追加に関する協議 - 改良燃料パイロット事業におけるゲル地区の家庭に改良燃料を配布して行う検証試験の中止に関する協議

	実施年月	主な協議・決定事項
		- 排出インベントリとシミュレーションモデル活動の再トレーニングに関する協議
第4回 JCC	2021年2月	- 業務進捗報告書第2号の承認 - モニタリングシート第4号の承認 - プロジェクト期間延長の確認 - C/P-WG の追加 - APAF の廃止に伴う、PDM の変更に関する協議 - 車載計測定の再トレーニングに関する PDM の追加活動の協議 - プロジェクト実施に必要な人材の確保及び引継ぎに関する協議
第5回 JCC	2021年6月	- モニタリングシート第5号の承認 - 大気環境モニタリングネットワークに関する PDM の追加活動の協議
第6回 JCC	2021年12月	- 業務進捗報告書第3号の承認 - モニタリングシート第6号の承認 - プロジェクト目標の指標に関する協議 - DPF の移設に関する追加活動の協議 - 排出インベントリ、シミュレーションモデルの構築・実施、大気汚染対策評価を実施する際の役割分担に関する協議
第7回 JCC	2022年6月	- 業務進捗報告書第4号の承認 - モニタリングシート第7号の承認 - DPF 移設の活動の課題に関する協議 - プロジェクト実施に必要な人材の確保及び引継ぎに関する協議
第8回 JCC	2022年12月	- モニタリングシート第8号の承認 - 排出インベントリ、シミュレーションモデルの構築・実施、大気汚染対策評価を実施する際の役割分担に関する協議
第9回 JCC	2023年6月	- 業務進捗報告書第5号の承認 - モニタリングシート第9号の承認 - IACC 廃止に伴う、IACC に関連する活動の協議
第10回 JCC	2023年12月	- モニタリングシート第10号の承認 - モンゴル側人材の確保・維持を含む継続した技術移転・能力強化に関する協議 - PDM のプロジェクト目標の指標に関する協議 - PDM の成果指標2の達成状況に関する協議
第11回 JCC	2024年5月	- 事業完了報告書に関する協議 - PDM のプロジェクト目標の指標に関する協議 - プロジェクト終了後の課題に関する協議

## 第3章 活動内容及び成果

### 3-1 活動概要

モンゴル国は、これまでの日本の協力の成果もあり、大気汚染の現状把握、大気汚染問題の構造分析、環境情報の公開が一定程度できており、現在は大気汚染対策の検討と実施を行っている段階と言える。これは JICA の環境管理分野における課題別事業戦略（JICA グローバル・アジェンダ）である「JICA クリーン・シティ・イニシアティブ」のクラスター事業戦略「環境規制及び汚染対策の適正化を通じた健全な環境質の実現」<sup>12</sup>の第二段階の協力を該当する。

ここでは成果毎のプロジェクト活動の概要を記し、詳細は3-2 以降に記載する。

各成果の関係性について、成果 1 の発生源モニタリングデータや成果 2 の PM 成分分析結果及び PMF 解析に基づき、成果 2 で排出インベントリを更新した後、シミュレーションモデルの実施結果から大気汚染構造の把握を行った。

また、パイロット事業は、成果 3~成果 6 に関連して様々な活動に組み込まれている。そのため3-1-6 に概要をまとめて記載した。

#### 3-1-1 成果 1 及び成果 2：モニタリング及び汚染構造の把握

##### 1) 発生源モニタリング(活動 1-1 から活動 1-3)

大気汚染の現状把握を行うためには、主要な発生源における排出モニタリングが必要である。本プロジェクトを通じてモンゴル側自身で排ガス測定ができるようになった。具体的な実績は以下の通りである。

- 固定発生源排ガス測定は、測定体制が維持され、モンゴル側自身で固体発生源の排ガス測定を実施している。本プロジェクト期間中に火力発電所を含む 240 箇所のボイラ排ガス測定を実施した。
- 2022 年 4 月、DAAEP は固定発生源の排ガス測定に関して ISO17025:2017 の試験所認定を受けた。また、エネルギー省（ME）や改良燃料製造会社から燃焼試験室での排ガス測定の依頼があり、測定結果は改良燃料の選定、改良に活用されている。
- TPP3 と TPP4 は CEMS の利用を継続している。また、ボイラの運転管理に活用するためにも CEMS は使われており、CEMS の機器の校正、部品交換・故障対応は手間がかかるものの適宜実施している。CEMS の測定結果は NAMEM 等に提出されている。
- モンゴル国では、車検の排出基準を満たしていない自動車は全体の 1 割～2 割に達しており、自動車による大気汚染が深刻となる原因の一つとなっている。リモートセンシングデバイス（RSD）調査を実施した結果、ディーゼル車は、ディーゼル排気微粒子除去フィルター

<sup>12</sup> [https://www.jica.go.jp/activities/issues/env\\_manage/\\_icsFiles/afieldfile/2024/03/28/cluster\\_strategy2v2.pdf](https://www.jica.go.jp/activities/issues/env_manage/_icsFiles/afieldfile/2024/03/28/cluster_strategy2v2.pdf)

(DPF) が装着されておらず、日本より高濃度の PM の出現割合がかなり大きい事が判明した。

- 燃料中の硫黄分が高いと自動車に導入されている様々な大気汚染対策に悪影響を及ぼす。そのため、燃料調査を行った結果、硫黄分が 1000ppm 以上の高濃度な燃料を販売している事が判明し、燃料の Euro 5 燃料（低硫黄燃料）の導入促進の啓発活動の必要性が改めて認識された。
- モンゴル側から車載計の再トレーニング、DPF の移設の 2 つの要請があり、モンゴル側と日本側はプロジェクト活動として追加する事を決定し、活動を実施した。車載計に関してはエコドライブ前後の排出ガスや添加剤の効果の検証の際に技術移転を実施した。また、DPF の移設は 2 台実施した。

## 2) 大気環境モニタリング及び汚染構造の把握(活動 1-4 及び活動 2)

大気汚染の現状把握を行うためには、大気環境モニタリングの実施、大気汚染構造の分析・評価のためには排出インベントリの作成及びシミュレーションの実施、また、市民へ広く大気汚染状況を広報するには大気環境情報の公開が必要である。本プロジェクトを通じて大気環境測定局 (AQMS) の維持管理ができるようになり、測定データはシミュレーション結果との濃度比較に活用された。具体的な実績は以下の通りである。

- AQMS 担当職員は、AQMS の維持管理や様々なトラブルを乗り越えて大気環境測定を継続した。その結果、PM<sub>2.5</sub> は年平均の環境基準を大幅に超過しており、特に冬季のゲル地区の PM<sub>2.5</sub> は大幅に超過している事が判明した。プロジェクト期間中の AQMS の稼働率は、COVID-19 の影響で維持管理ができなかった期間を除き、81%を超えている。大気質の状況は <http://agaar.mn/> とアプリにリアルタイムで公開されている。
- 冬季に PM サンプリングを実施し、PM 成分分析を行った結果、フェーズ 2 で生石炭使用時は石炭由来の炭素の影響が大きく、特に、有機炭素 (OC) 成分からなる凝縮性粒子<sup>13</sup>の寄与が大きい事が解明されていたが、フェーズ 3 では改良燃料を導入したことにより、その有機炭素成分からなる凝縮性粒子が減少したことが判明した。
- シミュレーションの結果から、ゲル、戸建てで使われている家庭用小型ストーブ（ゲルストーブ、改良型ストーブ）による SO<sub>2</sub> や PM 濃度への寄与が大きく、発電所、HOB の寄与が小さい事が判明した。
- 上記 1-4 に記載の通り、2019 年の改良燃料導入後、大気環境中の PM 濃度が低減し、SO<sub>2</sub> 濃度が高くなったのが AQMS で確認されていたが、その原因が石炭を禁止し改良燃料を使用する事への転換が原因であることをシミュレーションモデルおよび PM 成分分析の結果で

---

<sup>13</sup> 高温の排出ガスが大気中に放出された際、ガス状物質が冷却凝縮し、粒子化したもの。元となるガス状物質としては、VOC などの有機物が主体であるが、HCl ガス、イオン化物 (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NH<sub>3</sub><sup>+</sup>等) などが含まれていることもある。特にモンゴルの厳冬期は外気温が-30 度になるため、放出された排出ガスが急激に冷やされて凝縮性粒子が生成されやすい環境下にある。

確認できた。プロジェクトは製造会社に改良燃料の改善を働きかけた。その結果、製造会社は、低硫黄石炭の転換やより効果的な脱硫剤の添加量を検討するようになった。

### 3-1-2 成果3：大気汚染対策の技術的評価と大気汚染対策実施準備の能力強化

大気汚染対策の効果を技術的に評価するために必要な規格の作成等を実施した。具体的な実績は以下の通りである。

- 2022年にMEが改良燃料の品質規格についてMNS改定案を作成し、規格度量衡庁(MASM)に提出し、2022年10月17日にMNS5679:2022はMASM長官に承認された。本規格は2022年10月18日から有効となった。改良燃料の品質管理を担当する監督省庁は、この規格に基づき製造した改良燃料が基準を満たしているか確認している。
- 測定規格については、MEや改良燃料製造会社からは改良燃料の燃焼試験の依頼があり、燃焼試験はフェーズ2で確立したプロトコルで実施されているが、依頼者からプロトコルの変更意見は出ておらず、モンゴル側で測定方法の公式化について話題にもなっていなかった。しかしながら、JETは必要と考え、JETの助言の下、DAAEPは上記プロトコルが規格案として十分であると結論し、UB市の規格として提案した。2024年3月にUB市が公式化に向けたプロセスを開始した。
- モンゴルでは、ガス利用に関する法律が整備されていたが、安全利用についての指針はなかった。一般消費者に向けては、UB市監査庁(IACC)から、ガス燃料の安全利用のガイダンスが示されているが、LPガスの使用に関する推奨事項とガス機器の使用に際しての配慮事項が簡潔に整理されているにとどまっている。ガス燃料を安全に利用できる環境の整備には、ガス事業者に対する規制だけでなく、ガス事業者による自主的な取組みの促進や、一般消費者に対する働きかけも重要である。モンゴルにおいても、ガス事業者に対して、自主保安体制の高度化、及び一般消費者への周知・啓発対策を中心とした安全指針の作成が有効と考えられた。そのため、日本のガスの保安確保に関する法律、及び事業者に対する規制等を参照し、今後、モンゴル国内においてガスの利用を促進するうえで特に必要と考えられる安全利用に関する内容を抽出し、ガス燃料導入促進に係る安全指針を作成した。2024年6月にMEに安全指針を提出した。

### 3-1-3 成果4：プロジェクト活動を通じた大気汚染対策に関わる意思決定機関への提言支援

本プロジェクトで得られた大気環境や発生源の分析・評価結果を踏まえ、モンゴル側自身で科学的根拠に基づいた戦略・方針の策定や意思決定を行えるよう体制構築を進めてきた。意思決定機関に提言した、具体的な実績は以下の通りである。

- JETが生石炭使用時の2018年及び改良燃料導入後の2020年の大気汚染状況、パイロット事業の大気汚染対策の評価を行い、NAMEM同席の下、セミナーやJCCで、改良燃料導入によりSO<sub>2</sub>濃度が上昇した結果を受けて、改良燃料を改善する際には硫黄分の少ない石炭の使用あるいは脱硫剤を改良燃料に混ぜることを提言した。

- NAMEM は AQMS のデータから大気汚染の状況を分析し、週報、月報、冬季報、年報の 5 種類を作成、国家統計局、NCEPR や MET に提出している。
- 2023 年 11 月に UB 市副市長に対してモンゴル国の国策として実施された生石炭から改良燃料への燃料転換による大気汚染対策の評価結果を提示し、更なる改良を提言した。
- 2024 年 4 月に UB 市副市長に対し、家庭用改良燃料の比較結果を提示した。具体的には、TTT 社の既存の改良燃料とプロジェクトで製造した BCB の比較、BCB を導入した場合とストーブを変更した場合の大気汚染対策の比較結果を提示した上で、その効果について提言した。

### 3-1-4 成果 5 : PM、SO<sub>2</sub> 及び NO<sub>x</sub> 排出削減のための大気汚染対策の促進

事業者による大気汚染対策を促進するため、以下の活動を実施した。また、後述の通り、複数のパイロット事業を展開した。

#### 1) 市民に向けた啓発・警報活動（活動 5-1）

- DAAEP は家庭のストーブや壁ストーブ使用時に CO 中毒にならないよう安全性を確保するためのビデオ、ポスターを作成し、組織のウェブサイト、パートナーのウェブサイト、キャピタルニュース及びテレビ局や Facebook<sup>14</sup> に掲載しており、市民に向けた啓発・警報活動を実施している。

#### 2) プロジェクトの広報活動（活動 5-2）

- JICA モンゴル事務所主催で 2019 年 3 月に現地メディアを対象としたスタディツアーが実施された。2019 年 3 月にモンゴル国営放送 (MNB) で本プロジェクトが紹介された。また、パイロット事業の低硫黄燃料 (Euro5 燃料) 普及、啓発活動の一環として、2023 年 10 月と 12 月及び 2024 年 4 月にモンゴルのナショナルテレビ局 (NTV) において、JET が Euro5 燃料の必要性を訴えた内容が放映された。
- 2024 年 1 月 31 日にフェーズ 2 で供与した AQMS と DAAEP の燃焼試験室で撮影が実施され、2024 年 2 月 13 日に TBS の夕方ニュース番組でモンゴル国の首都の大気汚染を日本が改善に向け支援という内容で BCB の改良燃料と今後の大気汚染対策について説明した内容が放送された。
- C/P と JET は、プロジェクト活動に関する NEWS Letter を 4 種類作成し、関係機関に配布した。また、プロジェクトの情報発信として JICA モンゴル事務所の Face book に 13 回投稿した。

---

<sup>14</sup> <https://www.facebook.com/aprd.ub.gov.mn/videos>

### 3) 改良燃料の製造技術の助言（活動 5-3）

- 2020 年 12 月、DAAEP に対して、バガヌール炭と TTT 社製の改良燃料との硫黄分比較表を基に、TTT 社の改良燃料はバガヌール炭に比べて硫黄分が高いため脱硫剤を添加する必要がある事を説明し、DAAEP を通じて TTT 社に脱硫剤を混合する事を助言した。
- 2022 年 6 月に TTT 社長の依頼で、TTT 社を管理している ME 大臣と TTT 社社長、DAAEP 及び JET の 4 社で協議を実施し、JET から TTT 社の改良燃料についての見解を説明した。具体的には、冬季の SO<sub>2</sub> 濃度が以前に比べて高く、その削減対策は最重要事項であり、2022 年の冬の改良燃料には必ず脱硫剤を入れるべきことを ME 大臣に要請した。
- 2024 年 3 月にパイロット事業で製造した BCB の燃料試験結果に基づき、TTT 社に対し BCB の環境性能、モンゴルでの導入可能性について説明した。
- TPP3 と TPP4 は、数種類の異なる石炭を混合して排出基準のクリアと供給熱量・発電量のバランスを達成しつつ排出基準を満たす運転に努めている。

#### 3-1-5 成果 6：法的枠組み、資源配分及び大気環境サイクルのプラットフォームの強化

本プロジェクトでは、関係機関の連携協調体制の強化に重点をおいて、モンゴル側自身で大気環境サイクルを回せるような体制構築を進めてきた。法的枠組みや体制の強化に関する具体的な実績は以下の通りである。

##### 1) 大気環境管理体制における役割分担の明文化（活動 6-1）

- 本プロジェクトの活動 2-1-1 の PM 試料採取活動を実施するため、2021 年 11 月 19 日付 NAMEM 長官命令 A/199 において UB 市大気環境中の PM 試料採取実施作業部会が設置され役割分担が決まった。
- モンゴル国においてウランバートル市における排出インベントリ作成からシミュレーションモデルを用いた対策案評価までの一連の流れの各機関の役割分担が明確になっていなかった。そのため、JET は『シミュレーションモデルによる大気汚染対策評価のための役割分担に関する共同実施契約』を作成する事を提案し、2023 年 4 月に同契約が DAAEP、NAMEM とモンゴル国立大学（NUM）の 3 者で締結された。

##### 2) 燃料基準、固定発生源、移動発生源、条例等の改訂に向けた技術資料の作成及び規格度量庁へ提出（活動 6-2 及び 6-3）

- DAAEP は、様々な技術資料を作成した。以下に主な内容を示す。
- 1. フェーズ 2 の汚染対策案の評価（UB 市全体への改良燃料の導入）を参考にして、独自に大気質改善地域規則の改定案を作成して、UB 市長理事委員会に提出した。
- 2. 自動車由来の大気汚染の対策について技術資料を作成し、国家交通警察の会合で発表した。
- 3. 改良燃料の燃料燃焼試験の排ガス測定規格化のため、UB 市都市規格監視局に規格案を提出した。

- ME が改良燃料の品質規格については MNS 改定案を作成し、MASM に提出し、2022 年 10 月 17 日に MNS5679:2022 は MASM 長官に承認された。

### **3) 大気環境に関する法令、細則条例などを策定し、議会へ提出する。(活動 6-4)**

- MMHI は、JET の Euro 5 燃料に関する提案を参考に Euro 5 燃料に関する規定を作成し、モンゴル政府議会に提案した。その結果、Euro 5 燃料に関する規定「UB 市内の大気質改善地域内で、MNS 最高ランクの燃料を販売し、それ未満の燃料の小売り・販売などを禁止する」が、2022 年 4 月 22 日付けで改定された大気法の 16.1.6 として追加された。
- 大気質改善地域施行規則（改定版）が 2019 年以降、ほぼ毎年 MET 大臣と UB 市長の共同命令として承認され、大気汚染改善大気質改善地域規則の改定が実施されている。

### **4) プロジェクトによる技術審査ガイドラインに関する研修 (活動 6-5)**

- JET は研修を実施するため、大気汚染対策に係る技術審査ガイドラインを作成したが、2023 年 12 月に NCEPR が廃止され、今後の大気汚染対策の資金配分を担当する部署が決まらないため、研修を実施できなかった。

### **5) 大気汚染対策への資金配分に関連する手続きの改善(活動 6-6)**

- NCEPR の会議（各省庁の大臣・副大臣及び専門機関の局長ら）において、国家大気・環境汚染削減計画プログラムや政府決定等に基づいた実施対策計画（活動計画）と各対策の予算額について協議され、対策予算（国が決めた ME 大臣 work package）内で各対策の予算、実施期間、実施機関及び資金管理機関が NCEPR の決定として承認されている。その後、NCEPR において、大気汚染対策は国よりも UB 市主体で進めることが効果的であるとの判断が下され、2023 年 12 月に NCEPR は解散した。2024 年 3 月に大気・環境汚染削減国家プログラムの費用分担の承認、権限が UB 市や MET 等に移譲され、今後はこれらの機関が主幹組織となって予算計画策定や資金配分が行われる。

### **6) モンゴル側によるドナー連携強調 (活動 6-7)**

- 国連アジア太平洋経済社会委員会（UNESCAP）が Asia-Pacific Regional Action Programme for Air Pollution の一環として High-Level Forum on Clean Air を 2023 年 3 月 2 日から 3 日にかけてモンゴル国で開催し、UNESCAP と MET が主催した。開催にあたり MET から各ドナーに対して大気汚染対策に関わるドナー連携を依頼した。また、2023 年 3 月の同フォーラムの前に「サブ会合」を開催するため、MET はサブ会合の協力を各ドナーへ依頼し、同年 2 月に UNICEF が主催して Air pollution, scientific evidences and solutions Science and technology conference が実施された。
- MET は、AQMS や環境・度量衡中央ラボラトリーに関して韓国と連携を強調しており、全国 22 カ所に AQMS の設置や環境・度量衡中央ラボラトリーの新設が実施される予定である。

### 3-1-6 パイロット事業

パイロット事業に関連する活動は表 3-1-1 に示した手順に沿って、PDM 上の活動項目を有機的に連携させながら実施した。

表 3-1-1 パイロット事業に関する活動手順

手順	PDM 上の 活動 番号	内容
1	3-3	DAAEP と関係機関が、選択されたパイロット事業の実実施計画（改良燃料、HOB、信号制御、エコドライブ、RSD、ポータブル排出ガス測定機による自動車取締り、DPF、低硫黄燃料及び低排出ガス自動車の導入等）および関連業務指示書を策定する。
2	4-3	関係機関がパイロット事業選定のために協議を行い、承認する。
3	5-4	関係機関が JET の支援により、活動 3-3 で策定した実施計画に従ってパイロット事業を実施する。
4	5-5	関係機関が JET の支援により、パイロット事業結果を評価（排出削減および大気環境、住民暴露の観点から）及び教訓を分析する。
5	5-6	関係機関が JET の支援により、パイロット事業結果を NCEPR に報告する。
6	4-2	パイロット事業の関係機関が、技術ガイドラインを作成し、活用する。
7	4-5	NCEPR、または、自然環境・気候基金などのモンゴル政府において大気汚染対策への資金配分を担当する部署がプロジェクトの成果やパイロット事業の成果を活用する。
8	4-4	NCEPR と関係機関がパイロット事業を本格事業として承認する。
9	6-8	パイロット事業の関係機関が JET の支援により、パイロット事業の実施に基づく大気汚染対策の計画・実施・評価に係る業務手引書を作成する。

#### 1) パイロット事業の選定・合意

本プロジェクトは、モンゴル国の政策に合わせて以下の 6 つのパイロット事業を選定した。

フェーズ 2 までの協力の結果、ゲル地区の冬季の大気汚染の原因が主にゲルや戸建てで使われる家庭用小型ストーブ（ゲルストーブ、改良型ストーブ）からの排出であることが明らかになったことから、家庭用小型ストーブの燃料を転換する事により大気汚染が改善されるという視点で家庭用改良燃料をパイロット事業の一つとして選定した。

自動車の大気汚染対策については、自動車自体は日々技術が進歩しており 10 年単位で自動車が入替わるが、できるだけ早く自動車対策を実施した方が良いという観点で以下の 5 つを選定した。

1. 自動車からの大気汚染物質の排出を抑制するための信号制御の運用変更
2. 高硫黄燃料を使用した場合、排出ガス低減に係る部品等に悪影響を与えて車両の故障などの要因になるため、低硫黄燃料の導入
3. 自動車発進時に排出される汚染物質の割合が最も多いため、発進時の大気汚染の排出の低減に大きく寄与するエコドライブ
4. ディーゼル車からの PM 排出の低減のための PM 低減装置（DPF 等）設置の普及

5. 1 台毎の自動車の排出基準取り締まり検査に時間を要するため、走行する車両の排出ガスを次々に瞬時に計測し、評価が可能な RSD を用いた運行規制をモンゴル国で導入

本プロジェクトでは各関係機関との協議や JCC での協議を通じて、上記 6 つのパイロット事業の実施について選定・合意した。

## 2) 各パイロット事業の実施・成果

ここでは各パイロット事業の実施・成果の概要を記し、パイロット事業の意義、実施内容、実施成果の詳細は、3-6-4 に記載する。

### 1. 家庭用改良燃料

石炭を主原料とする PM 排出量と SO<sub>2</sub> 排出量が少ない改良燃料の試作及びバイオマスの供給可能性調査を実施し、将来モンゴル側が本格事業に移行することにより、ウランバートル市全体での環境負荷の少ない改良燃料の製造、普及を通じて、大気汚染物質の削減に繋げることを目的とした。

国策として製造している TTT 社の改良燃料と同じミドリングを原料に使用しなければならない制約下において、BCB を製造した。BCB は、TTT の既存の改良燃料に比べ着火性、燃焼性、脱硫性の点で優れ、改良型ストーブにおいて MNS5216:2016 のストーブの排出基準の項目を全て満たすことが確認できた。

バイオマスは Tuv 県、Khentii 県、Selenge 県及び Bulgan 県から合わせて年間 20 万トン、その中で UB 市近隣の Tuv 県から 11.5 万トンのバイオマスの供給が可能な事が判明した。しかしながら、UB 市の冬季の需要量である 65 万トンの BCB を製造した場合、TTT 社の改良燃料の 2023 年の計画のコストに比べ製造コストが 22%高くなることが判明した。

### 2. 信号制御

近年、ウランバートル市内の自動車交通量は増加傾向であり交差点交通容量が低下し交通渋滞が悪化している。このため、交通工学に基づく定量的な信号制御の改良に係る技術移転により、交差点交通容量を増加させることにより、渋滞緩和に伴い自動車からの大気汚染物質低減を図ることを目的とした。

UB 市交通管制センター (TCC) 職員は JET とともに、交通量調査の結果に基づき UB 市中心部の 17 交差点の信号機の時間帯別の灯火時間の見直しを検討し、うち 10 交差点の灯火時間の調整を実施し、信号調整前後の交通状況の変化について交通量、渋滞長、旅行時間、信号への介入の観点で検証した。その結果、信号調整による部分的な効果が見られた。しかしながら、信号調整だけで交通状況の根本的な改善は難しく、信号現示の変更、車線の整理、道路整備、公共交通機関の整備、交通需要調整、交通マナーの向上などの複合的な対策が必要である。

### 3. 低硫黄燃料の導入

低硫黄燃料 (Euro 5 燃料) は、Euro V (バス、トラック) や Euro 5 (乗用車) などの厳しい排出ガス規制に適合している自動車に必要不可欠であり、もし、硫黄分が高い燃料 (Euro 2 燃料) を継続的に使用した場合、燃料中の硫黄により排出ガス低減装置等が劣化や故障し、PM、

NOx、CO、HC などの大気汚染物質の増加や、故障により自動車の使用ができなくなる場合がある。

モンゴルでは高硫黄の自動車燃料が販売されていた。そのため、自動車からの排出量削減を目指した低硫黄燃料の導入および普及のための活動として、ガソリンスタンドで販売されている燃料の硫黄分の検査、法整備や普及活動の広報のため、硫黄分を低減した際の SO<sub>2</sub> の低減量の試算、日本の導入経緯や法整備の紹介を通してモンゴルでの法整備と普及活動を MMHI と実施した。

燃料の硫黄成分検査では、硫黄分が 1000ppm 以上の高濃度な燃料を販売している事が判明し、Euro 5 燃料（低硫黄燃料）の導入促進のため、普及活動を実施した。低硫黄燃料（Euro 5 基準燃料）の導入については、2022 年 4 月 22 日付の大気法の改定で大気法 16.1.6 に UB 市内の大気汚染改善地域内で Euro 5 基準（モンゴルでは K5）燃料の使用を定めることが追加された。これによりパイロット事業が本格事業として承認された。

しかし、Euro 5 基準の燃料と通常燃料との価格差があり、Euro 5 燃料の販売量は徐々に増えてきているが普及が進んでいない状況である。

#### 4. エコドライブ

エコドライブとは、急発進や急加速・急減速などの自動車のエンジン負荷を高くなるような運転をしないことで、自動車から排出される大気汚染物質や燃料消費量を低減する運転である。エコドライブは、その境域を受けることのみで特別な機器等の導入をすることなく、大気汚染物質や燃料消費量の低減や交通安全にも寄与する自動車対策である。

汚染物質は自動車発進時に最も排出される割合が多いため、発進時の大気汚染の排出の低減に大きく寄与するエコドライブを普及させるため、エコドライブの効果計測のための車載型排ガス計測やエコドライブの支援機器を取りつけたエコドライブ講習を実施した。

乗用ガソリン車、乗用ハイブリッド車、小型トラック軽油車の 3 台でエコドライブ実施した結果、大気汚染物質の排出削減効果があった。

#### 5. PM 低減装置（DPF）

DPF とは、ディーゼル車の排出ガス中の PM（煤）を捕る装置である。自動車からの排出ガスは、MNS5014:2009 に規定されている排出基準（オパシティーで 40%以下）を満たす必要がある。これらの基準を満たしていない古い排出ガス規制区分等のディーゼル車に DPF を搭載することで、PM 排出量を大幅に削減（80%以上）することが可能である。

JET は DPF の装着による車載型排出ガス計（車載計）を用いた PM 削減効果の測定結果を MRTD に説明した。また、業務関連指示書を作成し、MRTD と打ち合わせをして、本格事業として PM 低減装置（DPF 等）の装着を義務づける自動車関連規制の整備を進めていくことで合意した。しかし、MRTD では、DPF が高価である、運用に費用がかかることを理由に導入が進んでいない。

DPF の PM 低減効果は、走行時の黒煙の減少や DPF を通した場合、通さない場合のガーゼテストからも非常に高い性能であることが確認された。一方、運用のための DPF 再生作業員が確保出来ない場合、既存の整備担当者だけでは毎日の運用は困難であることを再確認した。

## 6. RSD

RSD は、走行する自動車の PM を含む排出ガスをリアルタイムに計測することが出来る装置である。この装置を用いることにより、車検時や路上検査時に車両を停止させてオパシメーターで計測している方法に対して、効率的に PM 規制値を超過している車両を特定、規制することで高排出車両からの大気汚染物質を削減する事が可能である。

RSD を用いた運行規制をモンゴル国で導入するため、DAAEP と JET は RSD の設置、及び計測を、NRTC がオパシメーターの計測を、交通警察がオパシメーター計測のための車両の停止を分担し、協力して進めた。取得した RSD 計測値とオパシメーターの計測値から両計測値の対応関係を明らかにし、MNS5014:2009 に規定されている排出基準(オパシメーターで 40%)に対応する RSD の排出基準値を設定した。

本格事業の RSD 排出基準値を用いた運行規制の導入に向け、MNS5014:2009 に規定されている排出基準(オパシメーターで 40%)に相当する RSD の排出基準値 25 を設定するとともに、モンゴル国で RSD 機材を保有していない事や法整備が整っていないため、法整備案と RSD 計測のための技術ガイドラインを作成した。

今後、MRTD が RSD を導入するとともに、いつでも路上検査ができる体制を構築する必要がある。具体的には、MRTD 大臣令や UB 市長令の法整備を通じ、RSD を入手して路上検査を開始し、基準値を超過している車両に対しては、罰金の支払いや整備命令の発出、PM 減少装置の未装着のディーゼル車両に対する装着要求、基準を満たした車両への買い換えの推奨等が考えられる。

## 3-2 成果 1：発生源における排出モニタリング及び大気環境モニタリングの能力強化

### 3-2-1 活動 1-1 固定発生源排ガス測定に基づく HOB 監査

#### 3-2-1-1 ボイラ監査

- 1-1-1 DAAEP と JET が固定発生源の排ガス測定の実施状況を把握する。
- 1-1-2 DAAEP が JET 支援のもとに排ガスチームを 2 チーム再構成する。
- 1-1-3 IACC<sup>15</sup> と関連機関が JET 支援のもと、排ガス測定に基づいた HOB 監査を実施する。
- 1-1-4 IACC が、JET の指導のもとに IACC が保有する機材に基づき排ガス（ガス成分）簡易測定法（JIS 法との並行測定、マニュアル策定、メーカー校正）を導入する。
- 1-1-5 DAAEP、IACC が JET の指導のもとに、排ガス測定報告書を作成する。

#### (1). 活動

##### 1) 活動 1-1-1 排ガス測定の実施状況の把握

本プロジェクト開始の 2018 年 12 月から 2019 年 3 月にかけて技術移転状況を確認した。フェーズ 2 の終了後 1 年半以上が経過したが、DAAEP 自身で HOB の排ガス測定が可能で、フェーズ 2 で作成したマニュアルに沿って現場状況の判断・機器の準備・測定及び片付けがよくできていた。

DAAEP は機材を維持管理するための予算を確保しており、DAAEP は 2 台の自動等速吸引 Dust 採取装置（マルニサイエンス製の機材）を修理した。JET は輸送、契約書、支払い等の機材修理手続きをサポートした。2019 年 2 月中旬に機材の修理が完了し、2 月 27 日に DAAEP に到着した。また、DAAEP の予算で掘場製作所の排ガス分析計 PG350 を 1 台、HODAKA の HC-3000 を 1 台日本で修理した。

2024 年 4 月現在、フェーズ 2 の終了後 6 年以上経過している。DAAEP 自身で排ガス測定を実施しており、必要な機材の修理ができていた。2013 年に供与した機材を 10 年以上使用しているため、機材の老朽化が進んでおり、新しい機材の調達が必要である。

ME や NCEPR 事務局等は、トップダウンで突然 DAAEP に改良燃料や着火剤及びストーブ性能試験を兼ねた燃焼試験を依頼するため、固定発生源の排ガス測定は計画通りに測定が進まない状況である。また、現場作業に追われているため、測定データ整理に時間がかかっている。そのため、フェーズ 2 で作成したマニュアル類を熟読して測定データ整理の勉強をするとともに、燃焼試験担当者と Excel データの整理担当者をそれぞれ決めることが必要である。特に Excel データの整理は机上作業となるので DAAEP 事務所での常態的な勤務者の確保が必要である。

##### 2) 活動 1-1-2 排ガス測定チームの再構成

本プロジェクト開始当初の 2018 年の冬から 1 人の職員が HOB の監査測定の調整・運営、2 人の職員が HOB のボイラ監査測定を実施しており、合わせて 3 名で実施していた。2020 年 11 月、DAAEP の担当職員は 2020 年 3 月及び 9 月に雇用した新人職員に対して、フェーズ 2 まで

<sup>15</sup> 2022 年 12 月 30 日付市長令 No. A/1649 「市監査庁廃止に係る一部措置について」で IACC が廃止され、DAAEP に監査課が新たに設置された。

に作成した資料を基に彼ら自身で固定発生源排ガス測定 of 座学や現場での育成を行った。DAAEP の大気質管理課には JET がフェーズ 1 及びフェーズ 2 で育成した人材を含め 5 名の職員が在籍しており、DAAEP の燃料燃焼試験室と HOB の 2 カ所で測定する人員は確保された。DAAEP は現在 4 名体制で改良燃料の燃焼や固定発生源の排ガス測定を実施している。

### **3) 活動 1-1-3 及び活動 1-1-5 排ガス測定に基づいた HOB 監査及び報告書**

ボイラ監査は IACC と DAAEP が引き続き連携して実施して、DAAEP はボイラ測定結果を IACC に報告していた。しかし、2022 年 12 月 30 日の市長令 A/1649 により IACC が解体され、大気質監査局は DAAEP に編入された。そのため、DAAEP の大気質測定・運用課が排ガス測定を行い、監査課が監査報告を実施することになった。2018 年 10 月から 2019 年 6 月末までに 57 箇所、2019 年 10 月から 2020 年 6 月末までに 85 箇所、2020 年 7 月から 2021 年 6 月までに 20 箇所、2022 年 1 月から 11 月までに 44 箇所、2023 年 1 月から 12 月までに 27 箇所のボイラの合計 233 箇所のボイラ排ガス測定を実施した。2018 年 10 月から 2023 年 12 月までの測定結果を表 3-2-1 に示す。

全ての排出ガス基準を満たしているボイラの割合は 32.2% (75 箇所) であった。SO<sub>2</sub> の基準を満たしている割合は 74.7%、NO<sub>x</sub> の基準を満たしている割合は 90.6%、CO の基準を満たしている割合は 59.7%、Dust の基準を満たしている割合は 70.8%であった。

表 3-2-1 ボイラ監査における排ガス測定結果 (2018/10~2023/12)

濃度の単位は mg/m<sup>3</sup>N

No.	測定場所	機種	能力	集塵機	炭種	基準	SO <sub>2</sub>	NOx	CO	Dust
1	Tsogsh LLC	DZH	1.4 MW	None	Baganuur	*d	892	184	<b>3,567</b>	1,563
2	Khash Zumberel LLC	UKHJZ	0.15 MW	None	ShariinGol	*b	79	151	<b>6,105</b>	150
3	International Youth Center	DZL	2.8 MW	Wet Scrubber	Baganuur	*a	387	199	749	<b>5,627</b>
4	Altan Joloo Trade LLC	MRJ	0.7 MW	None	Baganuur	*b	585	280	3,974	<b>1,920</b>
5	22 toll facility	Kiturami KCR240	0.3 MW	None	Baganuur	*b	615	259	<b>13,136</b>	<b>6,458</b>
6	Munkhbayasakh Casing LLC	Biomin	0.35 MW	Cyclone	Nalaikh	*b	<b>1,056</b>	153	<b>5,759</b>	250
7	Bat Trade C LLC	NRJ-0.25	0.25 MW	None	Baganuur	*b	254	205	<b>7,162</b>	<b>3,417</b>
8	Asia Tulguur LLC	NRJ-0.25	0.25 MW	None		*b	683	176	<b>7,788</b>	268
9	Temuulen Od LLC	DZL	1.2 MW	None	Nalaikh	*d	<b>1,733</b>	129	<b>4,621</b>	391
10	Prodge LLC	ECOSTAR	0.3 MW	Cyclone	Baganuur	*b	195	119	<b>7,972</b>	419
11	No.87 School	MUHT	1.4 MW	Cyclone	Baganuur	*a	321	164	534	<b>1,164</b>
12	Janjin Club	DZL	0.7 MW	Cyclone	Nalaikh	*b	<b>1,231</b>	263	1,670	108
13	Yarmag	DZL	0.7 MW	Cyclone	Baganuur	*b	<b>990</b>	337	<b>5,129</b>	<b>5,186</b>
14	No.65 School	MUKHT	0.7 MW	Cyclone	Baganuur	*b	<b>1,545</b>	383	3,625	<b>1,968</b>
15	No.61 Crossing place	MUKHT	0.7 MW	Cyclone		*b	<b>2,187</b>	<b>487</b>	3,839	<b>2,469</b>
16	Bishrelt Trade LLC	NRJ-0.25t	0.25 MW	None		*b	254	205	<b>7,162</b>	<b>3,417</b>
17	MCS Coca Cola LLC No.1 Boiler	DZH	6 t/h	Wet Scrubber	Nalaikh	*d	229	81	836	342
18	MCS Coca Cola LLC No.2 Boiler	DZH	6 t/h	Wet Scrubber	Nalaikh	*d	1,335	366	<b>1,975</b>	704
19	Asian children kindergarden	NRJ-0.25	0.25 MW	None	Baganuur	*b	366	168	<b>4,856</b>	<b>5,361</b>
20	No.42 School	Carborobot 300	0.3 MW	Cyclone	Baganuur	*b	<b>2,178</b>	266	<b>7,488</b>	<b>7,660</b>
21	No.49 School	Carborobot 300	0.3 MW	Cyclone	Baganuur	*b	<b>2,208</b>	266	3,278	<b>1,055</b>
22	No.67 School	Carborobot 300	0.3 MW	Cyclone and Wet Scrubber	Baganuur	*b	220	25	840	120
23	No.72 School	Ecoeffect	0.6 MW	Cyclone	Baganuur	*b	<b>2,165</b>	207	4,227	577
24	No.105 School	Ecoeffect	0.6 MW	Cyclone and Wet Scrubber	Nalaikh	*b	<b>2,564</b>	242	3,853	318
25	No.107 School	Ecoeffect	0.6 MW	Cyclone	Baganuur	*b	<b>2,294</b>	246	3,305	<b>1,392</b>
26	Artsat LLC	Kiturami KCR	0.25 MW	None	Baganuur	*b	316	331	2,553	<b>1,256</b>
27	Vitsamo LLC	DZH	1.4 MW	Cyclone	Nalaikh	*d	886	548	<b>1,967</b>	329
28	Jivertiin orgil LLC	DZL	1.2 MW	None	Baganuur	*a	120	55	<b>5,758</b>	<b>438</b>
29	Jarangad LLC	DZH	1.25 MW	None	Baganuur	*d	195	114	<b>4,063</b>	3,721
30	Modkon LLC	Kiturami KCR	0.20 MW	None	Nalaikh	*b	189	55	<b>9,333</b>	<b>1,816</b>
31	Molor Trade LLC	DZL	1.25 MW	None	Nalaikh	*a	<b>1,307</b>	179	<b>10,233</b>	<b>779</b>
32	MunkhBayasakh Casing LLC	WSG	0.25 MW	None	Baganuur	*b	<b>1,825</b>	173	<b>5,153</b>	<b>690</b>
33	Optimum Progress LLC	NRJ	0.15 MW	None	Baganuur	*b	426	159	2,942	<b>803</b>
34	Promon Trade LLC	SKD	0.15 MW	Cyclone	Nalaikh	*b	656	156	4,231	113

モンゴル国ウランバートル市大気汚染能力強化プロジェクトフェーズ3  
プロジェクト事業完了報告書

No.	測定場所	機種	能力	集塵機	炭種	基準	SO <sub>2</sub>	NOx	CO	Dust
35	No.107 School	Carborobot 300	0.3 MW	Cyclone and Wet Scrubber	Nalaikh	*b	553	60	3,341	340
36	Welfare Center	UHJZ	0.04 MW	None	Baganuur	*c	38	88	31,408	1,107
37	Tugs Buteemj LLC	DZH	1.4 MW	Cyclone and Wet Scrubber	Nalaikh	*d	625	206	7,157	1,129
38	Tumen Shuvuut LLC	Promepei	0.25 MW	Cyclone	Nalaikh	*b	366	153	1,392	3,890
39	Temuulen Od LLC	WSG	0.25 MW	None	Baganuur	*b	801	296	1,985	1,087
40	UB Buyan LLC	LSG	0.18 MW	Cyclone	Nalaikh	*b	272	25	3,083	679
41	No.65 School	MUKHT	0.7 MW	Cyclone	Nalaokh	*b	647	246	2,865	32,370
42	Tsoba Properties LLC	MUKHT	0.5 MW	Cyclone	Nalaikh	*b	1,322	264	1,756	309
43	SHAB LLC	DZH	1.25 MW	Cyclone and Wet Scrubber	Alag Tolgoi	*d	1,083	250	297	176
44	Shilen Khiits LLC	USPOR	0.09 MW	None	Nalaikh	*c	1,209	291	3,714	480
45	MGL Aqua LLC	CWSN	0.7 MW	Cyclone and Wet Scrubber	Baganuur	*d	1,838	227	2,432	2,904
46	Erdenebulag Khuyag LLC	LS60	0.056 MW	None	Nalaikh	*c	375	202	7,165	315
47	Mongol Eco Makh LLC	DZH	0.7 MW	Wet Scrubber	Baganuur	*d	27	60	1,569	173
48	Mongolia Food LLC	UKHGZ	0.12 MW	None	Nalaokh	*b	100	22	223	107
49	Sayan Uul LLC	DZH	1.25 MW	None	Alag Tolgoi	*d	36	20	7,973	107
50	Naional phsychiatric hospital	BZUI	1.0 MW	None	Baganuur	*a	107	40	356	956
51	Industrial ecology institute of Mongolian University of Science and Technology	DTKH	0.35 MW	None	Nalaokh	*b	32	20	3,256	215
52	SSC Mongolia Food LLC	DZC	1 t/h	Wet Scrubber	Nalaikh	*d	31	100	223	107
53	ESU LLC	DZH	2 t/h	Wet Scrubber	Baganuur	*d	121	109	960	732
54	Sayan Uul	DZH	1 t/h	Wet Scrubber	Alag Tolgoi	*d	272	433	2,694	215
55	Erchis Tal LLC	DZH	1 t/h	Cyclone and Wet Scrubber	Alag Tolgoi	*d	64	237	365	334
56	Erchis Tal LLC	BZUI	1 MW	Cyclone and Wet Scrubber	Alag Tolgoi	*d	40	107	356	956
57	JTSS LLC	DZH	2 t/h	Wet Scrubber	Baganuur	*d	121	57	1,243	983
58	Mongol Eco Meart	DZH	0.7 MW	Wet Scrubber	Baganuur	*b	60	27	1,569	173
59	Artsat Wood	Kiturami KCR250	0.25 MW	None	Nalaikh	*b	331	316	2,553	1,256
60	Tsogsh	DZH2	2 t/h	Wet Scrubber	Baganuur	*d	103	103	845	1,344
61	Innova	DZH2	2 t/h	Wet Scrubber	Baganuur	*d	103	107	1,514	1,344
62	General Etalon	DZH2	2 t/h	Wet Scrubber	Baganuur	*d	1,750	103	1,500	1,344
63	Urguu Meat	DZH2	2 t/h	Wet Scrubber	Baganuur	*d	103	103	1,514	1,344
64	Dun Fan International	DZH2	2 t/h	Wet Scrubber	Baganuur	*d	346	39	195	1,029
65	Tsen Mnankhan	DZH2	2 t/h	Wet Scrubber	Baganuur	*d	217	49	55	2,565
66	Khatan International	DZH2	2 t/h	Wet Scrubber	Baganuur	*d	106	33	46	807
67	Kerano	DZH2	2 t/h	Wet Scrubber	Baganuur	*d	103	103	1,514	1,344
68	Dulguunbars	DZH2	2 t/h	Wet Scrubber	Baganuur	*d	1,751	64	776	768
69	Munkh Bayasakh Case	DZH2	2 t/h	Wet Scrubber	Baganuur	*d	518	423	371	477
70	Mon Ark	DZH2	2 t/h	Wet Scrubber	Baganuur	*d	193	400	592	304
71	Tsan Sentsa	DZH2	2 t/h	Wet Scrubber	Baganuur	*d	834	287	258	1424
72	Ariun Bulag International	DZH2	2 t/h	Multi Cyclone	Baganuur	*d	851	137	1,115	1,572
73	Shilmuust Sumber	DZH2	2 t/h	Multi Cyclone	Baganuur	*d	1,219	344	1,885	2,188
74	Uulen Gou	DZH2	2 t/h	Multi Cyclone	Baganuur	*d	1,012	347	1,872	989
75	Enkhted	DZH2	2 t/h	Multi Cyclone	Nalaikh	*d	132	68	712	872
76	Jhj Mandukhai LLC	DZH2	2 t/h	Multi Cyclone	Nalaikh	*d	1,529	409	1,011	1,833
77	GsDorniin Hugjil LLC	SZL	8 t/h	Cyclone	Taban Tolgoi	*d	3,048	776	2,782	1,814
78	Munkh Tugrug LLC	DZH	2 t/h	Multi cyclone	Nalaikh	*d	1,260	760	776	1,513
79	Telemen ANU LLC	CZG1	2 t/h	Multi cyclone	Baganuur	*d	1,529	348	1,015	1,947

モンゴル国ウランバートル市大気汚染能力強化プロジェクトフェーズ3  
プロジェクト事業完了報告書

No.	測定場所	機種	能力	集塵機	炭種	基準	SO <sub>2</sub>	NOx	CO	Dust
80	Sain Tsaas LLC	DZH4	4 t/h	Cyclone	Nalaikh	*d	672	599	1,863	2,051
81	Gangan And LLC	LSH	0.7 MW	Cyclone	Alag Tolgoi	*d	802	528	1,785	3,028
82	Optimall LLC	DZH	8 t/h	Cyclone	Baganuur	*d	2,294	246	3,305	1,392
83	Ashika LLC	HP	0.6 MW	Multi Cyclone	Nalaikh	*b	645	233	1,497	455
84	Mon Green Khas LLC	DZH7	7 t/h	Multi Cyclone	Nalaikh	*d	934	473	7,141	1,985
85	Dujin LLC	Zuan Chi	0.5 t/h	Multi Cyclone	Baganuur	*d	672	198	8,958	6,014
86	Trans Bus LLC	CWSHO		Wet Scrubber	Baganuur	*b	782	325	16,155	613
87	Trans Bus LLC	CWSHO		Wet Scrubber	Baganuur	*b	1,469	371	23,338	514
88	Amgalan Logistic LLC	XT600	0.6 MW	Multi Cyclone	Alag Tolgoi	*b	610	300	2,785	340
89	Japan Mongolian Frenship LLC	HP-16	0.16 MW	Cyclone	Nalaikh	*b	412	363	4,497	560
90	MBC Asia Pacific LLC	DZH	8 t/h	Multi Cyclone	Nalaikh	*d	1,602	184	1,584	1,345
91	Hua Media LLC	LSG	0.7 MW	Cyclone	Baganuur	*b	785	186	3,515	896
92	Mega Wood LLC	Mega Wood	0.7 MW	Multi Cyclone	Alag Tolgoi	*b	610	294	2,785	583
93	Prodge LLC	Ekostar S300	0.3 MW	Wet Scrubber	Baganuur	*b	133	165	7,723	340
94	Agro Trade LLC	OPOP 90D	0.9 MW	None	Alag Tolgoi	*b	1,601	446	822	661
95	Munkh Dulguun Tengis LLC	CLSG-1200	1.2 MW	Multi Cyclone	Alag Tolgoi	*d	1,618	371	2,779	3,105
96	Emeelt Erdene Trade LLC	LSS	0.5 t/h	Multi Cyclone	Taban Tolgoi	*d	411	182	1,457	1,161
97	Shirev Damba LLC	GLSG1	1 t/h	Multi Cyclone	Taban Tolgoi	*d	753	391	2,489	1,030
98	腔科学研究センター LLC	DOP	0.7 MW	Multi Cyclone	Baganuur	*b	52	481	638	492
99	Myangan Lant LLC	DZH	2 t/h	Multi Cyclone	Baganuur	*d	1,430	776	954	914
100	Nukht LLC	CZML	0.7 MW	Multi Cyclone	Nalaikh	*b	771	212	2,521	812
101	Ochir ord LLC	HP-16	0.7 MW	Multi Cyclone	Baganuur	*b	617	405	5,187	381
102	Anko LLC	GZZ-0137	0.14 MW	Wet Scrubber	Baganuur	*b	545	215	6,915	439
103	Safe Track LLC	SKHGL	MW	Multi Cyclone	Nalaikh	*b	412	146	2,950	624
104	Javkhlant Delger Khangai LLC	LSG	0.5 t/h	Multi Cyclone	Baganuur	*d	314	184	2,647	368
105	Standard Shuudai LLC	DZH	4 t/h	Multi Cyclone	Alag Tolgoi	*d	825	170	2,121	544
106	Dhtn LLC	DZH	2 t/h	Multi Cyclone	Baganuur	*d	1,305	237	1,608	734
107	Chinbgis Khaan Khuree LLC	Bzui	0.6 MW	Multi Cyclone	Nalaikh	*b	496	159	4,083	615
108	Samsara LLC	CLHS	0.25 MW	Wet Sctubber	Nalaikh	*b	385	385	4,212	457
109	Orkhon Tushee LLC	DZH	6 t/h	Wet Sctubber	Nalaikh	*d	451	345	4,812	597
110	Molor LLC	Eco	0.7 MW	Cyclone	Baganuur	*b	1,395	204	2,179	655
111	Anu Service LLC No. 26 Boiler	Carborobot 300	0.3 MW	Cyclone	Baganuur	*b	454	312	3,562	531
112	Anu Service LLC No. 72 Boiler	Carborobot 300	0.3 MW	Cyclone and Wet Scrubber	Baganuur	*b	115	68	890	607
113	Anu Service LLC No. 67 Boiler	Carborobot 300	0.3 MW	Cyclone	Baganuur	*b	450	463	3,222	678
114	Anu Service LLC No. 105 Boiler	Carborobot 300	0.3 MW	Cyclone	Shariin Gol	*b	242	2,564	3,853	318
115	Anu Service LLC No. 107 Boiler	Ecoeffect	0.6 MW	Cyclone	Baganuur	*b	246	2,294	3,305	1,392
116	Chingel LLC	Kiturami KCR250	0.25 MW	Cyclone	Baganuur	*b	340	88	3,897	513
117	Tast Erchim	Kiturami KCR250	0.25 MW	Cyclone	Baganuu	*b	1,201	234	3,200	727
118	Anu Service LLC No. 25 Boiler	Kiturami KCR250	0.25 MW	Cyclone	Shariin Gol	*b	247	397	5,284	398

モンゴル国ウランバートル市大気汚染能力強化プロジェクトフェーズ3  
プロジェクト事業完了報告書

No.	測定場所	機種	能力	集塵機	炭種	基準	SO <sub>2</sub>	NOx	CO	Dust
119	Elemen LLC	UK	0.4 MW	Cyclone	Baganuur	*b	69	<b>494</b>	2,072	323
120	Tsuvshin Undraa	DZL	0.7 MW	Cyclone	Baganuur	*b	59	<b>1,589</b>	695	398
121	Steel and Concuret LLC	SHG	0.25 MW	Cyclone	Baganuur	*b	31	115	<b>5,987</b>	515
122	Sukhbaatar Devshil LLC	SHG	0.25 MW	None	Baganuur	*b	132	450	4,317	<b>874</b>
123	No. 217 Kinder Garden	Eco	0.3 MW	None	Baganuur	*b	12	114	<b>5,839</b>	<b>674</b>
124	MJL Aqua	Eco	0.3 MW	Cyclone	Baganuur	*b	80	224	668	496
125	Good Kaulm LLC	Eco	0.3 MW	Cyclone	Baganuur	*b	31	164	655	597
126	Anu Service LLC No. 49 Boiler	Kiturami KCR250	0.25 MW	Cyclone	Shariin Gol	*b	30	216	1,419	530
127	Eh Hugjil LLC	DZL	0.7 MW	Cyclone	Nalaikh	*b	36	378	3,695	<b>671</b>
128	Agro LLC	Kiturami KCR250	0.25 MW	None	Baganuu	*b	785	287	4,812	<b>722</b>
129	Chdmo LLC	Banasaik	0.4 MW	Cyclone	Taban Tolgoi	*b	241	34	4,345	511
130	Chsmo LLC	Kizaczek	1.25 MW	Cyclone	Taban Tolgoi	*b	195	23	4,987	584
131	Anu Service LLC No. Boiler	Carborobot 300	0.3 MW	Cyclone	Shariin Gol	*b	408	52	1,278	<b>612</b>
132	Anu Service LLC No. 105 Boiler	Kiturami KCR250	0.25 MW	Cyclone	Shariin Gol	*b	191	52	12,089	599
133	Mongol Alt (MAK) LLC No	GV	0.75 MW	Cyclone	Khuut の選 炭	*b	104	321	497	321
134	Nalaikh Heat Supply Center	KMTC		Cyclone	Nalaokh	*a	374	509	240	1,580
135	My Car LLC	HP	0.25 MW	None	Baganuur	*b	247	160	939	<b>985</b>
136	Tsushig Dayan	LST	2 t/h	Cyclone	Alag Tolgoi	*d	1,379	197	784	1,714
137	Agi Tsagaan LLC	DZH	2 t/h	Cyclone	Alag Tolgoi	*d	1,263	285	<b>3,142</b>	650
138	Urnukh Constr	DZH	4 t/h	Cyclone	Alag Tolgoi	*d	<b>1,589</b>	197	<b>5,288</b>	1,475
139	Bayan Nuudle LLC	LST	2 t/h	Cyclone	Alag Tolgoi	*d	741	212	876	1,378
140	Molor Trade LLC	DZL	2.8 MW	Cyclone	Baganuur	*d	885	234	<b>7,671</b>	3,285
141	Element LLC	A6000			Diesel	*b	266	150	2,806	<b>666</b>
142	Temuulan LLC	DZL	0.2MW	Wet Scrubber	Baganuur	*d	671	191	<b>4,988</b>	1,089
143	MOLOR OD LLC	DZL	2MW	Wet Scrubber	Baganuur	*d	712	191	<b>4,180</b>	1,205
144	BAYASAKH FOOD LLC	DZH	2t/h	Wet Scrubber	Baganuur	*d	1,142	<b>934</b>	<b>997</b>	1,013
145	BIO ERGEL KHAIKHAN LLC	DZH	1t/h	Wet Scrubber	CXT	*d	116	305	<b>1,001</b>	1,571
146	GREED YARD LLC	vulkan	0,3 MW		CXT	*b	<b>1,300</b>	397	<b>10,475</b>	574
147	GAN KHIITS LLC	DZH	4t/h	Wet Scrubber	CXT	*d	645	464	<b>1,345</b>	2,013
148	MCS COCA COLA LLC	DZH	1.4MW	Wet Scrubber	Baganuur	*d	801	<b>812</b>	<b>1,321</b>	612
149	JHJ MANDUUKHAI LLC	DZH	2t/h	Wet Scrubber	Taban Tolgoi	*d	176	181	<b>1,079</b>	148
150	ANUN SERVICE LLC No.107 Boiler	Carborobot	0,3 MW	Wet Scrubber	Taban Tolgoi	*b	<b>870</b>	281	2,613	464
151	ANUN SERVICE LLC No.7 Boiler	Promertoi	0,3 MW	Wet Scrubber	Taban Tolgoi	*b	<b>876</b>	170	4,812	783
152	SHAR DOCTOR LLC No. 7 boiler	DZH	1.4MW	Wet Scrubber	Taban Tolgoi	*d	<b>4,806</b>	203	<b>1,125</b>	1,254
153	IKHER SHARANGAD LLC	CDZD	1.4MW	Wet Scrubber	Baganuur	*d	64	667	<b>954</b>	1,542
154	TUGS BUTEEMJ LLC	DZH	2t/h	Cyclone	Taban Tolgoi	*d	2,584	294	<b>2,023</b>	1,545
155	TSETS MANKHAN LLC	DZH	2t/h	Cyclone	Taban Tolgoi	*d	1,510	370	987	1,008
156	MDCCP LLC	DZH	1t/h	Wet Scrubber	Baganuur	*d	1,420	310	356	1,025
157	VANKHUU LLC	KCRM	0.6MW	Wet Scrubber	TTT	*b	<b>870</b>	294	2,023	<b>979</b>
158	SILE FOOD LLC	DZH	1t/h		TTT	*d	278	117	<b>1,289</b>	1,191
159	AMIN FOOD LLC	Sukoplam	0.3MW	Wet Scrubber	TTT	*b	300	297	<b>5,739</b>	376

モンゴル国ウランバートル市大気汚染能力強化プロジェクトフェーズ3  
プロジェクト事業完了報告書

No.	測定場所	機種	能力	集塵機	炭種	基準	SO <sub>2</sub>	NOx	CO	Dust
160	MONGOL NEW RESOURCE TECH LLC	SZL	4t/h	Wet Scrubber	Taban Tolgoi	*d	1,941	377	974	1,978
161	MONGOL INOVATION GREES LLC	YGL	2t/h	Wet Scrubber	Taban Tolgoi	*d	1,741	397	390	1,594
162	GENERAL ETALON LLC	DZH	2t/h	Wet Scrubber	Taban Tolgoi	*d	2,151	455	1,124	2,451
163	地域エンジニアリング施設 管理庁	DZH	2.8t/h	Multi Cyclone	Baganuur	*d	1,921	541	8,752	2,410
164	地域エンジニアリング施設 管理庁	DZH	2.8t/h	Multi Cyclone	Baganuur/ Middling	*d	1,784	349	7,150	1,828
165	地域エンジニアリング施設 管理庁	DZH	2.8t/h	Multi Cyclone	Sharingol	*d	1,158	328	2,550	932
166	Anu Service LLC No. Boiler	Carborobot 300	0.3 MW	Cyclone	Improved fuel (TTT)	*b	408	52	1,278	612
167	地域エンジニアリング施設 管理庁	DZL	1.4MW	Multi Cyclone	Baganuur	*a	990	383	9,617	2,740
168	地域エンジニアリング施設 管理庁	DZL	1.4MW	Multi Cyclone	Baganuur/ Middling	*a	912	214	12,931	1,354
169	地域エンジニアリング施設 管理庁	DZL	1.4MW	Multi Cyclone	Baganuur/ Middling	*a	762	150	18,641	1,110
170	地域エンジニアリング施設 管理庁	DZL	1.4MW	Multi Cyclone	Baganuur/ Middling	*a	904	167	3,053	622
171	Blaze Tech LLC		1.5MW	None	Sharingol	*a	1,214	207	6,625	3,988
172	Blaze Tech LLC		1.5MW	Bag filter	Sharingol	*a	1,437	235	6,287	72
173	Blaze Tech LLC		1.5MW	None	Sharingol	*a	312	222	9,854	1,224
174	Blaze Tech LLC		1.5MW	Bagfilter	Sharingol	*a	145	195	6,457	101
175	Blaze Tech LLC		1.5MW	None	Sharingol	*a	408	212	12,547	18,451
176	Blaze Tech LLC		1.5MW	Bag filter	Sharingol	*a	874	410	4,516	9,845
177	Ikher Sharangad LLC	CDZG	1.4MW	Wet Scrubber	Improved fuel (TTT)	*a	1,255	841	458	2,542
178	MBC ASIA PACIFIC LLC	DZL	4t/h	Wet Scrubber	Improved fuel (TTT)	*d	37	283	62	4,512
179	BIOCOMBINAT	SZL	1.4MW	Wet Scrubber	Improved fuel (TTT)	*a	1,540	478	1,120	1,760
180	VANHUU LLC	KCR	0.6MW	Multi Cyclone	Middling	*b	5,190	260	999	594
181	Khutul Energy Dulaan LLC	KBTC-20		Wet Scrubber	Shivee- Ovoo	*a	711	333	1,971	8,154
182	Bio Combinat	KE	6.5	Multi Cyclone	Baganuur	*a	904	935	4,321	1,486
183	INNOVA LLC	DZH	4t/h	Cyclone	Middling	*d	2,145	349	321	1,034
184	INNOVA LLC	DZH	4t/h	Cyclone	Middling	*d	3,124	372	552	4,514
185	JTSS LLC	DZH	2t/h	Wet Scrubber	Improved fuel (TTT)	*d	1,520	388	988	3,125
186	NEW SEVER LLC	YNT56	25t/h	Cyclone	Baganuur/ Middling	*e	1,490	733	291	1,791
187	JS DORNIIN KHUGJIL LLC	SZL	8t/h	Cyclone	Middling	*d	1,504	1,504	1,504	544
188	JHJ MANDUKHAI LLC	DZH	2t/h	Cyclone	Middling	*d	1,407	589	1,407	1,004
189	JAMBALD		0.07MW	None	Improved fuel (TTT)	*d	505	346	505	1,804
190	OPTIMALL LLC	DZH	4t/h	Cyclone	Improved fuel (TTT)	*d	981	314	981	987
191	NCD PRECON LLC	YJDZL	2.8MW	Cyclone	Middling	*a	714	423	714	2,136
192	PARK KHOSIT KHOLBOO		0.07MW	None	Baganuur	*c	712	345	4,854	712
193	Anu Service LLC KHIIMORI Boiler	Prometei	0.6MW	Wet Scrubber	Baganuur/ Middling	*b	766	175	4,518	332
194	Anu Service LLC KHIIMORI Boiler	Carborobot	0.3MW	Cyclone	Baganuur/ Middling	*b	605	342	4,985	498

モンゴル国ウランバートル市大気汚染能力強化プロジェクトフェーズ3  
プロジェクト事業完了報告書

No.	測定場所	機種	能力	集塵機	炭種	基準	SO <sub>2</sub>	NOx	CO	Dust
195	Anu Service LLC KHIIMORI Boiler	Carborobot	0.6MW	Cyclone	Baganuur/ Middling	*b	670	191	4,925	518
196	Anu Service LLC KHIIMORI Boiler	Carborobot	0.6MW	Cyclone	Baganuur/ Middling	*b	685	260	<b>6,386</b>	512
197	PARK KHOSIT KHOLBOO		0.07MW	Cyclone	Baganuur/ Middling	*c	610	311	3,254	<b>512</b>
198	Anu Service LLC KHIIMORI Boiler	Carborobot	0.6MW	Cyclone	Baganuur/ Middling	*b	605	342	4,985	498
199	Anu Service LLC KHIIMORI Boiler	Carborobot	0.6MW	Cyclone	Baganuur/ Middling	*b	670	191	4,988	518
200	Anu Service LLC KHIIMORI Boiler	Carborobot	0.6MW	Cyclone	Baganuur/ Middling	*b	450	381	4,781	414
201	Anu Service LLC KHIIMORI Boiler	Carborobot	0.6MW	Cyclone	Baganuur/ Middling	*b	781	342	4,924	517
202	Anu Service LLC KHIIMORI Boiler	Carborobot	0.3MW	Cyclone	Baganuur/ Middling	*b	645	392	4,723	502
203	Anu Service LLC KHIIMORI Boiler	Carborobot	0.3MW	Cyclone	Baganuur/ Middling	*b	703	352	4,127	534
204	Anu Service LLC KHIIMORI Boiler	Carborobot	0.6MW	Cyclone	Baganuur/ Middling	*b	685	427	4,002	592
205	Anu Service LLC KHIIMORI Boiler	Carborobot	0.3Mw	Cyclone	Baganuur/ Middling	*b	769	423	4,926	587
206	Anu Service LLC KHIIMORI Boiler	Carborobot	0.3MW	Cyclone	Baganuur/ Middling	*b	687	389	4,821	509
207	Dashvaanjil Gas LLC	DZC	2.8t/h	Multi Cyclone		*a	75	126	69	0
208	Dashvaanjil Gas LLC	DZC	2.8t/h	Multi Cyclone		*a	0	124	45	0
209	Ulaanbaatar Cons LLC	DZC	2.8t/h	Multi Cyclone	Sharingol	*a	439	267	<b>8,765</b>	125
210	Ulaanbaatar Cons LLC	Carborobot	0.3MW	Multi Cyclone	Improved fuel (TTT)	*b	<b>1,377</b>	<b>544</b>	565	<b>1,837</b>
211	Gas Kom LLC	YGL 2T	2t/h	Multi Cyclone	Baganuur/ Middling	*d		142	55	
212	Temuulen Od LLC	DZH	4t/h	Wet Scrubber	Improved fuel (TTT)	*d	1,254	542	944	5,421
213	Tumen Shuvuut LLC	KE-6.5	0.3MW	Multi Cyclone	Baganuur	*b	645	89	2,584	511
214	Tumen Shuvuut LLC	DZH	4t/h	Cyclone	Middling	*d	529	69	4,215	541
215	Tumen Shuvuut LLC	SZH	4t/h	Cyclone	Middling	*d	458	345	4,521	542
216	Tumen Shuvuut LLC	DZH	2t/h	Cyclone	Middling	*d	644	441	4,548	245
217	Davaadorj		0.6MW		Improved fuel (TTT)	*b	655	175	4,254	544
218	Elbeg Dulaan LLC	E-1.8	1.8MW	Cyclone	Middling	*a	<b>1,029</b>	223	1,080	<b>866</b>
219	Khatan Cashmere LLC	DZH	4t/h	None	Improved fuel (TTT)	*d	1,420	954	854	3,564
220	Bio Ergel Khairkhan	DZH	1.25t/h	Multi Cyclone	Improved fuel (TTT)	*d	505	121	800	4,000
221	Khos Shines	Topoli-M- 60kBT	0.6MW		Improved fuel (TTT)	*b	700	209	4,100	450
222	Yarmag Block	DZH	4t/h	Multi Cyclone	Improved fuel (TTT)	*d	176	178	1,025	643
223	JS Dorniin Khugjil LLC	DZH	4t/h	Multi Cyclone	Improved fuel (TTT)	*d	581	211	551	3,193
224	Ikher Sharangad LLC	DZH	4t/h	Multi Cyclone	Improved fuel (TTT)	*d	1,445	423	847	3,541
225	EM Plastic LLC	DZL	1.4MW	Cyclone	Improved fuel (TTT)	*a	<b>1,145</b>	<b>191</b>	<b>4,425</b>	<b>785</b>

No.	測定場所	機種	能力	集塵機	炭種	基準	SO <sub>2</sub>	NOx	CO	Dust
226	New Sver LLC		2t/h	Multi Cyclone	Improved fuel (TTT)	*d	1,530	913	988	9,584
227	Top Shine LLC	DZH	2t/h	Multi Cyclone	Improved fuel (TTT)	*d	1,120	245	620	6,541
228	Mongol Eco Meat LLC	DZH	2t/h	Multi Cyclone	Middling	*d	1,766	294	598	1,121
229	Dun Fan International LLC	DZG	2t/h	Multi Cyclone	Middling	*d	644	111	12,017	355
230	Luvsandorj	Mongol Stove		Cyclone	Middling	*b	842	265	1,967	634
231	New Sver LLC		2MW	Multi Cyclone	Improved fuel (TTT)	*a	1,530	918	988	9,584
232	Amin Khuns LLC	Eurozigi	0.6MW	Cyclone	Improved fuel (TTT)	*b	553	75	877	816
233	Mongol New Resource Technology		2MW	Cyclone	Improved fuel (TTT)	*a	-	512	812	-
各項目で基準を満たすボイラ数							174	211	139	165
各項目の基準達成率 (%)							74.7	90.6	59.7	70.8

 : 基準を超過

基準	対象	排出基準濃度 (mg/Nm <sup>3</sup> )			
		SO <sub>2</sub>	NOx	CO	Dust
*a	温水ボイラ、0.8MW<ボイラ能力≤4.2MW (MNS 5043:2016)	600	400	4,000	400
*b	温水ボイラ、0.1MW<ボイラ能力≤0.8MW (MNS 5043:2016)	800	450	5,000	600
*c	温水ボイラ、ボイラ能力≤0.1MW (MNS 5043:2016)	1,000	500	9,700	225
*d	蒸気ボイラ、蒸気ボイラ能力≤10t/h (MNS 5919:2008)	1,500	680	940	8,000
*e	蒸気ボイラ、蒸気ボイラ能力≤25t/h (MNS 5919:2008)	1,560	680	865	7,300

2020年10月、DAAEPはTPP2の依頼でTPP2の75t/hボイラの排ガス測定を実施した。また、2022年6月、10月、11月、2023年9月にDAAEPはTPP2~TPP4の排ガス測定を実施し、測定結果は排出基準を満たしていた。排ガス測定結果を表3-2-2に示す。

表 3-2-2 火力発電所における排ガス測定結果

No.	測定場所	能力	集塵機	炭種	基準	SO <sub>2</sub>	NOx	CO	Dust
1	TPP2 (2020年10月)	75 t/h	Wet Scrubber	Baganuur	*f	443	448	1,120	1,200
2	TPP2 (2022年6月)	75 t/h	Wet Scrubber	Middling	*f	455	218	40	139
3	TPP4 (2022年6月)	420t/h	Wet Scrubber	Middling	*h	599	370	3	139
4	TPP2 (2022年10月)	75 t/h	Wet Scrubber	Baganuur/ Middling	*f	483	323	48	334
5	TPP3 (2022年11月)	75 t/h	Wet Scrubber	Baganuur/ Middling	*f	708	490	22	7,458
6	TPP4 (2022年11月)	420 t/h	Wet Scrubber	Shivee-Ovoo	*h	1,117	369	2	139
7	TPP3 (2023年9月)	220 t/h	Wet Scrubber	Baganuur	*g	454	414	37	1,847

 : 基準を超過

基準	対象	排出基準濃度 (mg/Nm <sup>3</sup> )			
		SO <sub>2</sub>	NOx	CO	Dust
*f	発電所・発熱ボイラ、51 t/h<ボイラ能力≤75 t/h (MNS 5919:2008)	1,932	1,270	3,547	21,000
*g	発電所・発熱ボイラ、51 t/h<ボイラ能力≤220 t/h (MNS 5919:2008)	1,485	1,100	300	10,800
*h	発電所・発熱ボイラ、221 t/h<ボイラ能力≤420 t/h (MNS 5919:2008)	1,200	715	180	200

UB 市大気汚染対策庁の排ガス測定が世間に認知され、UB 市以外に地方からの依頼があり、セレンゲ県、ドゥンドゴビ県、エルデネト市とダルハン市のボイラの排ガス測定を実施している。それ以外にも DAAEP の燃料燃焼試験室で ME や NCEPR 及び TTT 社等からの依頼で 2023 年は 66 件の改良燃料や着火剤の燃焼試験を実施している。

また、DAAEP は毎年年度活動報告書を作成している。年度活動報告には、施設名、基準を満たしているかを含む排ガス測定結果が記載されている。2019 年 1 月、2020 年 1 月、2021 年 1 月、2022 年 1 月、2023 年 1 月、2024 年 1 月に年度活動報告書を提出した。また、DAAEP のホームページで報告書は公開されている。

#### 4) 活動 1-1-4 IACC による排ガス測定

活動 1-1-4 は JET の指導のもとに IACC が保有する機材に基づき排ガス（ガス成分）簡易測定法（JIS 法との並行測定、マニュアル策定、メーカー校正）を導入するものであった。

2019 年に JET は IACC が保有する簡易排ガス測定機器（TESTO340）を確認した。IACC は数年間機器を使用しておらず、測定センサー等が劣化していたため、センサーの交換が必要な状況であった。そのため、JET は新規でセンサー等を購入して交換し、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、CO の 4 項目が測定可能となった。また、JET は IACC 所有の TESTO340 の操作方法に関する標準作業手順書（SOP）と IACC の排ガス監査向け濃度換算計算等の教育用資料を作成し、測定準備が完了した。

2020 年 1 月に IACC と JET は IACC 所有の TESTO340（排ガス計測機器）を用いた監査の活動について協議した。その結果、TTT 社の改良燃料販売開始に伴い UB 市への無許可の生石炭の運搬が禁止された。IACC は UB 市への違法な生石炭の流入を防ぐため、UB 市に入る東西の料金所において 24 時間体制で監視業務を行っていて、非常に忙しいため、2020 年 2 月 15 日以降に監査活動を実施する事となった。2020 年 2 月 14 日に IACC や区の監査官らを集めて機器の使用方法に関する指導を行う予定であったが、COVID-19 新型コロナウイルスの影響による国家非常事態特別委員会の 2020 年 2 月 13 日の A/50 令で全てのセミナー、講習会の中止が決定された事を受け、JET は IACC に対して今回は排ガス測定機材の授与及び操作方法のみを実施した。

COVID-19 の影響で JET は現地活動ができない状況が続いたが JET は 2022 年 11 月に現地活動を再開した。JET は簡易測定装置(TESTO340)を確認した所、化学センサーは使用しなくても劣化するため、センサーの交換が必要であった。JET はメーカー校正済みセンサーを調達し、2022 年 11 月にセンサーを交換してメーカー校正が完了した。簡易測定装置の校正が完了したため、DAAEP と IACC の排ガス測定に JET は同行して掘場製作所の排ガス測定装置と IACC 保有の TESTO340 の同時測定に関する On-the-Job-Training (OJT) を開始した。また、それに基づき JIS 法との並行測定を含む簡易測定マニュアルが完成した。

しかしながら 2022 年 12 月 30 日の市長令 A/1649 により IACC が解体され、大気質監査局は DAAEP に編入された。DAAEP の監査課及び測定・運用課はスクリーニングの簡易測定を実施

せず JIS 法だけで測定を実施することから、モンゴル側から活動 1-1-4 はこれまで実施してきたことで終了したいと申し入れがあり活動は終了とすることになった。

### 3-2-2 活動 1-2 TPP3 および TPP4 が CEMS を用いた排ガス管理の強化

大気法 12.5 項「大気質に関する情報の作成規則は国家行政中央機関により承認される」に基づき、モンゴル国 MET 大臣命令 No. A/222 (2018 年 7 月 4 日) が定められている。そこでは、大気汚染物質の排出を行う民間企業・組織自身によるモニタリングの義務 (1.2 項)、直接的な測定ができない場合の代替手段として月 2 回以上の測定・NAMEM への提出義務 (2.7 項)、agaar.mn に対する中央政府機関等の閲覧管理権限 (2.9 項)、NAMEM による情報提供サービス義務 (5.1 項) 等が定められている。

活動 1-2 の対象である TPP3 および TPP4 の主な諸元を表 3-2-3 に示す。それぞれ、モンゴル国の発電、ウランバートル市の熱供給において最も重要な役割を果たしているため、モンゴル国で 2022 年に使用された石炭のうち 16.5% および 45.8%<sup>16</sup> を使用した大気汚染物質発生源でもある。活動 2-2 の結果からも確認できるとおり、都市内大気汚染の主たる原因はゲル地区にある大気汚染物質発生源であり、TPP3 および TPP4 の寄与は相対的に小さい。そのため、ゲル地区からの大気汚染物質の発生抑制を目的とした熱および電気の供給源として、近年、TPP3 および TPP4 の供給能力増強を目的とした改造が実施されている。

表 3-2-3 TPP3 および TPP4 の主な諸元

項目	TPP3	TPP4
年間発電量(2022 年)	1,085.8 百万 kWh (14.6%)	4,637.6 百万 kWh (62.4%)
最大負荷時発電力	171 MW (11.6%)	681 MW (46.4%)
年間熱供給量(2022 年)	2,642.1 千 Gcal (22.1%)	4,551.4 千 Gcal (38.2%)
燃料消費能力	75 トン/時ボイラ 6 基 220 トン/時ボイラ 7 基 計 1,990 トン/時	420 トン/時ボイラ 8 基 計 3,360 トン/時
燃料	石炭 (バガヌール炭鉱の石炭)	石炭 (バガヌール炭鉱の石炭)
排ガス処理装置	バグフィルター (効率 90-92%)	電気集塵機 (効率 99.98%)
運転開始年	1968	1983

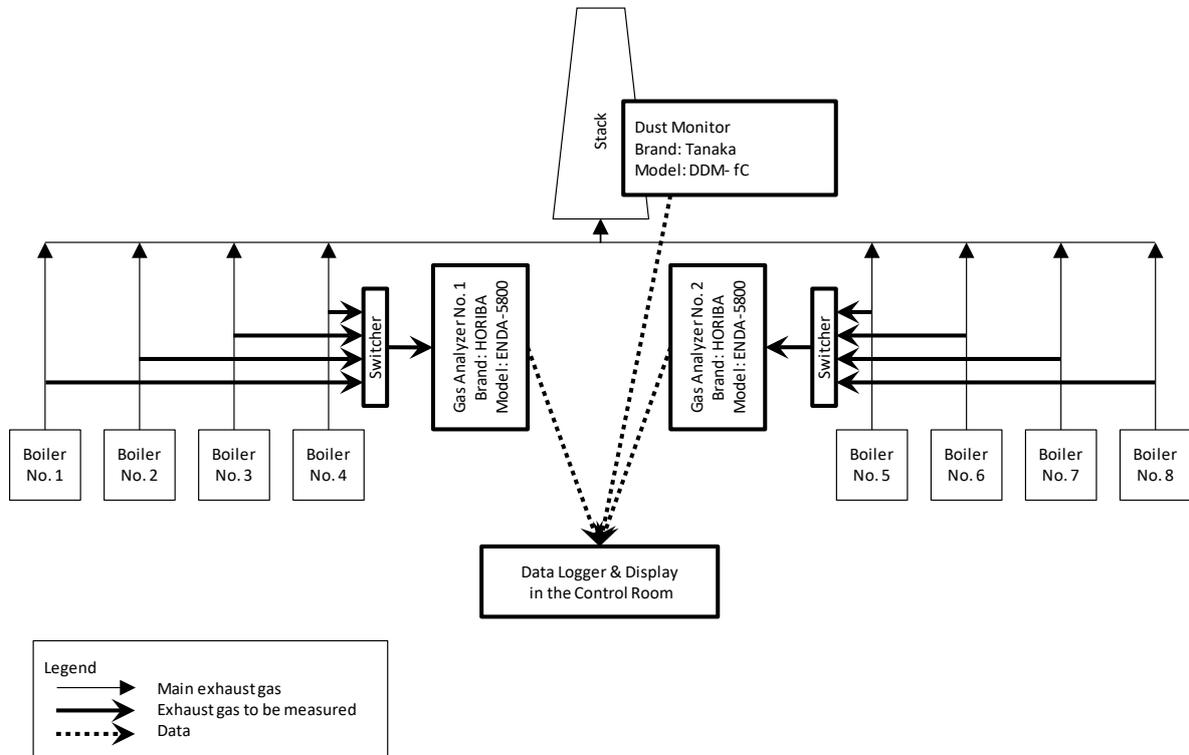
注：発電・熱供給量の括弧内数値は、モンゴル国の火力発電・熱供給施設からの合計供給実績に占める割合

出典：NAMEM, Statistics on energy performance 2022, Energy Regulatory Commission, Mongolia, <https://erc.gov.mn/web/en/news/878>

フェーズ 2 期間中、JICA が TPP4 へ CEMS を供与し、TPP4 は CEMS データ保管表示システムを開発して中央制御室に設置した。TPP3 が独自に CEMS を調達し運用を開始した (図 3-2-1、写真 3-2-1)。

<sup>16</sup> Statistics on energy performance 2022, Energy Regulatory Commission, Mongolia, <https://erc.gov.mn/web/en/news/878>

フェーズ2プロジェクトは、CEMSデータをagaar.mnへ転送し、関係省庁で共有するシステムを関係者と検討し、開発した(図3-2-2)。ただし、TPP3のCEMSデータベースのパスワードがわからなかったため、TPP3のCEMSデータはagaar.mnへ転送できなかった。



注：供与したCEMSおよび関連機器を太枠で示している。CEMSのために新規に作成されたガスおよびデータの流路を太線で示している。

図 3-2-1 TPP4のCEMS概略図

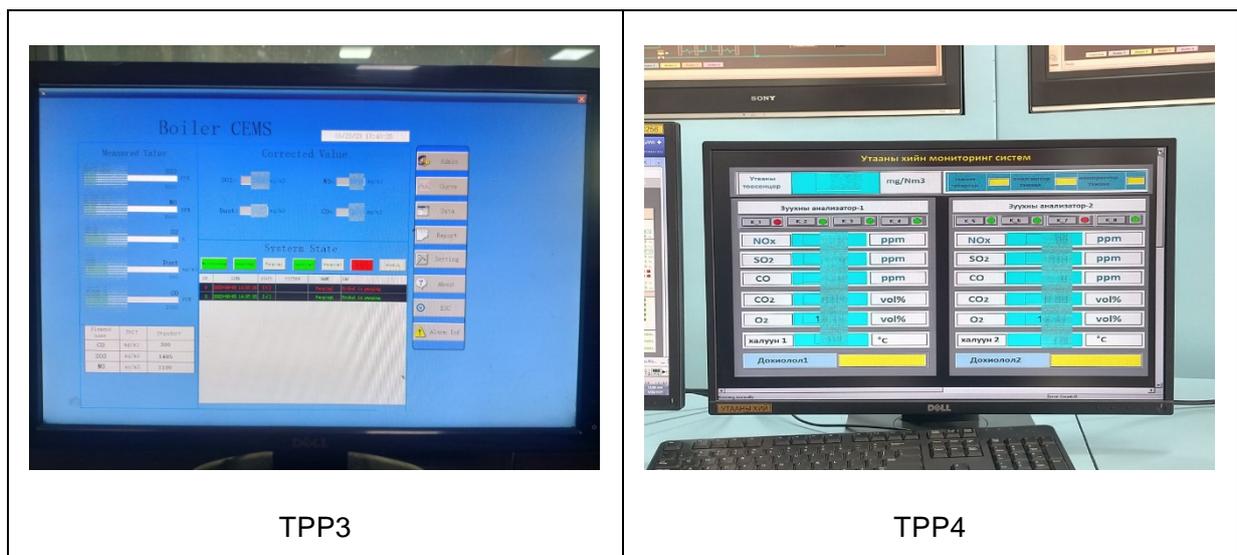
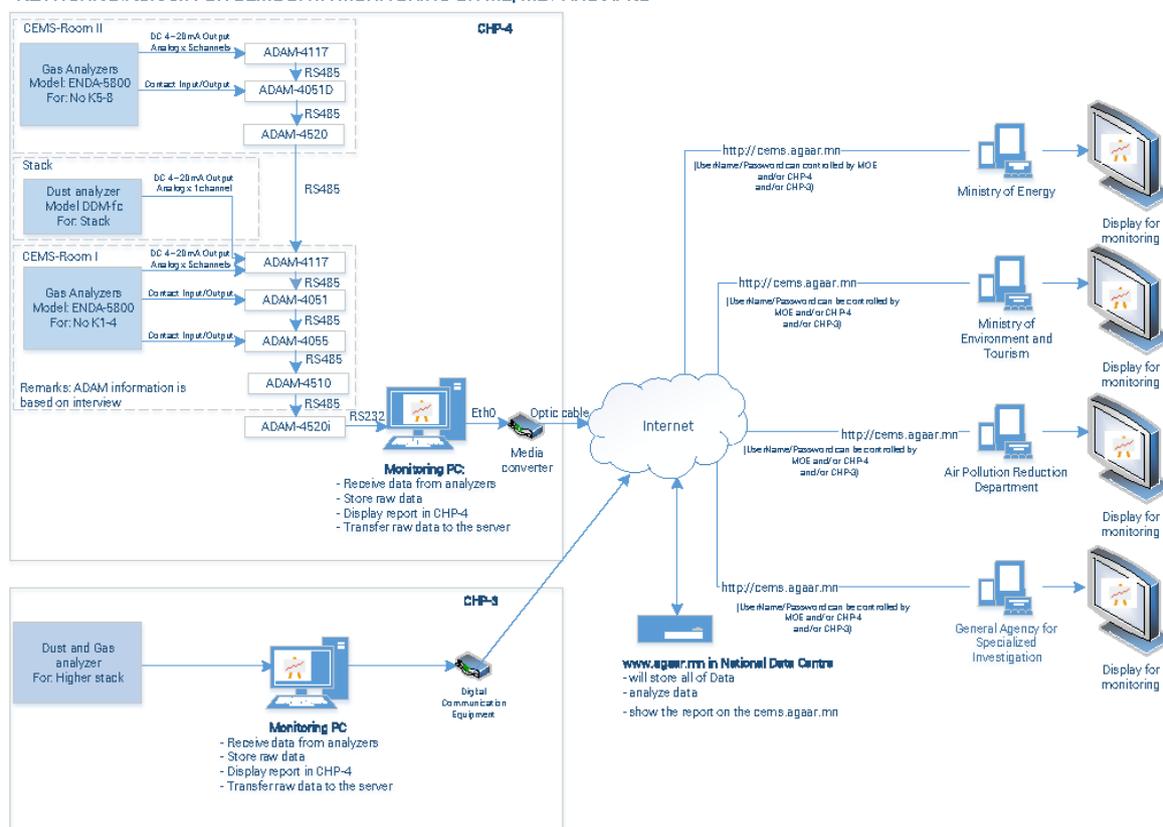


写真 3-2-1 発電所内CEMSデータ表示システムの画面例

NETWORK DIAGRAM FOR CEMS DATA MONITORING ON ME, MET AND APRD



注：TPP3からのデータ送信機能を除き、フェーズ2から運用されている。

図 3-2-2 CEMS データ共有システム

フェーズ3においては、CEMSを用いた排ガス管理の強化として、以下の活動が合意され、実施した。

- TPP3 および TPP4 による CEMS の維持管理のフォローアップ（活動 1-2-1~2）
- TPP3 の CEMS データのデータ共有システムでの表示・利用継続（活動 1-2-3~4）
- 発電所排出ガス測定結果の整理・共有（活動 1-2-5~6）

発電所は、担当管理職・技術者の確保・必要な技術の継承、消耗品の調達が実施できていた。また、NAMEM・IACCは適宜 TPP4 の CEMS のデータを確認していた。そのため、CEMS データ転送・共有システムへの TPP3 のデータ転送（活動 1-2-3）を先行して実施（2019年）し、その他の活動は、2019年の冬のデータが蓄積した2020年春からの実施とした。ただし、新型コロナウイルス感染症への対応として航空便が停止した結果、2020年春からの活動は延期せざるを得なかった。そのため、渡航が必要な活動の再開は2023年からとなった。

TPP3 および TPP4 は、故障・更新等で必要となる費用の確保、トレーサビリティがある標準ガスの調達と輸入通関に必要な業者の確保等に改善の余地があったものの、今後とも維持管理を継続できると考えられる。

一方で、MET は大気汚染担当者の離職後の後任不在期間が長く、IACC は解散になった。NAMEM は MET による規則の改訂（モンゴル国 MET 大臣命令 No. A/222（2018年7月4日）の「専門機関」の明示、CEMS データの送信・共有にかかる関係機関の負担責任の明示、等）が必要と考えているが、MET の大気汚染担当者が1名のみで多忙であるため、理解・検討のための時間が不十分になっている。発電所起因の大気汚染が甚大と判断するならば、大気汚染対策に必要な規則の改訂等を検討可能な体制となるよう人材の増員等が必要と考えられる。

### 3-2-2-1 TPP3 及び TPP4 による CEMS の維持管理のフォローアップ

- 1-2-1 JET の指導により、TPP3 及び TPP4 が CEMS の維持管理計画を策定し、実施する。  
1-2-2 JET の指導により TPP3 及び TPP4 が CEMS 排ガスデータの品質管理を行う。

活動 1-2-1~1-2-2 は、TPP3 および TPP4 による CEMS の維持管理のフォローアップ活動である。フェーズ3 開始時点の状況と、フェーズ3 の活動概要を表 3-2-4 に示す。

表 3-2-4 CEMS 維持管理に関する活動（1-2-1~1-2-2）の概要

活動	フェーズ3 開始時点	フェーズ3 期間中に確認した状況
1-2-1	TPP3 は、独自に CEMS を調達・設置した。供給者から提供された情報に基づき、維持管理計画を策定・実施していた。 TPP4 は、フェーズ2 で供与・設置された CEMS について、フェーズ2 での技術移転およびその後代理店を通じて得た情報に基づき、維持管理計画を策定・実施していた。	TPP3 および TPP4 が維持管理計画を策定し実施している。JET は、定期点検・定期的な部品交換が概ね適宜実施されていることを確認した。 TPP3 の CEMS は、2016 年に設置された CEMS のトラブルが増えてきているため、更新が必要であると考え、モンゴル国あるいはドナーによる更新の機会を探している。 2023 年、TPP4 の CEMS のうち、ガス分析計の入力切り替え装置の状態表示用 LED 画面が故障した。TPP4 が診断・代理店への問合せを行い、JET はメーカーへの連絡を通じて支援した。測定には支障がないこと、測定機本体と異なり入力切り替え装置は特注品であるために単価が高く 2024 年当初予算では購入できないこと、等が判明した。対応のため、TPP4 が対応に必要な予算の確保を試みる予定である。
1-2-2	TPP3 および TPP4 は、校正ガス等を用いて適宜校正を実施していた。	TPP3 および TPP4 は、校正ガス等を用いた校正を継続した。 TPP4 および JET は標準ガスの定期的更新が課題と確認したが、危険物輸入に関するモンゴル国の税関の対応が厳格になったため、TPP4 では調達方法が見つかっていなかった。NAMEM が、信頼できる標準ガスのモンゴル国内で調達可能な企業の連絡先を調査し、TPP4 へ情報共有した。 CEMS 測定結果との比較のため、NAMEM が DAAEP に対して等速吸引によるダスト濃度測定を含む測定を指示した。その測定結果を CEMS の測定結果と比較した。

2016 年に設置された CEMS の維持管理は、機材サプライヤから提供された情報に基づき、TPP3、TPP4 それぞれが維持管理計画を策定し、消耗品の調達・交換、校正等を実施している。

JETによる確認の結果、故障時の供給者への相談、更新用標準ガスの調達、増設・更新にむけた検討等の課題が見られたが、技術レベルの課題については概ね解決した。DAAEPによる測定結果との比較を別添資料 3-2-1 に示す。

残っている主な課題を以下に示す。いずれも、追加的予算と調達プロセスに要する時間が必要である。担当者が関係機関への働きかけを行ったものの、時間を要している。

- 1) 標準ガスの更新（国際的なトレーサビリティが保証されたガスが好ましい）
- 2) TPP4 のガス分析計 2 台のうち 1 台の表示器の購入・交換（2023 年後半に診断が実施されたため、2024 年当初予算には含まれていない）
- 3) MET 大臣命令 No. A/222（2018 年 7 月 4 日）に定められた「大気汚染物質の排出を行う民間企業・組織自身によるモニタリングの義務（1.2 項）」の一環として、排出を行う民間企業・組織自身による排出基準適否判断
- 4) CEMS 測定結果と DAAEP による測定結果の厳密な比較はできなかった。DAAEP が測定した場所が CEMS 測定地点と同等と大きく異なったため、CEMS 測定対象の排ガスを測定できるように測定孔が必要である。また、DAAEP による測定と同じ時刻の CEMS データを抽出できなかったため、DAAEP が測定および試料採取の開始時刻・終了時刻等の時刻情報を残すことが必要である。
- 5) <http://cems.agaar.mn/> システムの維持管理費用（2023 年末には、TPP3、TPP4 いずれも <http://cems.agaar.mn/> へのデータ転送が停止していた。2024 年 4 月時点では、TPP4 のみデータ転送が復旧しているが、TPP3 のデータ転送は停止している）



維持管理用部品の公示例

維持管理用部品の公示例

月別点検シートの場合

故障した表示ユニット（特注品）  
後ろは正常動作中の測定装置本体

校正用標準ガスの例

交換用を購入しておくべき古い標準ガスの例

図 3-2-3 CEMS の維持管理

### 3-2-2-2 CEMS データ共有システムの最終化・利用継続

1-2-3 TPP3 が MET、関係機関と協力して、CEMS 排ガス情報統合報告システムを構築する。  
1-2-4 NAMEM、関連機関が CEMS の排ガス情報を共有し、評価を行う。

活動 1-2-3～1-2-4 は、TPP3 による CEMS データ転送システム構築と、行政機関によるデータ共有活動である。フェーズ 3 開始時点の状況と、フェーズ 3 の活動概要を表 3-2-5 に示す。

表 3-2-5 CEMS データ共有システムに関する活動 (1-2-3~1-2-4) の概要

活動	フェーズ 3 開始時点	フェーズ 3 期間中に確認した状況
1-2-3	フェーズ 2 において、関係行政機関が TPP4 の CEMS データを確認するためのシステム <a href="http://cems.agaar.mn/">http://cems.agaar.mn/</a> を開発した。ただし、TPP4 の CEMS データは転送されていたものの、TPP3 の CEMS データの転送・表示は課題として残っていた。	TPP3 の CEMS データ転送・共有は、2019 年に TPP3 と JET が協議した結果に基づき、JET が、 <a href="http://cems.agaar.mn/">http://cems.agaar.mn/</a> の開発・維持管理を担当している AstVision 社の協力を得て、TPP3 の CEMS データを転送・表示するシステムを追加した。
1-2-4	CEMS の排ガス情報は、 <a href="http://cems.agaar.mn/">http://cems.agaar.mn/</a> を通じて、ME、MET、APRD（現 DAAEP）、監査庁に共有されていた。	共有が継続されている。ただし、一部に古いコンピュータシステムが使用されていることは、安全保証上のリスクである。

フェーズ 2 の 2017 年に、TPP3 および TPP4 の CEMS データの転送・共有システムを検討し、開発した。ただし、TPP3 については、システム開発者が CEMS データにアクセスするための SQL パスワードを忘れたため、TPP3 の CEMS データの転送システムは開発を断念せざるを得なかった。フェーズ 3 期間中に TPP3 の CEMS データへアクセスする方法が判明したため、活動 1-2-3 として、TPP3 の CEMS データを <http://cems.agaar.mn/> に転送し表示するシステムを開発した。

<http://cems.agaar.mn/> へのアクセスに必要なユーザ名・パスワードの配布により、CEMS データが関連機関に共有されている。

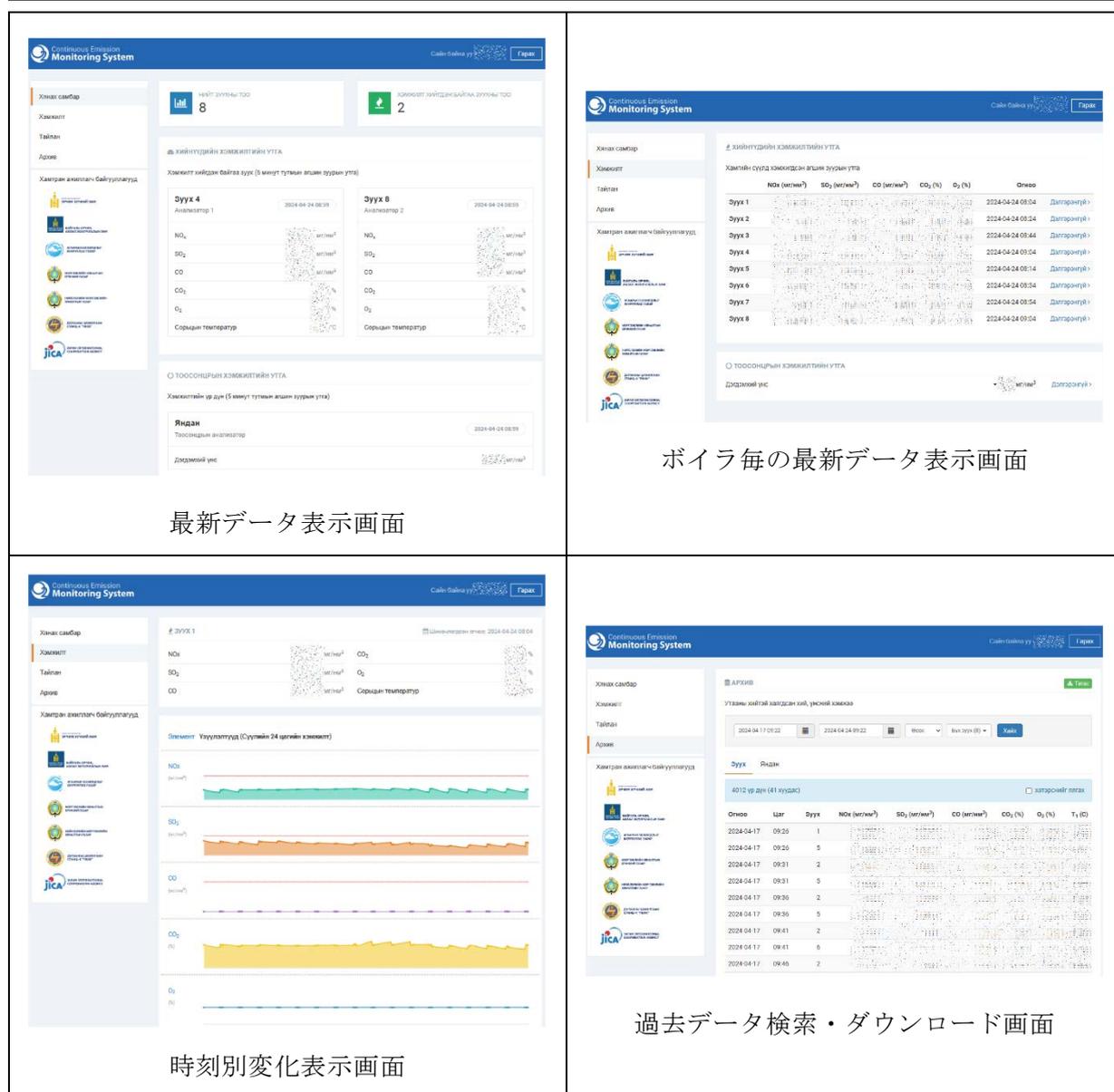


図 3-2-4 <http://cems.agaar.mn/> の画面例

なお、2023 年 8 月に新たに担当となった NAMEM 担当者を確認した結果、以下の課題があり、関係各所との調整を図っているとのことである。

1. 関係するどの組織もデータ転送・共有システムへの支出が困難となっている。その原因は、TPP3 および TPP4 から <http://cems.agaar.mn/> へのデータ転送システムと、<http://cems.agaar.mn/> そのものの維持管理の責任分担がモンゴルの行政文書で明文化されていないためである。当座の対応としては、NAMEM の担当者から関係部署への依頼レターで対応している。モンゴル国 MET 大臣命令 No. A/222 (2018 年 7 月 4 日) の改定等が好ましいと考えられる。
2. 2022 年 12 月に IACC が廃止されたため、評価結果に基づき勧告等を行う組織が存在しない状態となっている。モンゴル国 MET 大臣命令 No. A/222 (2018 年 7 月 4 日) の改定等により明確化することが必要と考えられる。

### 3-2-2-3 NAMEM による排ガスモニタリング結果の整理・共有

1-2-5 NAMEM が TPP2,3,4 及び新規大型熱供給施設の排ガスモニタリング結果を整理し、関係機関と共有する。

活動 1-2-5 は、NAMEM が排ガスモニタリング結果を整理・共有する活動である。フェーズ 3 の活動概要を表 3-2-6 に示す。

表 3-2-6 発電所および大型熱供給施設の排出ガスモニタリング結果の整理・共有  
(活動 1-2-5) の概要

活動	フェーズ 3 開始時点	フェーズ 3 期間中に確認した状況
1-2-5	排ガスモニタリング結果は NAMEM に届いていたが、排出基準との比較は実施されていなかった。	排出基準との比較に必要な課題に対応し、基準と比較した。

排ガスモニタリング結果を整理した結果を別添資料 3-2-2 に、その概要を表 3-2-7 に示す。

表 3-2-7 発電所および大型熱供給施設の排出ガスモニタリング結果の概要

物質	TPP2	TPP3	TPP4	Amgalan Heat Station
NOx	排出基準適合	常時排出基準適合	概ね排出基準適合	排出基準超過
SO <sub>2</sub>	排出基準適合	常時排出基準適合	時々排出基準超過	排出基準超過
CO	排出基準適合	概ね排出基準適合	概ね排出基準適合	排出基準適合
Dust	排出基準適合	220 トン/時ボイラの系統は常時排出基準適合 75 トン/時ボイラの系統は測定が必要	概ね排出基準適合	排出基準適合

主な結論は以下の通りである。

1. 排ガス測定結果が酸素濃度換算結果であるかどうかの確認に時間を要した。その遠因として、酸素濃度換算の意義・方法等を知らない関係者が多いことが挙げられる。測定作業・データ処理作業担当者等まで広く教育されることが必要である。
2. 排出基準 (MNS 5919:2008) は、火炉の種類および定格に応じて細かく定められている。火炉の変更、定格増強等により、適用すべき排出基準が存在しないボイラがある。モンゴル国で既に実施されている方法に準じて、仮に、定格に近いボイラの排出基準を用いて判断した。MNS 5919:2008 が適用される発電所は概ね排出基準に適合していたが、その原因として、特定の火炉・定格の排出基準が非常に緩く設定されていることも挙げられる。新設の発電所に適用される排出基準 MNS 6298:2011 と比較して、古い発電所に適用される排出基準 MNS 5919:2008 は緩く設定されている。CEMS の一部は煙突に設置されているが、別々の

基準が適用されるボイラが1つの煙突に接続されている場合、CEMSの測定値を排出基準と比較することができない。以上の観点から、MNS 5919:2008の見直しが必要と考えられる。なお、排出基準については、他国の排出基準値は、それぞれの国・地域の発生源状況や都市との関係性に応じて設定されているため、モンゴルの排出基準値については、モンゴル各都市の大気環境基準達成のために許容できる排出濃度・排出量という観点で検討されることが好ましい。

3. Amgalan 熱供給センターの排出ガスのSO<sub>2</sub>濃度が排出基準を大幅に超過している。対策としては、低硫黄石炭への変更、脱硫装置の導入等の対策が考えられる。ただし、国が指定した石炭を使用し、国が定めた価格で熱供給するという条件下では、熱供給センター単独での予算化・実施は困難である。担当大臣等のコミットメントが必要と考えられる。

### 3-2-3 活動 1-3 自動車排出ガス測定に基づく自動車関連規制の強化

#### 3-2-3-1 RSDによる自動車排出ガスの測定の実施

1-3-1 MRTD と市公共交通局がJETの支援のもとRSDによる自動車排ガスの測定を実施して、排出状況の現況を把握し、規制対象車を絞り込む。

RSDによる自動車排出ガス測定は、西の料金所、南の料金所、ヤルマグ橋の3地点において、2023年5月29日から6月30日までの22日間で実施した。28,431台の有効データを基に、物質の濃度ランク別台数割合を整理し、423台のオパシメーターの測定データを用いて、RSDの排出基準値を設定し、規制対象車を絞り込んだ。詳細は3-6-4-7に記載する。

#### 3-2-3-2 自動車の燃料調査

1-3-2 MRPA、IACCがJET支援のもと自動車の燃料調査を行う。

自動車の燃料調査は、2021年11月に蛍光X線硫黄分析計をMRPAに供与し、2021年12月から毎月数件、ガソリンスタンドから燃料サンプルを調達して、その成分の分析・確認を進めた。

第7回JCCで示した燃料分析結果（表3-2-8では、2000ppm以上が1件、1000ppm以上が1件の燃料が測定された。硫黄分が非常に高濃度である燃料が確認されたため、MMHIに対し、低硫黄燃料の輸入、販売を進めることを提案した。その結果、Euro 5燃料の使用・価格差の解消に関する法律が整備され、Euro 5燃料の輸入量・販売量が増加傾向となってきた。

表 3-2-8 燃料分析結果 (2022 年 6 月)

Gas Station	Type of Fuel	Grade	Sulfur(ppm)
A	Gasoline	92	381
		95	51
	Diesel	Diesel	1601
		Diesel Euro 5	29
B	Gasoline	92	365
		95	63
		98	44
	Diesel	Diesel Euro 5	31
C	Gasoline	92	336
		95	97
	Diesel	Diesel	428
D	Gasoline	92	375
		95	9
	Diesel	Diesel	901
E	Gasoline	92	128
		92 Euro 5	2
		95	49
	Diesel	Diesel	2373

### 3-2-3-3 車載計を用いた排出ガス測定

1-3-3 JET は DAAEP に加えて NRTC に対して車載計を用いた排出ガス測定の教育を実施し、DAAEP と NRTC が車載計を用いた排出ガス測定を行う。

排出ガス測定が実施できるよう技術移転を実施した。本プロジェクト実施中の 2019 年、NAMEM に供与した車載計の機材は NRTC に譲渡された。また DAAEP の車載計による排出ガス測定のデータ解析技術の担当者が交代したが、DAAEP 内で引継ぎが行われていなかった。車載計による測定技術及びデータ解析技術が定着できていない課題があった。活動 1-3-3 は、第 3 回 JCC において MRTD が JET に支援を要請し、第 4 回 JCC で追加された活動である。

車載計を用いた排出ガス測定は、2021 年 11 月より DAAEP の職員 2 名、NRTC は職員 4 名に、エコドライブのパイロット事業でエコドライブの効果を把握するため、車載計を用いた排出ガス測定を 3 回、燃料添加剤の効果を確認するため、車載計を用いた排出ガス測定を 2 回実施して測定技術の教育を実施した。

エコドライブの調査では、3-6-4-5 に示すように、車載計を用いて、エコドライブの効果を確認した。

2022 年に NCEPR 事務局が自動車の大気汚染対策として、燃料に一定の割合で混合し、それにより燃焼を改善する液体である添加剤を導入する計画をしていた。プロジェクトにおける添加剤の調査では、2022 年 8 月に乗用車、小型トラックにおいて車載計を用いて効果があるかを確認した。添加剤無しの状態、添加剤有りの状態で市内の平和通り、環状通り、空港方面の通りを 70~90km 程走行した。なお、添加剤の慣らし運転は、添加剤メーカーの指示により、500km

以上を走行した。乗用車は NOx、燃料消費量、小型トラックは NOx、PM、燃料消費量で比較した。乗用車、小型トラックともに燃料添加剤による有意な大気汚染物質、燃料消費量の削減効果は見られなかった。この調査結果を添加剤による大気汚染物質削減効果報告書にまとめ、NCEPR 事務局に報告書を提出した。NCEPR では、当初、大気汚染対策として添加剤の普及を進めようと考えていたが、この調査結果を踏まえ、添加剤の普及を実行しないことを決定した。

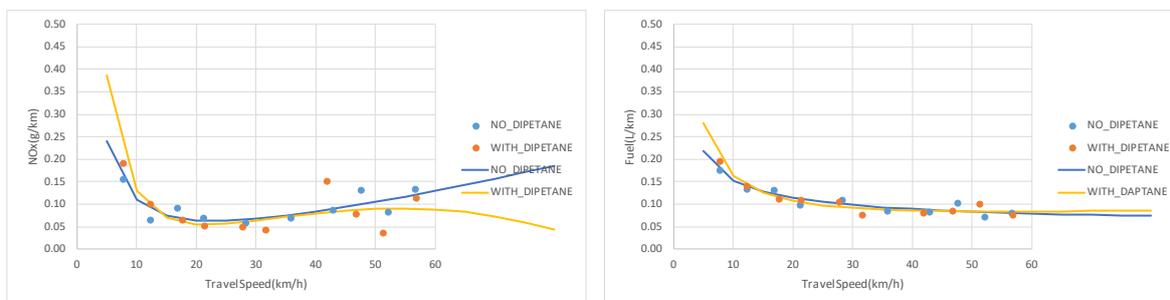


図 3-2-5 添加剤有り無し別測定結果（乗用車）

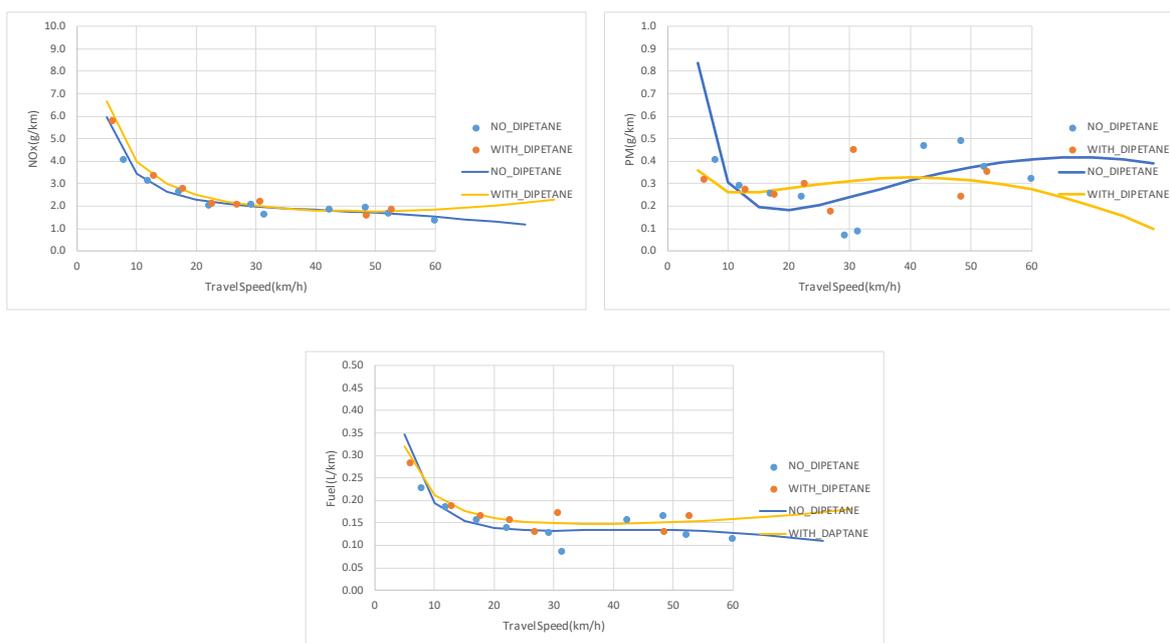


図 3-2-6 添加剤有り無し別測定結果（小型トラック）

### 3-2-3-4 DPF の移設

1-3-4PTD は JET の支援の下、JICA モンゴル国ディーゼル路線バスの DPF による黒煙低減計画に関する普及・実証事業で大型バス 24 台に設置した DPF を他のバスに移設する。

JICA 「モンゴル国ディーゼル路線バスの DPF による黒煙低減計画に関する普及・実証事業」で大型バス 24 台に DPF が設置され、市の関係機関に DPF 装置が引き渡されていた。PTD は 2021 年 12 月で DPF を設置したそれらのバスの使用期限が切れるため、それまでに他のバスに

DPF を移して使用することを予定していた。第 5 回 JCC において PTD は、日本側に DPF の移設に関する技術的な支援を要請し、第 6 回の JCC で追加された活動である。

DPF の移設は、国営バスの（第 1、第 3）が電気バス、Euro V バスへの転換を進めており、DPF の移設先のバスがなく、また、民間バス会社で設置されていた 8 台は UB 市内の公共バスの使用年数である 12 年間に超過したため、同社内で移設先のバスを検討したが、移設可能なバスが無かった。

そのため、新たな移設先を DPF の所有者である PTD と検討し、民間バス会社の選定を進めたところ、1 社から 2 台の移設の了解を得たことから、DPF の移設と再生装置の設置を実施した。詳細は3-6-4-6 に記載する。

### 3-2-4 活動 1-4 環境大気測定局の活用強化

#### 3-2-4-1 CLEM のレファレンスラボラトリ

1-4-1 CLEM と JET が CLEM のラボの精度管理用機材の稼働状況を把握し、必要に応じて対処法を検討する。

2019 年 3 月に CLEM と JET は CLEM にあるレファレンスラボラトリの精度管理用機材の稼働状況を確認した。確認結果を以下に示す。

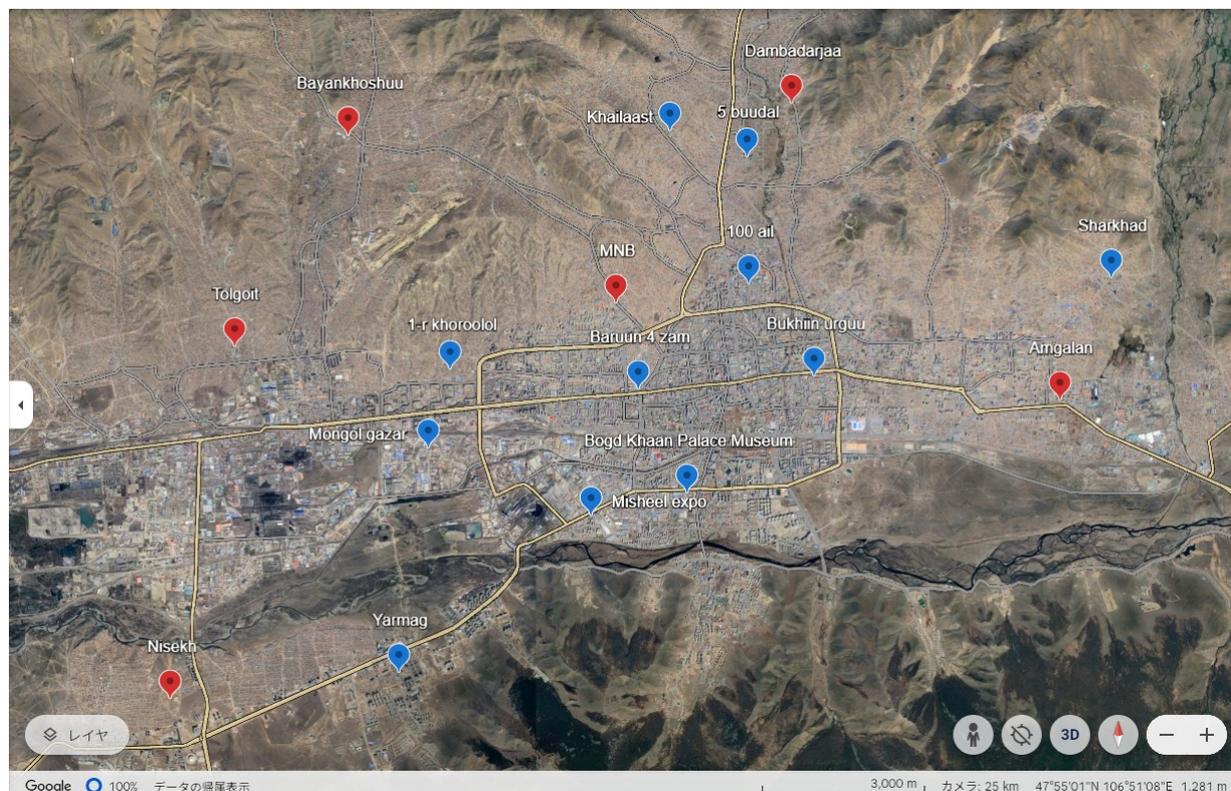
- ・レファレンスラボラトリの機材であり、機器校正、機器動作確認の際にしか使用しないため、使用頻度は多くない。今後も機材の精度確認、機器校正で使用する。
- ・機材は問題なく正常に作動している。

フェーズ 2 の終了後 1 年半以上が経過したが、レファレンスラボラトリは使用されており、CLEM 自身で維持管理ができており、対処する必要がない事を確認できた。

### 3-2-4-2 DAAEP の AQMS の維持管理

1-4-2 DAAEP がフェーズ 2 で策定した AQMS 維持管理計画に基づき、維持管理を強化する。  
1-4-4 DAAEP が JET 支援のもと、Bayankhoshuu 局を整備強化する。

DAAEP および NAMEM/CLEM が管理している測定局を図 3-2-7 に示す。活動 1-4-2 および 1-4-4 は、図 3-2-7 にて赤色で示した 6 局が対象である。



赤色：DAAEP 管理の AQMS、青色：NAMEM/CLEM 管理の AQMS  
注：背景は Google Earth を使用。

図 3-2-7 AQMS 分布図（2024 年 4 月時点）

#### 1) 活動 1-4-2 AQMS の維持管理

DAAEP の業務規則と運営の構成、職員人数の上限は市長により承認されており、各担当は 1 人と決められている。元 AQMS 担当職員が 2022 年 4 月に復職した際、DAAEP は、復職者に AQMS を担当させ、現担当者にはインベントリ・シミュレーションと AQMS のサポートを実施させることとした。JET は、2022 年 4 月迄の担当者の育成が進んだ結果適任かつ有望な人材であることから、担当を変更しないよう提案した。その結果、2022 年 4 月迄の担当者が AQMS の担当を継続することになった。

本プロジェクト終了後に DAAEP が維持管理できることが重要である。そのため、JET は、DAAEP との維持強化を図りつつ、最終的には CLEM との協力、メーカーや代理店からのサポートを引き出す方向で支援を行った。その結果、必要な連絡先に DAAEP が直接連絡を取る事例が増え、JET のサポート無しで解決できる範囲が拡大した。

フェーズ2では、JETが測定局の課題を整理し、維持管理に係る計画としてDAAEPと協議していた。ドイツの無償資金協力が2009年に供与した、4局のAQMS（Amgalan、モンゴル国営テレビ局（MNB）、Nisekh、Tolgoit）のデータロガー、CO計およびゼロガス調整装置については、2017年までにオーバーホール・更新がなされておらず、電子基板の腐食等の問題が発生していたため、JETはオーバーホールあるいは新規機材の購入が必要であると指導していた。それを受けて、DAAEPは、2017年4月25日のフェーズ2の総括セミナーにおいて、それら4局のデータロガー（Horiba製I/O expander）、CO計（Horiba製APMA 360）、ゼロガス調整装置（Horiba製ZNV-7）の更新が必要である、機材に発生する問題の解決を目的としたDAAEP職員による技術的内容を含む外国語でのメーカーへの問合せに難がある、と発表していた。

データロガーについては、WBのUBCAPの財源が確保され、UBCAPの契約ID番号のWPLT-03として、2018年2月27日に公示された。DAAEPは、関連機器との接続が必須であると提案し、公示は銘柄指定となっていたが、ENVEA（Environnement SA社の現在の名前）製eSAMで応札したMISS社が選定された。DAAEPは仕様書と異なると指摘したが、2018年4月18日に契約されて2018年夏に納品された。eSAMのデータロガーはagaar.mnへのデータ転送が出来ないため、DAAEPは既存のデータロガーを使用していたが、2年間のメーカーによる検討を経て、2020年8月にデータロガーとagaar.mnへのデータ転送システムの切り替えがメーカーにより実施された。

また、4台のCO計、4台のゼロガス発生装置についてもDAAEPの予算が承認され、2019年12月12日付第A/1302号市長令が発行され、市調達局が購入の手続きを進め、2020年8月に機材の更新が完了した。

2021年、DAAEPは、機材の輸送、修理代の予算を確保し、日本及びドイツ国の製造会社で以下の機材を修理した。

表 3-2-9 AQMSの修理機材

No.	機材メーカー	型式	用途	設置場所	個数	製造国
1	Horiba	APSA-370	SO <sub>2</sub> 計	Tolgoit	1	日本
2		APDA-371	PM測定	Bayankhoshuu	1	ドイツ
3	EDM	EDM-180	PM測定	TolgoitとAmgalan	2	ドイツ

出典：2021年DAAEP上半期活動報告書

2023年、Tolgoit AQMSのNOx計が校正できなくなっていると、DAAEPの担当者からJETへ相談があった。DAAEPの担当者は、既にCLEMのC/Pに相談していた。CLEMのC/Pは、標準ガス・希釈装置に問題が無いことを確認した上で、NOx計の検出器に問題があるだろうと推定していた。2023年2月、JETの調整により、掘場製作所によるオンライン診断が実施された。検出器に異物が蓄積していて正しく測定できない状態になっていること、第三者が間違っ取り付けた交換部品があるためDAAEPのメンテナンスに問題があったことが判明した。DAAEPおよびCLEMが保有している資材を用いて校正可能な状態となったものの、検出器が修復不可能なレベルまで劣化している上、他の部品も間違っ取り付けられている可能性がある。

各種の記録を確認した結果、2018年1月27日から2020年11月27日迄の間に、ある程度の期間をかけて、検出器に異物が蓄積していたと推定される。当時の担当者とは連絡が取れず、作業記録・写真も残っていないため、原因は解明できなかった。その他のSO<sub>2</sub>計・NO<sub>x</sub>計もほぼ全て、様々な情報から推測する限り、2020年迄に大きな問題が発生していると推定された。フェーズ2の報告書でDustフィルター装着忘れが指摘されており、継続していた可能性も考えられる。

プロジェクト終了後を含むAQMSの測定機の維持管理について、JETがDAAEPへ以下を提案した。

- 1) DAAEPが管理するAQMSのうちDambadarjaa AQMS以外について、全てのSO<sub>2</sub>計とNO<sub>x</sub>計の更新あるいはオーバーホールを発注する。DAAEPは更新の方針を打ち出しているが、2024年は割り当てられた予算に応じた台数とならざるを得ない。
- 2) 再発防止を心がける。
  - (1) Dustフィルターが正しい位置に取り付けられていることを確認する。
  - (2) Dustフィルターは定期的に交換する（メーカーは2週間間隔での交換を推奨している。UBは冬期にPMが大変高濃度になるため、毎週1回等の高頻度で交換する必要があるかもしれない）。
  - (3) 校正係数等が少し大きく変化した時点で、検討を開始する。そのためには、毎月1回以上の校正を必ず実施するべきである（フェーズ2で作成したAQMS維持管理計画では、毎週1回の巡回と毎月1回の校正を確認していた。しかしながら、DAAEPの担当者は2022年2月時点で、前任者からの引継ぎに沿って3ヶ月に1回の校正を目標としていたため、異常を認知した段階で修復が困難）。
  - (4) 公示遅れ・入札不調等が発生してもDustフィルターの定期交換や校正を実施できるよう、十分な在庫を購入しておくべきである。
  - (5) トレーサビリティが担保された標準ガス、ゼロガス製造装置のメンテナンス（定期的部品交換を含む）、担当者の作業時間、CLEMのC/Pによる支援等が必要である。
  - (6) 2020年迄のようにDAAEPの担当者1名で悩んだ場合、不適切な方針が導き出される可能性がある。CLEMのC/P、代理店、メーカー技術者等へ気軽に相談することも必要である。そのためには、メーカーとの外国語・電子メールでのコミュニケーションをサポートする体制も必要である。

Dambadarjaa AQMSは、2016～2018年にソウル市役所が供与・技術援助したAQMSであるため、フェーズ2で策定したAQMS維持管理計画には載っておらず、活動1-4-2の対象外であった。2021年にはDAAEPが活動1-4-10の追加を提案したが、測定機の維持管理・校正には問題がなく技プロの活動とする必要は無いとの約束であった。しかしながら、高濃度時にほぼ測定エラーが発生し、そのたびに、<http://agaar.mn/>においてデータなしと表示されることが判明した。在モンゴル米国大使館のPM<sub>2.5</sub>計の高濃度時にデータが変化しないことに対し、恣意的に

データを隠している可能性がある」とマスメディアが疑っていたことがあった。DAAEP や UB 市への疑いの目を防ぐため、Dambadarjaa AQMS の維持管理強化についても、可能な範囲で支援および助言を行った。内容は以下の通りである。

- 1) PM<sub>10</sub> 計および PM<sub>2.5</sub> 計は、冬期夜間等、一定程度以上の高濃度が予想される時に、毎回測定エラーとなっていた。JET がメーカーに相談し、メーカーの求めに応じて測定機内部の各種センサーの値を提供した。メーカーが各種センサーの値を検討した結果、TSP から PM<sub>2.5</sub> および PM<sub>10</sub> を正しく選別するためには一定の流速とする必要があるが、高濃度時には流量が維持できず、正しく測定できていないことが判明した。メーカーからは、以下の提案を受けた。「コストが変わらずに済む方法として、消耗品であるフィルターテープを、標準型を購入する代わりに、低圧力損失型を購入して試してみる方法がある。確実に期すには、更に、吸引ポンプを少し強力な型番に更新してみることを提案する。」

設置した 2016 年からずっと同じエラーが発生していたと考えられるが、メーカーは相談を受けたことがないため、そのような問題が発生していたとは知らず、アドバイスをする機会もなかったとのことであった。

DAAEP は、2022 年予算にて低圧力損失型フィルターテープを購入し、試した。流量エラーが発生しにくくなったものの、エラーは完全には解消しなかった。そこで、DAAEP は、2023 年予算にて少し強力な吸引ポンプを購入し、交換した。それ以降はエラーが発生せず、連続測定が可能となった。

- 2) NO<sub>x</sub> 計は、長期間にわたって維持管理作業が実施されていないが、電源が入る状態である。定期交換部品を購入して部品交換・定期点検・校正を試すか、更新すべきかを判断すべきである。
- 3) SO<sub>2</sub> 計は、長期間にわたって維持管理作業が実施されていない上、電源が入らなくなっている。更新すべきと考えられるが、定期交換部品を購入して、修理・部品交換・定期点検・校正を試す方法もある。
- 4) CO 計は、非常に古い型番であり、メーカーによるアドバイスを受けがたい。更新すべきである。
- 5) 更新する場合、PM 計の利用を継続するため、活動 1-4-10 で開発したデータ転送システムと互換性がある測定機を購入することを推奨する。開発したデータ転送システムとの互換性がない測定機を購入する場合、PM<sub>10</sub> 計、PM<sub>2.5</sub> 計、活動 1-4-10 で開発したデータ転送システムも含めて、<http://agaar.mn/>へのデータ転送に対応した機種に更新する必要がある。



写真 3-2-2 大気測定局の維持管理

2023 年は各測定局において約 60 回の修理や点検を実施した。測定局毎の状況を見ると Bayankhoshuu 局は 59 回、Tolgoit 局は 60 回、Nisekh 局は 58 回、Amgalan 局は 61 回、Mongolian National Broadcaster (MNB)局は 63 回、Dambadarjaa 局は 57 回。各局にて測定器のフィルター交換や配管の清掃、測定が止まっている機材の再起動などを行った。

2018 年から 2023 年までの DAAEP 管轄 5 局の AQMS の有効測定時間を表 3-2-10 から表 3-2-15 に示す。6 年間の平均稼働率は 84.3%である。

表 3-2-10 2018 年の DAAEP 管理の固定局 5 局の稼働状況

	MNB		Nisekh		Tolgoit		Amgalan		Bayankhoshuu	
	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率
NOx	8,372	98%	8,383	98%	6,339	74%	8,413	99%		
CO	5,933	69%	4,776	57%	7,497	88%	5,790	68%		
SO <sub>2</sub>	2,590	30%	8,413	99%	4,978	58%	8,195	96%		
PM <sub>10</sub>	1,862	21%	6,776	79%	2,970	34%	8,115	95%	8,199	96%
PM <sub>2.5</sub>	8,127	95%	8,416	99%	7,444	87%	8,416	99%	8,011	94%
平均	<b>83.4%</b>									

出典：DAAEP の 2018 年年間活動報告書

表 3-2-11 2019 年の DAAEP 管理の固定局 5 局の稼働状況

	MNB		Nisekh		Tolgoit		Amgalan		Bayankhoshuu	
	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率
NOx	8,208	100%	7,939	96%	8,188	99%	5829	71%		
CO			3,810	24%						
SO <sub>2</sub>	7,804	95%	7,234	88%	8,099	98%	7,379	89%	7,709	93%
PM <sub>10</sub>	8,208	100%	7,939	96%	8,187	99%	7,475	91%	8,097	98%
PM <sub>2.5</sub>	8,208	100%	7,939	96%	8,187	99%	7,475	91%	8,097	98%
平均	<b>91.7%</b>									

出典： DAAEP の 2019 年年間活動報告書

注) MNB、Tolgoit、Amgalan の AQMS の CO 計はドイツの無償資金協力が 2009 年に供与した機器であり更新時期である。2019 年は停止中であった。

表 3-2-12 2020 年の DAAEP 管理の固定局 5 局の稼働状況

	MNB		Nisekh		Tolgoit		Amgalan		Bayankhoshuu	
	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率
NOx	7,968	100%	7,732	97%	7,950	100%	7,922	99%		
CO	3,984	50%	3,984	50%	3,984	50%	3,984	50%		
SO <sub>2</sub>	7,224	91%	7,794	98%	6,445	81%	7,858	99%	7,945	100%
PM <sub>10</sub>	7,968	100%	7,794	98%	7,950	100%	7,968	100%	3,996	50%
PM <sub>2.5</sub>	7,968	100%	7,784	98%	7,950	100%	7,968	100%	7,968	100%
O <sub>3</sub>	7,968	100%	7,732	97%	7,950	100%	7,922	99%		
平均	<b>86.1%</b>									

出典： DAAEP の 2020 年年間活動報告書

注) MNB、Tolgoit、Amgalan の AQMS の CO 計はドイツの無償資金協力が 2009 年に供与した機器であり更新時期である。2019 年は停止中であったが予算が承認されて 2020 年 8 月に更新された。

Tolgoit, MNB 局、Amgalan 局の SO<sub>2</sub> の測定、Bayankhoshuu 局の PM<sub>10</sub> 及び PM<sub>2.5</sub> の測定は長期間にわたり稼働停止していたが修理を行って、稼働開始された。

表 3-2-13 2021 年の DAAEP 管理の固定局 5 局の稼働状況

	MNB		Nisekh		Tolgoit		Amgalan		Bayankhoshuu	
	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率
NOx	7,718	96.0%	5,917	73.6%	5,821	72.4%	7,715	96.0%		
CO	7,300	90.8%	5,818	72.4%	7,458	92.8%	7,470	92.9%		
SO <sub>2</sub>	7,717	96.0%	6,288	78.2%			7,716	96.0%	2,165	26.9%
PM <sub>10</sub>	7,721	96.0%	5,626	70.0%	7,518	93.5%	4,531	56.4%	6,716	83.5%
PM <sub>2.5</sub>	7,722	96.0%	5,654	70.3%	7,521	93.5%	4,531	56.4%		
O <sub>3</sub>	6,046	78.3%	6,286	78.2%	5,616	69.9%	5,769	71.8%		
平均	<b>76.7%</b>									

出典： DAAEP の 2021 年年間活動報告書

注) Tolgoit の SO<sub>2</sub> の測定は、機器を修理に出していたため、測定時間は 0 となった。Bayankhoshuu 局の SO<sub>2</sub> の測定は修理が終わり、測定を再開した。Bayankhoshuu 局の PM<sub>10</sub> 及び PM<sub>2.5</sub> の測定は長期間にわたり稼働停止していたが修理に出した。

表 3-2-14 2022 年の DAAEP 管理の固定局 5 局の稼働状況

	MNB		Nisekh		Tolgoit		Amgalan		Bayankhoshuu	
	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率
NOx	6,954	87.7%	6,633	82.7%	4,467	55.7%	6,680	83.3%		
CO	6,828	85.0%	6,386	80.0%	3,532	44.0%	6,915	86.2%		
SO <sub>2</sub>	6,954	87.7%	5,390	67.2%	3,055	38.0%	7,055	88.0%	5,385	67.1%
PM <sub>10</sub>	6,835	85.0%	6,853	85.4%	6,664	83.1%	7,510	94.0%	7,510	94.0%
PM <sub>2.5</sub>	6,835	85.0%	6,853	85.4%	6,664	83.1%	7,510	94.0%	7,510	94.0%
O <sub>3</sub>	6,810	85.0%	6,606	82.4%	6,417	80.0%	7,527	94.0%		
平均	6,869	85.9%	6,418	80.5%	5,133	64.0%	7,200	89.9%	6,802	85%
平均	<b>81.0%</b>									

出典： DAAEP の 2022 年年間活動報告書

表 3-2-15 2023 年の DAAEP 管理の固定局 5 局の稼働状況

	MNB		Nisekh		Tolgoit		Amgalan		Bayankhoshuu	
	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率	有効測定時間	有効測定率
NOx	7,230	90.2%	7,535	94.0%	6,298	78.6%	7,673	95.7%		
CO	7,555	94.2%	7,438	92.8%	7,279	90.8%	7,616	95.0%		
SO <sub>2</sub>	7,032	87.7%	5,227	65.2%	7,542	94.1%	5,284	65.9%	4,524	56.4%
PM <sub>10</sub>	7,556	94.3%	7,471	93.2%	7,544	94.1%	7,664	95.6%	7,311	91.2%
PM <sub>2.5</sub>	7,556	94.4%	7,471	93.2%	7,544	94.1%	7,664	95.6%	6,428	80.2%
O <sub>3</sub>	7,030	87.7%	7,313	91.2%	7,333	91.5%	7,466	93.1%		
平均	7,328	91.4%	6,984	87.1%	7,256	90.5%	7,227	90.2%	6,087	75.9%
平均	<b>87.0%</b>									

出典：DAAEP の 2023 年年間活動報告書

注) 測定局における欠測の原因は機材の寿命と停電、電力の過負荷、計画停電などによるもの

DAAEP はフェーズ 2 時に比べ大幅に予算を確保してある。フェーズ 2 で作成した『大気環境測定局 リハビリ・運転・維持管理マニュアル』に基づいて、DAAEP は測定局及び測定機材の部品と標準ガスの購入を実施している。また、DAAEP は機材の輸送、修理代の予算を確保し日本及びドイツ国の製造会社で機材を修理している。AQMS の維持管理がモンゴル側の自律的な努力で強化されつつある。

C/P に求められる能力は、プロジェクト終了後を見据えたリソース強化（プロジェクト成果品に加えて、機材の取り扱い説明書の読み込み、メーカー・代理店との関係拡大）、異常の早期発見が基本である。更に、DAAEP については、前々任者の不適切な管理・操作に起因すると考えられる不具合機材の診断・オーバーホールの予算確保を含む対応、消耗品・交換部品の定期的発注・必要時期から逆算したスケジュール管理・外国企業との連絡・決裁が課題である。

## 2) 活動 1-4-4 Bayankhoshuu 局の整備強化

2019 年 12 月下旬に何らかの外部要因が原因で配電盤がショートし、配電盤、クーラー、UPS、UPS に接続していた SO<sub>2</sub> 計及び PM 計が故障した。DAAEP は配電盤を修理し、クーラーも発注した。2020 年 2 月 6 日に代理店が Bayankhoshuu 測定局で機材の修理を行うという事で C/P は JET と状況を確認した。代理店が機材を診断し、SO<sub>2</sub> 計は基盤を交換して測定を再開した。PM 計 2 台の内、PM<sub>2.5</sub> 計はヒューズの交換等を行い、測定を再開した。PM<sub>10</sub> 計は修理が必要なため、2020 年 DAAEP 予算で修理した。

2016 年に設定した Bayankhoshuu 局のデータロガーに関して、DAAEP が保有していた CO 計、NOx 計、O<sub>3</sub> 計のメーカーを DAAEP が追加で調達することを前提として、JET はデータ保存・転送を設定した。そのまま、DAAEP によるデータ確定作業に利用でき、また、大気環境濃度の公表ウェブサイト (<http://agaar.mn/>) の簡単な設定変更によりすぐに公開できるように準備した。

2022年、Bayankhoshuu 測定局の SO<sub>2</sub> 測定値が、PM 計高濃度時に限ってウェブサイトの Agaar.mn の AQI 表示で欠測となっていた。JET がデータロガーの IO Expander を確認したところ、「SO<sub>2</sub> 計の瞬間指示値 210 ppb を超えている期間は疑義ありとみなす」ようにデータロガーが設定されている影響で、SO<sub>2</sub> 高濃度時のデータが異常値として処理されていることが判明した。DAAEP の維持管理の能力が向上し、SO<sub>2</sub> 計を適正に校正しているために 210 ppb を超える指示値を示していることから、2023年1月に JET は DAAEP にデータロガーの設定変更を提案した。1月30日に、高濃度でも異常値として扱われないようにするため、JET は DAAEP の測定局担当者に対してオンライン設定変更実習を実施した。設定変更作業を見学させた後、実際に自分でも変更してもらったことにより、習熟を図った。その結果、測定値の瞬時値が 210 ppb を超える時間でも、すべて有効値として扱われ、Website の Agaar.mn の AQI 表示で欠測扱いでなくなり、AQI が表示されるようになった。

また、SO<sub>2</sub> 計の UV ランプを新品に交換しても、検出器の電圧が低いことについて、光路の分解・極端な劣化などが原因であることが判明した。JET がメーカーに相談した所、当面は UV ランプの交換頻度を増やして対応しつつも、本質的には、該当部品の交換、或いは、オーバーホールという方法が提案された。それを踏まえて JET は DAAEP にオーバーホールを提案し、その結果、DAAEP は JET を通じてオーバーホールの見積書作成を代理店に依頼した。しかしながら新規に機材を購入するのと同じ金額のため、修理部品の交換で対応する事になる見込みである。

DAAEP の予算で 2023年5月に公示、6月に契約された、堀場製作所製測定器用修理部品・維持管理部品が 8月上旬に DAAEP に納品された。Bayankhoshuu 測定局の SO<sub>2</sub> 計については、8月14日に、代理店技術者が光ダイオードの交換作業を実施し、DAAEP の担当者が校正作業を実施した。本来ならオーバーホールを実施すべき所の代替手段とはいえ、スパン校正係数がメーカー許容範囲 (0.5~2.0) に収まる状態となった。その影響と考えられるが、8月15日以降は負値を出力することがなくなった。

表 3-2-16 Bayankhoshuu 測定局 SO<sub>2</sub> 計光ダイオード交換・校正前後の主なパラメータ

	SO <sub>2</sub> の測定値 電圧 (mV)	ランプの光量電 圧 (mV)	校正係数 (ゼ ロ点)	校正係数 (ス パン)
交換直前	9.8	144.5	-1347	0.50010
交換直後	14.0	330.5	-805	0.61831

### 3-2-4-3 移動大気環境測定車による大気環境測定

1-4-3 DAAEP が JET 支援のもと、改善燃料パイロットプロジェクト対象地区に移動式 AQMS を設置し測定を開始する。

改良燃料の検証試験での大気環境測定を実施するにあたり、2022年8月30日に DAAEP 担当者は CLEM 専門家の協力の下、移動体気測定車の機材状況を確認し、移動大気環境測定車のメンテナンスと CLEM の標準ガスを用いて SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO 計の校正を実施した。一方 PM については以前 GRIM の EDM-180 を使用していたが、故障したため、ここ数年は TSI 社製の Dust Track を使用していた。

JET は DAAEP に対して Dust Track は簡易な機材であるため、以前のように GRIM の EDM-180 を使用するよう提案した。9月22日にJETとDAAEPは測定可能なPM機材を探して移動大気測定車に Amgalan AQMS の GRIM の EDM-180 一式を設置した。これによりPMが測定可能となった。

フェーズ2の最終報告書の通り、DAAEPの移動大気測定車のデータロガーは故障していた。測定車の中でDAAEP担当者は、測定機の表示値を読み取ってノートに手書きすることで記録していた。事務所では、エクセルに手入力することで、平均値計算・グラフ作成等の処理を行っていた。長時間の測定ではデータの記録作業で間違いが発生し、また、手書き文字の読み取り・エクセル入力でも間違いが発生していた。JETが開発したデータ記録ソフトウェアを使用することにより、C/P機関の負荷が軽減のみならず、手作業に起因する間違いがなくなった。

DAAEPはJETの支援の下、2022年9月末から10月初め及び2022年11月から2023年1月に移動大気測定車をゲルキャンプ場（パイロット事業対象地区）に設置し、大気測定を実施した。



写真 3-2-3 移動大気測定車によるゲルキャンプ場での大気測定

#### 3-2-4-4 大気環境モニタリングネットワークシステム

- 1-4-6 DAAEP と CLEM が JET 支援のもと AQMS の情報システムを継続・維持する。
- 1-4-7 DAAEP と NAMEM が大気環境モニタリングネットワークを通じてオンタイムのモニタリングデータを関係機関に共有する。
- 1-4-10 DAAEP が JET 支援のもと、Dambadarjaa 大気測定局のモニタリングデータを AQMS の情報システムに転送できるようにする。

AQMS の情報システムの全体像を図 3-2-8 に示す。DAAEP 管轄の部分を赤色背景色で、NAMEM/CLEM 管轄の部分を青色背景色で、うち、プロジェクト終了後1年以内に停止予定の部分を黄色背景色で示した。白色背景色の部分は、DAAEP/NAMEM/CLEM の管轄外の部分である。また、プロジェクト期間を通じて維持された部分を黒線・黒枠で、プロジェクト期間の途中で停止した部分は青線で、プロジェクト期間の途中から開始した部分は赤線で、プロジェクト期間の途中で開始されプロジェクト期間の終了を待たずに停止した部分は緑線で示した。

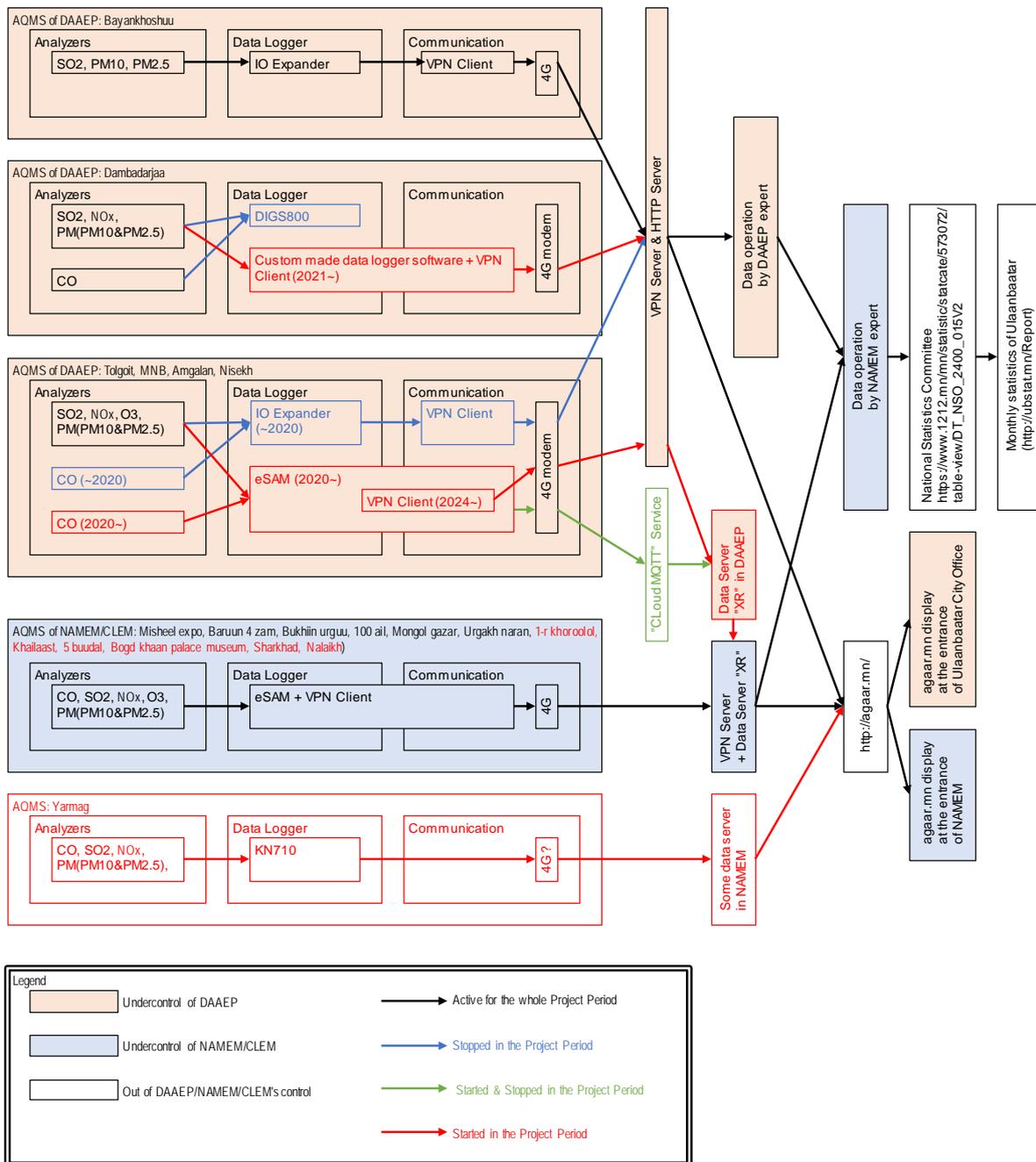


図 3-2-8 AQMS の情報システムの全体像

AQMS の情報システムは、活動 1-4-6 として DAAEP、NAMEM、CLEM が主体的に継続・維持した。オンタイムのモニタリングデータの関係機関への共有は、活動 1-4-7 として、<http://agaar.mn/> と、NAMEM および UB 市庁舎の入口に設置された表示機の維持等で継続された。例を写真 3-2-4 に示す。DAAEP、NAMEM、CLEM は、単独での対応が難しい事項については、内容に応じて、供給者、agaar.mn の開発業者、JET 等に相談して解決した。JET は、Dambadarjaa の測定値転送システム（活動 1-4-10）等を支援した。



写真 3-2-4 オンタイムの大気質データの関係機関への共有例

- 1) NAMEM/CLEM は、AQMS の情報システムを継続・維持できている。以下に例を示す。
  - (1) CLEM/NAMEM の測定局追加や機材更新のための公示（例：**БОАЖЯ/201902040**）では、AQMS の情報システムとの接続・維持に必要な条件が仕様として明示され、仕様を満たした製品が納品されている。設置・設定は、CLEM の担当者単独で、あるいは、供給者の支援の下で実施されている。
  - (2) その結果、CLEM の担当者が、再セットアップ・設定変更を行うことが可能となっている。CLEM/NAMEM の AQMS の情報システムが不調・故障した場合、そのハードウェア自体の修理を待たずに、情報システムを速やかに復旧することが可能となっている。例えば、CLEM の担当者は、古くて使われていない PC を探し、データロガーソフトウェアをインストールし、記憶に基づいて設定することで、AQMS の情報システムを可及的速やかに復旧させたことがある。
  - (3) Urgakh Naran AQMS は開局当初からデータが転送されないことが多かったため、フェーズ 2 では、JET が新たなデータ転送方法を検討し実現した。“Ulusnet”という WiMAX サービス停止時は、CLEM の担当者が習得していた Urgakh Naran AQMS の方法を他のすべての測定局に適用することにより、AQMS の情報システムを継続させた。
  - (4) AQMS の供与に関する韓国国際協力団（KOICA）との協議において、CLEM は既存の情報システムへの接続を要求した。協議の結果、オンタイムのモニタリングデータを関係機関に共有するためのシステム開発を KOICA が約束することで、AQMS の情報システムの継続・維持の実現が図られることになった。
  - (5) 2023 年 1 月 20 日、agaar.mn が利用できなくなった。MET 名義で取得されていたドメインが更新されていなかったためである。関係者の調整と支払いを NAMEM が手

配し、**Bold** 社のドメインとして再取得して利用が再開された。2024 年は、期限の 9 日前には更新されていた。

2) **DAAEP** も、**AQMS** の情報システムの継続・維持に尽力したが、単独では対応できず、**CLEM** の担当者や **JET** の支援が必要なことがあった。以下に例を示す。

- (1) **Dambadarjaa AQMS** は 2016 年に測定を開始していたが、ソウル市役所の協力が終了した 2018 年の時点で、**AQMS** の情報システムとの接続は検討されていなかった。**DAAEP** は、2021 年に **JICA** に支援を求めた。**JICA** は活動 1-4-10 の追加により実現した。なお、**Dambadarjaa AQMS** の測定機は、他の測定局の測定機と異なるプロトコルでデータを出力している。測定機を更新する際には、活動 1-4-10 で開発したシステムとの互換性が必要であるため、既存の測定機と同じデータ出力プロトコルの測定機を購入する等の配慮が必要である。
- (2) フェーズ 2 で整理された課題に基づき、**DAAEP** がデータロガーの更新を提案した。**AQMS** の情報システムとして必要な仕様は、2018 年 2 月 18 日に公示された、**WB** の **UBCAP (DA 5039-MN)** の **WPLT-03** の仕様書に明記された。**DAAEP** が問題を指摘したにもかかわらず、仕様書を満たさないデータロガーが契約・納品された。**agaar.mn** 等へのデータ転送が実現できなかったため、古いデータロガーの利用が継続された。2020 年に、データロガーのソフトウェアの新バージョンが発表・提供され **CloudMQTT** サービスが利用可能となった。**DAAEP** が、別途サーバーを取得し、**CloudMQTT** サービス（図 3-2-8 の緑色部分）を新規契約することにより、新しいデータロガーの利用が開始された。なお、2025 年に **CloudMQTT** サービスが停止することが判明したため、**DAAEP** の担当者が **JET** にアドバイスを求めた。**JET** が **CloudMQTT** サービス不要な方法を **DAAEP/CLEM/NAMEM** に提示して説明したのち、2024 年 5 月に設定を変更した。
- (3) **DAAEP** が、市中心部から **Yarmag** 地区へ移転した。エレベータホールに設置した表示機の撤去・原状復帰を建物所有者が要求した。**DAAEP** は、**Yarmag** 庁舎の管理者の許可、**JET** の技術的支援を得て、**Yarmag** 庁舎の玄関で表示を開始した。
- (4) 情報システムに使われている機器が 1 つでも故障した場合、対応する測定局のデータ転送が停止する。予算確保・公示等の時間を待たずに速やかに復旧できるように、準備しておくべきである。**eSAM** および **XR** については、古くて使われていないものでもよいので **PC** を確保し、**CLEM** の協力を得れば、可及的速やかな復旧が可能と想定される。**VPN & HTTP Server** は、**UB** 市 IT 部門の技術者でなければ対応できない場所に設置されているため、2017 年の利用開始時、**DAAEP** は、イメージバックアップの作成と復旧を **UB** 市 IT 部門に要求していた。2024 年時点では、**UB** 市 IT 部門でその要求が引き継がれていなかったため、**DAAEP** は再度 **UB** 市 IT 部門への要求を開始した。その他の機材については、**JET** にてイメージバックアップを作成し、復旧方法について技術移転すると共に、手順画面集を提供した。

DAAEP は、2024 年 4 月の総括セミナーにおいて、今後の課題を以下のように発表した。活動と技術移転結果を今後の継続・改善に活かす必要があるという内容になっている。

- 1) Dambadarjaa AQMS を除く 5 局には風向風速計が設置されているが、うち、Bayankhoshuu AQMS を除く 4 局のデータは、モデル構築に利用できる状態にない。それぞれの測定局に応じた対応が必要である。
- 2) Bayankhoshuu AQMS では、CO 計、NOx 計、O<sub>3</sub> 計の設置が必要である。なお、データロガーを初めとして Bayankhoshuu AQMS が関係する情報システムは設定済みであるため、同じデータ出力プロトコルの測定機の導入を推奨する。
- 3) Dambadarjaa AQMS では、CO、SO<sub>2</sub>、NOx の測定再開が必要である。そのためには測定機のオーバーホールあるいは更新が必要である。データ出力プロトコルが異なる測定機で置き換える場合には、データロガーソフトウェアの開発あるいはデータロガーの更新も必要となることに留意が必要である。
- 4) 機材の調達に際しては、データ出力プロトコル等、互換性がある機種を購入が必要である（既存のデータ転送システムとの互換性がない製品が納品された Dambadarjaa AQMS や 2018 年納入のデータロガーは、その解決に 2 年以上が必要となった）。
- 5) 結露による腐食等により、復元不可能な故障が発生している。結露の発生を抑制するため、温湿度データの活用、エアコンの設定等に努力する。予備機の保管管理の改善を図る。
- 6) 標準ガスは、トレーサビリティ制度により精度が保証された標準ガスを購入する必要がある（標準ガスがなければ、毎月 1 回の校正が実施できないため。濃度が間違っている標準ガスで校正した場合、間違った測定値を出力してしまうのみならず、測定機の悪化の前兆を見落とすという問題もある）。
- 7) 消耗品や交換部品を定期的に購入する（フェーズ 2 での Dust フィルター装着忘れ、検出器への異物混入は、必要な Dust フィルターが購入できていなかった可能性が指摘されている）。
- 8) 海外のメーカーと技術的なコミュニケーションや問題解決を行うための能力が不足している（もし、Dambadarjaa AQMS の PM 計について、DAAEP がメーカーと技術的なコミュニケーションを 2016 年に開始していれば、2023 年を待たずに解決できていた可能性がある）。
- 9) 予備人材がない。夏休みや海外留学などの場合、代わりに担当する職員の育成が必要である。

#### 3-2-4-5 大気環境モニタリングデータ

- 1-4-8 DAAEP と NAMEM が JET 支援のもと大気環境モニタリングデータを解析し、報告書を作成する。
- 1-4-9 関係機関が大気環境モニタリングデータを活用する。

フェーズ 2 からの継続活動である。フェーズ 2 での主要な改善点と、フェーズ 3 以降の状況は表 3-2-17 の通りである。

表 3-2-17 大気環境モニタリングデータに関する活動（1-4-8~1-4-9）の概要

プロジェクトフェーズ2による主要な改善点	フェーズ3期間中に確認した状況
年報には NAMEM 管轄測定局の情報のみが公表されていたため、DAAEP 管轄の測定局のデータも合わせて掲載し公表する体制を整えた。	最新の 2023 年年報まで、DAAEP 管轄局のデータを含む情報が継続的に公表されている。
年報に追加すべき解析として、測定局別の 24 時間値の年間変化、AQI の月別変化等の図表を作成し、作成方法を技術移転した。	最新の 2023 年年報まで、NAMEM は左記の図表を独力で作成して継続的に掲載している。
年報の完成が翌年の 10 月頃と遅かったため、次年度の冬季の対策検討に間に合うよう、春頃に作成するスケジュールを C/P と共に作成した。	2024 年 4 月には、3 月までのデータを用いた冬季の解析が完了している事が確認できており、適時に報告作成がなされている。 また 1 週間ごとの大気環境情報は、下記のウェブサイトで継続的に毎週公表されている。 <a href="http://agaar.mn/article/activity/airquality">http://agaar.mn/article/activity/airquality</a>

DAAEP は週報及び月報を NAMEM に送り、NAMEM が週報及び月報の取りまとめをしていることが確認できた。NAMEM は、週報、月報（国家統計局及び MET 用）、冬季報、年報の 5 種類を継続的に作成できている。NAMEM は MET へ週報を報告するとともに、毎週月曜日に前週分の週報をウェブサイト“<http://agaar.mn>”とモバイルアプリ“agaar.mn”に掲載している。2023 年年報を別添資料 2-2-1-6 に、週報の例を別添資料 3-2-3 に示す。

### 3-3 成果 2：汚染構造の分析や汚染構造評価の能力強化

#### 3-3-1 活動 2-1 PM 成分分析結果に基づく発生源寄与解析

##### 3-3-1-1 PM サンプルング及び PM 成分分析結果に基づく発生源寄与解析

2-1-1 CLEM と JET が通年の PM サンプルングの計画を作成し、サンプルングを実施する。
2-1-2 JET が、PM 成分分析を日本国内で実施する。
2-1-3 NAMEM と CLEM が、JET の支援によって PM の成分分析技術（イオン分析、元素分析、炭素分析）を学習する。
2-1-5 DAAEP 及び NAMEM が JET の指導のもと、レセプターモデルにより PM 発生源寄与解析を実施する。

本プロジェクトでの PM 発生源寄与解析の目的は、下記の 2 点に重点を置いて実施した。

1. 非暖房期のサンプルの蓄積による冬季以外の発生源寄与の解析
2. 定点での年間を通じたサンプルングによる季節変化の把握

CLEM、NAMEM と JET は上記を踏まえて採取候補地点の特徴・採取間隔等を検討し、表 3-3-1、図 3-3-1 に示す 3 地点で PM 試料を採取する計画を作成した。

CLEM と JET は 2021 年 11 月に成分分析用 PM サンプラーを各採取地点に設置した。JET は CLEM と共にサンプラーの試運転を行うと共に、採取時のフィールドノート記入、サンプルの保管環境・輸送時の取り扱いに関する注意点等を指導した。採取作業は 2021 年 12 月から 2022 年 12 月にかけて行われ、採取作業の大部分は CLEM が独力で実施する事ができた。JET は、現地滞在中は採取作業に同行して作業工程をチェックすると共に、図 3-3-2 に示す採取記録簿を随時送付してもらい、採取作業の進行状況の確認を随時行った。

表 3-3-1 PM 試料採取地点

	地点	特徴	間隔	サンプル数	備考
1	NAMEM 屋上	市内中心部の代表点	10日に1回、1年間	Fine/Coarse 各37サンプル	フェーズ2での採取地点
2	Takhilt 気象観測所 (UB-3 測定局)	春季の砂塵影響 冬季のゲル影響	10日に1回、1年間	Fine/Coarse 各37サンプル	新規地点
3	西交差点 (UB-2 測定局)	自動車の影響	15日に1回、1年間	Fine/Coarse 各24サンプル	フェーズ2での採取地点
	合計			Fine/Coarse 各98サンプル (合計196サンプル)	



図 3-3-1 PM 試料採取の候補地点





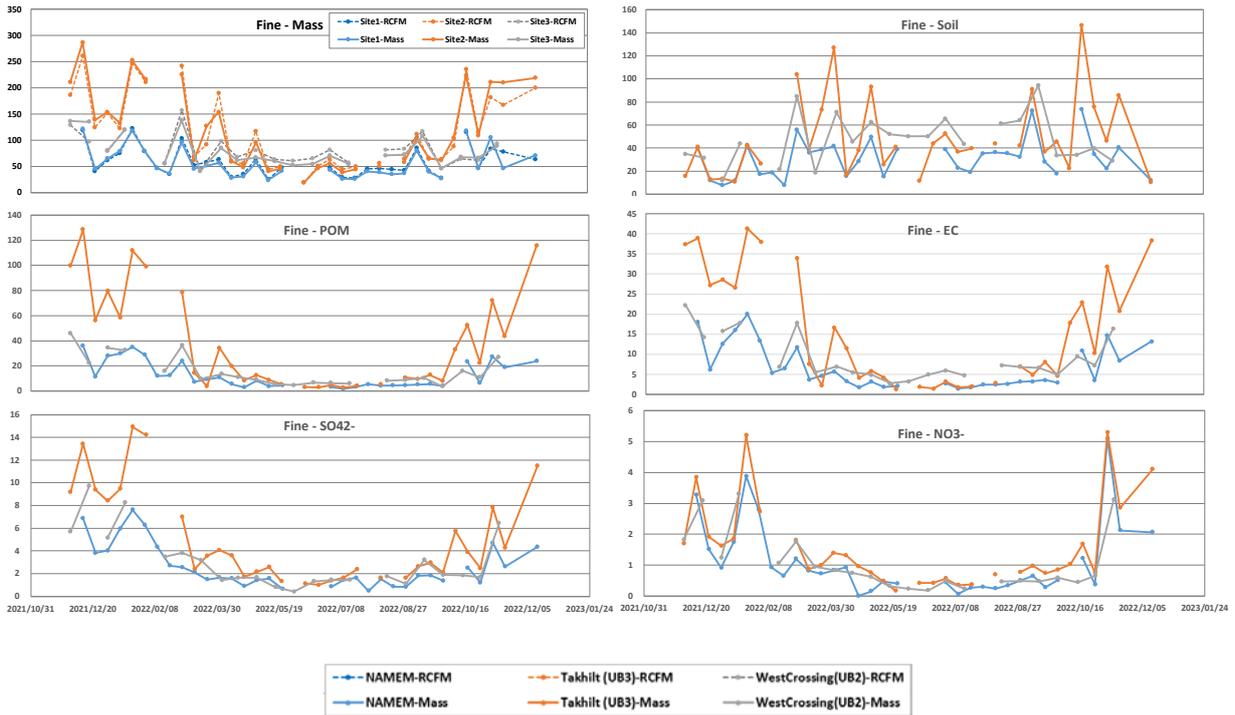
写真 3-3-1 本邦研修の様子

全サンプルの成分分析は 2023 年 3 月に完了し、2023 年 4 月からデータのエラーチェック、レセプターモデルを用いた PM 発生源寄与解析等に関する実習を開始した。

CLEM 及び NAMEM は、下記の一連の流れを、実際に自身の PC を操作して行い、必要な作業を習得した。

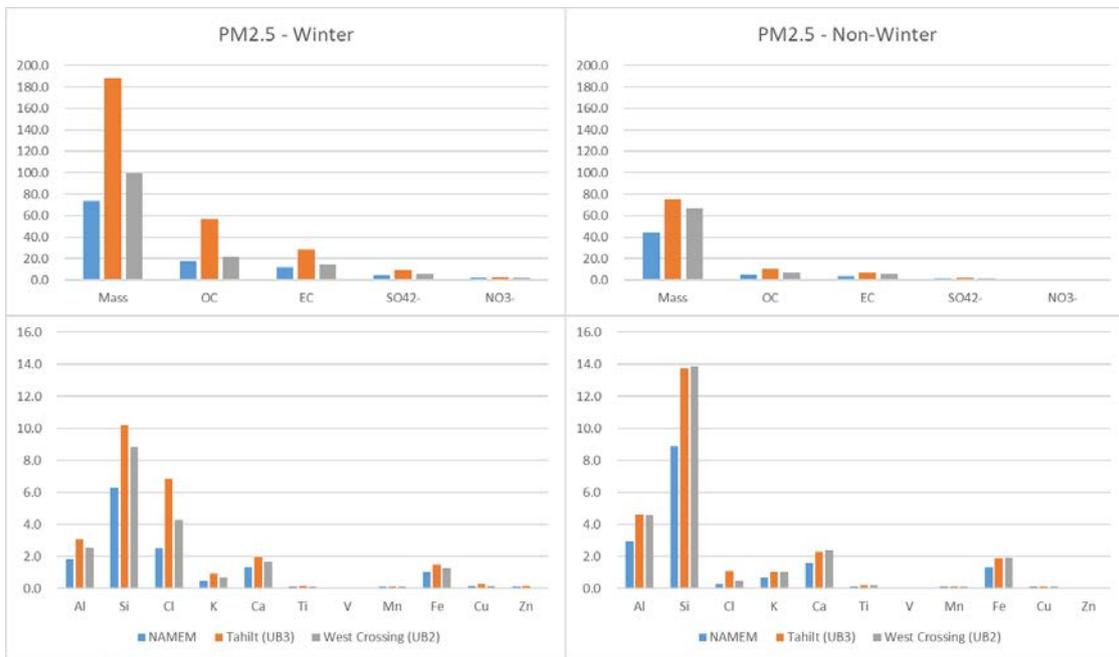
- 成分分析結果に対するエラーチェックの方法
- PMF 解析の入力データの作成
- 不確実性の設定
- 解析用プログラムの実行

全サンプルの成分分析結果の例として、微小粒子の質量濃度及び主要成分の経時変化を図 3-3-3 に示す。また質量濃度及び主要成分の地点別・冬季/非冬季別の平均濃度を図 3-3-4 に示す。各成分分析結果から主要な構成化合物ごとの質量を推定して積算し、元の質量を再構築した濃度（Re-Constructed Fine Mass, RCFM）は、フィルターの秤量によって得た質量濃度（Mass）と概ね一致し、サンプル採取・輸送・分析の過程が問題なく行われたことが確認できた。成分分析結果からは、主に石炭燃焼に由来すると思われる POM（Particulate Organic Matter）や硫酸イオン（ $\text{SO}_4^{2-}$ ）は冬季に高く、土壌由来と思われる元素から推定した土壌性粒子（Soil）は非冬季に高くなっている事が確認できる。



縦軸の単位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

図 3-3-3 微小粒子の質量濃度及び主要成分の経時変化



縦軸の単位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

図 3-3-4 微小粒子の質量濃度及び主要成分の季節別・地点別平均濃度

## (2). 成分分析データを用いた発生源寄与解析

### 1) PMFによる解析

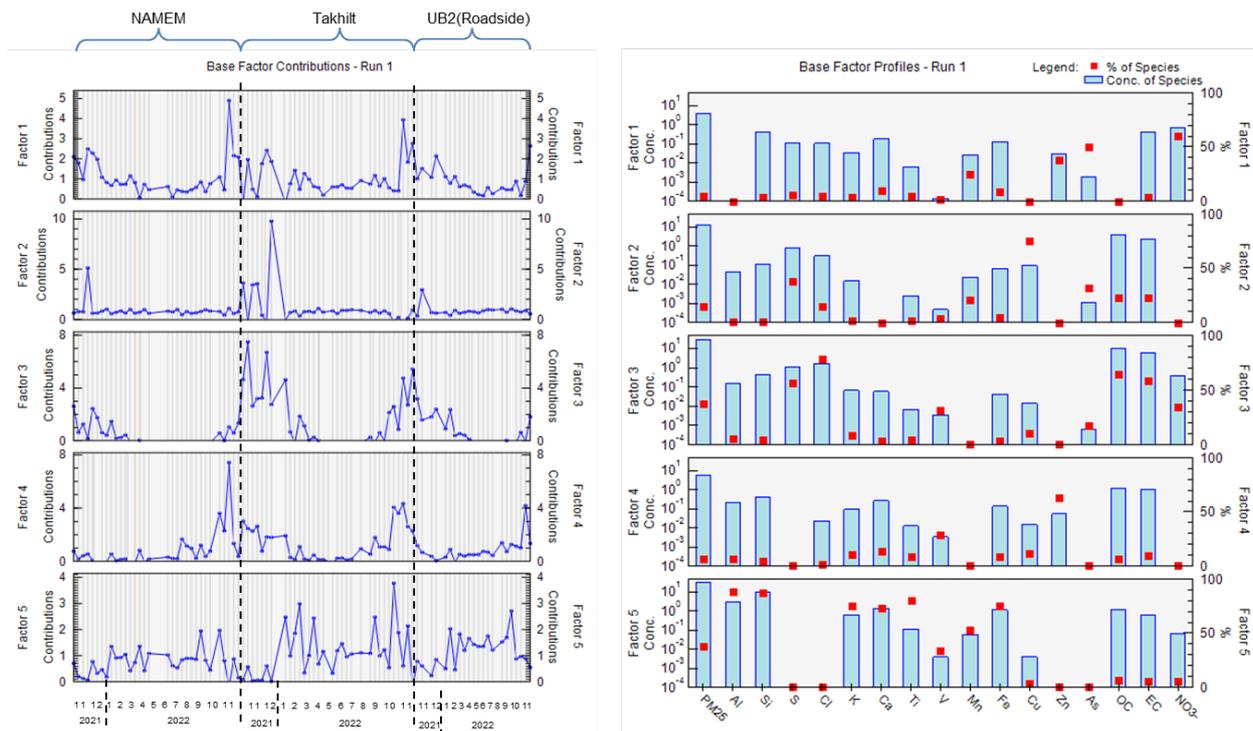
得られた1年間・3地点の成分分析結果を用いてレセプターモデルによる発生源寄与解析を実施した。レセプターモデルには米国環境保護庁（U. S. EPA）が公開するフリーソフトであるPMF ver. 5.0<sup>17</sup>を使用した。

因子数の指定を変えつつPMFの試行を繰り返し、計算結果と各種発生源の既知の特徴を照らし合わせることで、適切な結果を探索した結果、5因子での計算結果を採用する事とした。PM<sub>2.5</sub>での5因子でのPMFによる因子プロファイル及びその変動を図3-3-5に示す。

年間を通した変化として、冬季の高濃度時の主成分はNitrateを主体とする因子（Factor1）、及び石炭燃焼・OC・Sulfateを主体とする因子（Factor3）であり、春・秋は土壌性粒子を主体とする因子（Factor5）が高い傾向が明らかとなった。また割合としては石炭燃焼・OC・Sulfateを主体とする因子が冬季を中心に非常に高く、これらへの対策が重要であることが示唆されている。一方、工業発生源や自動車発生源については、明確に因子として分離する事が困難であった。PM中の石炭燃焼の割合が非常に大きく、他の発生源の指標元素もその誤差のなかに取り込まれてしまったためではないかと思われる。Zn, Cu等の元素では、季節変化ではなく数日単位の短期でピークが現れることがあり、採取場所周辺にある何らかの工業発生源の影響である可能性があるが、特定はできていない。

---

<sup>17</sup> <https://www.epa.gov/air-research/positive-matrix-factorization-model-environmental-data-analyses>



Factor 1	NO <sub>3</sub> , As の大部分を占め、冬に高い。⇒ Nitrate
Factor 2	V, Zn, Mg の大部分を占める。炭素は少ない。
Factor 3	OC, EC, S が多く、冬に Takhilt で高い。⇒ 石炭燃焼+有機炭素粒子+Sulfate
Factor 4	MN, Zn, As などを含め、炭素が少ない。NAMEM で冬に強いピーク。
Factor 5	Al, Si をはじめとする地殻成分に含まれる元素が多く、春・秋に多い。⇒ 土壌性粒子

図 3-3-5 PM<sub>2.5</sub> での PMF 解析 (5 因子) による因子ごとの成分プロフィール (右図) 及びその季節・地点による変動 (左図)

## 2) 生石炭禁止前後の変化

今回市内の代表地点として試料採取を行った NAMEM 屋上 (Site1) では、フェーズ 2 でも期間は短いものの PM 試料の採取・分析を行っている。市内で生石炭燃焼が禁止される前 (2016 年) に同じ採取・分析方法で解析したデータであるため、解析の実習の一環として、今回の分析データと比較して生石炭利用禁止の影響の評価を試みた。

図 3-3-6 に、成分分析結果の OC と元素性炭素 (EC) を示す。青、オレンジ、灰色の点はそれぞれ今回のプロジェクトで採取した地点 1~3 の 1 年間の全試料のデータをプロットしたものである。OC と EC は季節によらず相関があり、傾きは 1.5~2 でほぼ一定となっていることが分かるが、濃度の高い部分ではやや OC/EC 比が高くなっている。これに比べて緑の点で示した 2016 年冬季の NAMEM 屋上のデータでは、明らかに OC/EC 比が異なっており、燃料の変化により OC の発生が減少した事が濃度の減少に寄与していることが示唆されている。

更に、炭素成分を燃焼温度で OC1~OC4、EC1~EC3 に区分し、生石炭利用禁止前後で比較した結果を図 3-3-7 に示す。炭素成分の内訳では、EC はそれほど変わっていないのに対し、特

に OC1、OC4 の濃度が減っている事が明らかとなった。特に OC1 は揮発性の有機化合物に相当する成分であり、燃料の着火性に影響する。着火性を良くするために、改良燃料中の揮発性成分を多くしすぎると、再び PM の排出量が増えてしまう恐れがある。これらの知見は今後改良燃料を更に改善する際に有用な知見であり、セミナー等を通じて DAAEP、NAMEM を含むモンゴル側と共有した。

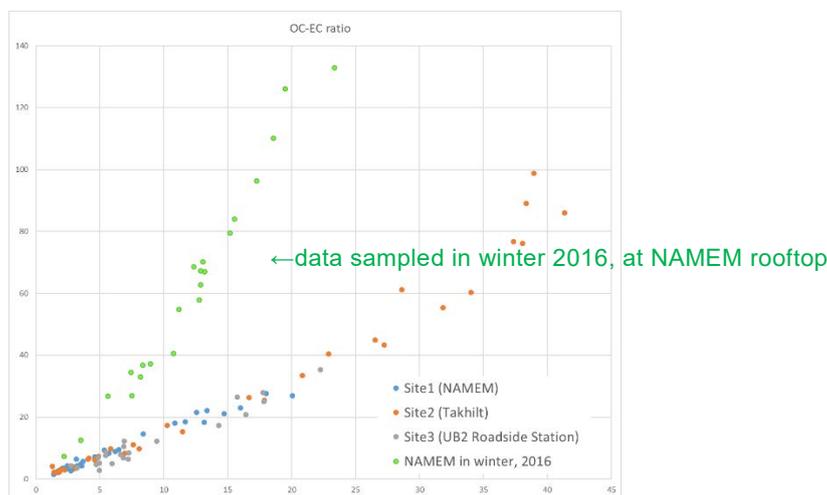


図 3-3-6 本プロジェクトで採取した試料とフェーズ2で採取した試料(2016年冬季、NAMEM 屋上)の OC/EC 比の違い

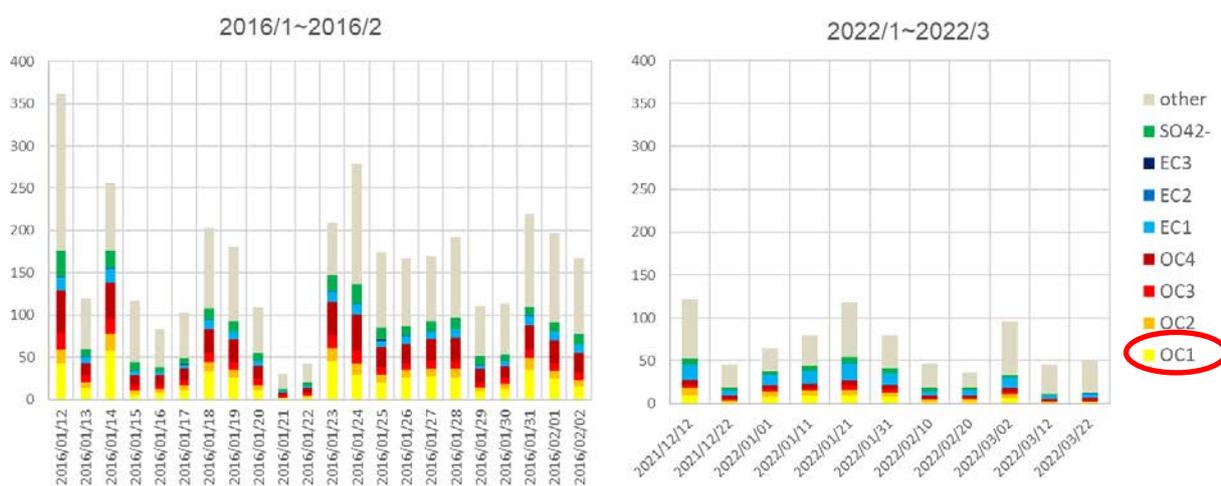
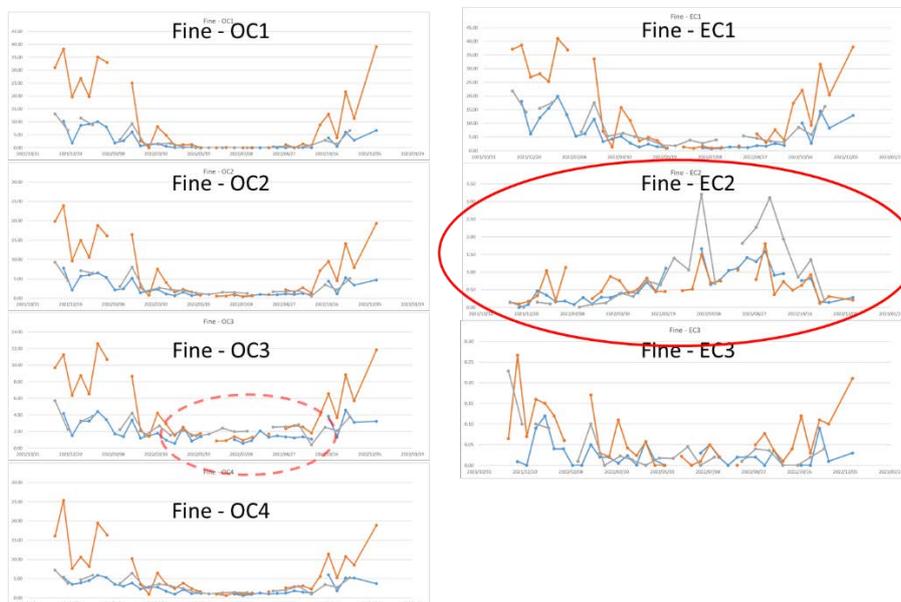


図 3-3-7 NAMEM 地点で冬季に採取した試料の炭素成分の比較  
(左：2016年、右：2022年)

### 3) 季節・地点ごとの炭素成分の特徴

炭素成分ごとの季節別・地点別の変動を図 3-3-8 に示す。ほぼすべての成分で冬季に Takhilt 地点（ゲル地域に近い地点、オレンジ色の線）が高い傾向があり、冬季の暖房用石炭燃焼の寄与

が支配的であることが推測される。一方、EC2のみは、夏～秋に西交差点地点（道路に隣接する地点、灰色の線）で高くなっていることから自動車排気の影響を表している事が推測された。この特徴は、今後、ウランバートルにおいて成分に基づいて発生源寄与を行う際に参考となる可能性がある。



Carbon Fraction	Temperature	Analysis atmosphere
OC1	140°C	He
OC2	280°C	He
OC3	480°C	He
OC4	580°C	He
EC1	580°C	98%He+2%O <sub>2</sub>
EC2	740°C	98%He+2%O <sub>2</sub>
EC3	840°C	98%He+2%O <sub>2</sub>

図 3-3-8 各炭素成分の地点・季節による変動の比較

### (3). 解析結果の活用

以上の解析結果については、2022年～2023年に実施したセミナー・実習を通して随時 C/P と共有すると共に、2023年12月に開催したセミナーにおいて、活動2-2（シミュレーションモデルによる大気汚染構造解析）など他分野を担当する C/P にも共有した。2023年12月のセミナーでは、発表資料は JET と C/P を代表して CLEM が半分ずつ担当し、更に2024年4月の総括セミナーでは CLEM が自ら活動成果を発表する事で、発表準備の過程を通じてより理解を深めることができた。

またこれらの解析結果は下記の点で、シミュレーションモデルの改善に活用された。

- シミュレーションモデルでの PM の計算値は、実測値よりも過少となっている。これは、モデルの計算過程に凝縮性粒子の生成過程が含まれていないためと考えられるため、フェーズ2では成分分析の結果を基に凝縮性粒子の寄与分を推定し、排出量を補正した。今回は

年間の成分分析データを利用し、冬季/非冬季別に凝縮性粒子の寄与分を推定し、補正値の確認・修正に用いた。

- PMF による発生源寄与解析による冬季の成分中の寄与割合を用いて、測定局での PM<sub>10</sub> 冬季平均濃度中の発生源別 PM<sub>10</sub> 濃度を推計した。その後、CALPUFF での発生源別 PM<sub>10</sub> 濃度計算結果との比を補正値とすることで、凝縮性粒子を考慮した PM<sub>10</sub> 排出量を推計した。

### 3-3-1-2 PM 成分分析機材整備計画

2-1-4 NAMEM と CLEM が、JET の支援のもと PM 成分分析機材整備計画を策定する。

上述の 2022 年 11 月の本邦研修において、NAMEM と CLEM は PM 成分分析に必要な分析機材を視察・実習したのち、機材整備計画を協議し策定した。協議を通じて、今後モンゴルで分析を行うにあたっての最大の問題は、分析機材そのものだけでなく、継続的な消耗品の予算・入手経路・品質の確保にある事が確認された。現在進行中の韓国からの 1400 万 USD のソフトローンにより PM 成分分析機材が導入される予定であるが、一定の消耗品や分析機材周辺の細かい器具類を要求することも必要であることを再確認した。本邦研修で作成された機材整備計画を含む発表資料を別添資料 3-3-1 として添付する。

### 3-3-2 活動 2-2 大気汚染構造と曝露の評価

#### 3-3-2-1 排出インベントリ

2-2-1 DAAEP と NAMEM が、発生源インベントリの更新計画を作成する。

2-2-2 DAAEP、TCC、市公共交通サービス局が、移動発生源調査（排出インベントリ更新、信号制御の検討、交通量、旅行速度）を実施する。

2-2-3 DAAEP と JET がパイロット地域を決め、ゲルストーブの稼働状況を調査し、ゲルストーブの使用実態（ストーブの種類と型式、季節変化、住宅の断熱性能、石炭使用量）を把握する。

2-2-4 DAAEP と NAMEM が JET の支援のもと、必要に応じてその他発生源調査を実施する。

2-2-5 DAAEP 及び NAMEM が JET の指導のもと、火力発電所等の将来計画、自動車登録台数、人口、経済成長、排出基準、燃料規制等を調査・推計し、将来年の BAU (Business as Usual) シナリオを作成する。

2-2-6 DAAEP と NAMEM が、現状と将来 (BAU シナリオ) の排出インベントリを更新する。

#### (1). 排出インベントリに関する技術移転及びセミナー

プロジェクト開始時点では、フェーズ 2 での DAAEP の担当者が排出インベントリを更新する予定であったが、2019 年 5 月末に退職した。2019 年 9 月に割り当てられた DAAEP の担当者に対して、現地にて JET がインベントリ作成の目的、更新の手順及び必要なデータについて説明した。DAAEP の担当者はデータの収集を開始し、JET の帰国後もメールを使って技術移転を行った。しかし、COVID-19 による現地渡航禁止により、現地での技術移転が不可能となってしまった。

そこで、COVID-19 による現地渡航禁止期間中の技術移転をオンラインで実施し、DAAEP の他、NAMEM や IRIMHE からの参加もあった。オンラインでの技術移転の概要を表 3-3-2 に示す。

表 3-3-2 排出インベントリに関するオンラインでの技術移転の概要

No	年月日	内容
1	2020/9/10	排出インベントリ作成の目的、収集データの確認（別添資料 3-3-2）
2	2020/10/23	2018 年の排出量計算 （火力発電所、家庭用小型ストーブ）
3	2021/3/26	2018 年の排出量計算 （CFWH）
4	2021/4/2, 9, 16, 21, 28, 5/12, 19, 27	2018 年の排出量計算 （自動車）
5	2021/5/27, 6/10	2018 年の排出量計算 （HOB、火力発電所からの灰の飛散）
6	2021/6/28, 9/22	DAAEP が作成した排出インベントリ報告書についての協議
7	2021/9/27, 10/1	排出量分布図の作成のための GIS ツールの使い方
8	2021/12/17	2020 年の排出量計算のためのデータ整理（固定発生源）
9	2022/1/20	2020 年の排出量計算のためのデータ整理（家庭用小型ストーブ）
10	2022/1/27	2020 年の排出量計算のためのデータ整理（家庭用小型ストーブ、自動車）

出典：JET 作成

JET の担当者が現地渡航を再開した 2022 年 3 月以降の技術移転について、DAAEP の担当者交代によるデータの引継ぎがされたが、技術的な内容は引き継がれていなかった。DAAEP の新しい担当者にフェーズ 2 で作成したマニュアルを基にデータ収集と排出量の計算を試みるように指示し、必要に応じて対面あるいはオンラインでの技術移転を実施した。

上記の活動によって確定した 2020 年の発生源別排出量計算結果を報告するためのセミナーを 2022 年 3 月 17 日に開催した。発表資料を別添資料 3-3-3 に示す。この排出量を用いて 2020 年の拡散シミュレーションを実行し、改良燃料使用開始前後での濃度低減効果および大気汚染構造を把握した。

活動 2-2-4 について、フェーズ 2 にて、廃棄物処分場、発電所灰埋め立て地からの灰の飛散及びレンガ工場については、排出量の算定方法の技術移転を実施したが、当時の担当者が異動しており、モンゴル側で計算できないため、2024 年 3 月 7 日に再度技術移転した。説明資料を別添資料 3-3-4 に示す。モンゴル側からは、発電所や家庭用小型ストーブ、自動車等以外で大気汚染に大きな影響を与える発生源は、今のところないとの見解である。そのため、以下の課題を認識したうえで今後の排出インベントリ更新を行っていくことで意見が一致した。

1. モンゴルでの排出インベントリガイドラインに基づき、統計データや外国の排出係数を使って示した発生源以外にも排出量の概算を把握すること
2. その結果 UB 市の大気汚染に影響を与えそうな発生源があれば、必要に応じて詳細な調査及びデータ収集を行い、排出量の精度を向上すること

モンゴルでは、国家発生源登録データベースシステムが構築されており、個々の発生源に関する情報をスマートフォンから同じフォーマットで入力して、データベースに蓄積されている。しかし、システムへアクセスできないなどの問題があり、収集データの精度が低下していた。DAAEP や NAMEM から、NCEPR を通じてシステム開発会社に、このシステムの改善を要求し、一部の要求に対しては改善がされ、システムにアクセスできるようになった。しかしながら、当初想定していたデータベースの登録データから排出量を計算することができる仕様については反映されていないため、プロジェクト終了後も、DAAEP や NAMEM がシステム開発会社に要求し続けることで、このシステムがさらに改善されることが期待される。

## (2). 活動の成果

### 1) 活動 2-2-1 排出インベントリ更新計画の作成

活動 2-2-1 では、JET の支援の下、DAAEP は、2018 年、2020 年～2022 年の排出インベントリの更新計画を作成し、更新計画に基づき各年の排出インベントリを作成した。さらに、各年の排出インベントリ報告書を作成し DAAEP のホームページに公表した。プロジェクト終了後にも定期的に排出インベントリを更新するための年次計画案を作成した（表 3-3-3）。

なお、第 4 回 JCC で、NAMEM 環境モニタリング課の Batbayar 課長が 2020 年の SO<sub>2</sub> 高濃度の原因を特定するようプロジェクトに要請したことを受けて、JET は、2021 年 8 月 DAAEP との定例会議において、2018 年のインベントリ報告書が確定した後の更新計画の変更を DAAEP の Prevsuren 長官代行に打診した。DAAEP 長官代行は、当初予定していた 2019 年の排出インベントリに代えて 2020 年の排出インベントリを作成することとし、その排出インベントリを使ってシミュレーションを実施することで、承諾した。

さらに、2021 年 9 月 8 日に、JET は、インベントリの更新計画に関して NAMEM の Batbayar 課長に説明し、JET と NAMEM は 2019 年のインベントリ作成を実施せずに 2020 年のインベントリを作成することで合意した。

表 3-3-3 排出インベントリ更新のための年次計画案

内容	Aug				Sep				Oct				Nov				Dec				Jan			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1 発生源インベントリの作成																								
1-1 火力発電所の発生源インベントリの作成																								
1-2 HOBの発生源インベントリの作成																								
1-3 CFWHの発生源インベントリの作成																								
1-4 家庭用小型ストーブの発生源インベントリの作成																								
1-5 自動車排出ガスの発生源インベントリの作成																								
1-6 路上巻き上げ粉じんの発生源インベントリの作成																								
1-7 発電所灰埋立地からの灰飛散の発生源インベントリの作成																								
2 年次報告書の作成																								
2-1 発生源別燃料使用量の整理																								
2-2 発生源別排出係数の整理																								
2-3 発生源別排出量の整理																								
2-4 計算結果の評価コメント記載																								
2-5 体裁調整、内容確認、誤字脱字修正																								
2-6 全体統括者による内容確認																								
2-7 指摘に基づく修正																								
2-8 年次報告書の確定																								

出典: JET

## 2) 活動 2-2-2 移動発生源調査

活動 2-2-2 では、以下の通りの移動発生源調査を、モンゴルの調査会社に再委託した。調査の概要は表 3-3-4 のとおりである。

表 3-3-4 移動発生源調査の概要

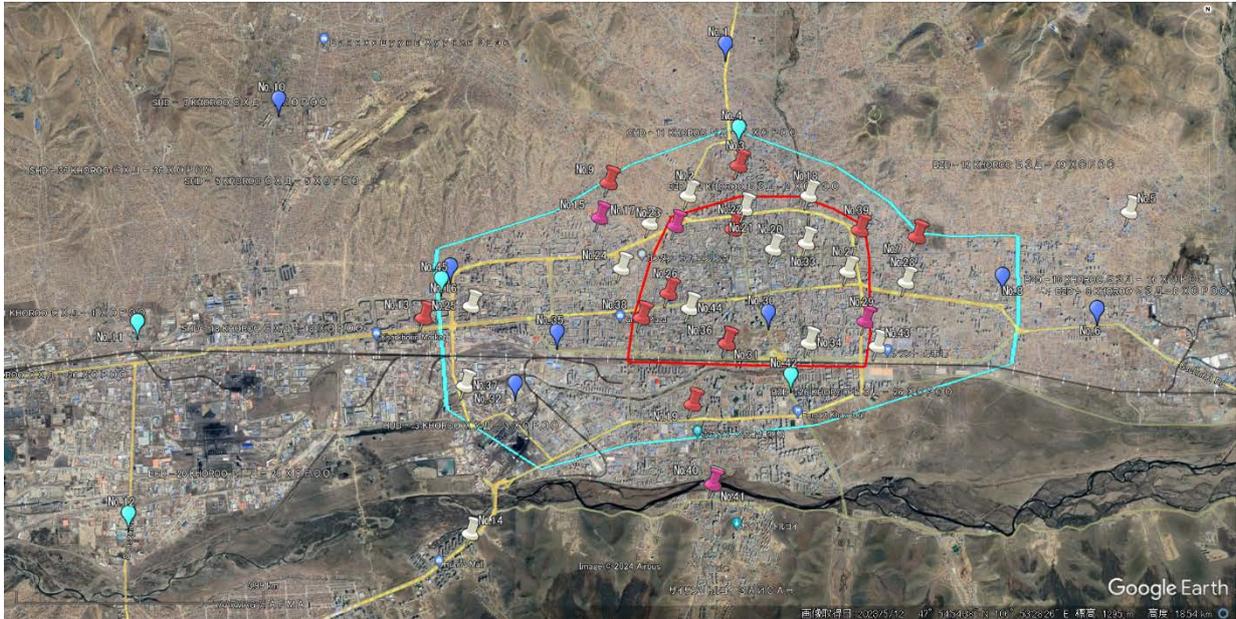
	交通量・旅行速度調査	交通現象調査
日時	1. 2019年10月、12月 2. 2022年10月、12月	1. 2019年9月 2. 2022年9月 3. 2023年2月
調査地点	最大 45 地点	17 交差点
調査項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>車種別台数の計測</li> <li>旅行速度の計測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>交差点での渋滞長</li> <li>死に青<sup>18</sup>・無駄青<sup>19</sup>回数</li> <li>進行方向別交通量</li> <li>捌き交通量の計測</li> <li>TCCの信号の長さへの介入記録</li> <li>旅行速度の計測</li> </ul>
調査時間数	24 時間及び 16 時間 (6:00 開始)	16 時間 (6:00 開始)
調査方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>カメラによる撮影</li> <li>調査員による計測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>カメラによる撮影</li> <li>調査員による計測</li> </ul>
用途	自動車からの大気汚染物質排出量の更新に活用	信号制御システムの改善に活用

排出インベントリの精度を向上させるため、交通量及び旅行速度調査を現地の調査会社に依頼し、2019年及び2022年に交通量及び旅行速度調査を実施した。2019年の調査では、フェー

<sup>18</sup> 青にも関わらず前方が詰まっていることで車が交差点を通過できない状況

<sup>19</sup> 青にも関わらず車が全く通過しない状況

ズ 1 での交通量・旅行速度調査以降、新設道路の開通、拡幅工事に伴い、交通パターンは大きく変化していると想定されたため、調査地点数を増やした。図 3-3-9 に交通量調査地点を示す。2022 年の調査は、ヤルマク地域の開発がさらに進んだことにより、2019 年から交通状況が大きく変化していることが想定されたために実施した。リンク別交通量を表 3-3-6 に示す。



出典：JET 作成

風船：調査員による直接計測地点、ピン：カメラによる撮影後計測  
色の区分は調査時間を示す（表 3-3-5 参照）

図 3-3-9 交通量調査の位置

表 3-3-5 交通量調査での調査地点別調査時間

風船あるいは ピンの色	非冬季		冬季	
	平日	休日	平日	休日
赤	24 時間	24 時間	24 時間	16 時間（2019 年） 24 時間（2022 年）
ピンク	24 時間	24 時間	24 時間	なし
青	16 時間	なし	16 時間	なし
白	24 時間	なし	なし	なし
水色	16 時間	なし	なし	なし

出典：JET 作成



調査員によるカウント

夕方の Narni zam をビデオカメラで撮影  
(後日調査員がカウント)

写真 3-3-2 交通量調査の様子

表 3-3-6 リンク別交通量 (2019 年)

Link No.	Location	Lane	Autumn-Weekday		Autumn-Weekend		Winter-Weekday		Winter-Weekend	
			Hour	Count	Hour	Count	Hour	Count	Hour	Count
1	Rural	4	16	36,151			16	31,863		
2	Sub-urban	4	24	55,261						
3	Sub-urban	4	24	33,730	24	32,063	24	32,914	16	25,533
4	Sub-urban	4	16	27,928						
5	Rural	4	16	18,448						
6	Rural	6	16	37,327			16	38,774		
7	Sub-urban	6	24	50,280	24	46,833	24	56,674	16	42,571
8	Sub-urban	4	16	32,819			16	31,204		
9	Sub-urban	4	24	36,220	24	37,951	24	36,949	16	28,826
10	Rural	4	16	32,902			16	29,831		
11	Rural	4	16	28,110						
12	Rural	4	16	27,634						
13	Rural	8	24	76,274	24	80,646	24	96,300	16	68,119
14	Rural	6	24	67,486						
15	Sub-urban	4	24	34,324	24	32,323	24	49,189		
16	Sub-urban	6	16	49,056			16	50,432		
17	Sub-urban	4	24	77,848						
18	Central	6	24	80,551						
19	Sub-urban	6	24	47,115	24	46,806	24	44,436	16	52,753
20	Central	4	24	33,202						
21	Central	4	24	26,287						
22	Central	4	24	15,874	24	17,015	24	24,147	16	15,096
23	Central	4	24	35,915	24	29,570	24	32,868		
24	Sub-urban	4	24	48,605						
25	Sub-urban	6	24	77,092						
26	Central	6	24	53,335	24	52,244	24	46,092	16	50,345
27	Central	6	24	50,067						
28	Sub-urban	6	24	56,491						
29	Central	4	24	40,550	24	39,510	24	40,652		
30	Central	4	16	36,301			16	36,798		
31	Central	4	24	63,270	24	71,309	24	100,167		
32	Sub-urban	4	16	17,083			16	17,408		
33	Central	6	24	36,778						
34	Central	4	16	50,118						
35	Sub-urban	6	16	30,352			16	31,402		
36	Central	6	24	65,984	24	57,362	24	70,510	16	50,421
37	Sub-urban	4	24	48,951						
38	Central	4	24	60,052	24	59,791	24	69,600	16	52,496
39	Central	6	24	41,898	24	43,586	24	47,460	16	45,241
40	Rural	4	24	35,464						
41	Rural	2	24	27,487	24	25,619	24	29,437		
42	Sub-urban	4	16	36,333						
43	Sub-urban	4	24	37,624						
44	Central	4	24	26,257						
45	Sub-urban	4	16	39,748						

出典: JET

未測定時間帯での交通量を推計するため、調査地点を地域と車線数で表 3-3-7 の通りに分類した。分類ごとに 24 時間交通量パターン及び昼夜率を計算し、夜間交通量及び 24 時間交通量を推計した。

表 3-3-7 交通量推計のための地域-車線数の区分

No	地域	車線数
1	Urban	4 車線以下
2		6 車線以上
3	Sub-Urban	4 車線以下
4		6 車線以上
5	Rural	すべて

出典: JET

16 時間（6 時~22 時）交通量調査地点の夜間及び 24 時間交通量を以下の方法で推計した。

1. カテゴリー別に 24 時間測定地点を対象に時間帯別交通量を合計
2. 昼夜率 =  $\frac{24 \text{ 時間交通量}}{16 \text{ 時間交通量}}$  を計算
3. 1 で作成したカテゴリー別の時間帯別交通量を用いて、夜間（22 時~翌 6 時）での交通量パターンを計算
4. 推計 24 時間交通量 = 実測 16 時間交通量 × 昼夜率 を計算

また、測定していない地点について、カテゴリー別に以下の式を用いて 24 時間交通量を推計し、24 時間交通量を測定している地点での時間変化パターンを基に時間帯交通量を推計した。

$$TC_{(nmp,sea,we)} = TC_{(nmp,sea,wd)} \times \frac{\sum TC_{(mp,sea,we)}}{\sum TC_{(mp,sea,wd)}}$$

TC(nmp,sea,we): 未測定地点の季節別休日交通量

TC(nmp,sea,wd): 未測定地点の季節別平日交通量

TC(mp,sea,we): 測定地点の季節別休日交通量

TC(mp,sea,wd): 測定地点の季節別平日交通量

上記の推計に基づく地点別 24 時間推計交通量を表 3-3-8 に示す。

表 3-3-8 補正後リンク別交通量 (2019 年)

Link No.	Location	Lane	Autumn-Weekday		Autumn-Weekend		Winter-Weekday		Winter-Weekend	
			Hour	Count	Hour	Count	Hour	Count	Hour	Count
1	Rural	4	16	<b>42,090</b>		<b>44,162</b>	16	<b>38,153</b>		<b>34,056</b>
2	Sub-urban	4	24	55,261		<b>54,527</b>		<b>59,904</b>		<b>57,219</b>
3	Sub-urban	4	24	33,730	24	32,063	24	32,914	16	29,854
4	Sub-urban	4	16	<b>32,081</b>		<b>31,874</b>		<b>33,931</b>		<b>32,491</b>
5	Rural	4	16	<b>21,472</b>		<b>22,576</b>		<b>24,029</b>		<b>20,781</b>
6	Rural	6	16	<b>43,428</b>		<b>44,543</b>	16	<b>46,155</b>		<b>46,035</b>
7	Sub-urban	6	24	50,280	24	46,833	24	56,674	16	49,952
8	Sub-urban	4	16	<b>37,964</b>		<b>37,373</b>	16	<b>36,478</b>		<b>35,694</b>
9	Sub-urban	4	24	36,220	24	37,951	24	36,949	16	33,840
10	Rural	4	16	<b>38,401</b>		<b>40,208</b>	16	<b>35,682</b>		<b>36,287</b>
11	Rural	4	16	<b>32,975</b>		<b>34,358</b>		<b>35,542</b>		<b>39,071</b>
12	Rural	4	16	<b>32,604</b>		<b>33,547</b>		<b>33,199</b>		<b>43,772</b>
13	Rural	8	24	76,274	24	80,646	24	96,300	16	81,503
14	Rural	6	24	67,486		<b>70,598</b>		<b>73,230</b>		<b>71,322</b>
15	Sub-urban	4	24	34,324	24	32,323	24	49,189		<b>45,859</b>
16	Sub-urban	6	16	<b>57,811</b>		<b>55,787</b>	16	<b>58,935</b>		<b>58,915</b>
17	Sub-urban	4	24	77,848		<b>77,420</b>		<b>84,085</b>		<b>82,137</b>
18	Central	6	24	80,551		<b>76,046</b>		<b>79,160</b>		<b>88,053</b>
19	Sub-urban	6	24	47,115	24	46,806	24	44,436	16	61,760
20	Central	4	24	33,202		<b>33,352</b>		<b>40,184</b>		<b>35,678</b>
21	Central	4	24	26,287		<b>26,436</b>		<b>31,843</b>		<b>28,367</b>
22	Central	4	24	15,874	24	17,015	24	24,147	16	18,877
23	Central	4	24	35,915	24	29,570	24	32,868		<b>29,692</b>
24	Sub-urban	4	24	48,605		<b>47,986</b>		<b>52,886</b>		<b>50,449</b>
25	Sub-urban	6	24	77,092		<b>74,756</b>		<b>79,384</b>		<b>79,378</b>
26	Central	6	24	53,335	24	52,244	24	46,092	16	61,519
27	Central	6	24	50,067		<b>47,324</b>		<b>51,014</b>		<b>54,971</b>
28	Sub-urban	6	24	56,491		<b>55,046</b>		<b>58,151</b>		<b>58,085</b>
29	Central	4	24	40,550	24	39,510	24	40,652		<b>36,808</b>
30	Central	4	16	<b>42,500</b>		<b>42,641</b>	16	<b>45,173</b>		<b>41,023</b>
31	Central	4	24	63,270	24	71,309	24	100,167		<b>90,114</b>
32	Sub-urban	4	16	<b>19,687</b>		<b>20,197</b>	16	<b>20,218</b>		<b>22,598</b>
33	Central	6	24	36,778		<b>34,786</b>		<b>37,469</b>		<b>40,593</b>
34	Central	4	16	<b>58,776</b>		<b>59,072</b>		<b>70,812</b>		<b>63,462</b>
35	Sub-urban	6	16	<b>35,679</b>		<b>35,045</b>	16	<b>36,638</b>		<b>36,630</b>
36	Central	6	24	65,984	24	57,362	24	70,510	16	61,574
37	Sub-urban	4	24	48,951		<b>48,745</b>		<b>52,779</b>		<b>52,288</b>
38	Central	4	24	60,052	24	59,791	24	69,600	16	64,979
39	Central	6	24	41,898	24	43,586	24	47,460	16	55,371
40	Rural	4	24	35,464		<b>35,507</b>		<b>36,911</b>		<b>35,351</b>
41	Rural	2	24	27,487	24	25,619	24	29,437		<b>33,633</b>
42	Sub-urban	4	16	<b>41,655</b>		<b>43,006</b>		<b>43,239</b>		<b>48,732</b>
43	Sub-urban	4	24	37,624		<b>37,511</b>		<b>40,031</b>		<b>39,127</b>
44	Central	4	24	26,257		<b>26,538</b>		<b>31,960</b>		<b>28,847</b>
45	Sub-urban	4	16	<b>46,098</b>		<b>46,198</b>		<b>49,928</b>		<b>50,178</b>

黒斜線は、16 時間交通量に推計夜間交通量を加えた推計 24 時間交通量

青斜線は、推計 24 時間交通量

出典: JET

同様に推計した 2022 年のリンク別交通量を表 3-3-9 に示す。

表 3-3-9 補正後リンク別交通量 (2022 年)

Link No.	Location	Lane	Autumn-Weekday		Autumn-Weekend		Winter-Weekday		Winter-Weekend	
			Hour	Count	Hour	Count	Hour	Count	Hour	Count
1	Rural	4	16	<b>37,631</b>		<b>36,812</b>	16	<b>35,844</b>		<b>33,127</b>
2	Sub-urban	4	24	47,232		<b>51,885</b>		<b>46,451</b>		<b>45,947</b>
3	Sub-urban	4	24	33,207	24	41,954	24	36,330	24	29,171
4	Sub-urban	4	16	<b>27,663</b>		<b>30,988</b>		<b>27,106</b>		<b>26,093</b>
5	Rural	4	24	22,716		<b>21,706</b>		<b>21,792</b>		<b>20,177</b>
6	Rural	6	16	<b>49,680</b>		<b>47,025</b>	16	<b>50,097</b>		<b>46,275</b>
7	Sub-urban	6	24	63,948	24	45,856	24	50,036	24	46,883
8	Sub-urban	4	16	<b>34,486</b>		<b>37,947</b>	16	<b>34,034</b>		<b>33,827</b>
9	Sub-urban	4	24	33,594	24	35,906	24	35,222	24	37,280
10	Rural	4	16	<b>45,838</b>		<b>44,152</b>	16	<b>45,841</b>		<b>42,272</b>
11	Rural	4	16	<b>27,961</b>		<b>26,783</b>		<b>25,808</b>		<b>23,604</b>
12	Rural	4	16	<b>41,322</b>		<b>40,304</b>		<b>37,285</b>		<b>33,582</b>
13	Rural	8	24	88,572	24	78,062	24	79,393	24	72,933
14	Rural	6	24	91,839		<b>88,463</b>		<b>88,250</b>		<b>82,083</b>
15	Sub-urban	4	24	32,634	24	29,874	24	34,669		<b>34,212</b>
16	Sub-urban	6	16	<b>59,487</b>		<b>42,477</b>	16	<b>54,805</b>		<b>51,124</b>
17	Sub-urban	4	24	74,600		<b>53,131</b>		<b>66,090</b>		<b>60,210</b>
18	Central	6	24	86,808		<b>89,277</b>		<b>87,130</b>		<b>91,965</b>
19	Sub-urban	6	24	49,494	24	55,872	24	39,610	24	41,110
20	Central	4	24	35,674		<b>32,818</b>		<b>33,017</b>		<b>32,419</b>
21	Central	4	24	23,353		<b>21,409</b>		<b>21,394</b>		<b>21,168</b>
22	Central	4	24	18,466	24	16,587	24	19,892	24	12,281
23	Central	4	24	28,258	24	28,773	24	26,610		<b>26,322</b>
24	Sub-urban	4	24	47,190		<b>33,250</b>		<b>41,601</b>		<b>38,604</b>
25	Sub-urban	6	24	74,308		<b>52,912</b>		<b>65,844</b>		<b>59,997</b>
26	Central	6	24	49,445	24	43,714	24	47,608	24	54,240
27	Central	6	24	46,520		<b>47,234</b>		<b>47,388</b>		<b>49,342</b>
28	Sub-urban	6	24	61,482		<b>46,204</b>		<b>52,744</b>		<b>52,350</b>
29	Central	4	24	38,892	24	34,147	24	40,606		<b>40,449</b>
30	Central	4	16	<b>53,070</b>		<b>46,084</b>	16	<b>47,013</b>		<b>48,180</b>
31	Central	4	24	65,283	24	63,888	24	57,909		<b>57,957</b>
32	Sub-urban	4	16	<b>22,490</b>		<b>24,718</b>	16	<b>21,825</b>		<b>20,978</b>
33	Central	6	24	44,215		<b>44,974</b>		<b>44,775</b>		<b>46,615</b>
34	Central	4	24	47,244		<b>42,305</b>		<b>42,135</b>		<b>42,176</b>
35	Sub-urban	6	16	<b>31,749</b>		<b>23,153</b>	16	<b>30,537</b>		<b>28,901</b>
36	Central	6	24	75,398	24	63,232	24	62,618	24	70,874
37	Sub-urban	4	24	40,464		<b>44,670</b>		<b>39,448</b>		<b>38,214</b>
38	Central	4	24	70,333	24	59,638	24	56,741	24	56,936
39	Central	6	24	43,574	24	49,451	24	45,659	24	40,341
40	Rural	4	24	35,604		<b>36,510</b>		<b>35,802</b>		<b>33,027</b>
41	Rural	2	24	24,878	24	28,219	24	20,663		<b>18,973</b>
42	Sub-urban	4	16	<b>41,529</b>		<b>47,347</b>		<b>40,979</b>		<b>36,653</b>
43	Sub-urban	4	24	38,133		<b>42,393</b>		<b>37,364</b>		<b>36,321</b>
44	Central	4	24	26,065		<b>23,747</b>		<b>10,625</b>		<b>10,622</b>
45	Sub-urban	4	16	<b>46,098</b>		<b>49,587</b>		<b>44,093</b>		<b>43,280</b>

黒斜線は、16 時間交通量に推計夜間交通量を加えた推計 24 時間交通量

青斜線は、推計 24 時間交通量

出典: JET

2010 年、2019 年、2022 年に実施した交通量調査と比較した。地点別の季節別平日休日別交通量の比較を図 3-3-10～図 3-3-13 に示す。2019 年の非冬季平日の交通量は平均で 2010 年の

約 1.4 倍であり、最大で 3.8 倍であった。2022 年の非冬季平日交通量は、2010 年と比較して平均で約 1.5 倍であり、最大で 5.2 倍であった。2019 年と比較して平均で約 1.0 倍、最大で 1.4 倍であった。

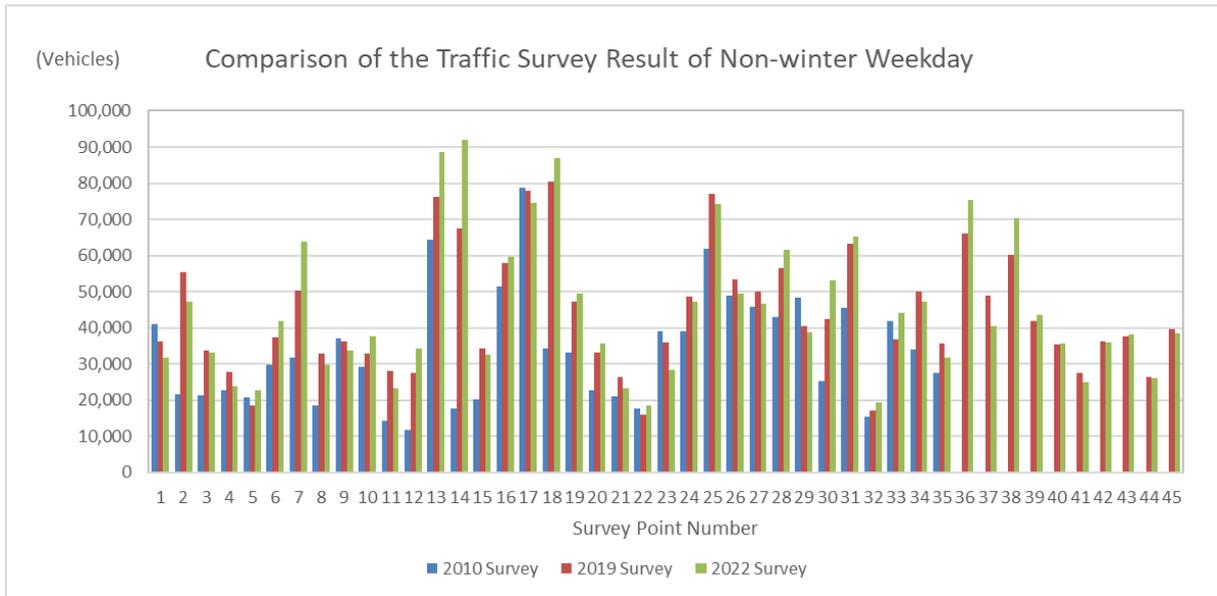
2019 年の非冬季休日の交通量は平均で 2010 年の約 1.5 倍であり、最大で 1.9 倍であった。2022 年の非冬季平日交通量は、2010 年と比較して平均で約 1.5 倍であり、最大で 2.2 倍であり、2019 年と比較して平均で約 1.0 倍、最大で 1.3 倍であった。

2019 年の冬季平日の交通量は平均で 2010 年の約 1.4 倍であり、最大で 2.4 倍であった。2022 年の非冬季平日交通量は、2010 年と比較して平均で約 1.3 倍であり、最大で 2.0 倍であった。2019 年と比較して平均で約 0.9 倍、最大で 1.3 倍であった。

2022 年の冬季休日の交通量は、2019 年と比較して平均で 0.9 倍、最大で 1.2 倍であった。

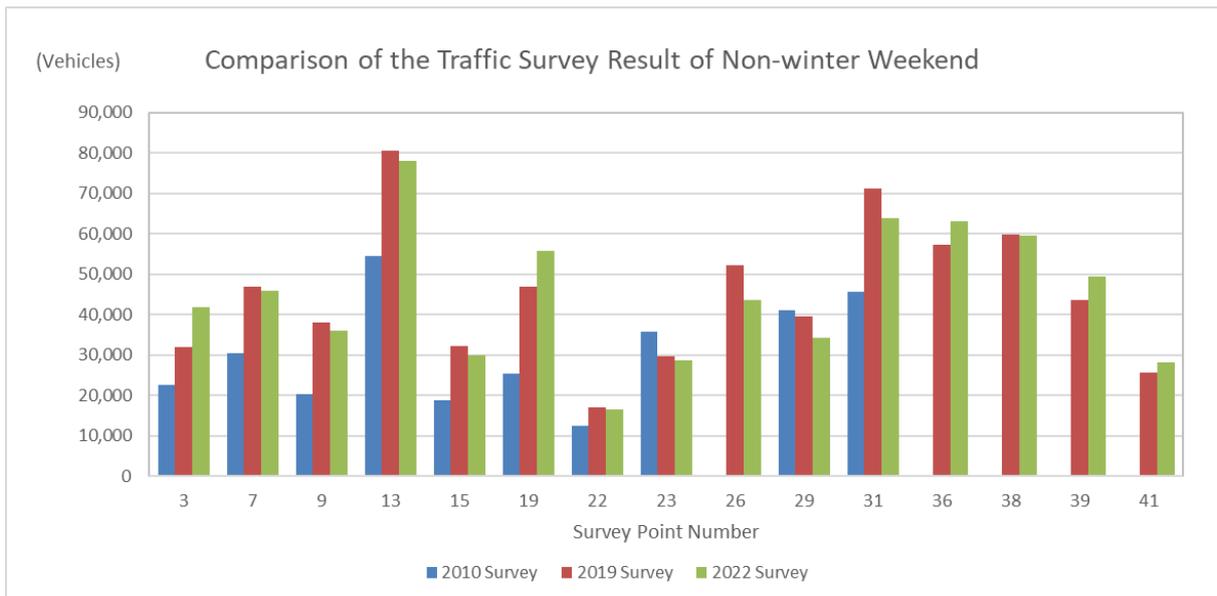
2010 年と比べて、2019 年では多くの地点で交通量が増加しており、特に南西部の Yarmag 地区での交通量が急増していた。これは、この地区周辺にマンションや商業施設、教育施設が立ち並ぶようになり、通勤通学等で交通量が増加したものと考えられる。一方、2019 年と比べて、2022 年の交通量は横ばいあるいはやや減少傾向であった。ひどい交通渋滞により車の利用を敬遠している可能性が考えられる。

UB 市の車検合格台数の推移（図 3-3-14）では、2010 年から 2019 年までの車検合格台数の増加率は 2.26 倍、2022 年までの増加率は 2.68 倍であった。2010 年にはナンバープレートによる走行規制がなかったため、単純に比較はできないが、交通量の増加と車検合格台数の増加が一致していないことが分かった。UB 市中心部での渋滞緩和対策として、2012 年 8 月から始まったナンバープレートによる平日日中の走行規制により、交通手段を確保するために複数の自動車を所有することになったのが要因の一つである可能性がある。2019 年の調査結果を取りまとめた資料を別添資料 3-3-5 に示す。



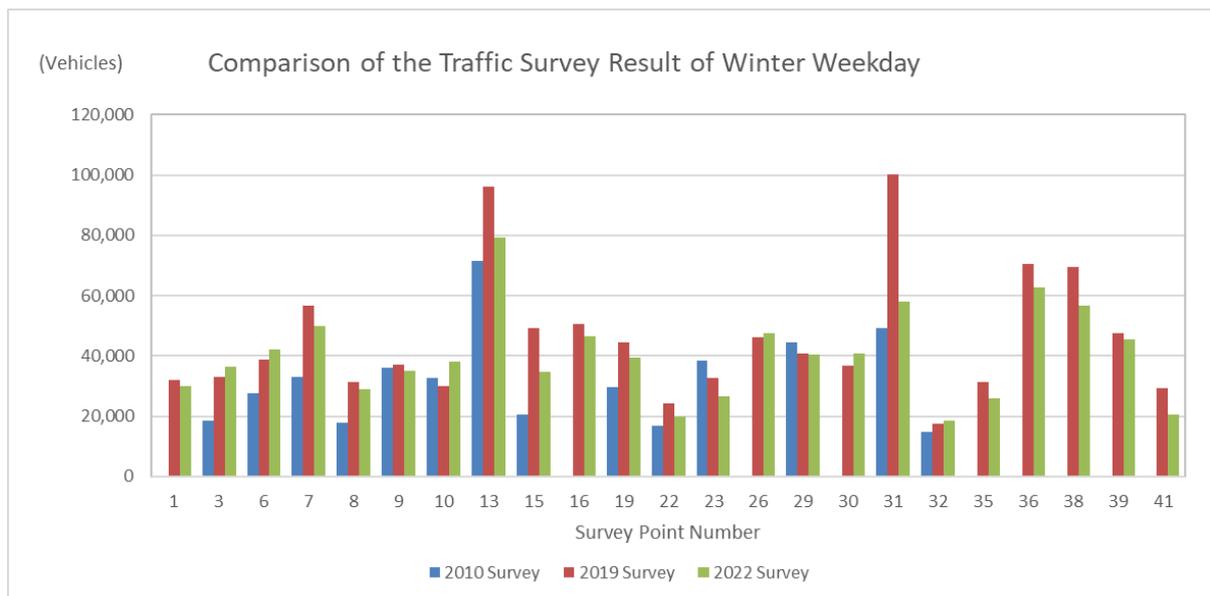
出典: JET 作成

図 3-3-10 非冬期平日における 2010 年、2019 年及び 2022 年の交通量調査結果の比較



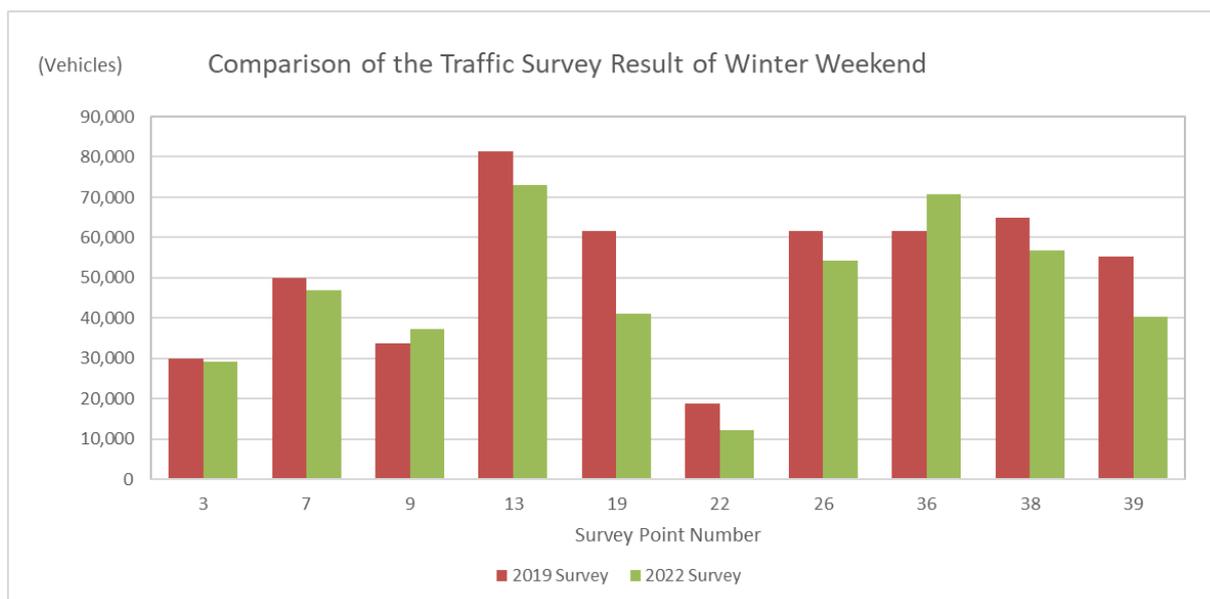
出典: JET 作成

図 3-3-11 非冬期休日における 2010 年、2019 年及び 2022 年の交通量調査結果の比較



出典: JET 作成

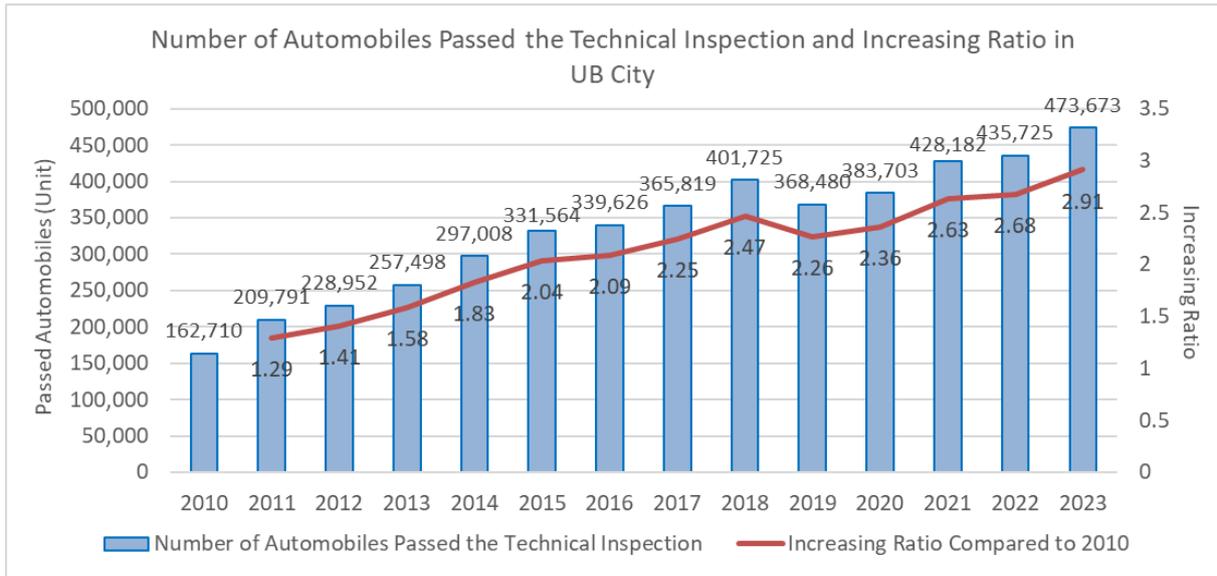
図 3-3-12 冬期平日における 2010 年、2019 年及び 2022 年の交通量調査結果の比較



出典: JET 作成

注: 2010 年の交通量調査では冬季休日の交通量を測定しなかった。

図 3-3-13 冬期休日における 2019 年及び 2022 年の交通量調査結果の比較



出典：Mongolian Statistical Information Service ([www.1212.mn](http://www.1212.mn))の NUMBER OF VEHICLES PASSED THE TECHNICAL INSPECTION , by type, by region, bag, soum, aimags and the Capital, by year から JET が作成

図 3-3-14 UB 市の車検合格台数の推移

### 3) 活動 2-2-3 ゲルストーブの使用実態の調査の実施

UB で大気汚染の主要因である家庭用小型ストーブからの排出量を拡散シミュレーションの入力情報として利用し、実態に近い大気汚染構造を再現することを目的として、家庭用小型ストーブの利用実態調査を 84 世帯に対して実施した。季節により燃料使用状況が異なるため、冬季（2023 年 1 月）、春季（2023 年 4 月）、夏季（2023 年 6 月）の 3 つの季節で調査を実施した。春季調査前に調査対象世帯に訪問した時の写真を写真 3-3-3 に示す。冬季の時間別燃料投入量は、改良燃料及び木材ともに、朝と昼と夕方の調理の時間でやや多い傾向がみられるが、深夜を除いて、概ね一定であった（図 3-3-15）。春季の時間別燃料投入量について、改良燃料は朝の投入量は冬季とほぼ同じであったが、昼及び夕方は冬季に比べて少なかった。木材の投入量は冬季に比べて大きく減少した。夏季は改良燃料及び木材ともに、ほとんど使用していなかった。調査実施世帯へのヒアリングによると、ほとんどの世帯が夏の炊事は電磁調理器を使っていた。各季節の調査結果を踏まえた季節別の 24 時間排出パターンを設定し、シミュレーションに反映させた。

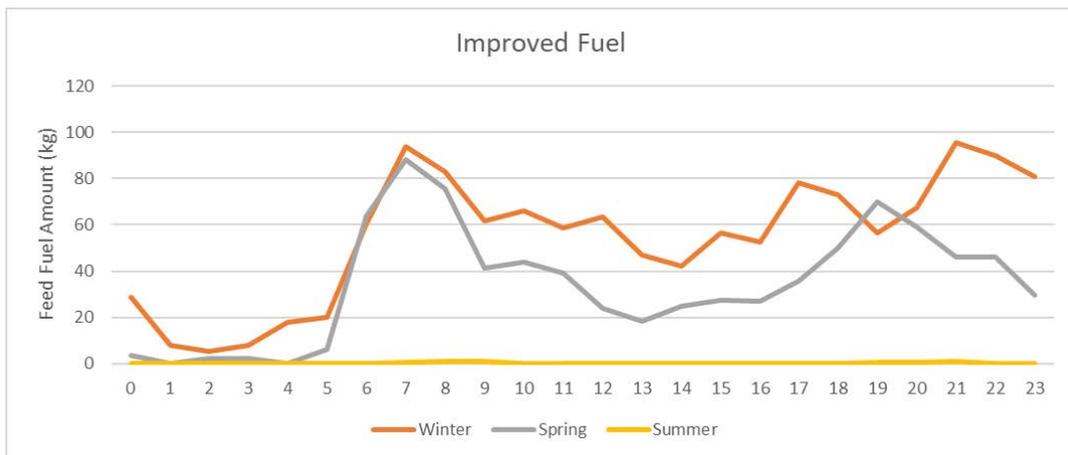


図 3-3-15 ストープ利用状況調査による季節別時間帯別改良燃料投入量

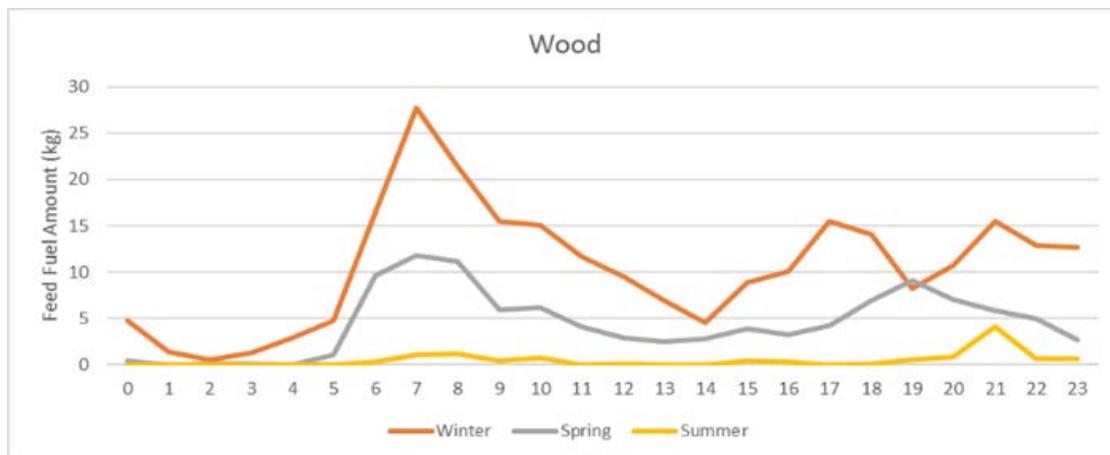


図 3-3-16 ストープ利用状況調査による季節別時間帯別木材投入量

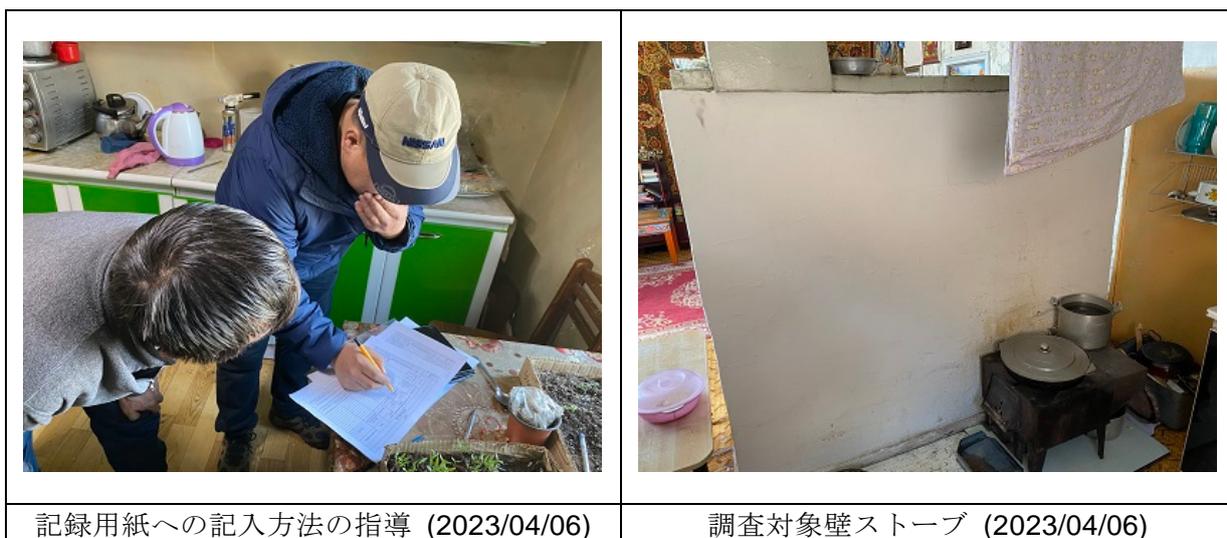


写真 3-3-3 春季調査前の対象世帯訪問の様子

#### 4) 活動 2-2-4 その他発生源調査

本プロジェクトで対象としている発生源以外に、廃棄物処分場における大気汚染物質の排出量を推計した。モンゴルでの廃棄物処分は埋め立てによるものである。

活動量は居住人口から推計した都市ごみ量である。モンゴル国統計局の統計情報公開サービス ([www.1212.mn](http://www.1212.mn)) で公開されている UB 市のホロー別居住人口を用いた。また、1 人当たりの都市ごみ年間排出量は 1.12kg/人/日 (408.82kg/人/年)<sup>20</sup>とした。また、すべての都市ごみのうち、処分場に廃棄される割合を 65%<sup>21</sup>とした。UB 市居住人口と推計都市ごみ量を表 3-3-10 に示す。

表 3-3-10 UB 市人口及び推計都市ごみ量推移

	単位	2018	2019	2020	2021
居住人口	人	1,444,669	1,466,125	1,499,140	1,539,252
推計都市ごみ量	ton	590,610	599,381	612,878	629,277

出典：UB 市統計局 (<http://ubstat.mn/JobTables.aspx>)

モンゴルでの廃棄物の埋め立て処分による大気汚染物質の排出係数はないため、EMEP/EEA Guidebook の Tier1 の値を用いた。これらの値は、欧州の排出係数を基本としており、気象条件や廃棄物中の水分量に依存する。これらの排出係数を表 3-3-11 に示す。

表 3-3-11 埋め立て処分場に係る大気汚染物質の排出係数

サブカテゴリー	TSP	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
埋め立て処分場	0.463	0.219	0.033

単位: g/ton

出典: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 の 5.A Biological treatment of waste - Solid waste disposal on land の Table 3-1

2018 年～2021 年の固形廃棄物処分場からの年別排出量を表 3-3-12 に示す。

<sup>20</sup> [Bolorchimeg Byamba and Mamoru Ishikawa \(2017\): Municipal Solid Waste Management in Ulaanbaatar, Mongolia: Systems Analysis. Sustainability 2017, 9, 896](#)

<sup>21</sup> [Third National Communication of Mongolia, MET, 2018](#)

表 3-3-12 固形廃棄物処分場からの年別排出量

年	TSP	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
2018	0.273	0.129	0.019
2019	0.278	0.131	0.020
2020	0.284	0.134	0.020
2021	0.291	0.138	0.021

単位: ton/year

廃棄物処分場は UB 市内に 3 つあり、それぞれ処分対象の区が決まっている。そのため、処分場別の集積対象区の人口比に応じて排出量を 3 つの処分場に按分し、さらに処分場の敷地面積に排出量を割り当てた。処分場の位置を図 3-3-17 に、処分場別の 2020 年の排出量を表 3-3-13 に示す。PM の排出量は発電所などの石炭燃焼及び自動車排出ガスに比べると非常に少ない。また、市街地からも離れており、居住地域における大気環境濃度に与える影響はほとんどないとみられる。



図 3-3-17 廃棄物処分場の位置

表 3-3-13 処分場別の 2020 年の汚染物質別排出量

Disposal Site	集積対象区	TSP	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
ナラギーンエンゲル	Songinokhairkhan, Chingeltei, Sukhbaatar, Nalaikh, Bayangol	0.171	0.081	0.012
ツァガンダワー	Bayanzurkh	0.070	0.033	0.005
モリンギーンダワー	Khan-Uul	0.037	0.018	0.003

単位: ton/year

フェーズ 2 で発電所灰埋め立て地からの灰の飛散及びレンガ工場については、排出量の算定方法の技術移転を実施したが、当時の担当者が異動しているため、モンゴル側で計算できないため、再度技術移転した。本プロジェクトで対象としている発生源以外に、市内北西部の集積し

ているレンガ工場でのレンガ製造プロセスで発生する大気汚染物質の排出量を推計した。フェーズ2での排出量算定手法を用いて排出量を計算した。算定方法は以下のとおりである。

$$\text{Emissions} = \sum \text{AD} \times \text{EF}$$

ここで、

Emissions: 大気汚染物質の排出量 (g)

AD: レンガ生産量 (ton/year)

EF: レンガ製造プロセスにおける排出係数 (g/ton)

活動量はレンガの出荷重量である。UB市の統計サイト<sup>22</sup>の年間のレンガの出荷量(個数)にレンガ1個当たりの重量(3.2kg/個)<sup>23</sup>を乗じて、出荷重量を計算した。UB市のレンガ出荷個数と重量を表3-3-14に示す。

表 3-3-14 UB市のレンガ工場での出荷量推移

	単位	2018	2019	2020	2021
レンガ	百万個	14	15.6	5.6	6.7
	ton/year	44,800	49,920	17,920	21,440

モンゴルでのレンガ工場でのレンガ製造プロセスで発生する大気汚染物質の排出係数はないため、USEPAのAP-42の値を用いた。これらの排出係数を表3-3-15に示す。

表 3-3-15 レンガ工場でのレンガ製造プロセスで発生する大気汚染物質の排出係数

	PM	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO
破碎・ふるい運転						
湿気を有する材料の処理	0.025	0.0023	ND			
石炭焚き窯				1.2	0.51	0.8
未対策	1.8	1.4	0.87			

ND: No Data

単位: "lb./ton". "lb./ton"から"kg/ton"に変換するには、この値に0.5を乗じる。

2018年～2021年のUB市のレンガ工場からのレンガ製造プロセスでの年別排出量を表3-3-16に示す。

<sup>22</sup> <http://ubstat.mn/StatTable=362>

<sup>23</sup> フェーズ2での実測調査でのサンプルの平均に基づく

表 3-3-16 UB市のレンガ工場からのレンガ製造プロセスでの年別排出量

年	TSP	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	NOx	CO
2018	40.88	31.41	19.49	26.88	11.42	17.92
2019	45.55	35.00	21.72	29.95	12.73	19.97
2020	16.35	12.56	7.80	10.75	4.57	7.17
2021	19.56	15.03	9.33	12.86	5.47	8.58

単位: ton/year

レンガ工場からのレンガ製造プロセスでのPMの排出量は、2020年で約16ton/yearであり、ストーブからの排出量（約1,500ton/year）に比べると非常に少ない。また、建物地域やゲル地域からも離れており、居住地域における冬季の大気環境濃度に与える影響はほとんどないとみられる。

### 5) 活動 2-2-5 BAU シナリオの作成

JETは過去の燃料使用量や世帯数を指標としたBAUシナリオ案を作成した（表 3-3-17）。この案についてモンゴル側と協議し、BAUシナリオによる増加率が、将来予測年まで続いた場合の排出量を推計するために活用することで合意した。将来予測年は、PDMの上位目標で想定されているプロジェクト終了3年後を想定することで、上位目標の設定も可能と考え、2027年とした。また、基準年は、改良燃料が導入されて、本格的に使用された2020年とした。

表 3-3-17 BAU シナリオの設定

発生源	増加率計算指標	基準年	平均増加率(%/年)
火力発電所	2015~2020年の発電所別燃料使用量伸び率	2020年	0.6~5.8
HOB	2016~2020年の燃料使用量伸び率		-5.8
CFWH	2015~2020年の燃料使用量伸び率		8.5
家庭用小型ストーブ	2015~2020年のゲル地区の区別建物種類別人口の伸び率		ゲル: -2.7 戸建て: 0.4
自動車	2019~2022年の車種別車検合格台数の伸び率		乗用車: 6.4 バス: 8.8 トラック: 3.7

出典: JET

### 6) 活動 2-2-6 排出インベントリの更新

DAAEPはJET支援の下、2018年、2020年~2022年の排出インベントリとそれらの年次報告書を作成した。その報告書はDAAEPのウェブサイト公開されている。最新の排出インベントリ報告書を別添資料 2-2-1-16 に示す。

2020年の発生源別排出量を表 3-3-18 に示す。UB市の自動車排ガスによる排出量は、日本の排出ガス基準の原単位を使って計算している。これは、モンゴルで走行している車の8割以上が日本車であるためである。モンゴルでの燃料の質や自動車整備状況を踏まえて、性能が落ちていることを考慮するための係数を設定し、その値を排出係数に乗じている。また、PMの排出が少ないガソリン車が80%近くを占めているため、PMの排出量が他の発生源より少なくなっている。今後、供与した車載計を使った測定が多く行われることで、モンゴルの実態により近づく排出量算定が可能になると考える。

表 3-3-18 2020年の発生源別排出量

	SOx	NOx	TSP	PM <sub>10</sub>	CO
火力発電所	13,544	18,114	24,514	22,447	10,415
HOB	1,429	356	1,687	1,603	4,612
CFWH	498	126	73	63	4,414
家庭用小型ストーブ	5,612	2,073	1,813	1,667	65,289
自動車排出ガス	298	3,546	244	244	20,287
道路巻き上げ粉じん			3,417	3,417	
発電所からの灰飛散			4,951	1,521	
合計	21,382	24,214	36,698	30,962	105,017

単位: ton/year

日本の自動車排出ガスの排出係数は、PM (TSP) のみである。ガソリンやディーゼルの燃焼により排出されるPMのほとんどはPM<sub>10</sub>あるいはPM<sub>2.5</sub>であるため、TSP=PM<sub>10</sub>としている。

USEPAのAP-42での路上巻き上げ粉じんの排出係数は、PM<sub>10</sub>の排出係数はあったが、TSPの排出係数が無かったため、TSP=PM<sub>10</sub>としている。

2017年～2022年の排出量の推移を表 3-3-19 に示す。

SOxは増加傾向であり、特に2020年のSOx排出量が大きく増加している。これは、家庭用小型ストーブで使う燃料が生石炭から改良燃料に転換し、改良燃料中の硫黄分が高かったためと考えられる。また、火力発電所での燃料使用量も増加傾向であることも一つの要因と考えられる。

NOxは、自動車排出ガス及び家庭用小型ストーブからの排出量が増加している。渋滞が酷くなったことによる旅行速度低下により、排出量が増加したものと考えられる。

TSPは、2019年からの改良燃料導入に伴い、家庭用小型ストーブでの燃焼時の排ガス中のDust濃度が低減されたことにより、家庭用小型ストーブからの排出量が減少している。一方で、火力発電所の灰埋め立て地からの飛散量は、埋め立て地の乾燥状態に依存するため年変動が大きい。

PM<sub>10</sub>排出量は、2017年以降減少傾向にある。特に2019年からの改良燃料導入に伴い、家庭用小型ストーブでの燃焼時の排ガス中のDust濃度が低減されたことによるものと考えられる。2022年の排出量計算の際に、火力発電所からのPM<sub>10</sub>排出係数を見直したため、火力発電所からのPM<sub>10</sub>排出量は減少している。

CO 排出量は、2018 年以降増加しており、特に家庭用小型ストーブと自動車からの排出が大きく増加している。これは改良燃料導入とともに、木材の使用量も増加しており、木材の燃焼による CO の排出が原因と考えられる。

表 3-3-19 汚染物質別排出量の推移

	2017	2018	2020	2021	2022
SOx	17,174	16,973	21,382	21,939	24,014
NOx	22,663	23,458	24,214	27,416	29,930
TSP	35,718	35,951	36,698	38,526	42,447
PM <sub>10</sub>	32,043	32,343	30,962	30,007	27,035
CO	73,632	62,769	105,017	115,199	133,280

単位: ton/year

また、パイロット事業の結果に基づいた対策案の評価を行うに際して、活動 2-5-5 で作成した設定を使って BAU シナリオにおける 2027 年の排出量を計算した。推計した 2027 年の排出量と 2020 年との比較を図 3-3-18 に示す。この結果は、パイロット事業の結果に基づいた対策ケースの評価に用いた。

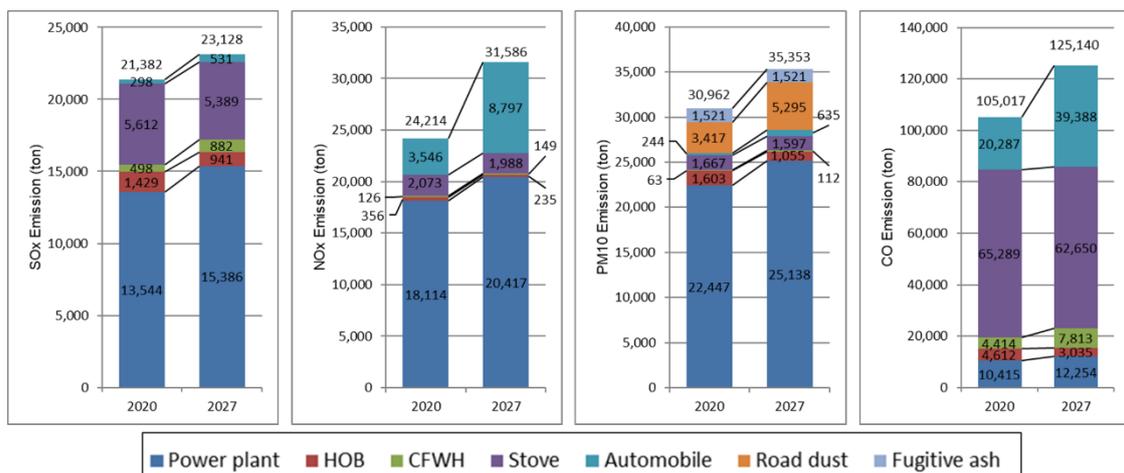


図 3-3-18 2020 年及び 2027 年 (BAU シナリオ) の汚染物質別排出量

3-3-2-2 活動 2-2-7~2-2-9 大気拡散シミュレーション

2-2-7 DAAEP と NAMEM が PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> の大気拡散シミュレーションモデルを更新する。  
 2-2-8 DAAEP と NAMEM がウランバートルにおける大気汚染構造を評価する。  
 2-2-9 DAAEP と NAMEM が PM<sub>10</sub> の市民への暴露を人口加重濃度等で評価する。

**(1). シミュレーションに関する技術移転及びセミナー**

大気拡散シミュレーション実行のための実習を 2022 年 3 月及び 2023 年 4 月に実施した。2023 年 4 月の実習では、活動 6-3 に関連して、NAMEM と大気拡散シミュレーションを共同実施するモンゴル国立大学 (NUM) も参加した。概要を表 3-3-20 に示す。

表 3-3-20 活動 2-2-7~9 に関する実習及びセミナー

No	年月日	協議内容
1	2022/3/11, 14, 15, 16, 18	2018 年の排出量を用いた拡散シミュレーション実行のための実習
2	2022/10/5	改良燃料導入前後での濃度シミュレーション結果の報告セミナー (別添資料 3-3-6)
3	2023/4/4, 7, 11	NUM のシミュレーション実施能力の確認を兼ねた、拡散シミュレーション実行のための実習
4	2024/1/24	凝縮性粒子を考慮した PM <sub>10</sub> シミュレーションモデル作成の結果報告に関するセミナー (別添資料 3-3-7)
5	2024/3/13	PWE 及びパイロット事業の評価に関するセミナー (別添資料 3-3-8)

**(2). 活動の成果**

**1) UB 市のシミュレーションモデルの概要**

2018 年の排出量データと WRF による 3 次元気象データを用いて構築した CALPUFF モデルを基に、2020 年の排出量データに更新した拡散シミュレーションモデルを実行した。WRF による気象モデルの概要及び CALPUFF による拡散シミュレーションの概要を表 3-3-21 及び表 3-3-22 に示す。

表 3-3-21 気象モデル (WRF) の概要

項目	D1 (モンゴル全体)	D2 (モンゴル中央部)	D3 (UB 市全体)
バージョン	WRF-ARW v4.1.5		
水平座標系	ランベルト正角円錐図法 基準緯度: 30 N, 60 N 基準経度: 105.9 E		
鉛直座標系	σ-P 座標系、最上位層は 50hPa (約 19,000m)		
グリッド数	160 × 94 × 32	121 × 121 × 32	91 × 91 × 32
解像度	20 km	5 km	1 km
最下層高さ	約 27m		

表 3-3-22 拡散シミュレーションの概要

項目	内容
使用モデル	CALPUFF Ver7.2.1
地形データ	SRTM30/GTOPO30 Global Data (0 to 900 m, 30 arc-sec)
土地利用データ	USGS Land Use/Land Cover Scheme Eurasia (optimized for Asia)
気象モデル	WRF-ARW v4.1.5
計算対象領域	UB 市中心地域を含んだ 34 km × 28 km
解像度	1 km × 1 km
対象汚染物質	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , TSP, PM <sub>10</sub> , SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , HNO <sub>3</sub> , CO
発生源データ	2020 年の排出インベントリ 火力発電所、HOB、CFWH、家庭用小型ストーブ、自動車（幹線道路、細街路）、道路巻き上げ粉塵、発電所灰埋め立て地からの灰飛散
計算期間	2020/3/1～2021/2/28
濃度計算地点	AQMS の位置座標 1 km × 1 km グリッドの中心座標

出典: JET

## 2) 拡散シミュレーションモデルの構築

表 3-3-22 に基づいて、2020 年の SO<sub>2</sub> の高濃度の要因を調べるために、改良燃料使用前である 2018 年を現況年とした拡散シミュレーションモデルを構築し、2018 年の大気汚染構造を評価した。大気汚染が顕著な冬季（2018/11～2019/2）を評価対象期間とした。

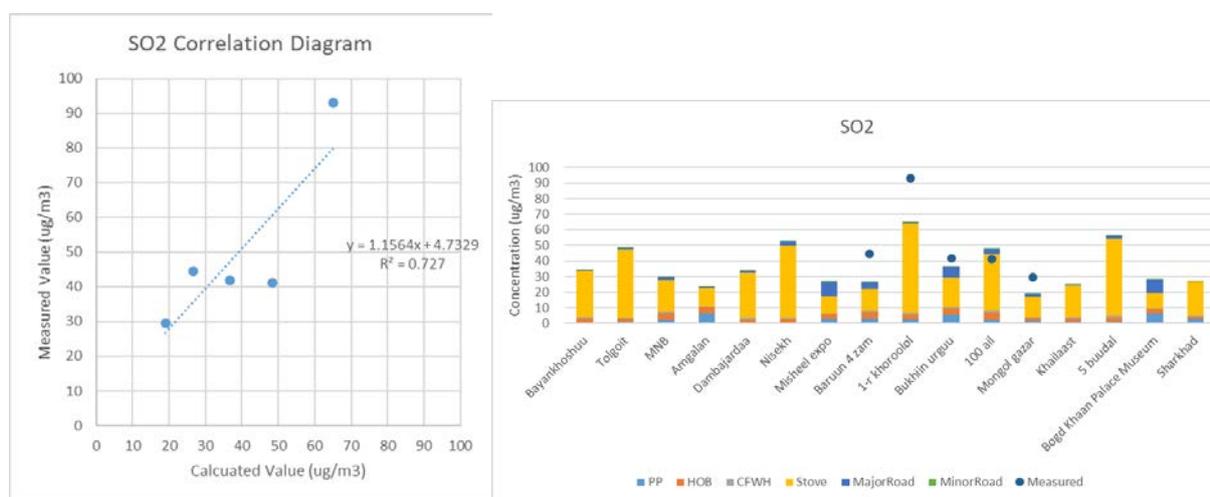
モデルの精度を評価するために、計算対象期間において、大気環境測定局での汚染物質別平均濃度と、CALPUFF モデルで発生源別に拡散計算した計算濃度を比較し、相関係数及び近似直線の傾きを確認して評価した。相関係数及び傾きがそれぞれ 1 に近いほど、実測濃度を再現できているとみなした。

なお、2018 年から 2019 年にかけて、DAAEP の大気環境測定局での校正作業がほとんど実施されておらず、測定局の維持管理は十分ではなかった。したがって、測定結果に十分な保証がないため、今回のモデル構築での計算結果との比較には、CLEM の大気環境測定局のデータを用

いた。また、CLEM の測定局での測定データのうち、有効測定時間数が計算対象期間の 68.5%<sup>24</sup>未満の測定項目は評価対象から除外した。

SO<sub>2</sub> の実測値と計算値の相関図及び測定局での発生源別計算濃度と実測値の比較を図 3-3-19 に示す。相関係数が 0.8526 と相関性が高く、近似直線の傾きが 1.16 であるため計算濃度が若干過少であるものの、概ね再現性が高いことが分かった。

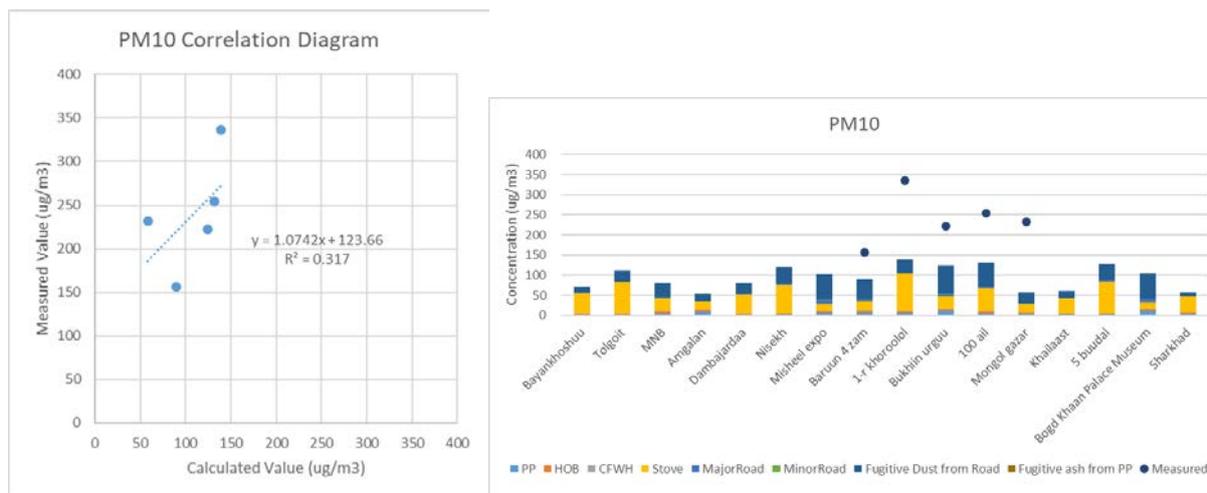
PM<sub>10</sub> の実測値と計算値の相関図及び測定局での発生源別計算濃度と実測値の比較を図 3-3-20 に示す。相関係数が 0.5630 と相関性があまり高くなく、全体的に計算値が測定値に比べて過少であった。CALPUFF での PM<sub>10</sub> 濃度は、一次粒子と擬一次化学反応モデルで考慮した一部の二次粒子のみであるため、PM 成分分析や PMF 解析により、二次粒子や凝縮性粒子を考慮する必要があった。



出典: JET

図 3-3-19 SO<sub>2</sub> の実測値と計算値の相関図及び測定局での発生源別計算濃度

<sup>24</sup> 68.5%の根拠は、日本での年平均値の有効測定時間数が、6000 時間であったため、年間時間数の 8760 時間で除した値である。



出典: JET

図 3-3-20 PM<sub>10</sub> の実測値と計算値の相関図及び測定局での発生源別計算濃度

### 3) 発生源寄与解析結果を用いた PM<sub>10</sub> シミュレーションモデルの改善

活動 2-1 でのレセプターモデル (PMF) による発生源寄与解析結果を用いて PM<sub>10</sub> のシミュレーションモデルに反映させた。

フェーズ 1 でのシミュレーションモデルでの PM の計算値は、実測値よりも過少となっていた。これは、モデルの計算過程に凝縮性粒子の生成過程が含まれていないためと考えられるため、フェーズ 2 では成分分析の結果を基に凝縮性粒子の寄与分を推定し、排出量を補正した。今回も同様に、現時点での凝縮性粒子の寄与分を推定し、補正值の確認・修正に用いた。

PMF による発生源寄与解析による冬季の成分中の寄与割合を用いて、測定局での PM<sub>10</sub> 冬季平均濃度中の発生源別 PM<sub>10</sub> 濃度を推計した。その後、CALPUFF での発生源別 PM<sub>10</sub> 濃度計算結果との比を補正值とすることで、凝縮性粒子を考慮した PM<sub>10</sub> 排出量を推計した。

表 3-3-23 PMF による因子別濃度及び凝縮性粒子生成過程の割合

	石炭燃 焼	木材燃 焼	自動車 排出ガ ス	土壌粒 子	硫酸塩	硝酸塩	その他
測定局での PM <sub>10</sub> 平均濃 度 (C <sub>AQ</sub> )	123.01						
PMF によって推計され た PM <sub>10</sub> の発生源別寄与 割合 (A, %)	40.35	15.19	2.01	12.60	17.15	7.00	5.70
発生源別 PM <sub>10</sub> 濃度 (C <sub>S</sub> =C <sub>AQ</sub> *A/100, µg/m <sup>3</sup> )	49.63	18.69	2.47	15.50	21.10	8.61	7.01
CALPUFF による PM <sub>10</sub> 濃度 計算 結果 (C <sub>1</sub> , µg/m <sup>3</sup> )	20.03	12.23	1.61	4.64	8.51	1.40	
R=C <sub>S</sub> /C <sub>1</sub>	2.479	1.528	1.528		2.479	6.132	

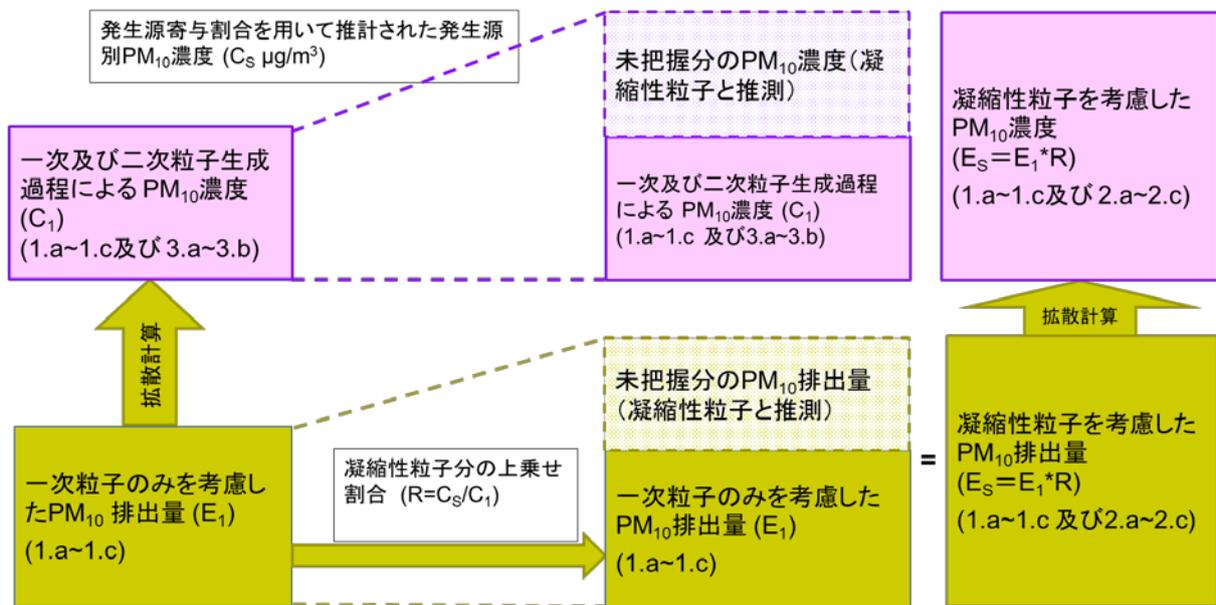
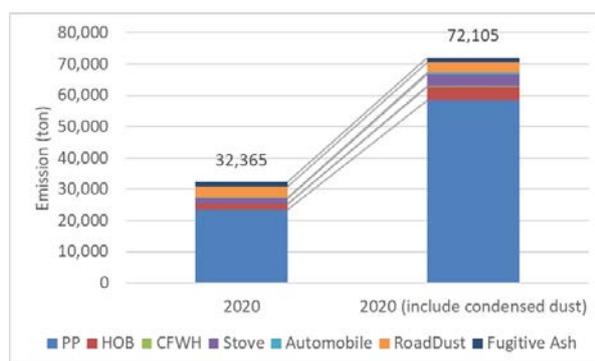


図 3-3-21 凝縮性粒子生成過程

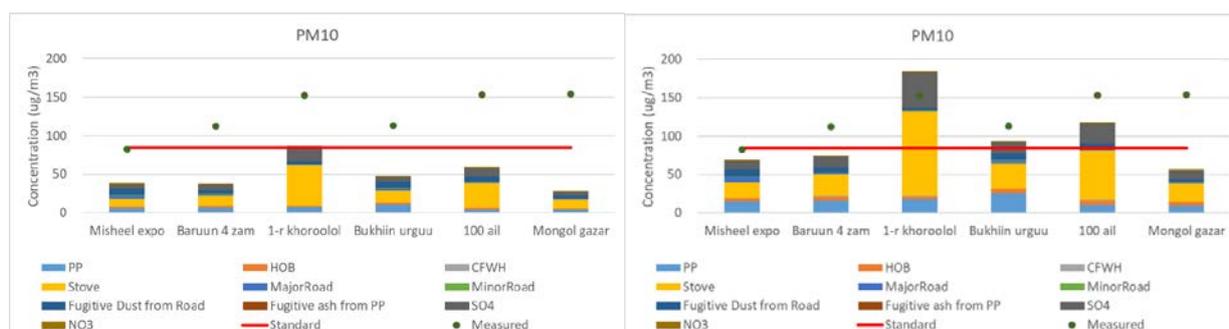
表 3-3-24 凝縮性粒子を考慮した PM<sub>10</sub> 排出量の推計（2020 年）

	一次粒子として排出	凝縮性粒子として排出	合計
火力発電所	23,500	34,814	58,313
HOB	1,715	2,536	4,251
CFWH	101	150	252
家庭用小型ストーブ	1,838	2,078	3,916
自動車排出ガス	266	162	429
道路巻上げ粉じん	3,423	0	3,423
火力発電所灰飛散	1,521	0	1,521
合計	32,365	39,741	72,105



単位: トン

凝縮性粒子を考慮した PM<sub>10</sub> 排出量を用いて、再度 CALPUFF を実行した結果、測定局の冬季平均値に近づいた。



左:考慮前、右:考慮後

図 3-3-22 凝縮性粒子を考慮する前後の測定局での PM<sub>10</sub> 濃度

#### 4) シミュレーション結果

2020 年の排出インベントリと上記で再構築した拡散モデルを用いて冬期及び年間の SO<sub>2</sub> 及び PM<sub>10</sub> のグリッド別濃度を計算した。

拡散シミュレーションの結果を図 3-3-23～図 3-3-26 に示す。

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

北部及び東部のゲル地域で、冬期 4 ヶ月間の SO<sub>2</sub> 平均濃度が 100µg/m<sup>3</sup> を超過していた。これらの地域での SO<sub>2</sub> 年平均濃度は、SO<sub>2</sub> の年平均大気環境基準である 20µg/m<sup>3</sup> の 4 倍を超過している。ゲル地域では、SO<sub>2</sub> 濃度が 80µg/m<sup>3</sup> を超過しており、特に SO<sub>2</sub> 濃度の高い地域であることが分かる。

SO<sub>2</sub> 発生源寄与断面図によると、ほとんどの地域で小型ストーブの寄与が大きいことが分かる。

よって、SO<sub>2</sub> の濃度が大気環境基準を満たすためには、市街地を取り囲むゲル地域での SO<sub>2</sub> 濃度を 3 分の 1 以下にするような大気汚染対策が必要である。

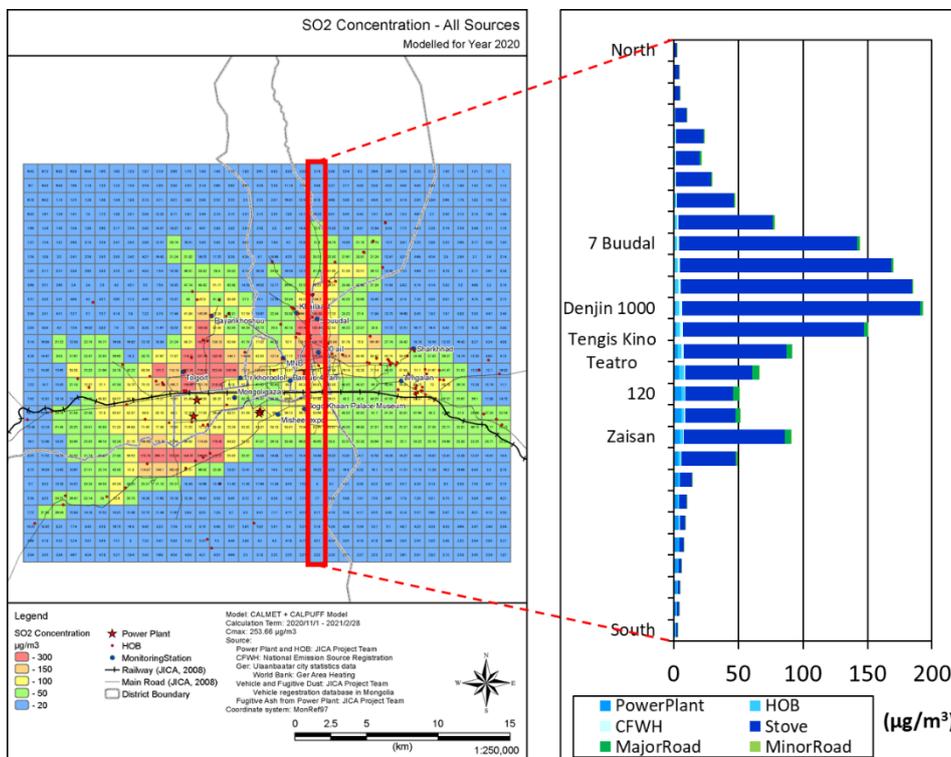


図 3-3-23 SO<sub>2</sub> の冬季平均濃度分布及び発生源別寄与濃度断面図

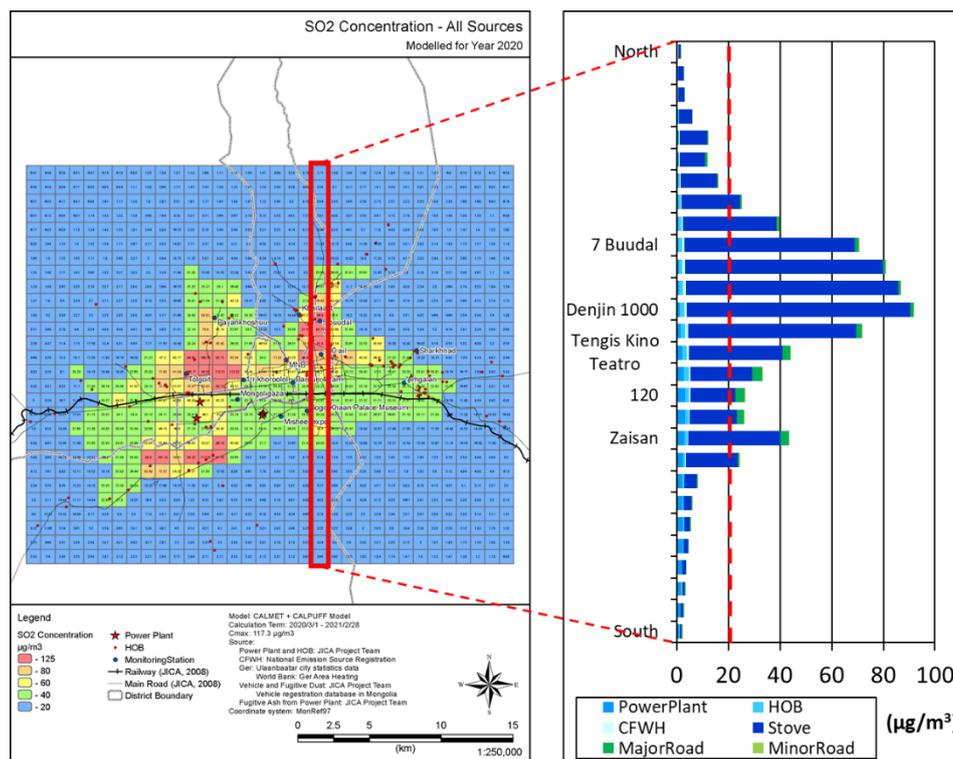


図 3-3-24 SO<sub>2</sub>の年平均濃度分布及び発生源別寄与濃度断面図

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

北西部、北部、南西部のゲル地域で、冬期4ヶ月間のPM<sub>10</sub>平均濃度が100µg/m<sup>3</sup>を超過していた。これらの地域では、PM<sub>10</sub>年平均濃度は、PM<sub>10</sub>の年平均大気環境基準である50µg/m<sup>3</sup>の2倍以上になっている地点が見られた。特に、ゲル地域で、冬期4ヶ月間のPM<sub>10</sub>平均濃度が150µg/m<sup>3</sup>を超過していた。

PM<sub>10</sub>の濃度分布図及び発生源寄与断面図によると、小型ストーブの寄与が大きい地域が多く、次いで道路巻上げ、火力発電所の順で寄与が大きいことが分かる(図 3-3-25 及び図 3-3-26)。

よって、PM<sub>10</sub>の濃度が大気環境基準を満たすために、市街地を取り囲むゲル地域でのPM<sub>10</sub>濃度を半分以下にするような大気汚染対策が必要である。

一方、Zaisan から南側のボグドハーン山自然保護地区では中心及び北側ゲル地域に比べて濃度が低く、環境基準を若干上回っている程度であるが、この地域では火力発電所の寄与が他の地域に比べて大きい。その理由として、発電所の煙突が高く、排出された汚染物質が遠くまで拡散することで、汚染物質が南側の山にぶつかるためである。このように、火力発電所の影響は大きい地域もあるため、ストーブ対策や自動車対策による濃度低減に加え、火力発電所に対する除塵装置の導入を検討する必要がある。

PM<sub>10</sub>の年平均環境基準である50µg/m<sup>3</sup>を超過している地域は、市街地全体に広がっており、特にUB市の北西部及び南西部にPM<sub>10</sub>高濃度エリアが見られた。

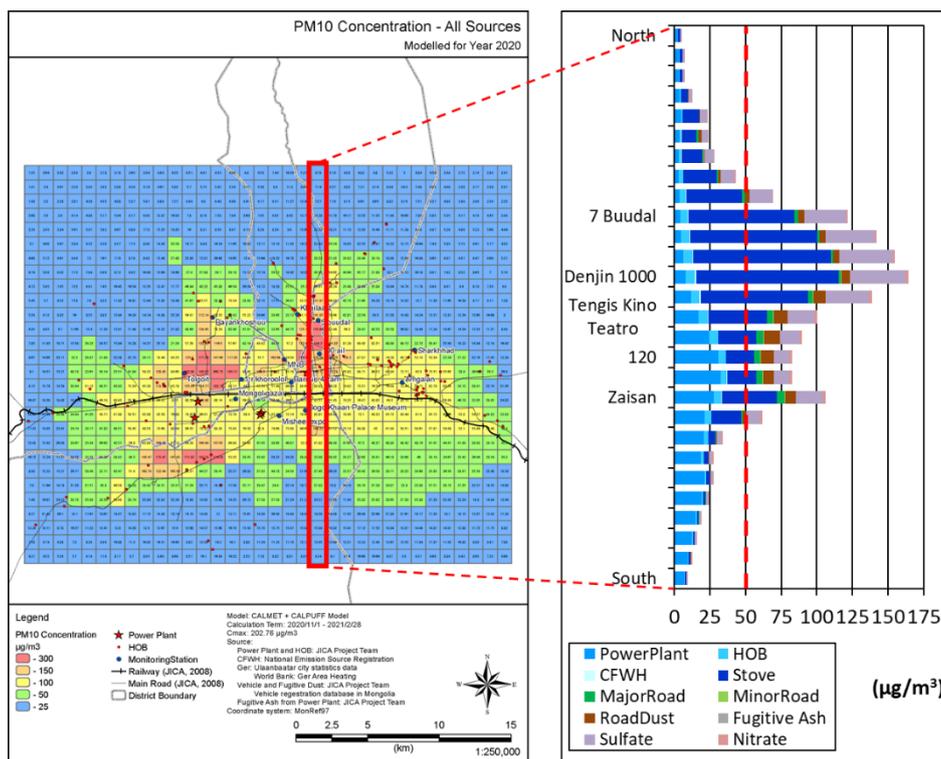


図 3-3-25 凝縮性粒子を考慮した PM<sub>10</sub> の冬季平均濃度分布及び発生源別寄与濃度断面図

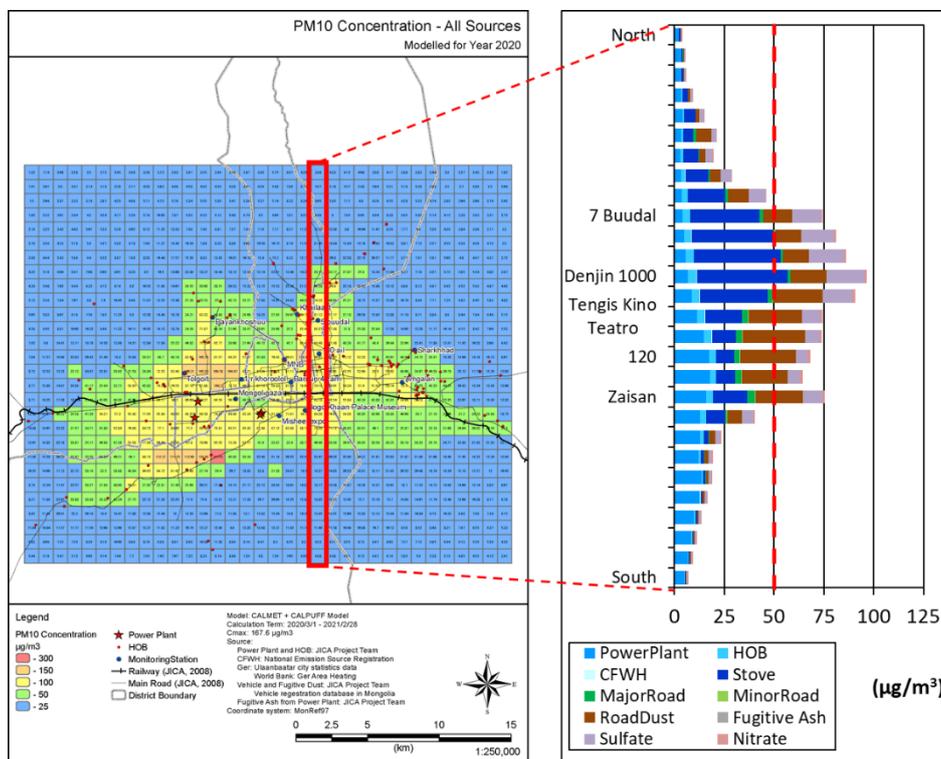


図 3-3-26 凝縮性粒子を考慮した PM<sub>10</sub> の年平均濃度分布及び発生源別寄与濃度断面図

## 5) PWE 及び暴露評価

UB 市民への影響を評価するために、2020 年及び BAU シナリオ (2027 年) のシミュレーションによる PM<sub>10</sub> 濃度を人口で重みづけをした濃度 (PWE; Population-Weighted Exposure) を計算した。2020 年及び BAU シナリオ (2027 年) の燃焼由来の発生源による PM<sub>10</sub> の PWE および居住区内平均濃度を図 3-3-27 に示す。PWE の計算方法は下記に示した WB (2011)<sup>25</sup> の手法を用いた。PWE 使うことによって、単純平均濃度と比べて、汚染物質の影響を受ける人口の多寡を考慮した平均的な濃度を計算することができる。また、2020 年及び BAU シナリオ (2027 年) の計算領域における発生源別の暴露量の合計値 ( $\sum(C_i \times P_i)$ ) の割合を図 3-3-28 に示す。家庭用小型ストーブによる暴露が最も大きく、次いで、火力発電所と自動車による暴露が大きい。これらの値はパイロット事業に基づいた対策案の評価に活用した。

$$PWE = \frac{\sum(C_i \times P_i)}{P_{total}}$$

C<sub>i</sub>: グリッド i での濃度 (µg/m<sup>3</sup>)

P<sub>i</sub>: グリッド i での人口

P<sub>total</sub>: 計算対象範囲の総人口

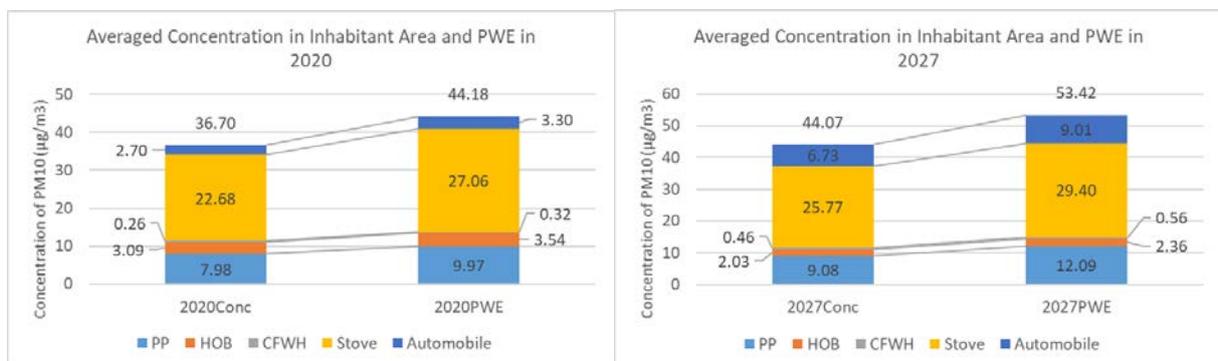


図 3-3-27 2020 年及び 2027 年の PM<sub>10</sub> の PWE および居住区内平均濃度

<sup>25</sup> [Air Quality Analysis of Ulaanbaatar - Improving Air Quality to Reduce Health Impacts, WB 2011](#)

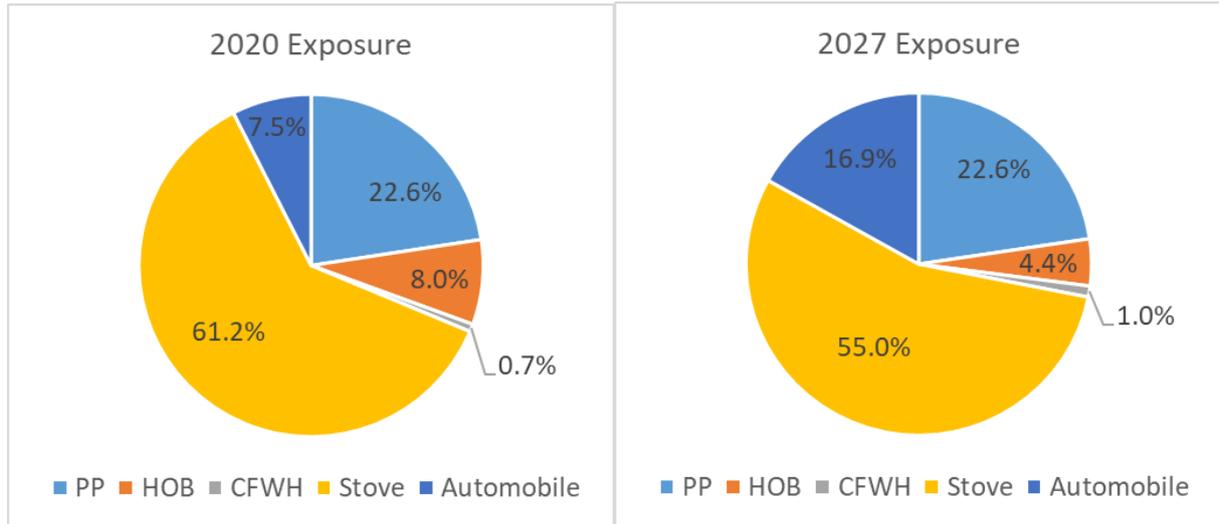


図 3-3-28 2020 年及び 2027 年の PM<sub>10</sub> の発生源別合計暴露量割合

### 3-4 成果 3：大気汚染対策の技術的評価と大気汚染対策実施準備の能力強化

#### 3-4-1 活動 3-1 改良燃料の測定方法と品質規格の MNS 案の作成

3-1 DAAEP と関係機関が、改良燃料の測定方法の規格案及び品質規格案を MNS 案として作成し、MASM への提案を行う。

燃料の品質規格には工業分析等で示せる品質と燃料燃焼時に発生する汚染物質量を規定しなければならない。本プロジェクト開始当初、一般的にはモンゴルでは工業分析で示せる品質が良ければ燃焼は問題ないとされてきているのが最大の問題であった。DAAEP は燃焼試験が重要である点を主張しているが、いまだ一般的になっていない点が大きな問題であった。一方、生石炭から改良燃料に政策変換した 2019 年になり改良燃料関係者は燃焼試験の重要性を認識し始めた印象があった。

2019 年 5 月に工業分析等で示せる品質規格は改良固体燃料の技術仕様 (MNS5679:2019) で規定されたが、排ガス中の排出基準は規定が遅れている。ゲルストープの排ガス基準は、”MNS5216:2016 Household stoves. General technical requirements” の中に ”Table 3. Acceptable level of pollutants” として載せているが、これはあくまでもストーブの評価に使用する際の排出基準である。この排出基準の問題点は、改良燃料の燃焼試験用の測定方法が定められていない点にある。

モンゴル国は、ME 大臣が議長となる「改良型固形燃料の技術仕様 MNS5679:2019」の改訂を目的とした改良燃料作業部会を設立し、DAAEP も作業部会に参加した。工業分析の揮発分と硫黄分等を検討した、改良燃料の品質規格に関しては揮発分と硫黄分は変更せず最低発熱量の引き上げと最大水分量の引き下げが決まり、2022 年 10 月にモンゴル国家規格の MNS5679:2019 が改定され MNS5679:2022 が発行された。

一方、ME や TTT 社は DAAEP に様々な改良燃料の排ガス測定を依頼し、DAAEP の燃料・燃焼試験室で排ガス測定が実施され、MNS5216:2016 の排ガス基準を基に改良燃料は評価されているが、排ガス測定方法の規格が規定されていない状況であった。

家庭用改良燃料の燃焼測定方法については、DAAEP のラボにて実施している方法が代表例として挙げられる。内容は改良型ゲルストープで、図 3-4-1 に示す一定の測定機器のもとで、図 3-4-2 に示す一定のプロトコルで燃焼させ、測定している。燃料評価のための測定項目は Dust, O<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、排ガス温度及び排ガス水分となっている。

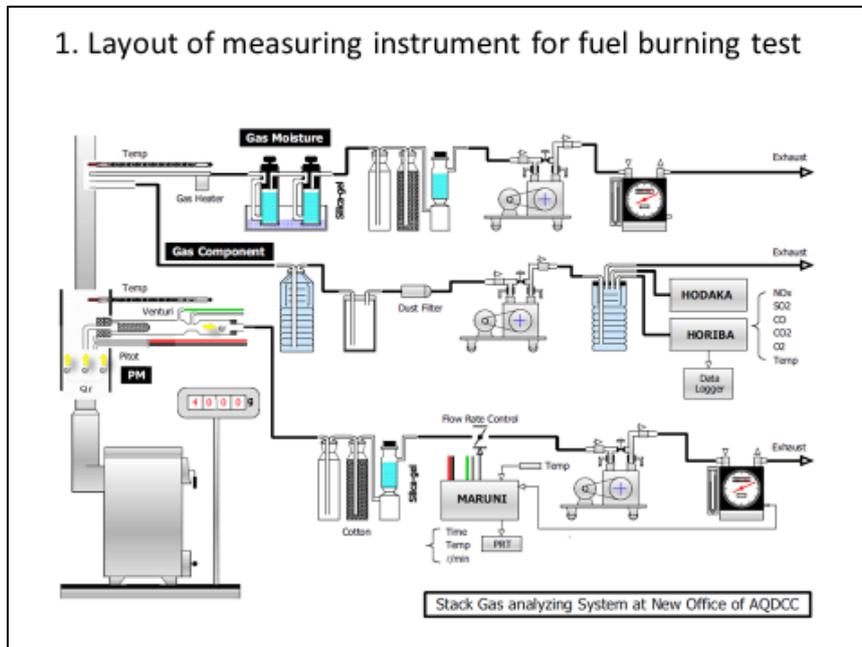


図 3-4-1 DAAEP の燃焼試験室の排ガス測定機器のレイアウト

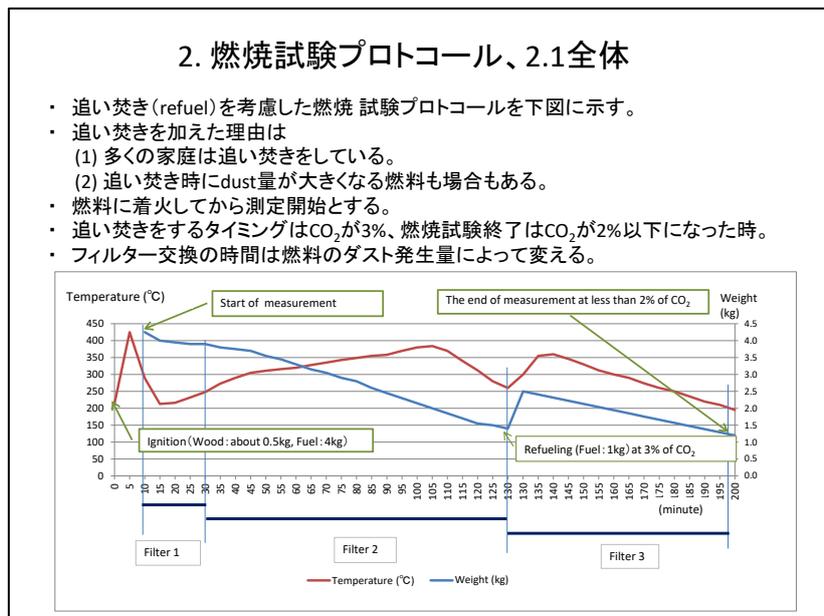


図 3-4-2 燃焼試験プロトコル

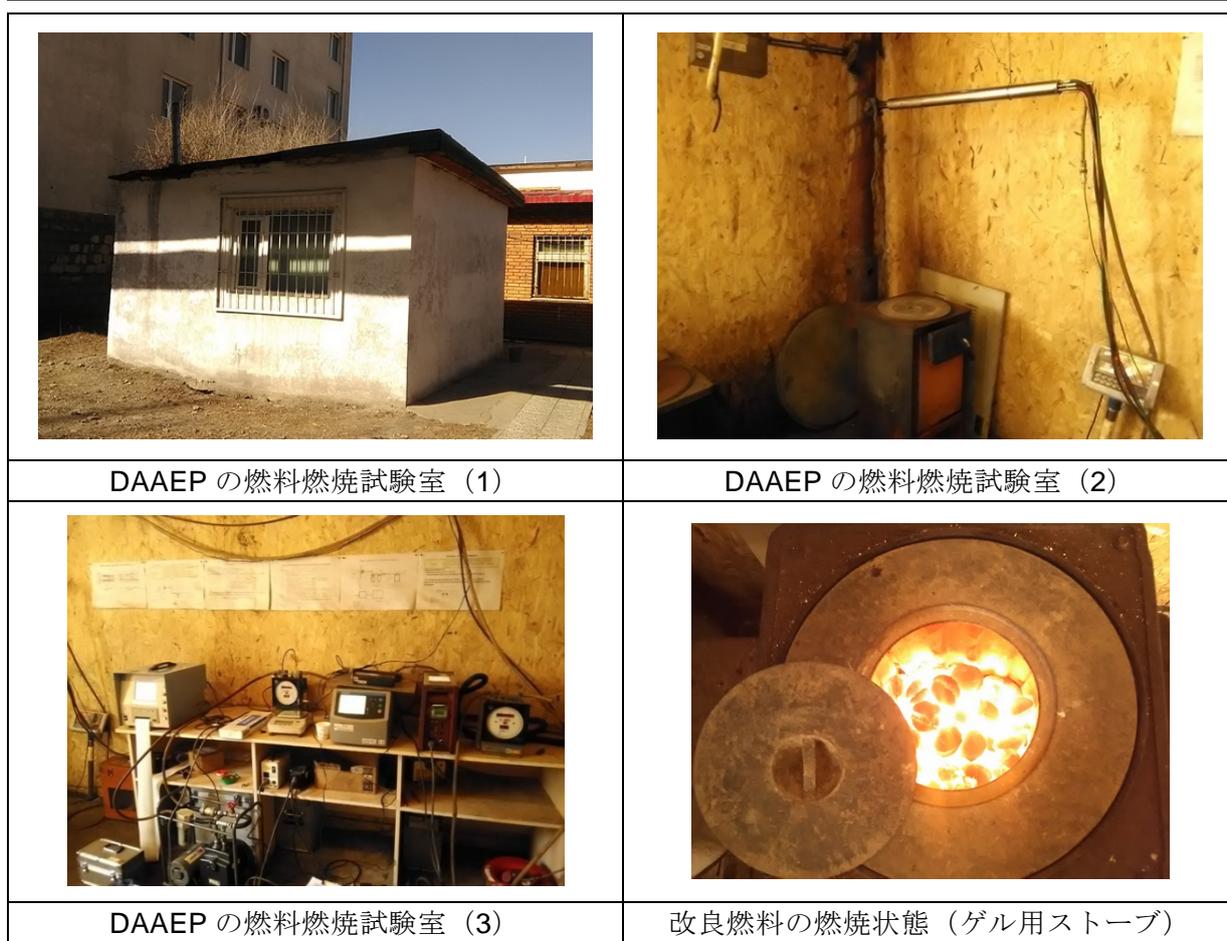


写真 3-4-1 DAAEP の燃料燃焼試験室

ME 大臣の 2018 年 8 月 30 日付第 111 号令により改良燃料の測定方法及び排出基準作成のワーキンググループが形成され、DAAEP と JET は、2019 年 3 月に改良燃料の測定方法及び排出基準 (MNS) 案作成のワーキンググループ会合に参加した。それ以降ワーキンググループ会合は開催されていない。

排出基準の目的はゲルストーブから発生する汚染物質を低減するために燃料を規制し、市場で販売している燃料が規制値を順守することである。一方、規制値に対応できる燃料が技術、経済的に可能かどうか問題である。そのため、JET はワーキンググループメンバーの DAAEP の Mr. Galymbek に段階的に規制値を厳しくしていき、それに合わせて燃料の改善を進めていく方法を提案した。

2019 年 10 月から、生石炭に代わる燃料として TTT 社が製造した改良燃料が市場で販売された。この燃料をベース燃料として燃焼試験を実施し、その結果をもとに排出基準を協議する方法があるが、品質が不安定でいまだ検討できるデータが得られなかった。2020 年冬季に販売される改良燃料の燃焼試験を実施した。

2020 年 3 月から JET は COVID-19 により渡航できず、燃焼試験に立ち会えない状況にあつたため、DAAEP の燃焼試験結果をリモートで精査し、いくつかの Excel データの記載誤りがあ

り、担当責任者に説明した。渡航再開後の2022年4月にJETはDAAEPに対して測定の助言や測定に用いている測定方法のJIS規格を提供した。

本プロジェクト開始以降、JETは排ガス測定の規格の規定についてDAAEPに助言していたが、今まで規格について進展がなかった。2023年9月にJETはDAAEPと測定方法の規格の内容について協議した際、再度以下の提案をした。

- 改良燃料の測定方法はフェーズ2のガイドラインを活用する事を想定している。また、燃料を評価する場合、測定物質の濃度で評価する。バラつきのない測定結果が必要なため、新型ストーブで評価する。
- 測定回数は最低3回行い、測定結果が平均値の±20%以上ある時は追加の測定を行う。

2023年9月21日にDAAEPは、改良燃料の測定方法を市の規格で規定したい要望についてDAAEPはJETと協議した内容を基にUB市都市規格監視局へレターを発送した。

その後、UB市都市規格監視局が検討する事になった。

UB市都市規格監視局が規格を検討するための作業部会を設置するにあたり、作業部会のメンバー選出に関するレターが2024年3月7日に、DAAEPに届き、DAAEPは3月18日の週に作業部会メンバーとして固定発生源排ガス測定担当の2名を候補者として提出した。作業部会は未だ設置されていない。

### 3-4-2 活動 3-2 ガスに関する安全指針

3-2 JETはモンゴルでのガス使用に関する情報を収集し、日本の事例を参考に、ガスに関する安全指針を作成し、MEに提出する。

#### (1). ガス燃料普及のための安全利用に向けた方向性

モンゴルは2019年5月から生石炭の使用を禁止している。代替燃料の一つとして都市ガスの可能性が挙げられるが、ガス燃料は取り扱いを誤るとガス漏れ・爆発等の危険性があるため、モンゴル市民が安全に利用するため、またUB市内での普及促進のためには、ガス燃料普及のための安全指針の整備が必要である。ただし、現時点においてモンゴル国内で天然ガスパイプラインの建設やUB市内への都市ガス供給の計画がないことから、安全指針については、当面、プロパンガス(LPガス)の利用に関する内容で整備することが妥当と考えられる。

モンゴルでは、エネルギー法においてガス供給事業の許認可が定められており、またLPガスの供給については、MRPAが管轄することとなっている。現在、モンゴルでのLPガスの主要用途は、自動車用燃料とレストラン厨房燃料等となっており、LPガス使用時の制度として、ガス事業者に対する要求事項が整備されている。しかし、LPガスボンベの取扱いや、LPガス充填施設(ガススタンド等)の管理など、危険物の取扱いに関する制度は、旧ソ連時代の古い内容を骨格としており、今後、日本で適用されているような消防法や高圧ガス保安法、労働安全衛生法に相当する法制度も並行して整備する必要があると考えられる。

また、一般消費者に向けては、IACCから、ガス燃料の安全利用のガイダンスが示されているが、LPガスの使用に関する推奨事項とガス機器の使用に際しての配慮事項が簡潔に整理されているにとどまっている。ガス燃料を安全に利用できる環境の整備には、ガス事業者に対する規

制だけでなく、ガス事業者による自主的な取組み促進や、一般消費者に対する働きかけも重要である。モンゴルにおいても、ガス事業者に対して、自主保安体制の高度化、及び一般消費者への周知・啓発対策を中心とした安全指針の作成が有効と考えられる。そこで、日本の事例を参考として、UB市でのガス燃料の取扱いに関する安全指針の案を示すものである。

## (2). ガス燃料の利用状況

### 1) 政策・方針

モンゴルにおける天然ガス及びLPガスの需要について、MMHI、及びモンゴルガス燃料連盟（協会）からの情報によれば、現在、以下のようになっている。

1. LPガスについては、一定の需要があり（約5万トン/年）、利用用途としてはLPガス自動車が多くを占めており、次いで、家庭用・商業用となっている。なお、天然ガス自動車（圧縮天然ガス=CNG）も存在するが、公共バス約80台が利用しているだけとなっている。天然ガスの国内総需用も600トン/年にとどまっている。
2. 政府方針として、大気汚染対策のため、ゲル地区へのガス導入も検討を進めており、2019年からは、国・市予算により学校等の公共施設の暖房設備のガス化を推進している。該当する施設は168施設あり、今後さらなる拡大のためLPガス輸入量の拡大も検討されている。
3. 補助金制度も検討している。家庭用ガス設備の導入に対して補助金（またはガス料金の割引など）の案を議会へ提出したが、閣僚から支持が得られずに取り下げられている。なお、費用試算によれば、100億MNT（約4億円）の予算が必要となる。

また、MEからは、今後の動向として次のような内容が確認されている。

1. 厳冬期の温水供給能力不足への対策として、LPガス燃料による温水供給施設建設を計画している。すでにFSは終了しており、予算の一部が承認されている（600億MNT、約25億円）。全4か所、計228MW相当を計画しており、当面1~2か所の建設から開始する予定である。なお、この計画について、LPガス事業者側の見解としては、規模が大きすぎるため国内の事業者が単独で対応することは困難と考えており、現在、ガス連盟として、LPガス大手3社+建設業者で、コンソーシアムを形成して対応する方向で調整している。
2. ガスの地域供給や、ピーク時のみガス料金の割引も検討中である。またUB市予算によるゲル地区2か所（東西それぞれ）への8MWの温水供給施設の計画がある。
3. ゲル地区に対するLPガス利用への補助金の可能性については、コストが約4倍になるとの試算もあり、簡単ではないと考えている。また、LPガスはすべて輸入であり、需要増に対応することも容易ではない。

### 2) LPガス利用・普及技術

民間LPガス事業者、及びNUMへのヒアリング調査から、LPガス事業の概況、及び近年の動向について以下の内容を確認している。

1. LP ガス自動車は、現在、登録台数が 2.4 万台となっているが、近年は減少傾向にある。一方で、商用・家庭用利用としては、現在レストランでの需要が主となっているが、政府によるガス利用推進の方針から、学校等の公共施設等の暖房器具へのガス化工事が増えている。
2. 一般家庭での利用については、現在、石炭（改良炭）を除く主な熱源は電気であり、ガス燃料は調理用ガスコンロとして使用する程度が一般的である。そこで、新しい取組みとして、LP ガス式のゲルストーブの開発や、温水循環による床暖房、あるいはラジエータ式の暖房設備の実験も開始している。現在、燃料費は従来の石炭（改良炭）と比べて約 3~4 倍となっているが、燃焼管理等で改善可能と考えている。
3. その他の新しい技術として、NUM では、太陽熱等の熱源と LP ガス給湯器によるハイブリッド式暖房設備の可能性が研究されている。実地試験において太陽熱パネルによる温水加熱システムの有効性が確認されており、さらに他の暖房機器を含めた効果的な運転や熱効率の向上を目指している。

ゲル地区（非温水供給地区）の暖房設備へのガス燃料の導入事例として、一般のゲル住居、及び公立の学校を訪問し、現状での適用技術の確認、及び今後の普及の可能性を調査した。

ゲル住居の導入事例として、温水式床暖房を導入した個人宅ゲルを訪問した。LP ガス事業者が、社員の住居を実験用に改造、2023 年秋に完成したところである。なお、伝統的炭ストーブは使用していない。厳冬期でも室内を十分に温める能力があるが、適切な温度設定と給湯器の運転管理、またゲル壁面からの熱損失・断熱も課題のようである。完成後の 2023 年 10~12 月の実績では、LP ガス燃料代として、約 10,000~15,000 円/月（14kg ボンベ 6 本消費）掛かっており、一般的な石炭ゲルストーブの約 2,000~4,000 円/月に比べて 3~5 倍のコストとなっている。

学校への導入事例として UB 市内のゲル地区にある公立学校 2 校を訪問。一つは家庭用ガス給湯器及び市販の LP ガスボンベによる温水暖房設備の導入事例、もう一つは、本格的ガスボイラを導入した事例であり、ボンベも大型の専用ボンベ（タンク）を設置していた。いずれの学校も UB 市の主導・市の予算で従来の石炭 HOB から置き換えた事例である。なお、専用ガスタンクによる LP ガス供給は、日本では「バルク供給」として、1997 年から一般家庭などの小口消費者への供給が開始された比較的新しい事業形態である。



LP ガス式ゲルストーブ  
伝統的の石炭ゲルストーブを改良。現状ではガス消費量が多く、燃効率の改善が必要



レストランでの LP ガス利用  
メーターによる残圧管理はなく、供給事業者により定期的にボンベが補充される（1本ずつ）



ガス暖房装置導入ゲル（床暖房式）  
伝統的ゲルにガス給湯施設を別棟で連結



ガス給湯施設  
給湯器とボンベ室に分かれる。14kg ボンベ2本



ゲル住居内  
給湯器からの温水を循環している。予備的に電気ヒーターも設置している



ゲル室内の温度分布（12月）  
床暖房のため床面は非常に暖かい（赤）。一方で壁面は温度が低いことが分かる（青）

	
<p>暖房用ガス給湯施設（公立学校1） 市中心部の学校、給湯器が全10台設置</p>	<p>ボンベ室（公立学校1） 50kg ボンベ15本を2系統備える（切替式）</p>
	
<p>暖房用ガスボイラ（公立学校2） 給湯器ではなく本格的ボイラを導入した事例</p>	<p>専用LPガスタンク（公立学校2） 大型専用ガスタンクを設置。ローリー車で定期的 に補充。日本の制度では「バルク供給」 に相当</p>
	
<p>校内暖房設備（公立学校3） ※LPガス暖房導入とは別の学校</p>	<p>ハイブリッド式暖房実験装置 NUMにより、太陽熱、電気ヒーター、LPガス給湯器のハイブリッド式暖房を研究中</p>

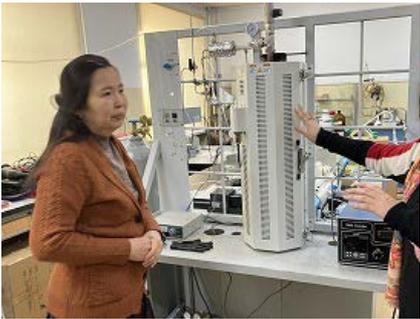
### (3). 石炭ガス化技術の動向

モンゴルでは以前から石炭のガス化技術の研究が行われており、JICAでも有償資金協力事業「工学系高等教育支援事業」として、2014～2024年の予定で共同研究に協力している。

NUM のクリーンエネルギー開発研究室では、九州大学からの協力を得て、褐炭のガス化技術を研究しており、褐炭の熱分解により得られる  $H_2$ 、 $CO$ 、 $CO_2$ （及び少量  $CH_4$ ）を混合し、触媒反応（ $350\sim 400^\circ C$ ）により高濃度メタン（ $CH_4$ ）を得る工程を研究している。モンゴル国内の各炭鉱から採掘される褐炭を原料としている。現在このラボの装置で生成されるメタン濃度は37%、生成量は5L/min と、ごく小規模の実験である。

生成されるメタンガス濃度は、理想的な条件（標準ガスによる実験）ではほぼ100%となるが、褐炭を原料とした場合、得られる混合ガス中の不純物等の影響により生成効率は低くなる。また、現在、褐炭の熱分解と合成ガス生成は別々の工程となっているが、量産化のためには連続式工程の確立が必要である。さらに、実用化のためには、生成ガスの  $CO_2$  除去も必要である（現状では、燃料として利用できない）。

なお、その他のガス化技術の動向として、炭鉱開発企業 Mongol Alt 社（MAK）が、中国華東科技大学（華東理工大学 ECUST）の技術を使って、日本の企業と FS 調査を実施しているとの情報もある。こちらは、特にジメチルエーテル（DME）の合成をターゲットとしている。

	
<p>熱分解装置 褐炭を加熱水蒸気（<math>800^\circ C</math>）で熱分解し、<math>H_2</math>、<math>CO</math>、<math>CO_2</math> 及び <math>CH_4</math> を発生する（混合ガス）</p>	<p>石炭ガス合成装置（混合ガス） 褐炭（微粉炭）を原料に発生する混合ガスからメタンを合成する。夾雑物等のため効率は37%</p>
	
<p>石炭ガス合成装置（触媒評価） 標準ガスを原料としてメタンを合成。触媒の合成能力を試験する。効率はほぼ100%</p>	<p>石炭（褐炭）サンプル モンゴル国内の各炭鉱の褐炭を保存（微粉炭）、ガス化実験に使用する</p>

#### (4). モンゴルで求められる安全指針

##### 1) 日本での経緯・具体例

日本での LP ガス保安行政は、「液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律」に基づいて、LP ガス販売事業者の自主保安を基本としつつ、立入検査などの行政による必要最小限の事後規制で一般消費者等の保安を確保する体系として維持されている。

2000 年 12 月には、これまでの保安対策の取組状況、及び最近の事故の発生状況等を踏まえ、新たに「LP ガス保安高度化プログラム」が提言され、2003 年 3 月末まで事業者の自主保安の高度化及び重大事故撲滅を目標として各種の個別対策を実施した。

また、2003 年には、大規模な産業事故が多発、事故発生要因の約 8 割がマニュアル不遵守などの人的要因であったことから、この対策として、経営トップの責任の下での保安体制を隔離することが重要とされた。

また、バルク供給システムについて、1997 年の法改正で、一般家庭を含む小口消費者への供給手段として利用可能となり、バルク貯槽・容器に関するハード、ソフト両面から保安対策を充実していく必要が生じた。

このような経緯から、2004 年度から、重点課題と具体的な保安対策をまとめた文書「液化石油ガス販売事業者等保安対策指針」を作成することとなり、2004 年度は、以下を重点課題として取り組むこととされた。

1. 事業者らに対し、自主保安体制の高度化のため、保安教育の充実、内部監査及び法令の遵守などの徹底を要請するとともに、液化石油ガス販売事業者バルク供給システム及び質量販売における事故防止のための再点検の実施を要請する。
2. 液化石油ガス保安に関する一般消費者等への周知・啓発対策として、一般消費者等の保安責任意識の醸成、CO 中毒事故防止のための広報等に重点を置く。また、新たに一般消費者等自らが供給設備及び消費設備に関する安全状況を簡便にチェックできるようなガイドブックを作成し、周知する。
3. 2002 年度までの「保安高度化プログラム」の成果を引き継ぎ、更に自主保安の高度化に資するために継続的な実施が必要な個別対策について、事業者を引き続き実施するよう要請する。

翌 2005 年以後、毎年、前年の事故具体例や件数から、安全管理での重点課題を設定し、具体項目の見直し、改訂を続けることとなった。

さらに 2020 年には、今後 10 年間を見据えた総合的なガスの保安対策として、「液化石油ガス安全高度化計画 2030」が策定され、大幅な内容の見直しが実施されているが、ここでは、これまで、LP ガス行政において、毎年国が「保安対策指針」を定め、LP ガス事業者に要請する形で自主保安の取り組みを進めてきたのに対し、死亡事故や人身事故のような重大な事故の着実な減少から、国、都道府県、第三者機関、LP ガス事業者、一般消費者等及び関係事業者等がそれぞれ主体者となって実行する総合的な保安対策となった。なお、目標や取り組みの内容は、これまでと大きく変更された訳ではなく、事故対策、自然災害対策、保安基盤の整備の観点から自

主保安の取り組むべき事項等を定めており、重大な事故の撲滅と、より一層の安全高度化を目指す内容となっている。

## 2) モンゴルでの指針案

以上の日本の経緯や具体例を参考に、以下の方針で指針案を提案することとした。

1. 日本の保安対策指針（2004年度版）で示された内容を基礎とする。  
※日本の最新の保安対策（安全高度化計画）はモンゴルの現状とは乖離していると考えられるため、以前の保安指針を参考とすることが適切と思われる。
2. 日本の法制度や事例に基づく内容は、モンゴルの法制度や現状等に整合した内容とする。  
※安全指針の作成には、並行して法整備も必要と思われる。
3. モンゴルに既存の法制度、事例等が存在しない内容は、今後の計画等として考慮する。  
※法整備には時間が必要なため、既存法の運用で実行可能な内容を検討する。
4. 指針は適宜、見直し・更新することとする。  
※事故発生件数・事故内容等の結果から、重点課題として反映することが重要。

安全指針の概要は以下のとおりである。安全指針の詳細は別添資料 3-4-1 を参照のこと。

### 1. 指針作成の背景

ガス燃料利用に関するモンゴル国内の状況の整理と日本の法整備・規制等の状況の紹介。

### 2. 安全指針の具体案

以下の見出しで構成している。

#### 1) 事業者による自主保安の高度化対策

- ・ 適用法に基づく保安業務の適切な実施
- ・ バルク供給システムの適切な設置及び管理
- ・ 適切な人事配置・人事管理
- ・ 保安教育の徹底
- ・ 内部監査体制の整備
- ・ 地震等の災害対策
- ・ 事後監視の着実かつ効果的な実施

#### 2) 液化石油ガス保安に関する責任意識及び知識の一般消費者等に対する周知・啓発

- ・ 一般消費者等の保安責任意識の醸成
- ・ CO中毒事故防止対策

#### 3) 保安指針の見直し

### 3-4-3 活動 3-3 パイロット事業の実施計画及び関連業務指示書

3-3 DAAEP と関係機関が、選択されたパイロット事業の実施計画（改良燃料、HOB、信号制御、エコドライブ、RSD、ポータブル排出ガス測定機による自動車取締り、DPF、低硫黄燃料及び低排出ガス自動車の導入等）および関連業務指示書を策定する。

#### 3-4-3-1 改良燃料パイロット事業

改良燃料パイロット事業は 2 回実施する予定とした。ここでは第 1 次パイロット事業、第 2 次パイロット事業に分けた。パイロット事業に使用する改良燃料は家庭用改良燃料を示すが、その主な改良点は Dust 濃度、SO<sub>2</sub> 濃度、CO 濃度である。家庭用改良燃料の技術要件は、TTT 社の改良燃料と比較して、Dust 濃度、SO<sub>2</sub> 濃度、及び CO 濃度が低い事である。

##### (1). パイロット事業の目的

当初は生石炭と改良燃料を使用して、ゲルストープでの大気汚染状況を比較して、改良燃料の導入をモンゴル側へ提案する目的であった。しかし、2018 年 2 月 28 日政府閣議決定第 62 号により 2019 年 5 月から生石炭の使用が禁止された。2019 年 8 月 14 日の MET 大臣及び都知事兼 UB 市長の共同命令「大気質改善地域施行規則の更新・承認について」No.A/433-A/820 により、2019 年～2020 年の冬季に UB 市全世帯ではないが生石炭に変わり TTT 社の改良燃料の使用が開始され、例年同時期の PM の大気汚染が約 50%低減されたと言われていた。

この状況下でのパイロット事業の目的はより環境性の良い燃料を開発、提案することであり、実施内容は既存の改良燃料と改善された改良燃料との比較となる。2022 年頃から、TTT 社は改善改良燃料としてセミコークスを混合したセミコークスミドリングブリケットを検討していた。一方、パイロット事業用としてはバイオマスを混合したミドリングブリケットを選定した。それぞれの改良燃料はラボにて燃焼試験を実施、さらにパイロット事業でゲルストープでの一定期間の実使用による大気汚染比較を実施し、結果を評価する計画であった。

特に、改良燃料は製造コストがかかるので改善策はその効果により評価される。バイオマス混合ブリケットの優位性が普及に向けた推進力になることを期待している。

##### (2). パイロット事業の検証調査

###### 1) スケジュール

当初の実施スケジュール案を表 3-4-1 に示す。スケジュールは事業を円滑に進めるためにモンゴルの旧正月を避ける必要があった。2020 年はモンゴルの旧正月が 2 月 23 日であるため、旧正月前に 1 ヶ月の試用試験を実施する前提でスケジュールを作成した。

1. 2019 年 12 月末までに改良燃料の製造・運搬・配布が終了することを目標とした。改良燃料配布時には住民への説明会を開催し、パイロット事業の目的や JICA 改良燃料の使い方などを説明する計画であった。
2. 住民には約 1 か月間 JICA 改良燃料を使用してもらい、TTT 社製改良燃料と JICA パイロット改良燃料との使用比較に関するアンケートに記入してもらおう計画であった。
3. DAAEP の移動用大気汚染測定車を対象地域に配置し、測定状況が良好な（無風、無雪）日に、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、SO<sub>2</sub> 等の大気環境濃度を最低 3 日測定する計画であった。その前後 1 か月には、TTT 燃料を使用している状況で同様に最低 3 日測定し、既存の TTT 社製改良燃料

と比較して JICA パイロット改良燃料は大気環境改善効果がどの程度あったかを検討する計画であった。DAAEP の燃料燃焼試験室での排ガス測定結果を基に排出削減効果を併せて検討する計画であった。

表 3-4-1 当初のパイロット検証調査スケジュール

	2019年 11月	12月	2020年 1月	2月	3月	
1 パイロット燃料製造・配布	→					
2 試用試験			—			
3 大気測定		- - - - -		—	- - - - -	
4 訪問調査						
4.1 第1次訪問調査	—					
4.2 第2次訪問調査			—			
4.3 第3次訪問調査					—	

## 2) 実施場所の検討

パイロット事業候補地は周辺の地域からの大気汚染の影響を受けないように、山に囲まれた地域か独立した地域が望ましいことから、最終的には DAAEP が事前パイロット事業に使用した Moringiin Davaa に決定した。選定理由は独立した地域であり、改良燃料配布、大気汚染測定が容易で、DAAEP の推薦も含まれていた。



図 3-4-3 Moringiin Davaa の概要

1. Moringiin Davaa は旧チンギスハーン国際空港の西に位置し、他の地域からの大気汚染の影響を受けにくい場所であった。
2. ストーブ数=世帯数としており、約 600 世帯を対象とする計画とした。2019 年 11 月に予定している各世帯への訪問調査を実施後に最終配布数量を決定するが、300t 程度の改良燃料配布を考えていた。

### (3). パイロット事業の計画変更

改良燃料パイロット事業は 2019 年～2020 年と 2020 年～2021 年の冬季に実施する予定だったが、2022 年～2023 年、2023 年～2024 年の 3 年遅れで実施する計画とした。

#### 1) 実施遅延理由

日本側は第 1 次パイロット事業にはセミコークスを混合したミドリングブリケットを計画していたが、ミドリング及びセミコークスの入手遅れのため、パイロット事業用燃料の製造が出来なくなったので、パイロット事業における検証調査を当初 1 年間延期し 2020 年から実施することに変更した。

その後、COVID-19 対策による渡航の制限として 2020 年 2 月 28 日に JICA から本邦から海外出張を自制するよう要請があり、1 年 8 か月間モンゴルへの渡航出来なくなった。

#### 2) 実施場所

TTT 社が製造した改良燃料で CO 中毒が発生した事象が起き、住民の安全対策上、首相補佐官からパイロット事業の実証事業で住民に改良燃料を配布して、検証試験をする事には強い懸念が示された。当初 DAAEP が事前パイロット事業を実施した Moringiin davaa で実施する計画であったが、以下の通り実施する事で第 3 回 JCC にて日本側とモンゴル側は合意した。

- ・集落を選定しての実証試験を中止する。
- ・キャンプ場等でのプロジェクト備上の調査員による実証試験を行う。

改良燃料パイロット事業実施場所の変更に伴い、UB 市近郊のキャンプ場を対象に候補地を選定した。

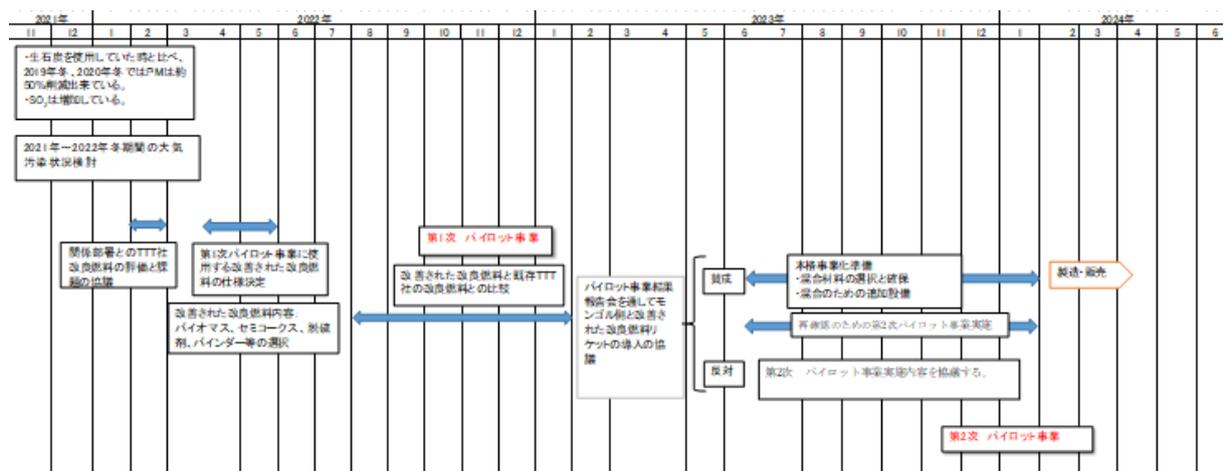
最終的に DAAEP と JET は現地踏査を踏まえ、UB 市郊外のテレルジにあるゲルキャンプ場で実証試験を実施した。

#### 3) 実施スケジュール

COVID-19 の沈静化に伴い、2022 年 4 月から現地調査に入りするパイロット事業の実施計画を作成した。

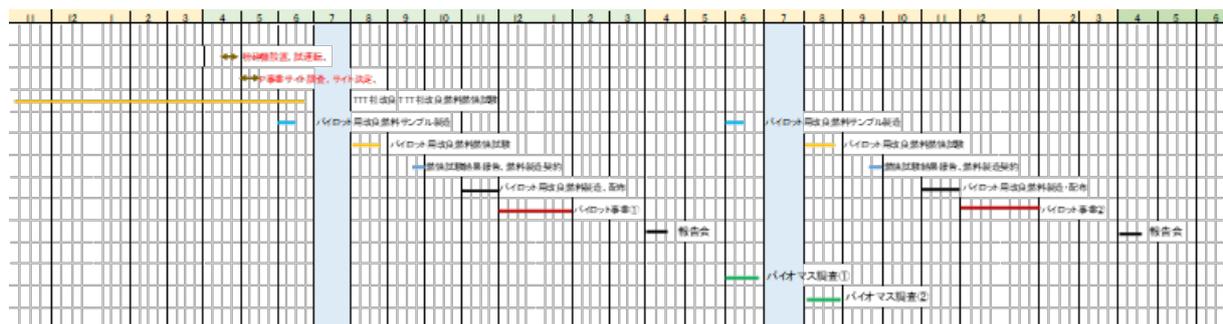
表 3-4-2 に 2022 年 4 月～2023 年 4 月に実施した実施スケジュールを示す。

表 3-4-2 家庭用改良燃料パイロット事業スケジュール



また、詳細な家庭用改良燃料パイロット事業スケジュールを表 3-4-3 に示す。

表 3-4-3 詳細家庭用改良燃料パイロット事業スケジュール



2022 年のパイロット事業結果に基づき、2023 年の全体計画を策定した。表 3-4-4 に 2023 年の改良燃料パイロット事業の全体計画を示す。

表 3-4-4 2023年の改良燃料パイロット事業の全体計画

Np.	項目	2023 year										2024 year						
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5			
1	2022年のパイロット																	
	1. 課題整理 (2022年製造のBCB燃焼試験とその評価を含む)		■	■														
	2. 市場で販売できる品質のための製造方法検討・確定			■	■													
2	2023年のパイロット※1																	
	1. 成形圧とバインダー添加率との検討							■	■									
	2. BCBを小ロットで製造(約50kg程度)							■	■									
	3. DAAEPの燃焼試験室で燃焼試験※1								■	■	■							
	4. BCBの強度試験									■	■							
	5. 冬季DAAEPの燃焼試験室で燃焼試験※2												■	■	■			
	6. 冬季BCBの強度試験												■	■				
3	バイオマス供給調査※5																	
	1. 仕様書作成			■														
	2. 見積り競争依頼先検討			■	■													
	3. 見積提出依頼				■													
	4. 見積開封・契約・支払い					■												
	5. バイオマス供給可能性調査の実施							■	■	■	■							
	6. バイオマス供給調査報告書作成(提出期限は11月末日)										■	■						
4	パイロット事業の最終報告																	
	1. BCB導入における大気汚染の改善効果、製造費用等の総合評価を実施																■	
	2. 大気汚染対策効果を含むBCBの導入可能性報告書作成(冬季燃焼試験含む)																■	■

※1 BCBの再製造燃料を新型ストーブ、旧ストーブを用いてDAAEPでの燃焼試験を3回以上実施する。

※2 冬季までDAAEPの倉庫に保管して問題ない品質であるかを確認し、冬季の燃焼試験を再度実施する。

### 3-4-3-2 自動車関連パイロット事業

自動車関連のパイロット事業は、2019年5月よりC/Pと協議しながら実施計画書を作成した。実施計画書は、別添資料3-4-2に示す。また、2022年1月には、実施計画の再確認、進捗の確認のため、セミナーを実施した。セミナー資料は、別添資料3-4-3に示す。

COVID-19対策による渡航の制限として2020年2月28日にJICAから本邦から海外出張を自制するよう要請があり、1年8か月間モンゴルへの渡航が出来なくなった。変更後の自動車関連のパイロット事業のスケジュールは、表3-4-5に示す。

信号制御は、日本国内の本邦研修受け入れ先の再開が遅れたことから、2022年11月に本邦研修を実施し、同年12月から残り13交差点の改良及び信号制御の改良による効果の評価を実施する計画とした。なお、信号制御の改良に用いる交通量調査は2019年9月に実施していたが、調査から時間が経過してUB市内の交通実態を反映していない可能性が高く、本邦研修の再開時期に合わせ、2022年9月に再度実施する計画とした。

エコドライブは、エコドライブ導入前の通常運転時、エコドライブ教育を実施した後のエコドライブ実践時に排出ガス測定を実施し、エコドライブ実施による排出ガス低減、及び燃費向上の効果を評価する計画とした。これらを通じて、モンゴルにおけるエコドライブの方法を整理し、普及・啓発のためのパンフレットの作成を準備した。また、普及・啓発として、運行管理機器を導入してエコドライブの実施を進めていく計画とした。

PM低減装置(DPF等)は、PM低減装置製品が提案された時点で車載計による性能の評価を実施するとともに、PM低減装置の装着を義務化する自動車関連規制の整備についても働きかけを進めていく計画とした。

低硫黄燃料及び低排出ガス自動車の導入は、2021年11月からポータブル硫黄燃料分析計を用いた低硫黄燃料の品質を確認しており、低硫黄燃料及び低排出ガス自動車の導入を支援することを進め、自動車関連規制の整備を働きかけていく計画とした。

表 3-4-5 自動車関連のパイロット事業スケジュール

項目	Y 2022						Y 2023						Y 2024											
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
交通規制システムの把握																								
交通現象調査(見直し前)																								
信号制御見直し(モデルケース)																								
信号制御本邦研修																								
信号制御見直し(本番)																								
交通現象調査(見直し後)																								
信号制御見直しの評価																								
通常運転時の排出ガス測定																								
エコドライブ支援機器の導入																								
エコドライブ教育																								
エコドライブ時の排出ガス測定																								
エコドライブ効果の評価																								
エコドライブの普及啓発																								
DPF製品の性能評価方法																								
DPF製品の性能評価の実施																								
DPFの装着を義務づける自動車関連規制の導入支援																								
DPF製品の性能評価による排出ガス低減効果の評価																								
燃料の硫黄分の計測																								
低硫黄燃料及び低排出ガス自動車を普及させる自動車関連規制の導入支援																								
低硫黄燃料及び低排出ガス自動車の導入による排出ガス低減効果の評価																								
運行規制に係る排出基準値の検討																								
RSD及びオパシメーターを用いた自動車関連規制の導入支援																								
RSDの導入支援																								
RSD及びオパシメーターを用いた排出ガス規制による排出ガス低減効果の評価																								
排出ガス測定の実績確認																								
車載計の保有機種の再選定																								
排出ガス測定の実績確認																								

### 3-5 成果4：プロジェクト活動を通じた大気汚染対策に関わる意思決定機関への提言支援

#### 3-5-1 活動4-1 大気汚染状況、大気汚染対策戦略および大気汚染対策の評価の提言

4-1 DAAEP と NAMEM が大気汚染の状況分析、大気汚染対策の短・中・長期の戦略（BAU の検討含む）、大気汚染対策（実施）済みおよび案）の評価を意思決定機関に提言する。

現況年である2018年及び改良燃料導入後の2020年の大気汚染状況に関するセミナーを2022年10月5日に実施した。改良燃料導入によりSO<sub>2</sub>濃度が上昇した結果を受けて、改良燃料を改善する際には硫黄分の少ない石炭の使用あるいは脱硫剤を改良燃料に混ぜることを提言した。METからは、今後この結果を意思決定者に報告・提案することが求められた際には、協力をお願いしたいとの発言があった。このMETの意思表示は、排出インベントリやシミュレーションを使うことによって、大気汚染構造の把握、及び大気汚染対策案の定量的評価の重要性を意思決定者に理解してもらうことにつながることを期待させた。この結果は、NAMEMが2022年12月の改良燃料に関する協議会での発表資料に活用した。

2023年2月7日に、UNICEF主催による学術セミナーにて、JETは、改良燃料の導入前後における影響を2018年と2020年のシミュレーション結果を用いて発表した(別添資料3-5-1)。C/P-WGからは、CLEMがPM成分分析結果を、IRIMHEがプロジェクトの排出量データを用いた化学輸送モデルによるシミュレーションを発表した。ME、建設・都市計画省(MCUD)、MET、DAAEP、NAMEM、CLEM、IRIMHEなどのモンゴル機関、UNICEF、スイス開発協力機構(SDC)、ADB、JICAのドナー機関の他やNUM等の研究機関が参加していた。

Asia-Pacific Regional Action Program for Air Pollution による High-level Forum on Clean Air が 2023 年 3 月 2 日から 3 日にかけて開催された。主催は MET、UNESCAP、国連環境計画 (UNEP) である。セッション毎にパネリストが各国や各機関が組織の取り組みを紹介し、衛星や AQMS、低価格測定機材による様々なモニタリング手法や地域・国家間の連携の重要性、データや経験の共有の重要性について繰り返し言及されていた。C/P からは NAMEM の 2 名がモンゴルにおける大気汚染状況の報告と大気環境測定のネットワークについて発表した。

MET の環境天然資源局長が交代したため、JET は、2023 年 4 月 10 日に、2023 年 10 月のセミナーで発表した改良燃料導入前後でのシミュレーション結果について説明した。

JET は、モンゴル側に対して、BAU の検討結果及びパイロット事業の結果に基づいた大気汚染対策案の効果（排出量、濃度、暴露）の評価結果を 2024 年 3 月 13 日及び 2024 年 4 月 18 日の総括セミナーで発表した。

2023 年 11 月に Nominchimeg UB 市副市長に対して、モンゴル国の国策として実施された生石炭から改良燃料への燃料転換による大気汚染対策の評価結果を提示し、その効果を提言した。

2024 年 4 月に Nominchimeg UB 市副市長に対し、家庭用改良燃料の比較結果を提示した。具体的には、TTT 社の既存の改良燃料とプロジェクトで製造した BCB の比較、BCB を導入した場合とストーブを変更した場合の大気汚染対策の比較結果を提示した上で、その効果について提言した。

### 3-5-2 活動 4-2 パイロット事業関連機関が技術ガイドラインを作成・活用

4-2 パイロット事業の関係機関が、技術ガイドラインを作成し、活用する。

#### 3-5-2-1 改良燃料

2024 年にパイロット事業の結果に基づき DAAEP と JET は今後の参考になるようガイドラインを作成した（別添資料 3-5-1）。このガイドラインは、モンゴルにおける石炭の種類、2 種類の家庭用ストーブの違い、3 種類の改良燃料の違いや改良燃料の製造方法を取りまとめ、改良燃料の製造に役立つ内容とした。特にポイントとなる記載内容は以下の通りである。

1. モンゴル国には様々な石炭の産地がある。今後、他の炭鉱の生石炭を原料とする可能性がある事から参考となるよう全国の石炭の性状を記載。
2. 家庭用伝統型ストーブと改良型ストーブの違いが明確になっていなかったため、ストーブの図面、燃焼特性、排ガス濃度等の違いを記載。BCB を改良型で燃焼した時、CO 排出量は他の燃料に比べ極端に少なく排出基準を満たしている事も記載。
3. TTT 社製改良燃料、BCB、セミークス混合ブリケットの 3 種の違いが明確になっていなかったため、性状分析結果、燃焼特性、排ガス濃度の違いを記載。
4. 製造方法において脱硫剤の添加量や試作品を用いて最適なバインダー量と成形圧力を決めることを記載。

2024年4月にパイロット事業の結果から伝統型ストーブと改良型ストーブの燃焼状態の違いを副市長に説明し、MNS5216:2016のストーブの技術的要求を満たしていない伝統型ストーブは一酸化炭素中毒になる恐れがあるため、伝統型ストーブの製造および販売の中止を提案した。

### 3-5-2-2 信号制御

信号制御の改良の作業手順、調整方法、運用の仕組み作りを整理して、2023年4月に技術ガイドラインを作成し、TCCと協議の上、技術ガイドラインを完成させた。TCCは、この技術ガイドラインを活用し、ザイサントルゴイ（UB市南部にあるザイサンの丘の麓の交差点）の交通規制、太陽橋に南側の交通規制などの対策を検討し、一部は本格運用まで結び付けることができた。技術ガイドラインを別添資料3-5-2に示す。この技術ガイドラインは、本邦研修で学んだ技術内容に基づき、交通量調査結果を用いた科学的根拠に基づく計算式により、最適な灯火時間を算出して、信号制御の改良を実施するために必要な手順を取りまとめたものである。特に、交通量調査データから信号の灯火時間を計算により設定する手順が明確になっていることで、根拠に基づく結果を示せることがモンゴルにおける今後の運用で重要なポイントとなる。

### 3-5-2-3 低硫黄燃料

パイロット事業を進める中で低硫黄燃料の普及に関する法整備がされ、広報活動を本事業で実施した結果、Euro IVやEuro Vバスへの燃料の適正利用等、供給者側、使用者側の認識が高まっていることなどから、低硫黄燃料の技術ガイドラインの作成は不要と判断した。

### 3-5-2-4 エコドライブ

エコドライブでは、ドライバー及び運行管理者へのエコドライブの教育方法、運行管理機器を用いた日々の運用方法（運転の分析・評価→指導・教育→エコドライブの実践）を整理して、2024年2月にMRTDと協議を行い、技術ガイドラインを完成させた。今後、エコドライブの普及・啓発を進めていく中で、技術ガイドラインを活用する予定である。技術ガイドラインを別添資料3-5-3に示す。このガイドラインは、エコドライブの内容について記載するとともに、モンゴルで車載計を用いてエコドライブ実施による大気汚染物質、燃料消費量の効果について評価した結果を示し、エコドライブを評価する運行管理機器を用いた日々の運用方法（運転の分析・評価→指導・教育→エコドライブの実践）とエコドライブの教育に使用するエコドライブマニュアルを取りまとめたものである。特に、供与した車載計を用いて、モンゴルで実際に走行した時のエコドライブの効果を評価した事例が掲載しており、普及・啓発の際の裏付けとなる。また、普及・啓発には、エコドライブの支援制度が必要であり、日本の事例を紹介するとともに、モンゴルに適用可能な事業者向け認証制度、個人向け促進ツールの整備例など具体的な事例を示している。

### 3-5-2-5 PM 低減装置 (DPF 等)

PM 低減装置 (DPF 等) では、DPF 製品の性能評価方法の作業手順、評価方法を整理して、2019年8月に DPF 性能評価方法を作成した。その後、DPF の種類などを追加して 2024年に技術ガイドラインが完成した。技術ガイドラインを別添資料 3-5-4 に示す。このガイドラインは、DPF 本体、DPF の種類、再生方法の違いについて説明するとともに、効果のない DPF が普及しないように、導入する DPF の PM 削減 (捕集) 性能を評価するための方法を取りまとめたものである。特に、手動再生方式と自動再生方式では特徴が異なり、DPF の導入にあたっては方式の選定が重要である。また、供与した車載計を活用して PM 削減 (捕集) 性能の評価を実施することで有用な機材による有効な対策の実施につながる。

### 3-5-2-6 RSD

RSD と自動車排出ガス簡易測定機材 (オパシメーター) に関して、2023年の RSD を用いた路上検査に基づき、路上検査における作業手順、調査体制、検査の運用方法について整理して、2024年1月に技術ガイドラインを作成した。技術ガイドラインを別添資料 3-5-5 に示す。

2024年1月に JET は MRTD と、作成した技術ガイドラインの活用について協議した。MRTD は法整備と共に RSD を調達する必要がある事から、この技術ガイドラインの活用はそれ以降になるとの見解を示した。このガイドラインでは、運行規制の内容、路上検査の作業手順 (路上検査地点の選定、車線規制、RSD の設置、実施内容)、実施体制、運用方法 (実施内容、実施費用) を説明するとともに、RSD の操作マニュアルを取りまとめた。また、運行規制を実施するために必要な法整備について、運行規制内容、日本の法整備の内容を示したうえで、モンゴルの法整備の内容案について取りまとめた。特に、RSD を用いた運行規制には、MNS5014:2009 を根拠とした排出基準 (MNS で規定するオパシティー40%に対応する RSD 測定値 25) に基づき、排出ガスの基準を超過した車両の使用を禁止することとしている。高排出車の運行を規制することが大気汚染対策に結びつくことから、日本の事例を参考としたモンゴルに適用可能な法整備の方向性を示すとともに、RSD を用いた運行規制の実施方法を具体的に示している。

### 3-5-3 活動 4-3 パイロット事業の承認

4-3 関係機関がパイロット事業選定のために協議を行い、承認する。

#### 3-5-3-1 改良燃料パイロット事業

改良燃料パイロット事業内容について表 3-5-1 に示すように、キックオフセミナーで関係機関説明、合わせて担当責任者に意見等を聞くために個々に説明し、承認を得ている。説明に使用した資料は別添資料 3-5-6 に示す。

表 3-5-1 面談者

月日	報告相手
2018年12月10日	キックオフセミナーにて
2019年3月5日	DAAEP 長官、Dr. TSATSRAL Batmunkh
2019年3月19日	ME、Ms. Davaasuren, Director
2019年3月20日	国家汚染低減委員会事務局長 Mr. GANTULGA
2019年5月10日	首相補佐官 Mr. ALTANGEREL

COVID-19 の影響によるパイロット事業の延期と実施内容については第 6 回 JCC で承認を得た。

### 3-5-3-2 自動車パイロット事業

2019年9月16日にC/P-WG（MRTD、MMHI、IACC、NRTC、MRPA、市交通サービス局、市交通計画調整エンジニアリング局、IACC、DAAEPの16名）を集めた協議会を開催して、実施計画書の内容、関連するC/P-WGの選定について協議を行い、承認を得て、実施計画書の確定作業を行った。別添資料3-4-2に実施計画書を示す。

COVID-19 の影響によるパイロット事業の延期と実施内容については第 6 回 JCC で承認を得た。

### 3-5-4 活動 4-4 モンゴル国がパイロット事業を本格事業で承認

4-4 NCEPR<sup>26</sup>と関係機関がパイロット事業を本格事業として承認する。

モンゴル政府は2022年4月22日付で大気法の16.1.6にUB市内の大気質改善地域内で、MNSにて燃料中の硫黄分が少ないEuro 5基準の燃料を販売し、それ以下の燃料の小売り・販売などを禁止する規定を追加することを決定した。パイロット事業を通して進めてきたEuro 5基準燃料の導入はこの法整備により本格的な普及時期（本格事業）に入ると考えている。しかしながらモンゴルには製油所がなく（現在建設中）、ロシアと中国から全ての自動車用燃料を輸入しており、Euro 2基準燃料がEuro 5基準燃料より安価であることから依然として販売されている。そのため、UB市民や事業者に対するEuro 5基準の燃料の使用が推進されるような広報や、通常燃料との価格差なくす方策、将来的にはEuro 5基準の燃料だけが販売される政策が求められる。

他のパイロット事業についても、今後本格事業として検討・承認されることが期待される。

### 3-5-5 活動 4-5 プロジェクトの成果やパイロット事業の成果を活用

4-5 NCEPR、または、自然環境・気候基金などのモンゴル政府において大気汚染対策への資金配分を担当する部署がプロジェクトの成果やパイロット事業の成果を活用する。

<sup>26</sup> 2023年11月1日に政府決定No.396でNCEPRが廃止された。

2022年9月にNCEPR事務局が自動車の大気汚染対策として添加剤の導入を検討していた。プロジェクトは車載計を用いて添加剤による大気汚染物質削減効果があるかを調査し、効果がないことが明らかになったため、添加剤による大気汚染物質削減効果報告書をNCEPR事務局に提出した。NCEPRは自動車の大気汚染対策として実施しないことを決定した。

モンゴル側の2020年の排出インベントリ更新を行い、シミュレーションモデルの構築を行った。そのシミュレーションを用いて、SO<sub>2</sub>濃度の主要原因を特定した。2024年3月に自動車関連のパイロット事業が終了し、2024年4月には改良燃料のパイロット事業の成果が揃った。活動5-5にて大気汚染対策の効果評価を行った。

プロジェクトは硫黄分の少ないディーゼル車用のEuro 5燃料の使用が必要な事を複数回JCCの場や副市長、関係機関に説明した。その結果、公共バスの第1~第3バスで使用されるようになった。

2023年12月末にNCEPRは解散となった。大気汚染対策の実施主体が国からUB市に移管される予定であるが、省庁及びUB市の業務分担は決まっておらず、2024年5月時点で大気汚染対策への資金配分を担当する部署が存在しない状況となっている。

### 3-6 成果5：PM、SO<sub>2</sub>及びNO<sub>x</sub>排出削減のための大気汚染対策の促進

#### 3-6-1 活動5-1 市民及び生徒、保護者向け啓発・警報活動を実施

5-1 DAAEPがUB市保健局及び関連機関と協力し、市民、生徒及び保護者向け啓発・警報活動を実施する。

家庭のストーブや壁ストーブ使用時の安全性を確保するため、DAAEPはビデオスクリーン、ポスターバナーを作成し、DAAEPのウェブサイト (<https://aprd.ub.gov.mn/>)、DAAEPのFacebook (<https://www.facebook.com/aprd.ub.gov.mn/videos/>)、パートナーのウェブサイト、キャピタルニュース及びテレビ局でビデオスクリーン、ポスターバナーに掲載され、市民向け啓発活動を実施している。

2018年11月1日~12月15日間に、DAAEPはUB市児童・家庭開発局及びソングノ・ハイルハン区の中高等学校、孤児院等と協力して、大気汚染対策の紹介、自己健康管理・予防に関する啓発活動を実施した。

市民向けの一酸化炭素中毒予防対策に関する助言、警告情報提供のため、DAAEPは『Erchis Gyalbaa』会社と業務連携契約を締結して、一酸化炭素中毒予防の啓発・警報活動の実施・対応した。「一酸化炭素中毒を防ぐ」および「正しい焚き方」の2種ビデオを作成し、2020年3月15日から2020年5月20日まで1620回ETV、EagleTV、StarHD、MassTV、TM、MNC、SBN、UBS等テレビで放送した。DAAEPは、市の44機関のウェブサイトを通して一酸化炭素中毒予防について情報提供した。また、DAAEPは一酸化炭素中毒を防ぐための警告資料10,000枚をゲル地区の飲料水供給地点、燃料販売地点、ショッピングセンター及びゲル地域の食品市場などの公共の場所の看板に掲示した。

DAAEPは『冬期準備の確保』、『燃料を備蓄しよう』キャンペーンの一環で改良型燃料の正しい火焚き方法、ストーブ、壁ストーブ、煙突の密閉状態に関する情報、一酸化炭素中毒予防の

助言について5分間の動画を作成して2020年8月28日にTV-5チャンネルの『啓発しよう』番組で3回の頻度で放送して、広報を行った。2021年2月8日にDAAEP長官命令A/11によって設立された評価委員会によって選択された「無煙ウランバートル」プログラムを実施する枠組みの中で、DAAEPはDAAEPのウェブサイトの更新及び開発を実施した。このWebサイトでは現在のUB市の大気汚染状況を閲覧できる他、大気汚染削減の約3分間のビデオを一般市民向け啓発活動の一環として市民に提供している。

2021年10月8日にDAAEPは市保健局と協力して生石炭及び改良燃料を正しく焚く方法、そして一酸化炭素中毒による死亡リスクの防止を目的とした『社会健康の深刻な事態発生に備える緊急体制・対策』のオンライン研修を全国21県、首都保健関連機関の医者、専門家を対象に実施した。本オンライン研修において、DAAEPは『一酸化炭素中毒になる主な原因、その対策』のテーマを発表して、関連情報・助言を参加に提供した。

UB市長の2022年8月4日付の政令No. A/1025「ガス中毒を防止し、リスクから保護するためのいくつかの措置について」の一環として、DAAEPは9月16日に2022-2023冬季トレーニング、情報およびガイダンスを実施した。

最近では、DAAEPは家庭のストーブや壁ストーブ使用時の安全性を確保するための情報を2024年3月25日と4月19日にDAAEPのウェブサイトで、3月28日と4月25日にFacebookで発信した。

### 3-6-2 活動5-2 プロジェクト内容の発信（広報）

5-2 METとDAAEPがニュースレター、新聞記事、ホームページ及びマスメディアを通じて、プロジェクトの内容を発信する。

2019年3月にJICAモンゴル事務所主催でモンゴルメディア向けツアーが開催され、モンゴル国営放送(MNB)でプロジェクトの事が紹介された。

2022年1月28日にインターネットメディアgogo (<https://gogo.mn/r/knxmj>) にDAAEPの大気質管理課課長がプロジェクトの取組みについて説明した記事が放送された。

日本のテレビ局TBSからJICAモンゴル事務所にSDGsに関連してモンゴルの大気汚染に関する取材をしたいとの依頼があり、2024年1月31日にフェーズ2で供与したAQMSとDAAEPの燃焼試験室で撮影が実施された。JETへのインタビューの他、DAAEPの固定発生源排ガス測定とAQMS担当者に対してもインタビューが行われた。2024年2月13日にTBSの夕方のニュース番組でモンゴル国の首都の大気汚染を日本が改善に向け支援という内容でBCBの改良燃料と今後の大気汚染対策について説明した内容が放送された。YouTubeとTBSのNEWSサイトで同じ内容が視聴できる<sup>27,28</sup>。

<sup>27</sup> <https://youtu.be/OsLChfcluYE?si=la8xGZAjtGNBUgWq>

<sup>28</sup> <https://newsdig.tbs.co.jp/articles/-/996276?display=1>

モンゴル国ウランバートル市大気汚染能力強化プロジェクトフェーズ3  
プロジェクト事業完了報告書

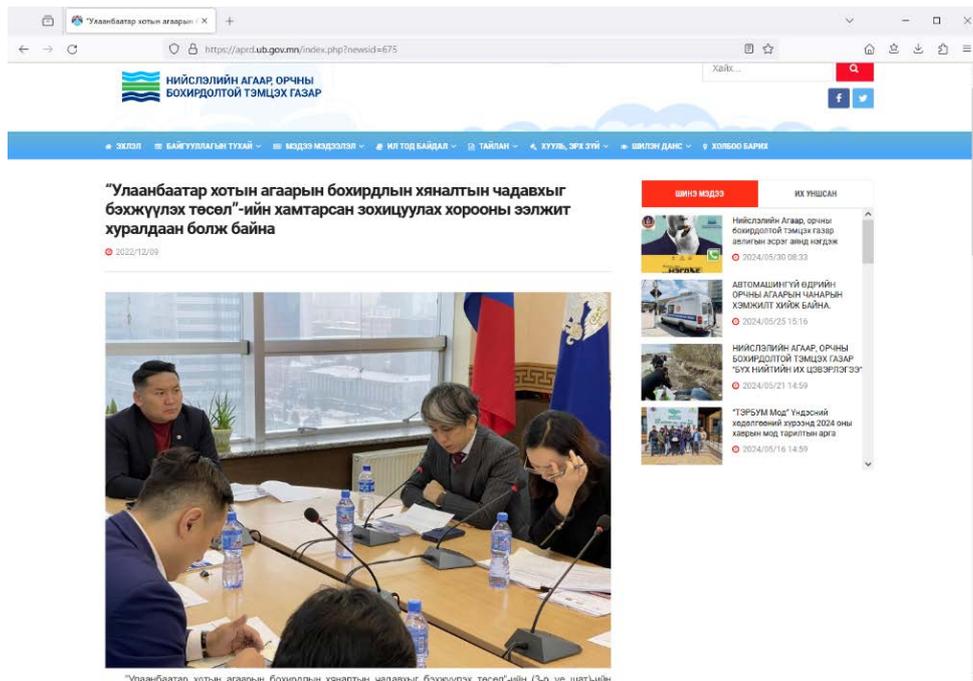


出典: <https://newsdig.tbs.co.jp/articles/-/996276?display=1>

写真 3-6-1 TBS での放送

プロジェクトに関して DAAEP は DAAEP のホームページに以下の情報発信を実施した。

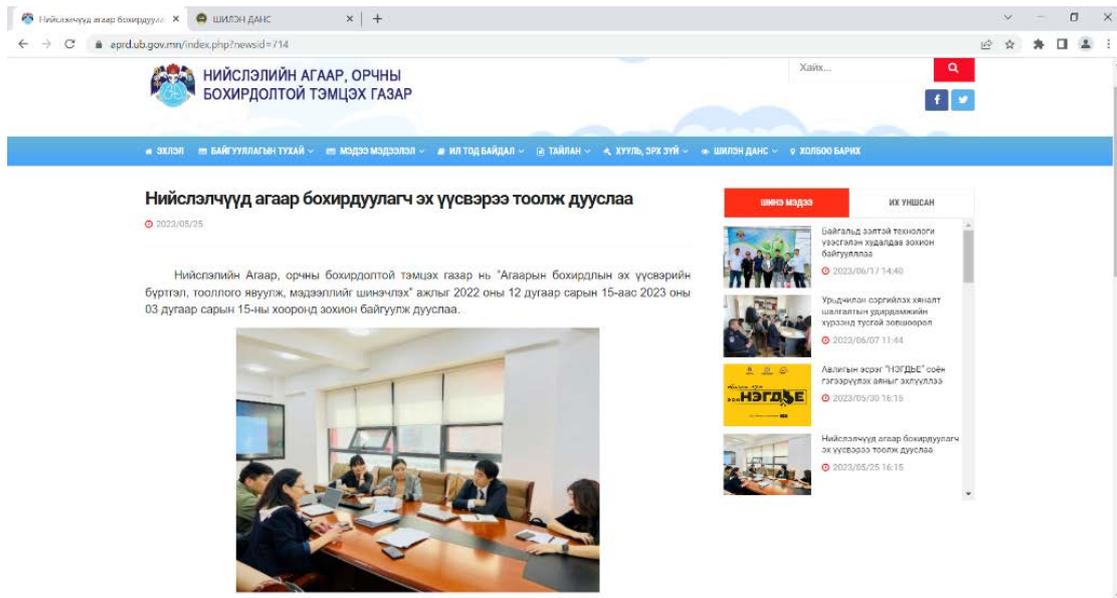
1. 第 8 回 JCC の様子



出典: <https://aprd.ub.gov.mn/>

図 3-6-1 第 8 回 JCC の様子

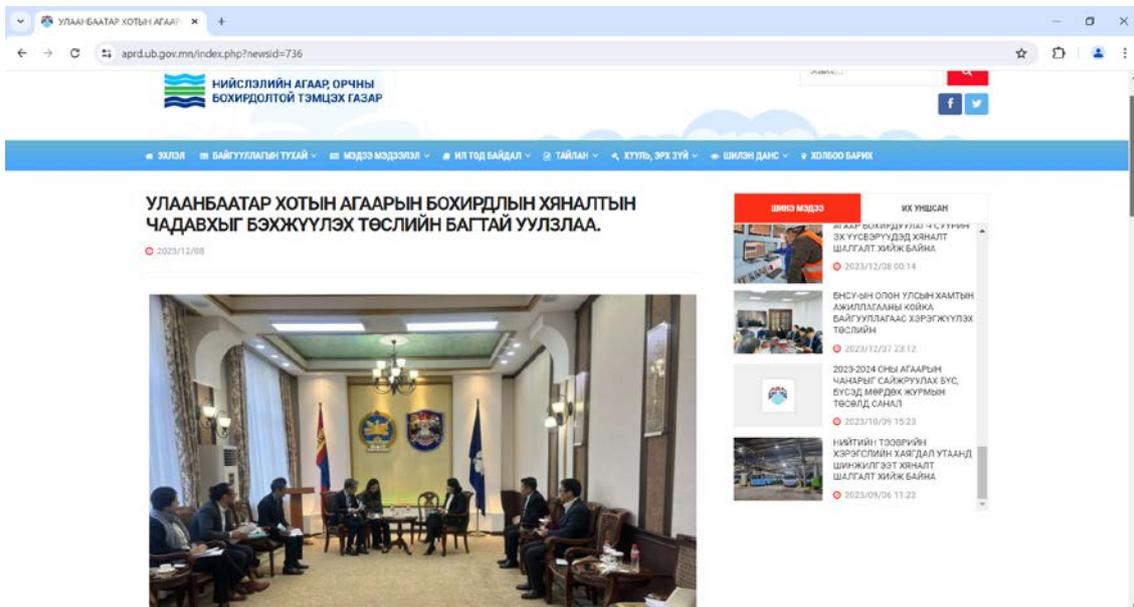
## 2. 2023年5月の排出インベントリの協議



出典: <https://aprd.ub.gov.mn/>

図 3-6-2 排出インベントリに関する協議

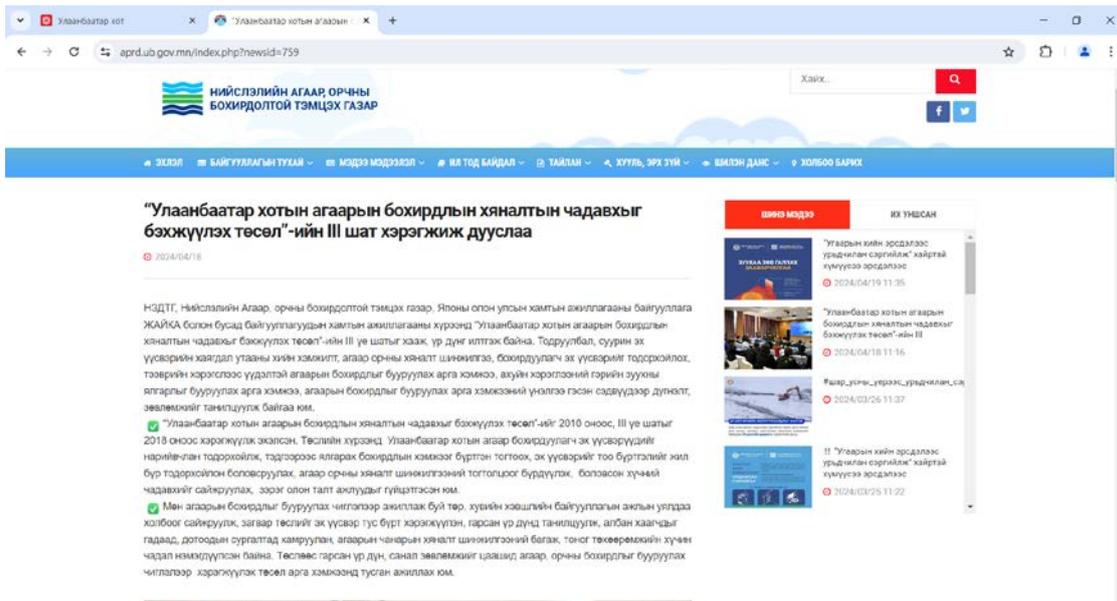
## 3. 2023年副市長との JICA モンゴル事務所、及び JET とのプロジェクトに関する協議



出典: <https://aprd.ub.gov.mn/>

図 3-6-3 副市長、JICA モンゴル事務所、JET 及び DAAEP とのプロジェクトに関する協議

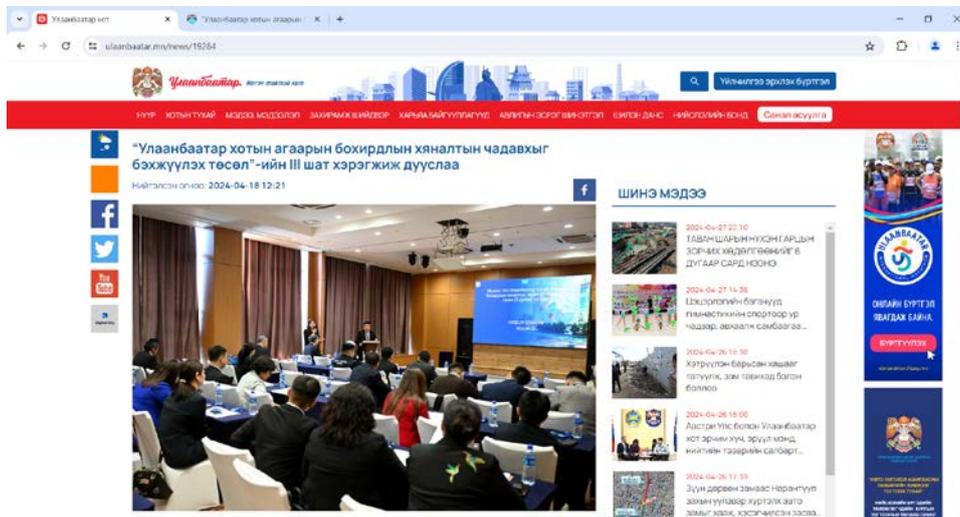
#### 4. 2024年4月の総括セミナー



出典: <https://aprd.ub.gov.mn/>

図 3-6-4 2024年4月の総括セミナー

また UB 市は市のウェブサイトにも 2024 年 4 月の総括セミナーの事を掲載した。



出典: <https://www.ulaanbaatar.mn/news/19284>

図 3-6-5 2024年の総括セミナー

DAAEP と JET は 2019 年 2 月「プロジェクト概要」、2023 年 9 月「信号制御技術による交通状況改善への取り組み」、2023 年 10 月「エコドライブによる自動車問題改善への取り組み」、2024 年 6 月「プロジェクトの成果」のニュースレターを作成した。別添資料 2-2-3 にニュースレターを添付する。

また、2021年12月から2024年4月の間にプロジェクト内容の発信として、JICA モンゴル事務所の Facebook に 13 回プロジェクト内容を発信した。発信内容の題名を以下の表 3-6-1 に示す。発信内容は別添資料 3-6-1 に示す。

表 3-6-1 Facebook への発信内容の題名

	日付	発信内容の題名
1	2018年12月13日	【UB市大気汚染対策プロジェクトフェーズ3のJCCが実施されました！】
2	2018年12月17日	【UB市の大気汚染対策能力強化プロジェクトのキックオフセミナーが開催されました！】
3	2019年6月10日	【UB市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ3の第2回合同調整委員会が開催されました！】
4	2019年9月30日	【UB市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ3で交通量と交通現象調査を実施しました！】
5	2019年12月8日	【UB市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ3の第2回CP-WG会合が開催されました！】
6	2019年12月12日	【UB市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ3の第3回合同調整委員会が開催されました！】
7	2021年2月3日	【UB市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ3の第4回合同調整委員会が開催されました！】
8	2021年6月30日	【UB市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ3の第5回合同調整委員会が開催されました！】
9	2021年12月14日	【UB市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ3の第6回合同調整委員会が開催されました！】回合同調整委員会が開催されました！】
10	2022年6月24日	【UB市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ3の第7回合同調整委員会が開催されました！】回合同調整委員会が開催されました！】
11	2022年12月19日	【UB市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ3の第8回合同調整委員会が開催されました！】
12	2023年10月6日	【UB市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ3の低硫黄燃料（Euro5燃料）の普及に係るインタビューのテレビ放送がありました！】
13	2024年4月23日	【UB市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ3の総括セミナーが開催されました！】

### 3-6-3 活動 5-3 改良燃料の製造業者に製造技術の改善を助言

5-3 DAAEP と JET が改良燃料の製造業者に製造技術の改善を助言する。

COVID-19の影響でJETがモンゴルに渡航できない状態が続いていた。2020年12月、DAAEPに対して、バガヌール炭とTTT社製の改良燃料との硫黄分比較表を基に、TTT社の改良燃料はバガヌール炭に比べて硫黄分が高いから脱硫剤を添加する必要がある事を説明し、DAAEPを通じてTTT社に脱硫剤を混合する事を助言した。

2022年5月にDAAEPとJETは、TTT社に対してセミコークス混合ブリケットとBCBの燃料の燃焼試験結果に基づく結果を説明した。表3-6-2に比較結果を示す。また、別添資料3-6-2に説明資料を示す。

表 3-6-2 TTTの既存改良燃料との比較結果

種類	セミコークス混合ミドリリングブリケット	BCB
Dust	・TTT製より減らせる。	・TTT製、セミコークス混合より減らせる。
SO <sub>2</sub>	・中国製のバインダーに含まれている脱硫剤では不足。 ・CaO、CaCO <sub>3</sub> 、Ca(OH) <sub>2</sub> 等を入れる必要がある。	
CO	・TTT製より増加する。	・TTT製と同程度と思われる。
着火性	・TTT製より悪い場合もある。	・TTT製より良く、着火材の量を減らせる。
燃焼温度	・TTT製より低い場合もある。	・TTT製より高い。
燃焼時間	・TTT製より長い。	・TTT製より短い。
硬さ	・TTT製と同じ。	・試作品は柔らかかった。 ・形状を小さくし、添加率を下げるとTTTと同程度にできるだろう。

2022年6月にTTT社長の依頼で、TTT社を管理しているME大臣とTTT社社長、DAAEP及びJETの4社で協議を実施し、JETからTTT社の改良燃料についての見解を説明した。具体的には、冬季のSO<sub>2</sub>濃度が以前に比べて高く、その削減対策は最重要事項であり2022年の冬の改良燃料には必ず脱硫剤を入れるべきことをME大臣に要請した。

2022年12月にTTT社とDAAEP共同開催の『改良燃料品質の改善方法』協議会が開催された。DAAEPとJETは発表資料を作成し、DAAEPが発表した。発表資料を別添資料3-6-3に示す。セミコークスを混合した改良燃料の場合、TTT既存燃料よりDust濃度は減るものの、CO濃度が増加する事を説明した。

2024年3月にパイロット事業の結果を踏まえ、本プロジェクトはTTT社にパイロット事業で製造したBCBの燃料試験結果とバイオマス供給可能性調査結果に基づき、BCBの環境性能、モンゴルでの導入可能性について説明した。

2024年6月に排ガスの各成分に関し、その発生機構を解明し製造技術改善の助言を実施した。成分毎の概説を以下に示す。

#### (1). 煤塵 (Dust)

煤塵は、燃料中の揮発性有機物 (Volatile Organic Compounds、VOC) が燃えることなく大気中で凝縮し微粒子化したもので揮発分の多い石炭ほど排出が多くなる。バイオマスを含まない石炭だけの場合、この揮発性有機物の全てを燃焼させるに足る火源が不足するが、バイオマスを含む場合、石炭よりも着火しやすいバイオマス火源によって揮発性有機物が燃焼し煤塵が抑制される。

(2). **SO<sub>2</sub>**

図 3-6-6 に脱硫剤として炭酸カルシウム CaCO<sub>3</sub> を用いた時の BCB の燃焼試験における SO<sub>2</sub> 発生状況を示す。

- ・ CaCO<sub>3</sub> → CaO + CO<sub>2</sub> への分解や SO<sub>2</sub> の CaO への固定は 600°C 以下では殆ど進行しない
- ・ そのため、CaCO<sub>3</sub> は存在するが、CaCO<sub>3</sub> の分解温度に未達のため SO<sub>2</sub> 濃度が急上昇 ①
- ・ 以降、温度が上昇して CaCO<sub>3</sub> が分解、SO<sub>2</sub> と CaO が結合して CaSO<sub>4</sub> として灰に固定（脱硫化合物）される ②
- ・ 追い炊き時、一時的に温度が低下し CaCO<sub>3</sub> は分解不足となる。この時、揮発性 S（有機硫黄）への着火で SO<sub>2</sub> 濃度が急上昇する ③
- ・ 以降、再び温度が上昇して CaCO<sub>3</sub> が分解、SO<sub>2</sub> と CaO が結合して CaSO<sub>4</sub> として灰に固定（脱硫）される ④

消石灰 Ca(OH)<sub>2</sub> の分解は 350°C 付近で始まるので、CaCO<sub>3</sub> よりも脱硫が早期に始まる。しかし、強アルカリ性なので取扱いに注意を要する。可能なら、低硫黄分の石炭を原料として選定すべきと考える。

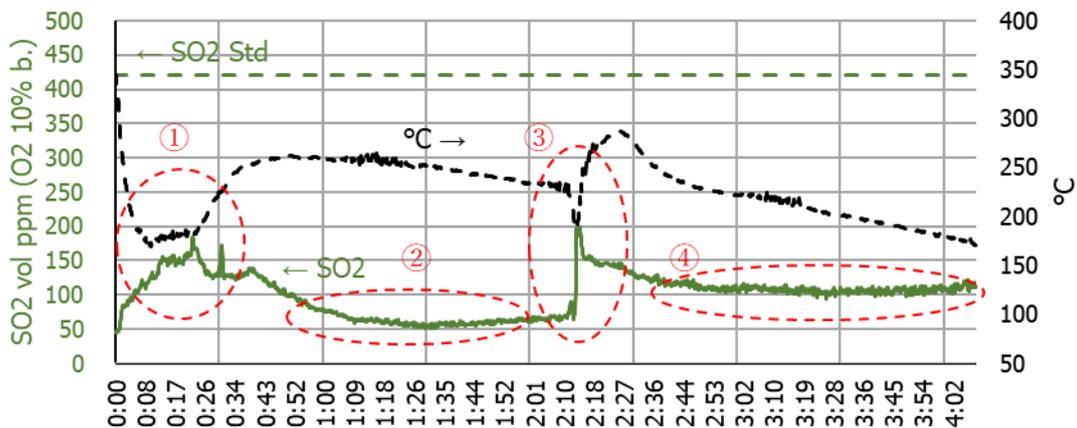


図 3-6-6 SO<sub>2</sub> の発生状況（脱硫剤 CaCO<sub>3</sub> 添加）

脱硫率は Ca/S モル比で決まる。Ca/S モル比 vs 脱硫率の関係を示す実験値あり（添付略）。

(3). **NOx**

図 3-6-7 に BCB の燃焼試験における NOx 発生状況を示す。窒素分の排出開始温度は C や H などの揮発分の主成分に比べて 50~100°C 程度高く、約 400~500°C である。概ね、温度上昇と共に NOx の排出量は増加する。何れの炭種も排出基準を下回っており問題は無い。

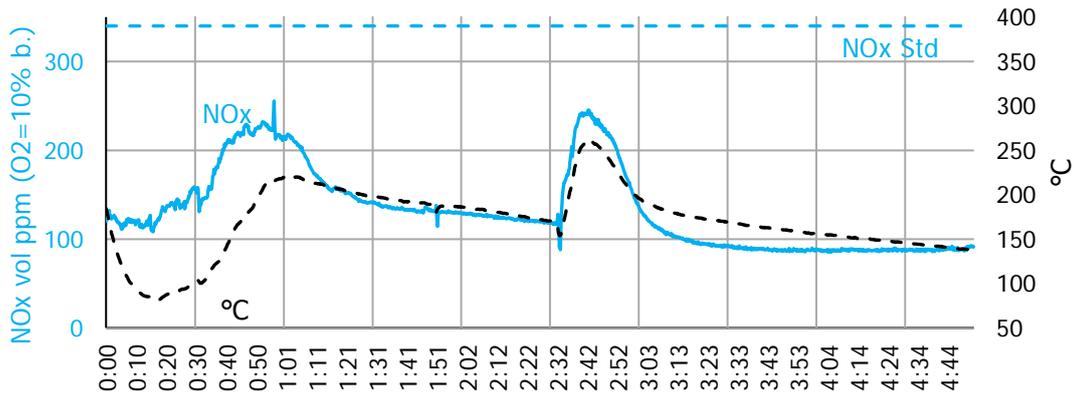


図 3-6-7 NOx の発生状況

(4). CO

燃焼残渣がブリケット形状を残したまま灰化している。そのため灰は火格子から殆ど落下せず火格子場に堆積して火格子下部からの入気を妨げている。2024年1月31日のBCBの燃焼残渣の場合、ブリケット形状の残渣は火格子上120mm厚に堆積し、全てを粉にすると85mm厚になった(図3-6-8参照)。

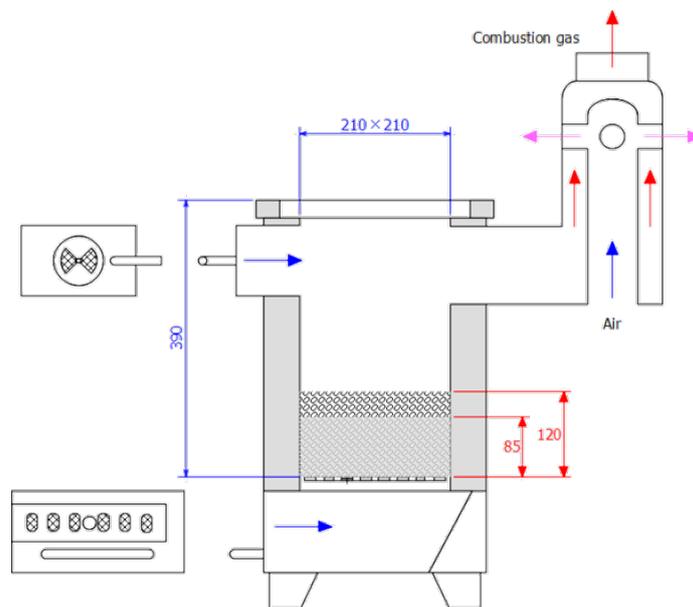


図 3-6-8 燃焼残渣の堆積

図 3-6-9 に BCB の燃焼試験における CO 発生状況を示す。

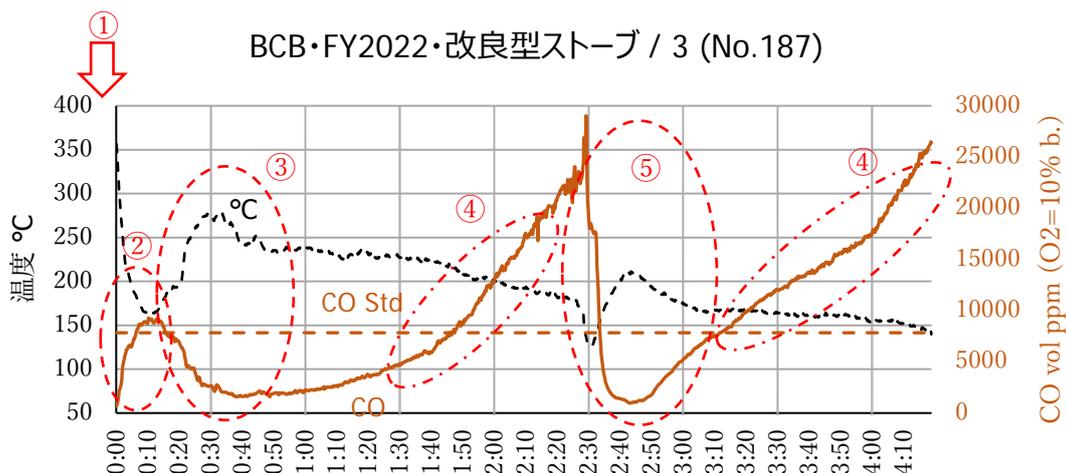


図 3-6-9 CO の発生状況

- ・ 着火直後の高温と低 CO は、着火用木材によるものと思われる ①
- ・ その後、徐々に石炭に着火するが、未だ低温・低火力のため火格子下部からの入気誘引が不足し、短時間ではあるが CO 濃度の増加に至ったともと思われる ②
- ・ 次いで、揮発分に着火する。揮発分の燃焼による火炎の発生や温度上昇は煙突内のガス上昇速度を増やし、火格子下部からの入気を誘引して CO 減に繋がる ③
- ・ また、火炎内の CO が上部入気口から流入した酸素によって着火して CO 濃度低下に至ったことも考えられる (CO 着火温度は 609°C) ③
- ・ その後、火炎がなくなりチャー燃焼になると、煙突内のガス上昇速度は減少し、火格子下部からの入気誘引も弱まる
- ・ さらに、燃焼が進むにつれ火格子上の灰は厚みを増し、火格子下部からの入気がより阻害され CO 濃度が増加し続ける ④
- ・ 追い炊きにより揮発分燃焼による新たな火炎が発生、上記③と同様の現象を呈する ⑤

図 3-6-9 に見られるよう、CO 濃度は規制値未満の部分と規制値超過の部分の平均値である。規制値未満の部分が多ければ平均値は規制値未満となり、規制値超過の部分が多ければ平均値は規制値超過となる。

図 3-6-10 に CO 濃度の平均値が規制値超過の場合を、図 3-6-11 に CO 濃度の平均値が規制値未満の場合を示す。両図に記載の A 部分が規制値未満の部分である。A 部分の面積が少なければ CO 濃度の平均値は規制値を超過し (図 3-6-10)、A 部分の面積が多ければ CO 濃度の平均値は規制値をクリアする (図 3-6-11)。

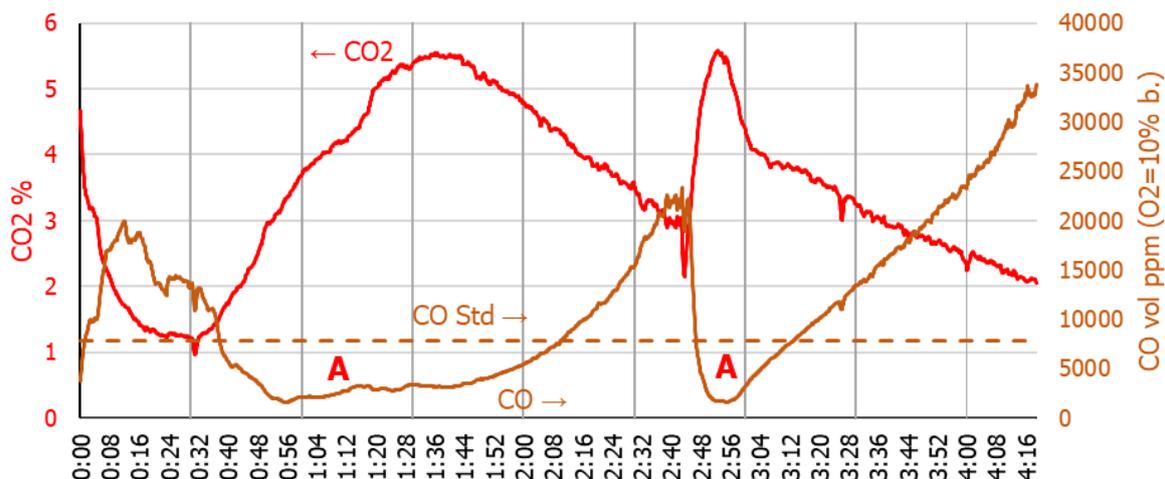


図 3-6-10 CO 平均値が排出基準を超過する場合

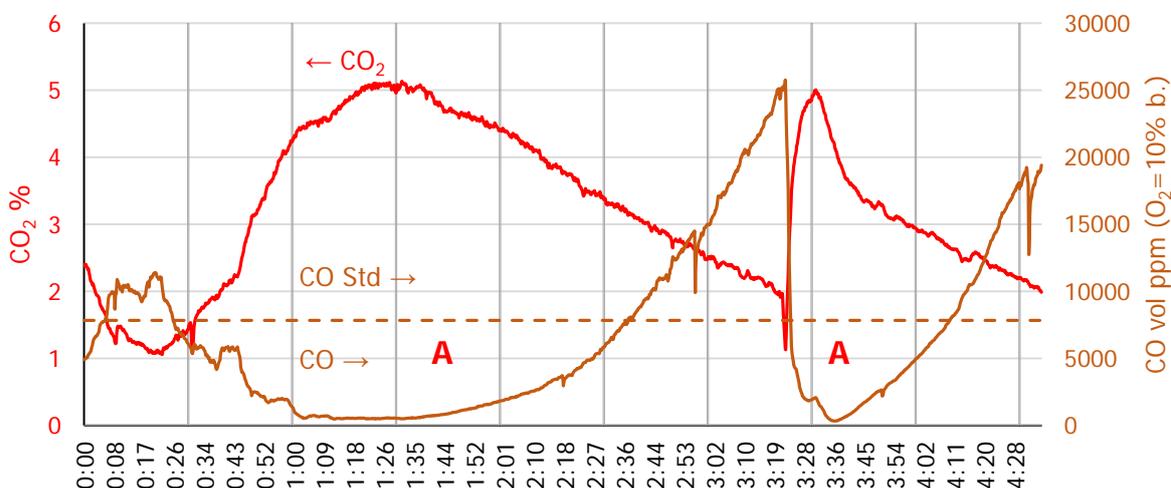


図 3-6-11 CO 平均値が排出基準を満たす場合

2023年に製造したBCBは、常時排出基準を満たしており、一例としてCO濃度の平均値は3,513mg/m<sup>3</sup>Nであり、排出基準値の9,800mg/m<sup>3</sup>N以下であった。図3-6-12に排ガス温度とCO濃度の関係を示す。特徴的なのは燃焼残渣中に凝結した灰が散見された事である(図3-6-13)。原料が粘結炭であった故に、熔融・軟化して凝結した石炭がそのまま灰化したものと思われる。この時の燃焼特性は良好で、CO発生も少なかった。凝結した灰が気道の閉塞を防ぎ火格子からの酸素供給を阻まなかったものと思われる。

BCB・FY2023・改良型ストーブ / 1 (No.12/12)

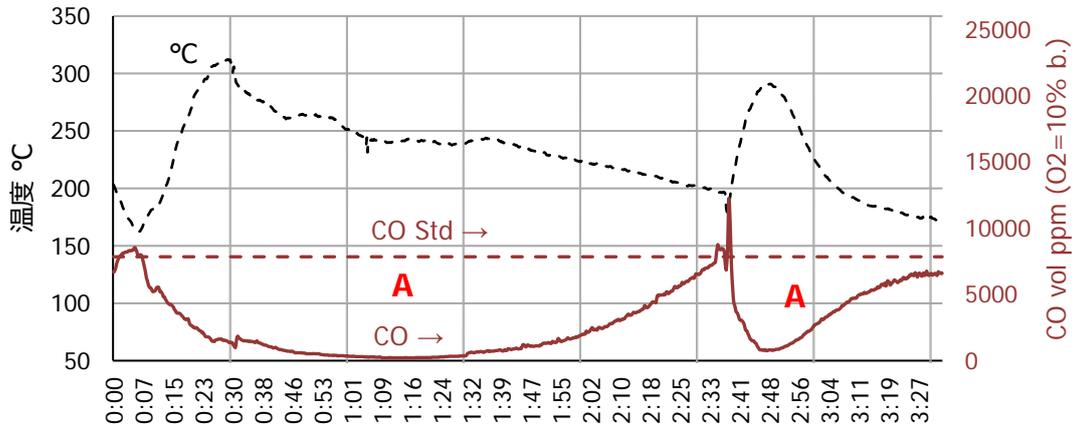


図 3-6-12 常時排出基準を満たす場合



図 3-6-13 溶融・軟化して凝結した灰

### 3-6-4 活動 5-4 パイロット事業の実施

5-4 関係機関が JET の支援により、3-3 で策定した実施計画に従ってパイロット事業を実施する。

#### 3-6-4-1 国家プログラムとパイロット事業の関連性

プロジェクトは、モンゴル国の政策の 2017 年 3 月 20 日モンゴル国閣議決定 No.98 “大気・環境汚染削減国家プログラム” 及び 2017 年 4 月 27 日 MET 大臣命令 No.A/107 “国家プログラムの承認に基づく大気・環境汚染削減国家プログラム実施計画” に合わせてパイロット事業を選定した。表 3-6-3 にパイロット事業と 2017 年 3 月 20 日モンゴル国閣議決定 No.98 及び 2017 年 4 月 27 日 MET 大臣命令 No.A/107 の関連性を示す。

表 3-6-3 パイロット事業と 2017 年 3 月 20 日モンゴル国閣議決定 No.98 及び 2017 年 4 月 27 日 MET 大臣命令 No.A/107 の関連性

	パイロット事業	モンゴル国閣議決定 No.98 国家プログラム	MET 大臣命令 No.A/107 国家プログラムの承認に基づく大気・環境汚染削減国家プログラム実施対策計画	
		実施される対策	目標	活動
1	家庭用改良燃料	4.2.3 ゲル地区への基準を満たした改良燃料の供給、改良燃料生産への支援と推進を図り、生石炭の代わりに使用する	2 自然環境に優しいかつ効率的な先端技術、イノベーション導入を通して汚染発生源を減らし、生石炭の消費を段階的に禁止して、汚染物質の排出量を削減する	2.3.1 UB 市内のゲル地区世帯への基準適合改良燃料の供給、改良燃料生産工場の活動支援とその促進
2	信号制御の運用の変更		3. 自動車からの汚染物質の排出量を削減するための総合対策を実施する	なし
3	自動車用の低硫黄燃料及び低排出ガス車の普及	4.3.2 Euro 5 基準に適合した、品質基準を満たした燃料の輸入と利用の支援、本基準を満たしていない燃料の輸入と販売・利用の段階的な禁止、燃料性質への管理制度を強化する		3.2.1 UB 市及び大規模都市にて利用される燃料質を Euro 5 基準に適合させるための要求を出して Euro5 適合燃料の使用割合を増大させる。
4	自動車のエコドライブの普及			3.3.4 公共バスに「エコドライブ」の監視装置を設置して、宣伝・紹介活動を行う
5	Remote Sensing Device(RSD) 排出ガス計測装置による路上での調査	4.3.1 人間健康、自然環境にマイナス影響を及ぼしている基準を満たしていない交通機関の市内通行を禁止する対策を実施する		3.4.4 UB 市の料金所付近に RSD を設置して、交通機関からの排ガス量を測定する
6	軽油自動車に PM 低減装置(DPF 等)	4.3.4 道路ネットワークの拡大、交通管理スマートシステムの導入、公共交通のサービス質と整備の改善を図り、交通機関からの汚染物質の排出量を削減する。		3.3.3 ディーゼル公共バスに DPF の設置、その再生装置の設置、常時サービスを提供する

### 3-6-4-2 改良燃料

上述の 3-4-3 に記載の通り、当初、パイロット事業の検証実施場所として UB 市西部の旧国際空港に隣接した Moringiin Davaa 地区を選んだが TTT 社の改良燃料による CO 中毒事件が発生したため、モンゴル側と第 3 回 JCC で協議を実施し、民家を使った実施を止め UB 市東部に位置する Terelj 国立公園内のキャンプ場のゲルを使い、傭員による検証調査を実施する事に変更した。

#### (1). 2022 年 4 月~2023 年 4 月

##### 1) 製造する改良燃料の決定及び改良燃料の製造

パイロット事業の検証調査の実施時期は、COVID-19 による渡航制限やバイオマス粉碎機の設置・試運転遅れ等により当初計画から遅延し 2022 年 11 月末~2023 年 1 月末の実施となった。

パイロット事業に使用する改良燃料を選定するために TTT 社へ 4 種のセミコークス混合改良燃料、2 種類の BCB の試作品の製造を依頼し、試作品の燃焼試験を DAAEP が実施した。原料の割合を表 3-6-4 に示す。

表 3-6-4 BCB とセミコークス混合ブリケットの原料の割合

	UHG ミドリング	バイオマス	セミコークス	バインダー	脱硫剤
BCB	76.0%	おが屑:15%		6%	3%
BCB	76.0%	おが屑:7.5% 家畜の糞:7.5%		6%	3%
セミコークス 混合 12.5%	80.5%		12.5%	4%	3%
セミコークス 25.0 %混合	68.0%		25.0%	4%	3%
セミコークス 50 %混合	43.0%		50.0%	4%	3%
セミコークス 93%混合	0%		93.0%	4%	3%

改良型ストーブでの DAAEP の燃焼室での燃焼試験の結果を表 3-6-5 に示す。バイオマス混合燃料とセミコークス混合燃料を比較した場合、Dust はほぼ同じで、CO は少なくなっている。また、TTT 社と BCB を比べると CO は高い数字も出ている。TTT 社の他の試験結果を調査し、今後製造する良質の BCB の燃焼試験結果を比較し検討することとした。CO の測定値は排ガス中の CO 濃度を示しており、室内への CO の影響はパイロット検証期間中、TTT 社、BCB ともにゲルでの検知器の反応が皆無だったので、特に問題はなかった。一方、CO は少ない方が危険リスクを下げられるので今後の検討課題であった。表 3-6-6 に燃焼性の評価結果を示す。

表 3-6-5 DAAEP 燃焼試験室での排ガスの測定結果

MNS 5216:2016	TTT	Middling mixed with Biomass		Middling mixed with Semi-Cokes			
		Sawdust 15%	Sawdust + Cow dung 15%	12.5%	25%	50%	100%
Dust 130 mg/Nm <sup>3</sup>	130	44	59	87	50	48	33
SO <sub>2</sub> 1,200 mg/Nm <sup>3</sup>	941	645	675	749	831	885	836
NOx 700 mg/Nm <sup>3</sup>	215	253	244	297	259	246	222
CO 9,800 mg/Nm <sup>3</sup>	9,424	10,184	11,492	12,141	13,292	14,746	20,057

※赤字の値は排出基準値の超過を示す。

表 3-6-6 燃焼性の評価結果

種類	セミコークス混合ミドリリングブリケット	BCB
TSP	・ TTT より減らせる。	・ TTT、セミコークス混合より減らせる。
SO <sub>2</sub>	・ 中国製のバインダーに含まれている脱硫剤では不足。 ・ CaO、CaCO <sub>3</sub> 、Ca(OH) <sub>2</sub> 等を入れる必要がある。	
CO	・ TTT より増加する。	・ TTT と同程度と思われる。
着火性	・ TTT より悪い場合もある。	・ TTT より良く、着火材の量を減らせる。
燃焼温度	・ TTT より低い場合もある。	・ TTT より高い。
燃焼時間	・ TTT より長い。	・ TTT より短い。
硬さ	・ TTT と同じ。	・ 試作品は柔らかかった。 ・ 形状を小さくし、添加率を下げると TTT と同程度にできるだろう。

この燃焼結果をもとにキャンプ場での検証試験に使用する改良燃料の選定を DAAEP と JET が実施した。パイロット事業では約 10 トンの改良燃料が必要なため、UB 市でのセミコークスの入手が困難な事、また TTT 社ではセミコークス混合改良燃料の検討を進めていることからその対案としてのバイオマス混合燃料をキャンプ場での 1 回目の検証試験で BCB を使用することにした。

この BCB の製造には成形機が低圧のため 15% のバイオマス混合の BCB の製造が困難だった。そのため、プロジェクトは製造側と協議しバイオマスの混合比を 10% に下げ、更に試作品では中国製のバインダーに含んでいる脱硫剤を使用した結果、脱硫効果が少ないため、脱硫剤として新たにドロマイト CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> を 3% 入れた。製造時における BCB 中の水分は成形がし易い 15% とした。製造した BCB の乾燥は、同製造プラント建屋内で風乾を行ったが、後で乾燥は不十分だったのが分かった。BCB の製造方法を別添資料 3-6-4 に示す。

表 3-6-7 にパイロット事業用に製造した改良燃料の DAAEP 燃焼室での燃焼試験結果を示す。尚、2022 年に実施した BCB の燃焼試験結果(Before Freezing)は 3 回の測定結果のバラつきが大きく正確に評価できないため、参考値である。2023 年 4 月に BCB の燃焼試験を再度実施した(After Freezing)。燃焼試験結果から BCB が TTT 社より環境性能が良いのが見込まれる。パイ

ロット事業に使用するゲルでは Traditional stove（伝統型ストーブ）を使用していたので、燃焼試験でも伝統型ストーブを使用した。

表 3-6-7 パイロット事業用 BCB の燃焼試験室での排ガス測定結果

Emission Concentration	Dust	MNS 5216:2016	TTT				BCB (Before freezing)				BCB (After freezing)				
			1	2	3	AVG	Sawdust (10%) CaCO <sub>3</sub> (3%)				Sawdust (10%) CaCO <sub>3</sub> (3%)				
							1	2	3	AVG	1	2	3	AVG	
SO <sub>2</sub>	1,200	mg/Nm <sup>3</sup>	179	163	163	168	174	78	29	94	127	127	118	124	
after O <sub>2</sub> conversion at 10%	NOx	700	mg/Nm <sup>3</sup>	220	289	338	282	314	207	212	228	269	289	205	254
	CO	9,800	mg/Nm <sup>3</sup>	10,346	10,897	13,453	11,565	8,874	12,865	8,976	10,238	14,861	11,607	12,241	12,903

※赤字の値は排出基準値の超過を示す。

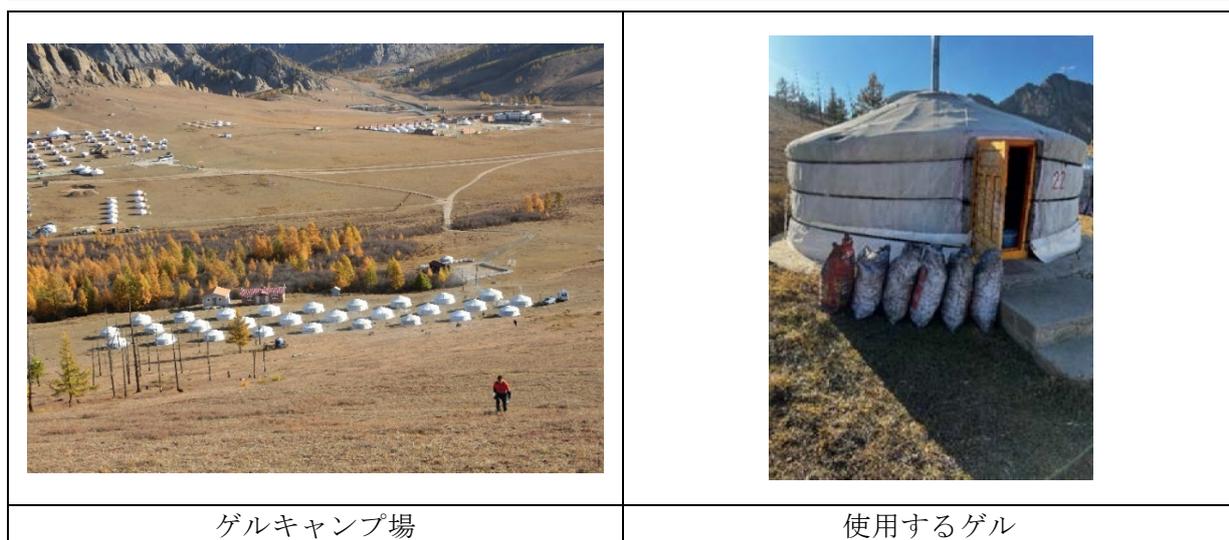
## 2) 検証調査

パイロット事業の検証調査を実施したゲルキャンプ場は、キャンプ場北側の道路が谷になっており、そのさらに北には大きな山がある。キャンプ場の西にも大きな山があるが、南側はそれらよりは低い丘になっている。キャンプ場はその丘の北向きの斜面の中腹に位置している。



出典：Google Earth

図 3-6-14 パイロット事業検証調査地点（赤丸内）周辺の衛星画像



ゲルキャンプ場

使用するゲル

写真 3-6-2 パイロット事業検証調査地点

表 3-6-8 にパイロット事業検証調査の実施スケジュールを示す。2022年11月27日～2023年1月20日の40日間にわたり TTT を3回、BCB を3回試験した。

表 3-6-8 パイロット事業の実施スケジュール

Nov-22				Dec-22																			Jan-23																
27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
TTT-1				TTT-2																			TTT-3																
				BCB-1							BCB-2							BCB-3																					

BCB: Biomass・Coal Briquette

図 3-6-15 にキャンプ場における使用ゲルと移動大気環境測定車の配置を示す。燃焼試験に使用したゲルは15棟、ゲルには備員を配置した。表 3-6-9 に主なゲルでの燃焼試験方法を示す。

表 3-6-9 主な燃焼試験方法

燃焼時間	7:00～21:00
燃焼測定時間	8:00～21:00
使用ストーブ	Traditional Stove
燃焼パターン	朝着火→追い焚き数回→灰出し、投入、着火→追い焚き数回
燃料使用量	TTT 社、バイオマス混合改良燃料：各約 25kg/日・ゲル

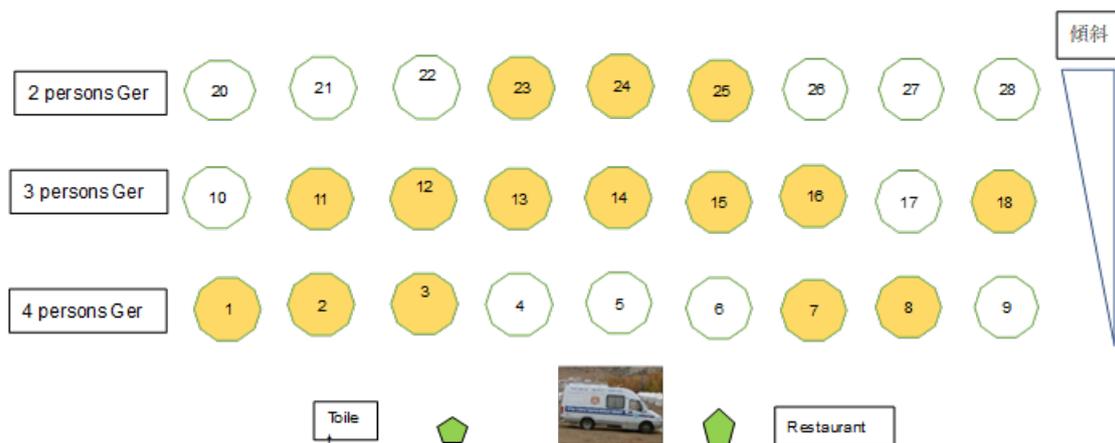


図 3-6-15 キャンプ場における使用ゲル（15棟）と移動式大気環境測定車の配置



写真 3-6-3 パイロット事業の検証調査

キャンプ場での検証調査に使用した BCB は崩れており、ふるいにかけて塊だけを選別して実施した。結果の概要はバイオマス混合燃料の方が着火及び温度上昇は TTT 社より良かった。今回のゲルキャンプ場でのパイロット事業における大気環境測定データを解析した結果、BCB が TTT 社の改良燃料よりも環境性能の優位性があることを評価できないという結論となった。

原因は以下の事が考えられた。

1. キャンプ場での移動大気測定車による大気濃度測定は、調査を実施した 24 日間（7 時～21 時の 14 時間）のうち、風が弱い滞留する好条件でデータを取得できた 10 分間値は、866 個（TTT が 221 個、BCB が 645 個）であり、これはパイロット調査実施日で有効なデータが取得できたと仮定したとき（2016 個）の 43%に留まることから、大気質を測定する条件が難しい。

2. BCB が十分に乾燥できなかったことで水分影響により強度がなかった。また、BCB は含水率が高く、冬季の保管中に冷凍と解凍を繰り返して膨張・粉化したため、想定していた BCB の燃焼状態が得られず、本来の環境性能を発揮することができなかったためである。

今回のようにゲルキャンプ場や移動大気環境測定車を用いたパイロット事業は、様々な変動（影響）要因が多く、BCB や TTT 社の改良燃料を移動大気環境測定車による大気質測定で定量的に評価することは難しいと判断した。2023 年 6 月からの改良燃料のパイロット事業では、ゲルキャンプ場での検証調査を実施せず、DAAEP 燃焼試験室での排ガス測定のみとすることとした。

## (2). 2023 年 6 月~2024 年 4 月

### 1) 燃料性状と燃焼試験方法

モンゴル側では、セミコークスを混ぜた改良燃料を 2022 年頃から検討している。また、家庭用ストーブにおいてセミコークスを混ぜる燃料は燃焼しにくく高濃度の CO を排出する事から、2023 年 6 月からのパイロット事業では BCB を製造する事にした。BCB と TTT 社製の原料の割合を表 3-6-10、外観を図 3-6-16 に示す。

BCB のバインダーは、TTT 社からバインダーと脱硫剤を分けて購入できないため、2022 年に TTT 社が使用していた中国製バインダーと購入できた脱硫剤の石灰石 (CaCO<sub>3</sub>) とした。TTT 社製はバインダーと脱硫剤が混合された製品を利用している。

BCB は直径 50mm×35mm の楕円形の形状である。2023 年の TTT 社製は 3 種類の形状があり、今回の正方形の角を丸くした製品や BCB と同じ形状の物等がある。国内で調達するドロマイト (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) では必要量が確保できないため、バインダーは中国製で 2 種類のバインダーと脱硫剤を以下の割合で混合し製造している。

表 3-6-10 BCB と TTT 社製の原料の割合

	UHG ミドリリング	バイオマス	バインダー	脱硫剤
BCB	81.0%	おが屑:10%	6.0%	石灰石:3%
TTT 社製	95.0%		5%(Dolomite)	
TTT 社製	95.0%		5%(Imported)	

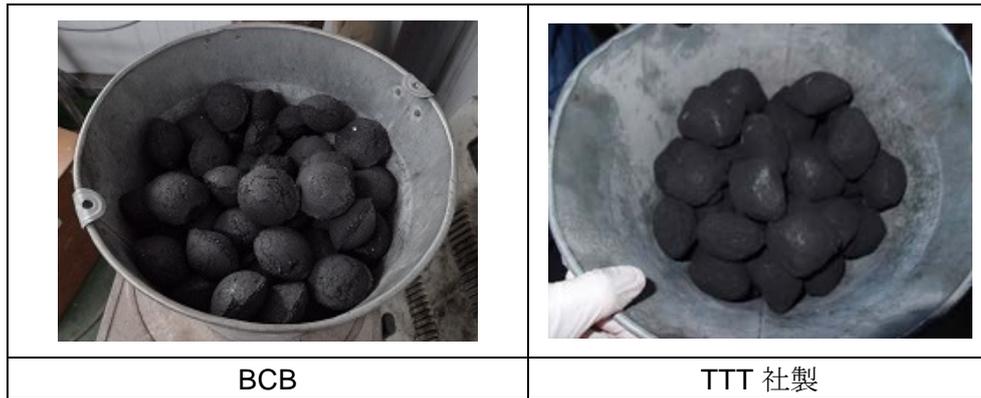


図 3-6-16 BCB と TTT 社製の改良燃料

改良型ストーブで実施した燃焼試験は、BCB で 3 回、TTT 社製で 2 回実施した。

測定プロトコルは、燃料の環境性能を評価することが目的のため、着火剤の木材 0.5kg が燃えて、燃料 4.0kg に火が付いた時点から測定を開始する (Hot Start)。プロトコルを図 3-6-17 に示す。

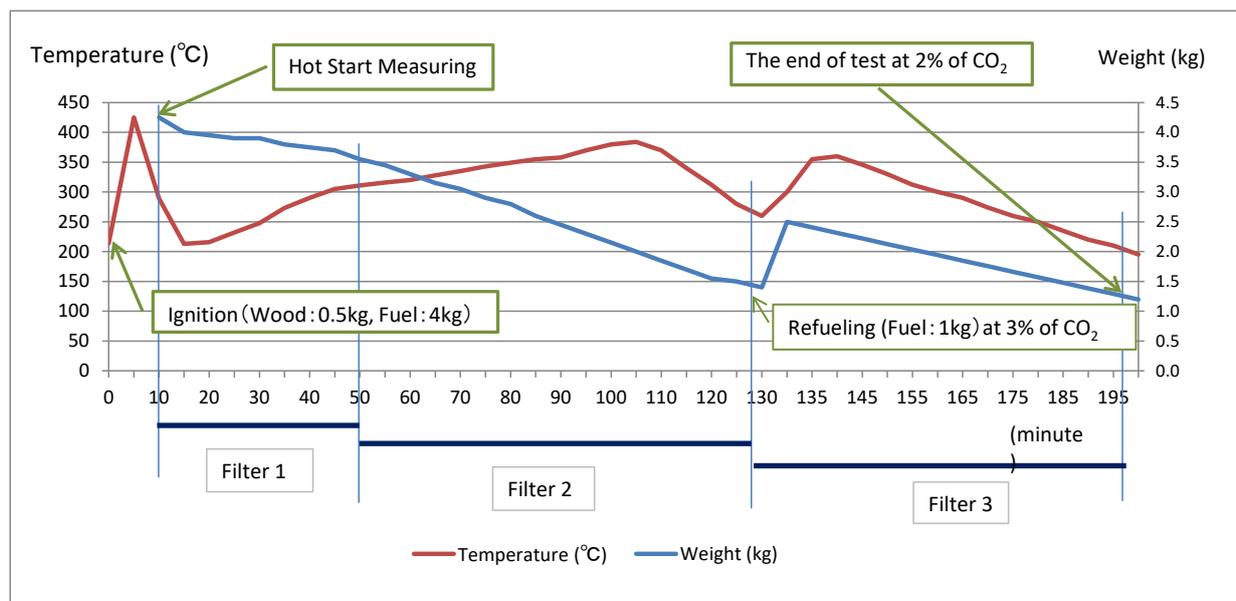


図 3-6-17 燃焼試験における測定プロトコル

## 2) 燃焼試験結果

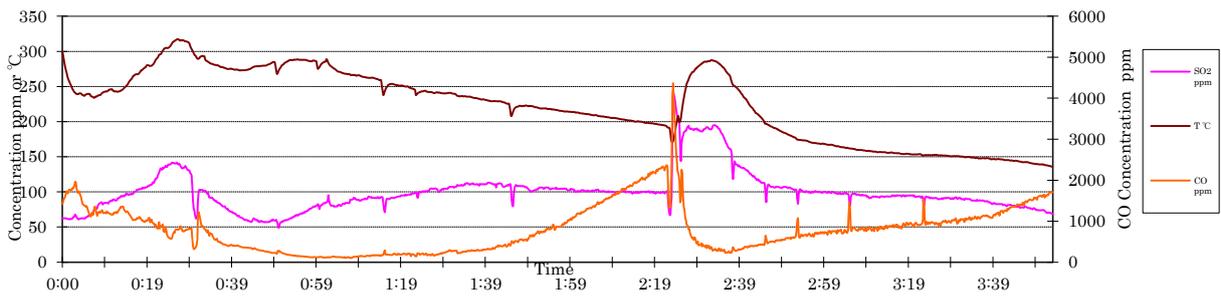
燃焼試験は、2023 年 12 月、2024 年 1 月及び 2 月に実施した。BCB と TTT 社製の燃焼時の排ガス温度と排ガス濃度を図 3-6-18 に示す。また、過去の TTT 社製の結果と共に測定結果を表 3-6-11 に、燃焼試験の評価結果を表 3-6-12 に示す。

BCB は、全ての項目で排出基準を満たしており、BCB と TTT 社製とを比較すると BCB は Dust、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 及び CO の濃度が低く、特に CO 濃度が大きく異なった。

一方、TTT 社製は BCB に比べ CO が発生しやすく Dust と CO 濃度が排出基準を超過していた。また、TTT 社製は 2020 年に脱硫剤を添加していなかったが、2021 年には脱硫剤 4%、2023 年には脱硫剤(CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) 4.3%を添加しており、2020 年に比べ SO<sub>2</sub> 濃度が低くなっている。

なお、TTT 社製は BCB に比べ着火性が悪く、ストーブ炉内の温度上昇が遅い事から、燃焼試験室内が温まりにくく、CO 濃度が高くなる傾向がある。

2024 年 1 月 31 日実施 BCB



2024 年 2 月 1 日実施 TTT 社製

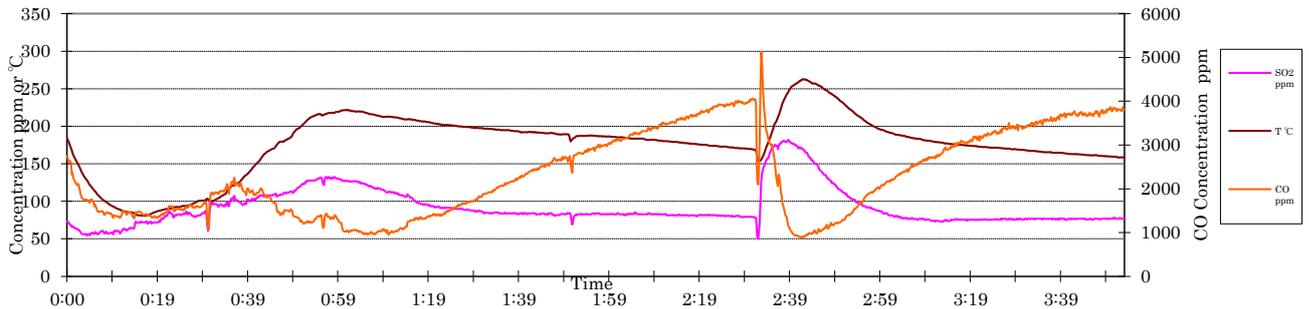


図 3-6-18 BCB と TTT 社製の燃焼時の排ガス温度と排ガス濃度 (Raw Data)

表 3-6-11 改良型ストーブにおける TTT 社製と BCB の燃焼試験結果

MNS 5216:2016	2020 year TTT					2021 year TTT				2023 year TTT			2023 year BCB (Saudust10%.CaCO <sub>3</sub> 3%)			
	1	2	3	4	Average	1	2	3	Average	1	2	Average	1	2	3	Average
Dust 130 mg/Nm <sup>3</sup>	137	124	120	139	130	204	149	105	153	151	125	138	98	86	47	77
SO <sub>2</sub> 1,200 mg/Nm <sup>3</sup>	919	776	1,042	1,027	941	637	748	464	616	747	778	762	518	371	724	538
NO <sub>x</sub> 700 mg/Nm <sup>3</sup>	187	178	277	220	215	231	225	269	241	177	178	178	152	163	140	152
CO 9,800 mg/Nm <sup>3</sup>	7,570	10,694	11,119	8,313	9,424	9,064	9,286	8,116	8,822	10,698	11,581	11,139	3,513	1,492	2,988	2,664

※赤字の値は排出基準値の超過を示す。

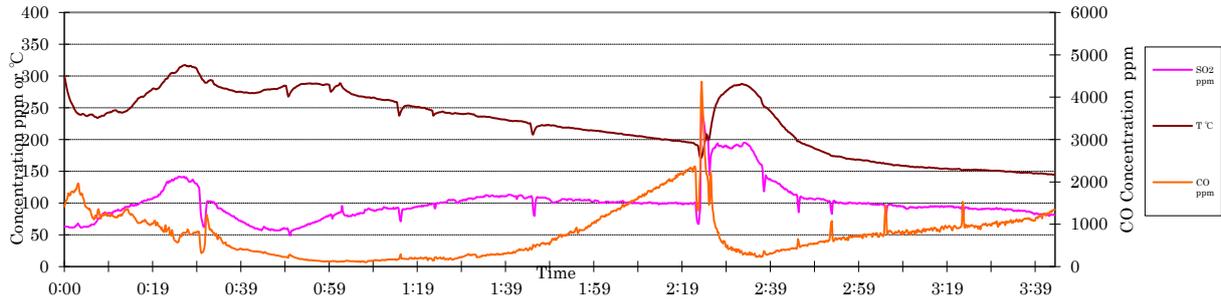
表 3-6-12 燃焼試験の評価結果

種類	TTT 社	BCB
Dust	排出基準を超過している。	排出基準を満たし、TTT 社より削減が可能。
SO <sub>2</sub>	多少脱硫効果が見込まれる。	TTT 社より脱硫効果が高い。
CO	排出基準を超過している。	排出基準を満たし、TTT 社より大幅な削減が可能。
着火性	悪い。	TTT 社より着火性が良く、着火材の量を減らせる。
燃焼温度	平均 170℃	平均 243℃で TTT 社より高く、部屋が温まりやすい。
同じ重量当たりの燃焼時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低温が長時間続く。</li> <li>・部屋を早く暖めるために、着火剤の量を増加や燃料投入量を多くしている可能性が高い。</li> </ul>	TTT 社に比べ 12%程度短い。
硬さ（強度）	硬い。	TTT 社より硬くない。

### (3). 伝統ストーブと改良型ストーブの違い

2023年12月から2024年3月にかけてBCBを用いて伝統ストーブと改良型ストーブの燃焼試験を実施した。ストーブの違いによる燃焼時の排ガス温度と排ガス濃度を図3-6-19に示す。また、測定結果を表3-6-13に示す。BCBを燃料とした場合、改良型ストーブは排出基準を満たしていたが、伝統型ストーブのDust濃度は改良型ストーブより高く、特に高濃度のCOが長時間継続し、COは排出基準を超過していた。そのため、MNS5216:2016のストーブの技術的要求を満たしていない伝統型ストーブは一酸化炭素中毒になる恐れがあるため、製造及び販売を中止すべきである。

改良型ストーブ



伝統型ストーブ

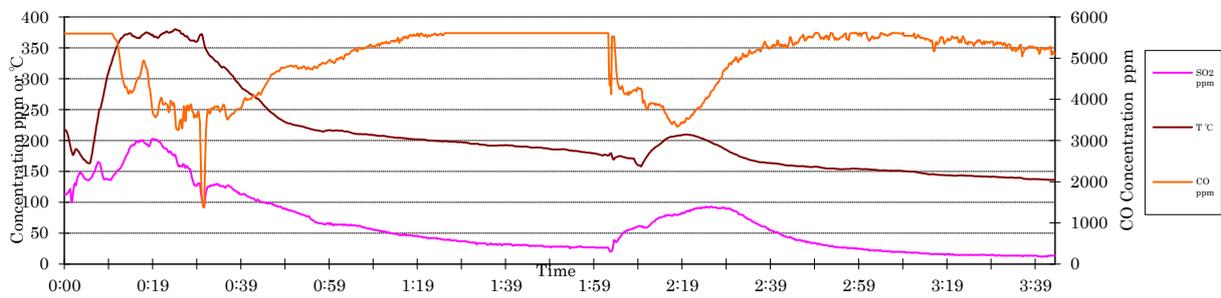


図 3-6-19 ストーブの違いによる BCB の排ガス温度と排ガス濃度 (Raw Data)

表 3-6-13 伝統ストーブと改良型ストーブにおける BCB の燃焼試験結果

MNS 5216:2016	Traditional Stove				Improved Stove				
	2023year BCB (Saudust10%.CaCO <sub>3</sub> 3%)								
	1	2	3	Average	1	2	3	Average	
Dust	130 mg/Nm <sup>3</sup>	125	107	99	110	98	86	47	77
SO <sub>2</sub>	1,200 mg/Nm <sup>3</sup>	287	363	392	347	518	371	724	538
NO <sub>x</sub>	700 mg/Nm <sup>3</sup>	161	164	152	159	152	163	140	152
CO	9,800 mg/Nm <sup>3</sup>	16,783	16,080	16,826	16,563	3,513	1,492	2,988	2,664

(4). BCB の製造

1) バイオマス供給可能性調査

2023年7月から2023年12月にかけてバイオマス供給可能性調査を実施した。その結果、モンゴルは、年間平均860万トンのバイオマスを供給することができることが判明した。その内、91.0%は動物の糞と糞尿であり、4.6%は作物残渣、残りの4.4%はおがくず、枯れ木、倒木、乾燥した木材、その他の木材である。

課題は、糞と糞尿バイオマスは豊富にあるが、バイオマスを供給できるシステムが確立されていない事である。

TTT 社は毎年 65 万トンの改良燃料を製造しており、BCB に燃料を転換した場合、必要なバイオマスは 7.15 万トン（水分の平均値約 10%を考慮）になる。7.15 万トンのバイオマスを調達する場合、231 億 MNT（10 億円）の費用がかかる。

表 3-6-14 バイオマス種類別の供給量と TTT 社の東工場までの運搬を含めた価格

(単位 MNT)

No	バイオマスの種類	供給量 (万トン)	1 トン当 たりの単価	バイオマスの購 入費	人件費と輸送 費	合計金額
1	木材	1.5	200,000	300,000,000	220,000,000	520,000,000 (2,260 万円)
2	農作物残 渣	5.0	300,000	1,500,000,000	350,000,000	1,850,000,000 (8,040 万円)
3	乾燥糞尿	5.0	200,000	1,000,000,000	350,000,000	1,350,000,000 (5,870 万円)
合計		11.5				3,720,000,000 (16,170 万円)

## 2) BCB の製造コスト

既存の低圧成型機から高圧成型機に変更するとバインダー添加率が減少する可能性があり、製造コストが下げられる。そのため、バインダー添加率削減に向けて高い成型圧力でタブレット（円形の直径 52mm 厚さ 24mm の薬の丸い錠剤を大きくしたようなブリケット）を製造し、タブレットの強度試験を実施した。その結果、高い成型圧力であっても、強度の面からバインダーが不可欠であり、BCB には 6%のバインダーを添加する必要がある事が判明した。

BCB の製造コストは TTT 社の改良燃料の 2023 年の計画のコストに対して原料のミドリリングの使用量が減るため、ミドリリングの運搬費が下がるもののバイオマスの購入費、粉碎機の購入費用等がかかるため、TTT 社に比べ約 22%製造コストが高くなる。

また、それ以外にも設備投資として既存の TTT 社の製造ラインを流用して BCB を製造できないため、バイオマスの保管庫、バイオマスの乾燥器等を含む BCB 用の製造ラインを建設する必要がある。

### (5). 成果

国策の TTT 社が家庭用改良燃料の製造に用いる石炭を使用する制約下において、BCB を製造した。BCB は、TTT の既存の改良燃料に比べ環境性能が良く、改良型ストーブにおいて MNS5216:2016 のストーブの排出基準の項目を全て満たす製品を製造する事ができた。

また、製造に必要なバイオマスは、UB 市近隣の Tuv 県から 11.5 万トンのバイオマスの供給が可能が判明した。しかしながら、バイオマスの購入・輸送費等が増えるため、BCB を 65 万トン製造した場合、TTT 社の改良燃料の 2023 年の計画のコストに比べ製造コストが 22%高

くなる事と製造には設備投資が必要である事、バイオマスを供給するシステムが確立されていない事が判明した。

### 3-6-4-3 信号制御

信号制御として、TCC に導入されている交通管制システムの適切な運用（維持・管理）を実施するため、2022年12月に日本の交通工学に基づく技術を習得する本邦研修を実施した。

2022年9月に実施した交通現象調査の結果に基づき、本邦研修により習得した技術を用いて、JET と TCC が 2023年4月に信号調整を次のように実施し、影響の評価を行った。

1. 対象の13交差点は、17交差点（図3-6-20）の内、現示の需要率が1を下回る交差点を選定した。さらに、内、10交差点については、2023年1月に、TCC が予め作成した信号の灯火時間の調整案に則り調整を実施した。（残る3交差点は信号制御器の不具合により調整案が反映できていない。）

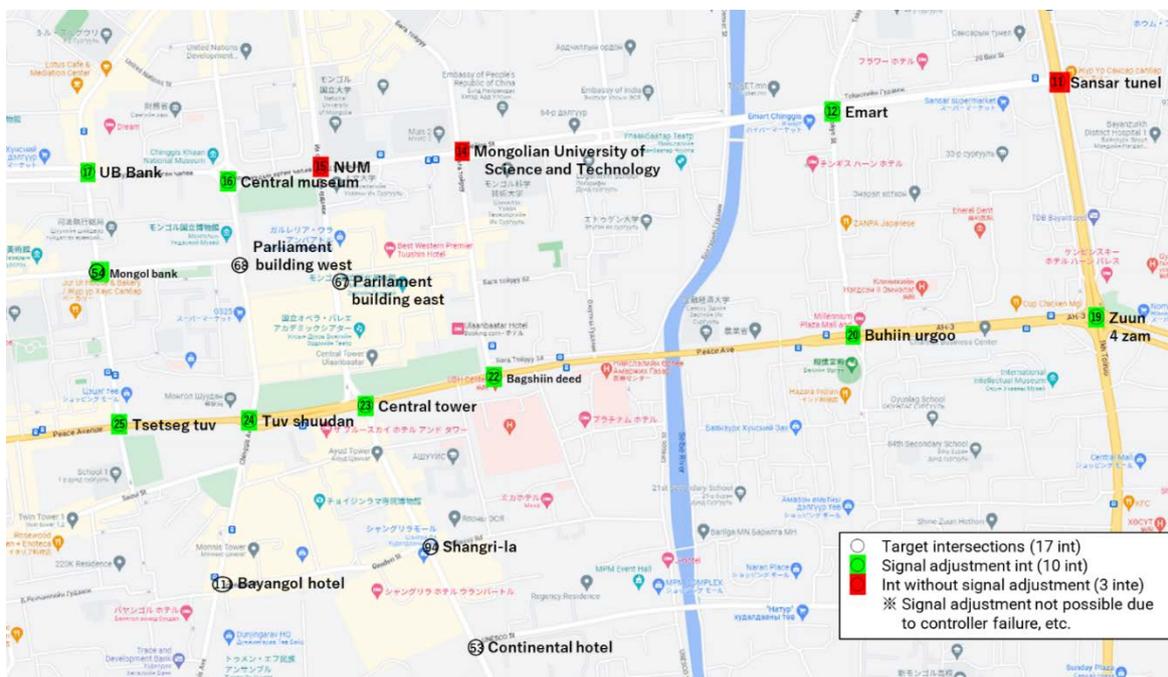


図 3-6-20 交通現象調査対象交差点

2. 交差点処理交通量は、信号の灯火時間を調整した10交差点において、信号調整前574,270台から、信号調整後593,767台と19,497台の増加となり、信号調整により処理交通量が向上した。これは、信号調整後が信号調整前より、より多くの車両を処理することができたことを意味する。
3. 交差点渋滞長は、信号の灯火時間を調整した10交差点において、信号調整前8,260mから、信号調整後7,921mと338mの減少となり、渋滞が改善した。

4. 走行の試行は、2ルートを各左回り、右回りの計4ルートを、朝、昼、夜各1回の計12回実施した。旅行時間は、12回走行のうち、7回で増加し、5回で減少した。走行するタイミングで交通警察の介入があると大きく旅行時間は変動するため、走行回によって旅行時間が増減する結果となった。旅行時間が最も減少したのは南北ルートの夜の時間帯であり、信号調整前47分36秒(旅行速度9.5km/h)から信号調整後40分19秒(旅行速度11.2km/h)と7分17秒の減少(旅行速度1.7km/hの向上)となった。
5. TCCの信号への介入は、記録のある14交差点合計で信号調整前340回から信号調整後315回に減少した。これは、信号交差点の渋滞が改善したことにより介入の必要性が減り、介入回数が減ったことを意味する。
6. TCCの信号への介入時間は、記録のある14交差点平均で1回あたり信号調整前3分14秒から信号調整後2分13秒に減少している。これは、TCCが本邦研修により信号への介入が交通流に悪影響を及ぼしていることを理解したことで、1月下旬にTCCと交通警察が協議し、信号介入の削減、介入の実施時間の変更(無制限→240秒以内)が行われたことが影響している。

今回は信号調整前後の交通状況の変化について交通量、渋滞長、旅行時間、信号への介入の観点で検証し、信号調整による部分的な効果が見られた。ただし、信号調整後の交通状況には、本プロジェクトの信号調整だけでなく、TCCが実施した信号への介入の減少、警察官による信号機の灯火を無視した交通整理回数の減少、ザイサントルゴイの交通規制による都市部の渋滞改善も含まれていると考えられる。

また、本邦研修によるTCC職員の能力強化(信号調整の考え方の指導)により、TCC職員の交通渋滞に対する取り組み方に変化が認められ、交通対策を積極的に実施していこうという姿勢が感じられた。

なお、信号調整だけで交通状況の根本的な改善は難しく、信号現示の変更、車線の整理、道路整備、公共交通機関の整備、交通需要調整、交通マナーの向上などの複合的な対策が必要である。

本プロジェクトにて実施した信号調整の結果及び本邦研修を始めとした信号調整の考え方の指導により、TCC職員の交通渋滞に対する取り組み方の変化、技術力の向上がみられた。交通管制センターは、この技術ガイドライン(別添資料3-5-2)を活用し、ザイサントルゴイの交通規制、太陽橋南側の交通規制などの対策を検討し、一部は本格運用まで結び付けることができた。今後、本プロジェクトにて身につけた能力を活用し、交通渋滞の緩和に向けた効果的な対策が選択・実施されることを目指す必要がある。また、WBの支援により、交通管制システムの更新が予定されているが、このシステム更新にはシステムのメンテナンス等が含まれるような更新内容となるよう留意が必要である。



写真 3-6-4 信号調整

#### 3-6-4-4 低硫黄燃料

モンゴルでは、高硫黄の自動車燃料が販売されていた。このため、本プロジェクトでは低硫黄燃料（Euro5 燃料）の導入のための活動として、低硫黄燃料を導入した場合の SO<sub>2</sub> 排出量の低減量の算定、日本での低硫黄燃料導入経緯や法整備の紹介を通じたモンゴルでの法整備の支援、ガソリンスタンドで販売されている燃料の硫黄分の検査を MMHI と連携して実施した。

市場に供給されている燃料の硫黄分の実態は、2021 年 11 月に MRPA に供与した蛍光 X 線硫黄分析計を活用し、MRPA が 2021 年 12 月から毎月数件のガソリンスタンドから燃料サンプルを調達して、その成分の分析・確認を進めてきた。2023 年 3 月の分析結果によると、Euro 2 として販売されていたディーゼル燃料 16 サンプルのうち、4 サンプルが 2000ppm 超であった（表 3-6-15）。

燃料分析の結果を基に、低硫黄燃料が普及した際の SO<sub>x</sub> 排出量の低減量を算定したところ、UB 市の自動車から排出される SO<sub>x</sub> 排出量は、2018 年（低硫黄燃料の販売割合が 12.8%）が 408.6t/年に対し、2025 年（低硫黄燃料の販売割合が 80.0%と想定）が 97.3t/年となり、低硫黄燃料の普及により SO<sub>x</sub> 排出量は 76.2%削減されると算定された。

上記の活動により、低硫黄燃料の導入に関しては、2022 年 4 月 22 日付の大気法の改定で大気法の 16.1.6 に UB 市内の大気質改善地域内で、MNS にて低硫黄燃料である Euro 5（モンゴルでは K5）の燃料を販売し、それ以下の燃料の販売などを禁止する規定が追加された。

しかし、低硫黄燃料の販売量は徐々に増加しているが、低硫黄燃料と通常燃料（Euro2 燃料）には価格差があり、本格的な普及となっていない。

そのため、JET は、2023 年 4 月に低硫黄燃料の普及に向けて、高硫黄燃料が Euro V の規制適合ディーゼル車に深刻な悪影響を与えることについて、資料を作成し、MMHI、MRTD 及び PTD に説明を実施した。

その説明の過程で、一部の公共バスで Euro V バスに通常燃料（高硫黄燃料）が使用されていることが判明したため、市の公共バスの運行バス会社に対し、市公共交通局から低硫黄軽油の

使用と通常燃料禁止のレターの発出を依頼するとともに、JET から副市長宛てにレターを発出して低硫黄燃料の使用について啓発活動を実施した。その結果、同バス会社では低硫黄燃料が使用されることとなった。

表 3-6-15 Euro 2 ディーゼル燃料の硫黄分の分析

No.	硫黄分 ASTM D5453-09 (ppm)
GT065	3546.0
GT066	2217.0
GT067	1431.0
GT068	1921.0
GT069	1424.0
GT070	1431.0
GT071	1738.0
GT072	3150.0
GT073	1848.0
GT074	1405.0
GT075	1538.0
GT076	1480.0
GT077	2795.0
GT078	1929.0
GT079	1348.0
GT080	1808.0

Euro 2 ディーゼル燃料における硫黄分の基準は 2000ppm 以下である。

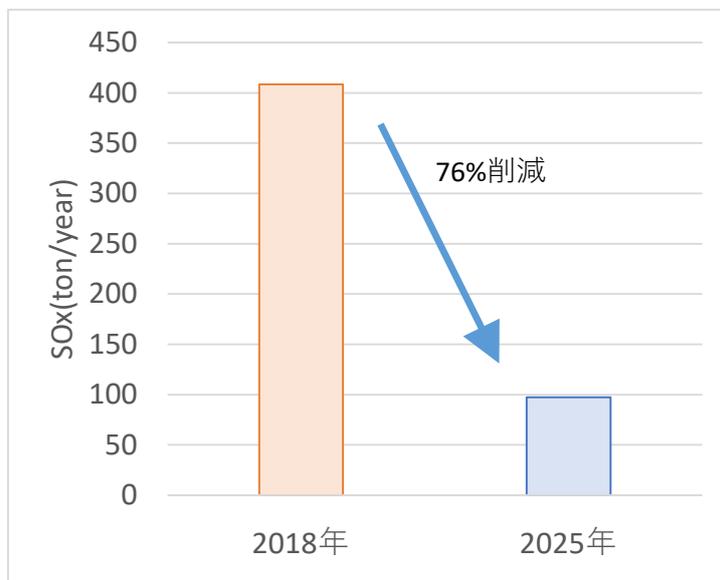


図 3-6-21 Euro 5 燃料の普及による SOx 排出量の試算結果

低硫黄燃料（Euro 5 燃料）普及、啓発活動の一環で、JET は MMHI からの依頼で 2014 年から Euro 5 燃料の販売しているションホライ社に Euro 5 燃料のメリットなどを専門的な観点からアドバイスを実施した。

また、JET は 3 回モンゴルのナショナルテレビ局（NTV）に出演し低硫黄燃料の普及活動を実施した。

1) 2023 年 10 月 3 日に NTV から、以下の質問に回答する形で JET がインタビューを受け、同日の 19 時からニュース番組内で放送された。ニュースは Medee 社の公式チャンネル (<https://www.facebook.com/NTVNewsMN/videos/2018039411898251/>) で随時視聴可能である。



写真 3-6-5 NTV でのインタビュー

（回答）

### 1 自動車対策の一環としての Euro 5 基準の燃費向上に関する情報

通常の燃料に対し、Euro 5 燃料の短期的な燃費向上効果は、誤差の範囲レベルと考える。ただし、通常の燃料に多く含まれる硫黄によって、ガソリン車では、インジェクター、O<sub>2</sub> センサー、A/F センサー、三元触媒の劣化、ディーゼル車では、インジェクター、酸化触媒、DPF、尿素 SCR、各種センサーが劣化し、適切な燃料がエンジンに噴射されないため、燃費が悪化する。

### 2 Euro 5 燃料の利点と重要性

通常の燃料は、燃費だけでなく、SO<sub>2</sub>、CO、HC、NO<sub>x</sub>、PM などの大気汚染物質も増加することから Euro 5 燃料の使用は重要である。

特に SO<sub>2</sub> は、燃料中の硫黄分割合で排出量が決まる。

ガソリンでは、通常燃料の硫黄分が 150 ppm の場合 Euro 5 燃料の硫黄分は実質 7 ppm 程度のため、Euro 5 燃料を使用することによって、排出される SO<sub>2</sub> は約 1/20 となる。

ディーゼルでは、通常燃料の硫黄分が 2,000 ppm の場合 Euro 5 燃料の硫黄分は実質 7 ppm 程度のため、Euro 5 燃料を使用することによって、排出される SO<sub>2</sub> は約 1/280 となる。

ウランバートル市内では、ゲル地区での石炭燃料の使用に係る高い SO<sub>2</sub> 濃度が課題となっているが、その要因の一つが自動車の通常燃料の使用であることから、すぐに実施できる大気汚染対策として、Euro 5 燃料の使用は重要と考える。

### 3 その他の必要な情報

#### (1) Euro 5 燃料の普及が 100%となった場合

UB 市内で使用される自動車用燃料が、全て Euro 5 になった場合、ガソリン車、ディーゼル車に関わらず、排出ガス低減装置の劣化が最小限となるため、大気汚染の改善に寄与すると考える。

また、燃料中の硫黄分が Euro 5 燃料は通常燃料より少ないため、1 台当たりの SO<sub>2</sub> 排出量は、通常燃料に比較して、ガソリン車で約 1/20、ディーゼル車で約 1/280 になる。

#### (2) 日本の取り組み、モンゴルでの課題

日本では、低硫黄燃料の供給は、自動車メーカーからの今後の低排出ガス自動車の普及のために必要となる低硫黄燃料供給の要望に対し、石油業界が連携し、精製所の脱硫施設を追加して、脱硫レベルを向上させ達成した。

モンゴルでは、現時点では、精製所がないため、独自に Euro 5 燃料を普及させることは難しいが、燃料の輸入先の国々（ロシアや中国）では、Euro 5 燃料の導入が進んでいることから、今後の調達に大きな課題はないと考える。

一方、Euro 5 燃料の供給量（輸入量）が安定して増加しても、Euro 5 燃料を使用する意義を使用者が理解していないと普及しないので、継続的な Euro 5 燃料使用の普及啓発活動が重要と考える。

2) Euro 5 燃料の普及活動としてショーンホライ社と協力して NTV での広報活動を実施した。NTV のインタビューが 2023 年 12 月 18 日に実施され 12 月 20 日夕方に放映された。ニュースは Medee 社の公式チャンネル<sup>29</sup>で随時視聴可能である。

3) 2024 年 4 月 23 日に NTV でのガソリンスタンドにおける Euro 5 燃料に関する取材が実施され、同日夕方に放映された。ニュースは Medee 社の公式チャンネル<sup>30</sup>で随時視聴可能である。



出典: <https://www.facebook.com/NTVNewsMN>

写真 3-6-6 NTV での放送

<sup>29</sup> <https://www.facebook.com/watch/?v=611376561080018>

<sup>30</sup> <https://www.facebook.com/watch/?v=1548909752338264>

### 3-6-4-5 エコドライブ

エコドライブでは、2021年10月~2022年4月にかけて、エコドライブ導入前後の排出ガス低減効果を把握するため、乗用ガソリン車、乗用ガソリンハイブリッド車、ディーゼル小型トラックの3台において車載排ガス計を用いた調査を行った。

エコドライブ導入前後の排出ガス低減効果を把握するため、車載計を用いた排出ガス測定を行い、DAAEP及びNRTCの排出ガス測定及びデータ解析の担当者に技術移転を行った。

エコドライブを実施した結果、通常運転に比べてエコドライブは、速度、加速度、エンジン回転数のランク別頻度が低い領域にシフトしている。大気汚染物質の削減効果は、NOxで12~31%（ディーゼル小型トラックを除く）、PMで33%、燃料消費量で2~13%となった。エコドライブ実施結果の詳細は別添資料3-6-5に示す。

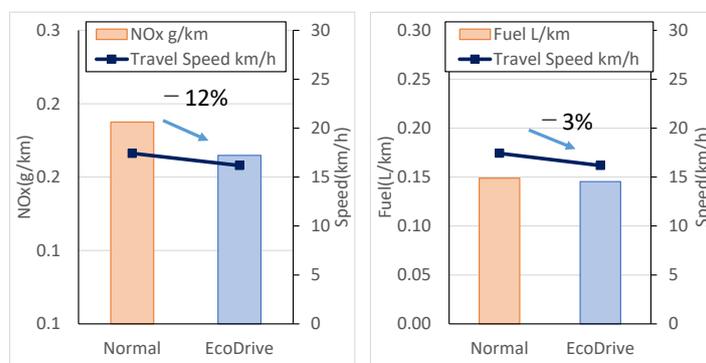


図 3-6-22 エコドライブによる大気汚染物質の削減効果（ガソリン車）

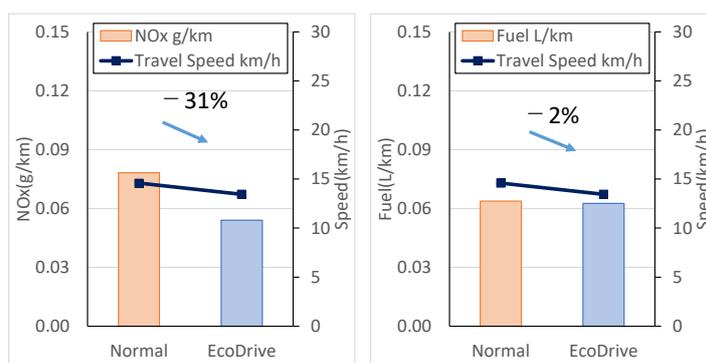


図 3-6-23 エコドライブによる大気汚染物質の削減効果（ガソリンハイブリッド車）

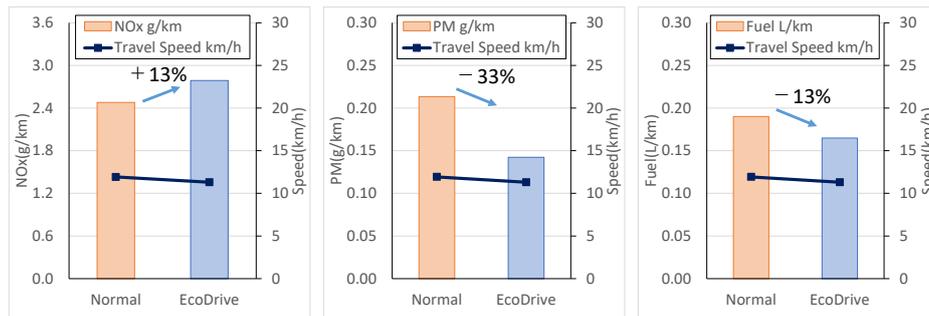


図 3-6-24 エコドライブによる大気汚染物質の削減効果（ディーゼル小型トラック）

上記のエコドライブの効果を踏まえ、エコドライブの普及・啓発のため、エコドライブマニュアル（別添資料 3-6-6）を作成した。

また、2事業者8台の車両に運行管理機器を導入して、1か月の通常運転ののち、作成したエコドライブマニュアルを用いたエコドライブ講習を実施し、エコドライブを実施した。通常運転時とエコドライブ時の点数の比較をしたものが図 3-6-25 である。

Trust Trade 社では、市内の配送のため、ブレーキの点数が低い傾向が見られ、エコドライブによってブレーキの点数が改善した 4171 号車の合計点数のみが向上した。この結果を 2 事業者 8 名のドライバーに伝えるとともに、最高得点を記録したドライバーに対し、記念品を授与して表彰した。

ウランバートル市内の交通状況の中、エコドライブを実施することが難しかったと考えられるが、エコドライブはすぐに定着するわけではないため、エコドライブの技術ガイドライン（別添資料 3-5-3）に基づき、継続的に運転の評価とエコドライブの実践を繰り返しながら、引き続き取り組んでいく必要がある。

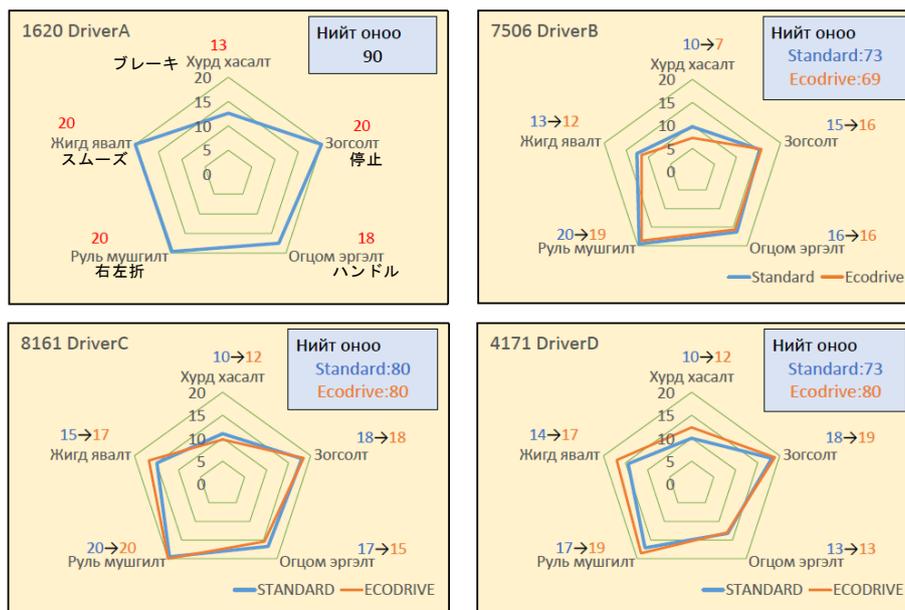


図 3-6-25 エコドライブ教育用運転評価シート (Trust Trade)

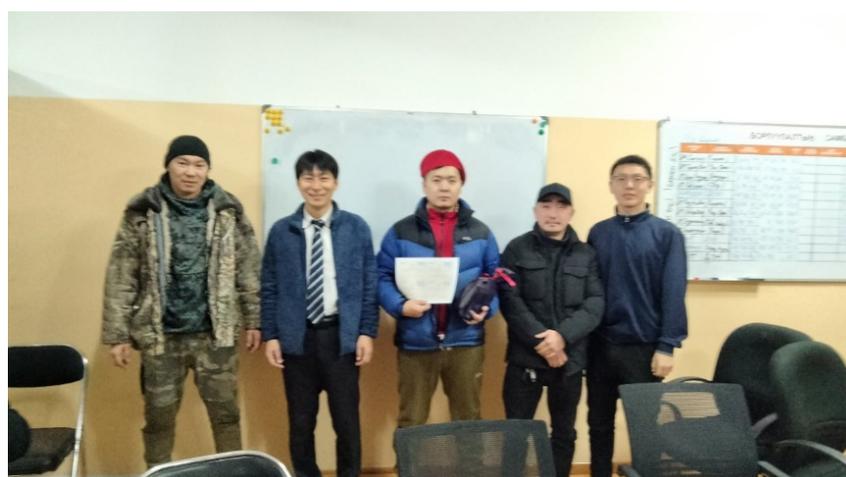


写真 3-6-7 エコドライブ表彰式の様子

### 3-6-4-6 PM 低減装置 (DPF 等)

PM 低減装置 (DPF 等) では、業務関連指示書 (別添資料 3-5-5) を作成し、今後の進め方について MRTD と打ち合わせをして、本格事業として PM 低減装置 (DPF 等) の装着を義務づける自動車関連規制の整備を進めていくことで合意した。しかし、MRTD では、DPF が高価、運用に費用がかかる、取り付け費用が高価などの批判的な意見が出ている。

MRTD ではモンゴル国内で DPF を生産する可能性について調査を実施していることもあり、DPF を全く導入しないわけではなく、導入するには検討が必要な状況である。

また、「モンゴル国ディーゼル路線バスのDPFによる黒煙低減計画に関する普及・実証事業」によりDPFを装着したバスが車両の使用期限である12年を経過したため、2022年12月に廃車となった。廃車予定の車両に搭載されているDPFを活用するため、UB市公共交通局から他の車両への載せ替えを依頼されたため、廃車になるまでに載せ替えを支援する準備を進めていた。

しかし、公共路線バスでは、電気バスやEuro Vバスへの転換が進められているため、DPFの移転させるバス車両がほとんど無かったが、民間のバス会社でDPFの搭載希望を確認したところ、1社から希望があり、2台のDPFの移設、再生装置の設置を実施し、DPFの運用・管理を進めた。

希望のあったバス社において、2台目のDPFの移設を実施した。DPFの運用では、専門のDPFフィルターの再生作業員を配置したことによって、DPFの運用は問題なく実施できた。

また、DPFのPM低減効果は、走行時の黒煙の減少やDPFを通した場合、通さない場合のガゼテストからも非常に高い環境性能があることを確認した。

一方、再生作業員が確保出来ない場合、通常のバス会社では、既存の整備担当者だけでは毎日の運用は困難であることが再確認されたため、今後、DPFを運用する場合には運営体制やその費用を含めた検討が必要と考える。

#### 3-6-4-7 RSD

##### (1) RSD 調査実施状況

調査実施日は、2023年5月29日から6月30日までのうち、土曜日、日曜日および6月22日から6月25日までを除く各日である。調査状況は表 3-6-16 に示すとおりである。

表 3-6-16 調査状況

Date	地点	計測時間	RSD 計測			オパ シテ イ 計測
			検知数	有効数	有効割合(%)	
2023/5/29 Mon	West Gate	10:23 ~ 16:35	1,323	492	37	22
2023/5/30 Tue	West Gate	8:53 ~ 14:10	349	242	69	3
2023/5/31 Wed	West Gate	10:30 ~ 16:31	1,483	1,106	75	24
2023/6/1 Thu	West Gate	9:42 ~ 16:31	2,427	1,973	81	-
2023/6/2 Fri	West Gate	9:18 ~ 16:30	2,175	1,736	80	33
2023/6/5 Mon	West Gate	9:26 ~ 16:28	1,871	1,388	74	32
2023/6/6 Tue	West Gate	9:17 ~ 16:27	1,709	1,341	78	-
2023/6/7 Wed	West Gate	9:08 ~ 16:32	2,135	1,659	78	9
2023/6/8 Thu	West Gate	9:08 ~ 16:17	2,103	1,561	74	23
2023/6/9 Fri	West Gate	8:19 ~ 16:30	2,632	2,086	79	21
2023/6/13 Tue	South Gate	9:50 ~ 16:30	1,240	1,056	85	36
2023/6/14 Wed	South Gate	9:27 ~ 16:30	1,329	1,025	77	15
2023/6/15 Thu	South Gate	9:14 ~ 15:41	1,332	1,106	83	48
2023/6/16 Fri	South Gate	9:11 ~ 16:09	1,333	1,102	83	14
2023/6/19 Mon	South Gate	9:30 ~ 16:29	1,436	1,195	83	44
2023/6/20 Tue	South Gate	8:56 ~ 16:26	1,403	1,185	84	21
2023/6/21 Wed	South Gate	9:05 ~ 15:55	1,424	-	-	14
2023/6/26 Mon	South Gate	10:19 ~ 16:28	1,105	946	86	27
2023/6/27 Tue	South Gate	9:25 ~ 16:17	1,274	1,069	84	37
2023/6/28 Wed	South Gate	9:19 ~ 16:22	1,405	1,202	86	-
2023/6/29 Thu	Yarmag Bridge	9:46 ~ 14:59	3,406	2,455	72	-
2023/6/30 Fri	Yarmag Bridge	9:21 ~ 15:00	3,772	2,506	66	-
合計			38,666	28,431	74	423

## (2). RSD 計測装置

Opus Inspection 社 (USA) が製造した RSD という排出ガス計測装置を使用した。排出ガスを計測する SDM、速度・加速度を計測する速度・加速度バー、車両のナンバープレートを撮影するカメラ、これらの機材をコントロールしてデータを保存するコンピューターから構成される。

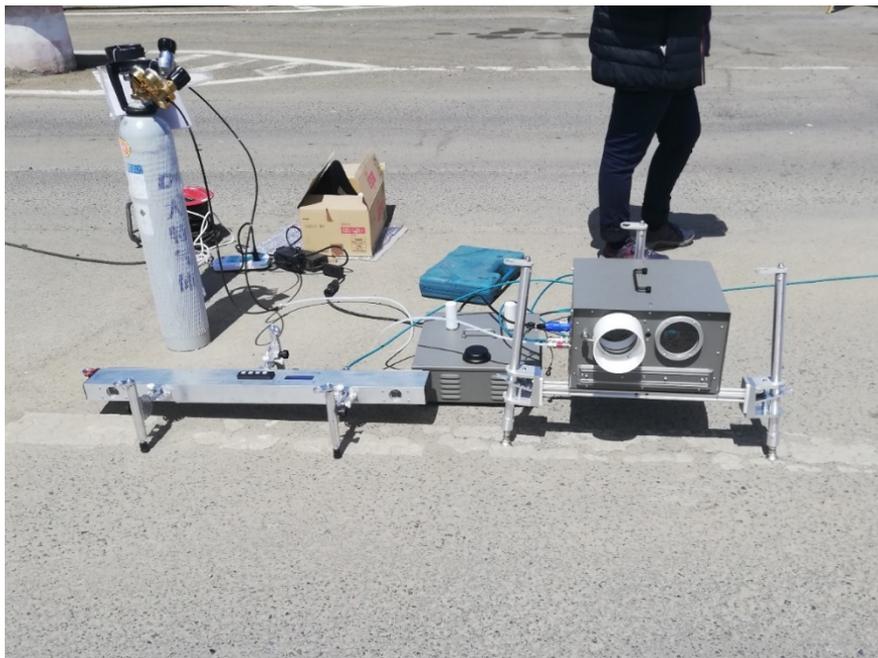


写真 3-6-8 RSD 計測装置

### (3). 調査地点

2023年5月29日から6月9日まで西の料金所、6月13日から6月28日まで南の料金所、6月29日から6月30日までヤルماغ橋でRSD調査を実施した。調査の実施状況は写真 3-6-9～写真 3-6-11 に示す。



写真 3-6-9 調査地点（西の料金所）



写真 3-6-10 調査地点（南の料金所）

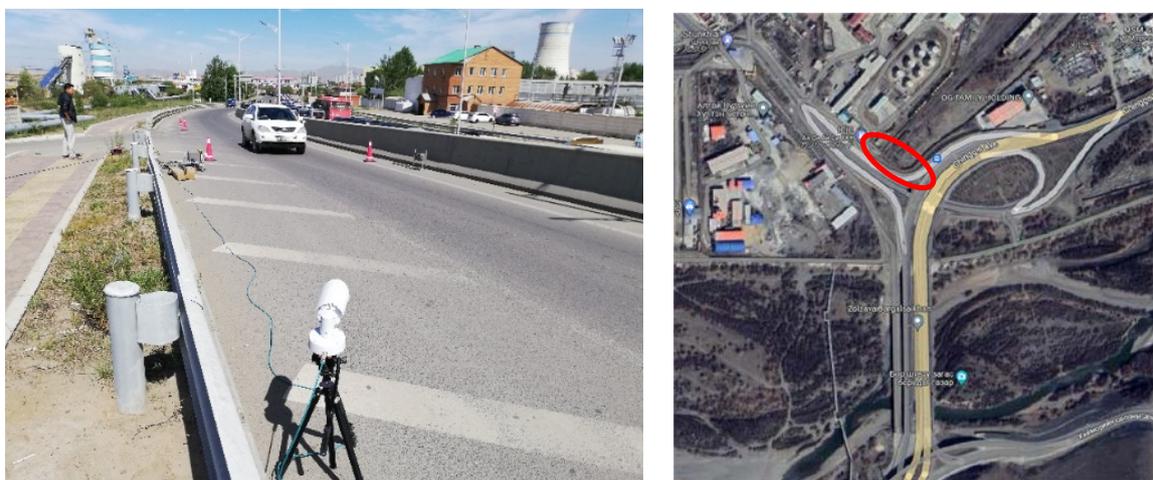


写真 3-6-11 調査地点（ヤルماغ橋）

#### (4). 計測項目

計測項目は、CO 濃度 (%)、CO<sub>2</sub> 濃度 (%)、炭化水素類 (HC、ppm)、窒素酸化物 (NO、NO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、ppm)、PM (g/100 g Fuel)、速度、加速度であり、それと合わせて車両前面の写真を撮影した。その中で smoke が計測できた車両を RSD 通過後に警察官が停止させ、オパシメーターを用いて透過度 (Opacity) を計測した。

#### (5). 測定結果

PM 濃度は、モンゴル 3 地点すべてで最も値の大きい階級 (0.075 以上) の割合が最も大きく、次いで最も値の小さな階級 (0.005 未満) の割合が大きくなった。全体的な分布傾向は日本と似ているが、0.075 以上の割合はモンゴルの各地点とも 40~56%であるのに対し、日本では 8%で

あり、モンゴルのほうが日本より高濃度に偏っていた。測定結果の詳細は別添資料 3-6-7 に示す。

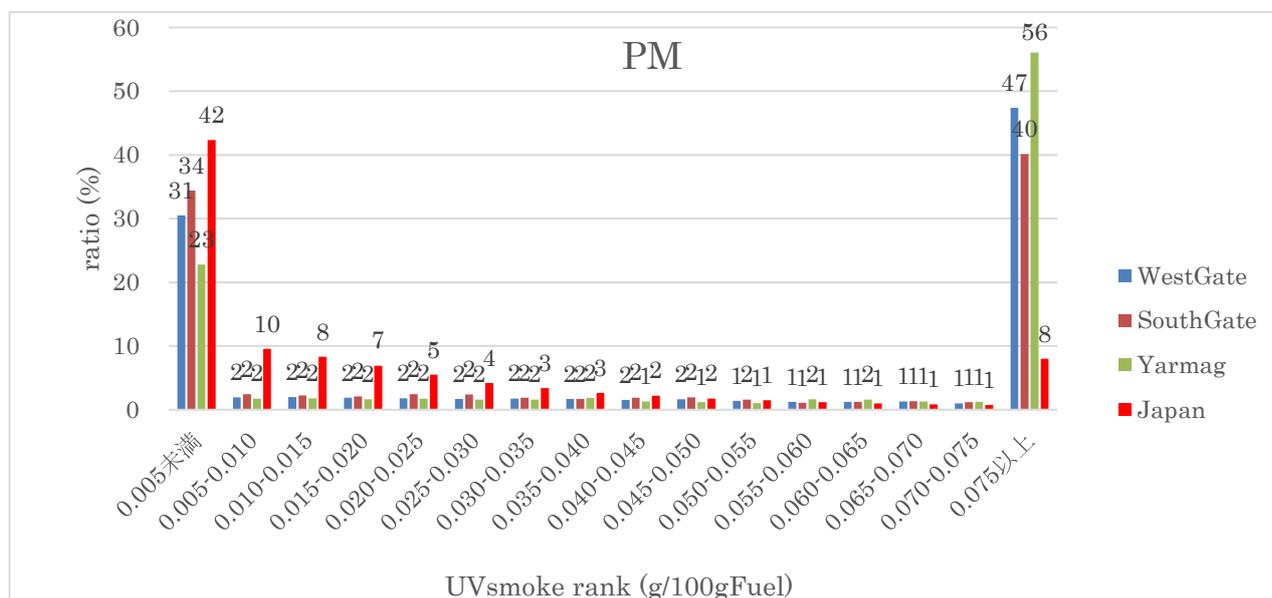


図 3-6-26 モンゴル 3 地点および日本での PM 濃度ランク別出現割合

#### (6). RSD 基準値

MNS5014:2009 に規定されている排出基準（オパシティーで 40%）に対応する RSD の排出基準値を用いた運行規制の導入に向け、オパシメーターによるオパシティーの値（%）と RSD の Smoke の値（g/100gFuel）の関係を確認した。

RSD の Smoke の値別に MNS5014:2009 に規定されている排出基準（オパシティーで 40%）を超える割合を算出すると、RSD の Smoke が 40 以上では排出基準を上回る割合が 100%、25 以上では 80%超、25 未満では 70%超であり、RSD の Smoke が高くなると排出基準を上回る割合が増加する傾向である。

これより、RSD の Smoke が 40 以上では計測台数 3 台のうち 3 台すべて（100%）が、25 以上では計測台数 10 台のうち 9 台（90%）が排出基準を上回っている。よって、RSD の排出基準値は、現状の UB の車両の実態、排出状況を加味すると、排出基準を上回る車の検出誤認率 10%程度と想定した場合、25 と設定することが望ましいと考える。なお、今回は、閾値の確度が高いところで設定しているが、全般的に PM 排出量が多いので、検査や整備体制、排出ガス規制の適合車割合などから、随時、見直しすることが必要と考える。

表 3-6-17 RSD 計測値におけるオパシティーの出現状況

Opacity	RSD_Smoke(g/100gFuel)											
	-1	1-	5-	10-	15-	20-	25-	30-	35-	40-	45-	50-
40%under	126	69	21	11	8	4	1	1	1	0	0	0
40%over	297	212	84	42	27	12	9	6	5	3	3	1
Sum	423	281	105	53	35	16	10	7	6	3	3	1
40%over Ratio	70.2	75.4	80.0	79.2	77.1	75.0	90.0	85.7	83.3	100.0	100.0	100.0

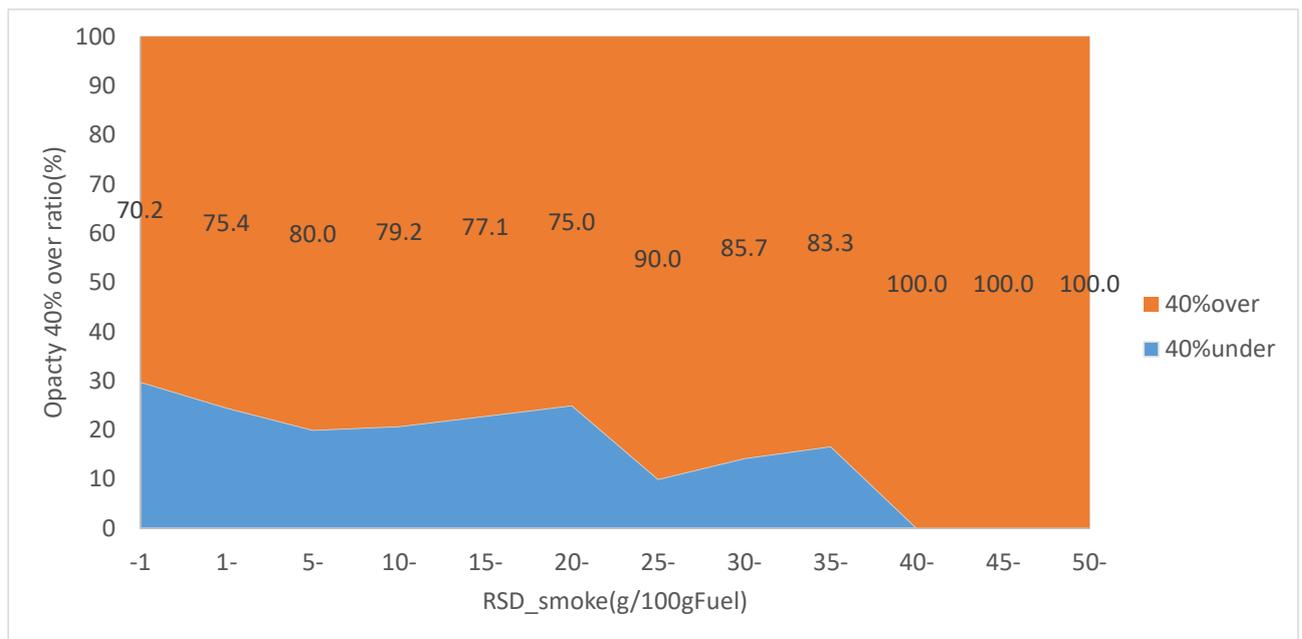


図 3-6-27 RSD 計測値におけるオパシティー40%over の割合

### (7). RSD の導入

モンゴル国で RSD 機材を保有していない事や法整備が整っていないため、法整備案（別添資料 3-6-8）と RSD 計測のための技術ガイドライン（別添資料 3-5-6）を作成した。

今後、MRTD が RSD を導入するとともに、いつでも路上検査ができる体制を構築する必要がある。具体的には、MRTD 大臣令や UB 市長令の法整備を通じ、RSD を入手して路上検査を開始し、基準値を超過している車両に対しては、罰金の支払いや整備命令の発出、PM 減少装置の未装着のディーゼル車両に対する装着要求、基準を満たした車両への買い換えの推奨等が考えられる。

### 3-6-5 活動 5-5~活動 5-6 パイロット事業結果の評価及び分析及び NCEPR への報告

- 5-5 関係機関が JET の支援により、パイロット事業結果を評価（排出削減および大気環境、住民暴露の観点から）及び教訓を分析する。
- 5-6 関係機関が JET の支援により、パイロット事業結果を NCEPR に報告する。

JET は、モンゴル側に対して、BAU の検討結果及びパイロット事業の結果に基づいた大気汚染対策案の効果（排出量、濃度、暴露）の評価結果を 2024 年 3 月 13 日に発表した（別添資料 株式会社数理計画

3-3-8) 。今後はモンゴル側が定量的に対策ケースを検討・評価することができるようになることを説明した。

パイロット事業の結果に基づく大気汚染対策の評価対象年は、PDM の上位目標で想定されているプロジェクト終了 3 年後の 2027 年とした。パイロット事業が実施されないと仮定したときの BAU シナリオで 2027 年の排出量を計算し、拡散シミュレーションにより予測濃度を計算した。BAU シナリオでの 2027 年の排出量に、パイロット事業での結果に基づいた排出量計算の設定を考慮して、パイロット事業における対策実施時の排出量を計算した。その排出量計算の設定は表 3-6-18 のとおりである。

表 3-6-18 パイロット事業における対策実施時の排出量計算の設定

		対策案実施時の設定
1	改良燃料 (BCB)	<p>ストーブからの排出対策として、すべての改良燃料が、プロジェクトで作成した BCB に置き換えられたとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>すべてのストーブでの改良燃料使用に対して、BCB 燃焼試験でのストーブ別の排出係数の平均値を適用する。なお、SO<sub>2</sub> の排出係数は、燃料中の硫黄分に依存するため、燃焼試験のうち最小の値の排出係数を適用する。</li> <li>活動量は、改良燃料使用量と同じ使用量とみなす。</li> </ul>
2	信号制御	<p>信号制御の改善前後での旅行速度調査の解析結果に基づき、UB 市内のすべての時間帯および幹線道路で、平均旅行速度が 18% 上昇する<sup>31</sup>こととする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ただし、モンゴルでの市街地一般道路の法定速度 (60km/h) を超過しない。</li> </ul>
3-1	低硫黄燃料及び Euro V 排出基準自動車 (すべての車両)	<p>Euro IV 排出基準以下の車両がすべて Euro V 排出基準の車両となり、燃料も Euro 5 を使うことで、高硫黄燃料による触媒の劣化を考慮しないこととする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>すべての車両で日本の 2005 年規制 (新長期規制) の排出原単位を適用する。</li> <li>硫黄分は 10ppm とする。</li> </ul>
3-2	低硫黄燃料及び Euro V 排出基準自動車 (バスのみ)	<p>Euro IV 排出基準以下のバスがすべて Euro V 基準のバスとなり、燃料も Euro 5 を使うことで、高硫黄燃料による触媒の劣化を考慮しないこととする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>すべてのバスで日本の 2005 年規制 (新長期規制) の排出原単位を適用する。</li> <li>硫黄分は 10ppm とする。</li> </ul>
4	エコドライブ	<p>各車種 1 台の調査であること、及び、車種及びエンジンによって異なるため、排出量計算は試算という形とする。</p> <p>ガソリン車とガソリンハイブリッド車を区分できないため、ガソリン車全体の削減効果は、ガソリン車とガソリン HV 車の調査結果を平均した値とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ガソリン : NO<sub>x</sub>21.5%減、燃料 2.5%減</li> <li>ディーゼル : NO<sub>x</sub>13%増、PM33%減、燃料 13%減</li> </ul>
5	DPF	<p>フェーズ 2 に即して、EURO IV (2003 年規制 (新短期規制)) 排出基準以下のバスを対象に PM 排出量を 80%削減<sup>32</sup>とする。</p>
6	RSD	<p>RSD により排出ガス不適合車が見つかり、不適合車が UB 市内で運行されなくなるとともに、定期的な点検・整備が実施され、車両の劣化が抑えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>基準が透過率 40%超 (1998 年規制 (長期規制) より前) の車は車種構成比率から除外する。</li> <li>整備不良に関する係数を乗じない。</li> </ul>

<sup>31</sup> 朝夕の渋滞は 18% 旅行速度が上昇しても解消されない

<sup>32</sup> フェーズ 2 及び『モンゴル国ディーゼル路線バスの DPF による黒煙低減計画に関する普及・実証事業』での調査結果における減少率

3-6-5-1 改良燃料パイロット事業

UB 市内全域で上記パイロット事業を本格実施した際の家庭用小型ストーブからの排出量を計算し、対策前後と比較した結果を表 3-6-19 及び図 3-6-28 に示す。排出量において、SOx は 65%以上、PM<sub>10</sub> は 30%近くの排出量削減が見込まれる。

表 3-6-19 対策前後での家庭用小型ストーブからの排出量削減効果

			SOx	NOx	PM	CO
対策前家庭用小型ストーブ排出量(2027年、BAU)		ton/year	5,388.5	1,988.2	1,597.3	62,649.7
改良燃料 (BCB)	対策実施時排出量	ton/year	1,692.9	1,326.3	1,130.5	47,202.4
	排出削減量	ton/year	3,695.6	661.9	466.8	15,447.4
	排出削減率	%	68.6	33.3	29.2	24.7

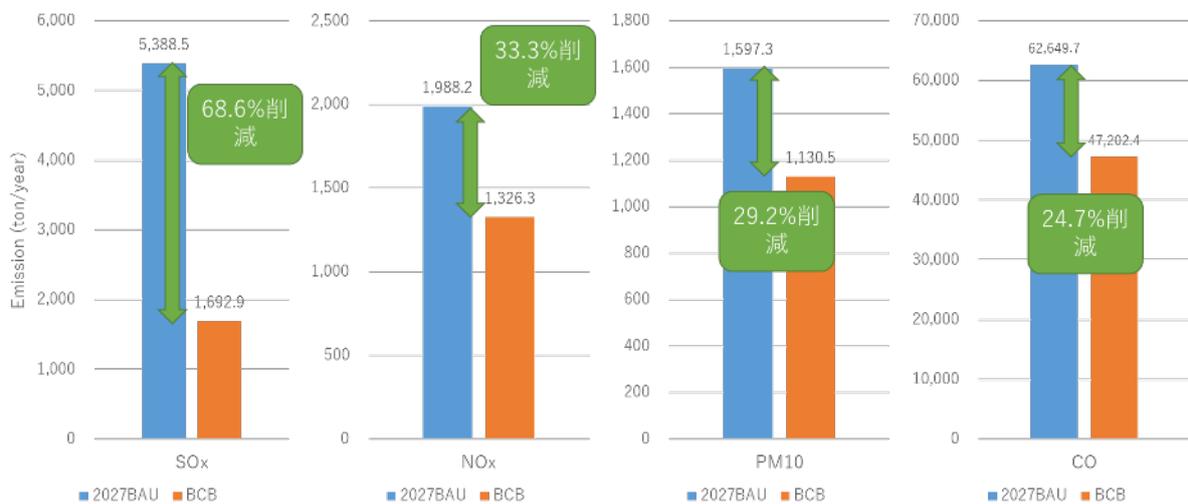
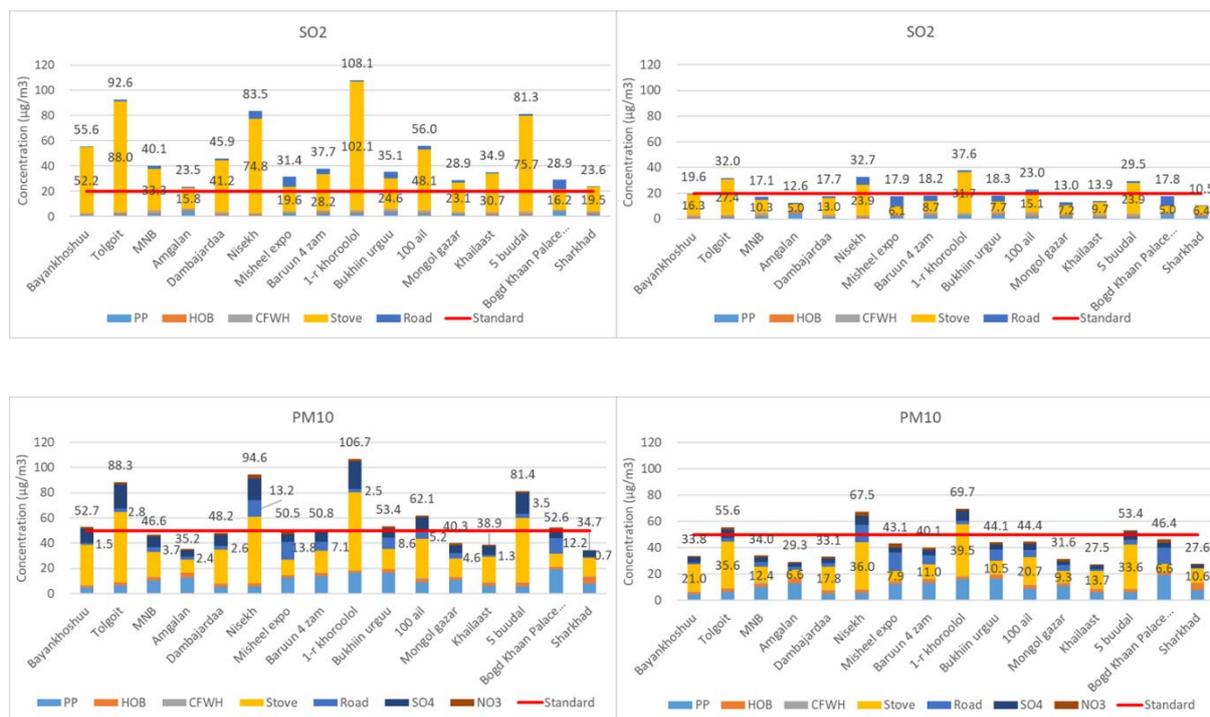


図 3-6-28 対策前後での家庭用小型ストーブからの排出量削減効果

この結果を基に拡散シミュレーションを実行し、対策前後での測定局の年平均濃度の低減効果を検証した。SO<sub>2</sub>及びPM<sub>10</sub>のUB市内すべての測定局での年平均濃度の低減効果を図 3-6-29 に示す。SO<sub>2</sub>は平均で59%、PM<sub>10</sub>は平均で27%濃度が下がった。それでも年平均の環境基準値(SO<sub>2</sub>: 20µg/m<sup>3</sup>、PM<sub>10</sub>: 50µg/m<sup>3</sup>)を超過している測定局がいくつかある。

改良燃料は、硫黄分の少ない燃料を使用するか、脱硫剤を混合させた燃料を製造することでSO<sub>2</sub>濃度低減を図れる。可能ならば脱硫剤の添加が不要な硫黄分の少ない燃料の方が良い。PMの排出の少ない炭種の使用、PMの排出を抑えるための燃料の製造あるいは燃料の転換によりPMの濃度低減を図れる。また、伝統的なストーブを改良型ストーブへ転換することにより、燃料使用量を減らし、排出濃度を下げることが可能と考える。



左: BAU シナリオ、右: 対策実施時

図 3-6-29 測定局における対策前後での全発生源からの年平均大気環境濃度低減効果  
(改良燃料パイロット事業)

### 3-6-5-2 自動車パイロット事業

UB 市内全域で上記パイロット事業を本格実施した際の自動車排出ガスからの排出量を計算し、対策前後と比較した結果を表 3-6-20 及び図 3-6-30 に示す。排出量において、信号制御の改善を実施した場合には、いずれの物質も 5~10%程度の排出量削減に寄与することが見込まれる。すべての車両を Euro V 対応の車両及び Euro 5 燃料に転換した場合には、いずれの物質も 85%以上の排出量削減が見込まれ、特に SOx 及び PM は、ともに 98%程度の排出量削減に寄与することが見込まれる。すべてのバスを Euro V 対応の車両及び Euro 5 燃料に転換した場合には、SOx、NOx、PM は 20~44%の排出量削減が見込まれる。エコドライブ及び DPF は PM の排出量削減に寄与することが見込まれる。RSD は PM、NOx、CO が 70~80%の排出量削減に寄与することが見込まれる。

表 3-6-20 対策前後での自動車排出ガスからの排出量削減効果

		単位	SOx	NOx	PM	CO
対策前自動車排出量(2027年、BAU)		ton/year	531.1	8,797.4	634.9	39,387.7
信号制御	対策実施時排出量	ton/year	492.8	8,260.8	599.4	34,825.1
	排出削減量	ton/year	38.3	536.6	35.5	4,562.6
	排出削減率	%	7.2%	6.1%	5.6%	11.6%
低硫黄燃料及び低排出ガス車 (すべての車両)	対策実施時排出量	ton/year	12.0	1,037.1	11.7	1,727.0
	排出削減量	ton/year	519.1	7,760.3	623.2	37,660.7
	排出削減率	%	97.7%	88.2%	98.2%	95.6%
低硫黄燃料及び低排出ガス車 (バスのみ)	対策実施時排出量	ton/year	409.4	6,398.5	356.9	38,181.3
	排出削減量	ton/year	121.7	2,398.9	278.1	1206.3
	排出削減率	%	22.9%	27.3%	43.8%	3.1%
エコドライブ	対策実施時排出量	ton/year	484.7	9,032.7	432.4	39,387.7
	排出削減量	ton/year	46.4	-235.3	202.5	0.0
	排出削減率	%	8.7%	-2.7%	31.9%	0.0%
DPF (バスのみ)	対策実施時排出量	ton/year	531.1	8,797.4	411.2	39,387.7
	排出削減量	ton/year	0.0	0.0	223.7	0.0
	排出削減率	%	0.0%	0.0%	35.2%	0.0%
RSD	対策実施時排出量	ton/year	418.2	2,129.1	192.8	7,944.6
	排出削減量	ton/year	112.9	6,668.3	442.1	31,443.1
	排出削減率	%	21.3%	75.8%	69.6%	79.8%



図 3-6-30 対策前後での自動車排出ガスからの排出量削減効果

この結果を基に拡散シミュレーションを実行し、対策前後での全発生源からの大気環境濃度の低減効果を検証した。SO<sub>2</sub>及びPM<sub>10</sub>のUB市内すべての測定局における年平均大気環境濃度の低減効果を表 3-6-21 及び図 3-6-31~図 3-6-36 に示す。測定局の年平均値において、いずれの対策もSO<sub>2</sub>の濃度低減効果は最大で5%程度で、PM<sub>10</sub>の濃度低減効果も最大で12%程度であ

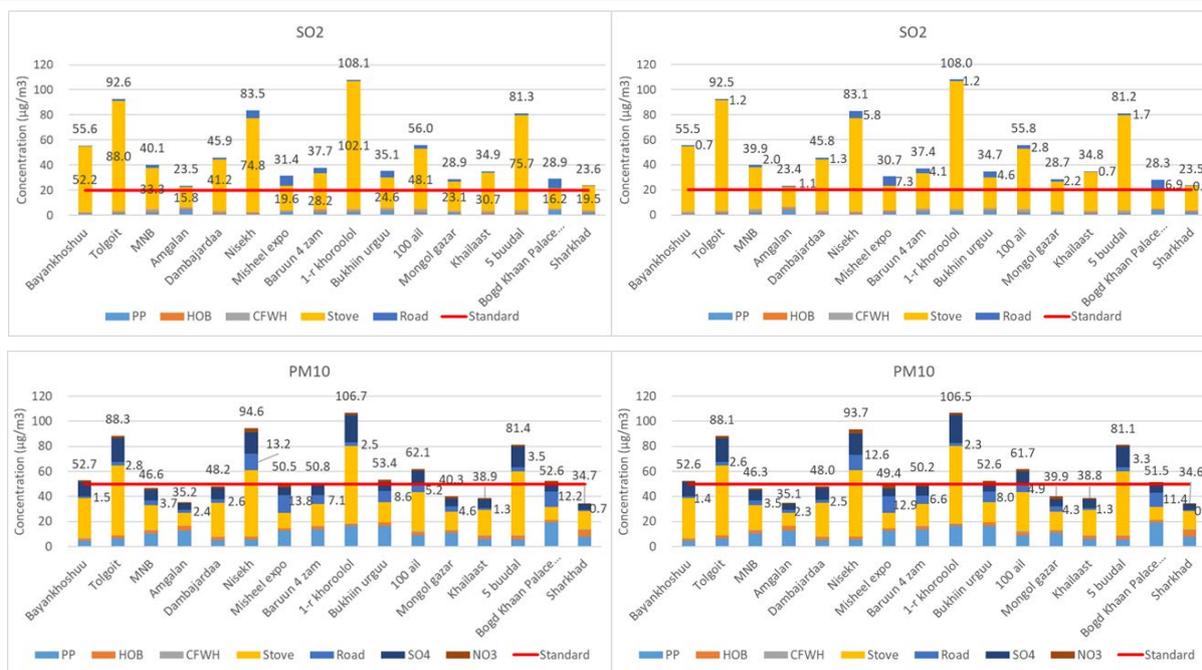
った。これは、SO<sub>2</sub>及びPM<sub>10</sub>の主要な汚染源が家庭用小型ストーブであり、BAUシナリオにおいて、全体濃度に対する家庭用小型ストーブからの濃度の割合がSO<sub>2</sub>で平均85%以上、PM<sub>10</sub>で平均約50%を占めているためである。

パイロット事業別では、低硫黄燃料及び低排出ガス（すべての車両、バスのみ）、RSDによる対策で濃度低減効果が見られた。

ストーブ利用の少ない時期では全体濃度に対する自動車からの濃度の割合が高いため、これらの自動車対策を複合的に進めることで濃度低減効果を得られると想定される。一方、車両や燃料の転換、エコドライブの啓発、DPFやRSDの機材の導入には費用と時間を要する。しかしながら、これらの対策を少しずつでも進めていくことで、確実に対策効果を得られることが見込まれる。

表 3-6-21 測定局における対策前後での全発生源からの年平均大気環境濃度低減効果  
(自動車パイロット事業)

		単位	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
対策前(2027年、BAU)		µg/m <sup>3</sup>	50.4	58.6
信号制御	対策後	µg/m <sup>3</sup>	50.2	58.1
	濃度低減量	µg/m <sup>3</sup>	0.2	0.4
	濃度低減率	%	0.4	0.7
低硫黄燃料及び低排出ガス車 (すべての車両)	対策後	µg/m <sup>3</sup>	47.5	51.7
	濃度低減量	µg/m <sup>3</sup>	2.9	6.9
	濃度低減率	%	5.7	11.8
低硫黄燃料及び低排出ガス車 (バスのみ)	対策後濃度	µg/m <sup>3</sup>	49.7	55.3
	濃度低減量	µg/m <sup>3</sup>	0.7	3.2
	濃度低減率	%	1.5	5.5
エコドライブ	対策後濃度	µg/m <sup>3</sup>	50.2	56.8
	濃度低減量	µg/m <sup>3</sup>	0.2	1.7
	濃度低減率	%	0.5	2.9
DPF (バスのみ)	対策後濃度	µg/m <sup>3</sup>	50.4	56.3
	濃度低減量	µg/m <sup>3</sup>	0.0	2.2
	濃度低減率	%	0.0	3.8
RSD	対策後濃度	µg/m <sup>3</sup>	49.8	53.7
	濃度低減量	µg/m <sup>3</sup>	0.7	4.9
	濃度低減率	%	1.3	8.3



左: BAU シナリオ、右: 信号制御

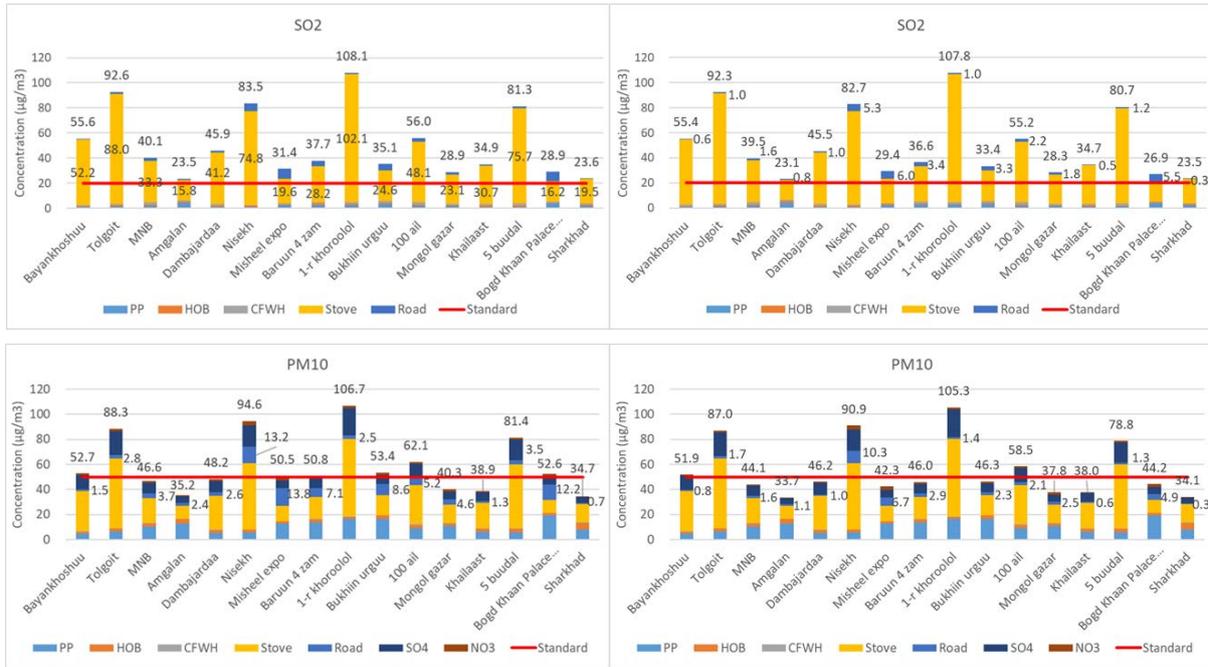
図 3-6-31 測定局における対策前後での全発生源からの年平均大気環境濃度低減効果  
(自動車パイロット事業：信号制御)



左: BAU シナリオ、右: 低硫黄燃料及び低排出ガス車（すべての車両）

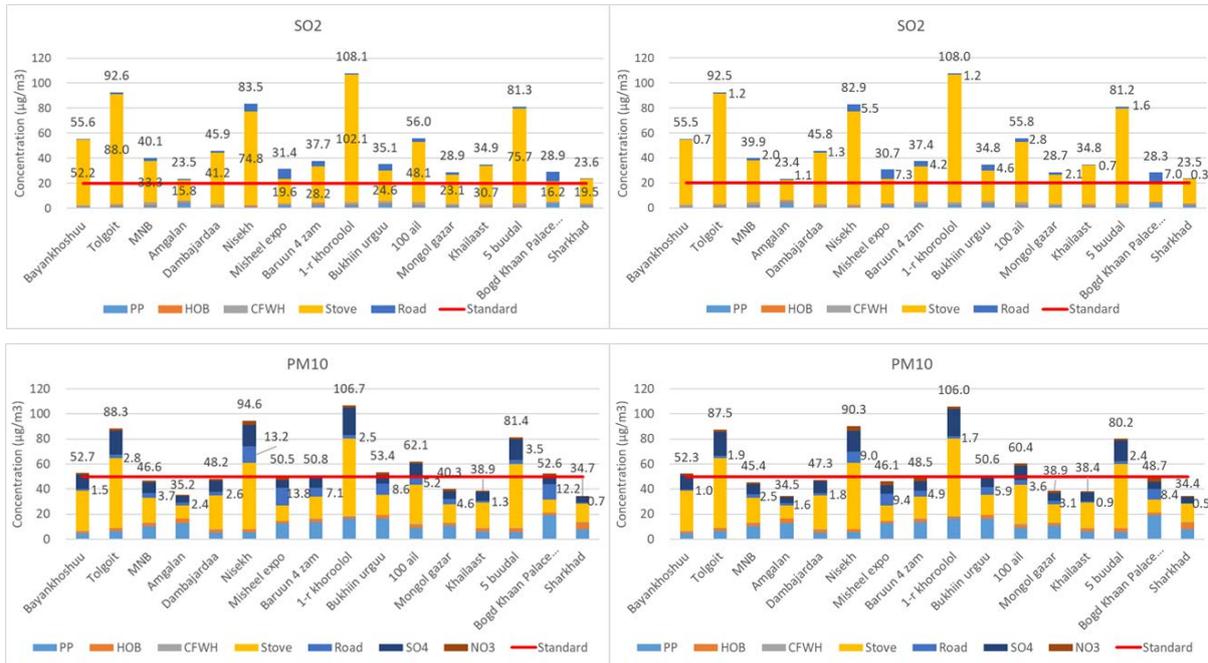
図 3-6-32 測定局における対策前後での全発生源からの年平均大気環境濃度低減効果  
(自動車パイロット事業：低硫黄燃料及び低排出ガス車（すべての車両）)

モンゴル国ウランバートル市大気汚染能力強化プロジェクトフェーズ3  
プロジェクト事業完了報告書



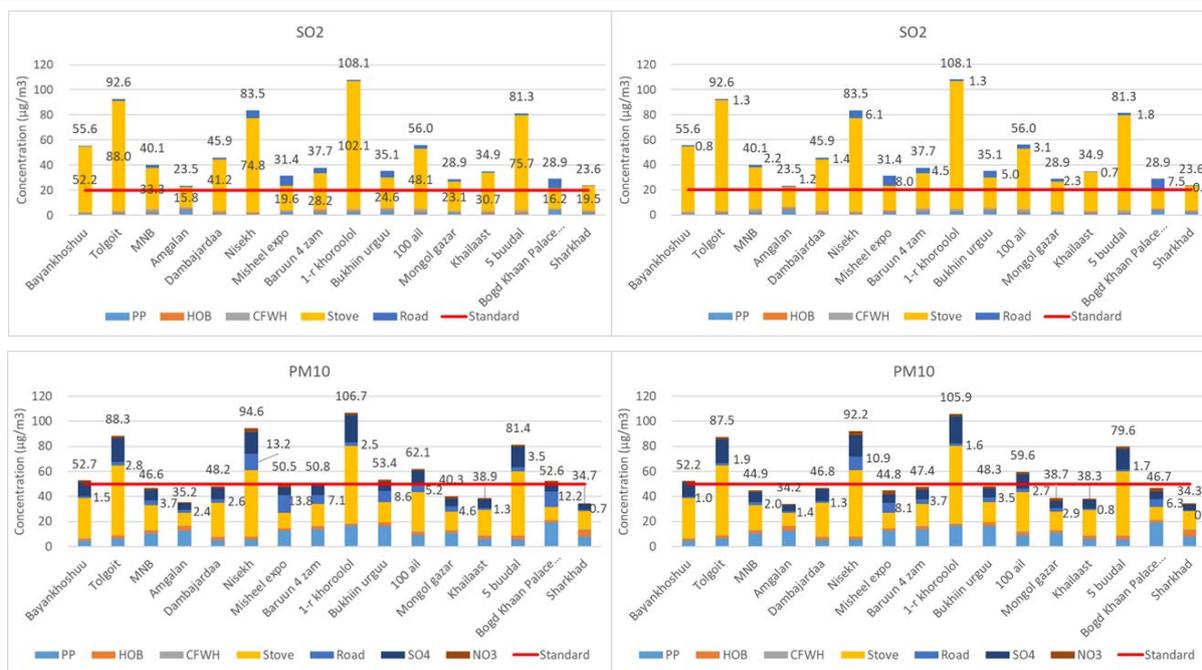
左: BAU シナリオ、右: 低硫黄燃料及び低排出ガス車（バスのみ）

図 3-6-33 測定局における対策前後での全発生源からの年平均大気環境濃度低減効果  
(自動車パイロット事業：低硫黄燃料及び低排出ガス車（バスのみ）)



左: BAU シナリオ、右: エコドライブ

図 3-6-34 測定局における対策前後での全発生源からの年平均大気環境濃度低減効果  
(自動車パイロット事業：エコドライブ)



左: BAU シナリオ、右: DPF (バスのみ)

図 3-6-35 測定局における対策前後での全発生源からの年平均大気環境濃度低減効果  
(自動車パイロット事業: DPF (バスのみ))

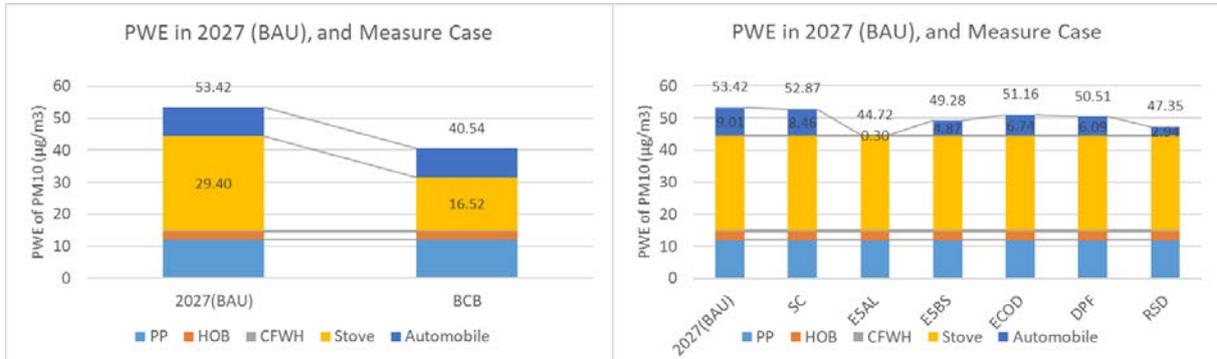


左: BAU シナリオ、右: RSD

図 3-6-36 測定局における対策前後での全発生源からの年平均大気環境濃度低減効果  
(自動車パイロット事業: RSD)

### 3-6-5-3 暴露評価

上記の改良燃料及び自動車パイロット事業において、PWE 及び暴露量の合計値 ( $\sum(C_i \times P_i)$ ) を計算した (図 3-6-37 及び表 3-6-22)。PWE に関しては、改良燃料パイロット事業による低減効果が約 24%、自動車パイロット事業による低減効果が 1.0~16.3%であった。



左: 改良燃料パイロット事業、右: 自動車パイロット事業

図 3-6-37 対策前後での年平均 PWE 低減効果

表 3-6-22 対策前後の暴露量の合計値の低減効果

	BCB	低硫黄燃料及び低排出ガス車 (バスのみ)	RSD
2027BAU	85.33		
対策実施時暴露量	64.75	78.72	75.63
暴露量低減量	20.58	6.61	9.70

単位: 百万  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{人}$

### 3-6-6 活動 5-7~活動 5-8 CEMS データ解析に基づく大気汚染対策と大気汚染削減計画の検討

5-7 TPP3 と TPP4 が JET の支援により、CEMS データを解析し、可能な大気汚染対策について検討する。  
5-8 TPP3 と TPP4 が JET の支援により、大気汚染物質の削減計画を作成する。

2023 年 8 月に JET によるヒアリング・協議を行い、2024 年 3 月にかけて確認を進めた。結果は以下の通りである。

- 1) JET から、以下の通り、大気汚染物質の削減可能性が想定される項目を提示した。
  - (1) 大気汚染対策に関係する装置の予防保全メンテナンス
  - (2) 投入する燃料の調整 (低硫黄石炭・低窒素石炭の確保・投入調整)
  - (3) 電気集塵機の荷電調整
  - (4) 空気供給量の調整
  - (5) 脱硫・脱硝装置の追加

- 2) TPP3 および TPP4 は、CEMS データに基づき実行可能な大気汚染対策を検討し、実施している。具体的には以下の通りである。
- (1) Dust の排出基準超過を防ぐため、電気集塵機のメンテナンスを行っている。さらに、Dust が高濃度となった場合、電気集塵機の運転調整を行っている。
  - (2) SO<sub>2</sub> は冬期の負荷が大きい時に排出基準を少し超えることがあるが、大気汚染対策を目的とした運転調整は困難である。
  - (3) NOx および CO が排出基準を超過することはない。
- 3) 更なる大気汚染物質の排出削減の方法としては、低硫黄石炭への変更、集じん・脱硫・脱硝設備の更新・導入等が検討されたことがあるが、排出基準を満たしていること、大気汚染物質による市内への影響が少ないこと等を理由に、大気汚染対策設備への予算化や援助の採択は、毎回見送られている。例：ウランバートル第4火力発電所改修事業協力準備調査（2012年12月、JICA）。

CEMS データに基づいて実施可能な大気汚染対策は実施中であるため、新たな大気汚染物質の削減計画は作成していないものの、実施中の削減計画を継続することを確認した。

- CEMS の維持管理（CEMS データを運転管理に利用するようになったため）
- 電気集塵機等、トラブル防止のためのメンテナンス
- CEMS データに基づく電気集塵機の運転調整
- CEMS データに基づく酸素供給量の調整
- 燃料の性状分析（硫黄分濃度・発熱量等）に基づく石炭投入の調整

### 3-7 成果6：法的枠組み、資源配分及び大気環境サイクルのプラットフォームの強化

#### 3-7-1 活動6-1 大気環境管理体制における各機関の役割分担の協議・明文化

6-1 関係機関がプロジェクトの各成果と活動に関連して、大気環境管理体制における役割分担を協議し、明文化する。

プロジェクト期間において各成果と活動に関連して以下の様々な役割分担が明文化された。

2018年12月のキックオフセミナー及び第1回JCCにおいて、各機関のプロジェクト活動における役割分担を協議し、第1回JCCの協議議事録に各機関の役割が明文化された。

2019年1月24日付NCEPR決定No. 19/03で自動車からの排出汚染物質削減のための一部対策について関連機関の役割分担がきまった。また、2019年11月13日付MRTD大臣令第346で自動車の排気ガスに監査測定を実施し、煙（排ガス）の削減対策を検討及び作成評価の業務を果たす作業部会が設置された。

2021年11月19日付NAMEM長官命令A/199においてプロジェクトで実施するUB市大気環境中のPM試料採取のための実施作業部会が設置され役割分担が決まった。

2021年12月に開催された第6回JCCにて、JETは、排出インベントリ作成から対策案評価までの一連の流れ、およびDAAEP・NAMEM・IRIMHEの各機関の強みを生かしたモンゴル側の役割分担が明確になっていなかったため、『シミュレーションモデルによる大気汚染対策評価のための役割分担に関する共同実施契約』を作成する事を提案した。これに対して、NAMEMのMr. Batbayarは、今後の活動を実施するために、排出インベントリ、シミュレーション作成、対策評価の役割分担を決めた文書を作成する意向を示した。これを受けて、モンゴル側およびJETは、共同実施契約の内容に関して協議し、シミュレーションについては、NAMEMとの共同実施としてNUMに参加してもらうことになった。2023年4月にDAAEP、NAMEM (IRIMHE) 及びNUMの3者の役割分担に関する共同実施契約を各機関が確認し、合意の上で署名した。今後は、各機関が共同実施契約に基づき活動を行い、実施に必要な予算確保の責任を負うことになった。

### 3-7-2 活動 6-2 NCEPR への技術資料の提供

6-2 DAAEP が JET の指導のもと、改良燃料などの燃料基準、固定発生源、移動発生源、その他発生源の排出基準、条例等の改訂に向けた技術資料を NCEPR に提供する。

JET は DAAEP に TTT 社の既存改良燃料とパイロット事業に使用する改良燃料との排ガス測定結果の技術資料を提出した。

DAAEP は、2023 年の冬に試験的に導入する中国製セミコークスブリケット及び着火剤の燃焼試験を実施し、測定結果を NCEPR に報告した。

2023 年 12 月末の NCEPR の解散に伴い、プロジェクトは BCB の燃焼試験結果を副市長に 2024 年 4 月に説明した。

### 3-7-3 活動 6-3 燃料基準・排出基準の策定

6-3 NCEPR、関係省庁が燃料基準、排出基準を策定し、MASM へ提出する。

モンゴル国は UB 市内の生石炭禁止及び改良燃料の使用に伴い、2019 年 5 月に工業分析等で示せる品質規格は改良固体燃料の技術要求 (MNS5679:2019) で規定された。また、モンゴル国は、ME 大臣が議長となる「改良型固形燃料の技術仕様 MNS5679:2019」の改定を目的とした改良燃料作業部会を設立し、DAAEP も作業部会に参加した。工業分析の揮発分と硫黄分を検討した結果、改良燃料の品質規格に関しては 2022 年 10 月にモンゴル国家規格の MNS5679:2019 が改定され MNS5679:2022 が発行されている。

### 3-7-4 活動 6-4 大気汚染対策に関する法令、細則、条例等の策定

6-4 国・UB 市の関係省庁・部局が大気汚染対策に関する法令、細則、条例等を策定し、議会へ提出する。

プロジェクトフェーズ 2 の汚染対策案の評価 (UB 市全体への改良燃料の導入) を参考にし、DAAEP が独自に大気質改善地域規則の改定案を作成して、UB 市長評議会にて協議・賛成が得られて、2019 年 5 月 9 日付の第 01/1810 号レターで MET 大臣宛に提出した。その後、

2019年の大気質改善地域施行規則が2019年8月14日付のMET大臣とUB市長の第A/433-A/820共同命令として承認された。

モンゴル政府2018年2月28日の『生石炭使用禁止に関する』第62閣議決定が2020年5月27日付の変更で第62閣議決定の第2項が無効となり、第189閣議決定が承認された。2018年の第62閣議決定及び2020年の第189閣議決定に基づき、2020年の大気質改善地域施行規則の更新が行われた。2020年の大気質改善地域施行規則（改訂版）が2020年10月12日付のMET大臣とUB市長の第A/604-A/112共同命令として承認された。

上記の改定により、UB市のBayanzurkh区の第20ホロー、Songinokhairkhan区の第21ホロー、Khan-Uul区の第12,13,14ホローが大気質改善地域の対象地域となった。従って、UB市中心6区の全てで生石炭使用禁止になった。

2021年の大気質改善地域施行規則（改定版）が2021年10月13日付のMET大臣とUB市長の第A/322-A/780共同命令として承認された。この改定に伴いBayangol区の第9,10,21,22,23ホローが段階的に電気及びその他の暖房源に接続するゾーンから固体改良燃料が使用されるゾーンに変更された。Bayangol区の第24,25ホローが全種固体燃料使用禁止ゾーンに変更された。

政府の2018年『生石炭使用の禁止に関する』第62号決定の改定案を市長所轄評議会の2022年3月10日の第5回会議にて紹介した。政府の2018年『生石炭使用の禁止に関する』第62号決定の改定案へのコメントを収集して、閣僚会議に提出し、2022年6月8日付の第223閣議で承認された。

UB市長の2022年第A/346号市長令、UB市グリーン開発及び大気・環境汚染削減問題担当副市長の2022年3月14日付一酸化炭素中毒リスク防止、リスク対策に関する実施細則が承認された。実施細則の一環として、一酸化炭素中毒リスク防止に関する5個のビデオ、20種のポスターをDAAEPのウェブサイト (<http://aprd.ub.gov.mn/>)、フェイスブック上の協力機関の11サイト、テレビ4局を通して市民に対して情報提供を行っている。また、ゲル地区に一酸化炭素中毒リスク防止助言冊子を180,000枚配布した。

2022年の大気質改善地域施行規則（改定版）が2022年10月17日付のMET大臣とUB市長の第A/424-A/1353共同命令として承認された。この改定に伴い主な変更としてNalaikh区が大気質改善地域に追加されるとともに、全固体燃料使用禁止ゾーンが57ホローから73ホローに増加された。

JETによる低硫黄燃料に関する提案が参考にされ、MMHIがモンゴル政府に提案していたEuro 5燃料に関する規定「UB市内の大気質改善地域内で、MNS最高ランクの燃料を販売し、それ未満の燃料の小売り・販売などを禁止する」が、2022年4月22日付けで改定された大気法の16.1.6として追加された。

2023年～2024年の大気質改善地域施行規則案を作成し、各区役所と関係機関からのコメント、意見を求めた。市長所轄評議会で協議を図る準備を行った。

### 3-7-5 活動 6-5 技術審査ガイドラインに関する研修

6-5 JET が大気汚染対策への資金配分を担当する部署の職員に対し、大気汚染対策及びプロジェクトによる技術審査ガイドラインに関する研修を実施する。

NCEPR の会議（各省庁の大臣・副大臣及び専門機関の局長ら）において、国家大気・環境汚染削減計画プログラムや政府決定等に基づいた実施対策計画（活動計画）と各対策の予算額について協議して、対策予算（国が決めた ME 大臣 work package）内で各対策の予算、実施期間、実施機関及び資金管理機関が NCEPR の決定として承認されている。予算の支出は、NCEPR 会長（MET 大臣後に ME 大臣）が各対策の実施期間に合わせて、支出に関する決定を出す。その後、NCEPR 事務局が大蔵省に対して資金支出の要請を提出して、大蔵省がその要請資金を対策実施機関（例えば、自動車対策は MRTD、夜間の電気料金割引対策は ME 等）に支出していた。

環境汚染対策の決定の流れを図 3-7-1 に示す。



図 3-7-1 NCEPR による決定方法

また、対策資金、監査、管理、監査のフローを図 3-7-2 に示す。

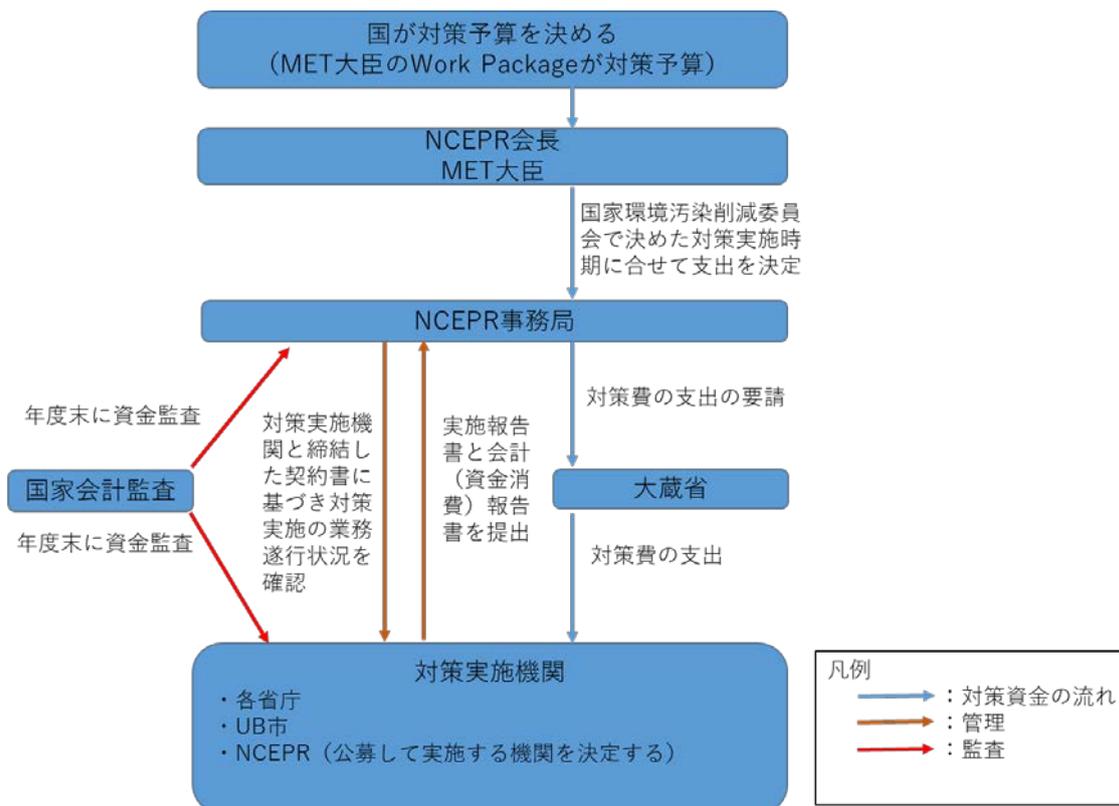


図 3-7-2 対策資金、監査、管理、監査のフロー

2023年12月末にNCEPRが解散し、2024年3月7日付の第A/163号MET大臣命令において、大気・環境汚染削減国家プログラムの費用分担の承認、権限がUB市やMET等に移譲された。しかしながら移譲先での実施主体となる機関が確定していないため、その機関を(仮称)大気・環境汚染対策委員会と仮定し、2024年6月に技術審査ガイドラインが完成した。(別添資料3-7-1)。(仮称)大気・環境汚染対策委員会が技術審査ガイドラインを使用する。

### 3-7-6 活動 6-6 必要に応じて資金配分に関連する手続きの改善

6-6 大気汚染対策への資金配分を担当する部署の職員がJETの支援により、必要に応じて資金配分に関連する手続きを改善する。

NCEPRの会議(各省庁の大臣・副大臣及び専門機関の局長ら)において、国家大気・環境汚染削減計画プログラムや政府決定等に基づいた実施対策計画(活動計画)と各対策の予算額について協議して、対策予算(国が決めたME大臣work package)内で各対策の予算、実施期間、実施機関及び資金管理機関がNCEPRの決定として承認されている。NCEPR事務局と協議を行い、資金配分に改善の余地がないかを確認した。NCEPRで協議した事項に基づき資金配分を行う体制が確立しており、モンゴル側は、資金配分に関連する手続きを改善する余地がないという結論となった。

2023年12月末でのNCEPRの解散に伴い、2024年3月7日付の第A/163号MET大臣命令において、大気・環境汚染削減国家プログラムの費用分担の承認、権限がUB市やMET等に移

譲された。しかしながら、移譲先で業務分担が確定するまでには、2024年第4四半期までかかる見通しである。

### 3-7-7 活動 6-7 モンゴル側が大気汚染対策に関わるドナー連携協調の強化

#### 6-7 モンゴル側が大気汚染対策に関わるドナー連携協調を強化する。

2018年12月にJICAモンゴル事務所主催でステークホルダー会議を開き、DAAEP長官も参加し、各ドナーの活動計画の概要を把握した。

2023年2月にUNICEF主催によるAir pollution, scientific evidences and solutions science and technology conferenceが実施され、各ドナーの活動内容が紹介された。本プロジェクトからは、改良燃料の導入効果の評価に必要な2018年と2020年の排出量とシミュレーション結果についてプレゼンを行った。

JETはKOICAとモンゴル側のドナー間の連携強調が強化されるようNAMEMにアドバイスを実施している。KOICAは、2023年～2027年の期間でAQMSの機材とモニタリングシステムの無償供与をMETに予定している。2023年4月AQMSの受け入れ機関であるNAMEMは導入する韓国製のAQMSについてJETにアドバイスを求めた。プロジェクトでの活動を踏まえて、JETは供与後もAQMSを持続的に維持管理できるよう、また他の測定局と同様に今後設置する測定局のデータがagaar.mn及びアプリ上で表示できるまで、韓国側でデータ転送システムを構築してもらうようアドバイスを書面で送付した。この資料をベースにNAMEMはKOICAとの協議を実施している。

#### [参考：他ドナーの動向]

副市長、NCEPR事務局、DAAEP長官はドイツ大使館主催のドナーワーキンググループに参加している。

モンゴル側は大蔵省の承認済みで1400万USDの韓国のソフトローン（有償）をCLEMに対して実施する。JETは連携協調が進むようCLEMに対し、PM成分分析に必要な機材リスト作成の支援を行った。

モンゴル政府は、2021年12月に国会でWBのローンで1億USDのUlaanbaatar Sustainable Urban Transport Project<sup>33</sup>を実施することを決定し、交通管制システムの更新が実施されることになった。交通管制システムの改善は、信号機、サーバーを変えることを考えている。現在、GS調査（費用の概算）をWBが実施している。

UNESCAPがAsia-Pacific Regional Action Programme for Air Pollutionの一環としてHigh-Level Forum on Clean Airをモンゴル国で2023年3月2日から3日にかけて開催し、UNESCAPとMETが主催した。開催にあたり、2023年1月にMETから各ドナーに対して大気汚染対策に関わるドナー連携を依頼した。また、2023年3月の同フォーラムの前に「サブ会合」を開催す

<sup>33</sup> <https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P174007>

べく、協力を各ドナーへ依頼し、同年2月に UNICEF が主催して Air pollution, scientific evidences and solutions science and technology conference が実施された。

2023 年後半以降は、ドナーは大気汚染対策に係る大きな活動を実施していない状況である。

### 3-7-8 活動 6-8 大気汚染対策の計画・実施評価に係る業務指針

6-8 パイロット事業の関係機関が JET の支援により、パイロット事業の実施に基づく大気汚染対策の計画・実施・評価に係る業務手引書を作成する。

現地調査の再開が遅れたため、活動 6-8 は、自動車のパイロット事業の計画が出始める 2021 年 11 月から開始した。改良燃料に関するパイロット事業については、2022 年 4 月から活動を再開した。

自動車のパイロット事業は 2024 年 3 月に完了した。改良燃料のパイロット事業は、第 1 回実証試験として、2022 年 11 月～2023 年 1 月にゲルキャンプで実施されたが、改良燃料の大気汚染対策効果がはっきりしない結果となった。第 2 回の実証試験として、BCB を試作し、2024 年 1 月～3 月にかけて燃焼試験を行った。その結果、TTT 社の燃料と比べて、大きな改善効果が期待できる結果となった。

業務手引書については、BCB 及び自動車のパイロット事業の経験を基に 2024 年 6 月に完成した（別添資料 3-7-2）。パイロット事業の評価では、大気汚染対策実施前後での対象発生源の排出量を比較し、排出量削減効果を検証した。そのため、業務手引書では、大気汚染対策を排出削減効果、濃度低減効果及び濃度低減に対する費用対効果（百万 MNT/ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）の観点から総合的に評価する内容で記載した。

## 3-8 キャパシティ・アセスメント（CA）

### 3-8-1 CA の基本方針

個人レベルの CA については、JET による主要な担当に対する活動毎の C/P 及び C/P-WG メンバーへのインタビューや技術評価を行うことにより、CA を実施した。

組織レベル、社会レベルの CA については、組織の CA はプロジェクト実施を通じて、体系的にプロジェクト上位目標、プロジェクト目標及び成果指標の達成に関連した組織レベルのキャパシティを評価し、モンゴル側の能力強化の進展を把握できる指標を提供することを目的として、アンケート形式の自己診断と JET の判断による方法で実施した。

### 3-8-2 個人レベル

個人レベルのキャパシティは、以下のように総括セミナー、ドナーや国際フォーラムで発表をしており、個人としての能力が向上していると判断できる。

- ・ 2023 年 2 月に UNICEF 主催による Air pollution, scientific evidences and solutions science and technology conference が実施された。CLEM、IRIMHE など C/P-WG メンバーらが発表した。

- Asia-Pacific Regional Action Program for Air Pollution による High-level Forum on Clean Air において C/P の NAMEM の 2 名がモンゴルにおける大気汚染状況の報告と大気環境測定ネットワークについて発表した。
- 2024 年 4 月のプロジェクト総括セミナーにおいて DAAEP、TCC、MRTD、NAMEM 等 C/P-WG メンバーらが発表資料を作成し、セミナーでプロジェクト活動について発表した。

また、大気環境管理のベースとなる大気汚染の現状把握、大気汚染構造の分析、環境情報の公開に関しては、個人の能力が不可欠であることから、個人レベルの CA として固定発生源排ガス測定、自動車排出ガス測定、環境大気測定局維持管理、排出インベントリ・シミュレーション、PM 発生源寄与解析の 5 分野で実施した。客観的に個人の能力の向上度合を評価することから、C/P 及び C/P-WG メンバーへのインタビューや技術評価を行い、プロジェクト開始から事業完了までに、各活動の CA を 7 回実施した。JET から見た能力向上の評価を表 3-8-1 に示す。各活動の CA 結果については、x 軸は技術移転対象者及び評価時期、y 軸は習熟度 (%) で図 3-8-1 から図 3-8-5 に示す。

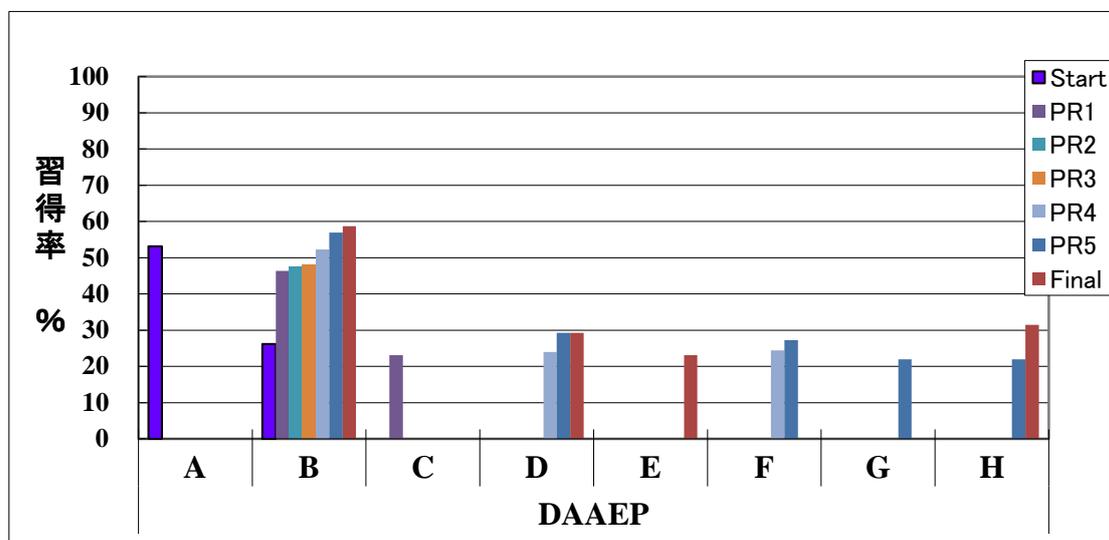
表 3-8-1 個人レベルの分野別の能力評価

分野	プロジェクト開始時点	プロジェクト終了時時点
固定発生源排ガス測定	フェーズ 2 終了後 1 年半が経過していたが、技術移転した担当者の能力は維持され、自分達だけで測定が可能であった。	プロジェクト期間を通じてフェーズ 2 で技術移転した担当者の能力が向上し、他の担当職員に対して指導を行っている。全ての担当者の能力が向上した。
自動車排出ガス測定	フェーズ 2 に供与した CLEM の車載型自動車排出ガス測定装置は、モンゴル側が保有機関の移管を実施し、NRTC へ譲渡された。NRTC は車載計での測定経験が無い状況であった。DAAEP に関しては、測定者の技術移転は定着しているものの、測定結果のデータ解析担当者が不在の状態となっていた。	エコドライブのパイロット事業や添加剤効果に関して車載計による排出ガスの調査を実施しており、その実務を通して十分な能力を習得した。
環境大気測定局維持管理	DAAEP に関しては、測定者の技術移転は定着していた。2 名体制で環境大気測定局の維持管理を実施していたが退職・産休等により、2019 年 2 月から別の 1 名が担当した。	担当者が変わり、JET 及び CLEM が再度技術移転を実施した。実務を通して十分な能力を習得し、現在はフェーズ 2 終了時の時より、能力が高い。
排出インベントリ・シミュレーション	DAAEP はフェーズ 2 の担当者が 2019 年 5 月に退職し、新しい担当者は大気汚染物質の排出インベントリを作成したことが無い状況であった。NAMEM の担当者はフェーズ 1 からの参加者であった。基本的な知識等は身に付いているものの、組織での立場上実際に排出量を計算する機会がなかった。	DAAEP はインベントリ担当者が変わり、JET が再度技術移転を実施した。実務を通して十分な能力を習得した。NAMEM はシミュレーション担当者が変わり、JET が再度技術移転を実施した。JET の指導の下では自分でプログラムを操作し実行できるようになったが、操作内容の理解はまだ不十分である。IRIMHE はフェーズ 3 の途中から参加した。気象予報及び大気汚染予報のシミュレーションを実行しており知識

		と経験があるが、大気汚染対策の評価への活用には至っていない。
PM 発生源寄与解析	フェーズ 2 でも PM 採取を行っており、CLEM の一部の担当者は作業内容を習得していた。 PMF 発生源寄与解析については、フェーズ 2 では JET 主体で行っており、解析結果等の講義はなされたものの、自ら解析を行うには、まだ理解は不十分であった。	PM 採取を CLEM 主体で行い、採取作業・トラブル対応等の経験を得て必要な作業を習得した。 PM 発生源寄与解析に関する本邦研修を経て、解析のみならず、PM 成分分析の面での知見を深める事ができた。 発生源寄与解析については設定・プログラム実行・結果解釈までの一連の流れを NAMEM・CLEM 担当者が自ら実行し、理解を深めた。

### 3-8-2-1 固定発生源排ガス測定

C/P 自身による排ガス測定が実施できているが、職員の離職や病欠により担当職員が入れ替わっている。COVID-19 の影響により渡航ができなくなって以降、D、E、F の職員が雇用されたが、E は他の担当になった。JET は現場での DAAEP 職員への指導やオンラインを通じて測定データの修正点の指導を DAAEP に実施した。B は D、E、H の育成を行っており、習得率の向上は見られる。また、B は 2022 年 4 月の公務員試験にも合格している。排ガス測定担当者の技能レベルの推移を図 3-8-1 に示す。



出典：JET

習得率 100%：分野の成果目標を毎年一人で実施でき、少々のトラブル対応や後輩の指導も実施できることを示している。

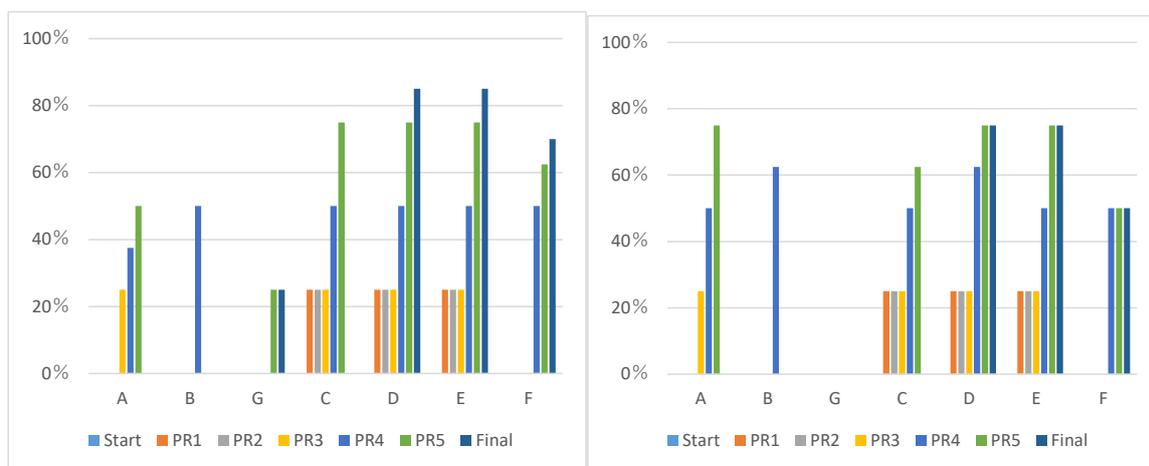
図 3-8-1 固定発生源排ガス測定に係る CA 結果

### 3-8-2-2 自動車排出ガス測定

DAAEP の測定及びデータ解析の担当者は、離職や産休で担当者が不在となっていたが、2021 年 10 月より公務員試験に合格された正職員が任命され固定された。NRTC への技術移転は、

COVID-19の影響により、JETの渡航ができないため、車載計調査が実施できず、実務を通じた技術移転ができていない状態であった。2021年10月より渡航が再開され、エコドライブのパイロット事業で車載計による排出ガスの調査を実施しており、その実務を通してDAAEP及びNRTCへの技術移転を進めた。

車載計の測定及びデータ解析の技術移転の推移を図3-8-2に示す。A、B、GはDAAEP、C、D、E、FはNRTCの担当者である。A、C、D、Eは2019年12月以降、COVID-19の影響により車載計の実務による研修が進んでいない状態であり、習得率の向上は見られなかったが、渡航再開後の技術移転研修において習得率は向上した。Aは産休、Bは2022年6月頃離職し、その代わりにGが2022年8月頃に担当となり、習得率が低い。また、Fは2022年4月から担当となり、技術移転の研修において習得率は向上した。



出典：JET

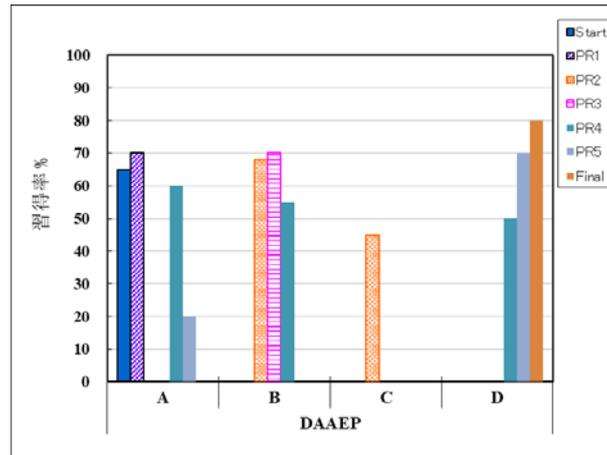
左：測定技術、右：データ解析技術

習得率 100%：分野の成果目標を毎年一人で実施でき、少々のトラブル対応や後輩の指導も実施できることを示している。

図 3-8-2 車載計に係る CA 結果

### 3-8-2-3 環境大気測定局維持管理

フェーズ2終了後、DAAEPは2名体制（以下、AとBとする）で環境大気測定局の維持管理を実施していたが、2019年2月のBの異動により、1名で担当していた。フェーズ2で育成したBの指導の下、2020年4月から産休に入ったAの代わりとして2020年5月からCが維持管理を実施していた。2021年8月にCは離職し、AQMSの維持管理はBと新規採用者のDが兼務することになった。Bの職員はフェーズ2で育成した職員であり、海外メーカーへの修理依頼、消耗品の調達等を実施していたが、2022年7月に離職した。Dの担当職員は2021年9月から担当となり、JETはオンラインでデータ転送の指導をするとともに、2021年11月から現地で指導を実施しており、Dの習得率が向上した。Aの職員は2022年4月から復職したが、2022年9月に他の業務の担当になった。DAAEPの環境大気測定局維持管理の技能レベルの推移を図3-8-3に示す。



出典：JET

習得率 100%：分野の成果目標を毎年一人で実施でき、少々のトラブル対応や後輩の指導も実施できることを示している。

図 3-8-3 環境大気測定局に係る CA 結果

### 3-8-2-4 排出インベントリ・シミュレーション

3-7-1 に記した「排出インベントリ、シミュレーション作成、対策評価の役割分担に関する共同実施契約」の締結に基づき、DAAEP が排出インベントリ更新、NAMEM (IRIMHE) と NUM がシミュレーションを担当することとなった。

排出インベントリ及び拡散シミュレーションの各担当者の技術移転状況を表 3-8-2 に、本プロジェクト開始時点からの技術移転の推移を図 3-8-4 に示す。

組織レベルでの能力について、DAAEP は、担当者の J が技術の習得を着実に進めている一方、F は現在育休中のため、インベントリ更新の体制維持のための支援要員の確保等が必要である。

NAMEM では、これまで、プロジェクトでの排出インベントリ・シミュレーションの活動に理解を示していた大気モニタリング課長が 2024 年 4 月に退職した。また、管理者として排出インベントリやシミュレーションに関与していた C が休職中である。発生源データベースを管理している H がシミュレーション担当となっており、IRIMHE や NUM とともにシミュレーション分野の能力向上を継続する。

IRIMHE は、すでに協力を得ている気象モデルの構築とともに、シミュレーションモデルの実施に関与する意向を示している。IRIMHE は、大気汚染予報を Aگار.mn に表示したりするなど、シミュレーションの実施能力を有しているため、大気汚染対策の評価への活用してもらうことが期待される。

NUM は、共同実施契約での当初の担当教授が日本に行ってしまい、その教授の研究員であった M が関与することができなくなった。NAMEM の紹介により大気物理学の教授が新たに担当することになったが、凝縮性粒子の理解が不十分である。

プロジェクト終了後は、2023 年 4 月に締結した『排出インベントリ、シミュレーション作成、対策評価の役割分担に関する共同実施契約』に基づき、各機関が役割を果たすことが求められ

る。特に、シミュレーションの実施は NAMEM が IRIMHE や NUM に委託する形での実施が望ましいと考える。あるいは、シミュレーションの実行及びその結果の解析については日本人専門家との協力スキームを構築することも想定される。

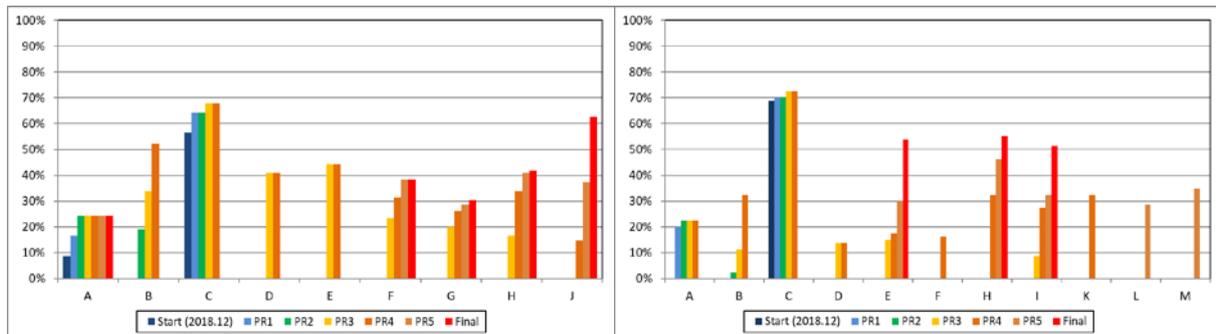
表 3-8-2 排出インベントリ及び拡散シミュレーションの各担当者の技術移転状況

担当者	配属年月	主担当	技術移転状況
<b>DAAEP</b>			
A	2019/9	I	オンライン研修を通じて徐々に能力を向上させていたが、2021年1月末から産休・育休中である。
B	2020/6	I, S	2018年排出インベントリを基に年次報告書を作成した。また、2020年の排出インベントリの作成では、研修で得た経験を基に、データの整理や排出量の計算を積極的に行っていた。また、シミュレーションの研修にも参加した。しかし、2022年3月末にDAAEPを退職した。
F	2021/3	I	自動車排出インベントリを担当。これまでの排出インベントリ作成やシミュレーションの研修にも参加していた。Excelなどを用いた解析やエディタを使った編集作業はあまり得意ではなく、研修でも操作に苦労していた。2023年2月から産休・育休中である。
G	2021/3	I	ボイラ監査が主担当であるため、排出量の計算はほとんどできないが、HOBに関する情報は熟知しているため、HOBの発生源情報に関する整理を担当する。プロジェクト終了後も引き続き、排出量算定・シミュレーション実施のために必要なデータを収集し、収集データのチェックをしてほしいとJETが指導した。
J	2022/4	I	測定局の維持管理も兼任している。排出量計算のためのデータ整理等技術を意欲的に習得しており、JETの協力の下、排出量の算定と排出インベントリ報告書の作成を行った。プロジェクト終了後も習得した内容を維持してくれると期待する。
<b>NAMEM</b>			
C	UB1	I, S	フェーズ1からの参加者である。基本的な知識等は身に付いているものの、組織での立場上実際に排出量を計算する機会がない。現在休職中である。
D	UB2	I, S	フェーズ2の最後では排出インベントリ更新担当者であったため、基本的な更新については問題ないと思われる。2021/9から、排出インベントリ担当をIに引き継ぎ、シミュレーション担当、特に測定局濃度解析を担当する予定であったが、2022年2月末にNAMEMを退職した。
H	2021/9	I, S	NAMEMでは、シミュレーションの専任担当となった。今後はIRIMHEやNUMの協力の下で、シミュレーションが実施されることを期待する。
K	2022/3	S	2022年3月からNAMEMに雇用され、シミュレーション担当となった。過去にCALPUFFなどのモデルを使った経験があるため、今後のシミュレーション担当として期待していたが、退職した。
<b>IRIMHE</b>			
E	UB2	S	フェーズ2では排出インベントリ更新担当者であったため、基本的な更新については問題ないと思われる。

			気象予報及び大気汚染予報のシミュレーションを実行しており知識と経験があるため、大気汚染対策の評価への活用が期待される。
I	2021/7	S	WRFによる気象場の作成を担当した。気象予報及び大気汚染予報のシミュレーションを実行しており知識と経験があるため、大気汚染対策の評価への活用が期待される。
<b>NUM</b>			
L	2023/4	S	NUMのシミュレーション実施の管理者として、進捗管理を担当することを想定していた。しかし、2023年9月には、日本に異動しており、共同実施ができなくなった。
M	2023/4	S	発生源データの整理、入力ファイルの編集等の操作に関する理解が早かった。NUMのシミュレーション実施の主担当者としての活躍が期待していたが、担当教授であるLが異動となり、共同実施に関与することができなくなった。

主担当のIはインベントリ、Sはシミュレーションである。

出典：JET



左: 排出インベントリ、右: シミュレーション

出典：JET

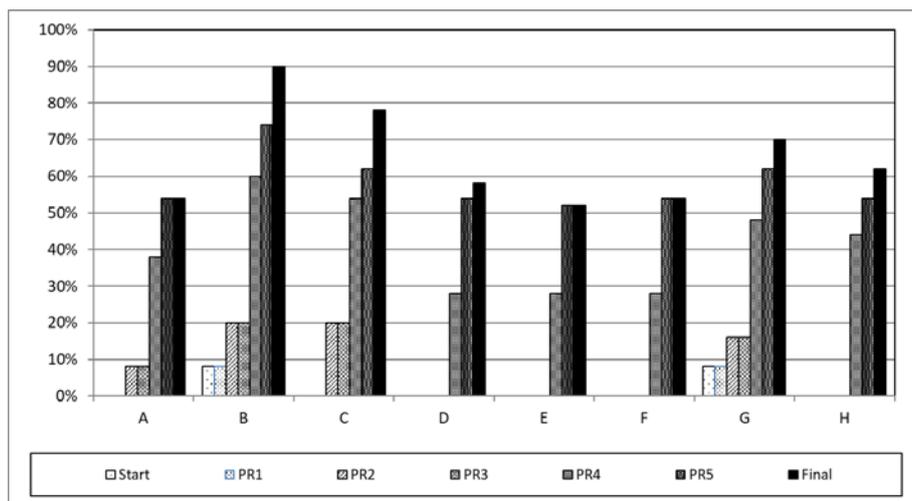
習得率 100%：分野の成果目標を毎年一人で実施でき、少々のトラブルや後輩の指導も実施できることを示している。

図 3-8-4 排出インベントリおよびシミュレーションに係る CA 結果

### 3-8-2-5 PM 発生源寄与解析

PM 試料のサンプリングは、当初 2020 年 4 月頃から予定されていたが、コロナ禍による渡航制限のため現地活動ができず、本格的な技術移転はサンプリングが開始された 2021 年 12 月以降に開始された。PM 発生源寄与解析の各担当者の技術移転状況を図 3-8-5 に示す。

技術移転対象は CLEM と NAMEM であり、主に CLEM は PM 試料採取・成分分析・発生源寄与解析等の技術面、NAMEM は、解析結果の活用・必要な機材整備計画策定の支援を担当している。技術面で B が全体を主導しつつ、C は主に PM 採取作業、D,E,F は主に成分分析の面で活動に参加した。PM 発生源寄与解析に関する本邦研修（2022 年 11 月実施）を経てこれらの面での知見を深める事ができた。A,G,H は主に機材整備計画の管理を担う役割であり、また H はシミュレーション分野の活動にも参加している。



出典：JET

習得率 100%：分野の成果目標を毎年一人で実施でき、少々のトラブルや後輩の指導も実施できることを示している。

図 3-8-5 PM 発生源寄与解析に係る CA 結果

### 3-8-3 組織及び社会レベル

組織レベルのキャパシティは、以下の点からモンゴル側の自立的な努力で着実に強化されていると判断できる。

- ・ フェーズ 2 において DAAEP は予算をほとんど確保していなかったが、現在は大幅に毎年予算が確保され、固定発生源の排ガス測定や AQMS の消耗品の購入、機材の修理、機材の更新などの維持管理が実施されている。
- ・ モンゴル国として新規に大気環境モニタリング局を 8 局新設している。
- ・ DAAEP はモンゴル国における認定機関の Mongolian National Accreditation System (MNAS) に固定発生源排ガス測定に関して ISO17025:2017 の試験所認定を申請し、2022 年 4 月 28 日に試験所認定を受けた。
- ・ Asia-Pacific Regional Action Program for Air Pollution による High-level Forum on Clean Air が 2023 年 3 月 2 日から 3 日にかけて開催された。主催は MET、UNESCAP、UNEP である。

社会レベルのキャパシティは、以下の事から大きく向上したと判断できる。

- ・ フェーズ 2 に比べ、固体燃料を評価するには燃焼試験を実施し、その結果を基に評価すべき事がモンゴル側に定着してきた。また、UB 市では排ガス測定結果を基にボイラが排出基準を満たしているかを確認するための監査を実施していたが、地方での排ガス測定も同様に実施されるようになった。具体的には DAAEP の燃料燃焼試験室で ME や NCEPR 及び TTT 社等からの依頼で 2023 年は 66 件の改良燃料や着火剤の燃焼試験を実施した。また、UB 市大気汚染対策庁の排ガス測定が世間に認知され、地方からの依頼があり、セレンゲ県、ドゥンドゴビ県、エルデネト市とダルハン市のボイラの排ガス測定を実施した。

プロジェクト実施前後の主要モンゴル側関係機関の DAAEP と NAMEM の管理職に対して組織と社会レベルの能力変化を比較するため、2022年3月及び2023年3月、2024年3月に、自己診断形式で、CAを実施した。テストは、プロジェクトを通じて、体系的にプロジェクト上位目標、プロジェクト目標及び成果指標の達成に関連したモンゴルの組織レベル、社会レベルにおける現在のキャパシティを自己評価させた。点数は5点満点で、キャパシティが高い方が点数も高くなるような採点方式とした。成果毎のCAの集計結果を表3-8-3に示す。詳細なCAの集計結果は別添資料3-8-1に示す。

DAAEPは主観的に能力を過大評価していたが、客観的に能力評価をすることができるようになってきているため、2024年3月の自己評価の点数はそれほど高まらなかった。客観的な評価ができるようになったことに関しては、良い傾向であるとJETは判断している。

組織レベルはNAMEM及びCLEMのPM発生源寄与解析能力が高くなっている。一方、自動車排出ガス測定はプロジェクトで実施したものの、経費が必要で、モンゴル側が主体的に実施できていない状況である。そのため、自動車排出ガス測定は能力が低い状況である。

社会レベルは、DAAEP、NAMEM及びNUMで2023年に「排出インベントリ、シミュレーション作成、対策評価の役割分担に関する共同実施契約」が取り交わされたが十分に運用されているまでには至っていない。排出インベントリ・シミュレーションの人材を育成するプログラムとモンゴル国としての自動車排出ガス測定のキャパシティが低い状況である。

表 3-8-3 各成果のCA集計結果

成果1：主要な発生源における排出モニタリング及び大気環境モニタリングの能力が強化される。				
	アセスメント項目	2022	2023	2024
1-1	DAAEPとIACCが排ガス測定に基づきHOB監査を強化する。			
	組織レベル	4.38	3.75	3.75
1-2	DAAEPが自動車排出ガス測定を行う。			
	組織レベル	3.00	2.25	2.00
	社会レベル	2.00	1.50	1.25
1-3	DAAEPがJET支援のもとAQMSの活用を強化する。			
	組織レベル	4.00	3.38	3.50
	社会レベル	4.00	3.00	3.00
成果2：年間を通じて、汚染構造（特にPM）の分析や評価能力が強化される。				
2-1	NAMEMが通年のPM成分分析結果に基づきPM発生源寄与解析を行う。			
	組織レベル	3.50	4.00	4.25
	社会レベル	1.00	2.00	2.00
2-2	DAAEPとNAMEMが大気拡散シミュレーションモデル及びレセプターモデルを用いた大気汚染構造と暴露の評価を行う。			
	組織レベル	3.25	2.93	2.62
	社会レベル	2.55	3.00	2.83
成果3：大気汚染対策の技術的評価と実施準備を行う能力が強化される。				
	組織レベル	4.50	4.00	4.00

	社会レベル	4.50	3.00	3.00
成果4：大気汚染対策に関わるモンゴル側の意思決定プロセスが、DAAEP、NAMEM等の専門機関を活用することで、改善する。				
	組織レベル	4.33	3.00	3.00
	社会レベル	4.00	3.50	3.00
成果5：主要な汚染源においてPM、二酸化硫黄及び窒素酸化物排出削減のため、大気汚染対策が促進される。				
5-1	DAAEPが改良燃料の製造業者に製造技術の改善を助言する。			
	組織レベル	4.50	3.00	3.00
	社会レベル	4.50	3.00	3.00
5-2	関係機関は、パイロット事業結果を評価（排出削減および大気環境、住民暴露の観点から）及び教訓を分析する。			
	組織レベル	3.83	3.00	2.50
	社会レベル	3.67	3.00	2.50
5-3	DAAEPは固定発生源、移動発生源の排出基準、条例等の改訂に向けた技術資料をNCEPRに提供する。			
	組織レベル	4.25	3.50	3.50
	社会レベル	3.50	3.00	3.00
成果6：成果1-5の達成のために、法的枠組み、資源配分、および調整機能（大気環境サイクルのプラットフォーム）が強化される。				
6-1	関係機関がプロジェクトの各成果と活動に関連して、大気環境管理体制における役割分担を協議し、明文化する。			
	社会レベル	4.67	4.00	4.00

また、フェーズ3を開始した2018年11月から2024年4月までの期間において、人材育成してきた人数の実績を以下の表に示す。

表 3-8-4 人材育成数

年度	行政官	行政官、住民、作業員等
2018	34名	38名
2019	54名	54名
2020	100名	100名
2021	68名	69名
2022	61名	84名
2023	67名	97名
2024	26名	31名

### 3-8-4 CAの結果

CAの結果を表3-8-5に示す。個人レベル、組織レベル、社会レベルで能力が向上した分野が多い。今後の課題として、組織レベルでの自動車排出ガス測定や人材の確保、社会レベルでの自動車排出ガス測定及び排出インベントリ・シミュレーションの人材を育成するプログラムがある。

表 3-8-5 CA 結果

	能力向上が高い分野	能力向上が低い分野
個人レベル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・固定発生源排ガス測定</li> <li>・大気環境測定局の維持管理</li> <li>・自動車排出ガス測定</li> <li>・PM 発生源寄与解析</li> <li>・排出インベントリの作成</li> </ul>	
組織レベル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・DAAEP の予算確保</li> <li>・DAAEP の固定発生源排ガス測定</li> <li>・CLEM と NAMEM の PM 発生源寄与解析</li> <li>・DAAEP と他の機関との連携</li> <li>・ドナーとの連携</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自動車排出ガス測定に課題が残る。</li> <li>・DAAAEP のインベントリ更新の体制維持のための支援要員の確保に課題が残る。</li> </ul>
社会レベル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・燃焼試験結果に基づく固体燃料の評価</li> <li>・固定発生源排ガス測定の監査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自動車排出ガス測定及び排出インベントリ・シミュレーションの人材を育成するプログラムに課題が残る。</li> </ul>

## 第4章 プロジェクト目標と成果の達成状況

### 4-1 プロジェクト目標

プロジェクト目標の達成状況を表 4-1-1 に示す。家庭用改良燃料のパイロット事業の2年間延期や COVID-19 の影響によるモンゴルでの活動中止やパイロット事業実施の延期により当初の予定より大幅に活動の遅延が生じた。

表 4-1-1 プロジェクト目標の達成状況

プロジェクト目標指標	達成度
目標：「実効性のある汚染対策の実施」と「DAAEP と国レベル、市レベルの関連機関との連携協調体制」に重点をおいて、ウランバートル市におけるモンゴル側の大気汚染対策能力が強化される。	
指標 1 パイロット事業の少なくとも 1 件が本格実施に採用される。	達成
指標 2 パイロット事業の教訓が意思決定機関の決定（1 件以上）に活かされる。	一部達成 ・パイロット事業で実施した 10 箇所以外の UB 市内の信号においても、習得した技術の活用により、TCC が実施する信号への介入の減少、交通警察官による信号機の灯火を無視した交通整理の回数も減少した。また、交通警察による介入時間は最大で 240 秒までという基準を設定できた。そのため、一時的ながら教訓が意思決定機関の決定に活かされた。 ・しかしながら、一時的な導入に留まり、UB 市内に普及して目に見える成果を出すには課題が残る。
指標 3 UB 市における大気汚染対策に関連する法令、条例、燃料基準、排出基準が遵守される。 （新たな基準設定が 1 件なされる。かつ既に存在する基準 MNS5043: 2016（4.2MW までの温水ボイラ・一般的な技術要件）または MNS5919:2008（発電所、蒸気ボイラの排出許容濃度及び測定方法）の対象施設において Dust 濃度の排出基準の達成率が 70%となる）。	一部達成 ・大気法の 16.1.6 に UB 市内の大気質改善地域内で、MNS にて燃料中の硫黄分が少ない Euro 5 基準の燃料を販売し、それ以下の燃料の小売り・販売などを禁止する規定が追加された。法令は整備されたものの、遵守の面では課題が残る。 ・プロジェクト期間中に DAAEP が実施した 240 カ所の排ガス測定結果から Dust 濃度の排出基準の達成率は 70%超であることを確認した。

#### 4-1-1 プロジェクト目標指標 1

プロジェクト目標指標 1 に関し、パイロット事業の成果を踏まえ、政府は 2022 年 4 月 22 日付で大気法の 16.1.6 に UB 市内の大気質改善地域内で、MNS にて燃料中の硫黄分が少ない Euro 5 基準の燃料を販売し、それ以下の燃料の小売り・販売などを禁止する規定を追加した。パイロット事業を通して進めてきた Euro 5 基準燃料の導入は法整備により本格的な普及時期に入ると考えている。しかしながらモンゴルには製油所がなく（現在建設中）、ロシアと中国から全ての自動車用燃料を輸入しており、Euro 2 基準燃料が Euro 5 基準燃料より安価であることから依然として販売されている。そのため、UB 市民や事業者に対する Euro 5 基準の燃料の使用が推進

されるような広報や、通常燃料との価格差なくす方策、将来的には Euro 5 基準の燃料だけが販売される政策が求められる。

#### 4-1-2 プロジェクト目標指標 2

信号制御のパイロット事業において、2023年1月下旬に TCC と交通警察が協議し、信号介入の削減、介入の実施時間の変更が行われた。その結果、パイロット事業で実施した 10 箇所以外の UB 市内の信号においても習得した技術の活用により、TCC が実施する信号への介入の減少、交通警察官による信号機の灯火を無視した交通整理の回数も減少した。また、交通警察による介入時間は最大で 240 秒までという基準を設定できた。そのため、一時的ながら教訓が意思決定機関の決定に活かされた。しかしながら、一時的な導入に留まり、UB 市内に普及して目に見える成果を出すには課題が残る。ただし、信号制御の重要性やその更新に係る技術は、交通管制センター内では十分認識かつ習得できているため、今後は信号制御更新のための交通量をセンター自身で安価かつ継続的に（例：信号交差点近傍を撮影したビデオから AI 技術等を用いた車線別交通量データの収集など）実施できる方法を検討する課題が残っているため、プロジェクト目標指標 2 は一部達成と評価する。

#### 4-1-3 プロジェクト目標指標 3

上述に記載の通り、大気法の 16.1.6 に UB 市内の大気質改善地域内で、MNS にて燃料中の硫黄分が少ない Euro 5 基準の燃料を販売し、それ以下の燃料の小売り・販売などを禁止する規定が追加され、法令が整備された。国営公共バスにおいて Euro 5 燃料の使用が遵守された。MMHI は市交通局に対し、新規に導入した Euro 5 バスには Euro 5 燃料を入札して使用するようレターを発出している。しかしながら未だ Euro 5 以外の燃料も販売されている。

プロジェクト期間中に DAAEP が実施した 240 カ所の排ガス測定結果から Dust 濃度の排出基準の達成率は 71.7%で指標を達成している。そのため、プロジェクト目標指標 3 は一部達成された。

### 4-2 成果指標

成果指標の達成状況を表 4-2-1 に示す。家庭用改良燃料のパイロット事業の 2 年間延期や COVID-19 の影響によるモンゴルでの活動中止やパイロット事業実施の延期により当初の予定より大幅に活動の遅延が生じていたものの、成果指標はほぼ達成した。しかしながら、大気汚染対策を実施する NCEPR の解体に伴い、一部の成果指標は達成できていない。

表 4-2-1 成果指標の達成状況

成果及び成果指標	達成度
成果 1：主要な発生源における排出モニタリング及び大気環境モニタリングの能力が強化される。	
1-1 DAAEP や IACC により、標準法及び簡易法による排ガス測定に基づいたボイラ認定監査がプロジェクト期間中に 50%実施される。	達成
1-2 DAAEP や関係機関が少なくとも 3 回の排ガス測定報告書を副市長に提出する。	達成
1-3 DAAEP と NAMEM が連携して、主要汚染源からの排出モニタリングと大気環境モニタリング情報が定期的に関係機関に共有される。	達成
1-4 CEMS の測定結果が年 1 回公定法と比較される。	達成
1-5 RSD 調査結果に基づき、UB 市内を走行する自動車の排出ガス測定実態の分布が少なくとも年 1 回作成される。	達成
成果 2：年間を通じて、汚染構造（特に PM）の分析や評価能力が強化される。	
2-1 PM 発生源寄与解析結果が少なくとも 3 回報告される。	達成
2-2 年間を通じた大気モニタリング、排出インベントリや大気拡散シミュレーションモデル、PM 発生源の特定結果等により集団曝露量等を含む汚染構造が少なくとも 3 回評価される。	達成
成果 3：大気汚染対策の技術的評価と実施準備を行う能力が強化される。	
3-1 ゲル地区の家庭用改良燃料の排ガス測定方法の規格案及び品質規格が MASM に提出される。	一部達成
3-2 パイロット事業の実実施計画が少なくとも 3 件作成される。	達成
成果 4：大気汚染対策に関わるモンゴル側の意思決定プロセスが、DAAEP, NAMEM 等の専門機関を活用することで、改善する。	
4-1 大気汚染の状況分析、大気汚染対策の短・中・長期の戦略案（BAU の検討含む）、大気汚染対策の評価（実施済みおよび案）が少なくとも 2 回意思決定機関に提言される。	達成
4-2 パイロット事業及びプロジェクトの成果が国家環境汚染削減プログラムの改訂あるいは実施・不実施の決定に 1 件以上利用される。	達成
成果 5：主要な汚染源において PM、二酸化硫黄及び窒素酸化物排出削減のため、大気汚染対策が促進される。	
5-1 プロジェクトの C/P-WG で選択された少なくとも 3 件のパイロット事業が行われる。	達成
5-2 各パイロット事業の結果（PM、二酸化硫黄及び窒素酸化物の排出削減、大気環境改善及び暴露）が、関係機関に公表される。	達成
成果 6：成果 1-5 の達成のために、法的枠組み、資源配分、および調整機能（大気環境サイクルのプラットフォーム）が強化される。	
6-1 関連する法令・規則（燃料規制、排出基準、MNS、市条例等）の案が少なくとも 3 件提出される。	達成
6-2 プロジェクトによる技術審査ガイドライン等の成果を活用して、大気汚染対策への資金配分を担当する部署が 3 件以上の大気汚染対策事業や技術に資金を配分する。	一部達成 技術審査ガイドラインは 2024 年 6 月に完成したが、2023 年 12 月末に NCEPR が解散となった。未だ大気汚染対策に係る部署や担当分野が定まっ

	ておらず、資金配分を担当する部署も決まっていない状況である。
6-3 本プロジェクトに係る大気汚染対策について各関係機関の役割分担に係る協定が少なくとも3件締結される。	達成
6-4 大気汚染対策の計画・実施・評価に係る業務手引書が、関係機関に配布される。	達成

#### 4-2-1 成果 1

##### 4-2-1-1 成果指標 1-1

成果指標 1-1 に関し、フェーズ 2 に引き続きボイラ認定監査を実施している。2018 年 11 月から 2022 年 12 月までに 206 箇所のボイラ排ガス測定が実施された。この数は登録されている全 HOB（2018 年時点で 406 箇所）の 50.7%になる。成果指標 1-1「DAAEP や IACC により、標準法及び簡易法による排ガス測定に基づいたボイラ認定監査が 50%実施される。」は、2022 年 12 月に達成した。フェーズ 1 のプロジェクト開始当初は機材がないため、プロジェクトで機材を供与した。10 年以上経過したため、機材は壊れかけているため新規に購入する必要がある。維持・管理の予算は増加しているが、機材は全て輸入であり高額であり膨大な資金が必要であることから新規購入がほとんどできていない。2023 年 11 月に意思決定機関の副市長に機材の購入の必要性の資料を作成して説明した。

##### 4-2-1-2 成果指標 1-2

成果指標 1-2 は「DAAEP や関係機関が少なくとも 3 回の排ガス測定報告書を大気環境汚染対策担当プロジェクトリーダーに提出する。」である。DAAEP が毎年作成し提出する DAAEP 年次活動報告書に施設名、基準を満たしているかを含む排ガス測定結果が記載されている。報告は、2019 年 1 月、2020 年 1 月、2021 年 1 月、2022 年 1 月、2023 年 1 月、2024 年 1 月に実施済みであり、成果指標 1-2 は達成した。

##### 4-2-1-3 成果指標 1-3

成果指標 1-3 は、「DAAEP と NAMEM が連携して、主要汚染源からの排出モニタリングと大気環境モニタリング情報が定期的に関係機関に共有される」である。

排出モニタリング情報は、DAAEP のホームページに TPP2、TPP3、TPP4 及び HOB からの排ガス測定結果を含む年次報告書が掲載されている。また、CEMS データについては、MET が、オンラインシステムを維持すると共に、アクセスに必要なユーザ名とパスワードを関係機関に配布することで、共有が継続された。

大気環境モニタリング情報は、3-2-4-5 に記載した通り、年報等を通じて定期的に関係機関に共有されている。

以上のように DAAEP と NAMEM がフェーズ 2 からの活動を継続した結果、成果指標 1-3 は達成した。

#### 4-2-1-4 成果指標 1-4

成果指標 1-4 は「CEMS の測定結果が年 1 回公定法と比較される」である。DAAEP は TPP3 および TPP4 の排出ガスを適宜測定していたが、CEMS の測定結果との比較に必要な情報が保存・提供され比較が可能となったのは、2023 年である。

TPP3 では、NOx 濃度で約 8 倍、CO および TSP 濃度で約 10 倍の違いがあった。確認の結果、測定場所を揃えていなかったことが判明した（CEMS は集合煙突に設置されているが、DAAEP はボイラ No. 7 の出口で測定した）ため、今回は CEMS 設置場所での測定が必要と、NAMEM が DAAEP に連絡した。

TPP4 では、CO 濃度で約 3 倍の違いがあった。TPP4 は 2024 年に校正用標準ガスの更新を試みる予定である。

上記の結果、成果指標 1-4 は達成された。

なお、成果指標 1-4 は、活動 1-2「TPP3, TPP4 が CEMS を用いて排ガス管理を強化する」の一環である活動 1-2-2「TPP3 および TPP4 が CEMS 排ガスデータの品質管理を行う」の手段の 1 つである。CEMS は、設置された 2016 年から本報告書を作成している 2024 年まで測定が継続できているのは、概ね維持管理が適切に実施された結果と考えられる。また、精度管理も、適宜校正により実施されている。税関強化により校正用標準ガスの調達が困難になっていたため、NAMEM が調査し、TPP3 および TPP4 に対し情報を提供した。

#### 4-2-1-5 成果指標 1-5

成果指標 1-5 は、「RSD 調査結果に基づき、UB 市内を走行する自動車の排出ガス測定実態の分布が少なくとも年 1 回作成される。」である。

2023 年 5 月～6 月に RSD 調査を実施し、UB 市内を走行する自動車の排出ガス測定実態の分布を作成した。成果指標 1-5 は 2023 年 10 月に達成された。

### 4-2-2 成果 2

#### 4-2-2-1 成果指標 2-1

成果指標 2-1「PM 発生源寄与解析結果が少なくとも 3 回報告される」について、2023 年 3 月に全てのサンプルの分析が完了した。成分分析結果に関する報告は 2022 年 8 月 26 日の現地セミナー、2022 年 11 月の本邦研修内講義、2023 年 4 月 12 日の現地セミナーの 3 回実施されており、成果指標 2-1 は達成された。更に 2023 年 12 月の PM 発生源寄与解析セミナー、2024 年 4 月の総括セミナーでは C/P が発表者となり、他分野の C/P も含めた関係者に対して解析結果の報告を行った。

#### 4-2-2-2 成果指標 2-2

成果指標 2-2（少なくとも3回の汚染構造評価）は達成した。達成状況を表 4-2-2 に示す。

DAAEP は 2022 年の排出インベントリの更新を 2024 年 3 月に完了した。DAAEP は 2022 年の排出インベントリ年次報告書を 2024 年 5 月に完成させ、2024 年 7 月に DAAEP のウェブサイト公表した<sup>34</sup>。

シミュレーションについては、2018 年を現況年としてモデルを 2022 年 5 月までに構築し、そのモデルを用いて 2020 年以降のシミュレーションを実行した。これらの結果を 2022 年 10 月に開いたセミナー、2023 年 2 月の UNICEF 主催の学術セミナーで説明した。

また、活動 2-1 での発生源寄与解析の結果に基づいた凝縮性粒子を考慮した PM<sub>10</sub> シミュレーションモデルを使った大気汚染構造について、2024 年 1 月に発表した。

2024 年 3 月には、BAU シナリオに基づいて 2027 年の排出量予測及びシミュレーションによる濃度予測結果を発表した。

2023 年 4 月に、DAAEP、NAMEM(IRIMHE)、NUM の 3 者が、排出インベントリ・シミュレーション・対策案評価の役割分担に関する共同実施契約を締結した。プロジェクト終了後は共同実施契約に基づいた大気汚染構造の把握が継続的に行われることが期待される。

表 4-2-2 排出インベントリの更新及びシミュレーションによる大気汚染構造評価と暴露評価の完了時期

	排出インベントリ更新 および報告書作成	シミュレーション、その 結果に基づく大気汚染構 造評価	暴露評価
2018 年	2021 年 11 月	2022 年 10 月	2023 年 9 月
2019 年	なし	なし	なし
2020 年	2022 年 9 月	2022 年 10 月	2023 年 9 月
2021 年	2023 年 10 月	未実施	未実施
2022 年	2024 年 5 月	未実施	未実施
2027 年 (BAU シナリオ)	2024 年 2 月	2024 年 3 月	2024 年 3 月

出典：JET

#### 4-2-3 成果 3

##### 4-2-3-1 成果指標 3-1

DAAEP が実施した改良燃料の燃焼試験データを整理している。成果指標 3-1「ゲル地区の家庭用改良燃料の排ガス測定方法の規格案及び品質規格が MASM に提出される。」は品質規格が

<sup>34</sup> <https://aprd.ub.gov.mn/index.php?newsid=774> (2024 年 7 月 4 日アクセス)

MNS5679:2019 及び MNS5679:2022 で改定され達成している。一方、排ガス測定方法の規格については、3-4-1 に記載の通り、現在、UB 市都市規格監視局が検討している。

UB 市都市規格監視局が規格を検討するための作業部会を設置するにあたり、作業部会のメンバーを提出に関するレターが 2024 年 3 月 7 日に、DAAEP に届き、DAAEP は 3 月 18 日の週に作業部会メンバーとして固定発生源排ガス測定担当 2 名を候補者として提出したが、作業部会は未だ設置されていない。そのため、成果指標 3-1 は一部達成した。

#### 4-2-3-2 成果指標 3-2

第 3 回 JCC にて改良燃料のパイロット事業の実施計画、実施場所の変更が承認された。自動車関連のパイロット事業は、2019 年 5 月より C/P と協議しながら信号制御、エコドライブ、RSD、DPF、低硫黄燃料及び低排出ガス自動車のパイロット事業の実施計画書を作成したので、成果指標 3-2 「パイロット事業の実施計画が少なくとも 3 件作成される。」は達成済みである。

#### 4-2-4 成果 4

##### 4-2-4-1 成果指標 4-1

以下の内容にて、副市長及び JCC への説明、セミナーの開催により、意思決定機関に向けて提言した。したがって、成果指標 4-1 は 2024 年 4 月に達成した。

1. 2022 年 10 月のセミナー及び 2022 年 12 月の第 8 回 JCC で、2018 年と 2020 年の大気汚染構造の評価からモンゴル国の国策として実施された生石炭から改良燃料に燃料転換した事による大気汚染対策の評価結果を提示し、更なる改良に関する提言を行った。
2. 2023 年 11 月に Nominchimeg UB 市副市長に対して、モンゴル国の国策として実施された生石炭から改良燃料に燃料転換した事による大気汚染対策の評価結果を提示し、その効果を提言した。
3. 2024 年 1 月に凝縮性粒子を考慮した PM<sub>10</sub> シミュレーションモデルについてのセミナーを開催し、凝縮性粒子を考慮した PM<sub>10</sub> の詳細な大気汚染構造について説明した。
4. 2024 年 3 月のセミナーで、将来年として 2027 年の BAU シナリオの設定及び、本プロジェクトのパイロット事業に基づく大気汚染対策シナリオの設定とその評価について説明した。
5. 2024 年 4 月に Nominchimeg UB 市副市長に対し、家庭用改良燃料の比較結果を提示した。具体的には、TTT 社の既存の改良燃料とプロジェクトで製造した BCB の比較、BCB を導入した場合とストーブを変更した場合の大気汚染対策の比較結果を提示した上で、その効果について提言した。
6. 2024 年 4 月の総括セミナーで、本プロジェクトのパイロット事業に基づく大気汚染対策シナリオの設定とその評価結果について説明した。

#### 4-2-4-2 成果指標 4-2

指標 4-2「パイロット事業及びプロジェクトの成果が国家環境汚染削減プログラムの改定あるいは実施・不実施の決定に1件以上利用されている。」は達成済みである。

2022年9月にNCEPR事務局が自動車の大気汚染対策として添加剤の導入を計画していた。プロジェクトは車載計を用いて添加剤による大気汚染物質削減効果があるかを調査し、効果がないことが明らかになったため、添加剤による大気汚染物質削減効果報告書をNCEPR事務局に提出した。NCEPRは自動車の大気汚染対策として実施しないことを決定した。

#### 4-2-5 成果 5

##### 4-2-5-1 成果指標 5-1

パイロット事業は、成果指標 3-2 で達成された実施計画書を元に進め、6つのパイロット事業を表 4-2-3 の時期に実施した。そのため成果指標 5-1「プロジェクトの C/P-WG で選択された少なくとも3件のパイロット事業が行われる。」は達成した。

表 4-2-3 パイロット事業の実施時期

パイロット事業	実施時期
家庭用改良燃料	2022年4月～2024年3月
信号制御	2019年7月～2023年4月
低硫黄燃料	2019年7月～2024年3月
エコドライブ	2019年7月～2024年2月
PM低減装置(DPF等)	2019年9月～2023年12月
RSD	2019年7月～2024年1月

出典：JET

##### 4-2-5-2 成果指標 5-2

各パイロット事業の結果に基づいた、大気汚染対策の評価について、2024年3月13日にモンゴル側担当者を集めたセミナーを開催した。このセミナーでは改良燃料及び自動車パイロット事業の結果に基づいた排出量削減、濃度低減、暴露に関する評価結果を発表した。発表資料を別添資料 3-3-8 に示している。したがって、成果指標 5-2「各パイロット事業の結果（PM、二酸化硫黄及び窒素酸化物の排出削減、大気環境改善及び暴露）が、関係機関に公表される。」は2024年3月に達成した。

#### 4-2-6 成果 6

##### 4-2-6-1 成果指標 6-1

関連する法令・規則として以下が挙げられる。

### **(1). 生石炭の使用禁止**

生石炭使用禁止に関するモンゴル政府の2018年第62閣議決定の追記・更新案が作成され、2020年5月8日付の第189閣議決定で承認された。また、2022年に生石炭使用禁止に関するモンゴル政府の2018年第62閣議決定の追記案が作成され、2022年6月8日付の第223閣議決定で承認された。

### **(2). 大気質改善地域施行規則**

2019年 - 2020年の大気質改善地域施行規則（改定版）が2019年8月14日付のMET大臣とUB市長の第A/433-A/820共同命令として承認された。

2020年 - 2021年の大気質改善地域施行規則（改定版）が2020年10月12日付のMET大臣とUB市長の第A/604-A/112共同命令として承認された。

2021年 - 2022年の大気質改善地域施行規則（改定版）が2021年10月13日付のMET大臣とUB市長の第A/322-A/780共同命令として承認された。

2022年 - 2023年の大気質改善地域施行規則（改定版）が2022年10月17日付のMET大臣とUB市長の第A/424-A/1353共同命令として承認された。

2023年 - 2024年の大気質改善地域施行規則案を作成し、各区役所と関係機関からのコメント、意見を求めた。市長所轄評議会での協議を図る準備を行った。

### **(3). 一酸化炭素中毒リスクについて**

UB市長の2022年3月9日付第A/346号市長令「一酸化炭素中毒リスクについて」、UB市グリーン開発及び大気・環境汚染削減問題担当副市長の2022年3月14日付「一酸化炭素中毒リスク防止、リスク対策に関する実施細則」が承認された。また、2023年9月6日付第A/1030市長令「一酸化炭素中毒の予防、リスク防止のための一部対策について」が発出された。

### **(4). Euro 5 燃料の導入**

MMHIがモンゴル政府に提案していたEuro 5燃料の導入に関して、2022年4月22日付の大気法の改訂で16.1.6にUB市内の大気質改善地域内で、MNSにて最高ランクの燃料を販売し、それ以下の燃料の小売り・販売などを禁止する規定が追加された。

以上から4件となり、成果指標6-1「関連する法令・規則（燃料規制、排出基準、MNS、市条例等）の案が3件提出される」は達成された。

#### **4-2-6-2 成果指標 6-2**

技術審査ガイドラインは2024年6月に完成した。2023年12月末にNCEPRが解散となった。未だ大気汚染対策に係る部署や担当分野が定まっておらず、資金配分を担当する部署も決まっていない状況である。そのため、成果指標6-2は一部達成とした。

#### 4-2-6-3 成果指標 6-3

関係機関の役割分担に関する協定に関し、プロジェクト実施期間の動きは以下のとおりである。

1. 2019年11月13日付第346号道路交通開発大臣令に、自動車の排出ガスとUB市ガソリンスタンドにおいてガソリン、軽油の監査測定を実施し、煙（排ガス）の削減対策を検討及び作成評価の業務を果たす作業部会が設置された。
2. 2021年11月19日付NAMEM長官命令A/199においてウランバートル市大気環境中の粒子状物質(PM) 試料採取実施作業部会が設置され役割分担が決まった。
3. 2021年12月の第6回JCCにおいてJETが要請した『排出インベントリの作成、シミュレーションモデルの実行、大気汚染対策評価を実施する際のモンゴル側の役割分担に関する共同実施契約』について、2023年4月11日に同契約が締結された。
4. 2022年2月16日付ME大臣令第A/54において「改良型固形燃料の技術仕様MNS5679:2019」の改定、提案及び報告書を作成する製品の品質に関する作業部会が設置された。

以上から4件となり、成果指標6-3「本プロジェクトに係る大気汚染対策について各関係機関の役割分担に係る協定が3件締結される。」は達成済である。

#### 4-2-6-4 成果指標 6-4

成果指標6-4「大気汚染対策の計画・実施・評価に係る業務手引書が、関係機関に配布される。」については、パイロット事業での経験を基に、2024年6月に業務手引書を完成させた。その後、モンゴル側は、完成させた業務手引書を関係機関に配布した。したがって、成果指標6-4は達成した。

## 第5章 フェーズ 1 からの成果、副次的な効果

### 5-1 固定発生源の排ガス測定

DAAEP に対して主にフェーズ 1、2 で機材を供与し、測定できない状況から世界標準の測定方法を用いた人材育成を実施してきた。その結果、フェーズ 2 の時に彼ら自身で燃料の燃焼試験が必要との認識の下、供与した機材を用いて燃焼試験室を建設した。フェーズ 3 期間中に DAAEP は、測定精度を担保できる ISO17025 の認定を取得する事を検討し 2022 年 4 月 28 日にモンゴルで初めてとなる固定発生源排ガス測定に関する ISO17025:2017 の試験所認定を受けた。

HOB や火力発電所等の Dust 測定を含む固定発生源排ガス測定を実施できる機関はモンゴル国で DAAEP だけであり、DAAEP の組織がモンゴル国内で認知されつつある。実際、UB 市以外の地方のセレンゲ県、ドゥンドゴビ県、エルデネト市とダルハン市などから依頼があり、ボイラの排ガス測定を実施している。

また、ストーブ用燃料を燃焼した際の排ガス測定を実施できるのは DAAEP だけである事から、2022 年は ME、UB 市や TTT 社等の製造業者の依頼で改良燃料とミドリング合わせて合計 70 件、2023 年は ME、NCEPR、UB 市議会や TTT 社等の製造業者の依頼で着火剤と改良燃料合わせて、合計 66 件の燃焼試験を実施している。2021 年以降燃料燃焼試験室での燃料の測定依頼が多くなってきている。

### 5-2 AQMS

2009 年、ドイツ国際協力公社 (GIZ) の供与・トレーニングにより、DAAEP が 4 局の AQMS の管理・運用を開始した。2010 年、フランスの借款により、NAMEM/CLEM が 6 局の AQMS の管理・運用を開始した。支援の重複を避けるため、JICA と UB 市は、2010 年からのフェーズ 1 において、AQMS に関する供与・活動を行わない計画で合意した。しかし、フェーズ 1 の結果、AQMS の維持管理・データ活用が不十分であることが判明したため、フェーズ 2・3 において AQMS に関する活動に合意し、以下の改善が実施された。

- 1) データ公開システムの開発・運用開始: NAMEM、CLEM、DAAEP、JET 等の協力、AstVision 社へのモンゴル国からの委託等により、AQMS のデータ公開システム <http://agaar.mn/> が開発された。データ表示装置が、測定局近くの道路沿い、MET・NAMEM・市役所等の玄関に設置された。以下の副次的な効果があった。

- (1) データ回線変更: NAMEM/CLEM の AQMS は、ULUSNET ブランドの WiMAX 圏内は WiMAX サービスにて、圏外の Urgakh Naran AQMS はアナログ電話回線にて、データが送信されていた。アナログ電話回線ではエラーが多発していたため、モバイルデータ通信に変更し、VPN 網を構築することで、問題を解決した。リモートで各測定機の状態を確認できるようになり、遠隔地の AQMS の維持管理効率化にも寄与した。また、

WiMAX が停波した際、他の全ての AQMS も、モバイルデータ通信と VPN 網を用いる方法に変更されている。

- (2) DAAEP の AQMS は、測定機やデータ転送自体の問題に加えて、電気代・通信費未払い、調達遅れによる消耗品不足等の問題も発生していた。管理職や副市長等にも欠測がわかるようになった結果、事務レベルの問題は迅速に解決されるようになった。
- 2) ゲル地区の大気汚染状況の把握：特に、平野部が狭く逆転層により汚染物質が蓄積しやすい市の北側のゲル地区は大気汚染が高濃度になりやすいと想定された。しかし、2009 年から 2010 年に設置された AQMS はゲル地区とアパート地区の境界などには設置されたものの、ゲル地区の中には設置されなかった。また、4-n Zam (西交差点) を挟んで約 100m の距離で AQMS が 2 つ設置されていた等、機材を有効に活用できる分布とはいえない状態にあった。まず、隣接 AQMS の再配置により、ゲル地区に 2 つの AQMS (Tolgoit と Amgalan) が開設された。2016 年の Bayankhoshuu AQMS の設置の結果、アパート地区より格段に高濃度であることが判明した。
- 3) 関係者の連携：CLEM の AQMS 維持管理担当者は、EANET<sup>35</sup>の測定局維持管理トレーニングで得た知識や、機器供給者を活用することにより、様々な問題に対処し、ノウハウを蓄積し、後継者の育成も行っている。DAAEP の担当者は、交代時の引継ぎ期間が 1 週間程度と短いこともあったため、問題が発生しても、ノウハウがなく、相談相手もない状態から始まっている。プロジェクトの中で、CLEM の担当者、JET、供給者等の支援を得ながら解決すればよいことを理解した。

### 5-3 排出インベントリ・シミュレーション

フェーズ 1 開始以前は発生源別に排出量を把握できていなかった。本プロジェクトでの人材能力の育成で排出インベントリ作成能力が向上したため、DAAEP は、2014 年以降ほぼ毎年大気汚染物質排出量を計算し、排出インベントリ年次報告書を作成できている。作成された排出インベントリは、本プロジェクトでの大気拡散シミュレーションモデルのみならず、IRIMHE が構築した 72 時間先の大気汚染予報のインプットデータに活用されている。

また、モンゴルで 2016 年度から 2018 年度までの 3 年間実施された、クリーン・エア・アジア (CAA) による「IBAQ Programme (Integrated Programme for Better Air Quality in Asia)」で排出インベントリマニュアルが作成された。排出インベントリマニュアルでは、フェーズ 1 及び 2 での活動による計算手法を、モンゴル国全体に横展開する形となっており、石炭燃焼起源の排出係数は、モンゴルでの排出実態を反映させているフェーズ 2 の報告書に掲載されている値を適用している。

<sup>35</sup> 東アジア酸性雨モニタリングネットワーク (EANET)。CLEM の AQMS 維持管理担当者は、EANET のモンゴル国内の測定機の維持管理も担当しており、その維持管理のために AQMS 用自動測定機の維持管理トレーニングを受けてきていた。

**NAMEM** は、この排出インベントリマニュアルをモンゴルでの正式なマニュアルとして出版した。現在、**UB** 市以外の県での **HOB** などの発生源からの排出量が計算されている。今後、**NAMEM** は各県での家庭用小型ストーブからの排出量を計算できるようにする意向であった。

フェーズ 1、2 において、大気拡散シミュレーションの結果から冬季の **PM<sub>10</sub>** と **PM<sub>2.5</sub>** の大気汚染の主な原因は、ゲル地区の家庭用小型ストーブからであることが解明されたことから、冬季の大気汚染対策として、改良燃料の導入をモンゴル側に提案していた。その結果、2017 年 3 月 20 日モンゴル国閣議決定 No.98 大気・環境汚染削減国家プログラムにゲル地区への基準を満たした改良燃料の供給、2018 年 2 月 28 日モンゴル国閣議決定 No.62 号で 2019 年 5 月 15 日からの生石炭の使用禁止が決まった。

## 第6章 法令の動きと他ドナーの活動

### 6-1 関連法令等について

モンゴルの法体系は、モンゴル国憲法があり、憲法の下に自然環境分野の法律として『自然環境保全に関する法律』（自然環境保全法）が上位法としてある。自然環境保全法に基づき、土壌、自然資源、水源、植物、大気等に関する法令が同列で制定されている。大気に関する法令としては、大気法及び大気支払法がある。大気法では大気環境モニタリング、大気汚染対策、大気環境基準、大気質改善地域等に係る規程が定められており、大気行政を実施する上で根幹となる法律である。大気支払法は、発生源区別に CO<sub>2</sub> 排出に応じた支払金額が規定されており、炭素税といった位置づけの法律となっている。

本プロジェクト期間における大気支払法の改定は、組織名の変更などの細かい変更にとどまっているが、大気法については、大気質改善地域、改良燃料、基金等に係る改定が以下のように実施された。

ME 大臣の 2021 年 8 月 25 日付の第 A/2958 号公式レターでは、Nalaikh 区ゲル世帯への改良燃料供給の技術的な条件（東部工場の完全整備）が十分に整備できていないため、2021 年～2022 年暖房季節における硫黄分を低減した改良燃料の供給は困難と通知された。大気質改善地域施行規則の改定案を作成して、2021 年 9 月 6 日付の第 01/3541 号レターで改定案を MET に提出した。『2021 年～2022 年の大気質改善地域、その施行規則』は 2021 年 10 月 13 日付の MET 大臣と UB 市長の第 A/322-A/780 共同命令として承認された。

2022 年の大気質改善地域施行規則（改訂版）が 2022 年 10 月 17 日付の MET 大臣と UB 市長の第 A/424-A/1353 共同命令として承認された。この改定に伴い主な変更として Nalaikh 区が大気質改善地域に追加されるとともに、全固体燃料使用禁止ゾーンが 57 ホローから 73 ホローに増加された。毎年、大気質改善地域施行規則が改訂され、年々 UB 市の生石炭使用禁止地域が拡大している。

改良燃料の品質規格案が作成され、改良固体燃料の技術要求（MNS5679:2019）が規格度量衡長官の 2019 年 5 月 14 日付第 C/16 号令で承認された。本規格は 2019 年 5 月 15 日より有効となった。2022 年 10 月 17 日に更新版の MNS5679:2022 が承認された。本規格は 2022 年 10 月 18 日より有効となった。

政府 2019 年 2 月 27 日付の第 87 号決定『政府特別基金に対する措置について』により APAF が廃止された。その後『政府特別基金に関する法律』の改正案が 2019 年 11 月 13 日付で承認された。この改正により大気法の第 29 条「大気汚染料金」からも APAF が削除された。また、同法令改正により今後は自然環境・気候基金が大気・環境汚染削減対策の資金支援を担当することになったが、未だ機能していない。近年と同じく自然環境・気候基金への大気汚染料金の集約が行われておらず、NCEPR の長である ME 大臣の Work Package として直接大臣が管理することになっている。

モンゴル政府は 2022 年 4 月 22 日付で大気法の 16.1.6 に UB 市内の大気質改善地域内で、MNS にて最高ランクの燃料を販売し、それ以下の燃料の小売り・販売などを禁止する規定を追

加することを決定した。これによりパイロット事業である低硫黄燃料（Euro 5 燃料）の導入が本格化した。

## 6-2 他のドナーの動き

### (1). 世界銀行（WB）

ウランバートル持続可能な都市交通プロジェクト (<https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P174007>) が 2022 年 2 月から 2026 年 12 月に実施されている。プロジェクトの目的は、UB 市の交通管制システムを導入することにより、UB 市の持続可能な都市移動のための包括的な枠組みを開発し、交通回廊における渋滞の緩和、交通安全の改善、気候変動に対処することである。プロジェクトの総予算は 1 億 USD であり、2022 年に FS 調査が完了し、2023 年から本格的な事業実施が行われている。交通管制システムの導入事業は、本プロジェクトの信号制御パイロット事業との関連が高いため、WB のプロジェクト関係者との情報交換を行うことにより、効果促進を図ることとする。

### (2). ウランバートル・クリーンエア・プロジェクト（UBCAP）

#### 1) フェーズ 1

WB は UBCAP フェーズ 1 として、エネルギー効率改善、断熱損失の削減、省エネ新技術導入などの活動を 2012 年～2019 年 6 月に実施した。当該プロジェクトでは、UB 市の 12 の幼稚園の断熱、131 幼稚園、17 学校、7 つの健康センターに 1500 台の暖房装置を設置した。ゲル地区の住宅の断熱性能を改善するために「Insulation campaign」を実施し 474 世帯が参加した。

また、以下に示す 2 つの基準（規格）を作成した。

- ・モンゴルの夜間の電気代は安いとため、夜間電気を蓄電して昼間に使うための家庭用蓄電池（ETS）製品に関する基準
- ・ゲル地区最低限必要なユニット（面積、建物、電気、上下水道）に関する基準作成

#### 2) フェーズ 2

UBCAP は、2019 年～2021 年にフェーズ 2 を実施している。1,200 万 USD の規模のローンプロジェクトで ME と UB 市が C/P である。規模は ME に 600 万 USD、UB 市に 600 万 USD の合計 1200 万 USD である。

フェーズ 2 では、フェーズ 1 の活動内容を継続し、「Insulation Campaign」、「夜間電気蓄電暖房機」のプログラムを組み合わせた暖房と断熱の総合的な解決を目指している。

500-800 のゲルに ETS（Electric thermal storage）を設置する。また、50 のホローから 3 つの地区を選定し、4 つの ETS のサービスセンターの設置及びその施設のための石炭を使わない熱供給、水道、電気のパイプラインの建設を行う。

監査庁に室内環境測定機材を供与し、室内環境基準を満たしているか調べる。

2021年には以下の活動を実施している。

## 1. 「包括的な暖房および断熱ソリューション」プログラム

### (1) 夜間蓄積電気ヒーター

夜間蓄積電気ヒーターは、従来のヒーターよりもエネルギー効率と経済効率が高い。ヒーターは午後9時から午前6時まで電気を消費し、熱を蓄えて一日中家を暖かく保つ。冬季は夜間の電気料金が割引になるため、夜間蓄積電気ヒーターを使用することで毎月の電気代を大幅に節約できる。これらのヒーターは、ドイツの会社 **Stiebel Eltron** によって製造されており、最長30年間使用できる。包括的な暖房および断熱プログラムに参加している個人は、無利子で夜間蓄積電気ヒーターを30か月間（月額66,000 MNT）の分割払いとすることができる。

### (2) 断熱キャンペーン5

包括的な暖房および断熱プログラムの対象となる世帯は、家を完全に断熱する権利がある。完全な断熱により、家の熱損失が50%削減され、エネルギーを節約することができる。包括的なプログラムと協力して断熱材サプライヤによって提供される材料から断熱材を選択することができる。最新の機器を使用して、全対象世帯の熱損失を無料で測定できる。このプログラムでは、UBCAPから家庭用断熱材の費用に対して70%の補助金を提供される。

## 2. NAMEMが設置した3局のAQMSの大気質の市民への公表

NAMEMが設置した3局のAQMSを大気環境濃度の公表サイト (<http://.agaar.mn>) への接続工事の費用をUBCAPが負担している。

### (3). アジア開発銀行 (ADB)

ADBは自動車対策を非常に重要な分野と考えている。ADBは、2020年1月に排ガス規制、Euro 4、5などの燃料規制、信号制御システム、RSD、DPFなどの自動車対策が必要と考えていると述べた。

JETの遠藤専門家はミドリリングブリケットの燃焼試験結果について、2018年の改良燃料に係るADB案件に参加し、ADBとも連携している。

プログラムローン (PBL) フェーズ2は全額1億6000万USD、2019年12月にローンが承認された時点で1st トランシェとして1億USDをディスバース済みである。政策実施・達成状況を確認した報告書が2020年11月に作成され、12月14日に2nd トランシェとして残りの6000万USDがディスバースされた。

ADBは、PBL フェーズ2の融資に伴い、2019年から技術協力 (TA : Technical Assistance) としてウランバートル大気質改善プログラムフェーズ2を実施している。2021年のTAは5つの活動を行っている。(i) コミュニティ参画プログラムの実施、(ii) モンゴルのニーズを満たすエネルギー効率の高い新しい公共および民間の建物のためのエッジシステムの適用、(iii) 大気汚染モデリング能力の向上、(iv) 気候変動への耐性、グリーン・コンストラクション、エネルギー効率を向上させるため、「UB市開発計画2040」の閣議決定に向けた支援及び助言、(v) 補助金の

継続的な依存の抑制や提言を行うため、低所得者ゲル世帯向けの適切な夜間暖房料金の新設に向けた調査を実施している。

#### **(4). 国連児童基金（UNICEF）、スイス開発協力機構（SDC）**

UNICEF としては、SDC の予算の下、1. 幼稚園での室内汚染に関する対策、2. モニタリング、3. オンラインシステムに関する活動を行っている。低所得者が多い地域のある幼稚園を二重窓にしたりしている。国家データを解析し、エネルギー効率を評価する。政策のための根拠として、室内環境をアナライザーにより測定し、暴露量を定義する活動を行った。

UNICEF は、上記のプロジェクト活動を完了したため、残った予算を使った追加活動を検討している。

#### **(5). 国連開発計画（UNDP）**

交通需要予測システムである Visium を用いて、交通需要予測を行っている。研修はドイツのメーカーから認定を受けた PTV グループが 2018 年 2 月に 5 日間実施した。対象者は交通管制センターの 2～3 名、大学関係者 1 名、市長事務局 1 名である。研修では、道路を閉鎖したときの交通流などを計算するなどの協力を行った。

#### **(6). ドイツ連邦環境省**

ドイツ政府から NAMEM に対する協力が実施されている。協力内容は大気環境測定、排出インベントリ及び大気拡散シミュレーションのトレーニングを実施することである。協力期間は 2016 年年末から 2019 年 10 月までである。2019 年 10 月に総括セミナーを実施した。

#### **(7). ドナーステークホルダーミーティング（参考）**

##### **1) 第 1 回**

2018 年 12 月 11 日に JICA モンゴル事務所主催で第 1 回ドナーステークホルダーミーティングが実施され、ADB、GIZ、SDC 等のドナー関係者が参加した。JET はフェーズ 3 のプロジェクト概要を説明した。参加ドナーからは大気汚染分野に関する様々な発言があり、活発な議論が行われた。ミーティングに参加したドナーの活動スケジュールを表 6-2-1 及び図 6-2-1 に示す。

表 6-2-1 第 1 回ドナーステークホルダーミーティング議事次第

15:00 - 15:30	Registration and welcome coffee
15:30 - 15:45	Opening Remarks:

B.Tsatsral, Head of Air Pollution Reducing Department, UB City	
Mutsumi Sato, Chief Representative of JICA Mongolia Office	
15:45 – 15:55	Self-Introduction of the Participants
15:55 – 16:10	Presentation on Capacity Development Project for Air Pollution Control in Ulaanbaatar City Phase 3  Toru Tabata, Team Leader, JICA Expert Team
16:10 – 16:50	Discussion
16:50 – 17:00	Closing Remarks:  Taizo Yamada, Senior Advisor (Environmental Management), JICA HQ
17:00	Refreshments

		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Technical Assistance	ADB	Needs assessment of air quality monitoring capacity Assess and introduce green technologies												
	GGGI		Low carbon heating for school											
	GIZ		EP field Test in Ger Area											
	GIZ		Improve energy efficiency in building sector											
Loan/Financial Cooperation	ADB		Policy based loan											
	Xac Bank	Loan program for Business to reduce GHG												
	Xac Bank		Loan program for Households to reduce GHG											
	KfW		Improve energy efficiency at School in Ger Area (In Preparation)											
Education	ADB	Environmental education												
	People in Need Mongolia		Air quality advocacy & education											
	Smart Air Mongolia	Free education campaign												
Others, Not specified	Smart Air Mongolia	Air purifier donation campaign												
	SDC, UNICEF		Policy dialogue, Health risk reduction measures, Strengthen health service											

図 6-2-1 ドナーの活動スケジュール

## 2) 第2回

2019年12月6日にJICAモンゴル事務所主催で第2回ドナーステークホルダーミーティングが実施され、ADB、GIZ、SDC等のドナー関係者が参加した。

表 6-2-2 第2回ドナーステークホルダーミーティング議事次第

14:00 – 14:30	Registration and Welcome Coffee
14:30 – 14:40	Opening Remarks: D. Munkhjargal, Project Leader of Air Pollution, UB City Eriko Tamura, Chief Representative, JICA Mongolia Office
14:40 – 14:55	Overall Progress of “Capacity Development Project for Air Pollution Control in Ulaanbaatar City Phase 3” Toru Tabata, Team Leader of JICA Expert Team
14:55 – 15:05	Progress of Pilot Project of Automobile Emission Toru Tabata, Team Leader of JICA Expert Team
15:05 – 15:15	Progress of Pilot Project of Improved Fuel Hajime Endo, JICA Expert
15:15 – 15:30	Q&A, Discussion
15:30 – 15:50	Update of relevant activities by the development partners
15:50 – 16:00	Wrap-up Comment: Taizo Yamada, Senior Advisor (Environmental Management), JICA HQ

**(8). UNICEF 主催のドナーセミナー（参考）**

UNICEF、MET 及び NUM 主催、SDC、UNDP 及び JICA 共催による「HUMAN RIGHTS TO SAFE AND HEALTHY ENVIRONMENT: Air pollution, scientific evidences and solutions Science and technology conference」が 2023 年 2 月 7 日に実施された。WB、ADB、JICA 等のドナー関係者、NUM 及びプロジェクト関係者が大気汚染対策プロジェクトに関する進捗状況を報告し、議論を行った。

表 6-2-3 UNICEF 主催のドナーセミナープログラム

8:30 – 9:00	Registration and Welcome Coffee
9:00 – 9:30	Opening - Mr. B. Bat-Erdene, Minister of Environment and Tourism - Mr. Benoît MEYER-BISCH, Deputy Head of SDC - Prof. Dr. D. Badarch, President of National University of Mongolia

	- Mr. Evariste Kouassi Komlan, Representative of UNICEF Mongolia
	- Mr. Tanaka Shinichi, Chief Representative, JICA Mongolia
9:30 – 11:00	Session 1: Air pollution sources, AQ monitoring Presentation: 5 (Each presentation -10-15 min, total 60 min) Summary of poster presentation by the moderator (10 min) Q & A, conclusion (20 min)
11:20 – 13:00	Session 2: Social, economic and health impacts of air pollution Presentation: 4 (Each presentation 15 min, total 60 min) Panel discussion: (20 min) Q&A, conclusion (20 min)
14:00 – 16:00	Session 3: Engineering and technology solutions
16:00 – 16:40	Session 4: Results' discussion
16:40 – 17:00	Conference closing

#### **(9). 日本環境省との連携（参考）**

2014年度から2018年度にかけて実施した日本環境省の「コベネフィット型環境汚染対策調査支援委託業務」では、本プロジェクトのフェーズ1及びフェーズ2で供与した固定発生源排ガス測定用機材を用いて、コベネフィット効果の評価手法の検討、定量化検証及びHOB運転員の運転・保守管理技術の能力強化が行われた。

2019年度～2020年度の環境省コベネフィット調査では、コベネフィット効果の評価手法の検討、定量的検証及びHOB運転員の運転・保守管理技術のキャパシティ・ビルディング等を実施した。二国間クレジット制度（JCM）の事業登録に向けた関係者との協議・調整を実施し、申請を行った。2021年度調査では、ガス焚きHOBに係る協力支援（実証モデル事業の推進、コベネフィット評価の実施、JCM事業への登録促進、技術の普及・拡大、現地の政策・動向調査等）及び現地行政官等のキャパシティ・ビルディングに資する取組を中心に調査を進めた。

#### **(10). クリーン・エア・アジア（CAA）（参考）**

CAAによるIBAQ Programme (Integrated Programme for Better Air Quality in Asia) は2014年から開始され、その対象国の一つとしてモンゴルが選定された。2015年のUB市でのワークショップを経て、METの要請により、モンゴル全体での排出インベントリを策定することが、このプログラムに含まれた。

モンゴルでのこのプログラムの実施期間は、2016年度から2018年度までの3年間の活動である。モンゴル全体で適用可能な排出インベントリマニュアルが作成され、マニュアルについ

での研修が行われることで、モンゴル人のキャパシティ・ビルディングに繋げることが目的であった。

CAA が（一財）日本環境衛生センター傘下のアジア大気汚染研究センター（ACAP）と契約し、ACAP が数理計画にモンゴル国の排出インベントリマニュアル作成を再委託している。

2019年3月12日に、モンゴル国の排出インベントリマニュアルに関する最終セミナーがMETで開催された。NAMEM、IRIMHE、DAAEP、IACC等から約20名が参加した。仲田専門家が、排出インベントリマニュアルの概要を説明した。排出インベントリマニュアルでは、フェーズ1及び2での活動による計算手法を、モンゴル国全体に横展開する形となっており、石炭燃焼起源の排出係数は、外国のガイドラインでの値とともに、モンゴルでの排出実態を反映させているフェーズ2の報告書に掲載されている値を適用している。

今後、METでは、この排出インベントリマニュアルを用いて法的整備をしたうえで、各県の排出量を定期的に把握したい意向であった。

## (11). 韓国

韓国は CLEM に対する 1,400 万 USD のソフトローン（有償）を実施する。JET は CLEM に対して、PM 成分分析に必要な機材リスト作成の支援を行った。韓国による準備調査が 2020 年 4 月まで実施される予定であったが、COVID-19 の影響により 2 年間中断していたが再開され、韓国側からモンゴル側に詳細な報告書が渡された。今後、韓国側が CLEM の新ラボ建屋の設計に関する入札が行われた。

KOICA では、AQMS の機材とモニタリングシステムの無償供与を予定している。AQMS の受け入れ機関である MET では、UB 市以外のモンゴル全土に 7～10 局を配置する計画である。プロジェクト期間は 2023 年～2027 年、予算規模は 8,846,100USD である。無償供与であるため、AQMS 機材は韓国製となる見込みである。

## 6-3 JICA 事業との連携

### 6-3-1 JICA 普及・実証事業

JICA では「ディーゼル路線バスの DPF による黒煙低減計画に関する普及・実証事業」を 2017 年 11 月～2019 年 9 月に実施した。普及実証事業では、24 台の路線バスに DPF を設置し、バス運行会社の負担を減らす技術、法制度・優遇策、ビジネススキーム等を検討することにより、モンゴルにおける DPF の普及を図った。

24 台に設置した DPF については、バスが廃車されるため、市公共交通局は JET の支援の下、本プロジェクトにおいて DPF を 2 台のバスに移設した。

### 6-3-2 課題別研修

「大気環境管理に向けたキャパシティ・ビルディング」（2019年8月21日～9月18日）では、IRIMHE から2名が参加し、アクションプランを作成した。本プロジェクトの運営指導を担当していた山田専門員がアクションプラン作成を指導し、本プロジェクトとの相乗効果を図った。

2020年度の課題別研修「大気環境管理に向けたキャパシティ・ビルディング」は、2021年1月25日から2月5日はオンライン研修、2021年10月4日～26日は本邦研修を実施する予定であったが、COVID-19の影響で2021年10月の本邦研修を取りやめ、2022年1月末から2月中旬にかけてもオンラインで実施することになった。DAAEP から1名が2022年1月のオンライン研修に参加した。

2022年度の課題別研修「大気環境管理に向けたキャパシティ・ビルディング」は、2023年3月8日～4月6日に実施された。プロジェクトメンバー2名が講師として指導したが、この課題別研修にモンゴルから参加した人はいなかった。

2023年度の課題別研修「大気環境管理に向けたキャパシティ・ビルディング」は、2024年1月24日～2月22日に実施された。プロジェクトメンバー2名が講師として指導したが、この課題別研修にモンゴルから参加した人はいなかった。

## 第7章 プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓

### 7-1 全体

#### 7-1-1 課題

プロジェクト開始当初の2019年12月から2023年11月の5年間でJCC議長が6回、JCC副議長が8回交代した。そのため、本プロジェクトの概要、進捗や成果をJCCの議長、JCCの副議長にどのように共有させるのかが課題であった。

#### 7-1-2 対応策

JCC議長に関してはC/PであるDAAEPからプロジェクト概要を説明してもらうとともに、JETが市長に面談を依頼してプロジェクトの進捗や課題を説明した。JCCの副議長に関しては、プロジェクトが副議長の着任情報を随時確認するとともに、プロジェクト概要のプレゼンテーション資料を作成した。プロジェクトは、後任の着任後直ぐに本プロジェクトの概要や進捗、計画を説明するとともに報告書を渡して、プロジェクトを理解してもらい、プロジェクトの運営にできるだけ支障が出ないようにした。

#### 7-1-3 教訓

日本側とモンゴル側は、JCC議長、JCC副議長に対して本プロジェクトを説明してきたが、プロジェクトの活動範囲が多岐に渡るため、プロジェクトを理解することは容易でない。繰り返しになるがモンゴル側と日本側の双方がJCC議長、JCC副議長に対して進捗や成果を説明する機会を増やしていくことを心掛ける必要があった。

### 7-2 成果1：AQMSの維持管理

#### 7-2-1 課題

3-2-4-2に示した通り、DAAEPのAQMSの測定機では、異常値・測定エラー・測定停止が散発していた。これらの問題を解消するためには、個々の問題について診断し、診断結果に基づき、調整、部品交換、修理、オーバーホール、更新等の必要性を報告し、承認を得ていく必要がある。しかしながら、担当者は1名のみ、前任者からの引き継ぎは最大でも1週間という状態が繰り返されていた結果、DAAEPの技術者単独でのノウハウの継承・診断は困難であることが判明していた。フェーズ2にてAQMSの維持管理の支援を開始する前の2012年頃は、電気代未払による測定停止も散発していた。

#### 7-2-2 対応策

技術面では、CLEMとの協力、メーカーや代理店からのサポートを引き出す方向で支援を行った。その結果、必要な連絡先にDAAEPが直接連絡を取る事例が増え、JETのサポート無しで解決できる範囲が拡大した。

AQMS維持管理用にメールアドレスを確保し、各種マニュアル・参考資料はクラウド上に保存することにより、連絡・各種作業記録を複数人で共有・承継できるようにした。

環境大気測定結果の広報システムの構築・維持により、スマートフォンやウェブサイトを通じた市民・NGO・マスコミによる利用を図るとともに、MET、NAMEM、UB市庁舎等の玄関に表示装置を配置した。その結果、部門長・首長・出納部門等による対応が迅速となり、担当者の負荷軽減につながった。

### 7-2-3 教訓

機材の据付・更新、基本的な操作トレーニングは、納入者やプロジェクト等で対応されることが多い。しかしながら、検収・プロジェクト終了後に維持管理が劣化した事例が散見された。検収・プロジェクト終了後に、技術あるいは部品購入に関する連絡先との関係構築が不十分な場合に共通してみられた。上意下達の関係が確立し効率が求められている環境のため、電気代未払による測定局停止・校正不調による欠測等があっても、支払いの督促や作業時間の確保が不十分となり、不調機材・測定停止が増えていくことになる。プロジェクト終了後の維持管理のレベルを高め、スムーズに移行できるようにするためには、現地技術者との協力・メーカーや代理店からのサポートを引き出す方向で維持管理計画を策定する必要がある。

また、部門長・首長・出納部門等の対応が迅速になる効果があるため、時々刻々の測定結果が公表され、市民・NGO・マスコミが見ている状況になることも重要である。

## 7-3 成果2：排出インベントリ及び汚染構造の能力強化

### 7-3-1 課題

フェーズ1以降、排出インベントリ更新やシミュレーション実行の担当者変更になるたびに、業務の引継ぎがほとんどされていなかったため、フェーズ2で更新マニュアルを作成し、更新作業の研修を複数回実施してきた。今後は、関係機関内での業務引継ぎ及び新しい担当者の業務内容の理解が今後の更新作業を円滑に進められるかの鍵となる。

2023年4月に、DAAEP、NAMEM(IRIMHE)、NUMの3者が、『排出インベントリ・シミュレーション・対策案評価の役割分担に関する共同実施契約』を締結した。しかし、退職者が多く、現時点でNAMEMはCALPUFFを実行する能力がなくNUMに教えることができない。

DAAEPによる排出インベントリの更新では、担当職員に各区の担当者から提供されたデータに不足や誤りが多いことが判明し、そのデータ整理に多大な時間を要した。モンゴルでは、国家発生源登録データベースシステムが構築されており、個々の発生源に関する情報をスマートフォンから同じフォーマットで入力して、データベースに蓄積されている。しかし、調査員がスマートフォンからの登録ができない、NAMEMがデータベースシステムへアクセスできないなどの問題があり、収集データの精度が低下していた。

### 7-3-2 対応策

前述の通り、フェーズ2で更新マニュアルを作成しているため、JETは新しい担当者に対して、まずそのマニュアルを熟読し、排出量計算を実践してもらった。その上で、不明な点等があればJETに質問してもらい、必要に応じてJETが指導した。その結果、DAAEPの排出インベントリ更新については、ある程度自らで更新できるレベルまでに成長した。

JCC の場で、モンゴル側は未だ CALPUFF を実行する能力がないため、プロジェクト期間中は JET がシミュレーションを実施する事を要請し、承諾が得られた。シミュレーションの結果及びその活用については、手順等を含めてセミナー等で共有して、モンゴル側の能力向上に努めた。

国家発生源登録データベースシステムに関する課題について、DAAEP や NAMEM から、NCEPR を通じてシステム開発会社に、システムの改善を要求した。システム開発会社は、要望事項をまとめて提出してくれれば対応するとの回答であり、NAMEM は要望を提出した。その結果、アクセス面の改善など一部の機能について更新され NAMEM が運用できるようになった。一方で、自動で排出量を計算する機能が含まれていないなど課題は残っている。

### 7-3-3 教訓

関係機関の得意な分野を把握し、その特徴に応じた活動を割りあてたうえで、共同実施契約をモンゴル側と作成した。今後は、共同実施契約に基づいて、各機関の責任において、予算及び人的資源の確保が必要となる。さらに、目標を達成するための組織間での能力向上を図ることで、活動を円滑に進めるだけでなく、組織内の能力向上にも寄与できると期待している。

プロジェクト期間中は JET がシミュレーションを実施したことは、一時的なものであり、プロジェクト終了後は、2023 年 4 月に締結した『排出インベントリ、シミュレーション作成、対策評価の役割分担に関する共同実施契約』に基づき、NAMEM を中心に IRIMHE や NUM がシミュレーションによる大気汚染構造の把握及び大気汚染対策の効果を定量的に評価できるようになることが必要である。あるいは、シミュレーションの実行及びその結果の解析については日本人専門家との協力学キームを構築することも想定される。

モンゴル側がシステム改善を要請し、システムが改善されたことは大きな前進であると考えられる。残っている課題についても、継続的に要望していくことで、システムのさらなる改善につながり、その結果排出量算定が効率的にできるようになることが期待される。

## 7-4 改良燃料

### 7-4-1 課題

上述の1-3-1に記載の通り、2019年5月15日からUB市で、電気、熱エネルギー生産の特別許可の事業者以外の個人及び事業者の生石炭使用は禁止され、UB市は、UB市内の入り口に検問所を設営し、生石炭や改良燃料の監査が行われていた。それに伴い石炭やミドリング、改良燃料をUB市に搬入やUB市から搬出する際に許可が必要となり、様々な産地の石炭の調達や輸送ができなくなった。また、改良燃料の原料のバインダーはモンゴル国内で製造されていないため市場で販売されておらず、容易に購入できない状況であった。

### 7-4-2 対応策

改良燃料の製造において、DAAEP と JET は TTT 社に相談したが、JET は国策として TTT 社が家庭用改良燃料の製造に用いているミドリングと TTT 社が使用しているバインダーを使用す

るしか方法がないため、それらを原料として改良燃料を製造し、TTT 社の改良燃料より環境性能の優れた BCB を製造した。

パイロット事業の検証調査を実施するにあたり、UB 市内から調査地点のキャンプ場に BCB を輸送する必要があった。UB 市から石炭や改良燃料を搬出するには許可が必要で許可に時間を費やしていたため、DAAEP と JET は IACC に相談し、事前に搬出の許可を申請して輸送を行った。また、同様に UB 市内から TTT 社の改良燃料を輸送するには運搬許可が必要なため、プロジェクトは Tuv 県にある TTT 社の改良燃料製造工場からキャンプ場まで直接搬入する事にした。

### 7-4-3 教訓

本来、TTT 社のミドリングの発熱量と灰分が同じで硫黄分が少なく毎年 65 万トンを生産できる原料を使用する事により、今回製造した BCB より環境性能の優れた改良燃料を製造することができる可能性があったが、国策でミドリングの使用や UB 市への生石炭の搬入の許可が必要な制約下の中で BCB を製造した。国策で生石炭の使用禁止と TTT 社一社だけによる改良燃料の製造・販売を実施しているため、国策で製造された改良燃料と大きく異なる改良燃料を製造するのは難しい事を実感した。

## 7-5 機材

### 7-5-1 課題

固定発生源の排ガス測定機材は主にフェーズ 1、2 で日本のメーカーの機材を供与した。フェーズ 2 において日本メーカーの機材が故障したため、プロジェクト予算で修理を実施し、持続可能性の観点からモンゴル側に修理のための手順を指導した。本プロジェクトにおいて、供与してから 10 年以上経過し機材の老朽化が進んだため、C/P は新規に機材の購入や機材を修理する必要があったが、代理店がないため購入や修理を依頼できないという課題があった。

他の分野に関してもモンゴル国において環境測定や固定発生源の排ガス測定の機材や消耗品はすべて輸入品であり市場規模も小さく需要がほとんどない事から価格は高く、調達まで時間がかかる課題があった。また、これら測定の精度を担保するための機器校正用の標準ガスも全て輸入品であり、モンゴル国ではガスを輸入するにはガス取扱いの免許が必要であるため、容易に調達できなかった。

### 7-5-2 対応策

新規機材の購入に関して持続可能な観点からできるだけモンゴルで調達できるよう JET は日本のメーカーにモンゴル国から購入したい場合の購入場所を確認し、C/P に購入できる国と連絡先を教えた。その結果、DAAEP 自身が購入先に連絡をとり、継続的に購入ができるようになった。

フェーズ 2 で指導したことが身についておらず、2019 年に同機材を修理した際、JET は DAAEP と日本のメーカーの間に入り、様々な支援を実施した。2021 年に同様の機材の修理を

実施した際、DAAEP だけで機材の修理を日本のメーカーに依頼できるようになったが、担当者間の引継ぎが行われておらず輸送に関しては JET が支援を実施した。

活動に必要な消耗品に関しては、現地と日本での調達期間と価格を比較し、安価で調達に時間がかからない方を検討し、迅速に購入した。日本から輸送する際は INVOICE とパッキングリストを作成し、通関がスムーズに行われるようにした。

標準ガスに関しては、モンゴルの様々な機関から購入先を教えてほしいとの依頼があり、外国から資機材を直接購入できる DAAEP においては中国の標準ガスの精度が保証されている代理店を教えた。国内の商社を通じて購入しないといけない機関に関しては他の機関を通じて商社を紹介してもらい、調達を支援した。

### 7-5-3 教訓

使用する機材は、可能な限りモンゴルで購入、修理が可能な機材を調達すべきであるが、モンゴル国は市場規模の小さいため、調達や修理ができない事を改めて実感した。また、C/P は機材を自分達で購入しておらず知識と経験が少ないため、JET は購入先を国内の代理店だけでなく外国の購入先もリスト化する必要がある事を再認識した。

外国メーカーの代理店がほとんどないモンゴル国においては、機材修理、消耗品の購入等の連絡・依頼等は外国と連絡を取ることになる。英語力のある職員が必要であるが、DAAEP は語学能力が高い職員が少ない。JET は、臨時職員の雇用でも良いので、英語力のある職員が必要な事を説明した。

## 7-6 渡航制限への対応

### 7-6-1 課題

2020年3月～2021年9月は COVID-19 による渡航制限により、現地調査を取りやめた。その間は、プロジェクト活動に大きな制約が生じ、現地作業が必要となる技術移転の不足やパイロットプロジェクトの延期が必要となった。

### 7-6-2 対応策

本プロジェクトの実施期間は、2018年12月12日に第1回第1回 JCC の協議議事録(M/M)に基づき、2018年11月より2023年4月までの4年半で実施する予定であった。COVID-19 による現地調査の空白期間に対応するため、2021年2月22日の第4回 JCC において、プロジェクト期間の延長を協議し、2018年11月より2024年7月までの5年9か月に延期することとなった。

上記のプロジェクト延長に加えて、JET の現地派遣が前提の多くの活動に支障が生じた。これらの影響を最小限に抑えるため、JET と DAAEP は2020年7月からプロジェクトマネジメントレベルの定例会議を行った。また、改良燃料、自動車大気汚染対策及びインベントリ・シミュレーションでは、JET と担当者は定例会議を行うとともに、国内でリモートによる技術指導を行った。さらに、第5回 JCC で追加した Dambadarjaa AQMS のモニタリングネットワークへ接続に関する活動 1-4-10 もリモートで実施し、2022年4月に活動は完了した。

### 7-6-3 教訓

COVID-19により現地渡航ができない期間に、プロジェクトマネジメント、自動車大気汚染、排出インベントリなどに関する定例会議などをリモートで行った点は、プロジェクトをできるだけ進める上で大変有効であった。遠隔操作による技術移転は、プロジェクトの現地活動再開後に円滑に現地活動を行うことに繋がっており、非常に効果的な対応であった。

## 7-7 プロジェクト活動の柔軟な変更

### 7-7-1 課題

フェーズ2でNAMEMに供与した車載計は担当者が不在となり機材を使用しなくなった。2019年に車載計の機材はNRTCに譲渡された。またDAAEPの車載計による排出ガス測定のデータ解析技術の担当者が交代したが、DAAEP内で引継ぎが行われていなかった。現状では車載計による測定技術及びデータ解析技術が定着できていない課題があった。第3回JCCにおいてモンゴル側は日本側に支援を要請した。

DAAEPは、韓国ソウル市役所が供与したDambadarjaa大気測定局の測定データを大気環境モニタリングネットワークに転送できていない課題があった。第4回JCCにおいてDAAEPはJETに支援を要請した。

JICAモンゴル国ディーゼル路線バスのDPFによる黒煙低減計画に関する普及・実証事業で大型バス24台にDPFが設置され、市の関係機関にDPF装置が引き渡されている。2021年12月でDPFを設置したそれらのバスの使用期限が切れるため、それまでに他のバスにDPFを移して使用することを計画したが実施できていない課題があった。第5回JCCにおいてモンゴル側は、日本側にDPFの移設に関する技術的な支援を要請した。

大気汚染の実態を把握し、その結果に基づいた大気汚染対策の策定・評価をするためには、様々な行政機関が関与することが求められる。しかしながら、C/Pのみではそれぞれの行政機関との綿密な連携を取ることは困難であった。

### 7-7-2 対応策

上記4つの課題はプロジェクト活動に含まれていなかったが以下に記載する通り、モンゴル側からの要請に関して柔軟に対応し活動を実施した。

車載計については、供与機材を有効活用する事とパイロット事業で測定する観点から第4回JCCにおいて活動1-3-3「JETはDAAEPとNRTCに対して車載計を用いた排出ガス測定の教育を実施し、DAAEPとNRTCが車載計を用いた排出ガス測定を行う。」を追加し、JETは車載計を用いた排出ガス測定の再教育をモンゴル側機関に実施した。

日本側はゲル地区のDambadarjaa大気測定局で測定したデータを一般市民に公表する事が重要であると考え、第5回JCCにおいて活動1-4-10「DAAEPがJET支援のもとDambadarjaa大気測定局のモニタリングデータをAQMSの情報システムに転送できるようにする。」を追加した。COVID-19で現地渡航ができない状況であったため、国内でリモート機能を利用して現地と調整しながら実施し、大気環境モニタリングネットワークで公表されるようにした。

日本側は他の JICA 事業で供与した機材が有効活用される事、DPF は自動車からの PM 削減に大きく貢献する事から、第 6 回 JCC において活動 1-3-4 「市公共交通局は JET の支援の下、JICA モンゴル国ディーゼル路線バスの DPF による黒煙低減計画に関する普及・実証事業で大型バス 24 台に設置した DPF を他のバスに移設する。」活動を追加し、JET は市公共交通局を支援する活動を実施した。

各行政機関との連携を緊密にするため、本プロジェクトでは、フェーズ 1 より、大気汚染対策を担当する機関を C/P とし、その C/P と連携して大気汚染対策に関与する機関を C/P-WG とし、複数の機関をプロジェクトに関与してもらうような体制を構築した。JCC では C/P 機関、C/P-WG 会合では C/P-WG 機関が一堂に会し、日本側及びモンゴル側双方の意見を交換する場を作ることで、モンゴルでの関係機関の連携を強化することができた。

### 7-7-3 教訓

モンゴル側からの要請は彼ら自身で解決できない問題であり、JET は追加の活動が必要との認識でモンゴル側に対応や大気汚染対策につながることから活動を追加した。そのおかげで関係機関との良好な関係が構築でき、活動を円滑に進めることができた。

一つの機関で大気汚染などの課題を解決することは困難であり、複数の機関と連携することで解決に近づくものと考え。しかしながら、それぞれの機関の都合もあるため、考えが違ふことも想定される。そこで、JCC や C/P-WG 会合などで、各機関の意見について協議する場を作ることで、課題の解決の方向性が定まってくるものと考え。

## 第8章 総括セミナー

### 8-1 概要

2024年4月18日に実施した総括セミナーのプログラムを表 8-2-1 に示す。発表資料を別添資料 8-1-1 に示す。総括セミナーでは、これまでのプロジェクトでの取組と成果を発表し、大気汚染対策に向けた今後の課題について協議した。

セミナーでの主な発表内容は、8-2 のとおりである。

### 8-2 発表内容

#### (1). 固定発生源排出ガス測定

DAAEP は、固定発生源排出ガス測定に関して ISO17025:2017 の試験所認定を申請し、2022年4月に試験所認定を受けた。

DAAEP は、2019年～2023年に240カ所のボイラを測定した。また、燃料燃焼試験における燃焼排出ガス測定に関しては、2019年にTTT社の改良燃料を19回、2021年には計45サンプル、2022年には計70サンプル、2023年には計66サンプルの排出ガス測定を行った。

#### (2). 大気環境モニタリングと維持管理状況

大気環境モニタリング測定局ネットワークは改善され、大気質測定データの処理、モニタリングデータの処理及び報告、大気質指標 (AQI) による大気質評価を行うモンゴル側の体制が確立している。しかし、安定したモニタリングの継続・維持に向けて、必要な予算の確保が重要である。市長及び意思決定者レベルでも理解しており、日々の維持管理は可能となったが、2014年の測定局機材 (データ転送システム含む) の更新から時間が経過しており、機材の更新が必要である。それに加えて、既存のデータ転送システムとの互換性がある機種調達が必要な状況となっている。

#### (3). PM 成分分析による発生源寄与解析

フェーズ2では冬季のみPM成分分析を行ったため、冬季のみのPM発生源寄与解析に留まったが、フェーズ3ではPMの成分分析を1年間に渡りサンプリングを行い、日本国内で成分分析を行った。年間を通じた分析により、冬季の高濃度は有機炭素を主体とする凝縮性粒子や、Sulfate等の二次生成粒子の割合が大きいことが判明した。一方、非冬季には土壌性粒子の寄与が高いことが確認された。これらの解析を通じて、対策の優先順位付けが可能になった。

#### (4). 排出インベントリ

排出インベントリが定期的に更新できるようになっている。課題としては、排出インベントリの更新に必要な発生源登録システムの活用、ストーブの排出係数の精度向上、改良燃料に使われている硫黄分の分析、担当者間の引き継ぎなどが課題として挙げられる。

#### (5). 拡散シミュレーション

フェーズ1で実施した拡散シミュレーションでのPM<sub>10</sub>濃度は、測定局濃度に比べて過少であった。フェーズ2及び3では、活動量・排出係数の誤差、二次粒子及び凝縮性粒子の影響を考慮したシミュレーションモデルを構築することにより、PM<sub>10</sub>の推計精度が向上した。今後の課題としては、担当者間での技術の引き継ぎ、共同実施契約に基づいた実施機関と関係機関との連携、大気汚染対策案の評価への活用などが挙げられる。

#### (6). 自動車対策

乗用車（ガソリン車）と小型トラック（ディーゼル車）を用いて、添加剤を使用した場合のNO<sub>x</sub>、PM燃料消費量の改善効果について、車載計を用いて検証した。その結果、乗用車、小型トラックのいずれの車両においても、NO<sub>x</sub>、PM（小型トラックのみ）、燃料消費量について有意な改善効果を確認することはできなかった。様々な自動車対策について車載計による排出ガス測定により、効果の有無について定量的に把握・評価できた点は非常に有用であった。

自動車からの大気汚染物質削減のためには、低硫黄燃料（Euro 5）及び低排出車バスの導入が必要である。そのため、モンゴルに輸入する自動車は、最新の排出ガス規制に適合した自動車とするとともに、Euro 5の燃料の使用を継続する必要がある。

エコドライブの普及に向けて、ドライバー及び運行管理者へのエコドライブの教育方法、運行管理機器を用いた日々の運用方法（運転の分析・評価→指導・教育→エコドライブの実践）を整理した文書を作成した。

RSD 閾値に基づく、RSD とオパシメーターによる高排出車取締規制の導入と検査体制の確立を図ることにより、UB市から高排出車を排除することが重要である。

交通管制システム（信号制御）の運用に関しては、本邦研修により取得した技術を活かして、UB市中心部の17交差点の信号機の時間帯別の灯火時間の見直しを検討し、うち10交差点の灯火時間の調整を実施した。信号調整前後の交通状況の変化について、交通量、渋滞長、旅行時間、信号への介入の観点で検証した結果、信号調整により交通量が増加し、渋滞長が減少したことから、部分的な効果が見られた。現状では、自動車の走行台数が多すぎるため、UB市全域の信号調整だけでは交通状況の改善は難しいことから、信号現示の変更、車線の整理、道路整備、公共交通機関の整備、交通需要調整、交通マナーの向上などの複合的な対策が必要である。

## (7). ゲルストーブの大気汚染対策

ゲルストーブの中長期対策としては、石炭ガス化による都市ガス、LPG 及び石炭液化による DME 等の対策が挙げられる。中長期対策は抜本的な大気汚染対策であるが、数年以内に着手することが難しいことから、それまでは短期対策により大気汚染対策を行う必要がある。短期対策としては、BCB などの改良燃料の促進が効果的である。TTT 社の燃料と比べて BCB の製造コストが 22%高くなることから、BCB を本格事業にするためには、脱硫剤の調達先見直し、バイオマスの調達手法を確立と効率化等を進めることにより、製造コストを下げる必要がある。

## (8). 大気汚染対策案とその効果の評価

JET は、パイロット事業である BCB、信号制御、低硫黄燃料及び低排出ガス車（全ての車両、バスのみ）、エコドライブ、DPF（バスのみ）、RSD の導入効果について、2027 年の BAU シナリオに対する PM 及び SO<sub>2</sub> 削減量を評価した。改良燃料を BCB に転換する対策により、年平均計算濃度は測定局での平均で SO<sub>2</sub> が 59%、PM<sub>10</sub> が 27%下がった。自動車パイロット事業では、SO<sub>2</sub> の濃度低減効果は最大で 5%程度、PM<sub>10</sub> の濃度低減効果が最大で 12%程度であった。自動車対策の低減効果が低い要因として、全体濃度に対する家庭用小型ストーブからの濃度の割合が大きいためである。

今後は、拡散シミュレーションによる定量的評価による対策効果の評価結果を、上位機関へ提言して、大気汚染対策の選定に活かすことが重要である。

## (9). 大気汚染対策にかかる技術審査ガイドライン

ガイドラインでは、パイロット事業評価結果や実施結果に基づき、事業の審査を行い、大気汚染対策効果が高いパイロット事業を選定し、本格事業に繋げることを目的とする。大気汚染対策の実施に関しては国と UB 市の業務分担がまだ確定していないが、大気汚染対策の実施機関が UB 市に移管される。大気汚染対策では対策毎に様々な機関が関与するため、それを見据えて技術審査ガイドラインの最終化を図った。技術審査ガイドラインは、2024 年 6 月に完成した。

表 8-2-1 総括セミナープログラム

日時：2024年4月18日（木）9:00～17:00
場所：Blue Sky Hotel
1. 開会の挨拶（9:30～9:45） 副市長、在モンゴル日本大使館、JICA モンゴル事務所 写真撮影（9:45～9:55）
2. プロジェクトの概要（9:55～10:15） DAAEP 長官/田畑総括
3. 固定発生源排出ガス測定（10:15-10:25） 3.1 HOB、発電所及び燃焼試験室で排出ガス測定 Mr. Jargalbaatar（DAAEP）
4. 大気環境モニタリング（10:25-10:45） 4.1 大気汚染の変貌状況（月報/年報改善を含む） Mr. Unurbat（NAMEM） 4.2 DAAEP 測定局の維持管理状況（リハビリ、新設、維持管理を含む） Mr. Adiyaochir/（DAAEP）
5. 汚染源の特定（10:45-11:30） 5.1 PM 発生源寄与解析 Mr. Barkhasragchaа（CLEM） 5.2 排出インベントリ Mr. Adiyaochir（DAAEP） 5.3 拡散シミュレーション Ms. Amarzaya（NAMEM）
テーマ3～5に関する協議：司会 DAAEP 長官（11:30-12:00）
昼食（12:00～13:00）
6. 自動車の大気汚染対策（13:00～14:45） 6.1 車載計の活用 DAAEP 6.2 低硫黄燃料（Euro5）の導入 鉱業重工業省 6.3 低排出車バスの導入 市交通局 6.4 エコドライブの普及・啓発 道路・運輸開発省交通政策調整課課長 6.5 RSD の導入 道路・運輸開発省交通政策調整課課長 6.6 交通管制システム（信号制御）の運用 交通管制センター長
休憩（14:45～15:00）
7. ゲルストーブの大気汚染対策（15:00～15:20） 7.1 TTT 社の改良燃料とバイオマス混合ブリケット（BCB）、セミコークス混合ブリケットについて Mr. Davaajargal（DAAEP）
8. 大気汚染対策の評価（15:20～16:00） 8.1 パイロット事業に基づく大気汚染対策の評価 仲田専門家 8.2 大気汚染対策にかかる技術審査ガイドライン 田畑総括
テーマ6～8に関する協議：司会 田畑総括（16:00～16:20）
9. 総括～短期、中期、長期的視点に基づく今後の大気汚染対策の実施に向けて（16:20～16:45） 田畑総括
10. フェーズ1からフェーズ3にかけてのプロジェクトの総合的な総括（16:45～16:55） 山田泰造（JICA 元専門員）
11. 閉会の辞（16:55～17:00） DAAEP 長官

## 第9章 今後に向けて

### 9-1 今後モンゴル側が主体的に取り組むべき大気汚染対策

これまでのプロジェクトの結果を踏まえ、今後、モンゴル側が主体的に取り組む必要がある大気汚染対策を中長期的な観点で大規模・中規模固定発生源、小規模固定発生源及び移動発生源別に表 9-1-1 に整理した。これらの大気汚染対策の実施には、モンゴル側の継続的な予算確保と実施体制の確立が重要となる。

表 9-1-1 モンゴル側が主体的に取り組むべき大気汚染対策

1. 大規模・中規模固定発生源対策	<p>(1) 火力発電所対策</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 総発電量及び温水供給量の増強対策（引き続き実施する）</li> <li>・ 既存火力発電所の大気汚染対策の改善</li> <li>・ 火力発電所の新設時の大気汚染対策の徹底</li> <li>・ 送電網の強化と送配電効率の改善</li> </ul> <p>(2) HOB 対策</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ HOB を廃止し、中央温水供給への接続（引き続き実施する）</li> <li>・ 集塵装置の設置（引き続き実施する）</li> <li>・ 大規模熱供給施設を新設して HOB を廃止（引き続き実施する）</li> </ul>
2. 小規模固定発生源対策	<p>(1) 家庭用改良燃料</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 以下の手順を経た上で燃料の選定を行う。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ DAAEP の燃料燃焼試験室で同じ燃料に対して少なくとも 3 回以上燃焼試験を実施して代表性のあるデータに基づき燃料を選定する。</li> <li>➢ PM と SO<sub>2</sub> の排出係数が低いものを選定する。</li> <li>➢ 着火性や燃焼性の悪さなどの欠点が少ない燃料を選定する。</li> </ul> </li> </ul> <p>(2) 家庭用ストーブ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ CO 中毒の恐れのある旧型ストーブや MNS5216:2016 の基準を満たしていないストーブの販売及び使用を禁止にする。</li> </ul> <p>(3) 既存の家庭用燃料から更なる代替燃料の導入</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ BCB の導入</li> <li>・ 都市ガスの供給 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ LPG 供給体制整備、UB 市のガス配管整備、ガスの安全指針、ガス利用者への安全教育</li> </ul> </li> <li>・ 電気化</li> <li>・ 天然ガスや DME への燃料転換</li> </ul>
3. 自動車対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動車排出ガスによる大気汚染の防止、渋滞の時間損失に伴う経済的損失の拡大阻止</li> <li>・ Euro 5 燃料及び低排出ガス車の普及促進</li> <li>・ RSD を用いた高排出ガス車規制の実施</li> <li>・ UB 市内の全信号機の適切な信号制御改良とその継続的な見直し</li> <li>・ 道路対策 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 道路標識及び車線区分の見直し</li> <li>➢ 道路構造の適正化、道路ネットワークの見直し</li> </ul> </li> <li>・ 次世代の交通システムの新設 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ メトロ、モノレール、BRT など</li> </ul> </li> </ul>

## 9-2 大気汚染対策に関する今後の必要となる取組

フェーズ1～3の技術移転を通じて、モンゴル側で実施できるようになった活動と今後のモンゴル側で必要となる取り組みを表9-2-1に示す。主要技術移転項目である固定発生源・移動発生源の排出ガス測定、及び大気環境モニタリングでは、技術移転によりモンゴル側の習熟度が向上し、モンゴルだけで実施できる体制が整っている。ただし、プロジェクト終了後も測定やメンテナンス体制を維持するためには、更新費用等の予算確保と持続的な人材育成が必要である。今後の大気汚染対策の実施では、中長期的な視点で、都市計画と大気汚染対策を組み合わせた総合的な大気汚染対策マスタープランを作成し、そのプランを実施するための継続的な予算の確保が重要である。

表 9-2-1 モンゴル側で実施できるようになった活動と今後必要となる取組

	モンゴル側で実施できるようになった活動	今後モンゴル側が必要となる取組
主要技術移転項目	固定発生源排出ガス測定	測定体制の維持
		測定機材の更新費用確保
	大気環境モニタリング 大気環境情報の公開	メンテナンス体制の維持
		分析機材のメンテナンス費用と分析機材の更新費用確保
	排出インベントリの定期的更新	排出インベントリ更新体制の維持
大気汚染対策	改良燃料の製造 燃焼試験室における様々な改良燃料の燃焼試験	更なる改良燃料の品質向上 改良燃料のコストダウン及び調達費用の継続的な確保
	信号制御の運用変更に関する基本的な理解	UB市全体への信号制御の変更と運用変更
	低硫黄燃料の理解とその必要性及び低排出ガス車の車両諸元とその普及の必要性	Euro 5 燃料の調達及び普及
	エコドライブへの理解	供与機材を用いた市民や事業者への普及啓発活動
	RSD の運用とその結果を用いた高排出車対策	RSD の調達と同機材を用いた自動車排出ガス規制の法整備
		大気汚染対策に係る継続的な予算確保
		将来的な都市ガス網の整備

## 9-3 プロジェクト完了後の上位目標の達成のために

### 9-3-1 上位目標達成の見通し

プロジェクトの上位目標及びその指標を表9-3-1に示す。

表 9-3-1 プロジェクトの上位目標及びその指標

プロジェクトの上位目標	UB市の大気環境改善に向け、主要発生源における汚染物質の排出削減が促進される。
指標 1	家庭用小型ストーブ及び自動車からの汚染物質の排出量が、BAU ケースと比べてPM <sub>10</sub> が43%、SO <sub>x</sub> が65%削減される。
指標 2	プロジェクトの成果が次期「大気・環境汚染削減国家プログラム」等の政策・戦略及び関連する法令・規則に反映される。

本プロジェクトは UB 市の大気汚染物質排出削減対策の強化に貢献することが期待されている。モンゴル側で実施中の大気汚染削減対策の他、プロジェクトの成果を活用して対策をすれば、更なる汚染物質の排出削減効果が期待できる。上位目標の指標 1 は、パイロット事業で試作・評価した実施した BCB への燃料転換の導入、低硫黄燃料と公共バスの低排出ガス車（公共バス）の転換普及、RSD の運用を本格事業として運用し、高排出車が利用されなくなるの 3 つが完全に優先的に実施されれば達成する見込みである。

上位目標の指標 2 は、例えばパイロット事業が次期「大気・環境汚染削減国家プログラム」に採用され本格実施される、改良燃料の排ガス測定方法の規格化がなされるなど、プロジェクト終了後も継続して大気汚染対策の取組が進展すれば、達成される見込みである。

### 9-3-2 上位目標の達成に向けた課題

モンゴル側が 3 つのパイロット事業を本格事業として実施するにあたり、予算措置と法整備の課題を表 9-3-2 に整理した。大気汚染対策には予算がかかることからモンゴル側での予算措置が特に必要である。

表 9-3-2 予算措置と法整備等

事業名	必要な予算措置	必要な法整備等
BCB	<ul style="list-style-type: none"> <li>UB 市に供給可能な BCB 製造費の確保（製造費の増加分担保）</li> <li>BCB 向け製造ライン改修に必要な予算の確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>石炭とバイオマスの各々の品質規格はあるのでバイオマスと石炭の改良燃料を混合した場合の品質規格及び家庭用固体燃料を燃やした際の排出基準の制定</li> </ul>
低硫黄燃料と低排出ガス車（公共バス）の普及	<ul style="list-style-type: none"> <li>EURO V あるいは VI バスへの完全移行に必要な調達費用の確保</li> <li>EURO V あるいは VI バス用 EURO 5 燃料の予算確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>低排出ガス車の普及に必要な法整備</li> </ul>
RSD の運用	<ul style="list-style-type: none"> <li>RSD 調達予算の確保（約 20 万ユーロ）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RSD 導入に伴う法制度の整備</li> </ul>

### 9-3-3 上位目標達成のためのモンゴル側の必要な実施体制と今後求められる実施計画

3 つの対策は複数年に亘り UB 市と国の機関が連携して実施する必要がある。次期国家プログラムにこれら 3 つの対策が入ることにより、計画的に事業実施する事が期待できる。

### 9-3-3-1 BCB

UB市による製造体制の構築及びDAAEPによる輸送・販売体制の継続が必須である。

バイオマスを保管する倉庫やバイオマスを乾燥・粉砕する施設の新設及び既存の製造ラインをBCB用製造ラインに改修等、製造体制を構築する事が求められる。

バイオマスが調達可能な事が判明したが、バイオマスを継続的・安定的に調達できるための調達先の確保と輸送体制を構築する事が求められる。

改良燃料の製造には高価な中国製のバインダーを使用している。モンゴル国内でバインダーの原料となるジャガイモは大量に生産されている事からモンゴル国内の製造業の発展のためにも国内製造業者を支援し、国内生産のバインダーを利用する事が望ましい。

安定的な調達とその輸送体制の構築は、バイオマスを用いた改良燃料の製造コストを低減させる効果も期待できる。

### 9-3-3-2 低硫黄燃料と低排出ガス車の普及

Euro 5 燃料は、輸入量は増加傾向であるが、依然として安定した需要が見込めないため、一定の輸入量の確保に留まっていることが課題である。MMHIが、本プロジェクトで活動支援してきたEuro 5 燃料の調達輸入量の増加に向けた消費者への啓蒙活動を継続し、安定的な輸入のための輸入国の分散やモンゴル国内に建設中の製油所の稼働等を並行して進める体制が望ましい。

モンゴルの国内に登録（保有）される自動車の割合は、そのほとんどが輸入中古車である。また、新車販売に関しても自動車の排出ガスの法整備ができていない。そのため、MRTDが低排出ガス車の普及に必要な新車や中古車についての基準や法整備を推進する事が望ましい。

### 9-3-3-3 RSD を用いた自動車路上検査

RSDの導入より、現状の路上検査に比べ検査員の大幅な負担無く大量に検査を実施することが可能となる。そのため、RSDとオパシメーターを用いた路上検査による高排出車取締規制の法制度の確立とMRTDによるこれらの路上検査体制構築が望ましい。

## 付属資料



付属資料 1 プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) 最新版 (Ver1.9)

Ver. 1.9  
作成日: 2024年5月16日

プロジェクト名: モンゴル国ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ3  
実施機関: ウランバートル市大気・環境汚染削減庁 (DAAEP)、自然環境観光省 (MET)、カウンターパート・ワーキンググループ (C/P-WG)  
ターゲットグループ: DAAEP、MET、C/P-WG 及び関係機関  
実施期間: 2018年11月～2024年7月(5カ年9カ月)  
プロジェクト対象地域: ウランバートル市

プロジェクト要約 Narrative Summary	指標 Objectively Verifiable Indicators	入手手段 Means of Verification	外部条件 Important Assumptions
<p><b>上位目標:</b></p> <p>ウランバートル市の大気環境改善に向け、主要発生源における汚染物質の排出削減が促進される。</p>	<p>1. 家庭用小型ストーブ及び自動車からの汚染物質の排出量が、BAU ケースと比べて SO<sub>x</sub> が 65%、PM<sub>10</sub> が 43%削減される。</p> <p>2. プロジェクトの成果が次期「大気・環境汚染削減国家プログラム」等の政策・戦略及び関連する法令・規則に反映される。</p>	<p>1. 排ガス測定、更新排出インベントリとの比較</p> <p>2. 大気・環境汚染削減国家プログラム及び関連する文書</p> <p>3. 関係機関への聞き取り調査</p>	
<p><b>プロジェクト目標:</b></p> <p>「実効性のある汚染対策の実施」と「DAAEP と国レベル、市レベルの関連機関との連携協体制」に重点を置いて、ウランバートル市におけるモンゴル側の大気汚染対策能力が強化される。</p>	<p>1. パイロット事業の少なくとも 1 件が本格に採用される。</p> <p>2. パイロット事業の教訓が意思決定機関の決定 (1 件以上) に活かされる。</p> <p>3. UB 市における大気汚染対策に関連する法令、条例、燃料基準、排出基準が施行されて、遵守される (新たな基準設定が 1 件なされる。かつ既に存在する基準 MNS5043: 2016 (4.2MW までの温水ボイラ・一般的な技術要件) または MNS5919: 2008 (発電所、蒸気ボイラの排出許容濃度及び測定方法) の対象施設において Dust 濃度の排出基準の達成率が 70%となる)。</p>	<p>1. プロジェクト報告書</p> <p>2. 関係機関への聞き取り調査</p> <p>3. 法令、条例、燃料基準、排出基準</p>	
<p><b>成果: Outputs</b></p>			
<p>1. 主要な発生源における排出モニタリング及び大気環境モニタリングの能力が強化される。</p>	<p>1-1 DAAEP や市監査庁により、標準法及び簡易法による排ガス測定に基づいたボイラ認定監査がプロジェクト期間中に 50%実施される。</p> <p>1-2 DAAEP や関係機関が少なくとも 3 回の排ガス測定報告書を副市長に提出する。</p> <p>1-3 DAAEP と NAMEM が連携して、主要汚染源からの排出モニタリングと大気環境モニタリング情報が定期的に関係機関に共有される。</p> <p>1-4 CEMS の測定結果が年 1 回公定法と比較される。</p> <p>1-5 RSD 調査結果に基づき、ウランバートル市内を走行する自動車の排出ガス測定実態の分布が少なくとも年 1 回作成される。</p>	<p>1. DAAEP/市監査庁の排ガス測定報告書</p> <p>2. プロジェクト報告書</p> <p>3. ボイラ登録データベース</p> <p>4. 大気環境モニタリングの月報及び年報</p> <p>5. CEMS データ</p>	<p>1. 国家環境汚染削減委員会、専門機関 (DAAEP、NAMEM) 等の大気環境管理のための法的や政治的な枠組みが維持される。</p> <p>2. COVID-19 のパンデミック状況が改善され、JICA は 2021 年 4 月からプロジェクト終了まで JET をモンゴルに派遣することができるようになる。</p>
<p>2. 年間を通じて、汚染構造 (特に PM) の分析や評価能力が強化される。</p>	<p>2-1 PM 発生源寄与と解析結果が少なくとも 3 回報告される。</p> <p>2-2 年間を通じた大気モニタリング、排出インベントリや大気拡散シミュレーションモデル、PM 発生源の特定結果等により 集団曝露量等を含む汚染構造が少なくとも 3 回評価される。</p>	<p>1. プロジェクト報告書</p>	
<p>3. 大気汚染対策の技術的評価と実施準備を行う能力が強化される。</p>	<p>3-1 ゲル地区の家庭用改良燃料の排ガス測定方法の規格案及び品質規格が規格度量衡庁に提出される。</p> <p>3-2 パイロット事業の実施計画が少なくとも 3 件作成される。</p>	<p>1. プロジェクト報告書</p>	
<p>4. 大気汚染対策に関わるモンゴル側の意思決定プロセスが、DAAEP、NAMEM 等の専門機関を活用することで、改善する。</p>	<p>4-1 大気汚染の状況分析、大気汚染対策の短・中・長期の戦略案 (BAU の検討含む)、大気汚染対策の評価 (実施済みおよび案) が少なくとも 2 回意思決定機関に提言される。</p> <p>4-2 パイロット事業及びプロジェクトの成果が国家環境汚染削減プログラムの改訂あるいは実施・不実施の決定に 1 件以上利用される。</p>	<p>1. プロジェクト報告書</p> <p>2. 国家環境汚染削減プログラムに関する文書</p>	
<p>5. 主要な汚染源において PM、二酸化硫黄及び窒素酸化物排出削減のため、大気汚染対策が促進される。</p>	<p>5-1 プロジェクトの C/P-WG で選択された少なくとも 3 件のパイロット事業が行われる。</p> <p>5-2 各パイロット事業の結果 (PM、二酸化硫黄及び窒素酸化物の排出削減、大気環境改善及び暴露) が、関係機関に公表される。</p>	<p>1. プロジェクト報告書</p>	

<p>6. 成果 1-5 の達成のために、法的枠組み、資源配分、および調整機能(大気環境サイクルのプラットフォーム)が強化される。</p>	<p>6-1 関連する法令・規則(燃料規制、排出基準、MNS、市条例等)の案が少なくとも3件提出される。 6-2 プロジェクトによる技術審査ガイドライン等の成果を活用して、大気汚染対策への資金配分を担当する部署が3件以上の大気汚染対策事業や技術に資金を配分する。 6-3 本プロジェクトに係る大気汚染対策について各関係機関の役割分担に係る協定が少なくとも3件締結される。 6-4 大気汚染対策の計画・実施・評価に係る業務手順書が、関係機関に配布される。</p>	<p>1. 関連する法令、燃料規制、排出基準、条例案 2. 国家環境汚染削減委員会議事録 3. 市長令等の公式文書 4. 業務手引書</p>	
---	--	--	--

活動: Activities	投入 Inputs		
	日本側	モンゴル側	
<p>1-1 DAAEPと市監査庁*1が排ガス測定に基づきHOB 監査を強化する。 1-1-1 DAAEP と JET が固定発生源の排ガス測定の技術移転状況を把握する。 1-1-2 DAAEP が JET 支援のもとに排ガスチームを2チーム再構成する。 1-1-3 市監査庁と関連機関が JET 支援のもと、排ガス測定に基づいた HOB 監査を実施する。 1-1-4 市監査庁が、JET の指導のもとに市監査庁が保有する機材に基づき排ガス(ガス成分)簡易測定法(JIS 法との並行測定、マニュアル策定、メーカー校正)を導入する。*2 1-1-5 DAAEP、市監査庁が JET の指導のもとに、排ガス測定報告書を作成する。</p> <p>1-2 TPP3,TPP4 が JET の指導により、CEMS を用いて排ガス管理を強化する。 1-2-1 JET の指導により、TPP3 及び TPP4 が CEMS の維持管理計画を策定し、実施する。 1-2-2 JET の指導により TPP3 及び TPP4 が CEMS 排ガスデータの品質管理を行う。 1-2-3 TPP3 が自然環境観光省、関係機関と協力して、CEMS 排ガス情報統合報告システムを構築する。 1-2-4 NAMEM、関連機関が CEMS の排ガス情報を共有し、評価を行う。 1-2-5 NAMEM が TPP2,3,4 及び新規大型熱供給施設の排ガスモニタリング結果を整理し、関係機関と共有する。</p> <p>1-3 道路運輸開発省と市公共交通局が自動車排出ガス測定に基づいて自動車関連規制を導入する。 1-3-1 道路運輸開発省と市公共交通局が JET の支援のもと RSD による自動車排ガスの測定を実施して、排出状況の現況を把握し、規制対象車を絞り込む。 1-3-2 MRPA、市監査庁が JET 支援のもと自動車の燃料調査を行う。 1-3-3 JET は DAAEP に加えて NRTC に対して車載計を用いた排出ガス測定の教育を実施し、DAAEP と NRTC が車載計を用いた排出ガス測定を行う。 1-3-4 市公共交通局は日本人専門家の支援の下、JICA モンゴル国ディーゼル路線バスの DPF による黒煙低減計画に関する普及・実証事業で大型バス 24 台に設置した DPF を他のバスに移設する。</p> <p>1-4 DAAEP と NAMEM が JET 支援のもと AQMS の活用を強化する。 1-4-1 CLEM と JET が CLEM のラボの精度管理用機材の稼働状況を把握し、必要に応じて対処法を検討する。 1-4-2 DAAEP がフェーズ 2 で策定した AQMS 維持管理計画に基づき、維持管理を強化する。 1-4-3 DAAEP が JET 支援のもと、改善燃料パイロットプロジェクト対象地区に移動式 AQMS を設置し測定を開始する。 1-4-4 DAAEP が JET 支援のもと、Bayankhosuu 局を整備強化する。 1-4-5 DAAEP と CLEM が専門家支援のもと PM の FRM サンプラーとの並行測定を継続し、測定局の精度評価を行う。 1-4-6 DAAEP と NAMEM が専門家支援のもと AQMS の情報システムを継続・維持する。 1-4-7 DAAEP と NAMEM が大気環境モニタリングネットワークを通じてオンタイムのモニタリングデータを関係機関に共有する。 1-4-8 DAAEP と NAMEM が専門家支援のもと大気環境モニタリングデータを解析し、報告書を作成する。 1-4-9 関係機関が大気環境モニタリングデータを活用する。 1-4-10 DAAEP が JET 支援のもと、Dambadarjaa 大気測定局のモニタリングデータを AQMS の情報システムに転送できるようにする。</p>	<p>1. 専門家(担当分野) (1)総括 (2)大気汚染対策計画・政策 (3)固定発生源排ガス測定 (4)大気環境モニタリング (5)大気環境データ解析 (6)PM<sub>10</sub> 及び PM<sub>2.5</sub> のサンプリング (7)PM<sub>10</sub> 及び PM<sub>2.5</sub> の発生源寄与解析 (8)発生源インベントリ(固定、移動、その他) (9)大気拡散シミュレーションモデル/大気汚染対策評価 (10)自動車対策 1(信号制御) (11)自動車対策 2(RSD 等) / 移動発生源排出ガス測定 (12)クリーンコール技術 (13)CEMS データ解析 (14)固定発生源対策 (15)大気環境行政 (16)啓発活動/広報</p> <p>2. 本邦研修</p> <p>3. 必要な機材の供与</p> <p>4. ローカルコスト (1)現地活動に必要な経費</p>	<p>1. C/P 及び C/P-WG (1)JCC Chairperson (2)JCC Vice-Chairperson (3)Project Director (4)Project Manager (5)左記の日本人専門家の分野に応じた職員</p> <p>2. 施設 (1)プロジェクト事務所 (DAAEP 庁舎内及び自然環境観光省庁舎内。インターネット込み) (2)CLEM の環境ラボラトリー (3)供与機材の保管場所</p> <p>3. ローカルコスト (1)カウンターパートの人件費・交通費・宿泊費 (2)プロジェクト運営管理費</p>	<p>1. C/P 及び C/P-WG の離職、異動あるいは退職が頻繁に生じない。 2. パイロットプロジェクト実施に必要とされる UB 市、区、ホロー、ゲル地区コミュニティの協調体制がモンゴル側によって確保される。</p>

<p>2-1 NAMEM と JET が通年の PM 成分分析結果に基づき PM 発生源寄与解析を行う。                  2-1-1 CLEM と JET が通年の PM サンプルングの計画を作成し、サンプルングを実施する。                  2-1-2 JET が、PM 成分分析を日本国内で実施する。                  2-1-3 NAMEM と CLEM が、JET の支援によって PM の成分分析技術(イオン分析、元素分析、炭素分析)を学習する。                  2-1-4 NAMEM と CLEM が、JET の支援のもと PM 成分分析機材整備計画を策定する。                  2-1-5 DAAEP 及び NAMEM が JET の指導のもと、レセプターモデルにより PM 発生源寄与解析を実施する。</p> <p>2-2 DAAEP と NAMEM が JET 支援のもと大気拡散シミュレーションモデル及びレセプターモデルを用いた大気汚染構造と暴露の評価を行う。                  2-2-1 DAAEP と NAMEM が、発生源インベントリの更新計画を作成する。                  2-2-2 DAAEP、市交通管理センター、市公共交通局が、移動発生源調査(排出インベントリ更新、信号制御の検討、交通量、旅行速度)を実施する。                  2-2-3 DAAEP と JET がパイロット地域を決め、ゲルストロブの稼働状況を調査し、ゲルストロブの使用実態(ストロブの種類と型式、季節変化、住宅の断熱性能、石炭使用量)を把握する。                  2-2-4 DAAEP と NAMEM が JET の支援のもと、必要に応じてその他発生源調査を実施する。                  2-2-5 DAAEP 及び NAMEM が JET の指導のもと、火力発電所等の将来計画、自動車登録台数、人口、経済成長、排出基準、燃料規制等を調査・推計し、将来年の BAU(Business as Usual)シナリオを作成する。                  2-2-6 DAAEP と NAMEM が、現状と将来(BAU シナリオ)の排出インベントリを更新する。                  2-2-7 DAAEP と NAMEM が PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> の大気拡散シミュレーションモデルを更新する。                  2-2-8 DAAEP と NAMEM がウランバートルにおける大気汚染構造を評価する。                  2-2-9 DAAEP と NAMEM が PM<sub>10</sub> の市民への暴露を人口加重濃度等で評価する。</p>		
<p>3-1 DAAEP と関係機関が、改良燃料の測定方法の規格案及び品質規格案を MNS 案として作成し、規格度量衡庁への提案を行う。                  3-2 JET はモンゴルでのガス使用に関する情報を収集し、日本の事例を参考に、ガスに関する安全指針を作成し、エネルギー省に提出する。                  3-3 DAAEP と関係機関が、選択されたパイロット事業の実施計画(改良燃料、HOB、信号制御、エコドライブ、RSD、ポータブル排出ガス測定機による自動車取締り、DPF、低硫黄燃料及び低排出ガス自動車の導入等)および関連業務指示書を策定する。</p>		
<p>4-1 DAAEP と NAMEM が大気汚染の状況分析、大気汚染対策の短・中・長期の戦略(BAU の検討含む)、大気汚染対策(実施済みおよび案)の評価を意思決定機関に提言する。                  4-2 パイロット事業の関係機関が、技術ガイドラインを作成し、活用する。                  4-3 関係機関がパイロット事業選定のために協議を行い、承認する。                  4-4 国家環境汚染削減委員会と関係機関がパイロット事業を本格事業として承認する。                  4-5 国家環境汚染削減委員会、または、自然環境・気候基金などのモンゴル政府において大気汚染対策への資金配分を担当する部署がプロジェクトの成果やパイロット事業の成果を活用する。</p>		
<p>5-1 DAAEP が UB 市保健局及び関連機関と協力し、市民、生徒及び保護者向け啓発・警報活動を実施する。</p> <p>5-2 自然環境観光省と DAAEP がニュースレター、新聞記事、ホームページ及びマスメディアを通じて、プロジェクトの内容を発信する。                  5-3 DAAEP と JET が改良燃料の製造業者に製造技術の改善を助言する。                  5-4 関係機関が JET の支援により、3-3 で策定した実施計画に従ってパイロット事業を実施する。                  5-5 関係機関が JET の支援により、パイロット事業結果を評価(排出削減および大気環境、住民暴露の観点から)及び教訓を分析する。                  5-6 関係機関が JET の支援により、パイロット事業結果を国家環境汚染削減委員会に報告する。                  5-7 TPP3 と TPP4 が JET の支援により、CEMS データを解析し、可能な大気汚染対策について検討する。                  5-8 TPP3 と TPP4 が JET の支援により、大気汚染物質の削減計画を作成する。</p>		<p><b>前提条件:</b>  <b>Pre-conditions</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. C/P と C/P-WG に資質があり適切な人数の職員が任命される。</li> <li>2. プロジェクトに関連する十分な予算が確保される。</li> <li>3. パイロットプロジェクト実施に必要な人的資源の動員がモンゴル側によって確保される。</li> </ol>

<p>6-1 関係機関がプロジェクトの各成果と活動に関連して、大気環境管理体制における役割分担を協議し、明文化する。          6-2 DAAEP が JET の指導のもと、改良燃料などの燃料基準、固定発生源、移動発生源、その他発生源の排出基準、条例等の改訂に向けた技術資料を国家環境汚染削減委員会に提供する。          6-3 国家環境汚染削減委員会、関係省庁が燃料基準、排出基準を策定し、規格度量衡庁へ提出する。          6-4 国・UB 市の関係省庁・部局が大気汚染対策に関する法令、細則、条例等を策定し、議会へ提出する。          6-5 JET が大気汚染対策への資金配分を担当する部署の職員に対し、大気汚染対策及びプロジェクトによる技術審査ガイドラインに関する研修を実施する。          6-6 大気汚染対策への資金配分を担当する部署の職員が JET の支援により、必要に応じて資金配分に関連する手続きを改善する。          6-7 モンゴル側が大気汚染対策に関わるドナー連携協力を強化する。          6-8 パイロット事業の関係機関が JET の支援により、パイロット事業の実施に基づく大気汚染対策の計画・実施・評価に係る業務手引書を作成する。</p>		
---	--	--

※1 2022 年 12 月 30 日付市長令 No. A/1649 「市監査庁廃止に係る一部措置について」で監査庁が廃止され、DAAEP に監査課が新たに設置された。

※2 DAAEP の監査課及び測定・運用課は簡易測定を実施しないことから活動 1-1-4 は 2022 年 12 月 30 日までの活動で終了とする。

AQMS: 大気環境測定局

BAU: 単純将来ケース

CEMS: 排ガス連続監視システム

CFWH: 小型石炭焚き温水ヒーター

CLEM: 環境・度量衡中央ラボラトリー

C/P: カウンターパート

C/P-WG: カウンターパート・ワーキンググループ

DAAEP: ウランバートル市大気・環境汚染対策庁

DPF: ディーゼル微粒子捕集フィルター

FRM: 米国 EPA 連邦標準測定法

HOB: ヒートオンリーボイラー

IACC: 市監査庁

MASM: モンゴル規格度量衡庁

MMHI: 鉱業重工業省

MNS: モンゴル国国家基準

MRPA: 鉱物資源石油庁

MRTD: 道路運輸開発省

NAMEM: 国家気象環境モニタリング庁

NCEPR: 国家環境汚染削減委員会

NPREP: 国家環境汚染削減プログラム

PTD: 市公共交通局

PM: 粒子状物質

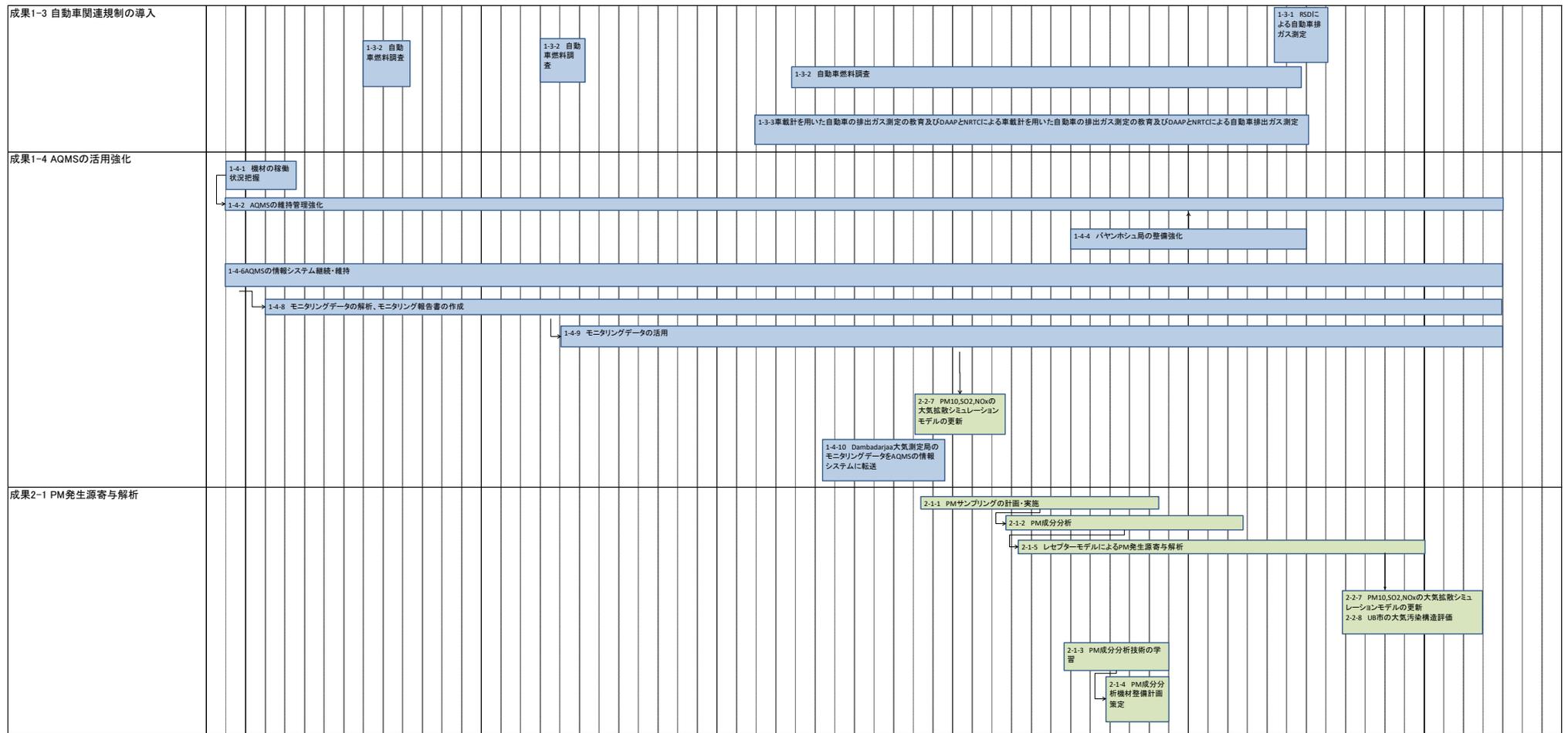
RSD: リモートセンシングデバイス (Remote Sensing Device)

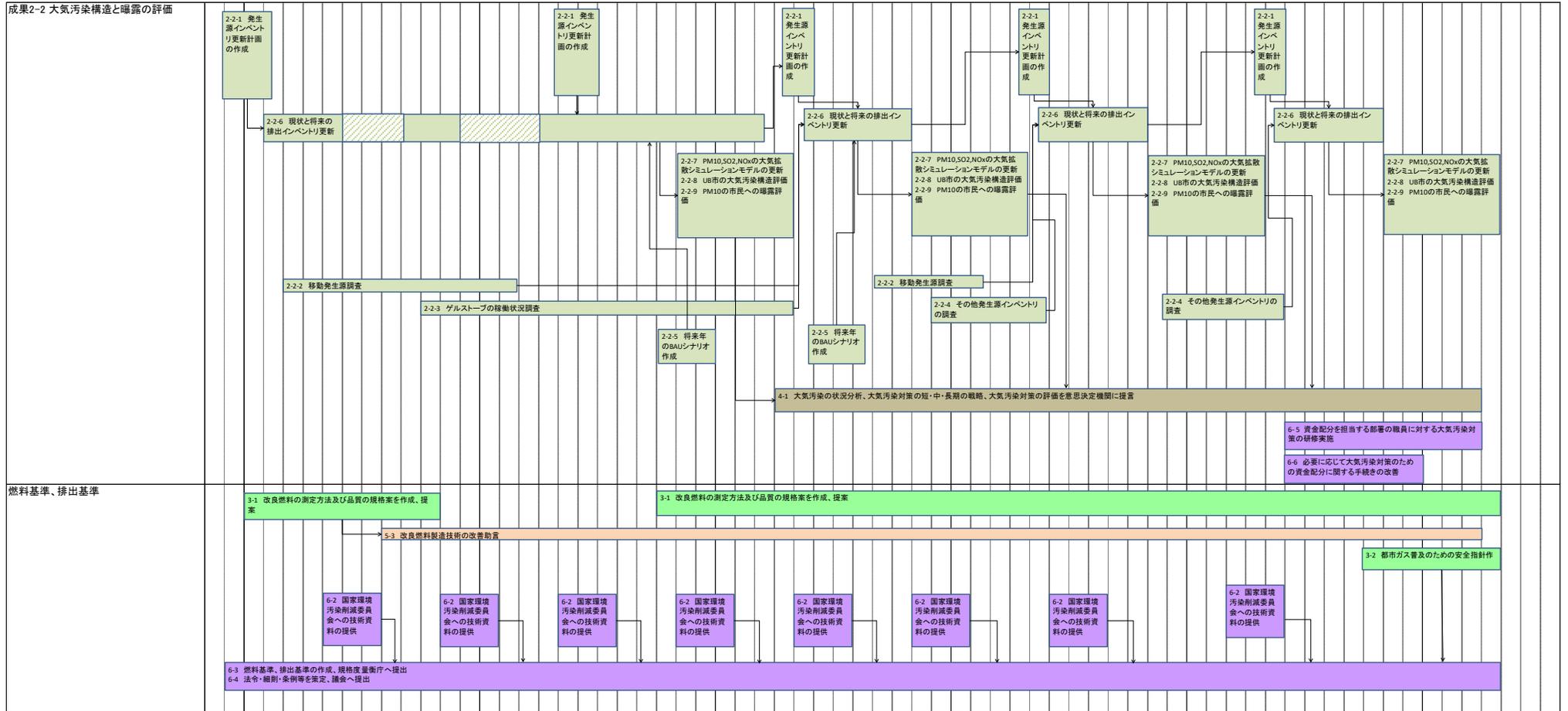
TCC: 市交通管理センター

TPP: 石炭火力発電所

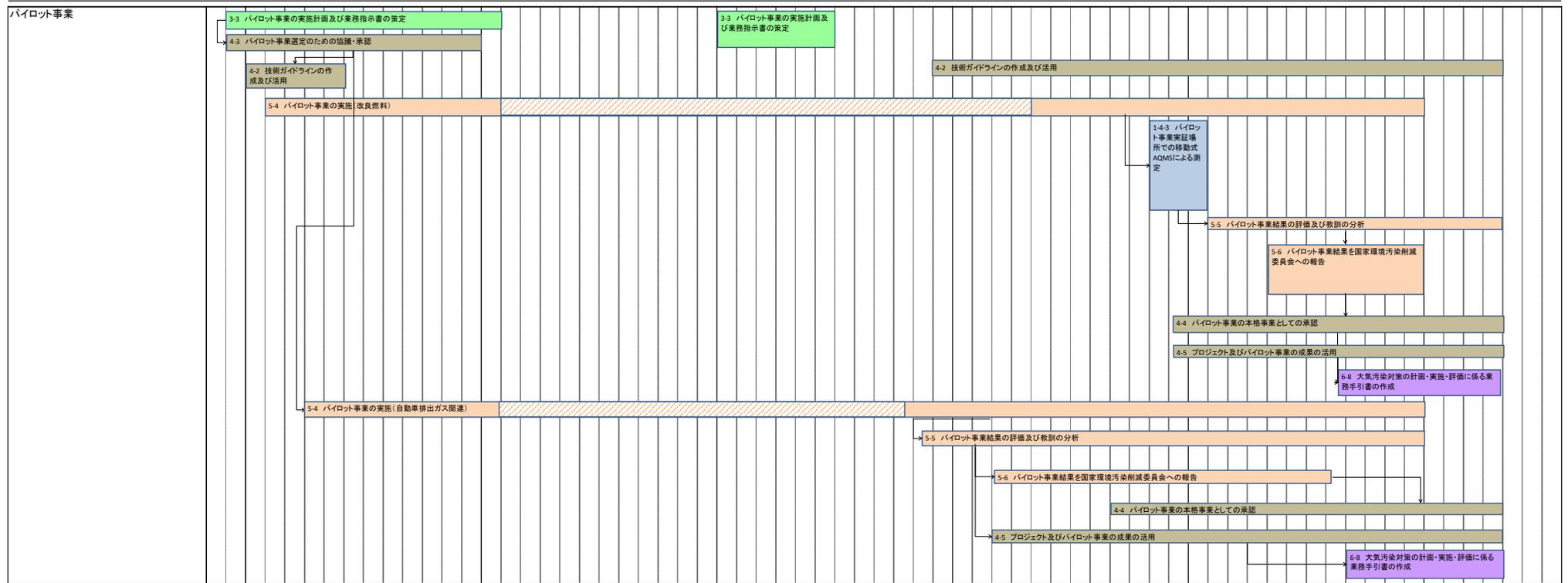


モンゴル国ウランバートル市大気汚染能力強化プロジェクトフェーズ3  
プロジェクト事業完了報告書





モンゴル国ウランバートル市大気汚染能力強化プロジェクトフェーズ3  
プロジェクト事業完了報告書







付属資料 4 別添資料リスト

別添資料 1-4-1	プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) Ver. 1.0
別添資料 1-4-2	PDM Ver. 1.1
別添資料 1-4-3	PDM Ver. 1.2
別添資料 1-4-4	PDM Ver. 1.3
別添資料 1-4-5	PDM Ver. 1.4
別添資料 1-4-6	PDM Ver. 1.5
別添資料 1-4-7	PDM Ver. 1.6
別添資料 1-4-8	PDM Ver. 1.7
別添資料 1-4-9	PDM Ver. 1.8
別添資料 1-4-10	PDM Ver. 1.9
別添資料 1-5-1	上位目標の指標設定に関する資料
別添資料 2-2-1	本プロジェクト実施の過程で使用した関連技術データ、情報・資料等
別添資料 2-2-2	政令・市長令等
別添資料 2-2-3	広報資料
別添資料 2-4-1	第1回合同調整委員会 (JCC) の協議議事録 (M/M)
別添資料 2-4-2	第2回 JCC の M/M
別添資料 2-4-3	第3回 JCC の M/M
別添資料 2-4-4	第4回 JCC の M/M
別添資料 2-4-5	第5回 JCC の M/M
別添資料 2-4-6	第6回 JCC の M/M
別添資料 2-4-7	第7回 JCC の M/M
別添資料 2-4-8	第8回 JCC の M/M
別添資料 2-4-9	第9回 JCC の M/M
別添資料 2-4-10	第10回 JCC の M/M
別添資料 2-4-11	第11回 JCC の M/M
別添資料 3-2-1	CEMS データと DAAEP による測定結果との比較
別添資料 3-2-2	排ガスモニタリング整理結果
別添資料 3-2-3	大気汚染モニタリング週報の例
別添資料 3-3-1	本邦研修 (PM 成分分析) で作成された機材整備計画を含む発表資料
別添資料 3-3-2	オンラインでの技術移転説明資料 (2020/9/10)
別添資料 3-3-3	2020年の発生源別排出量計算結果報告セミナー発表資料 (2022/3/17)
別添資料 3-3-4	その他発生源に関する技術移転説明資料 (2024/3/7)
別添資料 3-3-5	2019年交通量調査結果とりまとめ資料
別添資料 3-3-6	改良燃料導入前後での濃度の変化に関するセミナー資料 (2022/10/5)
別添資料 3-3-7	凝縮性粒子を考慮した PM <sub>10</sub> シミュレーションモデルの作成に関するセミナー資料 (2024/1/24)
別添資料 3-3-8	PWE 及びパイロット事業の評価に関するセミナー資料 (2024/3/13)
別添資料 3-4-1	ガス燃料導入促進に係る安全指針
別添資料 3-4-2	自動車関連パイロット事業の実施計画書
別添資料 3-4-3	自動車パイロット事業セミナー資料
別添資料 3-5-1	UNICEF 主催の学術セミナー資料
別添資料 3-5-2	改良燃料技術ガイドライン
別添資料 3-5-3	交通信号の運用に関する技術ガイドライン
別添資料 3-5-4	エコドライブ技術ガイドライン

モンゴル国ウランバートル市大気汚染能力強化プロジェクトフェーズ3  
プロジェクト事業完了報告書

別添資料 3-5-5	PM 低減装置（DPF 等）に係る技術ガイドライン
別添資料 3-5-6	RSD 技術ガイドライン
別添資料 3-5-7	改良燃料パイロット事業内容説明資料
別添資料 3-6-1	JICA モンゴル事務所による Facebook へのプロジェクト内容発信記事
別添資料 3-6-2	セミコークス混合ブリケットと BCB の燃料の燃焼試験結果説明資料
別添資料 3-6-3	『改良燃料品質の改善方法』協議会発表資料
別添資料 3-6-4	BCB 製造方法
別添資料 3-6-5	車載計調査報告書
別添資料 3-6-6	エコドライブマニュアル
別添資料 3-6-7	RSD 調査報告書
別添資料 3-6-8	RSD 運行規制と法整備について
別添資料 3-7-1	大気汚染に係る技術審査ガイドライン
別添資料 3-7-2	大気汚染対策の計画・実施・評価に係る業務手引書
別添資料 3-8-1	組織及び社会レベルでのキャンペーン・アセスメントの集計結果
別添資料 8-1-1	総括セミナー発表資料

上記各別添資料はデータでのみ公開

## Project Completion Report (抜粋)

プロジェクト名: ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ3

氏名: Mr. Batshagai BAYASGALAN

役職: プロジェクトダイレクター

氏名: Mr. Toru TABATA

役職: 総括

### I. プロジェクトの基本情報

**1. 国名:**

モンゴル国

**2. プロジェクト名:**

ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ 3

**3. プロジェクト期間:**

当初計画: 2018 年 11 月から 2023 年 4 月

実績: 2018 年 11 月から 2024 年 7 月

**4. 背景**

モンゴル国の首都ウランバートル市(以下、UB 市)では、低質炭の利用により多量の煤煙が排出され、大気汚染が発生している。発生源は、3 カ所の旧式石炭焚き火力発電所(第 2~第 4 火力発電所)、約 200 カ所の地区暖房用ボイラ(HOB)と小型石炭焚き温水ヒーター(CFWH)、ゲル地区居住 20 万世帯以上の 20~30 万基に及ぶゲルストーブであり、暖房需要の高まる冬期は特に大気汚染が深刻である。加えて、火力発電所の焼却灰や道路粉塵の飛散、自動車排出ガス等による大気汚染の悪化が懸念されている。

このような背景を受け、UB 市は大気汚染対策を推進するため、JICA に対して要請を行い、JICA は 2010 年 3 月~2013 年 3 月に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」(以下、フェーズ 1)、2013 年 12 月~2017 年 6 月には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フェーズ 2」(以下、フェーズ 2)を実施した。2 つのフェーズに亘る協力では、大気環境モニタリング体制の強化、大気汚染源の特定、ボイラ

登録管理制度の実施等、UB 市大気環境汚染対策庁(DAAEP)<sup>1</sup>を始めとしたカウンターパート・ワーキンググループ(C/P-WG)メンバーの体制の更新・拡大、粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>等)成分分析と発生源寄与解析、大気汚染物質の排出量に関する基準策定等を行ったが、大気汚染対策の実施能力向上に係る課題が依然として残された。

かかる状況の下、モンゴル政府は 2016 年 5 月、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フェーズ 3」(以下、「プロジェクト」)を我が国に対して要請し、2017 年 6 月に日本政府からモンゴル政府への採択が通報された。その後 JICA は 2017 年 8～9 月に詳細計画策定調査を実施し、プロジェクトの基本方針についてモンゴル側と合意した。

プロジェクトは、当初、2018 年 12 月 12 日に開催された第 1 回合同調整委員会(第 1 回 JCC)の協議議事録(M/M)に基づき、2018 年 11 月より 2023 年 4 月までの 4 年半で実施する予定であった。しかしながら、COVID-19 に対応するためにプロジェクト期間が延長され、プロジェクトは、2021 年 2 月 22 日の第 4 回 JCC の M/M に基づき、2018 年 11 月より 2024 年 7 月までの 5 年 9 ヶ月の予定で実施された。

フェーズ 1 からフェーズ 3 の概要を以下の表-1 に示す。

表-1 プロジェクト概要

フェーズ 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2010 年 4 月～2013 年 3 月(3 年間)</li> <li>➤ 技術協力対象機関は、AQDCC(現 DAAEP)を含む 19 機関</li> <li>➤ 供与機材合計 7 億 200 万 MNT 相当を供与</li> <li>➤ 固定発生源モニタリング、ボイラ登録管理制度、火力発電所対策及び省エネルギー、大気環境シミュレーションモデルの構築等</li> </ul>
フェーズ 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2013 年 12 月～2017 年 6 月(3 年半)</li> <li>➤ 技術協力対象機関は、AQDCC(現 DAAEP)を含む 22 機関</li> <li>➤ 供与機材計 27 億 5400 万 MNT 相当を供与</li> <li>➤ 固定発生源及び移動発生源モニタリング、大気環境モニタリング、ボイラ登録管理制度の完全実施、PM 成分分析と発生源寄与解析等</li> </ul>
フェーズ 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2018 年 11 月～2024 年 7 月(5 年 9 か月)</li> <li>➤ 技術協力対象機関は、DAAEP を含む 14 機関</li> <li>➤ 粉碎機等供与機材計 6 億 800 万 MNT 相当を供与</li> <li>➤ 二つのフェーズで移転された技術能力を維持すると共に大気汚染対策の策定及び大気汚染対策の実施(小規模パイロット事業)</li> </ul>

<sup>1</sup> プロジェクト開始当初は、大気汚染削減庁(APRD)であったが、2019 年 3 月 21 日付けの政令 100 号により、ウランバートル市の体制が変更になり、APRD の名称が大気汚染対策庁(DAAP)に変更となった。更に 2021 年 12 月 28 日の市長令 A/1307 により 2022 年 1 月 1 日から組織名が大気汚染対策庁(DAAP)から大気・環境汚染対策庁(DAAEP)に変更となった。

## 5. 上位目標とプロジェクト目標

上位目標とプロジェクト目標を以下の表-2 に示す。

表-2

上位目標	UB 市の大気環境改善に向け、主要発生源における汚染物質の排出削減が促進される。
プロジェクト目標	「実効性のある汚染対策の実施」と「DAAEP と国レベル、市レベルの関連機関との連携強調体制」に重点を置いて、UB 市におけるモンゴル側の大気汚染対策能力が強化される。

## 6. 実施機関

ウランバートル市大気・環境汚染対策庁（2022 年 1 月～）

（変更前）ウランバートル市大気汚染対策庁（2019 年 3 月～2021 年 12 月）

（変更前）ウランバートル市大気汚染削減庁（2016 年 8 月～2019 年 2 月）

自然環境・観光省

## II. プロジェクト結果

### 1. プロジェクト結果

#### 1-1 日本側の投入（計画と実績）

##### (1). 日本側総投入額：

当初計画：約 4.5 億円

実績：約 5.6 億円

##### (2). 専門家派遣： 22 人

プロジェクト実施期間中に 22 人の短期専門家が派遣された。2024 年 6 月までにモンゴルに派遣された日本人専門家派遣の概要は、以下の表-3 に示す。詳細は別添資料 1 参照。

COVID-19 の世界的流行に伴い、2020 年 2 月 26 日にモンゴル政府は、2020 年 2 月 28 日から外国人のモンゴルへの入国禁止を決定した。また、2020 年 3 月 20 日にモンゴル政府は、モンゴル国内の空港に離発着している国際定期便について運航停止を決定した。2021 年 8 月 31 日にモンゴル政府は、モンゴル国内に発令されている高度警戒準備態勢の期限を 2021 年 12 月 31 日まで延長した。これにより、外国人の入国を原則禁止とする一連の入国規制措置も同日まで延長された。2020 年 3 月以降 JET は当面の間モンゴルへの渡航を行わないこととなったが、2021 年 10 月 20 日から順次専門家の渡航を再開した。

表-3

内訳	2018 年 11 月から 2024 年 6 月まで(予定)
派遣専門家の人数	22 人
延べ業務量	97.57 人/月 (M/M)
派遣延べ回数	137 回

##### (3). 研修員受入： 20 人

合計 20 名の C/P が本邦研修に参加し、この内 16 名は国別研修コース、4 名は課題別研修コースに参加した。研修プログラムの概要は以下の表-4 に示す通り。詳細は別添資料 1-1 参照。

表-4

研修コース	研修プログラムタイトル	研修期間	参加人数
国別研修コース	PM 成分分析	2022 年 11 月 9 日～2022 年 11 月 23 日	8
	信号制御	2022 年 12 月 7 日～2022 年 12 月 21 日	8
課題別研修コース (グループ研修コース)	大気環境管理に向けたキャパシティビルディング	2019 年 8 月 21 日～9 月 18 日	2
	大気環境管理に向けたキャパシティビルディング	オンラインコースフェーズ 1: 2021 年 1 月 25 日～2 月 5 日 オンラインコースフェーズ 2 は中止	1
	大気環境管理に向けたキャパシティビルディング	オンラインコースフェーズ 1:	1

	シティビルディング	2021年12月6日～12月10日 オンラインコースフェーズ2: 2022年1月31日～3月3日	
合計			20

## (4). 機材供与：25,001,000円

粉砕機、スリットジェットエアサンプラー、蛍光X線硫黄分析計、オパシーメータ等の機材供与に総額25,001,000円が支出された。ME1、DAAEP、NAMEM、IACC、MRPA及びMRTDへ供与した機材の詳細を別添資料1-2に示す。

## 1-2 モンゴル側の投入（計画と実績）

## (1). C/Pの配置

プロジェクトディレクター及びプロジェクトマネージャー各1名に加えて、延べ66名のC/Pが17の関連組織からプロジェクトの6つの成果に対して配置された。C/P配置は以下の表-5の通り。C/Pの詳細な情報は別添資料1-3参照。

しかしながら、過去のフェーズ同様、プロジェクトの開始当初からC/Pの頻繁な離職や交代が、本プロジェクトの重要な課題であった。この課題からC/PやC/P-WGへの負の影響を軽減する対策を提案・実施してきたが、未だプロジェクト実施における最重要課題として残されている。

表-5

JCC 議長	Mr. Jantsan BATBAYASGALAN	UB 市副市長 2018年12月～2019年3月
	Ms. Munkhjargal DASHNYAM	UB 市プロジェクトリーダー 2019年3月～2021年1月
	Mr. Tumurtumuu ZUNDUI	UB 市プロジェクトリーダー 2021年1月～2021年11月
	Mr. Ikhbayar DASHNYAM	UB 市プロジェクトリーダー 2021年11月～2022年1月
	Mr. Battur PUREVSUREN	UB 市プロジェクトリーダー 2022年1月～2022年6月
	Mr. Tumurtumuu ZUNDUI	UB 市副市長 2022年6月～2023年10月
	Ms. O.Nominchimeg	UB 市副市長 2023年10月～
JCC 副議長	Mr. Nyamdavaa GENDENJAV	自然環境・観光省環境自然資源管理局長 2018年12月～2019年5月
	Mr. Tsogtsaikhan	自然環境・観光省環境自然資源管理局長 2019年5月～2020年6月
	Mr. Batmunkh	自然環境・観光省環境自然資源管理局長

		2020年6月~2021年3月
	Mr. Batsansar	自然環境・観光省環境自然資源管理局長 2021年3月~2021年8月
	Mr. Enkhbat ALTANGEREL	自然環境・観光省環境自然資源管理局長 2021年8月~2022年12月
	Ms. Uranchimeg TSERENDORJ	自然環境・観光省環境政策調整局長 2023年1月
	Mr. Enkhbat ALTANGEREL	自然環境・観光省環境政策調整局長 2023年1月~2023年2月
	Mr. Boris BUYANNWMEKH	自然環境・観光省環境政策調整局長 2023年2月~2023年11月
	Mr. Enkhmunkh E	自然環境観光省環境政策調整局長 2023年11月~
プロジェクト ディレクター	Ms. Tsatsral BATMUNKH	2018年12月~2019年9月
	Mr. Galiimbek KHALTAR	2019年9月~2020年1月
	Ms. Tsolomon Ts	2020年3月~2021年1月
	Ms. Purevsuren D	2021年1月~2022年2月
	Mr. Davaajargal GAN-OCHIR	2022年2月
	Mr. Ganbold TSOG	2022年2月~2023年7月
	Mr. Batshagai BAYSGALAN	2023年7月~
プロジェクト マネージャー	Mr. Galiimbek KHALTAR	2018年12月~2019年9月
	Mr. Davaajargal GAN-OCHIR	2021年1月~

成果	グループ	組織 (C/P の数)	C/P の合計
成果 1	固定発生源モニタリング	DAAEP(4)、IACC(2)、 NAMEM(1)、 TPP3(2)、TPP4(1)	10
	移動発生源モニタリング	DAAEP(2)、NRTC(2)、 MRPA(1)	5
	大気環境モニタリング	DAAEP(2)	2
成果 2	大気中の PM <sub>10</sub> と PM <sub>2.5</sub> のモニタリング /PMF 解析	CLEM(4)、NAMEM(2)	6
	発生源インベントリ/シミュレーションモデル	DAAEP(2)、 NAMEM(1)、 IRIMHE(2)	5
成果 3	改良燃料の測定方法の規格案及び品質 規格案	DAAEP(1)	1
	都市ガスの安全指針	ME(1)	1
	パイロット事業の関連業務指示書	DAAEP(1)、TCC(2)、 MRTD(1)、PTD(1)、 NRTC(2)、MMHI(1)、 MRPA(1)	9

成果 4	大気汚染の状況分析、大気汚染対策の短・中・長期の戦略、大気汚染対策の評価	DAAEP(1)、NAMEM(2)、MET(1)	4
	プロジェクト成果及びパイロット事業成果の活用	DAAEP(1)、NAMEM(1)、MET(1)、NCEPR(2)、TCC(1)	6
成果 5	パイロット事業の実施・教訓、結果の評価	DAAEP(1)、TCC(2)、MET(1)、MRTD(1)、PTD(1)、NRTC(2)、MMHI(1)	9
	火力発電所の大気汚染対策	TPP3(1)、TPP4(1)	2
成果 6	燃料基準、排出基準、法令	DAAEP(1)、MMHI(1)、NCEPR(1)	3
	大気汚染対策の計画、実施及び評価	NCEPR(2)、MET(1)、	3
<b>合計:人数</b>			<b>66</b>

\*注 C/P の数十名は、異なる成果の活動を兼務している。

## (2). 執務室の提供等

モンゴル側はプロジェクトのために、2つの執務室(1. 市役所のハンガリット宮殿 4階~2021年12月、新市役所のハンガリット宮殿 4階 2022年6月から2023年2月、同1階 2023年3月~、2. Gutal 事務所 4階~2022年4月)を暖房、電力、インターネットと併せて提供している。

## (3). Central Laboratory of Environment and Metrology (CLEM)

CLEMはCLEM内にPMサンプリング準備の部屋とPM採取のためのスリットジェットエアサンプラーの保管場所を提供している。

## (4). 機材の保管

モンゴル側は機材の保管倉庫を借りており、供与した機材は保管されている。

## 1-3 活動(計画と実績)

### (1). PO

POを別添資料1-4に示す。

### (2). COVID - 19 の影響

COVID-19の影響によりモンゴルに渡航できない状況が続いたため、当初の計画より大幅にプロジェクト活動の遅延が生じていた。2020年、2021年のモンゴルではCOVID-19の感染が続いており、人口100万人当たりの感染者数が高かった。そのため、65歳以上の高齢者や基礎疾患のある人がCOVID-19に感染した場合、重症化する可能性が高い。また、2022年3月まで日本からモンゴルへの渡航はチャーター便しかないことから緊急時の早急な日本への輸送が難しいため、渡航人数を制限して重症化リスクが少ない健康な専門家の活動を再開することを前提で全体

の活動計画を見直した。

「(活動 1-1)固定発生源排ガス測定」、「(活動 1-2)CEMS 排ガス情報統合報告システム関連活動」、「(活動 1-3)RSD 調査の実施」、「(活動 2-1)通年を通じた PM サンプルング」、「(活動 5-4)家庭用改良燃料のパイロット事業用サンプル製造及びサンプル燃焼試験及び改良燃料の検証」及び「(活動 5-4)低硫黄燃料の導入、エコドライブ及び DPF 製品の性能評価試験」等に関しては、JET の現地派遣が前提となる活動であったため、2021 年の 11 月以降に活動を再開した。

「信号制御に関する本邦研修」は、COVID-19 の影響で研修受け入れが難しいことから、本邦研修は 2020 年 5 月から 2022 年 12 月に延期して実施した。「PM 成分分析に関する本邦研修」は同様に、2021 年 12 月から 2022 年 11 月に本邦研修を延期して実施した。

国内で遠隔操作・作業が実施できる活動 1-4-10、活動 2-2 と活動 5-3 は、2022 年 6 月まで継続して実施した。

### (3). 活動の追加

フェーズ 2 で NAMEM に供与した車載計について、2019 年に NAMEM から道路交通開発省関係機関の NRTC へ譲渡する要請があった。供与機材をパイロット事業等でも有効活用できることから、NRTC へ譲渡し、NRTC に対する機材の技術移転が必要となった。2021 年 1 月 28 日の第 4 回 JCC でモンゴル側の要請により、活動 1-3-3“JET は DAAEP に加えて NRTC に対して車載計を用いた排出ガス測定の教育を実施し、DAAEP と NRTC が車載計を用いた排出ガス測定を行う。”が追加された。

DAAEP は日本側に対し、韓国のソウル市役所が供与した Dambadarjaa 大気測定局の測定データを大気環境モニタリングネットワークに転送する支援を要請した。2021 年 6 月 24 日の第 5 回 JCC で DAAEP の要請により、活動 1-4-10“ DAAEP が JICA 専門家支援のもと、Dambadarjaa 大気測定局のモニタリングデータを AQMS の情報システムに転送できるようにする。”が追加された。

JICA 「モンゴル国ディーゼル路線バスの DPF による黒煙低減計画に関する普及・実証事業」で大型バス 24 台に DPF が設置され、市の関係機関に DPF 装置が引き渡されている。DPF を設置したバスの車齢が 12 年以上経過する 2022 年 12 月にバスが廃車されることから、モンゴル側は、DPF の移設に関してプロジェクトで技術的な支援をしてほしいと要請した。2021 年 12 月 9 日の第 6 回 JCC で市公共交通局の要請により、“活動 1-3-4 市公共交通サービス局は日本人専門家の支援の下、JICA モンゴル国ディーゼル路線バスの DPF による黒煙低減計画に関する普及・実証事業で大型バス 24 台に設置した DPF を他のバスに移設する。”が追加された。

## 2. プロジェクトの達成度

プロジェクトの成果とプロジェクト目標の達成度合いは%及び高、中、低の 3 段階で評価した。

### 2-1 成果指標

以下の表-6 は、PDM に記載された成果指標に対する、達成状況と進捗状況を示す。

表-6 成果の達成度

<p>成果 1: 主要な発生源における排出モニタリング及び大気環境モニタリングの能力が強化される。  <b>評価: 達成度は高 (100%)。</b></p>	
<p>1-1 DAAEP や市監査庁により、標準法及び簡易法による排ガス測定に基づいたボイラ認定監査がプロジェクト期間中に 50%実施される。</p>	<p>➤ 2018年11月から2022年12月までに206箇所のボイラ排ガス測定が実施された。この数は登録されている全 HOB(2018年 406 箇所)の 50.7%になる。</p>
<p>1-2 DAAEP や関係機関が少なくとも 3 回の排ガス測定報告書を副市長に提出する。</p>	<p>➤ DAAEP 年次活動報告書に施設名、基準を満たしているかを含む排ガス測定結果が記載されている。2024年1月時点で5回提出された。</p>
<p>1-3 DAAEPとNAMEMが連携して、主要汚染源からの排出モニタリングと大気環境モニタリング情報が定期的に関係機関に共有される。</p>	<p>➤ 大気環境の状況は、ウェブサイトの”<a href="http://agaar.mn">http://agaar.mn</a>”と大気モバイルアプリの”agaar.mn”を通じて関係機関に共有されている。</p> <p>➤ 大気環境の週報、冬季期間報なども上記サイトで公開されている。</p> <p>➤ TPP2、TPP3、TPP4 及び HOB からの排出モニタリング情報は DAAEP のホームページの排ガス測定結果を含む年次報告書に掲載されている。</p>
<p>1-4 CEMS の測定結果が年 1 回公定法と比較される。</p>	<p>➤ 2023年にDAAEPは公定法によるTPP3およびTPP4の排出ガス測定を実施した。CEMSの測定結果との比較も行われた。</p>
<p>1-5 RSD 調査結果に基づき、UB 市内を走行する自動車の排出ガス測定実態の分布が少なくとも年 1 回作成される。</p>	<p>➤ 2023年5月から6月にかけてRSD調査が行われ、自動車の排出ガス測定実態の分布が2023年8月に作成された。</p>
<p>その他の達成事項</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 成果指標 1-1 固定発生源排ガス測定に関して DAAEP はモンゴル国における認定機関の Mongolian National Accreditation System (MNAS)に ISO17025:2017 の試験所認定を申請し、2022年4月28日に試験所認定を受けた。</li> <li>- DAAEP はモンゴル国で固定発生源の排ガス測定に関する ISO17025 認定を受けた唯一の機関である。首都ウランバートルだけでなく、地方からも依頼があり、地方の発生源の排ガス測定も実施している。</li> <li>- DAAEP の燃料燃焼試験室はエネルギー省や国家環境汚染削減委員会及び TTT 社等からの依頼で2023年は66件の改良燃料や着火剤の燃焼試験を実施している。</li> </ul>	

<p>成果 2: 年間を通じて、汚染構造(特に PM)の分析や評価能力が強化される。</p> <p><b>評価: 達成度は高(100%)。</b></p>	
<p>2-1 PM 発生源寄与解析結果が少なくとも 3 回報告される。</p>	<p>➤ 2024 年 4 月時点で成分分析データを用いた発生源寄与解析結果に関する報告は 5 回実施された。</p>
<p>2-2 年間を通じた大気モニタリング、排出インベントリや大気拡散シミュレーションモデル、PM 発生源の特定結果等により集団曝露量等を含む汚染構造が少なくとも 3 回評価される。</p>	<p>➤ 2022 年に 2018 年及び 2020 年の大気汚染構造が評価された。</p> <p>➤ 集団曝露量等を含む汚染構造は 2018 年と 2020 年を対象に 2023 年 9 月に評価した。</p>
<p>その他の達成事項</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ドナー主催のカンファレンスでモンゴル側はモンゴルにおける大気汚染状況の報告と大気環境測定ネットワーク等について発表している。個人並びに組織としての能力が向上している。</li> <li>- フェーズ 2 からの課題であった排出インベントリやシミュレーション実行の担当者の固定に関して、行政機関は異動や退職が多く、人材を確保できない状況であるため、シミュレーションの実行ができない状況である。JET は JCC で人材の確保を再三に渡り要請したものの、モンゴル側に人材がないため、モンゴルの承諾に基づき、プロジェクト期間中は JET がシミュレーションを実施した。そのため、大気汚染構造の評価が遅れた。一方で、JET 支援の下、DAAEP・NAMEM・NUM の三者による「排出インベントリ、シミュレーション作成、対策評価の役割分担に関する共同実施契約」を 2023 年 4 月に締結し、NAMEM を中心に IRIMHE や NUM がシミュレーションによる大気汚染構造の把握及び大気汚染対策の効果の定量的評価ができるよう今後の道筋をつけた。</li> </ul>	
<p>成果 3: 大気汚染対策の技術的評価と実施準備を行う能力が強化される。</p> <p><b>評価: 達成度は高(75%)。</b></p>	
<p>3-1 ゲル地区の家庭用改良燃料の排ガス測定方法の規格案及び品質規格が規格度量衡庁に提出される。</p>	<p>➤ 品質規格は MNS 5679-2022 で改訂された。</p> <p>➤ 排ガス測定方法の規格については現在 UB 市都市規格監視局が規格のための作業部会を設置する段階である。そのため一部達成とする。</p>
<p>3-2 パイロット事業の実施計画が少なくとも 3 件作成される。</p>	<p>➤ パイロット事業の実施計画が 6 件作成された。</p>
<p>その他の達成事項</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- エネルギー省や国家環境汚染削減委員会は、改良燃料の燃焼試験を DAAEP に依頼して燃焼試験結果を基に評価している。燃焼試験は測定結果にばらつきが出るため、同じ試料に対して 3 回以上実施する必要があるが、評価する側が十分理解できておらず、1 回の燃焼試験</li> </ul>	

結果で評価しており、エネルギー省等にも認識を浸透させる必要がある。	
成果 4: 大気汚染対策に関わるモンゴル側の意思決定プロセスが、DAAEP, NAMEM 等の専門機関を活用することで、改善する。 <b>評価: 達成度は高(100%)。</b>	
4-1 大気汚染の状況分析、大気汚染対策の短・中・長期の戦略案(BAU の検討含む)、大気汚染対策の評価(実施済みおよび案)が少なくとも 2 回意思決定機関に提言される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 2018 年及び 2020 年の大気汚染の状況分析は、2022 年 10 月に提言済み。</li> <li>➢ 2023 年 11 月に副市長に対して、モンゴル国の国策の生石炭から改良燃料に燃料転換した事による大気汚染対策の評価を提言済み。</li> <li>➢ 2024 年 4 月に Nominchimeg 副市長に家庭用改良燃料として TTT 社燃料とバイオマス石炭混合ブリケット(BCB)の比較、BCB を導入した場合とストーブを変更した場合の大気汚染対策効果を提言済み。</li> </ul>
4-2 パイロット事業及びプロジェクトの成果が国家環境汚染削減プログラムの改訂あるいは実施・不実施の決定に 1 件以上利用される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 2022 年 9 月に国家環境汚染削減委員会事務局が自動車の大気汚染対策として添加剤の導入を計画していた。プロジェクトにおいて車載計を用いて調査したところ、効果がないことが明らかとなり、国家環境汚染削減委員会は自動車の大気汚染対策として実施しないことを決定した。</li> </ul>
その他の達成事項 - エネルギー省や国家環境汚染削減委員会は、改良燃料の燃焼試験を DAAEP に依頼し、DAAEP 燃料燃焼試験室での燃焼試験結果を改良燃料の検討に活用している。	
成果 5: 主要な汚染源において PM、二酸化硫黄及び窒素酸化物排出削減のため、大気汚染対策が促進される。 <b>評価: 達成度は高(100%)。</b>	
5-1 プロジェクトの C/P-WG で選択された少なくとも 3 件のパイロット事業が行われる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 6 件のパイロット事業が実施された。</li> </ul>
5-2 各パイロット事業の結果(PM、二酸化硫黄及び窒素酸化物の排出削減、大気環境改善及び暴露)が、関係機関に公表される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 2024 年 3 月 13 日にモンゴル側担当者が参加したセミナーで、改良燃料及び自動車パイロット事業の結果に基づいた排出量削減、濃度低減、暴露に関する評価結果を発表した。</li> </ul>
その他の達成事項	

<p>- モンゴル国は 2019 年以降自動車からの大気汚染物質の排出削減のため、段階的に UB 市公共バスを電気バスおよび Euro V 排出基準のバスの導入を進めている。1200 台あるバスの内 900 台が導入された。</p>	
<p>成果 6: 成果 1~5 の達成のために、法的枠組み、資源配分、および調整機能(大気環境サイクルのプラットフォーム)が強化される。</p> <p><b>評価: 達成度は高(87.5%)。</b></p>	
<p>6-1 関連する法令・規則(燃料規制、排出基準、MNS、市条例等)の案が少なくとも 3 件提出される。</p>	<p>➤ 生石炭使用禁止に関するモンゴル政府の 2018 年第 62 閣議決定が 2020 年 5 月 8 日付の第 189 及び 2022 年 6 月 8 日付の第 223 閣議決定で更新の承認、大気質改善地域施行規則、一酸化炭素中毒リスク防止・リスク対策に関する実施細則、自動車用低硫黄燃料の規定に関する大気法に追加の 4 件である。</p>
<p>6-2 プロジェクトによる技術審査ガイドライン等の成果を活用して、大気汚染対策への資金配分を担当する部署が 3 件以上の大気汚染対策事業や技術に資金を配分する。</p>	<p>➤ 2023 年 12 月末に国家環境汚染削減委員会が解散となった。未だ大気汚染対策に係る部署や担当分野が定まっておらず、資金配分を担当する部署も決まっていない状況である。このため、一部達成とする。</p> <p>➤ 技術審査ガイドライン案は 2024 年 6 月末に完成した。ガイドラインの内容・使い方について、大気汚染対策の中心的な役割を果たす DAAEP を中心に説明した。</p>
<p>6-3 プロジェクトに係る大気汚染対策について各関係機関の役割分担に係る協定が少なくとも 3 件締結される。</p>	<p>➤ 自動車からの排出汚染物質削減のための一部対策、自動車排出ガスの監査測定、UB 市大気環境中の粒子状物質(PM) 試料採取実施作業部会の設置及び排出インベントリ、シミュレーションモデルを実施する際の役割分担協定書など、4 件の協定が締結された。</p>
<p>6-4 大気汚染対策の計画・実施・評価に係る業務手引書が、関係機関に配布される。</p>	<p>➤ 2024 年 5 月に業務手引書を完成させた。その後、モンゴル側は、完成させた業務手引書を関係機関に配布した。</p>
<p>その他の達成事項</p> <p>- 大気質改善地域施行規則は自然環境・観光大臣と UB 市長の共同命令として 2019 年以降 2023 年を除き毎年改訂され、改良燃料の使用地域の拡大、固体燃料使用の禁止地区のホローが年々増加している。</p>	

## 2-2 プロジェクト目標の指標

以下の表-7 は、PDM に記載されたプロジェクト目標の指標に対する達成状況と進捗状況を示す。

表-7

<p>プロジェクト目標:「実効性のある汚染対策の実施」と「DAAEP と国レベル、市レベルの関連機関との連携協調体制」に重点をおいて、ウランバートル市におけるモンゴル側の大気汚染対策能力が強化される。</p> <p><b>評価:達成度は中(66.7%)。</b></p>	
<p>指標 1 パイロット事業の少なくとも 1 件が本格実施に採用される。</p>	<p>➤ 2024 年 4 月までに以下の 1 件が本格事業に採用された。</p> <p>モンゴル政府は 2022 年 4 月 22 日付で大気法の 16.1.6 に UB 市内の大気質改善地域内で、モンゴル国国家基準(MNS)にて燃料中の硫黄分が少ない Euro 5 基準の燃料を販売し、それ以下の燃料の小売り・販売などを禁止する規定を追加することを決定した。達成とする。</p>
<p>指標 2 パイロット事業の教訓が意思決定機関の決定(1 件以上)に活かされる。</p>	<p>➤ 信号制御のパイロット事業において、2023 年 1 月下旬に市交通管制センターと交通警察が協議し、信号介入の削減、介入の実施時間の変更が行われた。その結果、パイロット事業で実施した以外の UB 市内の信号においても習得した技術の活用により、市交通管制センターが実施する信号への介入の減少、交通警察官による信号機の灯火を無視した交通整理の回数も減少した。しかしながら、一時的な導入に留まり、全 UB 市内に普及して目に見える成果を出すには課題が残る。そのため一部達成とする。</p>
<p>指標 3 UB 市における大気汚染対策に関連する法令、条例、燃料基準、排出基準が遵守される。</p> <p>(新たな基準設定が 1 件なされる。かつ既に存在する基準 MNS5043: 2016 (4.2MW までの温水ボイラ・一般的な技術要件)または MNS5919:2008 (発電所、蒸気ボイラの排出許容濃度及び測</p>	<p>➤ 上記指標 1 に記載の通り、大気法に UB 市において低硫黄燃料の使用が追記され、法が整備された。国営公共バスの一部において Euro 5 燃料の使用が遵守された。プロジェクト期間中に DAAEP が実施した 240 カ所の排ガス測定結果から 172 カ所が DUST 濃度の排出基準を満たしており、達成率は 71.7%である。</p> <p>現状として、モンゴル国に製油所を建設中で自</p>

<p>定方法 )の対象施設においてDUST 濃度の排出基準の達成率が70%となる)。</p>	<p>動車用燃料をロシアと中国から全て輸入に頼っている。Euro 2 基準燃料が Euro 5 基準燃料より安価であることから依然として販売されている。そのため、UB 市民や事業者に対する Euro 5 基準の燃料の使用が推進されるような広報や、通常燃料との価格差なくす方策、将来的には Euro 5 基準の燃料だけが販売される政策が求められる。そのため、プロジェクト目標指標 3 は一部達成とする。</p>
--	--

### 3. PDM の変遷

PDM は Ver.0.0 から Ver.1.9 まで 10 回更新された。主要な変更を以下に示す。また、PDM を別添資料 3 に示す。

- プロジェクトの詳細計画策定調査が 2017 年 9 月に実施されたが、1 年以上経過した 2018 年 11 月にプロジェクトが開始されたため、2018 年 11 月の第 1 回 JCC でプロジェクト活動が現状のモンゴル側の機関の業務内容に一致するよう PDM が改訂 (Ver.1.0) された。主な変更事項は、活動対象機関の見直しである。
- 2019 年 12 月の第 3 回 JCC でプロジェクト開始時に未設定であった成果指標を設定した。モンゴル側から DAAEP と国家道路交通センター (NRTC) に車載計を用いた自動車排出ガス測定を指導してほしいと要請があり、人材の確保を条件に“活動 1-3-3 JET は DAAP に加えて NRTC に対して車載計を用いた排出ガス測定の教育を実施し、DAAP と NRTC が車載計を用いた排出ガス測定を行う。”を追加した。
- 2021 年 2 月の第 4 回 JCC で COVID-19 の影響によりモンゴルに渡航できない状況が続いており、当初の計画より大幅にプロジェクト活動の遅延が生じているため、プロジェクト期間を 2018 年 11 月～2023 年 4 月の 4 年半から 2018 年 11 月～2024 年 7 月の 5 年 9 ヶ月に変更した。また、PDM の外部要因に“外部条件 2. COVID-19 のパンデミック状況が改善され、JICA は 2021 年 4 月からプロジェクト終了まで JET をモンゴルに派遣することができるようになる。”を追加した。
- DAAP は JICA に対し、韓国ソウル市が供与した Dambadarjaa 大気測定局の測定データを大気環境モニタリングネットワークに転送する支援を要請し、日本側は検討した結果、2021 年 6 月の第 5 回 JCC で“活動 1-4-10 DAAP が JICA 専門家支援のもと Dambadarjaa 大気測定局のモニタリングデータを AQMS の情報システムに転送できるようにする。”を追加した。
- 2021 年 12 月の第 5 回 JCC でプロジェクト開始時に未設定であったプロジェクト目標の指標を設定した。ウランバートル市公共交通局は、日本側に DPF の移設に関してプロジェクトで技術的な支援を要請し、日本側は検討した結果、2021 年 12 月の第 6 回 JCC で“活動 1-3-4

市公共交通サービス局は日本人専門家の支援の下、JICA モンゴル国ディーゼル路線バスの DPF による黒煙低減計画に関する普及・実証事業で大型バス 24 台に設置した DPF を他のバスに移設する。”を追加した。

- 2023 年 6 月の第 9 回 JCC で 2022 年 12 月 30 日付市長令 No. A/1649 「市監査庁廃止に係る一部措置について」で監査庁が廃止され、DAAEP に監査課が新たに設置された。注釈として“DAAEP の監査課及び測定・運用課は簡易測定を実施しないことから活動 1-1-4 は 2022 年 12 月 30 日までの活動で終了とする。”を追加した。
- 2024 年 5 月の第 11 回 JCC で未設定であったプロジェクト上位目標の指標を設定した。

#### 4. その他

##### 4-1 環境社会配慮の結果

該当なし

##### 4-2 ジェンダー、平和構築及び貧困削減、障害者等への配慮、感染症対策、社会システムや規範、人々の幸福、人権、ジェンダー平等の結果

該当なし

### III. 合同評価結果

#### 1. DAC 評価項目に基づく評価結果

##### 1.1 妥当性

###### (1). モンゴル国政府の政策

- プロジェクトはモンゴルの憲法等と整合している。モンゴル国憲法第 17 条には「環境保護は国民すべてが遵守すべき義務である」旨、そして第 38 条では、政府は「環境保護対策を実施する権力を行使する」と明記されており、一致していた。
- 2017 年 3 月 20 日付モンゴル国閣議で No.98「大気・環境汚染削減国家プログラム」が承認された。同プログラムの期間は 2017 年~2025 年であり、プロジェクトの実施機関(2018 年~2024 年)と重なっていた。また、国家プログラムの 5 つの目標の内、4 つの項目は①汚染物質の排出量削減、②交通機関からの排出量の削減、③環境汚染削減の行政管理、④環境モニタリング能力の強化等であり、プロジェクトと大変整合した内容になっていた。プロジェクトで実施したパイロット事業は国家プログラムの実施する対策計画と一致していた。
- 2018 年 UB 市大気汚染削減マスタープランで 2018 年から 2025 年にかけて大気汚染対策として「活動方針 1: 人間の健康、自然環境にマイナス影響を及ぼしている、基準を満たしていない自動車の走行を段階的に禁止する。活動方針 2: EURO5 基準適合で品質要求事項を満たした燃料の輸入、利用の支援、基準要求を満たしていない燃料の輸入、利用の段階的な禁止、燃料の品質管理制度の強化」を掲げている。プロジェクトの低硫黄燃料の導入のパイロット事業と一致していた。

###### (2). ターゲットグループのニーズ

- 首都ウランバートル市では、低質炭の利用により多量の煤煙が排出され大気汚染が発生している。大気汚染源は 3 つの火力発電所、約 200 の地区暖房ボイラ施設(HOB)、1,000 か所ともいわれる事業用小型ボイラその他、20 万世帯のゲル地区居住者のゲルストーブ等であり、特に暖房需要の高まる冬季には大気汚染が深刻である。加えて、道路粉じんの飛散、自動車排出ガスなどの大気汚染の悪化も懸念されている。そのため、当分野に対する支援のニーズは高く、同分野の協力を実施した。
- UB 市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ 1 及びフェーズ 2 に亘る協力の結果、大気環境モニタリングの改善、大気拡散シミュレーションモデルの開発、大気汚染源の特定等、大気環境汚染対策庁を始めとする C/P-WG メンバーの能力強化が促進された。しかし未だ PM<sub>2.5</sub>と PM<sub>10</sub>成分分析と発生源寄与解析や大気汚染対策の実施能力等の課題が残されており、モンゴル側の当分野に対する支援のニーズは高く、該当分野の協力を実施した。

##### 1.2 整合性

###### (1). 日本の ODA との整合性

- プロジェクトは日本政府が策定した 2017 年「対モンゴル国 事業展開計画」の重点分野の 1 つである「環境と調和した均衡ある経済成長の実現」と整合し、環境に優しい安全な都市の実現を支援している。
- 2007 年から「日本・モンゴル環境政策対話」が実施され、大気汚染削減への取り組みを含む協議が行われており、プロジェクトと整合性があった。
- JICA の支援戦略「国別分析ペーパー モンゴル 2023」にて UB 市の大気汚染は近年改善傾向にあるものの、依然として深刻な状況であることから、政府機関のモニタリング能力向上と冬季に使用する暖房用改良燃料の導入に向け協力を継続する考え方を示しており、プロジェクトと整合していた。

## (2). JICA の他の事業との連携

- JICA では「ディーゼル路線バスの DPF による黒煙低減計画に関する普及・実証事業」を 2017 年 11 月～2019 年 9 月に実施した。普及実証事業では、24 台の路線バスに DPF を設置し、バス運行会社の負担を減らす技術、法制度・優遇策、ビジネススキーム等を検討することにより、モンゴルにおける DPF の普及を図った。24 台に設置した DPF は、設置したバスの車齢が 12 年以上のため廃車されることになり、市公共交通局は日本人専門家の支援の下、プロジェクトにおいて 2 台のバスに DPF を移設した。
- 2019 年度の課題別研修「大気環境管理に向けたキャパシティビルディング」(2019 年 8 月 21 日～9 月 18 日)では、IRIMHE から 2 名が参加し、アクションプランを作成した。プロジェクトの運営指導を担当している山田専門員がアクションプラン作成を指導し、プロジェクトとの相乗効果を図った。
- 2020 年度の課題別研修「大気環境管理に向けたキャパシティビルディング」は、2021 年 1 月 25 日から 2 月 5 日はオンライン研修に DAAEP の Ms. Tsatsral が参加した。2021 年 10 月 4 日～26 日は本邦研修を実施する予定であったが、COVID-19 の影響で 2021 年 10 月の本邦研修が中止された。また、2021 年度の課題別研修「大気環境管理に向けたキャパシティビルディング」は、2021 年 12 月と 2022 年 1 月にオンライン研修が行われ、Mr. Davaajargal が参加している。

## (3). 日本の他業務との連携

- 2014 年度から 2018 年度にかけて実施された日本環境省のコベネフィット型環境汚染対策調査支援委託業務では、プロジェクトのフェーズ 1 及びフェーズ 2 で供与した固定発生源排ガス測定用機材を用いて、コベネフィット効果の評価手法の検討、定量化検証及び HOB 運転員の運転・保守管理技術の能力強化が行われた。また、同案件との連携の一環で DAAEP が 2019 年 2 月 28 日に第 65 番学校のボイラの排ガス測定を実施するなど、相乗効果が得られた。

### 1.3 有効性

#### (1). プロジェクト目標達成度

有効性の評価は、第一にプロジェクト目標の指標の達成状況に基づいている。プロジェクト目標は「実効性のある汚染対策の実施」と「DAAEP と国レベル、市レベルの関連機関との連携強調体制」に重点を置いて、UB 市におけるモンゴル側の大気汚染対策能力が強化される。」であり、3つの指標がある。

指標 1 パイロット事業の少なくとも 1 件が本格実施に採用される。

指標 2 パイロット事業の教訓が意思決定機関の決定(1 件以上)に活かされる。

指標 3 UB 市における大気汚染対策に関連する法令、条例、燃料基準、排出基準が遵守される。

上述の「2. プロジェクトの達成度」で説明した通り、指標 1 は達成、指標 2 及び指標 3 は一部達成と評価した。活動の結果が効果発現につながり、プロジェクト目標を概ね達成した。

#### (2). 貢献要因

- プロジェクトは C/P-WG を設立し、大気環境管轄の関係機関だけでなく、UB 市交通管制センター、道路・運輸開発省を始めとする道路交通管轄やエネルギー管轄の部門を関係機関に含め、UB 市や省庁を巻き込んだ横断的な取り組みを推進した結果、プロジェクト活動を円滑に進めることができた。また、C/P-WG のネットワークを利用し、UB 市及び国レベルの関係機関に毎回プロGRESSレポートを配布し、プロジェクトの進捗状況だけではなく、大気汚染対策の技術的な知識を共有し、関係者に意見交換をする機会を提供してきた。このため、C/P-WG ネットワークは大気汚染対策の統合された政策策定や対策実施に貢献している。
- 半年に 1 回の JCC を通じて、モンゴル側(C/P-WG 機関)と日本側がそれぞれの要望を出して意見交換できる場を形成した。モンゴル側からの要望は彼ら自身で解決できない問題が多く、プロジェクト活動を柔軟に変更・追加することで対応した。その結果、C/P-WG との良好な関係が構築でき、活動を円滑に進めることができた。

### 1.4 効率性

#### (1). 成果達成度

上述の「2. プロジェクトの達成度」で説明した通り、成果 3(指標 3-1)及び成果 6(指標 6-2)以外の成果は達成した。

#### (2). 投入

詳細は上述の II 1.1 及び 1.2 に記載。

<日本側>

専門家の投入:22 名

機材供与リスト:別添資料 1-2

日本での研修:20 名

#### <モンゴル側>

17 の関連組織から 65 名の C/P が参加  
執務室や機材の保管等

#### (3). プロジェクト期間

当初計画:2018 年 11 月~2023 年 4 月

実績:2018 年 11 月~2024 年 7 月

COVID-19 の影響により 2020 年 3 月から 1 年以上渡航ができない状況が続きモンゴルでの活動が実施できず、活動に遅延が生じていたため、2021 年 6 月に RD を変更し、プロジェクト期間を延長した。

#### (4). プロジェクト目標達成のための外部条件(阻害要因)

「国家環境汚染削減委員会、専門機関(DAAEP、NAMEM)等の大気環境管理のための法的や政治的な枠組みが維持される。」及び「COVID-19 の影響が改善され、JICA は 2021 年 4 月からプロジェクト終了まで JICA 専門家をモンゴルに派遣することができるようになる。」

- モンゴル政府組織の再編成により 2022 年 12 月に市監査庁、2023 年 12 月に国家環境汚染削減委員会が廃止され、プロジェクト目標や成果の達成に大きく影響した。特に成果 6 は国家環境汚染削減委員会事務局との協力を前提にしていたが、組織存続が不明になり、プロジェクト期間中に実施体制が決まらず、当初想定していた活動が実施できなかった。
- COVID-19 の影響が長くつづいたため、2021 年 4 月から渡航が再開できず、2021 年 10 月からの順次渡航となった。パイロット事業から本格事業への支援活動やモンゴル側の意思決定者への提言が同様に遅延したが、プロジェクト期間を延長して対応した。

### 1.5 インパクト

#### (1). 上位目標の達成予測

「IV. 1. 上位目標の達成の見通し」参照。

#### (2). 因果関係

- プロジェクト目標が達成され、プロジェクトの成果が持続されれば、上位目標「UB 市の大気環境改善に向け、主要発生源における汚染物質の排出削減が促進される。」が達成できると考えられる。

#### (3). 波及効果

プロジェクトから以下のような波及効果が発現していることが確認された。

- プロジェクト開始前は、科学的根拠に基づいた原因説明・判断ができなかったが、プロジェク

トの成果がモンゴル側の意思決定に活用された事例も見られた。具体的には、プロジェクトにおいてシミュレーションモデルと成分分析結果の科学的知見に基づき、石炭使用時より大気中の SO<sub>2</sub> が高くなったことについて、改良燃料の導入に伴うゲルストーブからの SO<sub>2</sub> 排出が原因であることを解明した。JET は JCC で原因を説明するとともに、エネルギー省や TTT 社に対して大気中の SO<sub>2</sub> を下げるためには脱硫剤を添加すべきであると提案した。当初自動車由来の SO<sub>2</sub> と言われていたが、現在 TTT 社は改良燃料に脱硫剤を添加して製造している。

- HOB や火力発電所及び家庭用ストーブの排ガス測定を実施できるのは DAAEP だけであり、DAAEP の固定発生源排ガス測定はモンゴル国内でも認知され、地方からの依頼により UB 市以外にも、セレンゲ県、ドゥンドゴビ県、エルデネト市とダルハン市のボイラの排ガス測定を実施した。更に DAAEP の燃料燃焼試験室ではエネルギー省や国家環境汚染削減委員会及び Tavan Tolgoi Tulsh LLC (TTT 社) 等からの依頼で 2023 年は 66 件の改良燃料や着火剤の燃焼試験を実施した。
- モンゴルで 2016 年度から 2018 年度までの 3 年間実施された、CAA による IBAQ Programme (Integrated Programme for Better Air Quality in Asia) でフェーズ 1 及び 2 での活動による計算手法を用いた排出インベントリマニュアルが作成された。NAMEM は、この排出インベントリマニュアルをモンゴルでの正式なマニュアルとして書籍として発行し、UB 市以外の県での HOB などの発生源からの排出量を計算している。
- NAMEM はプロジェクトで習得した知識・経験について地方の NAMEM 職員に対する研修が必要と考へており、JICA 研修同窓生 (JICA Alumni) での活動として、地方の行政官 (各県に NAMEM とラボがある) に大気汚染対策の研修を行う活動を 2024 年 9 月に予定しており、プロジェクトの資料を参考に研修資料を作成している。

## 1.6 持続性

### (1). 政策・制度

- モンゴル政府は 2017 年に 2020 - 2025 までの国家プログラムで大気汚染対策の政策策定を促進している。大気環境汚染源を低減し、熱供給施設と火力発電所を除くその他の需要において生炭の使用を制限することで大気・環境汚染を 80% に低減する事を目標にしている。大気汚染対策のために人々の関心が高まっているので、大気汚染対策に関する政策や制度は持続すると見込まれる。

### (2). 実施機関の組織・体制

- 実施機関の組織・体制の持続性はモンゴル政府の政策に大きく左右される。  
上述の「1.4 効率性」に記載の通り、重要な機関が廃止となり、C/P が不在になるという外部要因により、当初想定していた一部の活動ができなかった。組織・体制の脆弱性は依然として課題が残る。

**(3). 技術的側面:**

- 研修を受けた大部分の C/P は、知識や技術が十分に備わっており、大気環境モニタリング機材の操作や維持管理などの活動は C/P 自身で実施されている。プロジェクト期間に作成されたマニュアルやガイドラインを利用して、継続的に技術移転が行われることが期待される。

**(4). 財政的側面**

- DAAEP はプロジェクト活動を維持するための予算配分に努めている。フェーズ 2 において DAAEP は予算をほとんど確保していなかったが、現在は大幅に毎年予算が確保され、固定発生源の排ガス測定や AQMS の消耗品の購入、機材の修理、機材の更新などの維持管理が実施されている。継続的な予算の確保が期待される。

**2. 実施と成果に影響する主な要因**

COVID-19 のパンデミックはプロジェクト実施に影響を与えた主な要因である。これは粉砕機の機材調達とパイロット事業等のいくつかの活動の遅延の原因となった。さらにその影響でパイロット事業から本格事業への支援活動やモンゴル側の意思決定者への提言が同様に遅延した。

上述の「1.4 効率性」に記載の通り、2 つの重要な外部要因により、プロジェクトスケジュールを修正して対応する必要があった。

**3. プロジェクトリスク管理の結果に関する評価**

リスクマネジメントは、以下に記載の通り適切に実施された。

- COVID-19 の影響に対応するため、メール、ビデオ会議などの利用を開始し、インベントリ・シミュレーションや Dambadarjaa 大気測定局の測定データをモニタリングネットワークへ接続する等の活動を遠隔で行った。
- COVID-19 の影響によるプロジェクト活動の遅延を最小限に抑えるため、JET は、モンゴルでの JET の不在期間がないよう渡航し、DAAEP と定例会議を開催する等でモンゴル側との意思疎通を図った。

**4. 教訓**

プロジェクトは、実効性のある大気汚染対策を実施するため C/P-WG を設立し、大気環境管轄の関係機関だけでなく、UB 市交通管制センター、道路・運輸開発省を始めとする道路交通管轄やエネルギー管轄の部門を関係機関に含めることにより UB 市や省庁を巻き込んだ横断的な取り組みを推進した結果、プロジェクト活動を円滑に進めることができた。また、C/P-WG のネットワークを利用し、UB 市及び国レベルの関係機関に毎回プログレスレポートを配布し、プロジェクトの進捗状況だけではなく、大気汚染対策の技術的な知識を共有し、関係者に意見交換をする機会を提供してきた。このため、C/P-WG のネットワークは大気汚染対策の統合された政策策定や対

策実施に貢献している。

半年に1回のJCCを通じて、モンゴル側(C/P-WG 機関)と日本側がそれぞれの要望を出して意見交換できる場を形成した。モンゴル側からの要望は彼ら自身で解決できない問題が多く、JETは大気汚染対策につながる課題に対し、プロジェクト活動を柔軟に変更・追加する等の対応を行った。その結果、C/P-WG との良好な関係が構築でき、活動を円滑に進めることができた。

また、プロジェクトは国家環境汚染削減委員会や UB 市副市長等の上位意思決定機関・決定者を巻きこんできた。例えば、国家環境汚染削減委員会事務局が検討していた一部の対策について、科学的根拠に基づいてプロジェクトで評価した結果、効果がないことが判明し、導入が見送られた事例もある。しかしながら、2023年12月に国家環境汚染削減委員会が廃止され、またUB市副市長がプロジェクト期間中に6回交代する等、モンゴル側の組織・体制の脆弱性は依然として課題が残る。

## 5. パフォーマンス

運営指導調査がプロジェクト開始時、開始から一年後、プロジェクト終了7か月前に実施された。運営指導調査団はゲルストーブの一酸化炭素問題の対応として改良燃料のパイロット事業の実施場所を変更する等の適切な判断をした。また、モンゴル側、日本側の双方がプロジェクトの現状の進捗・課題を再認識できるような貢献をした。これにより成果達成に向けてプロジェクトが円滑に進んだ。

## 6. 付加価値

モンゴル側が科学的根拠に基づいた原因説明・判断ができるように能力強化に努めた。2019年の石炭から改良燃料へ家庭用燃料を転換後、大気環境中のPM濃度が低減し、SO<sub>2</sub>濃度が高くなったのが大気環境測定局で確認されていた。その原因説明・判断ができていなかったが、プロジェクトでシミュレーションモデル及びPM成分分析結果の科学的知見に基づき、これらが石炭を禁止し改良燃料へ転換したことが原因であることが、確認できた。その結果、製造会社は、低硫黄石炭への転換や効果的な脱硫剤の添加量を検討するようになった。

## IV. プロジェクト完了後の上位目標の達成のために

### 1. 上位目標の達成の見通し

表-8

プロジェクトの 上位目標	UB市の大気環境改善に向け、主要発生源における汚染物質の排出削減が促進される。
指標 1	家庭用小型ストーブ及び自動車からの汚染物質の排出量が、BAU ケースと比べてPM <sub>10</sub> が43%、SO <sub>x</sub> が65%削減される。
指標 2	プロジェクトの成果が次期「大気・環境汚染削減国家プログラム」等の政策・戦略及び関連する法令・規則に反映される。

本プロジェクトはUB市の大気汚染物質排出削減対策の強化に貢献することが期待されている。モンゴル側で実施中の大気汚染削減対策の他、プロジェクトの成果を活用して対策をすれば、更なる汚染物質の排出削減効果が期待できる。上位目標の指標 1 は、パイロット事業で実施したBCBの導入、低硫黄燃料と低排出ガス車(公共バス)の普及、RSDの運用を本格事業として優先的に実施すれば達成する見込みである。

上位目標の指標 2 は、例えばパイロット事業が次期「大気・環境汚染削減国家プログラム」に採用され本格実施される、改良燃料の排ガス測定方法の規格化がなされるなど、プロジェクト終了後も継続して大気汚染対策の取組が進展すれば、達成される見込み。

### 2. 上位目標の達成に向けた課題

モンゴル側が3つのパイロット事業を本格事業として実施するにあたり、予算措置と法整備の課題を表9に整理した。大気汚染対策には予算がかかることからモンゴル側での予算措置が特に必要である。

表-9 予算措置と法整備等

事業名	必要な予算措置	必要な法整備等
BCB	<ul style="list-style-type: none"> <li>・UB市に供給可能なBCB製造費の確保(製造費の増加分担保)</li> <li>・BCB向け製造ライン改修に必要な予算の確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・石炭とバイオマスの各々の品質規格はあるのでバイオマスと石炭の改良燃料を混合した場合の品質規格の制定</li> <li>・改良燃料の排出基準の制定</li> </ul>
低硫黄燃料と低排出ガス車(公共バス)の普及	<ul style="list-style-type: none"> <li>・EURO VあるいはVIバスへの完全移行に必要な調達費用の確保</li> <li>・EURO VあるいはVIバス用EURO 5燃料の予算確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低排出ガス車の普及に必要な法整備</li> </ul>
RSDの運用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・RSD調達予算の確保(約20万ユーロ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・RSD導入に伴う法制度の整備</li> </ul>

### 3. 上位目標達成のためのモンゴル側の必要な実施体制と今後求められる実施計画

3つの対策は複数年に亘り UB市と国の機関が連携して実施する必要がある。次期国家プログラムにこれら3つの対策が入ることにより、計画的に事業実施する事が期待できる。

#### 3-1 BCB

UB市による製造体制の構築及びDAAEPによる輸送・販売体制の継続が必須である。

バイオマスを保管する倉庫やバイオマスを乾燥・粉砕する施設の新設及び既存の製造ラインをBCB用製造ラインに改修等、製造体制を構築する事が求められる。

バイオマスが調達可能な事が判明したが、バイオマスを継続的・安定的に調達できるための調達先の確保と輸送体制を構築する事が求められる。

改良燃料の製造には高価な中国製のバインダーを使用している。モンゴル国内でバインダーの原料となるジャガイモは大量に生産されている事からモンゴル国内の製造業の発展のためにも国内製造業者を支援し、国内生産のバインダーを利用する事が望ましい。

安定的な調達とその輸送体制の構築は、バイオマスをを用いた改良燃料の製造コストを低減させる効果も期待できる。

#### 3-2 低硫黄燃料と低排出ガス車の普及

EURO5燃料は、輸入量は増加傾向であるが、依然として安定した需要が見込めないため、一定の輸入量の確保に留まっていることが課題である。鉱業・重工業省が、本プロジェクトで活動支援してきたEURO5燃料の調達輸入量の増加に向けた消費者への啓蒙活動を継続し、安定的な輸入のための輸入国の分散や国内に建設中の製油所の稼働等を並行して進める体制が望ましい。

モンゴルの国内に登録(保有)される自動車の割合は、そのほとんどが輸入中古車である。また、新車販売に関しても自動車の排出ガスの法整備ができていない。そのため、道路・運輸開発省が低排出ガス車の普及に必要な新車や中古車についての基準や法整備を推進する事が望ましい。

#### 3-3 Remote Sensing Device(RSD)を用いた自動車路上検査

RSDの導入より、現状の路上検査に比べ検査員の大幅な負担無く大量に検査を実施することが可能となる。そのため、RSDとオパシーメータを用いた路上検査による高排出車取締規制の法制度の確立と道路・運輸開発省によるこれらの路上検査体制構築が望ましい。

### 4. 日本側からの提案

#### 4-1 家庭用改良燃料及び家庭用ストーブ

家庭用改良燃料の選定について、以下の手順を経た上で燃料の選定を行う事を提案する。

DAAEPの燃料燃焼試験室で同じ燃料に対して少なくとも3回以上燃焼試験を実施して代表性のあるデータに基づき、PMとSO<sub>2</sub>の排出係数が低い原料や、添加剤や着火性や燃焼性の悪さ

などの欠点が少ない燃料を選定する。

家庭用ストーブは、CO 中毒の恐れのある MNS5216:2016 の基準を満たしていない旧型ストーブの販売及び使用を禁止にする。

#### 4-2 シミュレーション

プロジェクト期間中にJETがシミュレーションを実施したことは、一時的なものであり、プロジェクト終了後は、2023年4月に締結した「排出インベントリ、シミュレーション作成、対策評価の役割分担に関する共同実施契約」に基づき、NAMEMを中心にIRIMHEやNUMがシミュレーションによる大気汚染構造の把握及び大気汚染対策の効果を定量的に評価できるようになることが必要である。あるいは、シミュレーションの実行及びその結果の解析については日本人専門家との協力スキームを構築することも想定される。

#### 5. プロジェクト完了後から事後評価までのモニタリング計画

プロジェクト終了後、3年後を目途に、事後評価が行われる予定。事後評価においては、プロジェクト目標・成果の継続・活動状況を検証し、上位目標の達成度を確認する。

プロジェクト終了後も、JICAとモンゴル側関係機関は緊密に連携し、パイロット事業の本格導入の状況や、次期「大気・環境汚染削減国家プログラム」等の政策・戦略及び関連する法令・規則の進捗状況について、確認していくことが望ましい。

##### 別添資料 1:プロジェクトの結果

1. 専門家リスト
2. 供与機材リスト
3. C/P リスト
4. PO

別添資料 2: プロジェクトで作成物(報告書、マニュアル、ハンドブックなど)のリスト

別添資料 3: PDM

別添資料 4: R/D, M/M, Minutes of JCC

別添資料 5: モニタリングシート

## 別添資料 1: プロジェクトの結果

### 1. 専門家リスト

	専門家氏名	担当業務
1	田畑 亨	総括／大気汚染対策計画・政策
2	澤木 夏二	副総括／大気汚染行政 1／固定発生源排ガス測定 2／大気環境モニタリング
3	恵土 英	チーフサブグループリーダー／PM10 及び PM2.5 発生源寄与解析／大気環境データ解析
4	遠藤 一	クリーンコール技術／改良燃料パイロット事業 1
5	大高 康雄	改良燃料パイロット事業 2 (前任)
6	山下 栄二	改良燃料パイロット事業 2 (後任)
7	小柳 伸洋	改良燃料製造
8	仲田 伸也	大気拡散シミュレーションモデル／大気汚染対策評価／発生源インベントリ
9	臼井 忠良	固定発生源排ガス測定 1／PM10 及び PM2.5 サンプルング
10	前田 浩之	CEMS データ解析／大気環境モニタリングシステム
11	佐藤 厚	自動車対策グループリーダー／大気環境行政 2 (自動車対策)
12	田中 好巳	自動車対策 1 (信号中央制御 1) (前任)
13	吉田 利博	自動車対策 1 (信号中央制御 1) (後任)
14	野田 素良	自動車対策 1 (信号中央制御 2)
15	岩城 勇正	自動車対策 1 (信号端末制御 1) (前任)
16	宮田 晋	自動車対策 1 (信号端末制御 1) (後任)
17	松村 哲	自動車対策 1 (信号端末制御 2)
18	岡部 順	自動車対策 2 (RSD) ／移動発生源排出ガス測定
19	田中 真一	固定発生源対策
20	福地 翔	啓発活動／広報／業務調整
21	岡部 順	本邦研修 1
22	恵土 英	本邦研修 2
合計		

## 2. 供与機材リスト

	機材名	型式	数量	単位	供与先	引渡日
1	加熱器付排ガス吸引管	B60-HP	2	Set	DAAEP	2019-10-4
2	TESTO340 排ガス測定装置のセンサー	Test	2	Set	市監査庁	2020-02-14
3	PM2.5 / PM10 dual samplers	Murata MCAS-SJ-M4	2	Set	CLEM	2021-10
4	蛍光 X 線硫黄分析計	Horiba SFLA-60	1	Set	鉱物資源 石油庁	2021-11-11
5	PC	Dell Inspiron 5402	2	Set	DAAEP	2021-11-12
6	PC	Dell Inspiron 5402	1	Set	NAMEM	2021-11-16
7	オパシメーター	Horiba Mexa-600s	1	Set	道路運輸 開発省	2022-5-23
8	粉碎機	Nara Machinery, M-5A	1	Set	エネルギー 省	2022-6
9	TESTO340 排ガス測定装置のセンサー	Test	1	Set	市監査庁	2022-11-14
10	Drive recorder	Datatec SR Connect	20	Set	道路運輸 開発省	2023-8
11	Eco-drive analysis software	Datatec PK4006A1FL_W10	5	Set	道路運輸 開発省	2023-8

## 3. C/P リスト

	DAAEP	NAMEM/CLEM/IRIMHE/NRTC 等
プロジェクトディレクター	1. Ms. B.Tsatsral ~2019年9月 2. Mr. Kh.Galymbek 2019年9月~2020年1月 3. Ms. Ts.Tsolomon 2020年3月~2021年1月 4. Ms. B.Purevsuren 2021年1月~2022年2月 5. Mr. G.Davaajargal 2022年2月 6. Mr. Ts.Ganbold 2022年2月~2023年7月 7. Mr.B.Batshagai 2023年7月~	
プロジェクトマネージャー	1. Mr. Kh.Galymbek ~2020年1月 2. Mr. G.Davaajargal 2020年1月~	

固定発生源排ガス測定	1. Mr. Otogonbayar ~2019年2月 2. Mr. Kh. Gerelchuluun ~2019年12月 3. Mr. U.Jargalbaatar 2018年11月~ 4. Mr. Bargil 2019年6月~2020年7月 5. Mr. S.Altansukh 2020年3月~ 6. Mr. B.Adiyaochir 2020年9月~ 7. Mr. Enkhamgalan 2021年3月~2022年6月 8. Mr. B.Ganzorig 2022年10月~2023年7月 9. Mr. E.Temuujin 2022年10月~	
大気環境測定局	1. Mr. Otgonbayar ~2019年1月 2. Ms. D.Sanchirbayar 2019年2月~2020年4月 3. Mr. Nergui 2020年5月~2021年8月 4. Mr. B.Adiyaochir 2021年9月~	
移動発生源の測定	1.Mr. O.Altangerel ~2021年12月 2.Ms. Byambatsetseg 2021年10月~2023年1月 3. Ms. D.Sanchirbayar 2023年2月~	鉱業重工業省 1.Mr. D. Davaabayar ~2022年3月 2.Ms. Mongolmaa 2022年4月~ 道路交通開発省 1.Mr. P.Munkhbat ~2021年9月 2.Mr. Khavi 2021年10月~ 交通管制センター 1.Mr. B.Zolzaya ~2021年12月 2.Mr. Namuu 2022年1月~ 市公共交通局 1.Mr. Nyamdorj ~2022年3月 2.Tsetsegmaa Ms. 2022年4月~2023年12月 3. Mr. Ulzii 2024年1月~
PM サンプルング		CLEM 1. Mr. B. Barkhasragchaa

		2018年11月～ 2. Mr. D. Tumendelger 2018年11月～ 3. Ms. Batkhshig 2018年11月～ 4. Ms. Suvd 2018年11月～
排出インベントリ	1. Ms. L. Narmandakh ~2019年5月 2. Ms. Altanzul 2019年9月~2021年1月 3. Ms. Oyungerel 2020年6月~2022年3月 4. Ms. Bat-Oyun 2021年3月～ 5. Ms. Byambatsetseg 2021年3月~2023年1月 6. Mr. B. Adiyaochir 2022年4月～	NAMEM 1. Sh. Nyamdavaa ~2022年9月 2. Mr. Bayarmagnai 2021年3月~2022年2月 3. Ms. E. Amarzaya 2021年9月~2022年3月 IRIMHE 1. Mr. E. Davaanyam 2021年3月~2022年3月
大気拡散シミュレーション	1. Ms. L. Narmandakh ~2019年5月 2. Ms. Altanzul 2019年9月~2021年1月 3. Ms. Oyungerel 2020年6月~2022年3月	NAMEM 1. Ms. Sh. Nyamdavaa ~2022年9月 2. Mr. Bayarmagnai 2021年3月~2022年2月 3. Ms. E. Amarzaya 2022年3月～ 4. Mr. Gansukh 2022年3月~2022年9月 IRIMHE 1. Mr. E. Davaanyam 2021年7月～ 2. Mr. G. Batjargal 2021年7月～
PM 発生源寄与解析		CLEM 1. Mr. B. Barkhasragchaa 2018年11月～ 2. Mr. D. Tumendelger 2018年11月～ 3. Ms. E. Oyuntuya 2018年11月～ NAMEM 1. Ms. S. Enkhmaa 2018年11月～ 2. Ms. E. Amarzaya 2021年9月～
大気汚染対策	1. Mr. Kh.Galymbek ~2020年1月 2. Mr. G.Davaajargal 2020年1月～	MET 1. Ms. A.Tseepel ~2019年4月 2. Mr. T. Mjnkhat 2019年11月~2023年6月

		3. Ms. Bolorjargal 2023年12月~
組織間調整	1. Mr. Kh.Galymbek ~2020年1月 2. Mr. G.Davaajargal 2020年1月~	

#### 4. PO

次のページに PO を示す。





