

モンゴル国

ウランバートル市大気質庁（AQDCC）

モンゴル国
ウランバートル市
大気汚染対策能力強化プロジェクト

プロジェクト事業完了報告書
別添資料 2

2013年3月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 数理計画

目次

別添資料 2.1-10	移動発生源インベントリ研修の配布資料 (2012.11.20).....	2-1
別添資料 2.1-11	その他の面的発生源インベントリ研修の配布資料 (2012.11.20).....	2-13
別添資料 2.1-12	セクターレポート（移動発生源からの大気汚染物質排出インベントリ）.....	2-21
別添資料 2.1-13	発生源インベントリ作成結果.....	2-105
別添資料 2.1-14	対象年別シミュレーション結果.....	2-185
別添資料 2.1-15	HOB のシミュレーション結果.....	2-195
別添資料 2.2-1	排ガス研修資料.....	2-201
別添資料 2.2-2	測定孔を設置した HOB のリスト.....	2-229
別添資料 2.2-3	排ガス測定用フランジ作製業務委託仕様書、測定孔仕様・フランジ図面及び排ガス 測定用フランジ設置業務委託仕様書.....	2-237
別添資料 2.2-4	排ガス測定結果一覧.....	2-245
別添資料 2.2-5	排ガス測定技術マニュアル.....	2-321
別添資料 2.3-1	ボイラ訪問調査票.....	2-415
別添資料 2.3-2	ホロー役場へ調査への協力を依頼したレター.....	2-423
別添資料 2.3-3	監査等受入同意書（市長令別紙 2）.....	2-427
別添資料 2.3-4	ボイラ登録管理制度の導入に関する規制（市長令別紙 4）.....	2-431
別添資料 2.3-5	統計調査の認可に関するプロジェクトからのレター.....	2-437
別添資料 2.3-6	国家統計委員会の承認レター.....	2-441
別添資料 2.3-7	ボイラ登録データベース技術マニュアル.....	2-455

別添資料 2.1-10 移動発生源インベントリ研修の配布資料 (2012.11.20)

インベントリ研修の案内

(11/20 AM 発電所灰埋立地)

(11/20 PM 自動車排気ガス)

2012/11/16 JICA プロジェクト専門家 前田

1	目的.....	1
2	研修プログラム.....	1
3	場所.....	1
4	研修対象者.....	1

1 目的

2010年3月～2011年2月を対象期間とした発生源インベントリとシミュレーションモデルを構築した。この研修では、移動発生源インベントリと発電所灰埋立地インベントリの更新が自力でできるようになることを目的として、発生源インベントリの研修を行う。

2 研修プログラム

11/20	9:30～10:30	発電所灰埋立地からの大気汚染物質の排出量計算の方法
	10:30～11:30	発電所灰埋立地からの大気汚染物質の排出量計算の演習
	11:30～12:00	質疑応答
	12:30～14:00	昼食等
	14:00～15:00	自動車排気ガスからの大気汚染物質の排出量計算の方法
	15:00～16:30	自動車排気ガスからの大気汚染物質の排出量計算の演習
	16:30～17:00	質疑応答

3 場所

NAMEM の地下1階研修室

4 研修対象者

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の発電所灰埋立地インベントリ担当カウンターパートおよび移動発生源インベントリ担当カウンターパートが研修対象者である。

ただし、カウンターパートワーキンググループのメンバー等、興味のある関係者の参加を歓迎する。

以上

移動発生源インベントリ計算方法

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

2012年11月20日

前田浩之 (maeda@sur.co.jp)



1

目次

1. >>>自動車排気ガスの大気汚染への影響
2. 自動車排気ガスの排出量
 1. 概要
 2. 主要道路
 1. 交通量
 2. 距離
 3. 排出係数
 4. 排出量
 3. その他道路
 4. 排出量と分布図
3. 大気汚染対策への活用



2

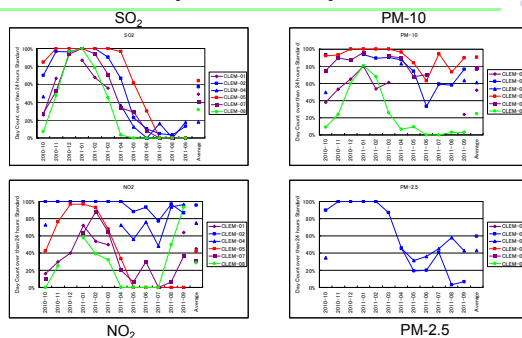
大気質への自動車の影響 ～大気質測定の実例～

- 道路沿いで環境基準(MNS4585)を超えていることが多いのは、PM-10とNO₂
 - 出典
 - CLEMの大気質測定データ
 - 2010/10～2011/09の測定値
 - 次のスライドの見方
 - 青色は、大通りに近い地点のデータ
 - 赤色は、ゲル地区のデータ

	基準超過地点 (事実)		基準超過に対する車の影響 (推測)
	冬	夏	
SO ₂	全て	ほぼ基準以下	小
PM-10	全て	全て (郊外を除く)	中
NO ₂	全て	大通り沿い	大
CO	ほぼ基準以下	ほぼ基準以下	ほとんど無し
O ₃	ほぼ基準以下	ほぼ基準以下	ほとんど無し

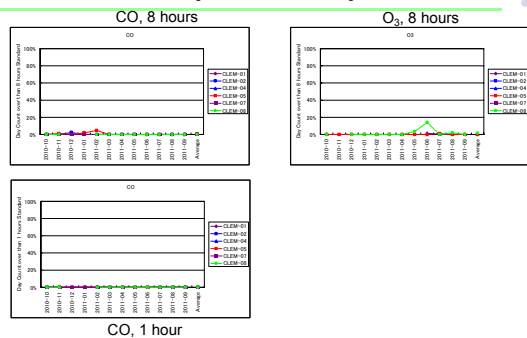
3

24時間基準(MNS4585)超過率



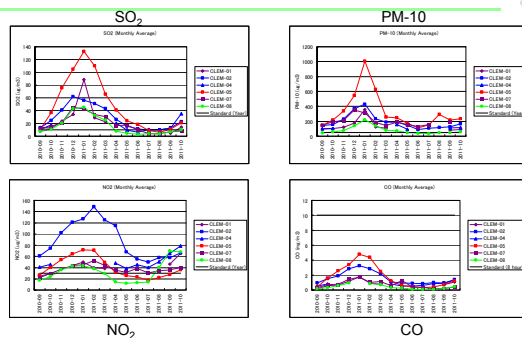
4

1~8時間基準(MNS4585)超過率



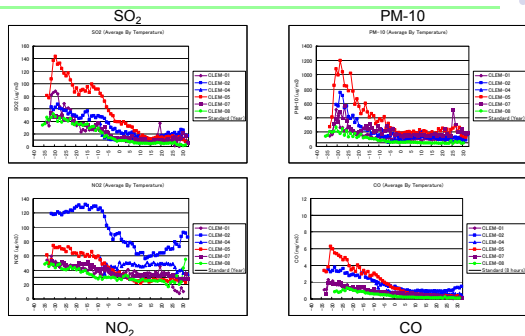
5

月別平均濃度



6

気温別平均濃度



7

目次

1. 自動車排気ガスの大気汚染への影響
2. 自動車排気ガスの排出量
 1. >>>概要
 2. 主要道路
 1. 交通量
 2. 距離
 3. 排出係数
 4. 排出量
 3. その他道路
 4. 排出量と分布図
3. 大気汚染対策への活用

8

概要(1) 計算方法

- 排出量に影響する要素
 1. 交通量(走った台数が多いほど、排出量が増える)
 2. 走行距離(走った距離が長いほど、排出量が増える)
 3. 1台が1kmを走行した時の排出量(排出係数という)
- 計算方法

1時間あたりの排出量(g/h)

$$= \text{交通量(台)} \times \text{走行距離(km)} \times \text{排出係数(g/台/km)}$$

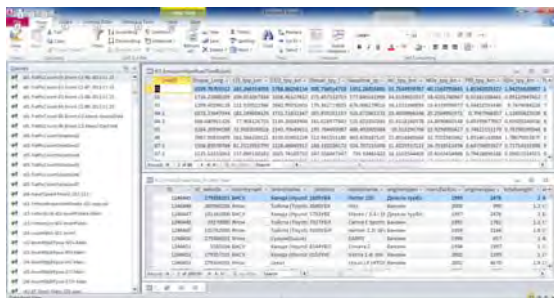
9

概要(2) システム作成(1)

- 考慮した条件
 - 大量のデータを扱う
 - 126,015台の自動車
 - 35地点の1時間毎の交通量
 - 簡単に変更できる
 - 対策に応じて計算方法を変更しなければならない
 - 計算結果を簡単に地図にできる
 - ArcGISというGISソフトウェアで扱えるデータ形式
- 結果
 - Microsoft Access形式でデータを保存する。
 - Microsoft AccessのQueryで計算する。

10

概要(3) システム(2)



●123個のTABEL
●140個のQUERY

11

目次

1. 自動車排気ガスの大気汚染への影響
2. 自動車排気ガスの排出量
 1. 概要
 2. 主要道路
 1. >>>交通量
 2. 距離
 3. 排出係数
 4. 排出量
 3. その他道路
 4. 排出量と分布図
3. 大気汚染対策への活用

12

交通量(1) 交通量モデル(2010)

- 1年間の毎時交通量
- 7車種別(小型乗用車、大型乗用車、トロリーバス、大型バス、小型トラック、大型トラック、その他)
- 冬と冬以外、平日と休日の4類型
- 2010年に実施した交通量調査のデータを使用
 - 2010年に実施
 - 主要道路35地点
 - 24時間(一部の地点は16時間)
 - 7車種別
 - 上下別、1時間毎に記録
 - 3日(秋の平日、秋の休日、冬の平日)
- 35地点の交通量調査結果を用いて、86区間の毎時交通量を推定(交通量データをそのまま使用した35地点を含む)

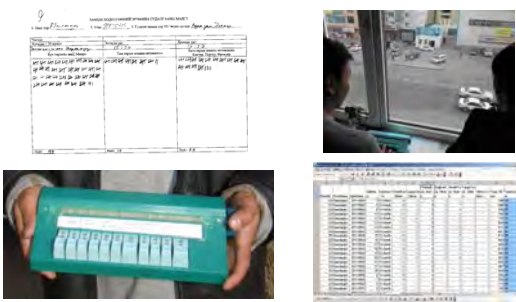
13

交通量(2) 交通量モデル(2011&2012)

- 1年間の毎時交通量
- 以下のデータを使用して推定
 - 2010年の毎時交通量モデル
 - VDSシステムが測定した毎時交通量(52地点、2010/10~2012/12)
 - 2011年に実施した交通量調査(1地点)
 - 2012年に実施予定の交通量調査(4地点)

14

交通量(3) 交通量調査の様子



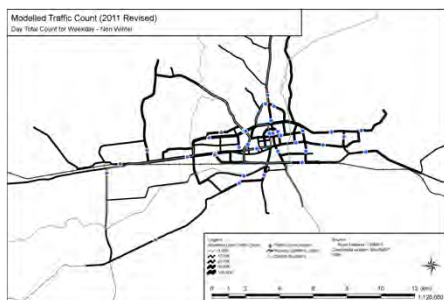
15

交通量(4) VDSシステム



16

交通量(5) 交通量推定結果



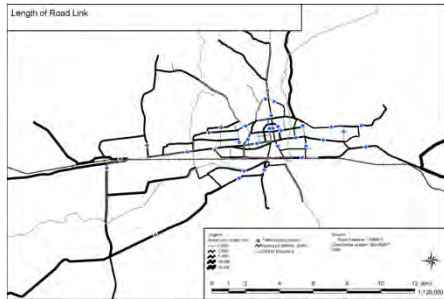
17

目次

1. 自動車排気ガスの大気汚染への影響
2. 自動車排気ガスの排出量
 1. 概要
 2. 主要道路
 1. 交通量
 2. >>>距離
 3. 排出係数
 4. 排出量
 3. その他道路
 4. 排出量と分布図
3. 大気汚染対策への活用

18

距離 地図で測定



19

目次

1. 自動車排気ガスの大気汚染への影響
2. 自動車排気ガスの排出量
 1. 概要
 2. 主要道路
 1. 交通量
 2. 距離
 3. >>>排出係数
 4. 排出量
 3. その他道路
 4. 排出量と分布図
3. 大気汚染対策への活用

20

必要な排出係数

- 交通量調査の車種区分それぞれに必要な
- ウランバートルの自動車の排出係数
 - ウランバートルには排出係数モデルを作成するために必要なデータがない。>>> 外国の排出係数モデルをウランバートルの状況に沿って修正する。
 - 最も厳しい日本の排出基準に適合した自動車もあれば、世界のどの排出基準にも適合していない自動車もある。>>> 全ての自動車の排出係数を設定し、7車種毎に走行距離で加重平均した排出係数を計算する。

21

排出係数モデルに使用したデータ(1)

1. ウランバートルの自動車の情報
 - 一般車両の自動車データ
 - 車検・監査調整庁が保有する自動車検査データ
 - ウランバートルで登録された自動車で2009年に車検に合格した自動車は、123,641台
 - 公共交通車両データ
 - 市公共交通局が保有するデータ
 - 2011年9月時点では、2,374台
 - 整備状態に関する情報
 - 例: 科技大卒業論文 ("Жолоочийн ур чадварыг сайжруулснаар автомашинаас хаягдах бохирдуулагч бодисыг багасгах судалгаа" の "3.2. Автомашины техникийн үечилсэн үйлчилгээ ба засварийг сайжруулснаар автомашинаас хаягдах бохирдуулагчийг багасгах арга")

22

排出係数モデルに使用したデータ(2)

2. ウランバートルの燃料の情報
 - ガソリンと軽油の成分
 - 輸入元が実施した分析データ(税関, PETROVIS, M-OILから入手)
 - 本プロジェクトが日本の分析機関に委託した分析データ(燃料はPETROVISから提供)
 - ガソリンと軽油の利用量
 - ウランバートル市内での利用量や販売の統計は得られなかった
 - ウランバートル税関の通関量から推定した
3. ウランバートルの旅行速度
 - 延べ1,151kmを運転し、旅行速度モデルを構築した。

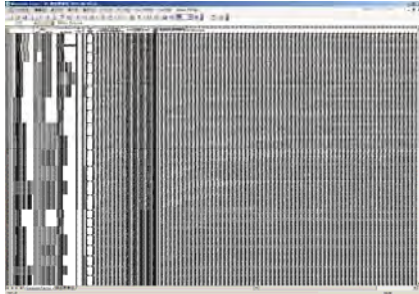
23

排出係数モデルの選定

- ウランバートルの自動車の55.33%は日本の中古車である。これらの自動車のほとんどが日本の認証に合格した自動車であると考えられる。よって、日本の排出係数モデルを基本とする。
- ウランバートルの燃料と整備状況の情報に基づいて、補正する。

24

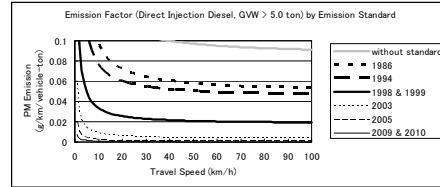
日本の排出係数モデル(1) 全体



出典: 自動車排出ガス原単位及び総量算定検討調査 (2009.3, 日本環境省)
詳細は、プロジェクトのプログレスレポート2の別添資料1-1を参照

25

日本の排出係数モデル(2) 例



- この例は、大型ディーゼル車のPMの排出係数
 - 2009年にウランバートル市が購入した大型バスの新車400台は、1986年の排出係数に相当すると考えられる。
 - 2012年にソングノハイルハン区のERDU社が製造した大型バスは、2003年の排出係数に相当すると考えられる。

26

ウランバートルの排出係数の推定(1)

手順

1. 全ての自動車(126,015台)について、どの排出基準に相当するかを推定
2. 自動車1台毎に、ウランバートルの影響を推定
 1. 燃料

原因	対象
有鉛ガソリン	2006年迄に輸入されたガソリン車
硫黄分が多いガソリン	2005年以降に製造されたガソリン車
硫黄分が多い軽油	1997年以降に製造されたディーゼル車

27

ウランバートルの排出係数の推定(2)

2. ウランバートルの影響を推定(続き)
 2. 冬の暖機運転および熱損失
 - 燃料消費量が32%増加すると設定
 3. 自動車の整備
 - 日本の排出ガス対策点検整備要領の水準で整備されている自動車ほとんど無いので、輸入後2年以上を経過した自動車の排出係数を大きく設定
 - 自動車検査の排ガス基準を超えた自動車は、整備不良であることから、排出係数を大きく設定

28

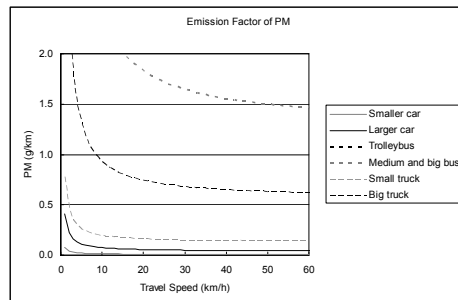
ウランバートルの排出係数の推定(3)

3. 走行距離で加重平均し、7車種別の排出係数を計算する

車種	走行距離	出典
公共交通用	大型バス	76,578 (km/年) 運行計画
	マイクロ	57,098 (km/年) 運行計画
	タクシー	200 (km/日) ヒヤリング
一般用	12,000 (km/年)	40km/日, 300日/年と仮定

29

排出係数の例



2010年インベントリ、更新1、専門家判断ケースの場合

30

旅行速度

- 旅行速度が遅い時は、1km走行するのに要する時間が増え、また、加速と減速を繰り返すので、燃料消費量や大気汚染物質排出量が増える。
- 延べ1,151kmを運転し、旅行速度モデルを構築した。
- 道路毎、時刻毎に、その道路の旅行速度に応じた排出係数を用いて排出量を計算

31

目次

1. 自動車排気ガスの大気汚染への影響
2. 自動車排気ガスの排出量
 1. 概要
 2. 主要道路
 1. 交通量
 2. 距離
 3. 排出係数
 4. >>>排出量
 3. その他の道路
 4. 排出量と分布図
3. 大気汚染対策への活用

32

主要道路からの排出量(1)



排出量 (ton/年)	
PM	195
SOx	204
NOx	4,186
CO	24,293
CO ₂	598,003
使用量 (ton/年)	
Gasoline	138,075
Diesel	53,223

2010年、専門家判断ケースの場合

33

目次

1. 自動車排気ガスの大気汚染への影響
2. 自動車排気ガスの排出量
 1. 概要
 2. 主要道路
 1. 交通量
 2. 距離
 3. 排出係数
 4. 排出量
 3. >>>その他道路
 4. 排出量と分布図
3. 大気汚染対策への活用

34

その他の道路からの排出量(1)

- その他の道路の交通量データが無い >>> その他の道路の燃料使用量を推定し、大気汚染物質の排出量を推定する。
 - その他の道路の燃料使用量
 - = ウランバトル市内の燃料使用量
 - 主要道路での燃料使用量
- ウランバトル市内の燃料使用量のデータが無い >>> ウランバトル市税関で輸入手続きが実施された燃料のデータに、ウランバトル市内使用率を推定して乗じる。

35

その他の道路からの排出量(2)

排出量 (ton/年)	
PM	31
SOx	32
NOx	654
CO	3,795
CO ₂	93,430
使用量 (ton/年)	
Gasoline	21,572
Diesel	8,315

2010年、専門家判断ケースの場合

36

目次

1. 自動車排気ガスの大気汚染への影響
2. 自動車排気ガスの排出量
 1. 概要
 2. 主要道路
 1. 交通量
 2. 距離
 3. 排出係数
 4. 排出量
 3. その他道路
 4. >>>排出量と分布図
3. 大気汚染対策への活用

37

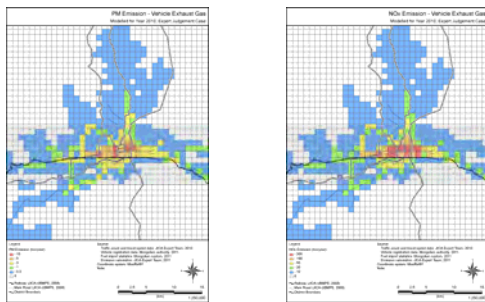
排出量

排出量 (ton/年)	
PM	226
SOx	236
NOx	4,840
CO	28,088
CO ₂	691,434
使用量 (ton/年)	
Gasoline	159,647
Diesel	61,538

2010年、専門家判断ケースの場合

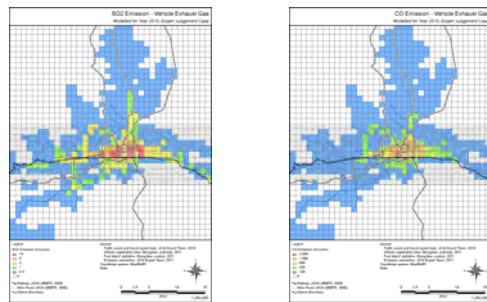
38

排出量分布図(1) PMとNOx



39

排出量分布図(2) SOxとCO



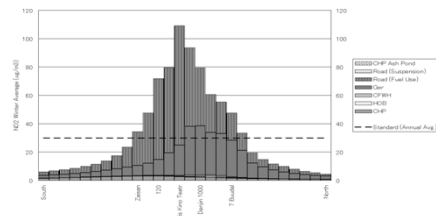
40

目次

1. 自動車排気ガスの大気汚染への影響
2. 自動車排気ガスの排出量
 1. 概要
 2. 主要道路
 1. 交通量
 2. 距離
 3. 排出係数
 4. 排出量
 3. その他道路
 4. 分布図
3. >>>大気汚染対策への活用

41

大気質モデルでの活用



- ・大気質モデルを使って拡散計算した例
- ・NOxは、市街地のほとんどで基準を超えている。
- ・自動車の影響が大きい

・Tengis Kino Teatro周辺では、自動車の寄与濃度が、環境基準の3倍以上である。自動車の寄与濃度が1/3以下になるように、排出量を削減する計画が必要である

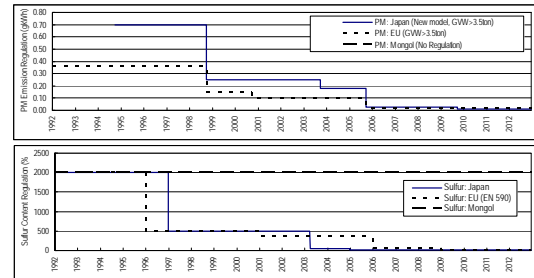
42

日本と欧州の経験

- いい車に置き換わるような規制
 - 大気汚染物質の排出が少ない自動車以外、製造と輸入を禁止
 - 適した燃料が必要
 - 全ての車が大気汚染物質の排出が少ないエンジンに置き換わるには長い年月が必要
 - 補助金は、大気汚染物質の排出が多いエンジンで毎日の走行距離が長い車に使うのが効率的
- いい状態になるような規制
 - 自動車整備制度
 - 信頼される整備技術者が必要
 - 自動車所有者が整備費用を払いたくなくなる仕掛けが必要

43

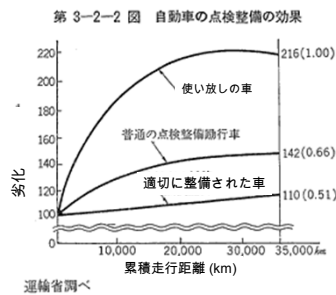
排出基準と燃料基準の例



排出基準の実現には、硫黄分の少ない軽油が必要

44

自動車整備の効果



出典：日本国公害白書、1969年版

45

対策案1: 実現に1年以上を要すると思われる対策

1. 燃料基準
 - ウランボトルでは、硫黄分が50ppmを超える燃料を販売させない。
2. 排ガス基準
 - 日本や欧州の2005年10月以降の基準に適合しない車の輸入を禁止
 - 日本や欧州の2000年10月以降の基準に適合しない車の走行を禁止
3. 自動車整備
 - 自動車整備を徹底させる(日本の排出ガス対策点検整備要領等を参考に)

46

対策案2: 1年以内に着手できると思われる対策

1. 燃料基準
 - ウランボトルでは、硫黄分が50ppm以下の燃料の販売を推奨する。
2. 排ガス基準
 - 日本や欧州の2000年10月以降の基準に適合しない車の輸入を禁止
 - 補助金で購入する公共交通用自動車は、日本や欧州の2005年10月以降の基準に適合する自動車に限定する。硫黄分が50ppm以下の軽油を使用するバス会社のみ渡す。
 - 年間走行距離が多い自動車(公共交通用大型バス)に、高性能のDPF (Diesel Particle Filter)を設置する。硫黄が多い軽油と冬の低温という環境でも高性能であるDPFを選定しなければならない。
3. 自動車整備
 - 自動車整備技術者を確保する。
 - 自動車検査において排気ガス基準を超過した自動車に対し、日本の排出ガス対策点検整備要領等に準じた整備を行う。
 - モンゴルに適した自動車整備制度を開発する。

47

その他の対策

- 電気で動く公共交通機関
 - メトロ
 - トロリーバス(BRTを含む)

48

対策案の評価



1. 排出量の計算
 - 対策案1が、2005年迄に実現していた場合
 - 対策案2が、2005年迄に実現していた場合
2. 大気質モデルで計算し、環境基準と比較

49

2010年排出量 現況と対策案の比較



	現況	対策案1	対策案2
排出量 (ton/年)			
PM	226		
SOx	236		
NOx	4,840		
CO	28,088		
CO ₂	691,434		
使用量 (ton/年)			
Gasoline	159,647		
Diesel	61,538		

50

ご静聴ありがとうございました



51

別添資料 2.1-11 その他の面的発生源インベントリ研修の配布資料 (2012.11.20)

インベントリ研修の案内
(11/20 AM 発電所灰埋立地)
(11/20 PM 自動車排気ガス)

2012/11/16 JICA プロジェクト専門家 前田

1	目的.....	1
2	研修プログラム.....	1
3	場所.....	1
4	研修対象者.....	1

1 目的

2010年3月～2011年2月を対象期間とした発生源インベントリとシミュレーションモデルを構築した。この研修では、移動発生源インベントリと発電所灰埋立地インベントリの更新が自力でできるようになることを目的として、発生源インベントリの研修を行う。

2 研修プログラム

11/20	9:30～10:30	発電所灰埋立地からの大気汚染物質の排出量計算の方法
	10:30～11:30	発電所灰埋立地からの大気汚染物質の排出量計算の演習
	11:30～12:00	質疑応答
	12:30～14:00	昼食等
	14:00～15:00	自動車排気ガスからの大気汚染物質の排出量計算の方法
	15:00～16:30	自動車排気ガスからの大気汚染物質の排出量計算の演習
	16:30～17:00	質疑応答

3 場所

NAMEM の地下1階研修室

4 研修対象者

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の発電所灰埋立地インベントリ担当カウンターパートおよび移動発生源インベントリ担当カウンターパートが研修対象者である。

ただし、カウンターパートワーキンググループのメンバー等、興味のある関係者の参加を歓迎する。

以上

発電所灰埋立地インベントリ計算方法

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
2012年11月20日
前田浩之 (maeda@sur.co.jp)



1

内容

1. 灰埋立地の大気汚染への影響
2. 灰埋立地からの飛散量計算方法
3. 大気汚染対策への活用



2

1. 灰埋立地の大気汚染への影響



3

灰埋立地からの飛散の例

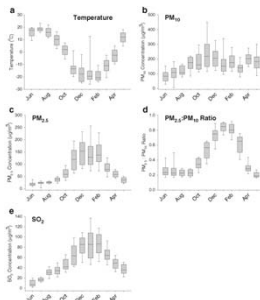


2010.06.03 13:54に、ヤルマグから撮影



4

大気質濃度の例

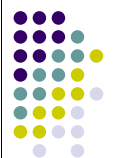


- SO₂とPM-10とPM-2.5は気温が低い時に高濃度であるが、4月と5月にPM-10のみが高濃度
- 4月と5月に、SO₂をあまり伴わないPM-10排出源は何か？
- AQDCCのドゥルンザムの測定局の、2009年6月～2010年5月の測定値の日平均値
- 出典: An assessment of air pollution and its attributable mortality in Ulaanbaatar, Mongolia



5

2. 灰埋立地の排出量計算方法



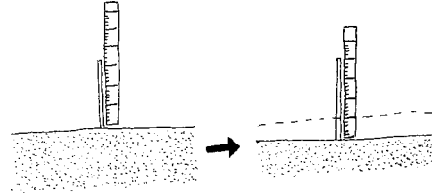
6

採用した方法

1. 飛散量(体積, m³)
=飛散した面積(m²) x 飛散した厚さ(m)
2. 飛散量(重量, ton)
=飛散量(体積, m³) x 密度(ton/m³)
3. PM-10飛散量(重量, ton)
=飛散量(重量, ton) x PM-10含有率

7

飛散した厚さ(m)



- 灰埋立地に棒を立て、地表面に出ている長さが長くなった分飛散したといえる

8

飛散した面積

- 観察と測定により、以下のことが確認できた。
 - 乾燥していない範囲と、覆土された範囲は、ほとんど飛散しない
 - 乾燥していて、かつ、覆土されていない範囲は、よく飛散する。
- 発電所への聞き取りと灰埋立地の観察を通じて、灰が飛散した面積を計算した。

9

密度

- 日本のフライアッシュの例(1.29g/cm³)を用いて計算する。
- ウランバートルの灰埋立地にある灰の密度データは得られなかった。

10

PM-10含有率

- 本プロジェクトが委託した灰の分析データを使用した。
 - 第3発電所と第4発電所は21.70%
 - 第2発電所は40.43%

11

計算例(1) 飛散した厚さ(m)

棒番号	地上部分の長さ (cm)		変化(cm)
	4/30	5/22	
23	21.7	23.2	1.5
24	24.8	24.6	-0.2
25	25.0	27.2	2.2
26	21.6	23.8	2.2
27	21.0	23.2	2.2
平均(cm)			1.58(cm)
平均(m)			0.0158(m)

12

計算例(2)

PM-10飛散量(重量, ton)

- 灰埋立地の面積 50,882m²
- 覆土されず乾燥している面積の割合 100%
 - 飛散する面積(m²)= 50,882 x 100% = 50,882
- 飛散した厚さ 0.576(cm)=0.00576(m)
 - 飛散量(体積, m³)=50,882 x 0.00576 = 293(m³)
- 密度 1.29 (g/cm³) = 1.29 (ton/m³)
 - 飛散量(重量, ton)=293 x 1.29 = 378 (ton)
- PM-10含有率 40.43%
 - PM-10飛散量(重量, ton)=378 x 40.43%=153(ton)

13

排出量が1/4になった

- 2010/3~2011/2の排出量は、1,950(ton/year)
- 2011/3~2012/2の排出量は、515(ton/year)
- 原因: 第3発電所の第4号埋立地と第4発電所の第4号埋立地が、満杯になり、2010年春は覆土されず乾燥していた。2011年春は覆土されていた。

14

数年後

- 想定
 - 数年後には、第3発電所の第5号埋立地と第4発電所の第5号埋立地が一杯になる。
 - もし、3つの発電所の灰埋立地が同じ年に満杯になり、2010年と同じように乾燥させると、PM-10の排出量は、1,192 (ton/year)になる。
 - 灰が十分に固まっていないので、すぐには覆土できない。
- 必要な対策
 - 柔らかい土地で、飛散を減らす方法が必要。
 - 飛散対策を改良して80%削減できるようになれば、PM-10排出量は238(ton/year)になる。

15

日本の対策例



16

3.大気汚染対策への活用

17

測定を通じて確認したこと(1)

- 供用中の灰埋立地
 1. 乾燥させない 春から夏の風が強い時期は、水位を高めに維持する、等
- 供用を停止した灰埋立地
 2. 覆土する、あるいは
 3. 表面に風が当たらないようにする

18



19

測定を通じて確認したこと(2)

- 緑化は難しい
 1. 緑化以外の活用方法はないか。例えば、太陽光発電。
 - 覆わずに灰を掘ると飛散量が増える
 2. 灰を掘らずに覆土する、あるいは、
 3. 大型テントで囲った中で掘る



20

緑化以外の活用方法の例

信濃次郎光発電所

太陽光発電所
出典 <http://www.tepco.co.jp/csr/renewable/megasolar/>



21

ご静聴ありがとうございました



22

別添資料 2.1-12 セクターレポート（移動発生源からの大気汚染物質排出インベントリ）

モンゴル国

ウランバートル市大気質庁（AQDCC）

モンゴル国
ウランバートル市
大気汚染対策能力強化プロジェクト

セクターレポート

移動発生源からの
大気汚染物質排出インベントリ

2013年3月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 数理計画

目次

図目次	ii
表目次	iii
略語表	vi
用語説明表	vii
1 対象	1
2 概要	1
2.1 計算対象物質	1
2.2 設定	1
2.3 計算方法	1
3 主要道路の自動車排気からの大気汚染物質排出量	4
3.1 排出係数（走行量の車種別）	4
3.1.1 専門家判断ケース	5
3.1.1.1 利用されている自動車の台数（新車排ガス基準別）	5
3.1.1.2 排出係数（新車排ガス基準別）	9
3.1.1.3 モンゴルの状況	11
3.1.1.4 等価慣性重量（EIW）	13
3.1.1.5 走行距離比	15
3.1.1.6 排出係数（走行量の車種別）	15
3.1.2 最小ケース	18
3.1.3 最大ケース	19
3.1.4 2011年の政策効果	19
3.2 主要道路の自動車走行量	21
3.2.1 道路ネットワーク	21
3.2.2 自動車交通量調査	21
3.2.3 自動車交通量推定	24
3.2.3.1 2010年の交通量	24
3.2.3.2 2011年の交通量	28
3.2.4 自動車走行量	29
3.3 旅行速度	30
3.3.1 旅行速度モデル	30
3.3.2 旅行速度調査	33
3.3.3 旅行速度の計算	35
3.4 主要道路の自動車排気からの大気汚染物質排出量	36
4 主要道路以外の自動車排気からの大気汚染物質排出量	38

4.1	主要道路以外を走行する自動車による燃料使用量	38
4.1.1	2010/3～2011/2の設定.....	38
4.1.1.1	UB税関の燃料通関量.....	38
4.1.1.2	UB市内（6区のうち市街地）の使用率.....	38
4.1.1.3	主要道路以外を走行する自動車による燃料使用量.....	38
4.1.2	2011/3～2012/2の設定.....	38
4.1.3	主要道路以外を走行する自動車による燃料使用量.....	39
4.2	燃料使用量あたりの排出係数	39
4.3	主要道路以外の自動車排気からの大気汚染物質排出量	39
5	自動車排気からの大気汚染物質排出量	39
6	自動車原因の大気汚染	47
6.1	大気質濃度.....	47
6.2	拡散シミュレーション.....	48
7	今後の課題	51
7.1	インベントリの課題.....	51
7.2	自動車由来の大気汚染を削減するための課題.....	53
8	分野別情報	54
8.1	燃料分析	54
8.1.1	鉛と硫黄の問題.....	54
8.1.2	燃料成分情報.....	55
8.1.3	燃料分析.....	56
8.1.3.1	分析計画.....	56
8.1.3.2	試料の入手.....	57
8.1.3.3	分析結果.....	58
8.1.4	結論.....	58
8.1.4.1	分析結果概要.....	58
8.1.4.2	移動発生源インベントリの計算.....	58
8.1.4.3	大気汚染物質排出量削減のための提案.....	59
8.2	日本の排出係数	64

図目次

図 2-1	主要道路を走行する自動車排気からの大気汚染物質排出量計算方法.....	3
図 2-2	主要道路以外を走行する自動車排気からの大気汚染物質排出量計算方法.....	4
図 3-1	排出ガス対策点検整備要領に従わない車の劣化.....	13

図β-2 車両重量と GVW の関係.....	14
図β-3 排出係数（走行量の車種別）（PM）.....	16
図β-4 排出係数（走行量の車種別）（SO ₂ ）.....	16
図β-5 排出係数（走行量の車種別）（NO _x ）.....	17
図β-6 排出係数（走行量の車種別）（CO）.....	17
図β-7 排出係数（走行量の車種別）（HC）.....	18
図β-8 排出係数（走行量の車種別）（CO ₂ ）.....	18
図β-9 選定した主要道路および交通量調査位置.....	23
図β-10 交通量分布図の例（冬以外・平日・24時間合計値の場合、一部推計値を含む）.....	27
図β-11 VDS 設置地点.....	28
図β-12 2010年と2011年の冬の交通量の比較.....	29
図β-13 旅行速度道路区分.....	32
図β-14 旅行速度調査コース.....	34
図5-1 車種別大気汚染物質排出量の割合（専門家判断ケース、主要道路分）.....	41
図5-2 車種別平均大気汚染物質排出量（専門家判断ケース、主要道路分）.....	42
図5-3 自動車排気からの大気汚染物質排出分布（PM）.....	43
図5-4 自動車排気からの大気汚染物質排出分布（SO ₂ ）.....	44
図5-5 自動車排気からの大気汚染物質排出分布（NO _x ）.....	45
図5-6 自動車排気からの大気汚染物質排出分布（CO）.....	46
図6-1 月別大気質基準超過率.....	47
図6-2 自動車排気に起因する大気汚染物質濃度（PM-10）.....	49
図6-3 自動車排気に起因する大気汚染物質濃度（NO ₂ ）.....	50
図8-1 分析データのオリジナル(1/4).....	60
図8-2 分析データのオリジナル(2/4).....	61
図8-3 分析データのオリジナル(3/4).....	62
図8-4 分析データのオリジナル(4/4).....	63

表目次

表2-1 活動量及び排出係数の要約.....	2
表β-1 輸入年から製造年を引いた年数別の自動車台数割合.....	5
表β-2 輸入国別台数（一般車両）.....	6
表β-3 製造年別台数（一般車両、2009年車検の場合）.....	7
表β-4 製造年別台数（公共交通局管理下の中・大型ディーゼルバス）.....	8
表β-5 製造年別台数（公共交通局管理の大型トロリーバス）.....	8

表 3-6 製造年別台数（公共交通局管理下のマイクロバス）	9
表 3-7 製造年別台数（公共交通局管理下のタクシー）	9
表 3-8 排出係数（新車排ガス基準別）の例	10
表 3-9 韓国の排ガス規制	11
表 3-10 ガソリンと軽油の鉛と硫黄の濃度情報	12
表 3-11 2011年に実施された政策とその想定効果	20
表 3-13 車種区分	22
表 3-14 交通量調査結果の例（秋・平日・ノミンデパート前西行）	24
表 3-15 交通量調査を実施した地点の交通量（24時間合計値）	26
表 3-16 自動車交通量に関する月と曜日の類型化	30
表 3-17 自動車走行量（車種別、年間合計）	30
表 3-18 旅行速度モデルの概要	30
表 3-19 旅行速度調査実施概要	33
表 3-20 旅行速度（km/h）	36
表 3-21 主要道路の自動車排気からの大気汚染物質排出量（ton/年）	37
表 3-22 自動車の使用に伴う地球温暖化ガス排出量・燃料使用量	37
表 4-1 ガソリンと軽油の輸入量（UB市税関2009年取扱分）	38
表 4-2 UB市街で使用された燃料の量（設定）	38
表 4-3 主要道路以外を走行する自動車による燃料使用量	39
表 4-4 自動車排気からの大気汚染物質排出量（主要道路以外）	39
表 5-1 自動車排気からの大気汚染物質排出量	40
表 5-2 車種別大気汚染物質排出量（専門家判断ケース、主要道路分）	40
表 5-3 車種別平均大気汚染物質排出量（専門家判断ケース、主要道路分、kg/年）	41
表 7-1 インベントリ計算体制の課題	51
表 7-2 インベントリの精度向上に必要なデータとその収集に必要な制度	51
表 7-3 自動車由来の大気汚染を削減するための課題	53
表 8-1 ガソリンとディーゼル油の鉛と硫黄の濃度規格の変遷	56
表 8-2 税関の燃料区分別燃料輸入量（ウランバートル分、2009年）	57
表 8-3 分析結果の概要	58
表 8-4 日本の排出係数表(1/7)	65
表 8-5 日本の排出係数表(2/7)	66
表 8-6 日本の排出係数表(3/7)	67
表 8-7 日本の排出係数表(4/7)	68
表 8-8 日本の排出係数表(5/7)	69
表 8-9 日本の排出係数表(6/7)	70

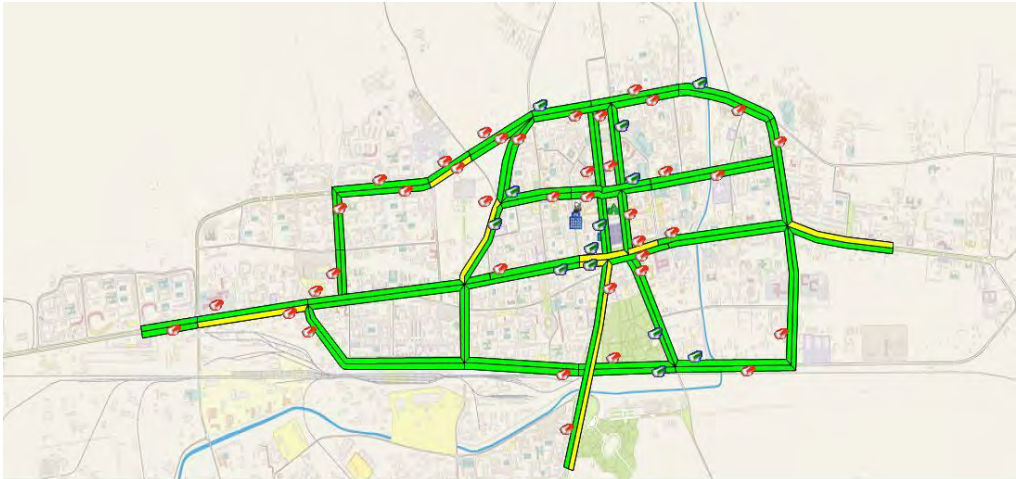
表 8-10 日本の排出係数表 (7/7).....71

略語表

略語	日本語／英語
AQDCC	大気質庁 Air Quality Department of the Capital City
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
COPERT	— Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport (Name of road emission calculation programme)
EIW	等価慣性重量 Equivalent Inertia Weight
GVW	車輛総重量 Gross Vehicle Weight
JICA	独立行政法人 国際協力機構 Japan International Cooperation Agency
MNS	モンゴル国国家基準 Mongolian National Standard
MOVES 2010b	- Motor Vehicle Emission Simulator (Version 2010b)
NAMEM	国家気象、環境モニタリング庁 National Agency for Meteorology and Environment Monitoring
NAQO	国家大気質局 National Air Quality Office
NO ₂	二酸化窒素 Nitrogen dioxides
NO _x	窒素酸化物 Nitrogen oxides
O ₂	酸素 Oxygen
PM ₁₀	— (Particulate Matter with a diameter of 10 micrometers or less)
PTDCC	ウランバートル市公共交通局 Public Transportation Department of the Capital City
SO ₂	二酸化硫黄 Sulfur dioxides
SO _x	硫黄酸化物 Sulfur oxides
VDS	(交通監視用) ビデオ検出システム Video Detector Station (for Traffic Monitoring)

用語説明表

略語	日本語／英語
マイクロバス	ワンボックスタイプの乗用車を使用した公共乗合サービス、および、そのサービスに使用される自動車。イフトイルと太陽通りとその外に路線が設定されている。ゲル地域で大型バスが入れない地域への路線、市内各地からナラントール市場への路線、近隣都市への路線、北郊の別荘地方面への路線、に区分されている。1999年頃に導入され、近年、ナルニーザムとイフトイルで囲まれた範囲に入らないように路線が改変されたようである。
トロリーバス	大型バスの屋根上に集電装置が設置されており、内燃機関の代わりに電気モーターで走行するバス。排気ガスがないかわりに、架線がある区間しか走行できない。ウランバートルでは、1987年に導入されたが、設備の維持・交換に支障があり、一部の区間・路線では営業を停止した。2009年5月7日に改訂された道路運送法に基づき、トロリーバス路線の強化が図られている。
交通量	ある地点を通過した自動車の台数。 単位は、台である。
リンク	道路を交差点単位で区切ったそれぞれの区間。 交通シミュレーションや大気汚染物質の排出量の計算においては、交通量が大きく変化するような大きな交差点やターミナルで区切った区間に設定し、その間の小さな交差点等においては交通量が変化しないと仮定する。 交通計画の技術用語であるため、法規や MNS には定義されていない可能性がある。
走行量	自動車の走行距離の総合計。 単位は台 km である。市全体の走行量合計などは大きな数字になるため、100万で除して、単位を百万台 km とすることも多い。 リンクの走行量は、リンクの距離に交通量を乗じて計算できる。 地域全体（例: UB 市）の走行量は、各自動車の走行距離の総合計に相当する。
旅行速度	走行距離を移動に要した時間で除した速度。 単位は、km/h 等である。 時間には、信号待ちや交通渋滞による停止を含む。 リンクの旅行速度は、そのリンクの距離を、移動に要した時間（信号待ちや交通渋滞による停止を含む）で除して計算する。
排出係数	単位あたりの排出量。 自動車からの大気汚染物質の排出係数は、一般に、車種別、旅行速度別、大気汚染物質別に設定される。 単位は、g/km 等である。
幹線道路	大気汚染物質の排出量の計算における幹線道路とは、大気汚染物質が多く排出されると考えられる道路、すなわち、交通量が多い道路。 管理や都市計画の管理区分と一致している必要は無い。 拡散シミュレーションの精度のボトルネックとならないようにするため、本プロジェクトでは、専門家判断として、幹線道路の走行量が市全体の走行量の7割以上となるまで交通量が多い道路を選定した。
車検排ガス基準	すべての自動車に適用される排気ガス基準。 多くの国で、自動車検査時に全ての自動車に適用される。

	<p>既に登録されていて調子も悪くない自動車の多くが不合格になるような厳しい基準は、多くの市民や政治家が反対する。そのため、多くの国で、車検排ガス基準は緩い基準となっている。</p> <p>モンゴルでは、MNS 5013:2009 と MNS 5014:2009 で規定されている。</p>
<p>新車排ガス基準</p>	<p>自動車の製造元や輸入元が販売する時に満たさなければならない排気ガス基準。製造元の会社が、販売や輸入を続けるために、多額の研究費を投じて自動車からの大気汚染物質を減らす研究をし、基準に合格する自動車を開発する。</p> <p>主に、日本の基準、EU の基準、米国の基準があり、その他の国はこれら3つの基準に準じた基準を採用している。EU の排ガス基準は EURO-1~EURO-5 という通称がついている。</p> <p>東アジアや東南アジアのほとんどの国で上記3カ国の基準のいずれかに準じた基準を採用しているが、モンゴルはこれらの基準を一切採用していない数少ない国の一つである。そのため、どれだけ大気汚染物質を多く排出する自動車でも製造や輸入ができる。例えば、2009年にUBの公共交通用に400台の大型バスを購入した際は、どの基準も満たさない機種、すなわち、大気汚染物質の排出量が最も多い機種を購入した。また、2011年にUBの公共交通用に400台購入したDieselgas エンジン、EUの古い基準にしか適合していないため、やはり、大気汚染物質の排出量が多いと考えられる。</p>
<p>VDS</p>	<p>市交通管制センターが、道路の混雑状況を把握するために導入したシステムのうち、交通量と自動車の速度を測定するセンサー。</p> <p>UBでは、以下の地図のビデオカメラのアイコンの場所に設置されている。</p>  <p>出典: 市交通管制センター</p>

1 対象

“移動発生源インベントリ”とは、“移動しながら、大気汚染物質を排出するもの(自動車、鉄道の機関車、飛行機、船など)”からの“大気汚染物質排出量の目録”を意味する。

ウランバートル市では、自動車が主な移動発生源である。そのため、自動車からの大気汚染物質の排出量の分布を推定した。

2 概要

2.1 計算対象物質

大気汚染物質として、PM, SO₂, NO_x, CO, HC の排出量を計算した。

鉛も大気汚染物質であるが、その源となる有鉛ガソリンは 2007 年に禁止され、インベントリ対象期間(2010/3 ~ 2012/2)には使用されていないと考えられる。そのため、その排出量もほとんどゼロと考えられることから、計算していない。

CO₂ は大気汚染物質ではないが、主な地球温暖化ガスでありモンゴル国の大気法の対象物質である。カウンターパートの関心が高かったことから、CO₂ の排出量も計算した。

2.2 設定

初回計算では、ウランバートル市の大気汚染物質排出量を最小、最大、専門家判断の 3 種類に分けて推計した。最小ケースは、排出係数及び活動量が最小と判断した設定である。最大ケースは、排出係数及び活動量が最大と判断した設定である。専門家判断ケースは、排出係数及び活動量の最小から最大の範囲で、最もウランバートルの現状に合ったと専門家が判断した設定である。

更新計算では、専門家判断の設定のみ更新した。

初回計算（最小、最大、専門家判断）、更新 1、更新 2 の設定の要約を表 2-1 に示す。それぞれの値の根拠は、項目列に記した節で説明している。信頼性が高くないデータと設定を、斜字で示している。

2.3 計算方法

主要道路を走行する自動車排気からの大気汚染物質排出量は、図 2-1 に示す方法で計算した。それぞれの値の根拠は、項目列に記した節で説明している。

交通量（台）に、道路の区間長（km）を乗じて走行量（台・km）を計算し、それに大気汚染物質毎の排出係数（g/台/km）を乗じて計算する。

主要道路以外を走行する自動車からの大気汚染物質排出量は、一般に、走行量データを用いて計算した。しかし、UB 市では、定期的に更新される、主要道路以外の走行量データは一般に計算されない¹ため、大気汚染物質排出量を継続的に更新する方法としては適していない。燃料使用量から排出量を推定する方法を採用した。手順を、図 2-2 に示す。

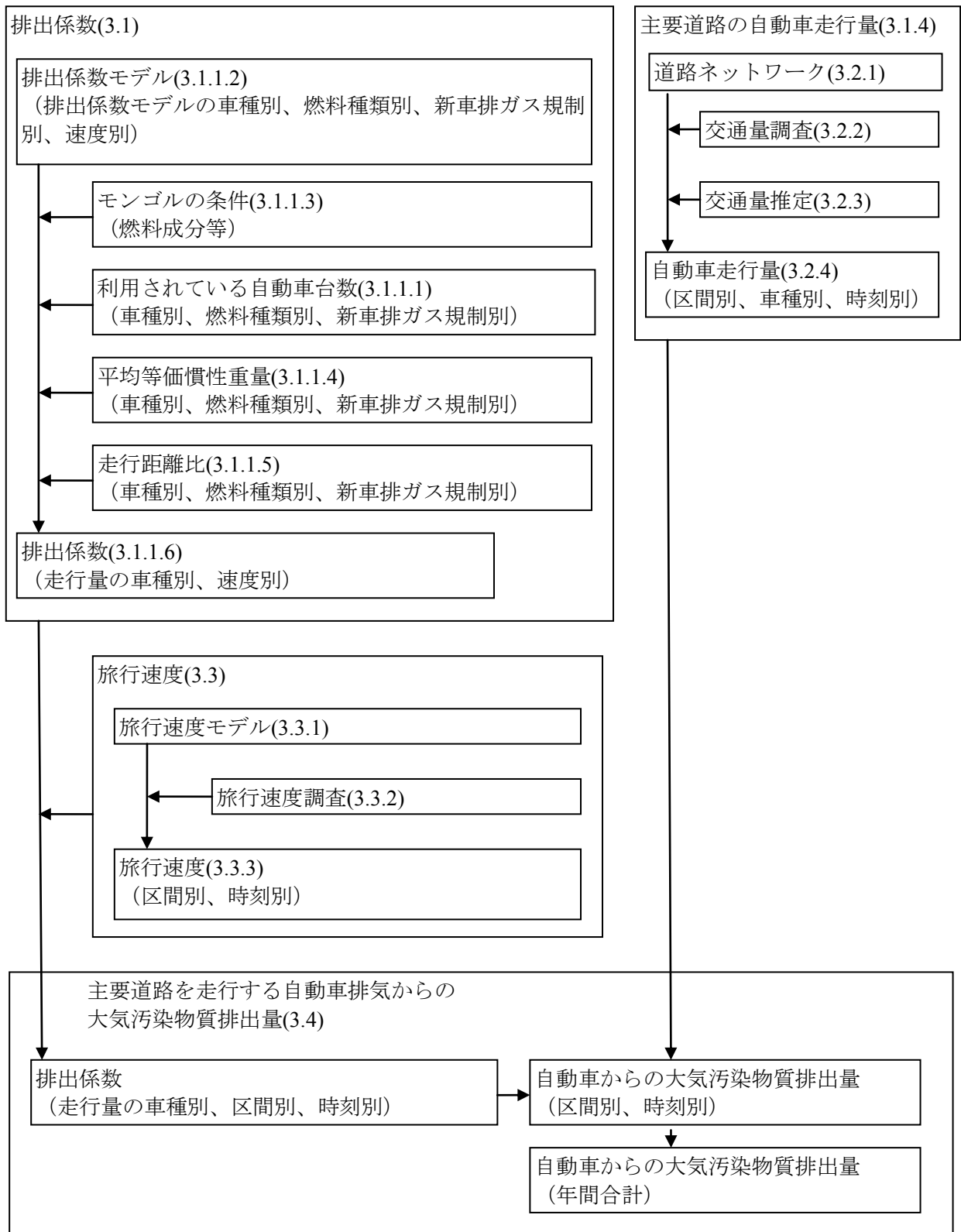
¹ UBMPs（モンゴル国ウランバートル市都市計画マスタープラン・都市開発プログラム策定調査、JICA、2009）のようにプロジェクトのために走行量を調査・推定したデータはあるが、定期的に更新されていない走行量データはない。

表 2-1 活動量及び排出係数の要約

項目		初回		更新 1	更新 2	
		2010/3 ~ 2011/2			2011/3 ~ 2012/2	
		最小	最大	専門家判断		
排出係数	利用されている自動車台数(3.1.1.1)	公共交通車両	2011.11			
		一般車両	2009年車検		2010年車検	
	排出係数モデル(3.1.1.2)	公共交通車両：大型バス	日本の1992年の排出係数を適用			
		公共交通車両：マイクロバス	日本の1986年の排出係数を適用			
		日本車	製造年の排出係数			
		日本以外の車両	日本車と同じ	1999年以前に製造された自動車について最も古い区分の排出係数を適用		
	モンゴルの条件(3.1.1.3)	ガソリン中の鉛の影響	2006年迄に輸入されたガソリン自動車に、1974年の排出係数を適用			
		ガソリン中の硫黄の影響	2006年以降に輸入されたガソリン自動車に、2004年の排出係数を適用			
		軽油中の硫黄の影響	1997年以降のディーゼル車に、1997年の排出係数を適用			
		冬の燃費悪化	+32%			
		メンテナンス：車検不合格車	最も古い区分の排出係数と燃料消費率の2倍に設定			
		メンテナンス：経時変化	悪化しないと設定	2008年以前に輸入した自動車の排出係数を+96%に設定	2007年以前に輸入した自動車の排出係数を+96%に設定	
	平均等価慣性重量(EIW)(3.1.1.4)	積載率	50%			
		大型バス	BS-106型のGVWの値			
		マイクロバス	本体重量に、設計定員重量を加えた値			
その他		カタログに記載された車両重量とGVWの値から求めた相関式を使用				
走行距離比(3.1.1.5)	大型バス、マイクロバス、タクシー	市公共交通局の情報で計算				
	その他	12,000km/年に設定				
主要道路の自動車走行量(3.1.4)		35ヶ所の調査データから79リンクの時刻別交通量を推定した			左の値に、VDSで測定した交通量値の変化率を乗じた	
旅行速度(3.3)		遅い方向の旅行速度の加重平均				

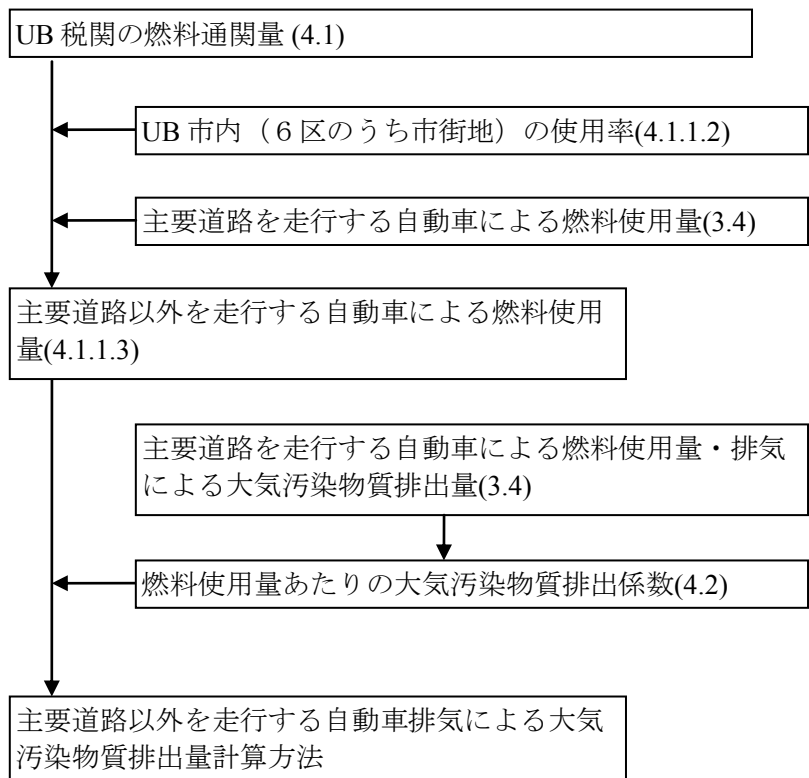
出典 JICA プロジェクトチーム

注 信頼性が低いデータと設定を、斜字で示している。
それぞれの値の根拠は、項目列に記した節で説明している。



出典 JICA プロジェクトチーム

図 2-1 主要道路を走行する自動車排気からの大気汚染物質排出量計算方法



出典 JICA プロジェクトチーム

図 2-2 主要道路以外を走行する自動車排気からの大気汚染物質排出量計算方法

3 主要道路の自動車排気からの大気汚染物質排出量

3.1 排出係数（走行量の車種別）

モンゴル国ではシャーシダイナモメータや車載型排気ガス測定器を用いた排出係数モデルが確立されていない。他国で作成された排出係数モデルを利用する。排出係数の計算手順は以下の通りである。

- 1) 利用されている自動車の新車排ガス基準²別台数を調査し、排出係数モデルを選択する。
- 2) モンゴルの状況（燃料成分等）の影響を考慮して、自動車毎に、新車排ガス基準別排出係数モデルを選択する。
- 3) 排出係数モデルと等価慣性重量から、新車排ガス基準別排出係数を計算する。
- 4) 新車排ガス基準別排出係数を、利用されている自動車の台数と走行距離で加重平均し、走行量の車種区分³別排出係数を計算する。

² 新車排ガス基準についての説明は、用語説明表を参照のこと

³ 3.2.2 参照

3.1.1 専門家判断ケース

3.1.1.1 利用されている自動車の台数（新車排ガス基準別⁴）

ウランバートルの自動車登録・車検制度は、公共交通用車両（市バス、マイクロバス等）用と、その他一般車両用に分かれている。一般車両の新車排ガス基準別自動車台数は、自動車登録車検センターが保有している自動車登録・車検データから、2009年~2011年に車検を受けたUBナンバーの自動車のデータを抽出して計算した。公共交通用車両は、UB市公共交通局が保有している利用車両統計データ（2011年10月現在）を使用して計算した。

1 一般車両

ウランバートル市で、自動車を登録、或いは、継続車検に合格した自動車登録のデータを使用し、製造年別輸入国別の台数を計算した。

モンゴルでは車検排ガス規制は実施されているが、新車排ガス基準は適用されていない。

表 3-1 に示すとおり、中古車として輸入された自動車がほとんどであることから、それぞれの輸入元の新車排ガス基準に適合していると考えられる。

表 3-2 に示す通り、ほとんどの自動車は、日本と韓国の自動車である。日本・韓国・その他の国別に計算した自動車の台数を表 3-3 に示す。

表 3-1 輸入年から製造年を引いた年数別の自動車台数割合

輸入年から製造年を引いた年数	台数の割合		
	2009	2010	2011
0	2.31%	6.37%	8.41%
1	2.23%	2.65%	3.72%
>=2	94.97%	90.63%	87.54%
Error	0.49%	0.35%	0.33%
合計台数	123,641	167,113	202,103

出典 一般車両用車検データベースを用いて、JICAプロジェクトチームが集計した

注 一般用自動車登録・車検データベースは完全ではない。例えば、製造年が不明の自動車も登録されている。公共交通用の自動車の一部も含まれている。ウランバートル以外で登録されている自動車も一部含まれている。そのため、この合計台数は、一般に公開された数値は同じではない。また、この表は自動車数の伸び率の計算には適していない。

⁴新車排ガス基準についての説明は、用語説明表を参照のこと

表 3-2 輸入国別台数（一般車両）

輸入元 / Улс орон		割合		
		2009	2010	2011
日本	Япон	55.33%	54.78%	53.79%
大韓民国	БНСУ	33.07%	32.21%	30.61%
ロシア	ОХУ	5.32%	4.65%	3.67%
ドイツ	Герман	2.22%	2.00%	1.86%
中国	Хятад	1.95%	4.50%	7.83%
アメリカ合衆国	АНУ	0.97%	0.94%	1.27%
UK	Их Британи	0.31%	0.31%	0.34%
ベラルーシ	Белорус	0.29%	0.23%	0.21%
モンゴル	Монгол	0.11%	0.01%	0.01%
フランス	Франц	0.10%	0.10%	0.08%
ウクライナ	Украин	0.09%	0.07%	0.12%
チェコ	Чех	0.09%	0.06%	0.07%
スウェーデン	Швед	0.09%	0.07%	0.10%
イタリア	Итали	0.06%	0.06%	0.04%
スペイン	Испани	0.00%	0.00%	0.00%
ポーランド	Польш	0.00%	0.00%	0.00%
ルーマニア	Румын	0.00%	0.00%	-
ラトビア	Латви	0.00%	0.00%	-
オーストラリア	Австрали	-	0.00%	0.00%
インド	Энэтхэг	-	0.00%	0.00%
メキシコ	Мексик	-	0.00%	-
カナダ	Канад	-	-	0.00%
マレーシア	Малайз	-	-	0.00%
ベルギー	Бельги	-	-	0.00%

出典 一般車両用車検データベースを用いて、JICAプロジェクトチームが集計した。

注 “-”は一台もないことを、0.00%は1台以上あるがほとんどゼロに近いことを示す。

表 3-3 製造年別台数（一般車両、2009 年車検の場合）

Type	Engine	Vehicle Size	Country	製造年					Total		
				-1990	-1995	-2000	-2005	-2009		Unknown	
Passenger Car	Gasoline and LPG	Engine<=660cc	Japan	18	43	157	26	11	-	255	
			Korea	-	2	1	-	-	-	3	
			Other	-	1	-	-	-	-	2	
		Engine>660cc	Japan	536	8,503	38,687	5,629	1,468	1	54,824	
			Korea	545	10,643	8,831	1,855	222	1	22,097	
			Other	1,103	1,097	1,917	1,475	874	-	6,466	
	Diesel	EIW<=1.25ton	Japan	36	310	376	31	34	-	787	
			Korea	11	206	369	120	2	-	708	
			Other	8	9	7	10	9	-	43	
		EIW>1.25ton	Japan	288	3,525	3,178	356	278	-	7,625	
			Korea	27	1,125	2,282	1,049	53	1	4,537	
			Other	65	95	119	124	97	-	500	
	Other	Japan	-	-	1	-	-	-	1		
		Korea	-	1	-	-	-	-	1		
Bus	Gasoline and LPG	GVW<=1.7ton	Korea	-	-	1	1	-	-	2	
			Other	-	1	1	-	1	-	3	
			Korea	-	-	2	1	-	-	3	
		1.7ton<GVW<=2.5ton	Other	-	-	-	3	5	-	8	
			Japan	-	1	3	-	4	-	8	
			Korea	-	2	4	-	-	-	6	
		2.5ton<GVW<=5.0ton	Other	10	11	34	15	55	-	125	
			Unknown	Other	1	-	-	-	-	-	1
			Direct Injection Diesel	1.7ton<GVW<=2.5ton	Japan	-	-	-	-	3	-
	Korea	-			1	-	-	2	-	3	
	Other	-			-	-	1	1	-	2	
	2.5ton<GVW<=5.0ton	Japan		-	5	1	4	-	-	10	
		Korea		1	19	26	8	1	-	55	
		Other		-	-	-	2	2	-	4	
	5.0ton<GVW	Japan	4	11	3	-	2	-	20		
		Korea	3	72	207	39	12	-	333		
		Other	4	-	1	2	4	-	11		
	Unknown	Korea	-	1	-	-	-	-	1		
Truck	Gasoline and LPG	Engine<=660cc	Japan	89	131	61	22	3	-	306	
			Korea	-	6	18	3	-	-	27	
			Other	1	2	2	-	-	-	5	
		GVW<=1.7ton	Korea	-	1	1	-	-	-	2	
			Other	-	-	2	-	1	-	3	
			Japan	11	46	64	19	11	-	151	
		1.7ton<GVW<=2.5ton	Korea	1	55	70	17	1	-	144	
			Other	24	8	17	28	41	-	118	
			Japan	36	163	179	20	12	-	410	
		2.5ton<GVW<=5.0ton	Korea	2	67	114	19	-	-	202	
			Other	1,902	499	284	138	110	1	2,934	
			Unknown	Japan	-	-	-	2	-	-	2
	Unknown	Korea	-	1	3	-	-	-	4		
		Other	3	1	2	-	-	-	6		
		Indirect Injection Diesel	GVW<=1.7ton	Korea	-	-	1	-	-	-	1
	Other			-	-	-	-	1	-	1	
	Japan			18	96	99	7	8	-	228	
	Direct Injection Diesel	1.7ton<GVW<=2.5ton	Korea	5	519	887	187	11	-	1,609	
Other			5	1	4	21	28	-	59		
Japan			176	647	759	74	21	-	1,677		
2.5ton<GVW<=5.0ton		Korea	8	2,406	4,158	1,147	32	-	7,751		
		Other	38	27	35	73	91	-	264		
		Japan	293	723	906	74	55	1	2,052		
5.0ton<GVW		Korea	61	1,091	1,792	356	78	-	3,378		
		Other	955	462	271	518	1,513	1	3,720		
		Unknown	Japan	-	-	6	1	1	-	8	
Unknown		Korea	2	3	5	-	-	-	10		
		Other	-	-	1	2	22	-	25		
		Other	Japan	3	6	16	6	2	1	34	
Korea	1		-	3	1	1	-	6			
Other	14		2	7	9	25	-	57			
Total				6,308	32,647	65,975	13,497	5,207	7	123,641	

出典 一般車両用車検データベースを用いて、JICA プロジェクトチームが集計した

2 公共交通用車両

公共交通用車両の台数を表 3-4～表 3-7 に示す。

2009 年から 2011 年にかけて大きく変化しておらず、そのために排出係数も大きく変化していないと考えられることから、全てのケースにおいて、2011 年 10 月のデータを用いた。

表 3-4 製造年別台数（公共交通局管理下の中・大型ディーゼルバス）

製造年	台数	主な製造国	主な形式	エンジン	排ガス規制
1999	108	韓国	各種	各種	
2000	91				
2001	33				
2002	20				
2003	68	韓国	Hyundai Aero citi-540	D6AV	EURO-1
2004	76				
2005	69				
2006	5	韓国	不明	不明	
2009	401	韓国	Daewoo BS106	DE12	EURO-1
合計	871				

出典 2011 年 10 月時点の UB 市公共交通局からの情報を用いて、JICA プロジェクトチームが集計した

表 3-5 製造年別台数（公共交通局管理の大型トロリーバス）

製造年	台数
1987	1
2006	1
2007	1
2008	16
2009	24
2010	1
2011	4
合計	48

出典 2011 年 10 月時点の UB 市公共交通局からの情報を用いて、JICA プロジェクトチームが集計した

表 3-6 製造年別台数（公共交通局管理下のマイクロバス）

製造年	台数			主な製造国	主な形式	エンジン
	急行路線	補助路線	合計			
1999	97	119	216	韓国	Hyundai Grace (Diesel, 2000cc)が740台	L4
2000	123	91	214			
2001	90	100	190			
2002	104	61	165			
2003	78	37	115			
2004		2	2			
2006	1		1			
2007	1		1			
合計	494	410	904			

出典 2011年10月時点のUB市公共交通局からの情報を用いて、JICAプロジェクトチームが集計した

表 3-7 製造年別台数（公共交通局管理下のタクシー）

製造年	台数	主な製造国	主な形式	主なエンジン形式
2000	109	韓国	Hyundai Accent (Gasoline, 1600cc)	L4
2001	188			
2002	95			
2003	62			
2004	7			
2005	1			
2006	6			
2009	1			
2010	82			
合計	551			

出典 2011年10月時点のUB市公共交通局からの情報を用いて、JICAプロジェクトチームが集計した

注 2010年に購入された82台は、2010年のインベントリ計算には含めない。

3.1.1.2 排出係数（新車排ガス基準⁶別）

モンゴル国ではシャーシダイナモメータや車載型排気ガス測定器を用いた排出係数モデルが確立されていない。他国で作成された排出係数モデルを利用する。

広く使用されている排出係数モデルは3種類存在する。日本の排出係数モデル、EUのCOPERT、USAのMOVES2010bである。

表3-2に示す通り、日本の中古車が多い。そのため、日本、EU、USAの3つの基準のうち、日本の基準に適合した自動車が多くなり、日本の排出係数が適していると考えられる。日本の排出係数モデルの一部を表3-8に示す。詳細な表は表8-4から表8-10に示す。

⁶新車排ガス基準についての説明は、用語説明表を参照のこと

同排出係数表には SO₂ の排出係数が示されていない。同排出係数表の CO₂ の排出係数とガソリン中の炭素割合から燃料消費係数表を作成し、燃料消費係数とガソリン中の硫黄割合から SO₂ の排出係数を計算した。炭素割合および硫黄割合は、JICA プロジェクトで実施した燃料成分分析の炭素分と硫黄分のデータ（ガソリンは、A-80 と AI-92 と AI-95 の測定値の単純平均値）を用いて計算した。

その他の自動車の排出係数は、以下の通りとした。

- 1) 公共交通用車両のうち、中・大型のディーゼルバスは表 3-4 に示すとおり、EURO-1 基準のものがほとんどである。大型バスの EURO-1 基準が適用開始された年(1992 年)の日本の排出係数を適用した。
- 2) トロリーバスは電気で動き、大気汚染物質の排出量がほとんどないことから、排出係数をゼロとした。
- 3) ミクロバスは、表 3-6 に示す通り、Hyndai Grace (740 台) が主である。この機種は、日本三菱の 1986 年型デリカの技術で作られていることから、日本の 1986 年のディーゼル中型乗用車排出係数を適用した。
- 4) 表 3-9 に示す通り、韓国は、2000 年以降、日本・欧州・USA の排ガス基準をほぼ 1 年遅れて採用している。そのため、2000 年以降に製造された韓国製のタクシー及び一般車両の排出係数は、は日本と同じ排出係数を設定した。
- 5) 2000 年以前の韓国の排ガス基準は入手できなかった。1999 年以前に製造された韓国製のタクシーと一般車両の排出係数は日本の未規制車の排出係数を適用した。
- 6) 日本・韓国以外の自動車の排出係数は、2000 年以降は日本と同じ排出係数を、1999 年以前は日本の未規制車の排出係数を適用した。
- 7) 自動車検査において、排ガス濃度が高い自動車が少ない。日本の車検基準不合格(ガソリン車の場合、CO>1%あるいは HC>300ppm。ディーゼル車の場合、透過度>40%)に相当する自動車については、未規制車の 2 倍の排出係数・燃料消費率とした。

表 3-8 排出係数（新車排ガス基準別）の例

（トラック・バス、直噴式ディーゼル、EIW=10ton の場合）（単位：g/km）

排ガス規制年	旅行速度 (km/h)							
	5	10	15	20	30	40	50	60
Until 1985	2.006	1.430	1.238	1.142	1.047	0.999	0.970	0.951
From 1986	1.431	0.958	0.800	0.721	0.642	0.603	0.579	0.563
From 1994	1.090	0.764	0.655	0.601	0.547	0.519	0.503	0.492
From 1998	0.493	0.335	0.283	0.256	0.230	0.217	0.209	0.204
From 1999	0.493	0.335	0.283	0.256	0.230	0.217	0.209	0.204
From 2003	0.142	0.088	0.069	0.060	0.051	0.047	0.044	0.042
From 2005	0.044	0.025	0.018	0.015	0.012	0.010	0.009	0.009
From 2009	0.016	0.009	0.007	0.006	0.004	0.004	0.003	0.003
From 2010	0.016	0.009	0.007	0.006	0.004	0.004	0.003	0.003

出典 『自動車排出ガス原単位及び総量算定検討調査』（日本国環境省、2009 年 3 月）の数値表を用いて、JICA プロジェクトチームが計算した

表 3-9 韓国の排ガス規制

	Gasoline Vehicle	Diesel Vehicle
From 2007	ULEV ¹	EURO-4 ²
From 2009-09		EURO-5 ³
From 2012-07	SULEV ⁴	

	Gasoline Automobiles		Diesel Automobiles	
	NOx (g/km)	Hydrocarbons (g/km)	NOx (g/km)	Hydrocarbons (g/km)
Prior to 2002	0.25	0.16	6.0	0.15
Prior to 2006	0.19	0.056	5.0	0.1
Prior to 2008	0.031	0.025	3.5	0.02
Since 2009	Introduction of FAS		2.0	0.02

出典 韓国環境省

(http://eng.me.go.kr/content.do?method=moveContent&menuCode=pol_cha_air_pol_tra_enhancing)

注釈 1) ULEV USA で 2005 年から採用されている基準
2) EURO-4 EU で 2005 年から採用されている基準
3) EURO-5 EU で 2009 年から採用されている基準(一部の車種は 2010 年から採用)
4) SULEV USA の基準

3.1.1.3 モンゴルの状況

1 ガソリンと軽油に含まれる鉛と硫黄の影響

ガソリンと軽油に含まれる鉛と硫黄の情報を、表 3-10 に示す。

表 3-10 ガソリンと軽油の鉛と硫黄の濃度情報

				濃度	条件、出典等
ガソリン	鉛	日本	1975~	<0.002g/L	AI-90、国の規制
			1987~	<0.002g/L	AI-96、国の規制
		モンゴル	1987~	<=0.37g/L	AI93&AI95, MNS217:87
			2006~	<=0.01g/L	MNS217:2006
			2010.11	<0.002g/L	PETROVIS 社の試料
		硫黄	日本	~2004.12	<=100ppm
	~2005.1			<=10 ppm	製油会社の品質保証
	モンゴル		1987~	<=1,200 ppm	MNS217:87
			2006.12~	<=500 ppm	MNS217:2006
			2010.11	300ppm	A-80, PETROVIS 社の試料
				200ppm	AI-92, PETROVIS 社の試料
	100ppm	AI-95, PETROVIS 社の試料			
軽油	硫黄	日本	1953~	<=12,000ppm	国の規制
			1976~	<=5,000ppm	国の規制
			1992~	<=2,000ppm	国の規制
			1997~	<=500ppm	国の規制
			2003.4~	<=50ppm	製油会社の品質保証
			2005.1~	<=10ppm	製油会社の品質保証
		モンゴル	1984~	<=2,000ppm	MNS216:84
			2006.12~	<=2,000ppm	MNS216:2006
			2011.1	1,400ppm	PETROVIS 社の試料

出典 MNS、日本の基準、国立大学化学学部有機化学学科 (Dr. Prof. Dalantain MONKHOOBO)、市監査庁、CLEM、税関附属試験室で得た税関申告書付属分析書、石油輸入販売大手 (PETROVIS 社) の試験室で得た税関申告書付属分析書、石油製品分析の専門会社 (AMBER 社)、科技大機械工学部

鉛と硫黄の濃度は、以下の通り仮定した。

- 1) 2007年以降にモンゴルで販売されたガソリンは、すべて、MNS217:2006に適合していた。
- 2) 2007年以降にモンゴルで販売された軽油は、すべて、MNS217:2006に適合していた。
- 3) 2006年迄にモンゴルで販売されたガソリンは、すべて、MNS217:87に適合していた。
- 4) 2006年迄にモンゴルで販売された軽油は、すべて、MNS216:84に適合していた。

これらの仮定に加えて、表 3-10 の情報に基づき、PM, NO_x, CO と HC の排出係数への影響を以下の通り設定した。

- 1) MNS217:87 が有効であった時に登録されたガソリン自動車は、有鉛ガソリンにより、排ガス処理装置が劣化していると考えられる。2006年迄に輸入されたガソリン自動車には、日本で有鉛ガソリンが販売されていた 1974 年の排出係数を適用する。この条件に適合する自動車は 16,268 台存在した。

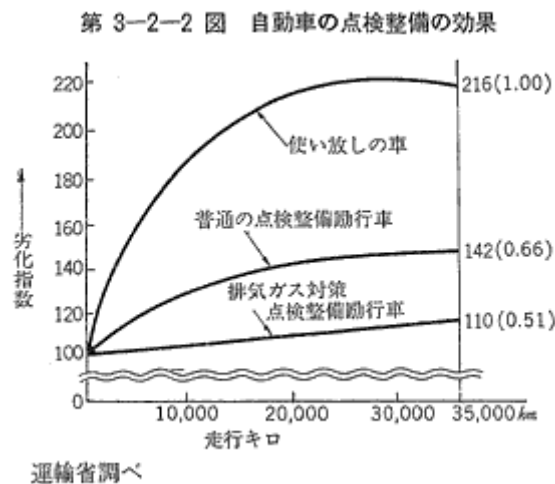
- 2) 現在モンゴルで販売されているガソリンは、2005 年以降の日本車が要求する硫黄濃度基準を超過していることから、排ガス処理装置が劣化していると考えられる。2005 年以降に製造され、有鉛ガソリンの影響を受けていないガソリン自動車（2007 年以降に輸入された自動車）には、2004 年の排出係数を適用する。この条件に適合する自動車は 3,256 台あった。
- 3) 現在モンゴルで販売されている軽油は、1997 年以降の日本車が要求する硫黄濃度基準を超過していることから、排ガス処理装置が劣化していると考えられる。1997 年以降に製造された日本車には、1996 年の日本車の排出係数を適用する。この条件に適合する自動車は 16,758 台存在した。
- 4) CO₂ と SO₂ の排出量は、排ガス処理装置等の影響をほとんど受けない。そのため、排ガス処理装置の劣化の影響を受けないと考えられる。以上 3 つの条件に適合する CO₂ と SO₂ の排出係数は、自動車の新車排ガス基準に応じた日本の排出係数をそのまま適用する。

2 冬の燃費悪化

冬季は、暖機運転に伴って、燃料消費量が増える。また、燃焼用空気の温度が低いことから熱効率が落ちる。燃料消費量が+32%が伸び、その影響で排出係数も増えると設定した。

3 自動車のメンテナンス

メンテナンスが不十分な自動車が多い。日本では、『排出ガス対策点検整備要領』に従わずに使用を続けた自動車は、点検整備を行った自動車と比較して、排気ガスに含まれる大気汚染物質が 96%多かったとの調査がある（図 3-1）。2 年以上前に輸入した経過した自動車について、排出係数を 96%増しに設定した。



出典 日本国公害白書、1969 年版

図 3-1 排出ガス対策点検整備要領に従わない車の劣化

3.1.1.4 等価慣性重量 (EIW)

走行時の重量が重い程、1 台あたりの大気汚染物質排出量も増える。日本の排ガス係数の場合、車輛総重量 (GVW) が 2.5 トン超（2005 年以降は GVW が 3.5 トン超）の自動車の排出係数の計算には、等価慣性重量 (EIW) のデータが必要である。

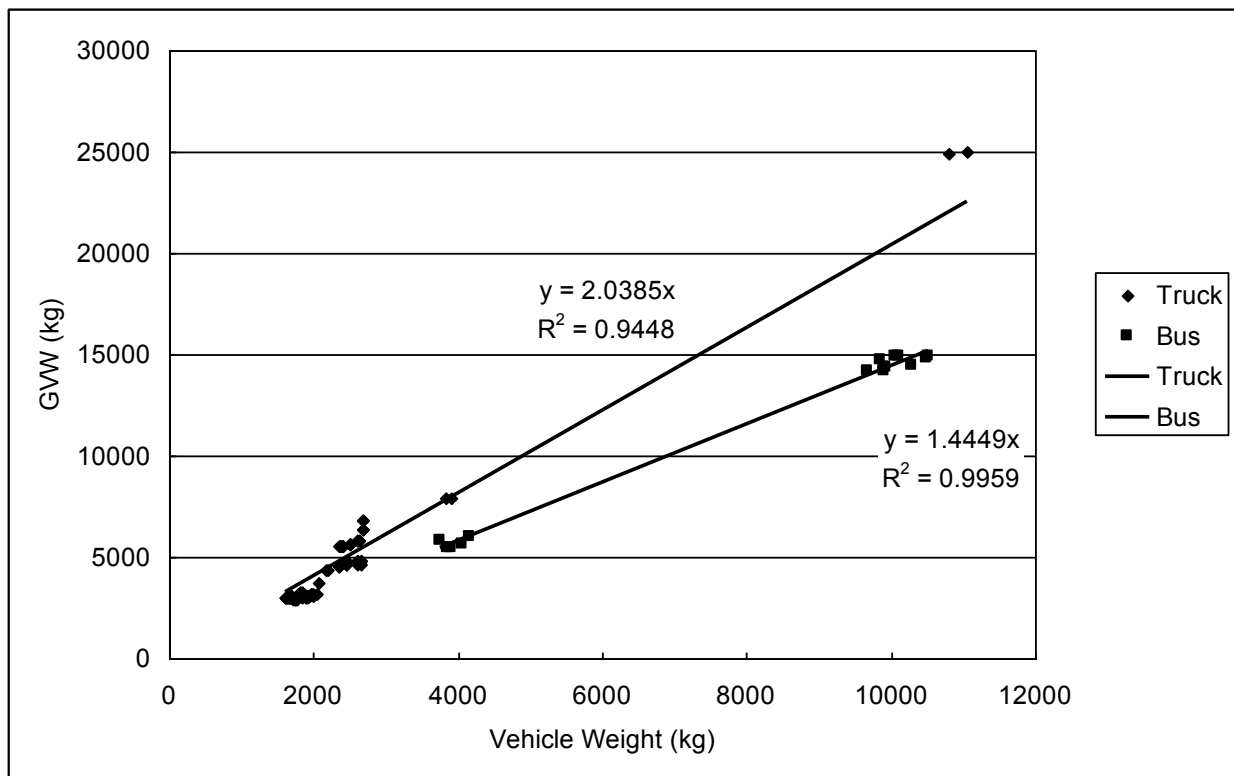
一般車両の自動車登録・車検データベース、および、UB 市公共交通局では、等価慣性重量 (EIW) のデータが十分には得られなかった。

そこで、GVW および EIW を以下の通り設定した。

- 1) 公共交通で使用される大型バスの GVW は、15,775kg とする⁷。
- 2) 公共交通で使用されるマイクロバスの GVW は、3,160kg とする⁸。
- 3) 一般車両は、カタログに記載された車両重量と GVW の値から以下の相関式を求めた。自動車登録・車検データベースの車両重量とこの相関式を用いて、1 台毎に GVW を推定した。
- 4) EIW は、積載率を 50%と仮定して、以下の式で計算した。

$$EIW = W + (GVW - W) * 0.5$$

EIW 等価慣性重量
 W 車両重量
 GVW 車輛総重量



出典 自動車製造業数社のトラックとミニバスとバスのカタログの数値表を用いて、JICA プロジェクトチームが計算した

図 3-2 車両重量と GVW の関係

⁷韓国製 Daewoo BS106 のオンラインカタログによる

(<http://www.daewoobus.co.kr/newsite/HTML/images/downloads/BS106.pdf>)

⁸公共交通局から提供された本体重量 2,500kg に、設計定員重量 (55kg x 12) を加えた。

3.1.1.5 走行距離比

1 一般車両

新車排ガス基準別に市内平均走行距離を推定するための情報は発見できなかった。そのため、一般車両の市内の平均走行距離は、新車排ガス基準によらず一定であると仮定した。

市内走行距離は1日平均 40km⁹、年間 300 日と設定した。その結果、1台あたりの年間市内走行距離は 12,000km となる。

2 公共車両

大型バスの年間累計走行距離は、1年間で 65,627,024.5km¹⁰である。大型バス 857 台で運用していることから、1台あたりの年間平均走行距離は、76,578km である。

マイクロバスの補助路線走行距離は、1年間で 23,410,336.75km¹¹である。補助路線は 410 台で運用していることから、1台あたりの年間平均走行距離は 57,098km である。

マイクロバスのエクスプレス路線の走行距離は、得られなかった。1台あたりの年間平均走行距離は補助路線と同じであると設定した。

タクシーは、1台あたりの日平均走行距離が 200~210km 程度¹²であることから、1台あたりの年間平均走行距離は 73,000km と設定した。

3.1.1.6 排出係数（走行量の車種別）

新車排ガス基準別排出係数の利用に必要な情報が不十分な自動車除き、全ての自動車について、排出係数（新車排ガス基準別）、モンゴルの状況の影響、EIW から、1台毎に、旅行速度別排出係数を計算し、交通量調査の車種区分(表 3-13)別に走行距離比で加重平均した。

$$EF_i(v) = \frac{\sum_{j=1}^{N_i} EF_{ij}(v) \cdot d_{ij}}{\sum_{j=1}^{N_i} d_{ij}}$$

$EF_i(v)$ 車種 i の旅行速度 v における排出係数(g/km)

N_i 車種 i の車検台数

$EF_{ij}(v)$ 車種 i の j 番目の車検合格車の旅行速度 v における排出係数(g/km)

d_{ij} 車種 i の j 番目の車検合格車の年間走行距離(km/year)

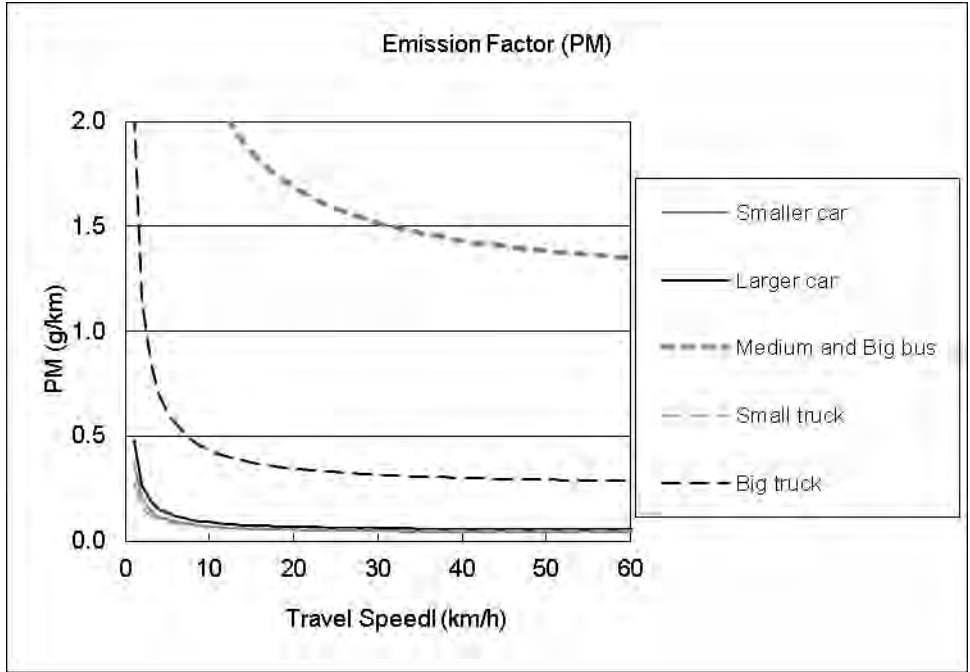
更新 2 (2011/3 ~ 2012/2) の条件での計算結果を図 3-3 ~ 図 3-8 に示す。

⁹ 本プロジェクトでのヒヤリングに基づく

¹⁰ 市公共交通局の 2011 年 10 月の運行計画表に加えて、入出庫時に 20km/日走行すると仮定して計算した

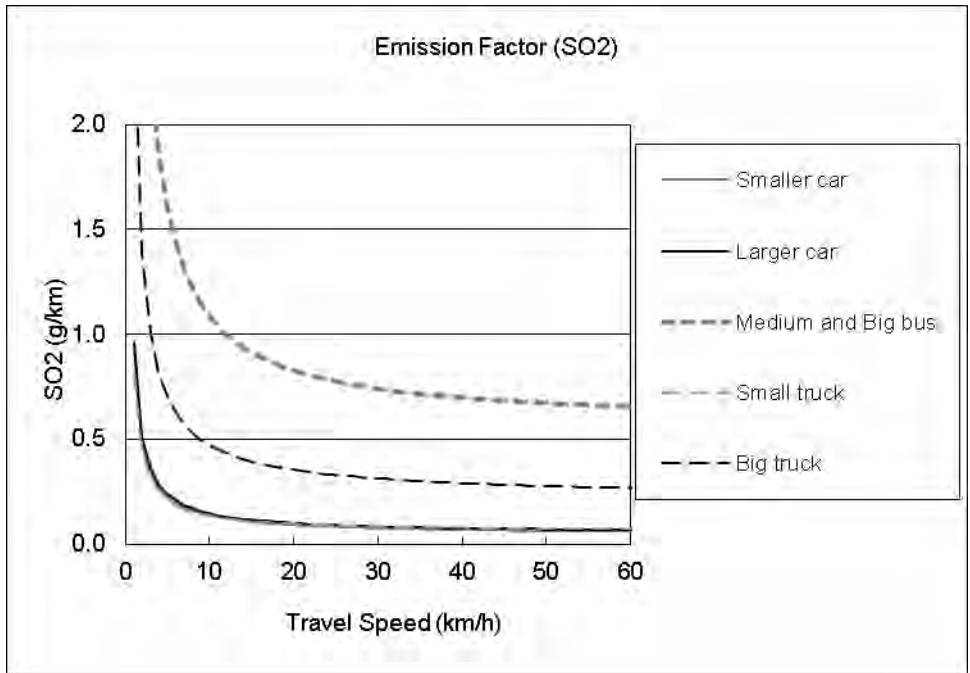
¹¹ 同上

¹² 同上



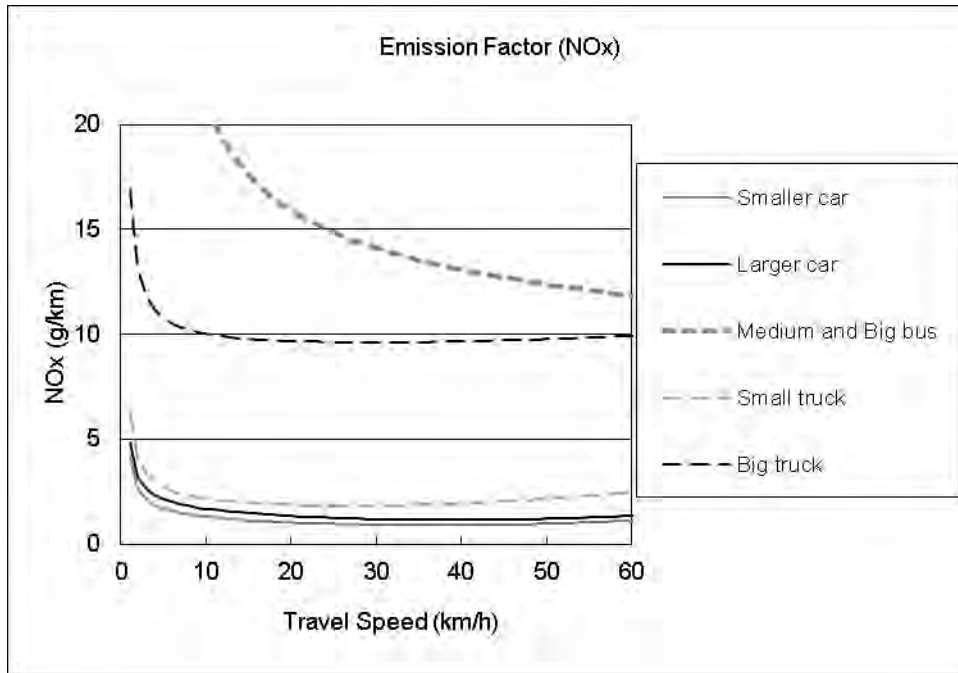
出典 JICA プロジェクトチーム

図 3-3 排出係数（走行量の車種別）（PM）



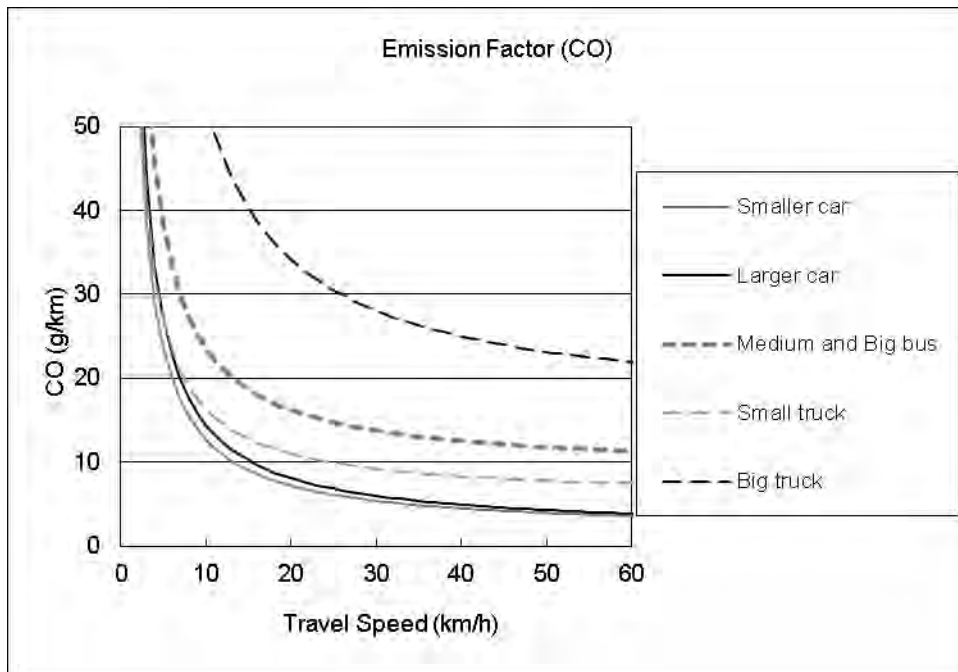
出典 JICA プロジェクトチーム

図 3-4 排出係数（走行量の車種別）（SO₂）



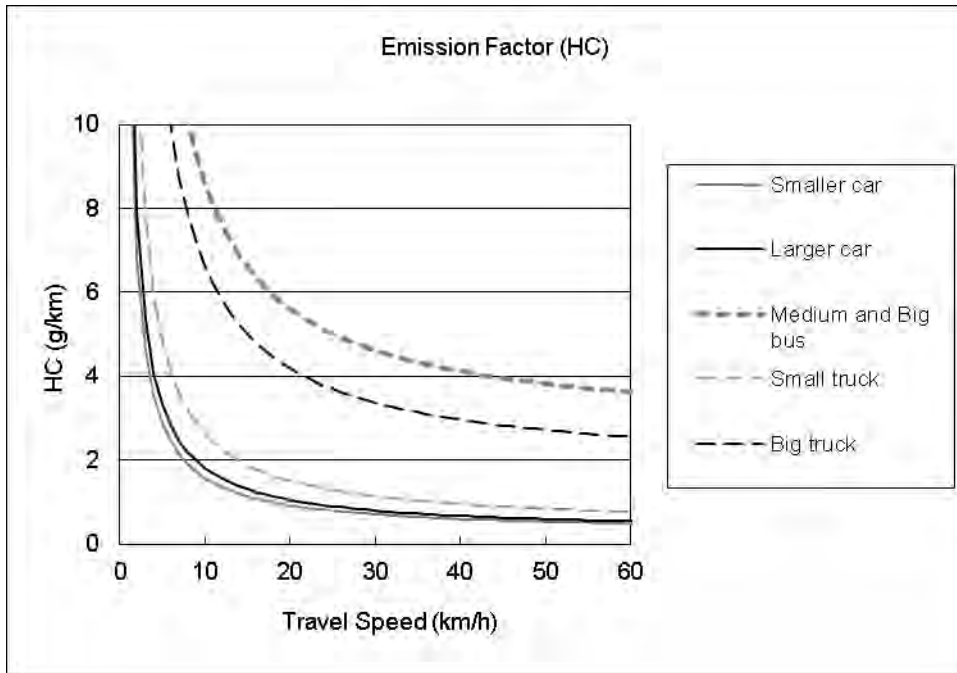
出典 JICA プロジェクトチーム

図 3-5 排出係数（走行量の車種別）（NOx）



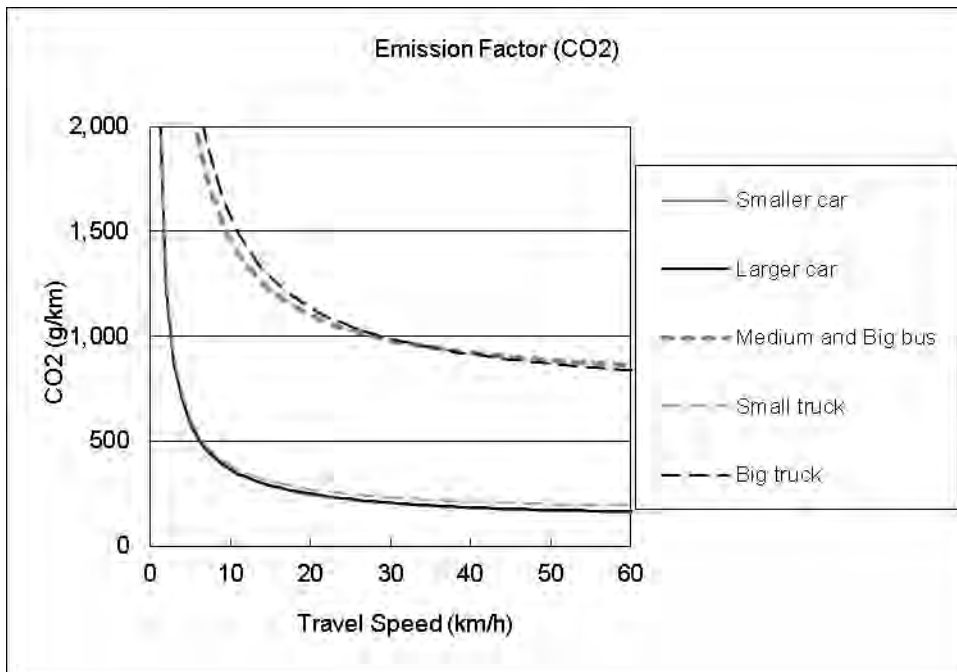
出典 JICA プロジェクトチーム

図 3-6 排出係数（走行量の車種別）（CO）



出典 JICA プロジェクトチーム

図 3-7 排出係数（走行量の車種別）（HC）



出典 JICA プロジェクトチーム

図 3-8 排出係数（走行量の車種別）（CO₂）

3.1.2 最小ケース

最小ケースでは、専門家判断ケースと比較して、以下の通り設定を変更した。

- 1) 1999 年以前に製造された日本製以外の自動車も、日本車と同じ新車排ガス基準で製造されていると仮定した。
- 2) 輸入後 2 年以上を経過した自動車の排出係数が、それ未満の自動車の排出係数と同じであると仮定した。

3.1.3 最大ケース

最大ケースでは、専門家判断ケースと比較して、以下の通り設定を変更した。

- 1) 1 年以上前に輸入した自動車について、排出係数を 96%増しに設定した。

3.1.4 2011 年の政策効果

表 3-11 は、2012/1/3 付の AQDCC 年報に示された 2011 年の政策とその想定効果を示している。

政策効果を推定するための情報収集を試みたが、AQDCC、きれいな空気基金、首都の大気汚染低減委員会、市公共交通局、車検場、モンゴル科学技術大学等からは、十分な情報が得られなかった。そのため、排出係数への効果は、専門家判断に基づいて表 3-11 の通り推定し、排出係数を計算した。

表 3-11 2011 年に実施された政策とその想定効果

2011 年の政策	想定効果
<p>大気支払法に基づく 2011 年 3 月 15 日付の第 A/63/67 号令により、排気量に応じた税金が追加された。1 台あたり年間 1800～9500 トウグルグ。</p>	<p>エンジン排気量に応じて定められているが、ガソリン 1～5L 程度の金額である。</p> <p>大気汚染物質の排出量が少ない新しい新車排ガス基準の自動車に買い換えたり、大気汚染物質の排出量が減るように自動車を調整したり、燃費がよくなるように自動車を調整したりしても、税額は変化しない。</p> <p>以上のことから、大気汚染物質の排出量を削減するための消費者行動はほとんど期待できないと考えられる。</p>
<p>エタノール (80,000L) を用いてバイオエタノール入りガソリン (535,000L) を供給する契約を結んだ。</p>	<p>供給が始まっていなかったことから、2011 年は、効果は発生していなかった。</p> <p>2009 年 UB 税関通関量の 0.2%程度であることから、2012 年も、大気汚染物質の排出量の変化は誤差の範囲であると考えられる。</p> <p>ただし、エタノールの混合比率が 15%程度であることから、内燃機関の圧縮比や燃料への点火システムなどを調整しないと十分な性能が得られない可能性がある。また、NOx の排出量が増える可能性がある、すなわち、大気汚染を増やす可能性がある指摘されている。量を増やす計画がある場合、NOx の排出係数への影響を調査しなければならない。</p> <p>バイオエタノールはカーボンニュートラルであることから、使用したバイオエタノールの量に応じて、地球温暖化ガスの排出削減効果が得られる。</p>
<p>廃植物油を精製し、混合率約 10%のバイオディーゼルを 20,000L 供給する契約を結んだ。</p>	<p>供給が始まっていなかったことから、2011 年は、効果は発生していなかった。</p> <p>供給能力は、市バス 1 台 300 日分、或いは、市バスが 1 日に必要とする燃料の半分以下であることから、2012 年も、大気汚染物質の排出量の変化は誤差の範囲であると考えられる。</p> <p>廃植物油はカーボンニュートラルであることから、地球温暖化対策としての意義がある。</p>
<p>Tur Tel Com 社が納入した軽油と LPG の 2 種類の燃料が使用できるエンジンを 400 台のバスに設置する契約を結んだ。</p>	<p>2011 年末の時点では、まだほとんど設置されていなかった。2011 年は、このエンジンが使用されていなかったとして計算できる。</p> <p>2012.5 に、最初の 1 台の運行テストが開始された。試験的調査では、CO と NOx の排出量が増えていることから、大気汚染を増やす可能性がある。</p> <p>2012 年の移動発生源インベントリ構築のためには、排出係数を推定するための情報が必要である。</p>
<p>2011 年末の時点で、3000 台の LPG 車が走行している。</p>	<p>LPG 車は、日本の排出係数モデルでは、ガソリン車と同じと見なされている。</p> <p>排ガス測定データが、排出係数モデルを構築可能な程度に十分蓄積した場合は、LPG 車の排出係数モデルを構築し、LPG 車の影響を計算に入れることができる。</p>
<p>路上で、80 台の自動車に対して排ガス検査を実施し、20 台</p>	<p>2009 年の車検で一度は不合格であった自動車の台数の 0.1%以下である。そのため、大気汚染物質の排出量の変化は誤差の範囲で</p>

の自動車について使用を一時的に制限した。	ある。
SHP-600 装置を 1500 台のディーゼル車に設置した。	<p>2011 年末頃迄設置されていなかったことから、2011 年の排出量計算は、この装置がほぼ使用されていなかったとして計算できる。</p> <p>環境省のレター2/679 号 (2007.3.7 付)では、ディーゼルエンジンの汚染物質排出削減の理由と効果が、日本で自動車排気ガス対策の専門家に知られている知識と矛盾している。2012 年の移動発生源インベントリ構築のためには、排出係数を推定するための情報が必要である。</p>

出典 2012/1/3 付の AQDCC 年報に基づき、JICA プロジェクトチームが想定効果を追記。

3.2 主要道路の自動車走行量

UB では、定期的な交通量調査および交通量配分計算は実施されていない¹³。交通量調査を実施し、自動車走行量を推定した。

3.2.1 道路ネットワーク

UB 市の燃料消費量の 8 割程度以上が主要道路の交通量で消費される程度に、交通量が多い道路を選定した。その結果、図 3-9 において、太線で示した道路を主要道路とした。

3.2.2 自動車交通量調査

本プロジェクトで実施した交通量調査の概要¹⁴を、表 3-12、表 3-13 および図 3-9 に示す。自動車利用状況が大きく変わることから、冬と冬以外、平日と休日の 4 類型とした。

1 年間の日数が多い平日の方が排出量に大きく影響する。また、冬の調査は寒く危険である。そのため、『冬以外・平日』に多数の地点で調査を実施し、『冬以外・週末』『冬・平日』の調査地点数を減らした。調査をしていない地点・調査をしていない日の交通量は推定する。

交通量調査を実施した地点を、図 3-9 に示す。

交通量調査結果の例を、表 3-14 に示す。

表 3-12 交通量調査の概要

	冬以外・平日	冬以外・週末	冬・平日
調査開始日時	2010/10/7 (木) 07:00	2010/10/9 (土) 07:00	2010/11/24 (水) 07:00
調査終了日時	2010/10/8 (金) 07:00	2010/10/10 (日) 07:00	2010/11/25 (木) 07:00
24 時間調査地点数	25	10	10
16 時間調査地点数	10	0	5

出典 JICA プロジェクトチーム

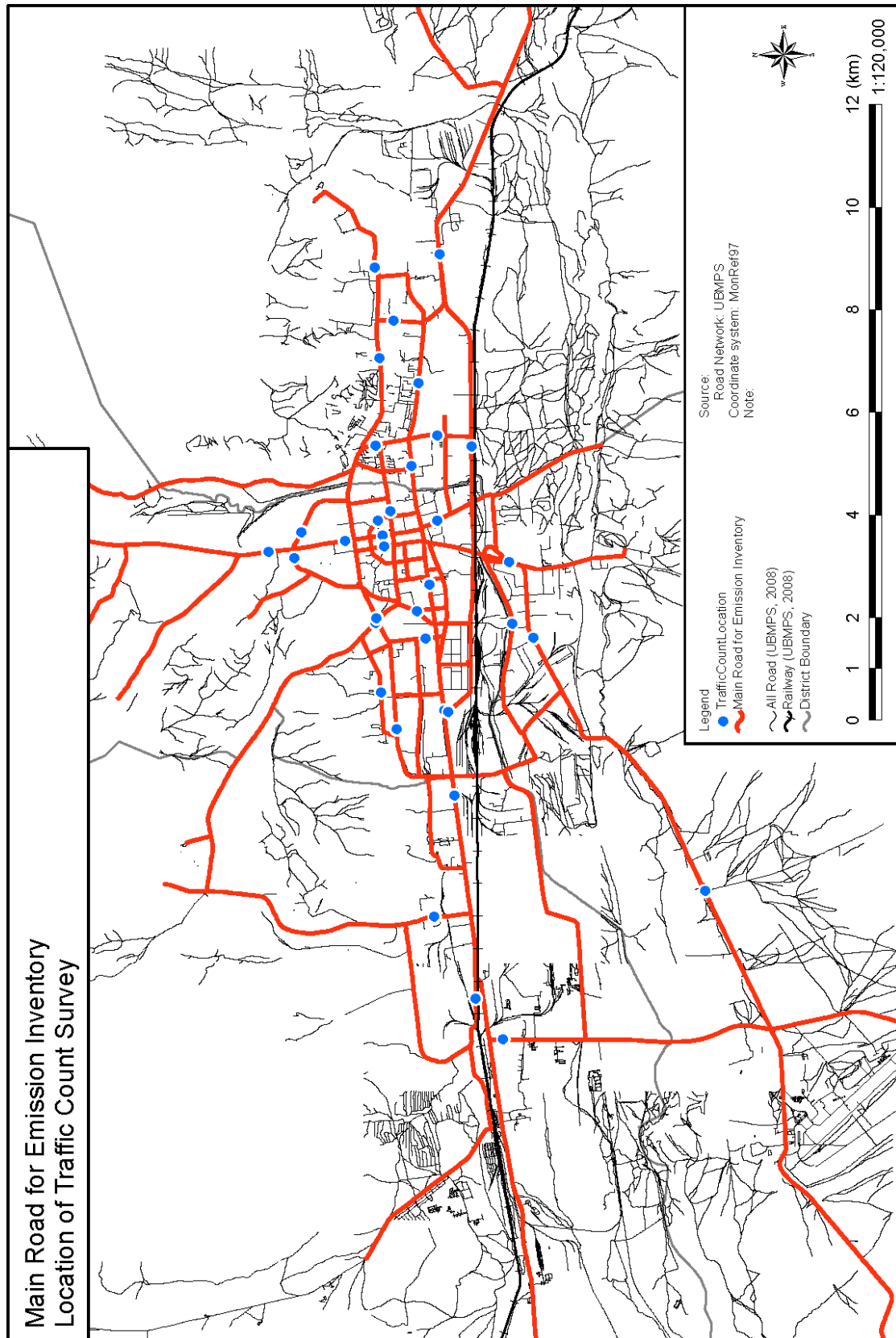
¹³ AQDCC、ウランバートル市道路局、ウランバートル市都市計画局でのヒヤリングに基づく

¹⁴ 詳細は、交通量・旅行速度調査報告書を参照のこと

表 3-13 車種区分

車種コード	車種
1	小型乗用車（セダン等）
2	大型乗用車（ランドクルーザー、ワゴン、マイクロバス等）
3	トロリーバス
4	中型・大型バス（トロリーバスを除く）
5	小型トラック
6	大型トラック
7	その他

出典 JICA プロジェクトチーム



出典 JICA プロジェクトチーム

図 3-9 選定した主要道路および交通量調査位置

表 3-14 交通量調査結果の例（秋・平日・ノミンデパート前西行）

時刻	車種コード							合計
	1	2	3	4	5	6	7	
07:00 - 08:00	230	84	8	42	6	0	0	370
08:00 - 09:00	784	354	16	72	2	0	4	1,232
09:00 - 10:00	1,044	342	8	72	4	0	2	1,472
10:00 - 11:00	966	422	10	64	14	0	2	1,478
11:00 - 12:00	1,132	514	16	116	12	0	0	1,790
12:00 - 13:00	1,218	564	8	76	18	2	4	1,890
13:00 - 14:00	1,176	544	14	94	10	0	6	1,844
14:00 - 15:00	1,158	526	12	102	14	0	4	1,816
15:00 - 16:00	1,244	466	12	82	18	0	6	1,828
16:00 - 17:00	1,102	392	8	106	10	0	2	1,620
17:00 - 18:00	1,264	514	6	98	14	2	6	1,904
18:00 - 19:00	1,140	460	4	66	6	2	4	1,682
19:00 - 20:00	1,266	514	4	68	0	0	0	1,852
20:00 - 21:00	1,386	538	8	84	2	0	0	2,018
21:00 - 22:00	1,166	310	8	64	8	2	2	1,560
22:00 - 23:00	970	240	4	12	8	2	4	1,240
23:00 - 00:00	856	174	2	4	4	0	0	1,040
00:00 - 01:00	734	122	0	2	0	2	0	860
01:00 - 02:00	386	54	0	0	0	0	0	440
02:00 - 03:00	382	60	0	0	0	2	0	444
03:00 - 04:00	254	42	0	0	2	0	0	298
04:00 - 05:00	152	26	0	0	0	2	2	182
05:00 - 06:00	132	10	0	0	2	0	0	144
06:00 - 07:00	120	40	0	0	6	0	0	166
合計	20,262	7,312	148	1224	160	16	48	29,170

注 交通量調査は、毎正時から30分間数え、残りの30分間は休憩時間とした。この表の値は、30分間の値を2倍し、1時間あたりの台数に換算したものである。

出典 JICA プロジェクトチーム

3.2.3 自動車交通量推定

3.2.3.1 2010年の交通量

交通量調査を実施していない時間帯、季節、曜日の交通量は、以下の方法で推定した。

- 1) 24時間調査を実施した地点の交通量データを用いて、市中心部、郊外、中心部と郊外との3区分毎に、平日/休日交通量比、秋の平日/冬の平日交通量比、秋の平日の時刻別交通量比、秋の休日の時刻別交通量比、を計算した。
- 2) 交通量調査を実施した地点の、交通量調査を実施していない時間帯、季節、曜日の交通量を、前項の比を使用して計算した。

- 3) 交通量調査を実施していない区間は、近隣の道路の自動車交通量に対する割合を設定し、計算した。

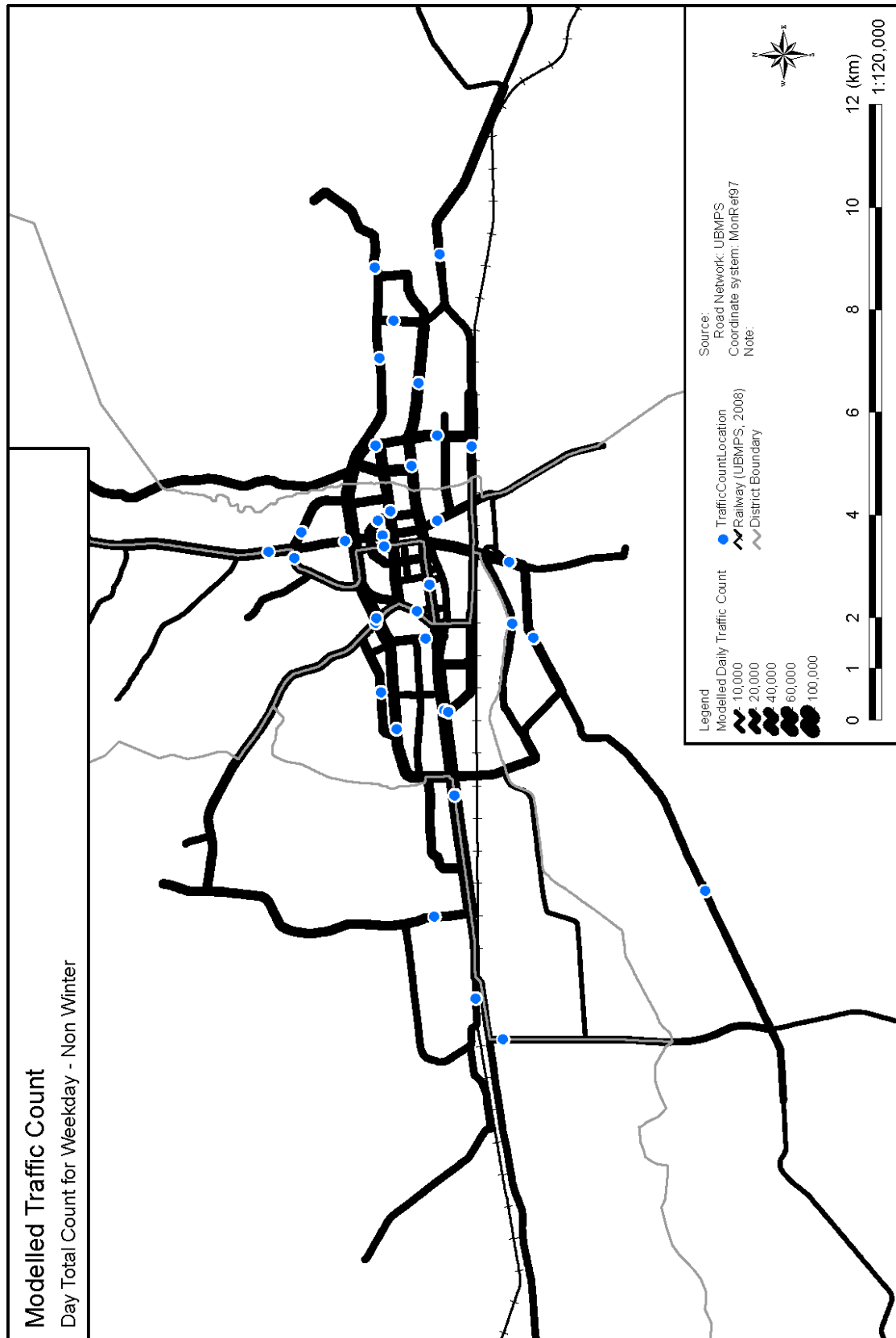
推定結果の概要を、表 3-15 と図 3-10 に示す。

表 3-15 交通量調査を実施した地点の交通量 (24 時間合計値)

リンク番号	冬以外		冬	
	平日	週末	平日	週末
1	46,184	37,334	47,045	38,038
2	21,494	19,986	18,770	17,631
3	21,456	22,500	18,538	22,019
4	25,233	24,231	22,581	21,830
5	23,209	19,331	23,591	19,651
6	33,206	27,254	30,469	24,858
7	31,760	30,578	16,162	15,770
8	20,565	16,984	19,679	16,273
9	37,126	20,434	35,956	19,623
10	32,524	26,442	36,326	29,671
11	15,951	12,897	15,815	12,791
12	13,237	10,851	12,756	10,479
13	64,442	64,164	71,560	72,456
14	17,552	14,225	17,661	14,328
15	20,342	18,864	20,576	19,615
16	51,542	49,061	46,785	44,913
17	78,702	75,195	71,405	68,473
18	34,142	32,512	30,813	29,569
19	33,208	25,484	29,814	24,603
20	22,830	19,428	22,659	19,419
21	21,170	18,092	21,137	18,197
22	17,696	12,580	16,826	12,068
23	39,042	35,752	38,568	35,797
24	39,150	33,849	39,037	33,966
25	61,944	59,082	56,655	54,349
26	49,018	42,111	48,695	42,082
27	45,944	38,891	46,652	39,418
28	45,220	43,218	41,224	39,812
29	48,204	41,064	44,420	38,439
30	25,212	23,935	22,896	21,912
31	45,496	45,544	49,348	49,670
32	17,154	15,735	16,075	14,847
33	41,854	35,060	41,661	35,158
34	37,839	36,293	33,508	32,478
35	27,490	25,719	24,257	22,888

注 灰色で示した数値は、夜間等の交通量を推定して計算した値であって、実際に数えた交通量ではない。

出典 JICA プロジェクトチーム



出典 JICA プロジェクトチーム

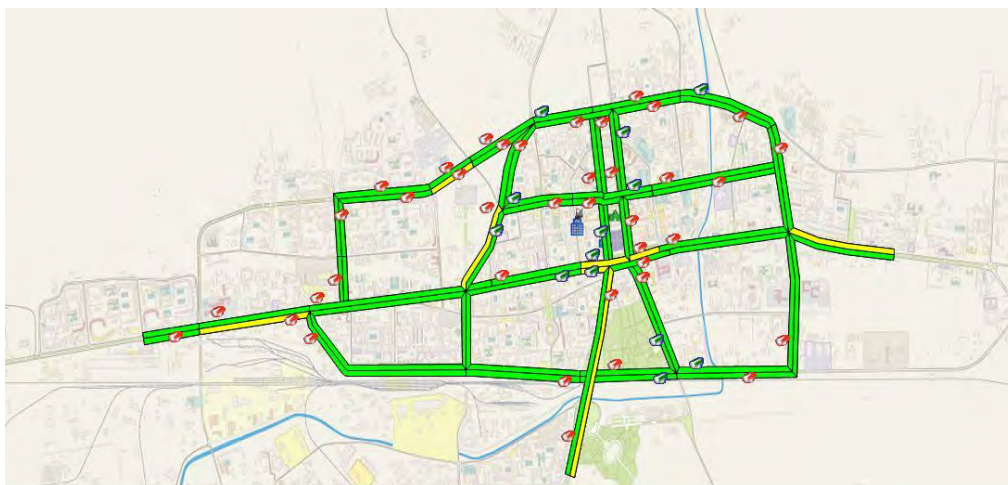
図 3-10 交通量分布図の例（冬以外・平日・24時間合計値の場合、一部推計値を含む）

3.2.3.2 2011 年の交通量

2011 年の交通量は、2011 年に何カ所かで交通量を測定し、2010 年の各地点の交通量データに変化率を乗じて計算した。

2010 年から 2011 年への変化率は、2011 年に交通量調査 2010 年と同じ条件の 3 日間、各 5 地点で調査し、各地点の 2010 年の交通量と比較して計算する計画を立てた。プロジェクトの人的制約のため、2 日間 1 地点に削減して実施した。交通量調査は正しく実施されたものの、付近の建設工事と道路工事等のため、市全体の交通量の変化率としての代表性に欠けることから、変化率には使用していない。

一方、ウランバートル市には市交通管制センターが設立され、図 3-11 に示された 52 台の VDS によって、交通量が測定されている。



出典 市交通管制センター

注 ビデオカメラのアイコンが VDS 設置地点を示す。

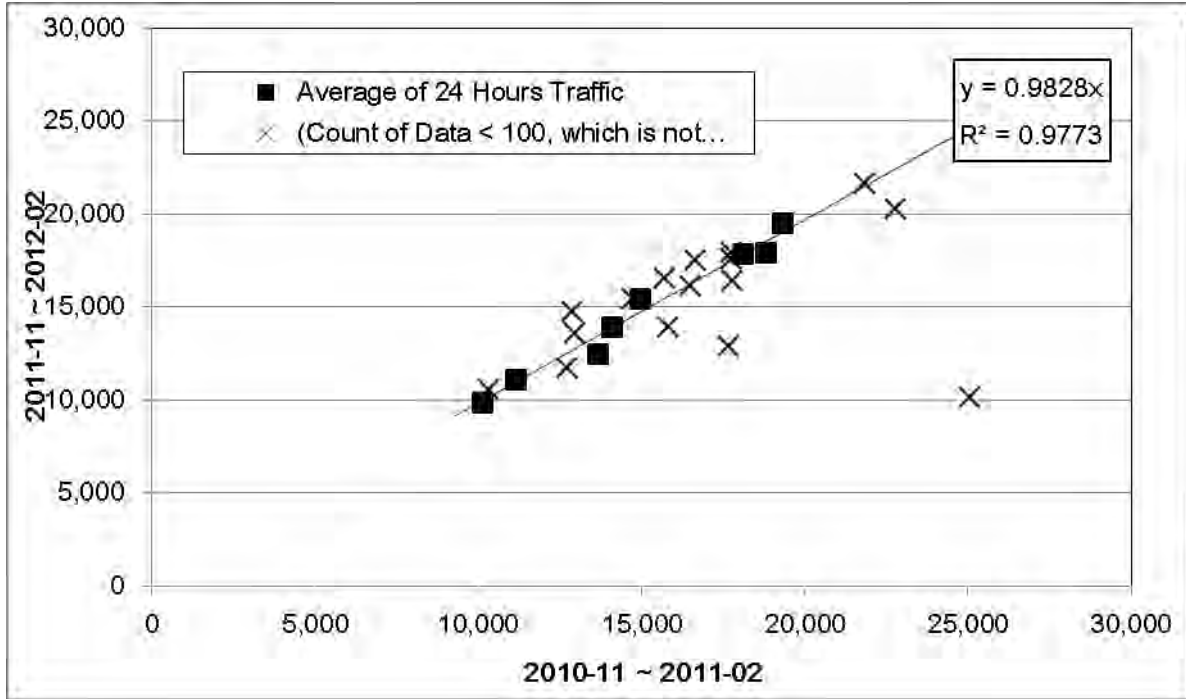
図 3-11 VDS 設置地点

市交通管制センターから、VDS の毎時交通量データを全て入手した¹⁵。交通量データが多数残っている¹⁶8 地点のデータを用いて、交通量変化率を計算¹⁷し、98.28%という値を得た。

¹⁵ 市交通管制センターのウェブサイト <http://www.its.mn/RoadStatisticsInfo.do> では交通量を表示させることができる。しかし、このウェブサイトに表示される交通量は小さく、VDS の交通量データと異なる。VDS の毎時交通量データは、市交通管制センターから直接入手する必要がある。

¹⁶ シミュレーションの期間である 2010 年 11 月～2011 年 2 月と、2011 年 11 月～2012 年 1 月のそれぞれにおいて 100 日以上データが記録されている全 8 地点のデータを使用した。

¹⁷ VDS は車線を守っていない自動車を正しくカウントできないという欠点があるため、移動発生源インベントリの交通量データとしては補正が必要である。2010 年も 2011 年も車線を守っていない自動車の割合が同じであると仮定して、変化率を計算した。



出典 市交通管制センターのVDSの数値を用いて、JICAプロジェクトチームが作成

図 3-12 2010 年と 2011 年の冬の交通量の比較

3.2.4 自動車走行量

季節と曜日について表 3-16 の通り類型化し、下記の式に基づいて自動車走行量を計算した。

$$t.v. = \sum_{d=1}^{Nd} \sum_{h=1}^{24} \sum_{L=1}^{N_L} \sum_{vt=1}^{Nvt} cnt_{dhLvt} \cdot len_L$$

- t.v. 走行量
- d 日付
- Nd 1 年間の日数
- h 時刻
- L リンク
- N_L リンク数
- vt 車種
- Nvt 車種数
- cnt_{dhLvt} 日付別時刻別リンク別車種別交通量
- len_L リンク長(km)

年間合計走行量を表 3-17 に示す。

表 3-16 自動車交通量に関する月と曜日の類型化

月	曜日	類型化
11月～3月	月曜日～金曜日	冬の平日の自動車交通量と同じであると設定
	土曜日～日曜日	冬の週末の自動車交通量と同じであると設定
4月～10月	月曜日～金曜日	秋の平日の自動車交通量と同じであると設定
	土曜日～日曜日	秋の週末の自動車交通量と同じであると設定

出典 JICA プロジェクトチーム

表 3-17 自動車走行量（車種別、年間合計）

車種コード	走行量（百万台・km/年）	
	2010	2011
1	1,132	1,112
2	406	399
3	2	2
4	57	56
5	98	96
6	42	41
7	2	2
合計	1,737	1707

出典 JICA プロジェクトチーム

注 走行量の単位については、用語説明表を参照のこと。

3.3 旅行速度

3.3.1 旅行速度モデル

UB では、定期的な旅行速度調査は実施されていない。旅行速度調査を実施し、旅行速度モデルを作成した。

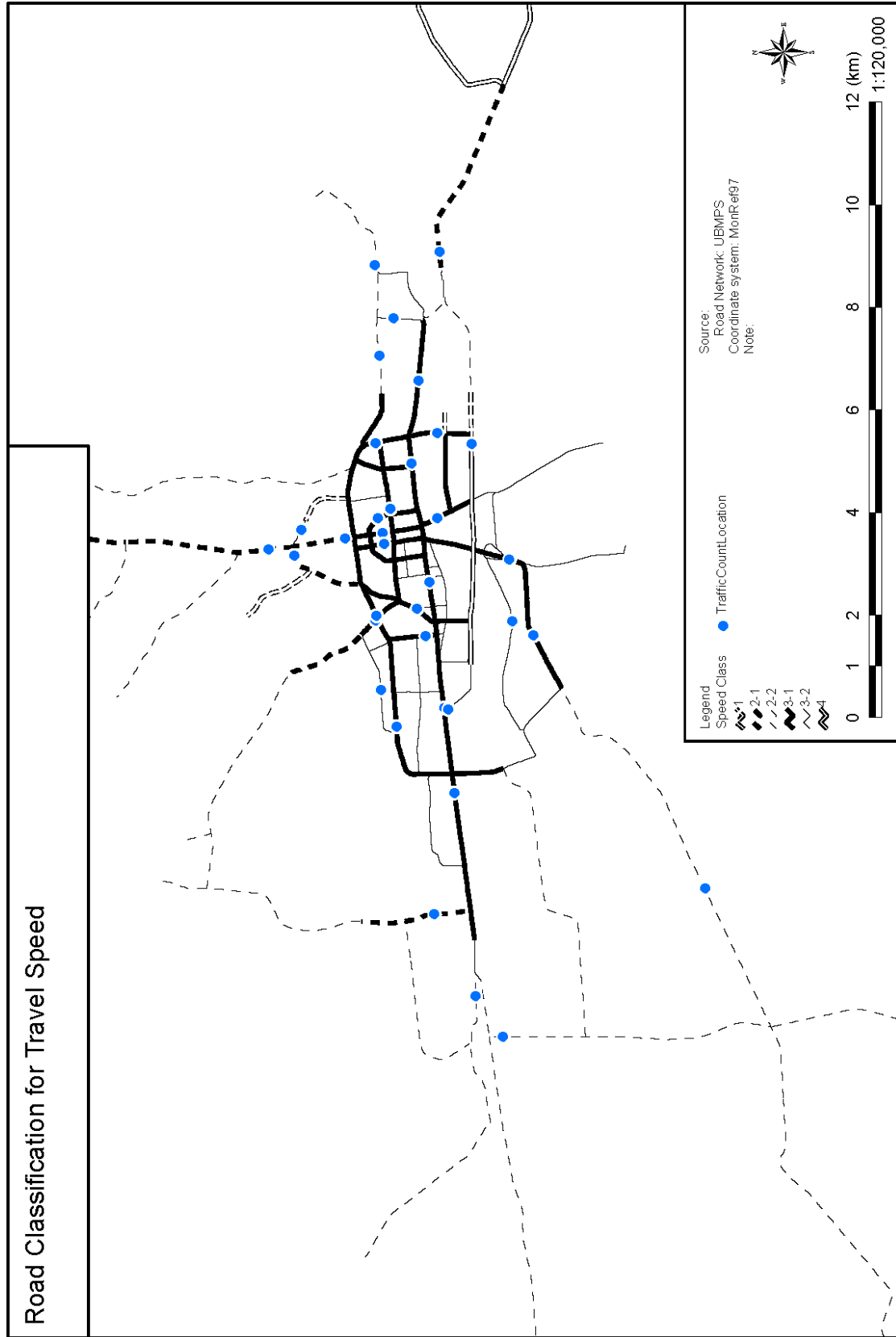
旅行速度モデルの概要を表 3-18 および図 3-13 に示す。

表 3-18 旅行速度モデルの概要

道路区分	説明
1	日中、極端に渋滞する道路（ナラントール市場南側のナルニーザム、ゾーンアイルの建築材料市場の道路、等）
2-1	ゲル地区内の道路、4車線以上
2-2	ゲル地区内の道路、4車線未満
3-1	ゲル地区以外の道路、4車線以上
3-2	ゲル地区以外の道路、4車線未満
4	混雑していない時間帯に、速く走行できる道路（ナルニーザム等）

月	曜日	類型化
11月～3月	月曜日～金曜日	冬の平日
	土曜日～日曜日	冬の週末
4月～10月	月曜日～金曜日	秋の平日
	土曜日～日曜日	秋の週末
時間帯	時刻	調査時刻
朝	7:00～10:00	7:30～9:30
日中	10:00～17:00	12:30～14:30
夕方	17:00～20:00	18:00～20:00
深夜	20:00～7:00	22:00～24:00

出典 JICAプロジェクトチーム



出典 交通量・旅行速度調査報告書（JICAプロジェクトチーム、2010）を元に、JICAプロジェクトチームが作図

図 3-13 旅行速度道路区分

3.3.2 旅行速度調査

旅行速度モデルの入力データを得るため、本プロジェクトにおいて旅行速度調査を実施した。その概要を、表 3-19 および図 3-14 に示す。

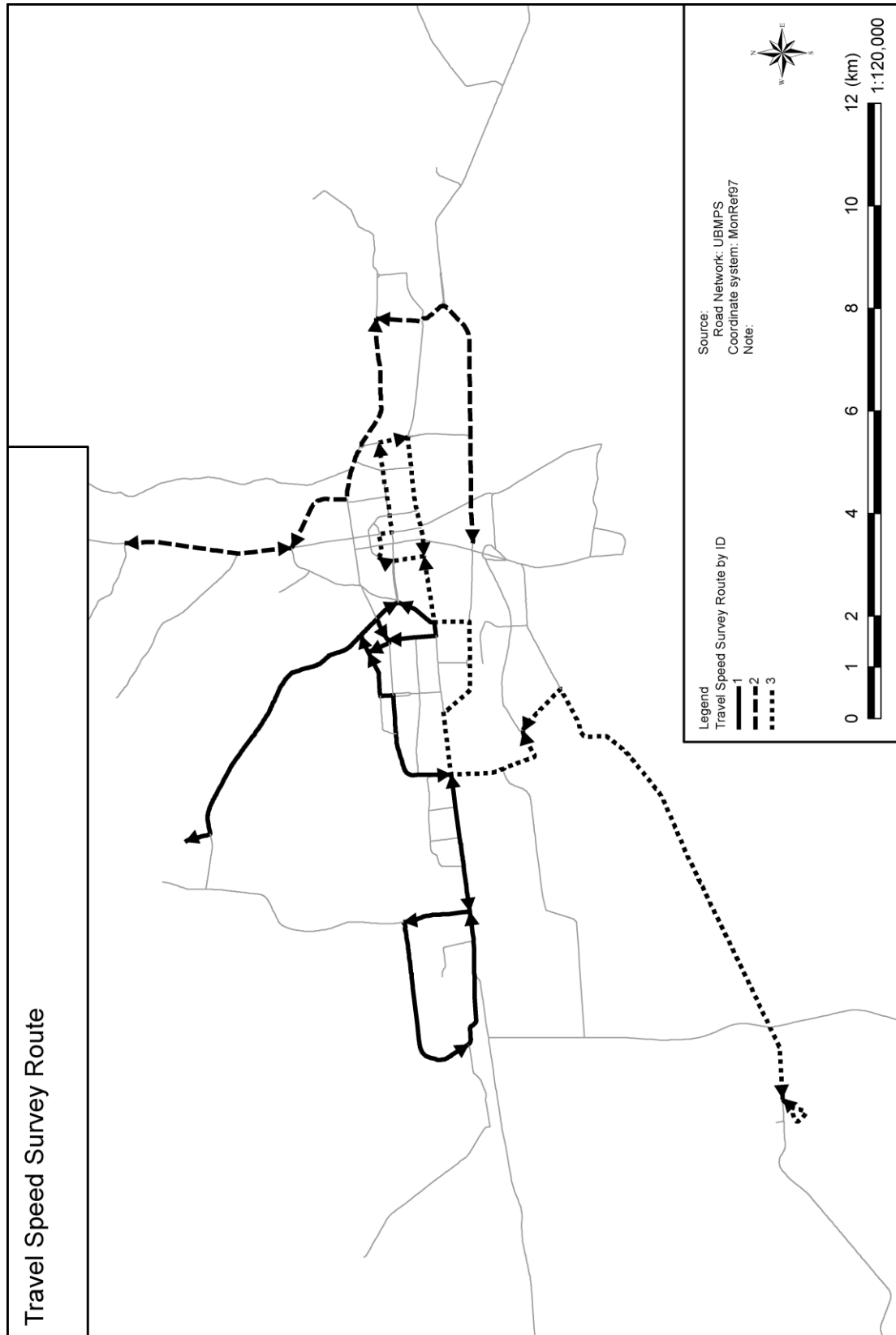
交通量調査と同様、『冬以外・平日』『冬以外・休日』『冬・平日』の3日間で測定を実施した。

表 3-19 旅行速度調査実施概要

	冬以外・平日	冬以外・休日	冬・平日
調査開始日時	2010/10/7 (木) 07:30	2010/10/9 (土) 07:30	2010/11/24 (水) 07:30
調査終了日時	2010/10/8 (金) 00:00	2010/10/10 (日) 00:00	2010/11/25 (木) 00:00
ルート数	3	3	3
1日の走行回数	各ルート4回以上	各ルート4回以上	各ルート4回以上
延べ時間	24時間	24時間	24時間
延べ走行距離	203 km	437 km	511 km

出典 交通量・旅行速度調査報告書 (JICA プロジェクトチーム、2010) を元に、JICA プロジェクトチームが作成

図 3-14 旅行速度調査コース



出典 交通量・旅行速度調査報告書（JICA プロジェクトチーム、2010）を元に、JICA プロジェクトチームが作図

3.3.3 旅行速度の計算

旅行速度測定データを、道路区分・時間帯・測定日毎に、加重平均した。

$$V_{rtd} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{irtd}} len_i}{\sum_{i=1}^{N_{irtd}} t_i}$$

V_{rtd} 道路区分別時間帯別測定日別旅行速度

i リンク番号

N_{irtd} 道路区分別時間帯別測定日別の旅行速度調査リンク数

len_i リンク長

t_i リンクの走行に要した時間

双方向の旅行速度を調査したリンクは、遅い方向の旅行速度の値を使用した。

旅行速度調査を実施していない『冬・休日』の旅行速度は、『冬以外・休日』と同じであると設定した。

以上の計算の結果、旅行速度を表 3-20 に示す通り、設定した。

表 3-20 旅行速度 (km/h)

道路区分	時間帯	冬以外・平日	冬以外・休日	冬・平日	冬・休日
1	朝	27	21	9	21
	日中	8	7	8	7
	夕方	7	11	11	11
	深夜	19	28	12	28
2-1	朝	14	21	17	21
	日中	13	8	20	8
	夕方	11	15	20	15
	深夜	22	29	25	29
2-2	朝	37	33	32	33
	日中	30	34	31	34
	夕方	28	28	29	28
	深夜	28	33	30	33
3-1	朝	13	17	13	17
	日中	16	14	14	14
	夕方	10	13	12	13
	深夜	23	23	19	23
3-2	朝	12	27	21	27
	日中	16	18	13	18
	夕方	8	8	19	8
	深夜	22	24	25	24
4	朝	3	37	14	37
	日中	35	15	20	15
	夕方	6	10	7	10
	深夜	42	47	28	47

注 斜字は推定値
 出典 JICAプロジェクトチーム

3.4 主要道路の自動車排気からの大気汚染物質排出量

1 時間毎の車種別走行量に、旅行速度に応じた排出係数を乗じ、主要道路からの排出量を計算した。以下にその計算式を示す

$$E_i = \sum_{t=1}^{N_i} \sum_{L=1}^{N_L} \sum_{VT=1}^{N_{VT}} EF_{VTi}(V_{Lt}) \cdot tv_{VT,L,t}$$

E_i 大気汚染物質 i の 1 年間の排出量 (g/year)

t	毎時
N_t	1年間の時間数(閏年は $366 \times 24=8,764$ 時間、平年は $365 \times 24 = 8,760$ 時間)
L	リンク
N_L	リンク数
VT	車種
N_{VT}	車種数
EF_{VTi}	車種毎大気汚染物質毎の排出係数
V_{Lt}	時刻別リンク別旅行速度
$tv_{VT, L, t}$	時刻別リンク別車種別走行量

大気汚染物質別の年間排出量合計値を表 3-21 に、関連する情報を表 3-22 に示す。

燃料使用量と SO_2 排出量と CO_2 排出量の排出量が最大となっているのは最小ケースである。1990 年代に製造された自動車は、1970 年代に製造された自動車と比較して、大気汚染物質の排出係数が小さいが、燃料消費率が高い。そのため、 SO_2 と CO_2 の排出量は、他の物質と異なる傾向を示す。

表 3-21 主要道路の自動車排気からの大気汚染物質排出量 (ton/年)

設定			排出量 (ton/年)				
計算時期	対象期間		PM	SO_2	NOx	CO	HC
初回	2010/3 ~ 2011/2	最小	126	211	2,670	16,330	2,207
		最大	227	203	6,123	38,874	5,240
専門家判断		200	203	5,112	31,999	4,371	
	更新 1	195	204	4,186	24,292	3,371	
更新 2	2011/3 ~ 2012/2		212	257	3,303	16,462	2,335

出典 JICA プロジェクトチーム

表 3-22 自動車の使用に伴う地球温暖化ガス排出量・燃料使用量

設定			燃料使用量 (ton/年)		排出量 (ton/年)
計算時期	対象期間		Gasoline	Diesel Oil	CO_2
初回	2010/3 ~ 2011/2	最小	158,599	52,802	660,590
		最大	149,336	51,249	626,840
専門家判断		149,336	51,249	626,840	
	更新 1	138,073	53,223	598,000	
更新 2	2011/3 ~ 2012/2		121,882	74,338	614,237

出典 JICA プロジェクトチーム

4 主要道路以外の自動車排気からの大気汚染物質排出量

主要道路以外の自動車排気からの大気汚染物質排出量は、一般に、自動車の走行量、あるいは、燃料販売量に関する統計から計算する。

UB では、自動車の走行量および燃料販売量に関する統計がないことから、以下の方法で、UB 税関が取り扱ったガソリンと軽油の輸入量の統計から推定した。

4.1 主要道路以外を走行する自動車による燃料使用量

4.1.1 2010/3 ~ 2011/2 の設定

4.1.1.1 UB 税関の燃料通関量

UB 税関が取り扱ったガソリンと軽油の輸入量を表 4-1 に示す。

表 4-1 ガソリンと軽油の輸入量 (UB 市税関 2009 年取扱分)

項目	輸入量 (ton/年)	
	2009	2010
ガソリン (航空用を除く)	247,802	199,559
軽油	219,812	253,088

出典 税関 (統計・解析部門)

4.1.1.2 UB 市内 (6 区のうち市街地) の使用率

UB 税関が取り扱った輸入量のうち、UB 市 6 区の市街地以外での使用量は不明である。UB 市税関取扱分に対する UB 市 6 区の市街地での使用率を、表 4-2 の通りに設定した。

表 4-2 UB 市街で使用された燃料の量 (設定)

項目	UB 市税関 2009 年取扱分に対する UB 市 6 区の市街地での使用率 (%)
ガソリン (航空用を除く)	80.0%

出典 JICA プロジェクトチーム

4.1.1.3 主要道路以外を走行する自動車による燃料使用量

表 4-1 と表 4-2 と表 3-22 から、UB 市 6 区の市街地内での、主要道路以外の道路での燃料使用量を計算した。

4.1.2 2011/3 ~ 2012/2 の設定

主要道路の走行量とその他道路の燃料使用量の比が、2010/3 ~ 2011/2 と同じであると仮定して計算した。

4.1.3 主要道路以外を走行する自動車による燃料使用量

以上の設定に基づいて推定した主要道路以外を走行する自動車による燃料使用量を、表 4-3 に示す。

表 4-3 主要道路以外を走行する自動車による燃料使用量

設定			燃料使用量 (ton/年)	
計算時期	対象期間		Gasoline	Diesel Oil
初回	2010/3 ~ 2011/2	最小	39,643	13,198
		最大	48,906	16,783
		専門家判断	48,906	16,783
更新 1	21,573		8,316	
更新 2	2011/3 ~ 2012/2		19,044	11,615

出典 JICA プロジェクトチーム

4.2 燃料使用量あたりの排出係数

主要道路の自動車排気からの大気汚染物質排出量(表 3-21)と燃料使用量(表 3-22)から計算した。

4.3 主要道路以外の自動車排気からの大気汚染物質排出量

主要道路以外を走行する自動車による燃料使用量 (表 4-3) および燃料使用量あたりの排出係数から、主要道路以外の自動車排気からの大気汚染物質排出量を計算した (表 4-4)。

地理的分布は、2009 年末の UB 市 6 区のホロー別人口に応じて、市街化した範囲に、排出量を配分した。

表 4-4 自動車排気からの大気汚染物質排出量 (主要道路以外)

設定			排出量 (ton/年)				
計算時期	対象期間		PM	SO ₂	NO _x	CO	HC
初回	2010/3 ~ 2011/2	最小	32	53	667	4,082	552
		最大	74	67	2,005	12,731	1,716
		専門家判断	65	67	1,674	10,479	1,432
更新 1	31		32	654	3,796	527	
更新 2	2011/3 ~ 2012/2		33	40	516	2,572	365

出典 JICA プロジェクトチーム

5 自動車排気からの大気汚染物質排出量

自動車排気からの大気汚染物質排出量 (表 5-1) は、主要道路での排出量と、主要道路以外での排出量を合計して計算した。

表 5-1 自動車排気からの大気汚染物質排出量

設定			排出量 (ton/年)				
計算時期	対象期間		PM	SO ₂	NO _x	CO	HC
初回	2010/3 ~ 2011/2	最小	158	264	3,337	20,412	2,759
		最大	301	270	8,129	51,605	6,956
更新 1		専門家判断		265	270	6,786	42,478
			226	236	4,840	28,088	3,897
更新 2	2011/3 ~ 2012/2		245	297	3,819	19,034	2,700

出典 JICA プロジェクトチーム

専門家判断ケースの自動車排気による大気汚染物質排出量の分布を、図 5-3～図 5-6 に示す。どの物質も、東交差点からドラゴン、イフトイルおよびホローロールから鉄道の範囲の排出量が多い。

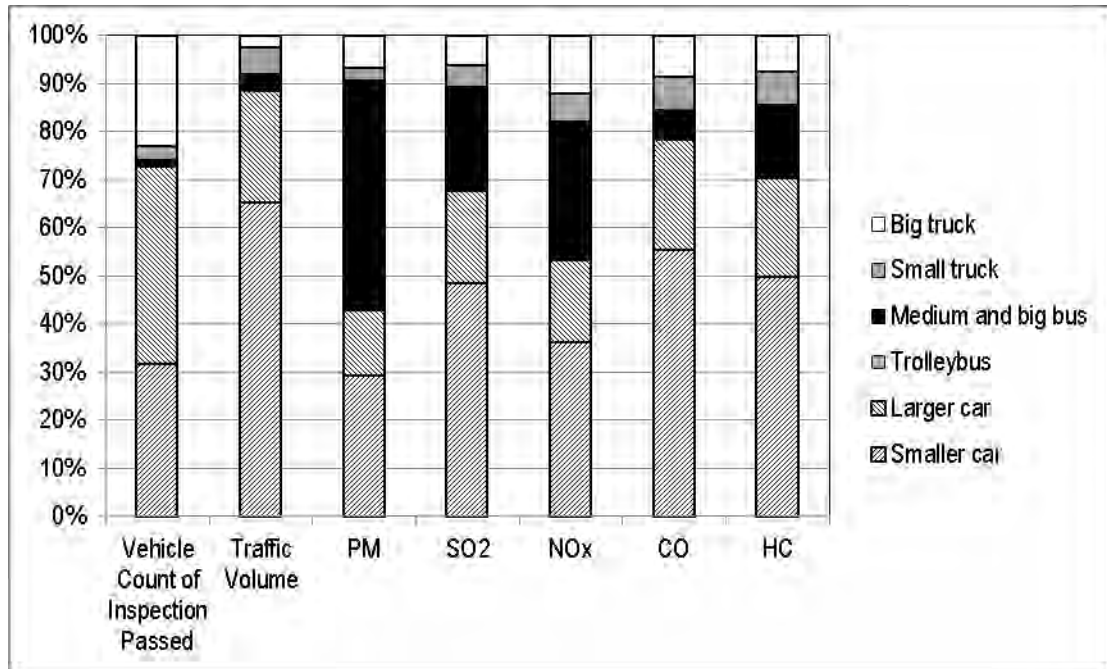
専門家判断ケースの主要道路での自動車排気からの車種別大気汚染物質排出量と車種別走行量を表 5-2 に示す。CO と HC と NO_x の排出量が最も多いのは、小型乗用車である。PM と SO₂ の排出量が最も多いのは、中型・大型バスである。

専門家判断ケースの主要道路での自動車排気のケースについて、1 台あたりの大気汚染物質年間車種別排出量を表 5-3 と図 5-2 に示す。CO 面の排出量が最も多いのは、小型乗用車である。PM と SO₂ と NO_x と HC の排出量が最も多いのは、中型・大型バスである。

表 5-2 車種別大気汚染物質排出量（専門家判断ケース、主要道路分）

	排出量 (ton/年)					走行量 (百万台 km)
	PM	SO ₂	NO _x	CO	HC	
小型乗用車	62	125	1,201	9,135	1,162	1,112
大型乗用車	29	49	560	3,765	483	399
トロリーバス	0	0	0	0	0	2
中型・大型バス	101	56	955	1,006	354	56
小型トラック	6	11	189	1,144	163	96
大型トラック	14	16	399	1,411	173	41
合計	212	257	3,303	16,462	2,335	1,706

出典 JICA プロジェクトチーム



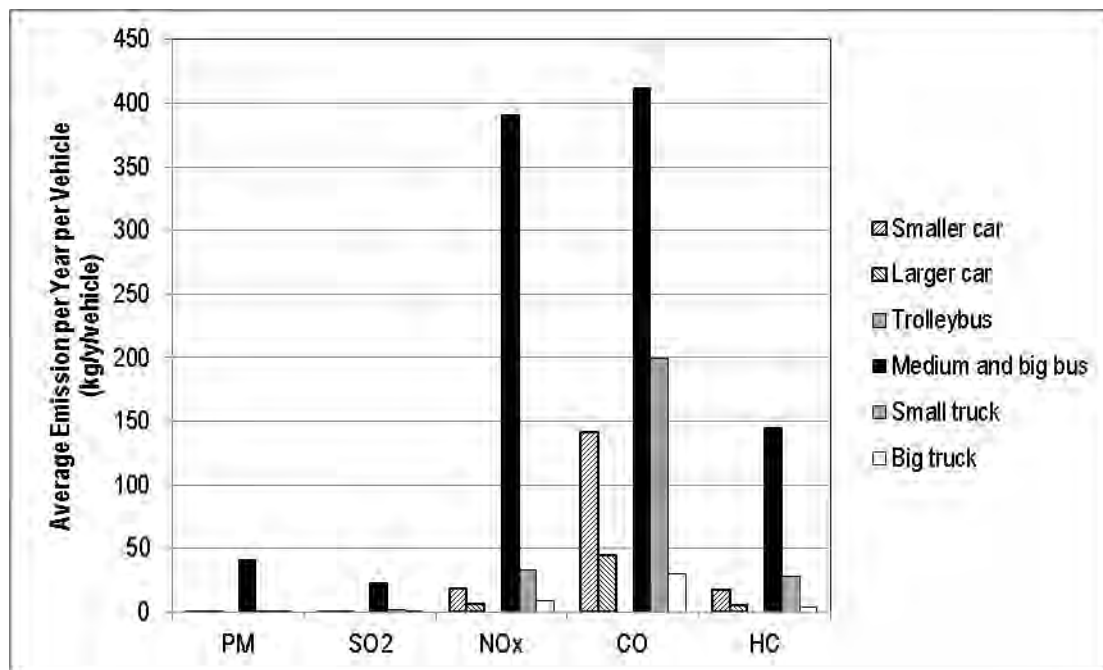
出典 JICA プロジェクトチーム

図 5-1 車種別大気汚染物質排出量の割合（専門家判断ケース、主要道路分）

表 5-3 車種別平均大気汚染物質排出量（専門家判断ケース、主要道路分、kg/年）

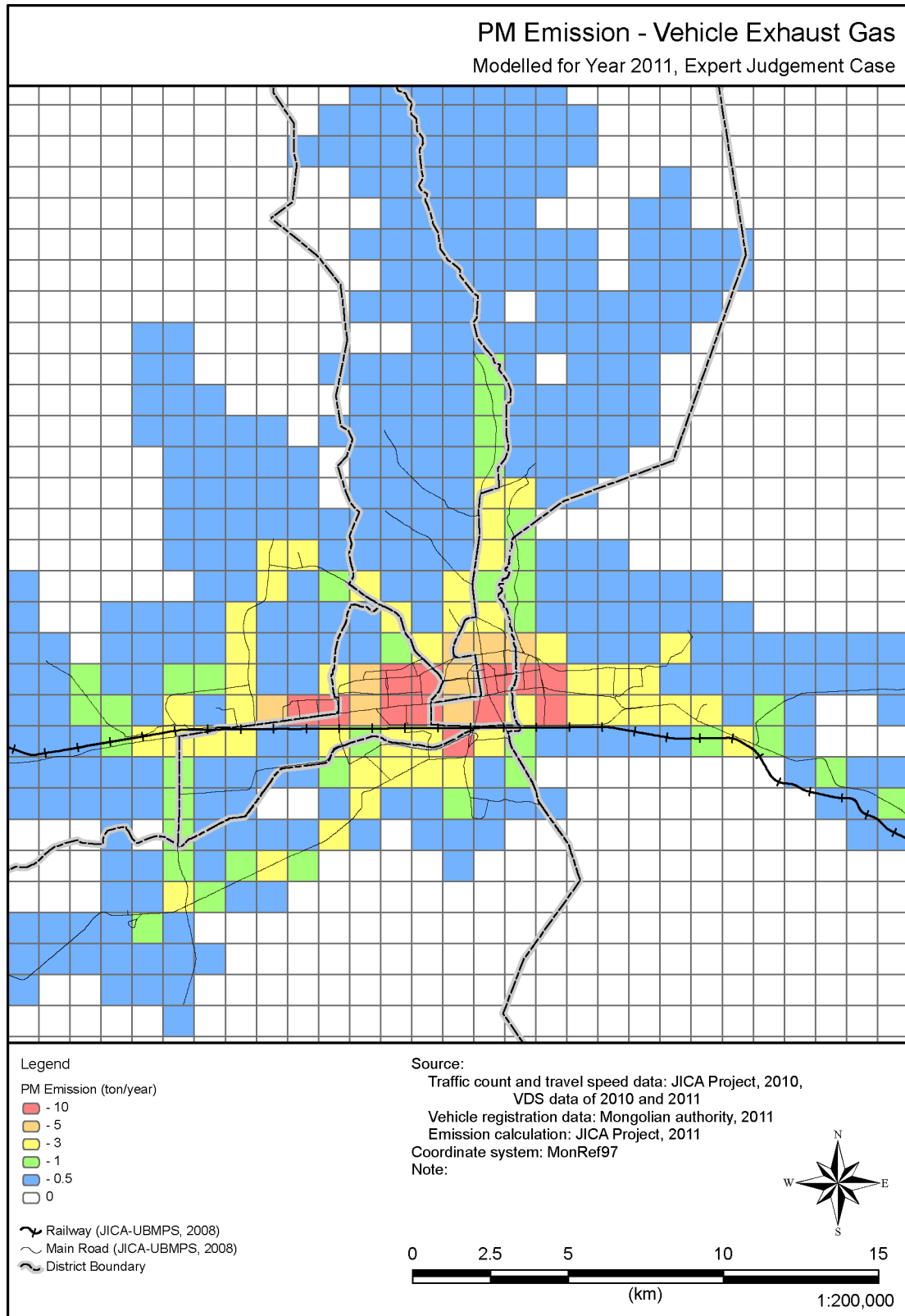
	排出量 (kg/台/年)					車検台数 (台)
	PM	SO ₂	NO _x	CO	HC	
小型乗用車	1.0	1.9	18.7	142.1	18.1	64,291
大型乗用車	0.3	0.6	6.7	45.3	5.8	83,029
トロリーバス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48
中型・大型バス	41.4	22.9	390.6	411.7	144.7	2,444
小型トラック	1.0	1.9	33.0	199.6	28.5	5,730
大型トラック	0.3	0.3	8.6	30.3	3.7	46,609

出典 JICA プロジェクトチーム



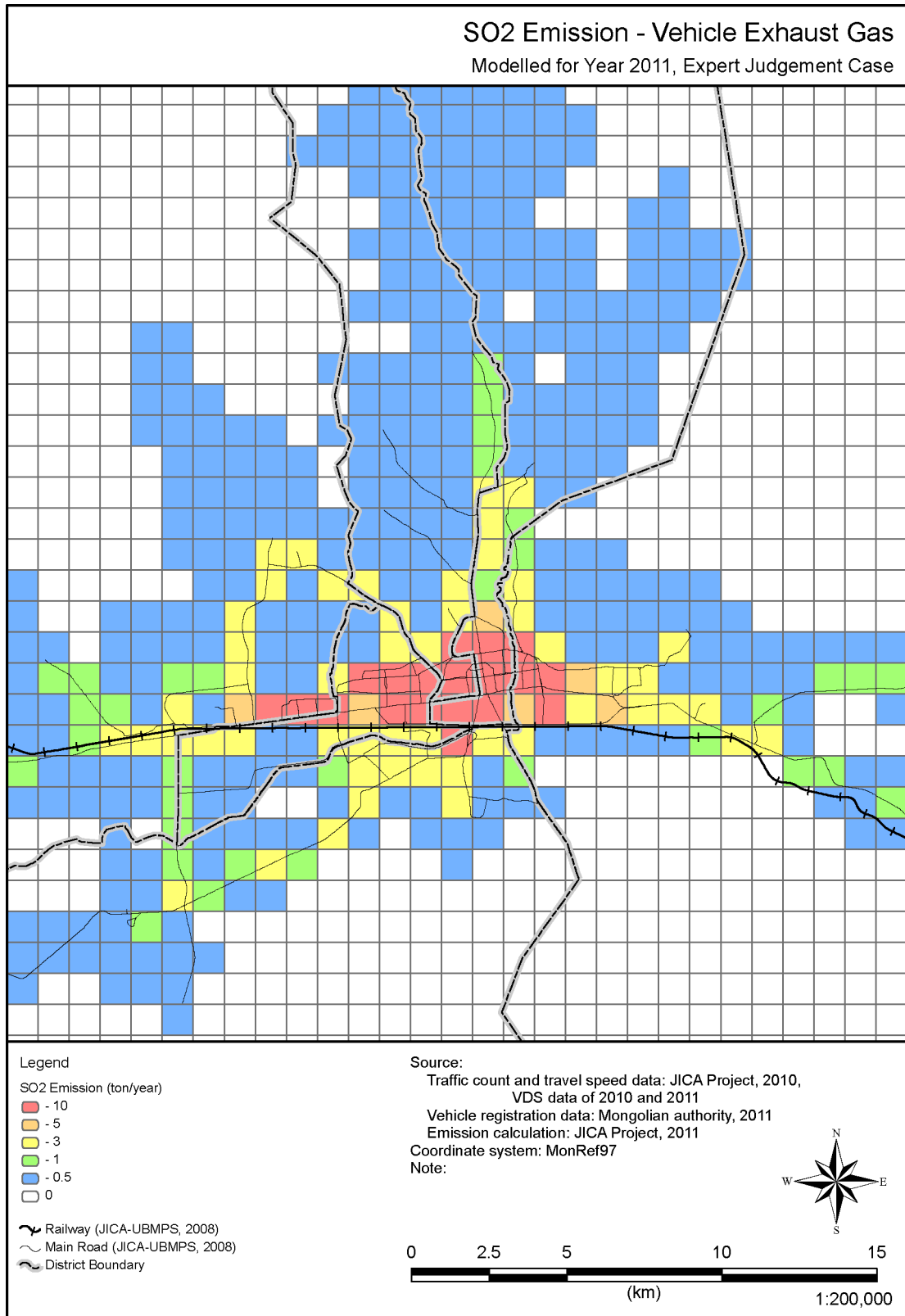
出典 JICA プロジェクトチーム

図 5-2 車種別平均大気汚染物質排出量（専門家判断ケース、主要道路分）



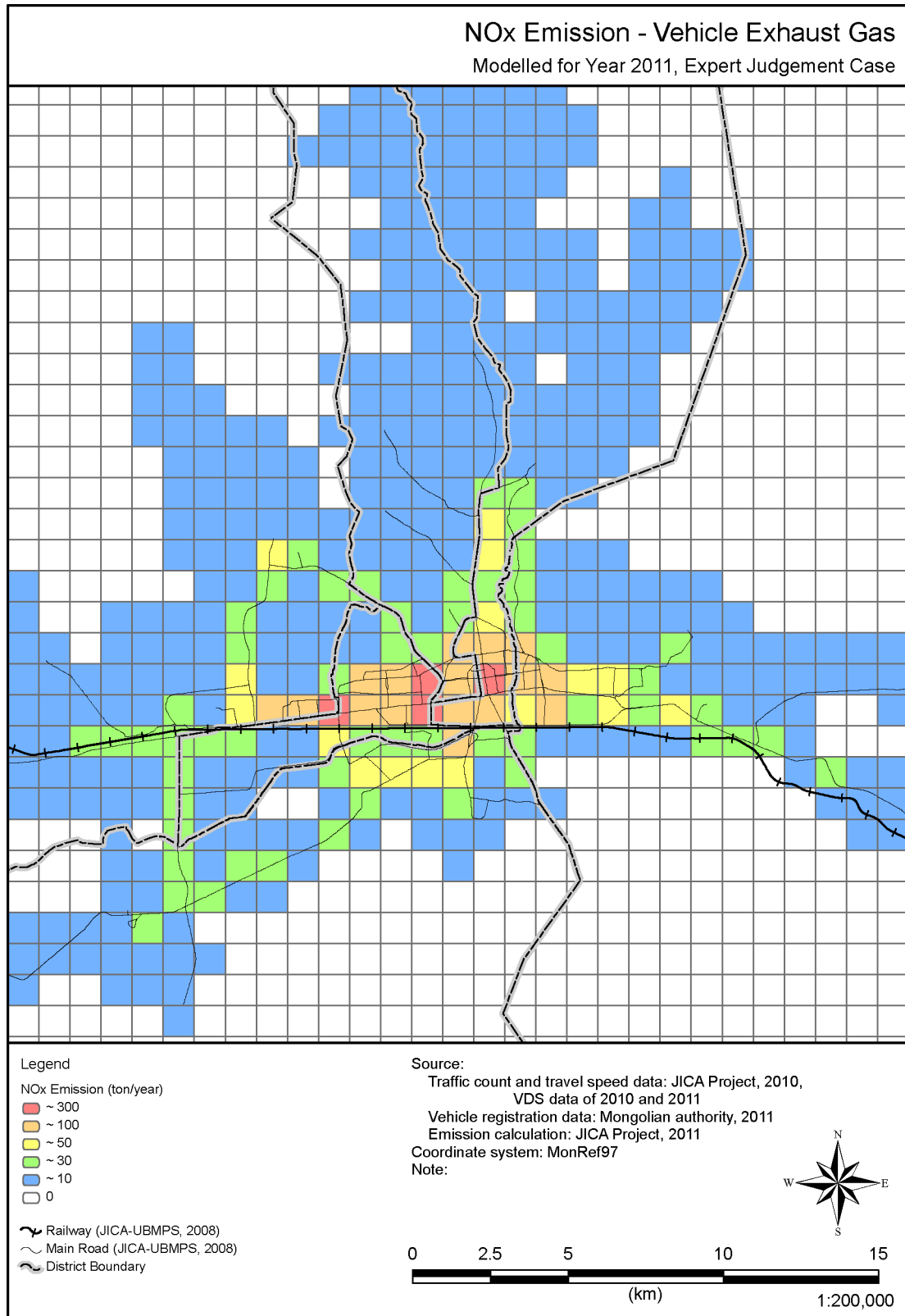
出典 JICA プロジェクトチーム

図 5-3 自動車排気からの大気汚染物質排出分布 (PM)



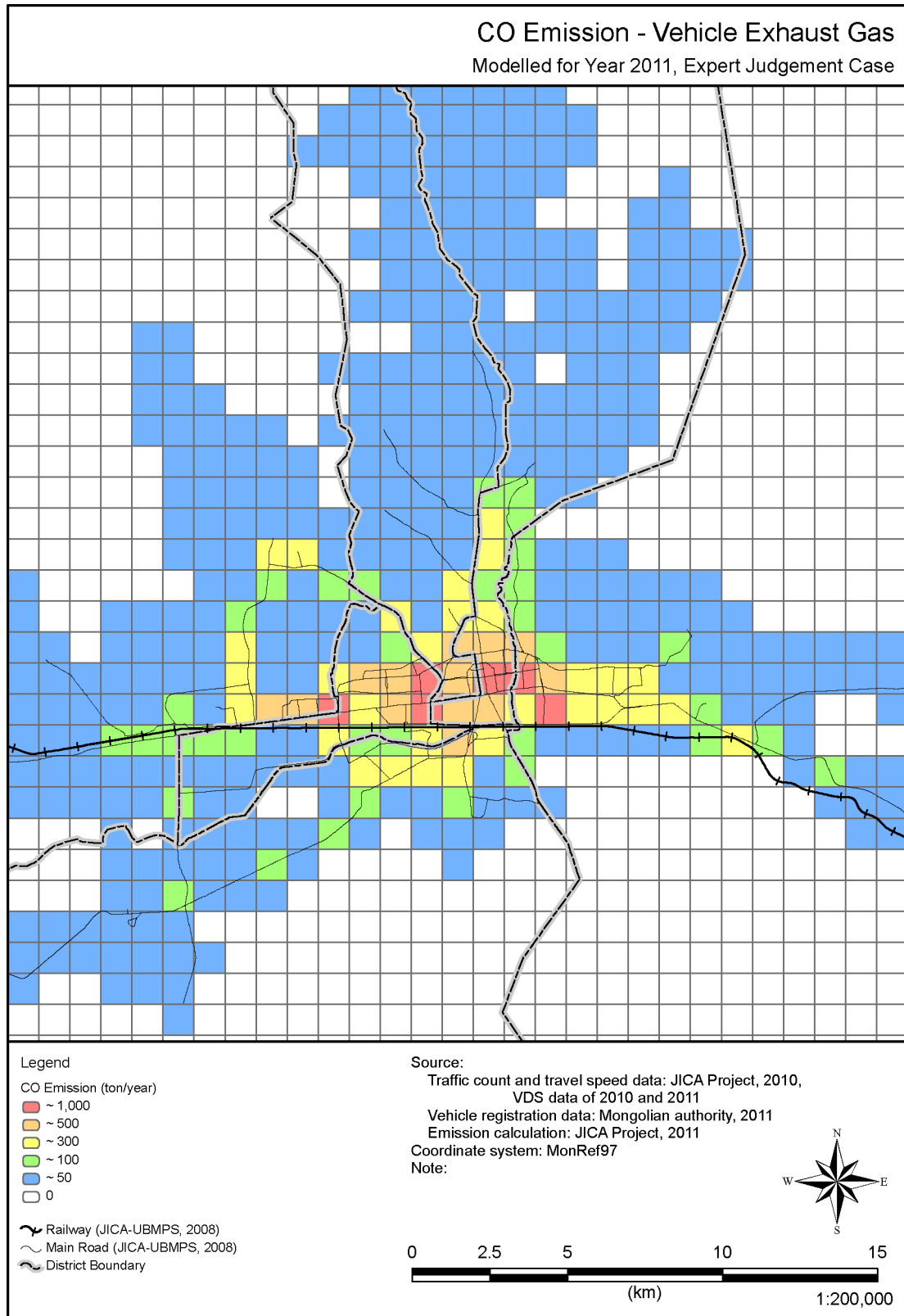
出典 JICA プロジェクトチーム

図 5-4 自動車排気からの大気汚染物質排出分布 (SO₂)



出典 JICA プロジェクトチーム

図 5-5 自動車排気からの大気汚染物質排出分布 (NOx)



出典 JICA プロジェクトチーム

図 5-6 自動車排気からの大気汚染物質排出分布 (CO)

6 自動車原因の大気汚染

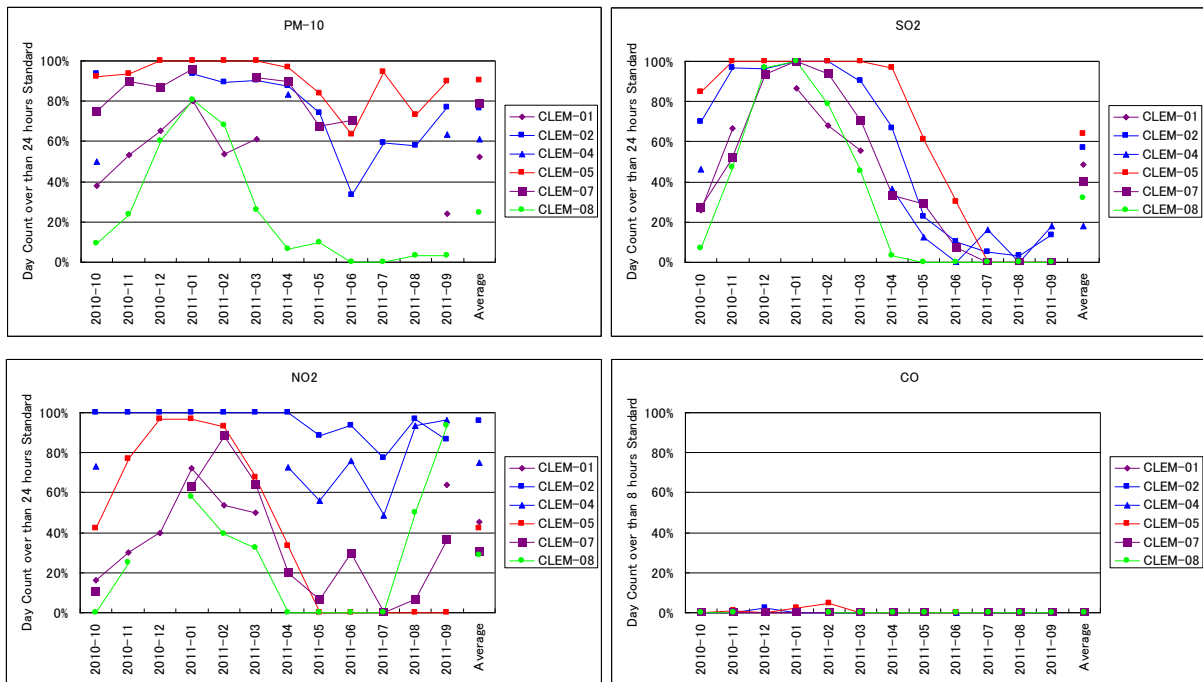
6.1 大気質濃度

冬は、暖房用の石炭燃焼など、自動車以外の影響が多い可能性がある。主要道路沿いは、それ以外の場所と比較して、自動車の影響が大きい。よって、夏に、主要道路沿いにおいて、それ以外の場所と比較して、濃度が高く、大気質基準を超過している場合に、自動車の影響が問題になっていると考えられる。

CLEM が 2010-10～2011-09 の期間に測定したデータに基づいて、月別の大気質基準超過率を計算した。図 6-1 に示す。PM-10 と SO₂ と NO₂ は、24 時間平均基準超過率である。CO は 8 時間基準超過率である。青線は、主要道路沿いにある測定局のデータである（CLEM-01 は西交差点、CLEM-04 は 13 ホローロールにある）。赤線は、主要道路とゲル地区の両方に近い測定局のデータである（CLEM-05 は 100 世帯地区の第 69 幼稚園にある）。茶線は工業地区にある（CLEM-07 はハルホリン市場の南側にある）。緑線は郊外にある（CLEM-08 はホンホルにある）。

夏には、PM-10 は、道路沿いの測定局で基準を超過していることが多いが、ホンホルでは基準に適合していることが多い。SO₂ は、全ての測定局で基準に適合していることが多い。NO₂ は、道路沿いの測定局では基準を超過していることが多いが、それ以外の測定局では基準に適合していることが多い。CO は、1 年中、ほとんど基準に適合している¹⁸。

夏に NO₂ の濃度が道路沿いのみで基準を超過しているのは、自動車から排出される NO_x が原因になっている可能性が高い。夏に PM-10 の濃度が道路沿いで基準を超過しているのも、自動車から排出される PM-10 が原因の一つになっている可能性が高い。



出典 CLEM の測定データに基づいて、JICA プロジェクトチームが作成

図 6-1 月別大気質基準超過率

¹⁸ きれいな空気基金のウェブサイトや、ウランバートル市の 2020 年までのマスタープランの見直しでは、異なる情報が書かれているが、ここでは、CLEM のデータが正しいと仮定して分析した。

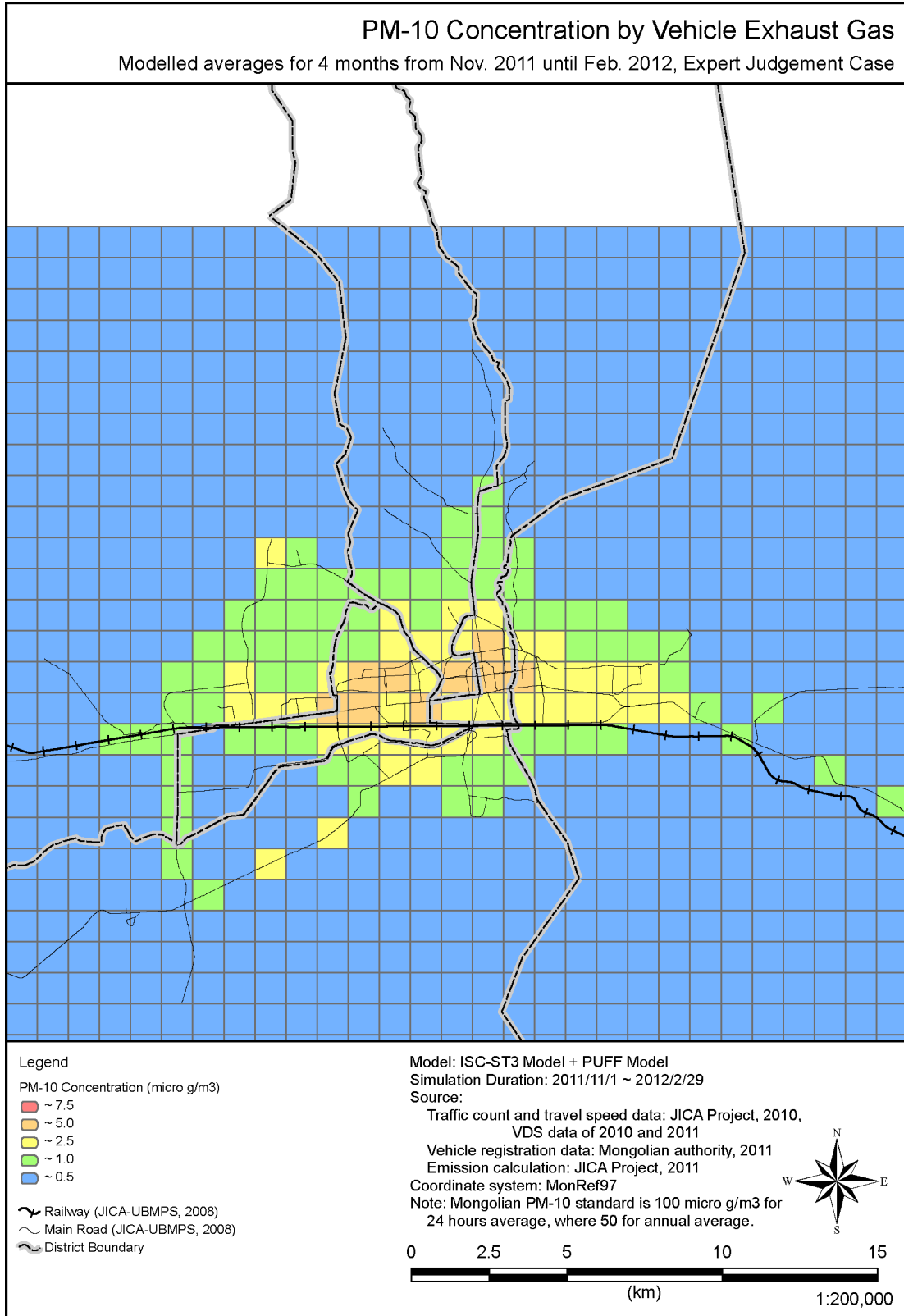
6.2 拡散シミュレーション

2010-11-1 から 2011-2-28 とそのちょうど1年後の季節に、大気汚染物質排出量と気象データを用いて、拡散シミュレーションを行った。自動車に起因する濃度を図 6-2 と図 6-3 に示す。

PM-10 の場合、最も高濃度になるのは、モンゴル国立大学とモンゴル科学技術大学があるメッシュである。

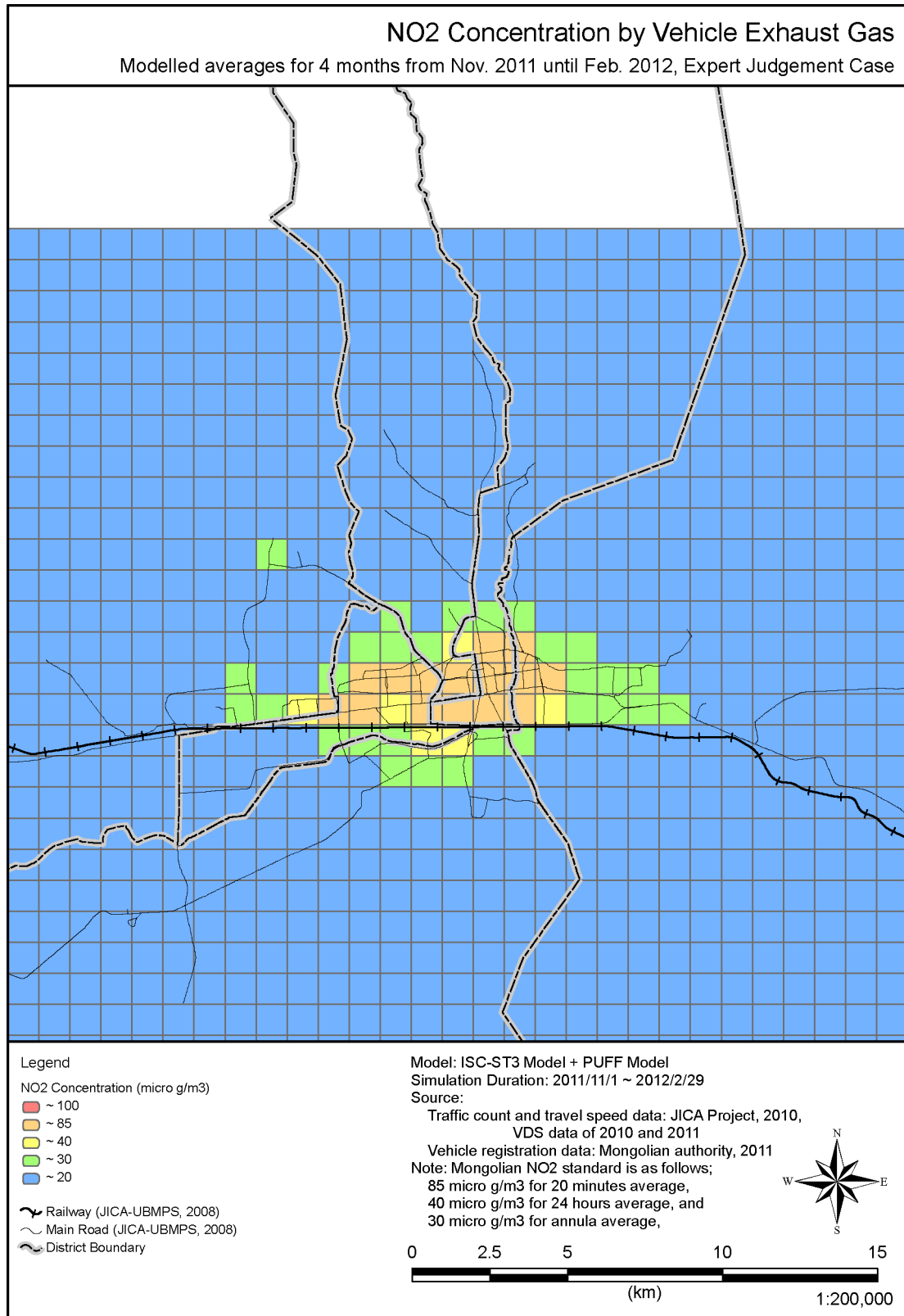
NO₂ も、最も高濃度になるのは、モンゴル国立大学とモンゴル科学技術大学があるメッシュである。冬場の4ヶ月平均値が、NO₂の20分間環境基準(85ug/m³)を超えている。オレンジ色の範囲（オフィツェル～イフトイル～ホローロール～ドラゴン～鉄道～ハーンウール中心部の範囲に相当する）は、冬場の4ヶ月平均値が、24時間環境基準(40ug/m³)を超えている範囲である。

本業務では、排出量はリンク単位の平均を計算し、拡散シミュレーションは1kmグリッドの中心点を計算している。西交差点、教育大学前、100世帯等、大型バスが長時間停車する場所では、本業務で捕捉できないホットスポットとなっている可能性がある。



出典 JICA プロジェクトチーム

図 6-2 自動車排気に起因する大気汚染物質濃度 (PM-10)



出典 JICA プロジェクトチーム

図 6-3 自動車排気に起因する大気汚染物質濃度 (NO₂)

7 今後の課題

7.1 インベントリの課題

表 7-1 にインベントリ計算体制の課題を、表 7-2 に本プロジェクト終了後に向けた課題を整理した。

表 7-1 インベントリ計算体制の課題

項目	設定
化学と燃焼の知識	<p>表 3-11 に示したような効果を想定するためには、化学と燃焼の知識を排出係数に活かすことが必要である。</p> <p>例えば、燃料中の硫黄分と炭素分が、ほぼすべて、排気ガス中の SO₂ と CO₂ になる。そのため、燃費、燃料中の硫黄分、燃料中の炭素分のデータがあれば、SO₂ と CO₂ の排出係数が計算できる。また、例え権威がある排出係数表に鉛の排出係数が掲載されているとしても、有鉛ガソリンが使われていない限り鉛の排出係数はほぼ 0 になるはずである。こういった知識が必要である。</p>
データ収集	<p>複数の機関から、データを収集しなければならない。大気汚染物質排出量の計算方法を知らない機関に対し、必要なデータを理解させ、提供させる必要がある。</p>
コンピュータで大量のデータを扱う知識	<p>排出係数は、20 万台以上の自動車データを用いて計算しなければならない。リンク別時刻別車種別交通量に、旅行速度に応じた排出係数と、リンク長を乗じ、排出量を計算しなければならない。これらの計算には、データベースを操作する必要がある。</p>

出典 JICA プロジェクトチーム

表 7-2 インベントリの精度向上に必要なデータとその収集に必要な制度

課題	必要な制度
走行量統計	<p>走行量に関する統計・データが無い。</p> <p>本プロジェクトでは UB 税関取扱輸量から推定したが、この方法より精度が高い方法に変更すべきである。</p> <p>車検時に、1) オドメータの有無、2) オドメータの値、3) オドメータが故障しているかどうか、を記録すべきである。</p> <p>車検は 1 年（公共交通用車両の場合は半年）であるので、2 年経過後には、オドメータの値から、走行量の統計を作ることができる。</p> <p>オドメータが故障しているために正確な統計を計算することは不可能であるという指摘があるが、オドメータの有無および故障の情報等を用いることにより、異常値をある程度除外できる。</p>
燃料販売統計	<p>UB 市内のガソリンと軽油の販売量に関する統計データが無い。UB 税関取扱輸量から推定している。</p> <p>UB 市統計局が、UB 市内のガソリンと軽油の販売量の統計を作成すべき</p>

	<p>である。</p> <p>月別、かつ、燃料種類別の統計が必須である。UB市の9つの区別、かつ、トウチョの外と中を区分した統計が好ましい。</p>
<p>鉛と硫黄分の統計</p>	<p>ガソリンと軽油に含まれる鉛と硫黄分の統計データが無い。本プロジェクトで分析した3試料の分析データを用いている。</p> <p>ガソリンと軽油に含まれる鉛と硫黄分はウランバートルでは測定できなかったことから、次善の策として、以下の2つを実施すべきである。</p> <p>税関申告書類には、出荷元であるロシア、中国、韓国等のラボでの分析データが添付されている。それを全て収集し、輸入年月日、輸入量、製油所名、ラボ名、ガソリンや軽油の種類、鉛濃度、硫黄濃度、を記録し、鉛と硫黄分が分析できるようにすべきである。</p> <p>また、ほんの一部の試料について外国のラボに分析を委託し、税関申告書類の分析値がどの程度正確か、把握すべきである。</p>
<p>排出係数改良を目的とした燃費測定・排気ガスに含まれる汚染物質の量の測定</p>	<p>排出係数は、日本の排出係数モデルを基本とし、モンゴルの事情に合わせて修正した。</p> <p>ただし、実際に使用したウランバートルの数値は、自動車登録データ、燃料に含まれる鉛と硫黄の割合、車検時の排気ガスに含まれる汚染物質濃度データ、等である。</p> <p>排出係数改良のためには、まず、ウランバートルにおける燃費統計が必要である。また、負荷をかけて走行した時に排気ガスに含まれる汚染物質の重量データもあることが好ましい。</p> <p>以上のことから、多くの自動車の燃費情報を収集すべきである。できれば、暖機運転が長く熱効率も悪い冬と、それ以外に分けて、燃費情報を収集すべきである。また、走行距離あたりの排気ガスに含まれる汚染物質の量の測定も実施すべきである。</p>

出典 JICAプロジェクトチーム

7.2 自動車由来の大気汚染を削減するための課題

表 7-3 に、自動車由来の大気汚染を削減するための課題を整理した。

表 7-3 自動車由来の大気汚染を削減するための課題

課題	必要な制度
科学教育	<p>大気汚染問題に携わる人材の中にも、CO₂とCOを区別していない専門家、大気汚染を軽減するためにCO₂を減らす必要があると力説した専門家、燃料使用量と燃料中の硫黄分のデータからSO₂の排出係数が計算できることを知らない専門家、等がいる。</p> <p>大学の教官・大学生・卒業生等を教育する体制と、そのための教材が必要である。</p>
大気質濃度測定データに基づく大気汚染状況の共有	<p>きれいな空気基金のウェブサイト¹⁹やウランバートル市の2020年までのマスタープランの見直しに書かれている大気汚染の情報は、CLEMやAQDCCの大気質データと矛盾する内容がある。CO₂が大気汚染物質であると認識している専門家もいる。</p> <p>各情報の出典を確認し、どの情報が正しいか、確認すべきである。</p> <p>どの物質が、どの地域で、どの程度基準を超過しているか、大気汚染状況を整理し、大気汚染問題に携わる人材および一般市民に対し広く共有されるようにする必要がある。</p>
自動車の整備水準改善	<p>燃料中の硫黄分が多いウランバートルで、使用中の自動車からの排出量を減らす方法は、整備とDPF（ディーゼルパーティクルフィルター）が主である。</p> <p>図 3-1 に示すとおり、簡単な掃除・整備を行うだけで、大気汚染物質の排出量が削減できる。タイヤの空気圧、燃料・吸気系の掃除・交換、高圧電気に関連する電気系の掃除・交換、等がある。</p> <p>台数は少ないが、モンゴル科学技術大学の2011年卒論²⁰等でも、同様の効果が確認されている。</p> <p>一般に、燃費も改善することから、自動車の所有者にとっても経済的な利益があり、広まりやすい。</p> <p>特に、汚染物質の排出量が多い自動車に効果が大きいと考えられることから、整備技術者を育て、車検時に排気ガス基準を超えた自動車に対して整備を優先するとよいと考えられる。</p>
DPF（ディーゼルパーティクルフィルター）の設置	<p>台数は多くないが1台当たりのPM排出量が多い中型・大型バスに対する設置が効果的である。</p> <p>様々な構造のDPFが開発されているが、硫黄分が多い燃料でも性能が劣化せず、PM排出量が多いウランバートルのバスに効果があり、かつ、長期間使用できる機種を選定する必要がある。</p>
トロリーバスへの転換	<p>ウランバートルに現存する技術で大気汚染物質の排出量が削減できる。</p> <p>ただし、電気輸送会社以外が運行している軽油バスの路線を、トロリーバ</p>

¹⁹ 2013/2 時点の http://caf.mn/eng/index.php?option=com_content&view=article&id=29:2011-11-09-23-17-13&catid=3:2011-10-31-17-06-11&Itemid=16

²⁰ Жолоочийн ур чадварыг сайжруулснаар автомашинаас хаягдах бохирдуулагч бодисыг багасгах судалгаа, М.Төгөлдөр, М.ИЕ06D020

	<p>スに転換することは容易ではない可能性がある。</p>
BRT による公共交通の振興	<p>公共交通機関が、渋滞が少ない専用レーンを走行する方法である。渋滞が少ないレーンを走行するため、公共交通機関が排出する大気汚染物質の削減が期待される。</p> <p>市公共交通局および ADB にて検討されており、平和橋の拡幅工事など、BRT の導入に向けた準備が始まっている。</p>
メトロによる公共交通の振興	<p>電気で走行するメトロにより、バスが減り、大気汚染物質の削減が期待される。</p> <p>市公共交通局および JICA にて検討されており、2012.6 の選挙でも各党が支持している。</p>
硫黄が少ない燃料への転換	<p>日本・欧州・米国において採用されている、新しい大気汚染物質排出量削減技術は、硫黄濃度 10~150ppm の燃料を前提としている。</p> <p>2010 年に測定したウランバートルの燃料の硫黄分は、ガソリンは 100~300ppm、軽油は 1400ppm であった。5~15 年前に製造された自動車であっても、硫黄濃度が高いために、大気汚染物質排出量削減技術の効果が発揮されない。</p> <p>ウランバートル市内では、日本・欧州・米国と同じ硫黄濃度の燃料を販売すべきである。そのためには、幾つかの方法が考えられる。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) モンゴル国内に建設している製油所に、硫黄濃度を下げる装置を設置し稼働させる。 2) 日本や韓国などから、硫黄が少ない燃料を輸入する。 3) ロシアに、硫黄が少ない燃料の製造を要請する。 4) 軽油輸入会社が輸入している低硫黄軽油については、税関申告書類に添付される成分証明書を全て確認し、かつ、その数値の信頼性について、抜き打ち検査で確認する。
新車排ガス基準に基づく輸入規制	<p>日本・欧州・米国では、厳しい排ガス基準があり、新しい大気汚染物質排出量削減技術が活用されている。</p> <p>日本・欧州・米国の厳しい排ガス基準に適合しない自動車の輸入を禁止したり、高額な税金を果たすことによって輸入しにくくしたりするべきである。</p>
新車排ガス基準に基づく自動車登録抹消	<p>日本・欧州・米国では、厳しい排ガス基準があり、新しい大気汚染物質排出量削減技術が活用されている。</p> <p>ウランバートルで以前から利用され、日本・欧州・米国の厳しい排ガス基準に適合しない自動車の使用を禁止したり、高額な税金を果たすことによって廃車を促進したりするべきである。</p>

出典 JICA プロジェクトチーム

8 分野別情報

8.1 燃料分析

8.1.1 鉛と硫黄の問題

2007 年の NAMEM の報告書『Улаанбаатар хотын агаар бохирдуулах эх үүсвэрийнүзлаг, тооллого』(ウランバートル市大気汚染排出源の分析とインベントリ)では、自動車排ガスに鉛が含まれていると報告している。市監査局の 2008.7.5 の報告『Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлын байдал』

хийсэн шалгалтын танилцуулга』では、2008.6.10 9:00～6.10 6:00 に実施した市内 5 箇所の大気質測定において、9:00～21:00 に鉛が検出されている。

ガソリンには人体に有毒な鉛添加物が含まれていると言われていた。また、燃料中の硫黄分は、硫黄酸化物という大気汚染物質になる。無鉛かつ低硫黄ガソリン(日本の規制値は、鉛濃度<0.002g/L、硫黄濃度<=10 ppm)、低硫黄ディーゼル油(硫黄濃度<=10ppm)の条件に合わない燃料を使うと、最新式の自動車排ガス処理装置が劣化すると言われていた。

大気汚染物質排出係数を推定するためには、燃料成分データを使って自動車排ガス処理装置の劣化を推定しなければならない。

8.1.2 燃料成分情報

MNS は、ガソリン (MNS217 の 1987 年版と 2006 年版) とディーゼル油 (MNS216 の 1984 年版と 2006 年版) を確認し、日本の基準と比較した。表 8-1 に示す通り、モンゴルでも 2006 年から有鉛ガソリンが禁止された。ガソリンスタンド周辺の土壌から鉛が検出されたとしても、その鉛が、2006 年以前の有鉛ガソリンによって蓄積した可能性がある。ディーゼル油の現在のモンゴルの硫黄分規制値(<=2,000ppm)は、1996 年以前の日本の規制値と同じである。

ウランバートルでの燃料の鉛と硫黄の濃度測定データの入手を試みた。国立大学化学学部有機化学学科 (Dr. Prof. Dalantain MONKHOBO)、市監査庁、CLEM、税関附属試験室、石油輸入販売大手 (PETROVIS 社) の試験室、石油製品分析の専門会社 (AMBER 社)、科技大機械工学部、を通じて探したが、燃料中の鉛と硫黄を測定したデータは発見できなかった。現在は、空港税関試験室に分析装置が導入され、現在は分析できるようになっている可能性がある。ただし、昔の燃料が残っていないため、今から分析することはできない。

税関申告書には、ガソリンや軽油の分析書が必ず添付されている。本プロジェクトで入手できた 5 例の分析書はすべて MNS に適合していた。ただし、硫黄の濃度は、1997 年以降の日本の自動車排ガス処理装置で想定されていない高い濃度である。また、測定値が正しいかどうかを誰も確認していないので確認すべきであると話すモンゴル人専門家もいた。

表 8-1 ガソリンとディーゼル油の鉛と硫黄の濃度規格の変遷

				濃度	条件
ガソリン	Pb	日本	1975~	<0.002g/L	AI-90
			1987~	<0.002g/L	AI-96
		モンゴル	1987~	<=0.37g/L	AI93&AI95, MNS217-87
			2006~	<=0.01g/L	MNS217-2006
	S	日本	~2004.12	<=100ppm	国の規制
			~2005.1	<=10 ppm	製油会社の品質保証
		モンゴル	1987~	<=1,200 ppm	MNS217-87
			2006.12~	<=500 ppm	MNS217-2006
ディーゼル油	S	日本	1953~	<=12,000ppm	国の規制
			1976~	<=5,000ppm	国の規制
			1992~	<=2,000ppm	国の規制
			1997~	<=500ppm	国の規制
			2003.4~	<=50ppm	製油会社の品質保証
			2005.1~	<=10ppm	製油会社の品質保証
		モンゴル	1984~	<=2,000ppm	MNS216:84
			2006.12~	<=2,000ppm	MNS216:2006

注 Pbは鉛、Sは硫黄。
出典 JICA プロジェクトチーム

8.1.3 燃料分析

8.1.3.1 分析計画

AQDCC、NAMEM および NAQO の紹介を受け、以下の機関を通じて、モンゴル国内で分析が可能な試験施設を探した。

- A) 国立大学化学学部有機化学学科 (Dr. Prof. Dalantain MONKHOOBO)
- B) 市監査庁
- C) CLEM
- D) 税関附属試験室
- E) 石油輸入販売大手 (PETROVIS 社) の試験室
- F) 石油製品分析の専門会社 (AMBER 社)
- G) 科技大機械工学部

モンゴル国内では分析が可能な試験施設を発見できなかった。そのため、日本へ輸送し、日本の認証を受けた分析機関で分析することとした。

日本への輸送と通関方法について研究し、以下の方法を選択した。

- A) DHL が MIAT に委託して日本へ空輸する
- B) DHL が日本の通関手続きを行う。
- C) 空輸や日本の通関に必要な MSDS 文書はペトロビス社の試験室が協力する。そのため、試料はペトロビス社が販売している燃料でなければならない。

- D) 国連認証容器が空輸に必要であるが、モンゴルで発見できなかった。日本で購入し、モンゴルまで持ってきて使用する。

また、分析項目は以下の通りとした。

- A) 世界の主要な自動車排出係数(日本環境省、欧州の COPERT、米国の MOVES2010a)の利用に必要な情報(比重、炭素、RVP 等)
- B) 排ガス処理装置を劣化させる主な成分(鉛、硫黄)
- C) その他、MNS や日本の燃料基準の主要指標

8.1.3.2 試料の入手

分析する燃料の種類：

ウランバートル税関の資料によれば、2009 年にウランバートル市に輸入された燃料は、468,762 トンであり、全国輸入量の 60.1%を占める。

表 8-2 税関の燃料区別燃料輸入量（ウランバートル分、2009 年）

種類		2009 年の輸入量（トン）
ガソリン	オクタン価>90 (a)	84,245
	オクタン価<90 (a)	163,558
	飛行機用ガソリン	231
ディーゼル油	冬用	104,276
	夏用	115,536
航空機用(b)		916
合計		468,762

注 a: オクタン価 90 のガソリンは MNS で規定されていないため、オクタン価 90 のガソリンがどちらに入るか確認していない。

b: ジェット燃料と考えられる。

出典 JICA プロジェクトチーム

鉛は、ガソリンのオクタン価を高めるための添加物として使われていた。そのため、ガソリンの鉛濃度は、オクタン価別に分析するべきである。ガソリンのオクタン価別の分析が重要であるため、販売量が多いオクタン価のものから 3 種類（A-80、AI-92、AI-95）を分析することとした。

ディーゼル油は分析時期に購入可能であった 1 種類（冬用）を分析することとした。

試料入手先

インベントリの入力データとして利用することから、大量に使用されている燃料を分析すべきである。分析試料数が少ないことから、品質のばらつきが少ない燃料を分析するべきである。

伝統ある分析室等による品質管理、ISO9001 をモンゴルで最初に取得している、会社別輸入量がモンゴル全国で多い方である、MIAT による日本への航空輸送に必要な文書が提供可能である、等の理由により、ペトロビス社の燃料を選択した。

詳細は、表 8-3 に示す。

8.1.3.3 分析結果

図 8-1 から図 8-4 に、オリジナルの分析データを示す。表 8-3 には、分析結果の概要を示す。

表 8-3 分析結果の概要

種別	ガソリン			ディーゼル油	分析方法
	A-80	AI-92	AI-95	冬用	
入手日	2010/11/15	2010/11/15	2010/11/29	2011/1/21	
入手場所	ペトロビス社分析室	ペトロビス社分析室	ペトロビス社スタンド	ペトロビス社分析室	
分析実施日	2011/03/08	2011/03/08	2011/03/08	2011/03/08	
比重 (15/4°C)	0.7421	0.7577	0.7560	0.8201	JIS K 2249:1995
灰分 (%)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	JIS K 2272:1998
総発熱量 (J)	45,710	45,630	45,020	46,570	JIS K 2279:2003
C (%)	84.4	85.3	85.1	86.1	JIS M 8819:1997 準拠
H (%)	13.7	12.4	12.5	13.7	JIS M 8819:1997 準拠
N (%)	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	JIS K 2609:1998
S (%)	0.03	0.02	0.01	0.14	JIS K 2541-4:2003
O (%)	1.8	2.2	2.3	<0.1	
流動点 (°C)	<-40	<-40	<-40	-37.5	JIS K 2269
Pb (g/L)	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	JIS K 2255
RVP (kPa)	57.6	53.1	-	-	JIS K 2258-2
ベンゼン (容量%)	0.8	1.2	-	-	JIS K 2536
MTBE	0.0	0.0	-	-	JIS K 2536
セタン指数	-	-	-	47.6	JIS K 2280
90%流出温度 (°C)	-	-	-	288.0	JIS K 2254

出典 JICA プロジェクトチーム

8.1.4 結論

8.1.4.1 分析結果概要

分析した項目全てにおいて MNS 基準を満たしていた。また、日本の基準を超過しているのは、硫黄濃度のみであった。

8.1.4.2 移動発生源インベントリの計算

今回測定したガソリンは、2005 年以降の日本車の排ガス処理装置の性能を維持するために必要な硫黄濃度基準を超過していることから、排ガス処理装置の劣化を招く。ディーゼル油の場合は、1997 年以降の日本車が要求する硫黄濃度基準を超過しており、同様の排ガス処理装置の劣化を招く。

よって、2005 年以降に製造されたガソリン車の排出係数と、1997 年以降に製造されたディーゼル車の排出係数を、今回の測定値に基づき修正する。

また、SO₂の排出係数を、今回の測定値に基づき修正する。

8.1.4.3 大気汚染物質排出量削減のための提案

排ガス処理装置の性能を維持するため、UB 市内だけでも、日本等の基準に適合するように脱硫した燃料を販売するべきである。

以上の現状に基づき、以下の政策を提案する。

A) 自動車用燃料の鉛と硫黄の濃度管理

大気汚染担当部局（市大気質庁、NAMEM、NAQO 或いは CLEM）が関与する。

- a) 税関で、燃料の税関申告書に添付されている燃料成分分析データを用いて、鉛と硫黄の濃度を記録し、インベントリ作成の入力データとして使用する（全数検査）。
- b) 燃料の税関申告書に添付されている燃料成分分析データが正しいか、実際に燃料を分析して確認する（非全数検査。試料数は少なくともよい可能性が高いので、当初は、維持管理でも高い費用が必要な分析機器を購入せず、測定を外注するべきである）。
- c) 過去の鉛と硫黄の濃度について、税関或いは輸入会社のアーカイブに保存されているものすべてを調査し、インベントリ作成の入力データとして使用する（全数検査）。

B) 硫黄濃度が低い燃料の利用促進

大気汚染担当部局が関与し、税関、石油省、燃料輸入会社、MNS 事務局、車検事務局、ダルハンオール県製油所関係社、ロシアの製油所、モンゴル国内に建設予定の製油所、等と協議して実現を試みる。

- a) 外国の状況調査
 - 日本、韓国、ロシアのガソリンとディーゼル油の硫黄濃度規制の調査に基づく MNS の硫黄濃度改訂案の作成
- b) モンゴルでの実現可能性調査
 - 石油製品の特別税率の調整可能範囲の調査。
 - Petrovis 社および M-OIL 社が輸入を開始した低硫黄軽油の、硫黄濃度、その他物理および科学的特性、供給可能量、価格に関する情報収集と、外国の基準との比較
 - ロシアの製油所の経営者、ダルハンオール県製油所関係社との、低硫黄燃料の導入・価格協議
- c) 政策実施
 - MNS の硫黄濃度の改訂と、輸入燃料の硫黄分監査
- d) 効果の確認
 - MNS 改訂の前と後の、車検の排ガス測定データや大気質データを比較し、低硫黄燃料の導入の効果を調査

平成 23 年 3 月 10 日

株式会社 数理計画

御 中

株式会社 東京化学分析センター
代表取締役社長 森 本 薫 子
千葉県市原市玉前西三丁目1番地52
TEL(0436)21-1141(代)
FAX(0436)21-599

分析結果報告書

社 長	確認者	測定者
	環境計量士 根本 正弘	

依頼先名	澤木 様	試料名	「ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト」 の燃料分析(重油・軽油・ガソリン)業務委託 7点
------	------	-----	--

採取年月日 平成 年 月 日
受付年月日 平成 23 年 2 月 21 日

FF-10-0110-1/3 ☆19-12

試料 計量の 対象 単位	検体 No.					計量の 方法	名 称	備 考
	①	②	③	④	⑤			
比重 (15/4℃)	0.9676	0.9679	0.9717	0.8201	0.7421	JIS K 2249:1995	振動式 密度試験方法	
動粘度 (at50℃) mm ² /s	—	—	—	—	—	JIS K 2283:2000	キャノー フェンスケ粘度計	
引火点 ℃	—	—	—	—	—	JIS K 2265:2007	「オープン」開放式 ペンシキマシタ密閉式	
水分 %	—	—	—	—	—	JIS K 2275:1996	蒸 留 法 電量滴定法	
残留炭素 %	—	—	—	—	—	JIS K 2270-1:2009	コンテツツ法	
灰 分 %	0.03	0.04	0.05	0.01未満	0.01未満	JIS K 2272:1998		
総発熱量 J/g	43990	43930	40700	46570	45710	JIS K 2279:2003	改良型熱研式 ボンベ型熱量計	
C %	87.0	86.7	83.2	86.1	84.4	JIS M 8819:1997準拠	元素分析計法	
H %	11.4	11.3	11.4	13.7	13.7	JIS M 8819:1997準拠	元素分析計法	
N %	0.32	0.32	0.32	0.05	0.01未満	JIS K 2609:1998	ケルゲール法	
S %	1.3	1.3	1.8	0.14	0.03	JIS K 2541-4:2003	放射線式励起法	
O %	0.1未満	0.3	3.2	0.1未満	1.8		計算による	
※総発熱量 cal/g	10510	10490	9720	11120	10920			
流動点 ℃	—	—	—	-37.5	-40以下	JIS K 2269		
鉛 g/l	—	—	—	0.002未満	0.002未満	JIS K 2255		
以 下 余 白								
試料採取 御依頼者								

出典 JICA プロジェクトチーム

図 8-1 分析データのオリジナル (1/4)

平成 23 年 3 月 10 日

株式会社 数理計画

御 中

株式会社 東京化学分析センター
代表取締役社長 森 本 薫 子
千葉県市原市玉前西三丁目1番地52
TEL (0436) 21-1441 (代)
FAX (0436) 21-599



分析結果報告書

社 長	確 認 者	測 定 者
	環境計量士 根本 正弘	

依頼先名	澤木 様	試料名	「ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト」 の燃料分析(重油・軽油・ガソリン)業務委託	7点
------	------	-----	---	----

採取年月日 平成 年 月 日
受付年月日 平成 23 年 2 月 21 日

FF-10-0110-2/3 ☆19-13

計量の対象 計量 の単位	検体 No.		計量の 方法	名 称	備 考
	⑥	⑦			
比重 (15/4℃)	0.7577	0.7560	JIS K 2249:1995	振動式 密度試験方法	
動粘度 (at50℃) mm ² /s	-	-	JIS K 2283:2000	キャノー アキシ粘度計	
引火点 ℃	-	-	JIS K 2265:2007	クリップランド開放式 ペンシキメテックス密閉式	
水分 %	-	-	JIS K 2275:1996	蒸 留 法 電量滴定法	
残留炭素 %	-	-	JIS K 2270-1:2009	コソトメツ法	
灰 分 %	0.01未満	0.01未満	JIS K 2272:1998		
総発熱量 J/g	45630	45020	JIS K 2279:2003	改良型熱研式 ボンベ型熱量計	
C %	85.3	85.1	JIS M 8819:1997準拠	元素分析計法	
H %	12.4	12.5	JIS M 8819:1997準拠	元素分析計法	
N %	0.01未満	0.01未満	JIS K 2609:1998	ケルダール法	
S %	0.02	0.01	JIS K 2541-4:2003	放射線式励起法	
O %	2.2	2.3		計算による	
※総発熱量 cal/g	10900	10750			
流動点 ℃	-40以下	-40以下	JIS K 2269		
鉛 g/l	0.002未満	0.002未満	JIS K 2255		
以 下 余 白					
試 料 採 取 御 依 頼 者					

出典 JICA プロジェクトチーム

図 8-2 分析データのオリジナル (2/4)

再発行年月日平成 23 年 3 月 16 日
平成 23 年 3 月 10 日

株式会社 数理計画

御 中

株式会社 東京化学分析センター
代表取締役社長 森 本 薫 子
千葉県市原市玉前西 1-1-1 番地52
TEL(0436)21-5999 (代)
FAX(0436)21-5999

分析結果報告書

社 長	確 認 者	測 定 者
	環境計量士 根本 正弘	

依頼先名	澤木 様	試料名	「ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト」 の燃料分析(重油・軽油・ガソリン)業務委託	7点
------	------	-----	---	----

採取年月日 平成 年 月 日

受付年月日 平成 23 年 2 月 21 日

FF-10-0110-3/3 ☆19-14

計量の 対象	検体No. 試料名	軽油① 冬用	ガソリン① A-80	ガソリン② A1-92	計 量 方 法
	セタン指数	別紙のとおりです	—	—	
90%留出温度	別紙のとおりです	—	—	JIS K 2254	
RVP	—	別紙のとおりです	別紙のとおりです	JIS K 2258-2	
ガソリンの全組成分析					
ベンゼン	—	別紙のとおりです	別紙のとおりです	JIS K 2536	
メチルターシャリーブチルエーテル	—	別紙のとおりです	別紙のとおりです	JIS K 2536	
以 下 余 白					
試料採取 御依頼者					

出典 JICA プロジェクトチーム

図 8-3 分析データのオリジナル (3/4)

表1 分析結果

試験項目	単位	軽油① 冬用	ガソリン① A-80	ガソリン② AI-92
セタン指数	—	47.6	—	—
蒸留性状	初留点	°C	135.0	—
	5容量%	°C	164.5	—
	10容量%	°C	173.5	—
	20容量%	°C	190.0	—
	30容量%	°C	203.5	—
	40容量%	°C	217.0	—
	50容量%	°C	230.0	—
	60容量%	°C	243.0	—
	70容量%	°C	257.0	—
	80容量%	°C	271.5	—
	90容量%	°C	288.0	—
	95容量%	°C	300.5	—
	終点	°C	310.5	—
	全留出量	容量%	98.0	—
残油量	容量%	2.0	—	
減失量	容量%	0.0	—	
蒸気圧	kPa	—	57.6	53.1
ベンゼン	容量%	—	0.8	1.2
MTBE	容量%	—	0.0	0.0

出典 JICA プロジェクトチーム

図 8-4 分析データのオリジナル (4/4)

8.2 日本の排出係数

日本の排出係数表を、表 8-4 から表 8-10 に示す。

表 8-5 日本の排出係数表 (2/7)

Table with columns: Z (No.), A (Vehicle), B (Vehicle Type), C (Engine Type), D (Other Specification), E (Pollutant), F (Unit), G (Regulation), H (Version), I (Regulation), J (Speed), K (Speed Range), L (Average), M (km/h), N (km/h), O (km/h), P (Emission Factor), Q (Emission Factor), R (Emission Factor), S (Information), U (Source Version). The table lists various pollutants like NOx, CO, HC, and CH4 for different vehicle models and engine types, providing emission factors and regulatory details.

Source: Ministry of Environment, Japan, Mar. 2009. Titled as "自動車排出ガス原単位及び総量算定検討調査報告書"

出典 自動車排出ガス原単位及び総量算定検討調査報告書を JICA プロジェクトチームが編集

表 8-8 日本の排出係数表 (5/7)

Table with columns: No., Vehicle, Engine Type, Pollutant, Unit, Regulation, Version, Reg. Speed Range, Emission Factor, Emission Factor (a+b/A+c+v+e/v^2), and Information. It lists various vehicle models and their corresponding pollutant emission coefficients.

Source: Ministry of Environment, Japan, Mar. 2009. Titled as "自動車排出ガス原単位及び総量算定検討調査報告書"

出典 自動車排出ガス原単位及び総量算定検討調査報告書を JICA プロジェクトチームが編集

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

セクターレポート 移動発生源インベントリ

表 8-9 日本の排出係数表 (6/7)

Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
車種	排気量	燃費	燃料	速度	速度	速度	速度	速度	速度	速度	速度	速度	速度	速度	速度	速度	速度	速度	速度	速度	速度
339	75cc 以下 (0.25以下)	乗用車	エンジン	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

出典 自動車排出ガス原単位及び総量算定検討調査報告書を JICA プロジェクトチームが編集

